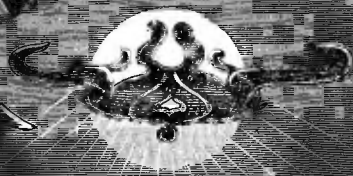


ПРОВЕРЕНО

1961 г.



БИБЛИОТЕКА  
САМООБРАЗОВАНИЯ

БИБЛИОТЕКА

САМООБРАЗОВАНИЯ

В. Оствальдъ.

ФИЛОСОФІЯ ПРИРОДЫ.

ЯНВАРЬ

1903

(4.1)

Приложение къ Вестнику и Библиотеке Самообразования.

ПРОВЕРЕНО

1961 г.



БИБЛИОТЕКА  
САМООБРАЗОВАНИЯ

БИБЛИОТЕКА

САМООБРАЗОВАНИЯ

В. Оствальдъ.

ФИЛОСОФІЯ ПРИРОДЫ.

ЯНВАРЬ

1903

(4.1)

Приложение къ Вестнику и Библиотеке Самообразования.

2

71359  
1971

БРОКГАУЗЪ-ЕФРОНЪ.

**БИБЛИОТЕКА САМООБРАЗОВАНІЯ.**

В. Оствальдъ.

1993

# Философія природы.

Переводъ съ нѣмецкаго О. А. ДАВЫДОВОЙ,

подъ редакціею Э. Л. РАДЛОВА.

Январь 1903г. ч. I

*1-е бесплатное приложение къ журналу*

„Вѣстникъ и Библиотека Самообразования“

на 1903 г.

СПб.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1903.



# ОГЛАВЛЕНИЕ.

	СТРАН.
Отъ редактора русскаго перевода.	
Предисловіе . . . . .	1—III
<b>ПЕРВАЯ ЛЕКЦІЯ. Введеніе . . . . .</b>	<b>4—13</b>
Нѣмецкая натурфилософія съ начала девятнадцатаго вѣка и ея паденіе.—Различныя значенія слова натурфилософія и возобновленіе ея.—Ю. Р. Майеръ и Э. Махъ.—Преимущество и недостатки старой натурфилософіи.—Избѣжаніе ошибокъ.—Затрудненіе и преодоленіе его.—Отсутствіе абсолютной увѣренности въ результатахъ.—Путь, которымъ идетъ наука.	
<b>ВТОРАЯ ЛЕКЦІЯ. Опытъ . . . . .</b>	<b>13—22</b>
Опредѣленіе понятій.—Память и предусмотрительность.—Сравненіе.—Понятія.—Ихъ возникновеніе и развитіе.—Объемъ понятій.—Понятіе и воспріятіе.—Умозаключеніе.—Индукція.	
<b>ТРЕТЬЯ ЛЕКЦІЯ. Рѣчь . . . . .</b>	<b>22—37</b>
Сохраненіе понятій.—Память и наслѣдственность.—Связь между знакомъ и понятіемъ.—Рѣчь.—Понятія и имена.—Аристотель и Мефистофель.—Измѣнчивость понятія и слова.—Несовершенство языка.—Искусственные языки.—Установленіе понятій.—Свойства языка; существительныя, прилагательныя, глаголы, остальныя части рѣчи.	
<b>ЧЕТВЕРТАЯ ЛЕКЦІЯ. Ощущенія . . . . .</b>	<b>37—52</b>
Дальнѣйшія попытки установленія понятій.—Элементарныя понятія.—Чистыя понятія.—Ощущенія.—Зрѣніе, слухъ, поверхностныя ощущенія, мускульныя ощущенія.—Разнообразіе ощущеній.—Внѣшній и внутренній міръ.	
<b>ПЯТАЯ ЛЕКЦІЯ. Элементарныя понятія . . . . .</b>	<b>52—68</b>
Простѣйшія понятія обладаютъ наибольшимъ объемомъ.—Соединеніе понятій путемъ взаимнаго ограниченія.—Многообразіе сложныхъ понятій.—Понятіе вещи и его законъ.—Законы природы; порядокъ и многообразіе.—Время и пространство.—Свойства времени.—Интерполяция.—Время есть простое многообразіе, безъ двойныхъ точекъ и однозначное.—Періодическія явленія.—Свойства пространства.—Оно есть многократное многообразіе, независимое отъ направленія.—Дѣленіе пространства.	
<b>ШЕСТАЯ ЛЕКЦІЯ. Многообразія . . . . .</b>	<b>68—82</b>
Вещи и многообразія.—Богатыя и менѣе богатые многообразія.—Порядокъ.—Всѣ дѣйствительныя многообразія подчинены.—Подчиненіе двухъ многообразій.—Порядковыя числа, количественныя числа.—Цифровое письмо.—Положительныя и отрицательныя числа.—Симметрия.—Множественныя многообразія.	

Доволнено цензурою. С.-Петербургъ, 23 Декабря 1902 г.

Типографія Акд. Общ. Брокгаузъ-Ефронъ. Прачешный пер., № 6.

	СТРАН.
<b>СЕДЬМАЯ ЛЕКЦИЯ. Величины . . . . .</b>	82—100
Законъ тождества; его сомнительность и вопросъ о равенствѣ.— Опредѣленіе равенства; ограниченная точность этого опредѣле- нія.—Примѣры: пространственное равенство; равныя вѣса.— Переносъ.—Равныя времена.—Равныя ощущенія.—Изображе- ніе непрерывныхъ многообразій посредствомъ порядковыхъ чиселъ.—Законъ непрерывности.—Величины и напряженія.— Изображеніе величинъ числами.—Ограниченная точность этого изображенія.—Абсолютное недоступно.—Изображеніе много- кратныхъ многообразій.—Единицы мѣры.—Общій обзоръ и таблица.	
<b>ВОСЬМАЯ ЛЕКЦИЯ. Время, пространство, субстанція . . . . .</b>	100—117
Опытъ; время и пространство суть его формы.—Пространство имѣть свойство величины.—Время есть напряженіе.—Пред- положенія, позволяющія его измѣреніе.—Первовещь.—Субстан- ція и акциденція.—Энергія есть и то, и другое.—Вещь въ себѣ.—Матерія.—Эфиръ.—Другія субстанціи.—Энергія есть самая общая субстанція; она обнимаетъ и причинность.— Описание энергіи.—Работа.—Сохраненіе работы.—Измѣреніе работы.—Сила.—Сохраненіе энергіи.—Дѣятельность органовъ чувствъ вызывается различными энергіями.—Объемъ міра.	
<b>ДЕВЯТАЯ ЛЕКЦИЯ. Энергетическое міросозерцаніе . . . . .</b>	117—145
Юлиусъ Робертъ Майеръ.—Матерія рядомъ съ энергіей.— Матерія какъ энергія.—Энергія формы.—Энергія объема.— Тяжесть.—Невозможное <i>perpetuum mobile</i> .—Сила и энергія.— Значеніе понятія энергіи при преподаваніи.—Индивидуальная форма законовъ природы.—Энергія разстоянія.—Таготѣны.— Необходимость пространственной связи различныхъ энергіи.— Сгибаніе и переломъ.—Энергія поверхностей.—Энергія движе- нія.—Масса.—Живая сила.—Основныя механическія еди- ницы.—Масса и тяжесть.—Въ силѣ тяжести не заключается загадки.—Жидкости и газы.—Энергія поверхностей.—Газо- образное состояніе.—Нѣтъ нематеріальныхъ матерій.	
<b>ДЕСЯТАЯ ЛЕКЦИЯ. Теплота . . . . .</b>	145—163
Механическая гипотеза; ея критика.—Задача науки.—Гипо- тезы и абстракціи.—Объясненіе.—Гипотезы о природѣ свѣта.— Законы природы и гипотезы.—Формулы и картины.—Признаки гипотезъ, облакающихся въ математическій видъ.—Безполе- вость гипотезъ; преимущество энергетики.—Характеръ много- образій энергіи.—Теплота; возвращенія Майера, Джоуля и Гельм- гольца.—Механическій эквивалентъ тепла.—Степень равенства различныхъ энергіи.	
<b>ОДИННАДЦАТАЯ ЛЕКЦИЯ. Другіе виды энергіи . . . . .</b>	163—176
Электрическая и магнитическая энергіи.—Ихъ техническое значеніе, способность превращаться и передаваться.—Измѣ- реніе.—Химическая энергія, ея способность сохраняться и концентрироваться.—Лучистая энергія и свѣтъ; ея периоди-	

ческій характеръ.—Самосвѣченіе и отраженіе.—Казаться и  
быть.—Солнце—источникъ свободной энергіи.—Энергетическая  
картина міра.

**ДВѢНАДЦАТАЯ ЛЕКЦИЯ. Второе начало, или законъ про-  
цесса . . . . .** 177—199

Когда нѣчто происходитъ? Равновѣсіе и процессъ въ меха-  
ническомъ образованіи.—Прекращеніе движенія вслѣдствіе  
образованія теплоты.—Солнце — нарушитель покоя.—Сади  
Карно и его принципъ—Интенсивности.—Законъ интен-  
сивностей Гельма.—Интенсивности суть напряженія.—Второе  
начало и невозможность *perpetuum mobile* второго рода.—  
Уменьшеніе свободной энергіи—Компенсированныя интен-  
сивности.—Законъ процесса—Временные процессы выравнива-  
нія.—Проводимость.—Міръ состоитъ изъ непостоянныхъ обра-  
зованій.—Типы процессовъ: простѣйшій случай; самоускореніе;  
стаціонарные процессы.—Саморегулированіе; образованіе при  
этомъ периодовъ.—Два источника понятія времени: механиче-  
скія явленія и явленія разсѣянія.

**ТРИНАДЦАТАЯ ЛЕКЦИЯ. Субстанціи . . . . .** 199—210

Понятіе субстанціи.—Перечисленіе субстанцій.—Законы  
сохраненія.—Емкости энергіи.—Количество движенія и масса.—  
Количество электричества.—Сохраненіе элементовъ.—Связь  
между опредѣленными количествами емкостей.—Многообразие  
энергіи.—Будущая систематическая таблица всѣхъ возмож-  
ныхъ энергіи.

**ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ ЛЕКЦИЯ. Законъ причинности . . . . .** 211—222

Причина и слѣдствіе; Юмъ; Майеръ.—Законы энергіи какъ  
законы причинности.—Условія; высвобожденія.—Компенсаціи  
временны.—Общій законъ причинности; его происхожденіе.—  
Эмпирическій характеръ законовъ времени и пространства.—  
Основанія познанія. Логика и математика.—Логическія  
необходимости, ихъ недостаточная обоснованность.—Примѣ-  
нимость логическихъ законовъ.—Потребность въ цѣльномъ  
міровозврѣніи.

**ПЯТНАДЦАТАЯ ЛЕКЦИЯ. Жизнь . . . . .** 223—237

Токъ энергіи и обмѣнъ веществъ.—Самосохраненіе.—Орга-  
низмъ какъ стаціонарное образованіе.—Размноженіе.—Объясне-  
ніе жизни.—Противъ неовиталистовъ.—Химическая энергія  
какъ главная форма.—Лучистая энергія какъ источникъ  
свободной энергіи; химическая энергія какъ неизбѣжная форма  
накопленія.—Мѣстонахожденіе жизни.—Питаніе.—Регулирова-  
ніе скорости реакціи посредствомъ пространственныхъ отноше-  
ній, посредствомъ катализаторовъ.—Работа организмовъ: сохра-  
неніе, размноженіе, смерть.

**ШЕСТНАДЦАТАЯ ЛЕКЦИЯ. Цѣли и средства организмовъ: . . . . .** 237—248

Цѣлесообразность.—Подборъ.—Чарльзъ Дарвинъ.—Къ про-  
шшему приходятъ под конецъ.—Ограниченіе цѣлей вре-

	Стран.
менемъ, пространствомъ и энергіей.—Индивидъ и родъ.—Ростъ и дѣленіе; физико-химическіе образцы.—Внѣшній видъ.	
<b>СЕМНАДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ. Раздражимость и память . . . . .</b>	249—266
Реакція.—Органы чувствъ.—Нервы; свойства нервныхъ проводниковъ; свойственный имъ характеръ возбужденія.—Соответственное возбужденіе.—Реакціи раздраженія: электрическія, свѣтovyя, тепловыя, механическія реакціи.—Теорія реакціи мышцы.—Химическія реакціи и катализы.—Память, теорія ея, химическіе образцы ея, химическая теорія памяти.	
<b>ВОСЕМНАДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ. Духовная жизнь . . . . .</b>	266—280
Духъ и матерія. духъ и энергія, духъ и жизнь.—Принятіе духовной энергіи; провѣрка.—Нервная энергія.—Ощущеніе, мышленіе, актъ.—Специфическія энергіи чувствъ.—Законъ Веберъ-Фехнера.—Чувства; удовольствіе и неудовольствіе.	
<b>ДЕВЯТНАДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ. Сознаніе . . . . .</b>	280—294
Сознаніе какъ свойство нервной энергіи; идея въ духѣ Канта.—Психофизическій параллелизмъ, его источникъ и его трудность.—Энергетическое воззрѣніе.—Панпсихизмъ.—Гипотезы и прототезы.—Сознаніе можетъ быть произвольно соединено съ нервными процессами.—Бесознательное мышленіе.—Впечатлѣнія и ощущенія.—Введеніе центрального органа; вниманіе.—Бесознательное.—Воспоминаніе.—Цѣль сознанія.—«Я».	
<b>ДВАДЦАТАЯ ЛЕКЦІЯ. Воля . . . . .</b>	294—308
Классификація духовныхъ явленій и положеніе воли.—Шопенгауеровское метафизическое понятіе воли.—Общее направленіе воли; цѣлесообразность.—Тропизмы.—Инстинктъ и сознательный актъ.—Участіе сознанія въ самосохраненіи; голодъ и любовь.—Воля и мышленіе.—Вопросы воспитанія.—Энергія воли.—Передача воли.—Свѣбода воли.	
<b>ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ ЛЕКЦІЯ. Красота и добро . . . . .</b>	309—326
Примѣненіе полученныхъ понятій къ искусству и жизни.—Цѣль и средства искусства.—Подчиненіе.—Польза и красота.—Пространственныя и временныя искусства.—Что изображаетъ искусство?—Музыка; ритмъ; гармонія.—Поэзія, ея средства и цѣли.—Опасности и трудности развитія искусства.—Пространственныя искусства.—Пластика.—Всѣ средства пригодны.—Перспектива.—Типы.—Средства и предметъ изображенія.—Реализмъ и идеализмъ.—Будущее живописи.—Законы этики.—Добро и зло.—Мать и дитя.—Индивидъ какъ часть совокупной жизни.—Связь съ христіанской и индійской этикой.—Крутъ эгоизма.—Уничтоженіе другихъ жизней.—Слишкомъ высокая оцѣнка индивида.—Основаніе личнаго счастья.—Высшее счастье.	

## Отъ редактора русскаго перевода.

Съ тѣхъ поръ какъ пала натуралистическая философія Шеллинга, не было попытокъ изложенія цѣльнаго міровоззрѣнія, въ которомъ философія природы было бы удѣлено надлежащее мѣсто.

Несмотря на пренебреженіе философіей, наступившее послѣ паденія нѣмецкаго идеализма, было бы несправедливымъ утверждать, что естествознаніе обходилось все это время безъ цѣльнаго міровоззрѣнія или безъ попытокъ обобщенія; достаточно указать на эволюціонную теорію, которая въ теченіе долгаго времени удовлетворяла естествоиспытателей. Эволюціонную теорію, однако, нельзя назвать философскою въ настоящемъ значеніи этого слова, ибо она вовсе не опредѣляетъ своего отношенія къ одной изъ главныхъ философскихъ проблемъ, къ теоріи познанія.

Во второй половинѣ XIX вѣка началось сближеніе философіи съ естествознаніемъ; философы начали тщательно изучать природу, а естествоиспытатели стали прислушиваться къ тому, что говоритъ философія. Можно указать цѣлый рядъ сочиненій, въ которыхъ выражается это настроеніе и дѣлается попытка къ сближенію двухъ областей мысли. Укажемъ для примѣра на сочиненіе А. С. Фаминцына «Современное естествознаніе и психологія» (1898).

Эти попытки, естественно, должны были привести къ новому построенію философіи природы, въ которомъ, съ одной стороны, были приняты въ расчетъ результаты критической философіи, съ другой—современное естествознаніе. И, дѣйствительно, почти одновременно появились два такихъ построенія: одно принадлежит проф. Оствальду, оно представлено въ русскомъ переводѣ на судъ читателя; другое принадлежит перу извѣстнаго философа Э. Гартмана «Die Weltanschauung der modernen Physik».

Оба сочинения имѣютъ, помимо симптоматическаго значенія, большой интересъ сами по себѣ и представляютъ нѣкоторое сходство и различіе. Оствальдъ и Гартманъ оба отрицаютъ матерію, т.-е. не признаютъ матеріи реально существующей, а видятъ въ ней явленіе нематеріальной реальности; оба на мѣсто атомистики ставятъ динамическое міровоззрѣніе, но въ пониманіи его они расходятся: Оствальдъ называетъ свое міровоззрѣніе энергетикой, гартмановское міровоззрѣніе можно назвать динамизмомъ; Гартманъ признаетъ раздѣленіе реальнаго на элементы «динамиды», или центры силъ; въ то время какъ Оствальдъ, въ согласіи съ прежними динамиками, отрицаетъ систему такихъ реальныхъ элементовъ. Гартманъ, какъ это ни странно, приближается къ атомистическому воззрѣнію еще и въ томъ, что онъ не признаетъ качественнаго различія реальнаго и видитъ причину всѣхъ явленій въ движеніи, между тѣмъ какъ Оствальдъ принимаетъ первоначальное основное различіе качественностей и, такимъ образомъ, объясняетъ процессы. Это различіе пониманія объясняется отчасти эмпирико-феноменалистической точкой зрѣнія Оствальда и рационалистической—Гартмана, отчасти и другими мотивами, на которыхъ мы не будемъ останавливаться. Мы укажемъ лишь на то, что намъ кажется особенно интереснымъ въ книгѣ Оствальда, а именно изложеніе энергетическаго міросозерцанія и критика атомистической гипотезы съ ея притязаніемъ «объяснить» явленія. Въмѣсто «объясненія» Оствальдъ предлагаетъ «изображеніе» явленій внѣшняго міра, для чего достаточно трехъ общихъ естественно-историческихъ понятій: пространства, времени и энергіи, которыхъ, однако, онъ не считаетъ приращенными: они вырабатываются организмами, по мѣрѣ ихъ развитія и расширенія доступной имъ среды; поэтому эти понятія не въ одинаковой степени привычны намъ. Эти три понятія тѣсно связаны между собою, и мы познаемъ только тѣ виды энергіи, которые связаны пространствомъ, и только-такія явленія, т.-е. превращенія энергіи, которыя протекаютъ во времени. Эти три понятія исчерпываютъ весь міръ явленій, и естественныя науки должны стремиться къ тому, чтобы всякое явленіе выразить математической формулой въ единицахъ, принятыхъ для этихъ трехъ понятій.

Приходится различать нѣсколько видовъ энергіи или просто нѣсколько энергіи, и есть основаніе предполагать, что существуютъ еще виды, намъ пока неизвѣстные. Различіе энергіи основывается на различіи ихъ факторовъ. Всякая энергія состоитъ изъ двухъ факторовъ: емкости и интенсив-

ности. Емкости суть величины, т.-е. ихъ можно складывать; онѣ подчиняются закону сохраненія, т.-е. онѣ не принимаютъ участія въ превращеніи энергіи въ замѣнутомъ образованіи; исключеніе составляетъ емкость тепловой энергіи—энтропія.

Энергіи объема, тяжести и химическая энергія наблюдаются нами всегда вмѣстѣ, пространственно связанными; это явленіе подало поводъ къ образованію понятія матеріи. Остальные виды энергіи хотя и связаны съ вышепоименованными, но не неразлучны съ ними; лучистая же энергія совершенно свободна отъ другихъ видовъ энергіи. Въ образованіи этихъ связей большую роль играютъ емкости энергіи; это зависитъ оттого, что емкости энергіи находятся въ простыхъ рациональныхъ отношеніяхъ къ емкостямъ химическихъ энергіи.

Второй факторъ энергіи, интенсивность, не обладаетъ характеромъ величинъ, а характеромъ напряженій, т.-е. его части нельзя складывать въ любомъ порядкѣ. Интенсивности являются опредѣляющимъ моментомъ процесса, который наступаетъ только тогда, когда существуютъ некомпенсированныя разности ихъ.

Всѣ явленія, какъ физическія, такъ и духовныя, сводятся къ взаимнымъ превращеніямъ различныхъ энергіи и подчиняются двумъ законамъ: первое начало энергетики, или законъ сохраненія энергіи, касается количественныхъ отношеній различныхъ энергіи при взаимномъ ихъ превращеніи; второе начало, или законъ процесса, опредѣляетъ, при какихъ условіяхъ наступаетъ превращеніе и какого объема оно достигаетъ. Первое начало было открыто позднѣе второго начала, но оно было раньше признано и разработано и вошло во всѣ учебники физики. Второе начало, данное впервые Сади Карно, было признано только въ сравнительно недавнее время; оно до сихъ поръ не вошло въ кругъ свѣдѣній, даваемыхъ по физикѣ въ среднихъ учебныхъ заведеніяхъ; поэтому часть книги Оствальда, посвященная этому вопросу, представляетъ особенный интересъ, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, и большую трудность для пониманія, и приходится пожалѣть, что Оствальдъ не развилъ ея болѣе подробно, а въ ущербъ ей посвятилъ такъ много времени выясненію духовныхъ процессовъ. Главы, посвященные этому послѣднему вопросу, представляютъ меньшій интересъ, въ виду того, что Оствальдъ недостаточно обстоятельно проводитъ свое энергетическое міровоззрѣніе въ области духа и впадаетъ иногда въ тотъ самый недостатокъ, отъ котораго

онъ предостерегаетъ другихъ, а именно смѣшеніе понятій съ реальностями. Тѣмъ не менѣе, и въ этой части есть оригинальныя мысли, которыя будутъ не безынтересны читателю; укажу, на примѣръ, на оригинальное объясненіе смѣны идеалистическаго и реалистическаго направленій въ искусствѣ.

Мы думаемъ, что любознательный читатель найдетъ въ предлагаемой книгѣ достаточный матеріалъ для размышленія, и, какъ бы сурово ни отнеслась къ ней критика, все же кое-что изъ возрѣній Оствальда удержится въ философіи и будетъ служить точкою отправленія для дальнѣйшихъ размышленій.

## Предисловіе.

Эта книга возникла слѣдующимъ образомъ. Мои разговоры съ молодыми сотрудниками въ моей лабораторіи обыкновенно не ограничивались вопросами, непосредственно относившимися къ производимымъ работамъ, но затрагивали многія общія научныя проблемы. Я всегда считалъ своею обязанностью давать, на сколько могъ, указанія и въ этомъ направленіи; взамѣнъ того я долженъ быть благодаренъ за многія указанія, полученныя мною прямо или косвенно отъ противной стороны. Давно уже меня просили изложить въ рядѣ лекцій эти проблемы, имѣющія рѣшающее вліяніе на научныя работы; но я не могъ удовлетворить этого желанія, такъ какъ все мое время и силы уходили на обязательныя лекціи.

Только лѣтомъ 1901 г. мнѣ, наконецъ, удалось привести въ исполненіе эту мысль, благодаря данному мнѣ отпуску. На эти лекціи явилось неожиданно большое число слушателей, которые прослушали не только первыя лекціи, но и всѣ—до конца. Это показало мнѣ, что желаніе познакомиться съ общими вопросами научнаго мышленія, изложенными съ точки зрѣнія естествоиспытателя, весьма распространено среди студентовъ лейпцигскаго университета. Отсюда легко было предположить, что и въ болѣе отдаленныхъ кругахъ отнесутся съ интересомъ къ содержанію этихъ лекцій, и достаточно было небольшого воздѣйствія со стороны нѣкоторыхъ слушателей, чтобы побудить меня напечатать записки, обстоятельно обработанныя для лекцій.

Конечно эта книга не передаетъ лекцій слово въ слово, а представляетъ многократную переработку записокъ. Форма лекцій сохранена въ интересахъ живости изложенія; кромѣ того и на нѣкоторомъ внутреннемъ основаніи. Задача лекціи не въ томъ, чтобы исчерпать обсуждаемый вопросъ, но въ томъ, чтобы дать возможность ориентироваться въ немъ и побудить къ болѣе глубокому изученію отдѣльныхъ вопросовъ. Эта форма можетъ служить извиненіемъ многихъ недостатковъ въ содержаніи, о которыхъ болѣе всѣхъ сожалѣю я самъ. Я

бы и не рѣшился выступить въ печати съ этимъ опытомъ, если бы я не имѣлъ возможности предложить всѣмъ желающимъ одновременно съ этой книгой появившійся журналъ «Annalen der Naturphilosophie», въ которомъ можетъ быть исправлено невѣрное, дополнено несовершенное и разъяснено сомнительное.

Впрочемъ книга должна говорить сама за себя; самое лучшее предисловіе не поможетъ худой книгѣ. Поэтому я только укажу на нѣкоторые пункты, чтобы читатель зналъ, чего ему ждать.

Въ книгѣ легко различаются двѣ части, изъ которыхъ первая, подготовительная, занимается вопросами, которые часто и подробно разрабатывались крупнѣйшими мыслителями всѣхъ временъ. То, что эти проблемы рассматриваются здѣсь еще разъ, и конечно не лучше и не основательнѣе, требуетъ оправданія. Оно заключается въ слѣдующемъ: Въ настоящее время естественныя науки принимаютъ рѣшительное участіе въ образованіи философскаго міровоззрѣнія, поэтому вопросъ, какія стороны и какія ученія признанныхъ философовъ полезны для работъ естествоиспытателя, приобретаетъ извѣстный интерес. Изложеніе этихъ вопросовъ конечно индивидуально, поэтому оно и не имѣетъ особенно большой цѣнности. Но, можетъ-быть, то обстоятельство, что авторъ до сихъ поръ полагалъ научную задачу своей жизни въ разработкѣ и приведеніи въ порядокъ общихъ основъ своей спеціальной науки—и поэтому имѣлъ больше дѣла съ философскими орудіями ея, чѣмъ другіе его собратья по наукѣ,—послужитъ къ повышенію цѣнности этой книги.

Вторая часть, которую можно назвать эскизомъ энергетической философіи природы, нуждается, можетъ-быть, еще въ большемъ оправданіи. Само собою разумѣется, что эта часть книги для меня дороже первой; однако необходимость доказать связь между образованіемъ общихъ понятій и понятія энергіи въ частности представляется мнѣ столь важной, что уже это одно обуславливаетъ органическую связь обѣихъ частей книги.

Въ то время какъ объясненіе всѣхъ физико-химическихъ явленій понятіемъ энергіи не нуждается больше въ особенномъ оправданіи—не даромъ мы видимъ въ современной научной литературѣ все новыя практическія примѣненія этой идеи, несмотря на всѣ предосте-

реженія старѣйшихъ собратьевъ по наукѣ—попытка подчинить и физическія явленія тому же понятію представляетъ рискъ, опасность котораго я особенно сильно чувствую, такъ какъ самъ долженъ признать немногія прежнія попытки (насколько онѣ мнѣ извѣстны) въ этомъ направленіи неудачными. Тѣмъ не менѣе я сознаю, что какъ я, такъ и наука обязаны благодарностью этимъ пионерамъ. Ибо и неудавшійся опытъ поучителенъ и облегчаетъ работу преемнику, открывая особыя трудности работы, чѣмъ позволяетъ избѣжать напрасной траты энергіи. И если мой опытъ окажется столь же неудачнымъ, то и на мою долю достанется это кислосладкое утѣшеніе.

Пока я, конечно, вѣрю въ возможность провести понятіе физической энергіи и думаю, что мнѣ удастся избѣжать нѣкоторыхъ ошибокъ, вызвавшихъ неудачу прежнихъ попытокъ. Онѣ заключались въ преждевременной спеціализаціи необходимыхъ предположеній и опредѣленій.

Простое и естественное средство устранить прежнія препятствія къ сліянью понятій матеріи и духа, подчинивъ и ихъ понятію энергіи, представляется мнѣ такимъ большимъ преимуществомъ, что даже если бы предлагаемая попытка и оказалась неудачной, въ дальнѣйшемъ развитіи философіи будутъ навѣрно сдѣланы новые опыты въ томъ же направленіи. Будетъ ли удовлетворительно разрѣшена эта задача при современномъ понятіи энергіи, или для этой цѣли потребуются дальнѣйшее развитіе его—покажетъ будущее; достаточно, что здѣсь дѣйствительно просвѣчиваетъ возможность заполнить зияющую со временъ Декарта между духомъ и матеріей пропасть, поглотившую многихъ мыслителей.

Но, кажется, я собираюсь писать книгу о книгѣ. Полагаю, что сказаннаго достаточно, чтобы читатель зналъ, чего ему отъ нея ждать. Осмѣлюсь еще указать на то, что я старался написать книгу, въ которой не предлагается и не предполагается никакой гипотезы.

Считаю долгомъ выразить сердечную благодарность гг. Брауеру, Эрнсту и Лютеру, оказавшимъ мнѣ значительную помощь при чтеніи корректуръ и при устраненіи шероховатостей въ слогѣ и въ изложеніи.

Гроссботснъ, вилла Энергія,  
октябрь 1901.

В. Оствалдъ.



## Первая лекція.

### В В Е Д Е Н І Е.

Слово натурфилософія, которымъ я попытался опредѣлить содержаніе нашихъ предстоящихъ бесѣдъ, пользуется худой славой. Оно вызываетъ въ нашей памяти умственное движеніе, господствовавшее въ Германіи сто лѣтъ тому назадъ; во главѣ этого движенія стоялъ философъ Шеллингъ, приобрѣтшій, благодаря мощи своей личности, съ юныхъ лѣтъ громадное вліяніе на своихъ современниковъ и опредѣлившій въ значительной степени современное умственное теченіе. Однако это вліяніе ограничилось только земляками Шеллинга, нѣмцами, да еще пожалуй скандинавскими народами\*); Англія и Франція отнеслись къ натурфилософіи совершенно отрицательно.

И въ Германіи господство натурфилософіи продолжалось недолго; неоспоримое господство въ цѣломъ—самое большое двадцать лѣтъ. Особенно естествоиспытатели, для которыхъ главнымъ образомъ и предназначалась натурфилософія, скоро и совершенно отвернулись отъ нея, и затѣмъ на ея долю выпало такое же страстное осужденіе, какимъ раньше было ея превознесеніе. Чтобы дать представленіе о тѣхъ чувствахъ, которыя она возбуждала въ своихъ бывшихъ приверженцахъ, достаточно привести слова Либиха, которыми онъ изображаетъ свои поползновенія въ области натурфилософіи: «И я пережилъ этотъ періодъ, столь богатый словами и идеями, столь бѣдный истиннымъ знаніемъ и основательнымъ изученіемъ; онъ стоилъ мнѣ двухъ дорогихъ лѣтъ моей жизни; не могу описать ужаса и отвращенія, испытанныхъ мною, когда я очнулся отъ этого опьянѣнія».

\*) Философія Шеллинга имѣла вліяніе на теченіе мысли въ Россіи. Не говоря о славянофилахъ, на которыхъ отразилось вліяніе Шеллинга, слѣдуетъ упомянуть и о послѣдователяхъ натурфилософіи Шеллинга. Самымъ крупнымъ представителемъ шеллингианства въ естествознаніи былъ Д. Велланскій (1774—1847), профессоръ Медико-Хирургической Академіи. Къ числу его учениковъ, удержавшихъ направленіе Шеллинга, принадлежатъ К. Экебладъ, профессоръ харьковскаго университета. Въ петербургскомъ университетѣ шеллингианство было представлено А. И. Галличемъ, въ московскомъ И. И. Давыдовымъ и М. Павловымъ, въ кievскомъ—И. М. Скворцовымъ (1795—1863) и Т. Авсеневымъ.  
*Итрим. редакци.*

Если натурфилософія вызывала подобныя чувства въ своихъ бывшихъ приверженцахъ, то неудивительно, что она вскорѣ совершенно исчезла изъ среды естествоиспытателей. Ее замѣнили механически—матеріалистическое міровоззрѣніе, которое въ то же время получило развитіе въ Англіи и Франціи. Благодаря заблужденію приверженцевъ этого міровоззрѣнія, по которому они считали его свободнымъ отъ гипотезъ изображеніемъ дѣйствительности, это умственное направленіе характеризуется рѣшительнымъ нерасположеніемъ къ другимъ воззрѣніямъ общаго характера. Ихъ презрительно называли «спекулятивными»,—обозначеніе, которое и въ настоящее время считается въ средѣ естествоиспытателей браннымъ словомъ. Слѣдуетъ при этомъ замѣтить, что это нерасположеніе относилось собственно не къ спекулятивнымъ воззрѣніямъ вообще, а къ такимъ, которыя не входили въ кругъ воззрѣній механической философіи; послѣдняя, конечно, не считалась спекулятивной, ибо ее не умѣли еще отличить отъ непосредственныхъ научныхъ данныхъ. Слѣдовательно этотъ антифилософскій образъ мыслей былъ, субъективно по крайней мѣрѣ, вполне честенъ. Причина того, что натурфилософія среди естествоиспытателей была такъ быстро и основательно побита матеріализмомъ, лежитъ просто въ практическихъ результатахъ. Въ то время какъ нѣмецкіе натурфилософы размышляли и писали о явленіяхъ природы, представители другого направленія вычисляли и дѣлали опыты и вскорѣ могли представить массу фактическихъ данныхъ, обусловившихъ главнымъ образомъ поразительно быстрое развитіе естественныхъ наукъ въ девятнадцатомъ вѣкѣ. Натурфилософы не могли съ своей стороны противопоставить ничего равноцѣннаго этому осязательному доказательству превосходства противника. Хотя и у нихъ были сдѣланы открытія, но, по выраженію Либиха, балластъ словъ и безрезультатныхъ идей былъ въ то же время такъ великъ, что дѣйствительные успѣхи науки совершенно исчезали въ немъ.

Поэтому время натурфилософіи представляется временемъ глубокаго паденія естественныхъ наукъ въ Германіи, и намѣреніе выступить подъ этимъ обезславленнымъ флагомъ можетъ показаться дерзкимъ со стороны естествоиспытателя двадцатаго вѣка.

Однако наименованію «натурфилософъ» можно придать еще и другое значеніе. Можно придавать ему значеніе, аналогичное съ «природный» докторъ, «природный» пѣвецъ и т. д., и подразумевать подъ нимъ человѣка, занимающагося предметами, которыхъ онъ не изучалъ. Передъ этимъ толкованіемъ я остаюсь безоружнымъ. Ибо я по призванію естествоиспытатель, химикъ и физикъ и не имѣю права отнести философію къ наукамъ, которыя я изучалъ въ обыкновенномъ значеніи этого слова. Даже свободное изученіе философіи при по-

средствѣ усерднаго чтенія философскихъ произведеній было такъ не-систематично, что я не могу его считать сколько-нибудь достаточной замѣной систематическаго изученія. Поэтому, въ оправданіе своего смѣлаго рѣшенія, я могу привести только тотъ фактъ, что и естествоиспытатель, занимаясь своей наукой, непремѣнно приходитъ къ тѣмъ же вопросамъ, которые разрабатываетъ философъ. Умственные процессы, которыми направляется и приводится къ успѣшному результату естественно-научная работа, не отличаются по существу отъ тѣхъ, которые изучаетъ философія. Сознаніе этой связи было временно затемнено во второй половинѣ девятнадцатаго вѣка, но въ наши дни оно снова пробудилось къ живой дѣятельности, и повсюду въ лагерѣ естествоиспытателей являются желающіе внести свой вкладъ въ философскія науки.

Итакъ, мы скоро переживемъ новое развитіе натурфилософій въ обоихъ значеніяхъ этого слова, и большое число слушателей, собравшихся сегодня подъ этимъ знаменемъ, является доказательствомъ того, что въ сопоставленіи этихъ двухъ понятій: природа и философія есть что-то притягательное, что все мы тутъ стоимъ передъ задачей, разрѣшеніе которой для насъ очень важно.

Во всякомъ случаѣ, философія естествоиспытателя не должна заявлять притязаній на то, чтобы считаться законченной и исполнѣ отдѣланной философскою системою. Созиданіе такихъ системъ мы должны предоставить философамъ по призванію. Мы исполнѣ сознаемъ, что самое большое, на что мы можемъ претендовать, это—воздвигнуть зданіе, строеніе и внутреннее расположеніе котораго указывали бы на умственный кругозоръ и способъ мышленія, вытекающіе изъ нашихъ ежедневныхъ занятій съ опредѣленными группами явленій природы. Итакъ, прошу васъ, не упуская изъ виду этихъ личныхъ и связанныхъ съ призваніемъ особенностей, выслушать и обдумать то, что я вамъ здѣсь изложу, причемъ предлагаю каждому изъ васъ отбросить или прибавить то, что ему покажется желательнымъ или необходимымъ.

Загѣмъ я долженъ сказать нѣсколько словъ объ источникѣ излагаемыхъ мною здѣсь взглядовъ и мыслей. Въ большинствѣ случаевъ я не могу указать, прочелъ я ихъ, или они возникли въ моемъ умѣ самостоятельно; ибо часто мнѣ случалось замѣчать, что мысли, считавшіяся совершенно самостоятельными, оказывались воспоминаніями когда-то прочитаннаго или слышаннаго. Могу только сказать, что все эти мысли продуманы мной, и предоставляю очищающему дѣйствію времени доказать мое право собственности на ту или другую идею. Также не считаю себя обязаннымъ называть всюду имена авторовъ, потому что въ большинствѣ случаевъ и самъ ихъ не знаю. Я хотѣлъ бы здѣсь упомянуть только одно имя изъ числа современни-

ковъ, какъ имя человѣка, имѣвшаго рѣшающее вліяніе на мое мышленіе: Эрнстъ Махъ, и одно имя изъ числа умершихъ: Юліусъ Робертъ Майеръ. Я старался выполнить свою работу въ ихъ духѣ.

Отказавшись отъ притязаній (которыя впрочемъ оказались недостижимыми для всѣхъ прежнихъ философскихъ системъ), предлагаемая мною философія выиграла въ миролюбіи. Къ ней уже не можетъ относиться то, что Шопенгауеръ сказалъ объ этихъ системахъ, что каждая изъ нихъ, «едва появившись на свѣтъ, уже думаетъ о гибели всѣхъ своихъ братьевъ, точно азіатскій султанъ при вступленіи на престолъ. Ибо подобно тому, какъ въ ульѣ можетъ быть только одна королева, такъ точно только одна философія можетъ царствовать въ каждый часъ дня. Системы по своей природѣ такъ же необходимы, какъ пауки, которые сидятъ по одиночкѣ въ своихъ паутинахъ и только смотрятъ, сколько мухъ запутается въ ихъ сѣтяхъ, къ другому же пауку приближаются только за тѣмъ, чтобы съ нимъ драться. Такимъ образомъ въ то время какъ поэтическія произведенія мирно падутъ другъ возлѣ друга, подобно агнятамъ, философскія представляютъ изъ себя лютыхъ звѣрей, причемъ ихъ хищнической инстинктъ, подобно скорпіонамъ, наукамъ и нѣкоторымъ личинкамъ насѣкомыхъ, направленъ главнымъ образомъ противъ своихъ сородичей. Они появляются на свѣтъ подобно людямъ въ латахъ, выходившимъ изъ зубовъ дракона, посѣянныхъ Язономъ, и, подобно имъ, до сихъ поръ все взаимно истребляли другъ друга. Эта борьба продолжается уже болѣе тысячи лѣтъ; закончится ли она когда-нибудь послѣдней побѣдой и вѣчнымъ миромъ?»

Это описаніе не подойдетъ къ натурфилософій, какъ я ее себѣ представляю. Она воспользуется примѣромъ другихъ наукъ, въ которыхъ тѣмъ болѣе царитъ миръ, чѣмъ тверже ихъ основаніе и чѣмъ дальше онѣ ушли впередъ. И въ философій теперь можно уже отмѣтить общіе результаты, встрѣчающіеся во всѣхъ вновь появляющихся системахъ. Сумма этихъ общихъ всеѣмъ системамъ составныхъ частей будетъ естественно со временемъ возрастать, такъ что можно предвидѣть время, когда описаніе Шопенгауера будетъ насъ забавлять, какъ пѣсни Илиады или саги Нибелунговъ о рукопашныхъ и словесныхъ битвахъ героевъ.—

Если мы спросимъ себя, что способствовало первому огромному успѣху натурфилософій и что вызвало ея быстрое пораженіе, то мы увидимъ, что первоначальная мысль, развитая Шеллингомъ, была въ высшей степени ясной и чрезвычайно плодотворной. Шеллингъ выразилъ эту мысль въ формулѣ: мышленіе и бытіе тождественны. Подъ этимъ онъ подразумѣвалъ, что одни и тѣ же законы управляютъ духовной жизнью и внѣшнимъ міромъ, или что обѣ области представляютъ въ своихъ проявленіяхъ большой параллелизмъ.

Эта мысль весьма убѣдительна. Каждый признаетъ, что обѣ области: область внутренняго и область внѣшняго міра, находятся въ постоянныхъ внутреннихъ отношеніяхъ. Съ одной стороны наша духовная жизнь развивается подъ постояннымъ вліяніемъ внѣшнихъ предметовъ, съ другой стороны только тѣ внѣшніе предметы могутъ быть нами познаваемы, то-есть, могутъ образовать нашъ внѣшній міръ, которые какимъ бы то ни было образомъ связаны съ нашимъ внутреннимъ міромъ. Такая взаимная зависимость необходимо ведетъ къ взаимной приспособляемости обѣихъ областей, и чѣмъ совершеннѣе эта приспособляемость, тѣмъ лучше мы познаемъ внѣшній міръ. Нашъ несовершенный интеллектъ, вслѣдствіе недостатка знаній и соответственной неувѣренности сужденія, часто ошибается въ своихъ сужденіяхъ о вещахъ, однако при дальнѣйшемъ его развитіи заблужденія будутъ все рѣже, и мы можемъ вообразить себѣ такое непрерывное развитіе, которое приведетъ къ полному взаимному приспособленію обѣихъ областей. Тогда, и только тогда, формула Шеллинга оправдалась бы въ томъ смыслѣ, что всякое событіе во внѣшнемъ мірѣ могло бы быть заранѣе познано и опредѣлено путемъ мышленія.

Основная мысль Шеллинга заключала въ себѣ зародыши для плодотворнаго развитія. Но онъ совершилъ громадную ошибку, признавъ взаимное приспособленіе мышленія и внѣшняго міра уже совершившимся и не принявъ въ расчетъ существующихъ несовершенствъ перваго. Вслѣдствіе этого онъ, поставилъ себѣ задачей вывести бытіе изъ мышленія. Т.-е. дать законы природы, какими они, по его мнѣнію, должны были бы быть. Для совершенно развившагося интеллекта это, можетъ-быть, и было бы возможно, но, во всякомъ случаѣ, это было бы излишне. Несовершенный же интеллектъ, каковымъ слѣдуетъ считать интеллектъ даже наигениальнѣйшаго философа, можетъ при такой попыткѣ сдѣлать грубыя ошибки, каковыя мы и находимъ въ достаточномъ количествѣ у Шеллинга и его учениковъ.

Чтобы убѣдительно представить вамъ ошибку, при этомъ совершенную, я вамъ разскажу анекдотъ, сложившійся въ свое время въ насмѣшку надъ нѣмцами вслѣдствіе господствовавшаго у нихъ натурфилософскаго міровоззрѣнія. Рѣчь идетъ о томъ, какъ поведутъ себя англичанинъ, французъ и нѣмецъ, если имъ будетъ предложена задача характеризовать свойства верблюда. Англичанинъ, говорится въ этой исторіи, возьметъ ружье, отправится въ Африку, застрѣлитъ верблюда, отдастъ набить изъ него чучело и поставитъ его въ музей. Французъ пойдетъ въ парижскій Jardin d'acclimatation и будетъ тамъ изучать верблюда, а если бы таковаго тамъ совсѣмъ не оказалось, онъ станеть вообще сомнѣваться въ его существованіи и во всякомъ случаѣ признаетъ за нимъ чрезвычайно малое значеніе. Нѣмцу же до-

статочно будетъ пойти въ свой кабинетъ, гдѣ онъ конструируетъ свойства верблюда изъ глубины своего духа.

Вотъ слѣдовательно въ чемъ состояла ошибка, сдѣланная натурфилософами, которую мы должны всѣми силами избѣгать. Они пытались вывести опытъ изъ мышленія; наше мышленіе, напротивъ, будетъ всюду опредѣляться опытомъ.

Однако, по справедливости, я долженъ сказать, что, несмотря на эту основную ошибку, натурфилософы имѣли успѣхъ. Такъ, философъ Густавъ Теодоръ Фехнеръ, заслуги котораго начинаютъ все болѣе и болѣе признаваться, былъ въ извѣстномъ смыслѣ воспитанникомъ натурфилософіи; изъ естествоиспытателей же мнѣ достаточно назвать имена Эрштеда и Шонбейна. Эрштедъ открылъ дѣйствіе тока на магниты на разстояніи,—открытие, легшее въ основу большей части современной научной и технической электрики. Химикъ Шонбейнъ открылъ озонъ; онъ много работалъ надъ кислородомъ; его наблюденія, значительно опередившія его время, были признаны и развиты только въ наше время. Я могъ бы назвать еще нѣсколько именъ изслѣдователей, работы которыхъ заставляютъ насъ признать, что, несмотря на искаженіе натурфилософіи, благодаря ея основной ошибкѣ, она владела силами и средствами, доставившими ей извѣстные успѣхи.

Если мы прослѣдимъ исторію развитія только-что упомянутыхъ открытій, мы увидимъ, что они дѣйствительно возникли изъ принятаго натурфилософами міровоззрѣнія. Задача созидать дѣйствительность мышленіемъ могла быть разрѣшаема, только дѣлая заключенія о неизвѣстномъ по аналогіи съ извѣстнымъ. Такимъ образомъ натурфилософы выработали привычку сопоставлять самыя различныя вещи, если между ними существовала хоть какая-нибудь аналогія. Всякому присущи не только ошибки его преимуществъ, но и преимущества его ошибокъ. Натурфилософы были свободны отъ всякаго страха передъ абсурдомъ, и это позволяло имъ находить такія аналогіи, которые дѣйствительно существовали, но ускользали отъ ихъ современниковъ вслѣдствіе своихъ необычныхъ свойствъ — вотъ чѣмъ обусловлены ихъ открытія. Такъ напримѣръ, для Эрштеда само собою разумѣлось, что такія сильно полярноорганизованныя вещества, какъ электричество и магнетизмъ, должны находиться другъ съ другомъ въ тѣсныхъ отношеніяхъ, такъ что вопросъ былъ только въ томъ, какого рода эти отношенія. Поэтому онъ могъ вполне схватить значеніе случайнаго открытія, когда на опытѣ, произведенномъ съ совершенно другими цѣлями, онъ замѣтилъ отклоненіе магнитной иглы, произведенное проходящимъ вблизи ея токомъ.

Вослѣдствіи мы будемъ еще имѣть случай вернуться къ этой сторонѣ значенія натурфилософіи, къ соответственному примѣненію ея въ наукѣ.

Итакъ, если мы хотимъ избѣжать въ новой натурфилософiи опшбокъ старой, то мы должны постоянно провѣрять наши теорiи опытомъ, измѣнять и исправлять ихъ, пока онѣ не будутъ согласны съ опытомъ. Особенно же заключенiя мы должны дѣлать только изъ тщательно провѣренныхъ предположенiй, границы значенiя которыхъ твердо установлены. Однако, приступая къ этой работѣ, мы наталкиваемся на очень большое затрудненiе. Мы желаемъ строить философию, т.-е. совокупность признанныхъ общихъ соотношенiй, только изъ испытаннаго материала. Но, какъ только мы принимаемся за постройку, намъ приходится прибѣгать къ такимъ вспомогательнымъ средствамъ, которыя предполагаютъ построенiе уже готовымъ. Мы употребляемъ слова, вытекающiя изъ совокупности опытовъ. Мы примѣняемъ методы умозаключенiй, т.-е. пользуемся извѣстными законами мышленiя. То, что вы меня понимаете, основывается на томъ, что вамъ и мнѣ присущи общiя понятiя; короче сказать, надо пустить въ дѣйствiе весь духовный аппаратъ, чтобы произвести работу, цѣль которой заключается въ распознаванiи и изслѣдованiи именно этого духовнаго аппарата.

Это положенiе дѣлъ ужасно похоже на знаменитую задачу, разрѣшенную Мюнхгаузеномъ, когда онъ вытащилъ себя изъ болота за свою собственную косу. И, говоря по чести, приходится согласиться, что большая часть философскихъ попытокъ вполнѣ вѣрно передается этой, столь охотно употребляемой Шопенгауеромъ, картинной; и приводить онѣ къ естественному результату такого образа дѣйствiя: къ еще болѣе глубокому погруженiю въ болото. Съ другой стороны, достаточно назвать имя Канта, и мы должны признать, что, несмотря на всю кажущуюся невозможность, философию можетъ указать на весьма значительные результаты и все еще имѣть право претендовать на имя царицы наукъ вслѣдствiе обширности своего влiянiя.

Присмотрѣвшись, мы увидимъ, что подобныя затрудненiя существуютъ и въ другихъ наукахъ. Производя физическiя измѣренiя, мы дѣлаемъ предположенiе, что наши масштабы не измѣняются своей величиной, а это предположенiе мы можемъ доказать, только сравнивая ихъ съ другими масштабами, въ неизмѣняемости которыхъ мы также не можемъ быть увѣрены. Устанавливая законы химическихъ реакцiй, мы выходимъ изъ предположенiя, что разновѣски, которыми мы измѣряемъ вѣсъ вещества, и сосуды, въ которыхъ мы измѣряемъ ихъ объемъ, сохраняютъ неизмѣнно свою величину и на завтра, и на другiе дни, когда мы приступимъ къ взвѣшиванiю и измѣренiю объема продуктовъ, а въ этомъ мы не можемъ быть вполнѣ увѣрены.

Поэтому, чтобы превозмочь подобнаго рода затрудненiя въ философи, намъ слѣдуетъ поступать по тому же рецепту, по которому

мы дѣйствуемъ въ другихъ наукахъ. Въ нихъ пригодность метода провѣряется непосредственными опытами; въ философи это труднѣе, но тоже возможно. Но въ обоихъ случаяхъ мы приходимъ къ признанiю невозможности достигнуть абсолютной, т.-е. не зависящей ни отъ какой оговорки, увѣренности. Все, чего можно достигнуть, это доказательство, что изъ всѣхъ находящихся въ нашемъ распоряженiи предположенiй данное является самымъ цѣлесообразнымъ и подходящимъ.

Какъ же физикъ и химикъ обходятъ эти затрудненiя? Что они не мѣшаютъ имъ достигать значительныхъ научныхъ результатовъ, это мы видимъ изъ блестящаго развитiя наукъ, выражающагося во все возрастающемъ покоренiи явленiй природы практическимъ цѣлямъ. Ихъ методъ заключается въ слѣдующемъ: если дѣло идетъ, напр., объ измѣренiи посредствомъ масштаба, то отъ этого послѣдняго будетъ удалено все, что, на сколько извѣстно, влiяетъ на его длину: измѣненiе температуры, влiянiе эластичности и т. д. Далѣе будутъ заготовлены другiе масштабы иной формы и изъ иного материала для сравненiя съ первыми, чтобы узнать влiянiе такихъ факторовъ, которые не могутъ быть приняты въ расчетъ. Такимъ способомъ устанавливается въ концѣ концовъ фактъ, что при извѣстныхъ условiяхъ эти различные масштабы показываютъ постоянно одну и ту же длину. Это можетъ происходить съ одной стороны отъ того, что длина дѣйствительно остается постоянной, съ другой стороны отъ того, что всѣ масштабы одновременно въ одинаковой пропорцiи измѣнили свою длину. Чѣмъ разнообразнѣе по отношенiю къ другимъ условiямъ, кромѣ длины, сдѣланы взятые для сравненiя масштабы, тѣмъ болѣе устраняется вторая возможность, и, наконецъ, можно достигнуть такого результата, когда можно утверждать съ большою вѣроятностью, что длина масштаба не измѣняется.

Тотъ же приемъ мы должны примѣнять и въ философи. Повседневный и научный опыты снабжаютъ насъ нѣкоторымъ количествомъ положенiй и отношенiй, которые мы принимаемъ также безъ всякихъ сомнѣнiй, какъ и положенiе, что стальной масштабъ сохраняетъ свою длину. Обстоятельство, что эти положенiя и отношенiя могли образоваться, указываетъ на то, что они имѣютъ за собой нѣкоторую истинность. Мы на время и примемъ ихъ за вѣрное и будемъ ихъ примѣнять для вывода новыхъ положенiй, которыя мы можемъ уже провѣрить независимо. Если полученные результаты окажутся вѣрными, то мы будемъ имѣть право утверждать уже съ большей вѣроятностью, что и средства, которыми мы пришли къ этимъ результатамъ, были вѣрны. Правда, что и въ данномъ случаѣ нѣтъ увѣренности, а только все большая и большая вѣроятность, т.-е. для философи имѣетъ мѣсто то же самое, что и для всѣхъ остальныхъ наукъ.

Мы будемъ слѣдовательно дѣйствовать такъ, какъ дѣйствуютъ. Возвращаясь снова къ Мюнхгаузену, при постройкѣ моста черезъ болото. Сначала кладутъ черезъ него жердь, можетъ-быть, даже всего только канатъ. Это даетъ возможность поставить лѣса, затѣмъ будутъ поставлены на свои мѣста отдѣльныя части моста, а когда это наконецъ будетъ сдѣлано, лѣса снимутъ, и будетъ испробовано, выдерживаетъ ли мостъ известную тяжесть. При этомъ обнаружится, не положенъ ли гдѣ плохой матеріалъ и нѣтъ ли гдѣ неправильной постройки; ибо, если это случится хотя бы въ одномъ мѣстѣ, мостъ не выдержитъ. Но, возразите вы, гдѣ же та абсолютная достовѣрность, которую мы ожидаемъ отъ философіи? Въ эмпирическихъ наукахъ мы еще можемъ удовольствоваться большей или меньшей вѣроятностью, но вѣдь мы затѣмъ и пришли слушать философію, чтобы при ея помощи выйти изъ этого неудовлетворительнаго состоянія и достигнуть абсолютной достовѣрности.

На это я отвѣчу, что это слишкомъ большія требованія отъ философіи. И она есть тоже эмпирическая наука и не имѣетъ никакого преимущества передъ другими въ степени достовѣрности, скорѣе же она имѣетъ ту невыгоду, что, благодаря свойству ея работы, достигнутая степень вѣроятности бываетъ часто весьма умѣренной. Въ этомъ именно и заключалась ошибка натурфилософіи, что она старалась достигнуть абсолютнаго знанія и хотѣла односторонне пройти путь отъ духа къ природѣ; мы же видѣли, что только постоянное приспособленіе духа къ природѣ можетъ привести къ цѣли.

Я не могу помочь тому, кому этотъ окончательный результатъ покажется неудовлетворительнымъ. Я могу только указать ему на то, что вся работа въ физикѣ, химіи и біологіи производится при совершенно такихъ же предположеніяхъ, и что безспорно большіе успѣхи этихъ наукъ указываютъ на то, что онѣ прекрасно себя чувствуютъ, процвѣтаютъ и преуспѣваютъ и внѣ сферы абсолютнаго.

Спрашивается еще, какимъ образомъ при этой постоянной неувѣренности въ результатахъ намъ не приходится постоянно перестраивать всю науку, когда, какъ это нерѣдко случается, бываетъ найдена ошибка въ какомъ-нибудь изъ ранѣе признанныхъ результатовъ. Причина заключается въ томъ, что прочность науки въ цѣломъ не зависитъ никогда отъ одной подобной части. Возьмемъ для примѣра одну изъ величайшихъ подобныхъ перемѣнъ; замѣну въ химіи теории флогистона теоріей кислорода. Поверхностному наблюдателю, конечно, можетъ показаться, что химія стала послѣ этого переворота совсѣмъ другой наукой. Если же мы прослѣдимъ за этимъ переворотомъ по современнымъ ему сочиненіямъ, то увидимъ, что, на ряду со страшными спорами по вопросу о горѣніи, остальныя отрасли химіи шли

своимъ обычнымъ ходомъ, что аналитическіе методы, изученіе отдѣльныхъ веществъ и ихъ свойствъ, техническія примѣненія и т. д. шли впередъ, причемъ этотъ споръ очень мало на нихъ вліялъ. А когда, наконецъ, онъ былъ законченъ въ пользу теоріи кислорода, весь прочій матеріалъ науки былъ по-просту перенесенъ въ новую химію и не потребовалъ иной переработки, какъ только измѣненія способа обозначенія, чтобы войти, какъ естественная составная часть, въ реформированную науку.

Возвращаясь къ нашему сравненію, предположимъ, что при пробѣ моста было найдено неудовлетворительное мѣсто. Тогда поторопятся замѣнить плохой поперечный брусъ хорошимъ, и мостъ не будетъ нуждаться въ цѣлой перестройкѣ, чтобы стать годнымъ для употребленія. Непрестанный прогрессъ науки можно сравнить съ непрестанными пробамъ, благодаря которымъ поврежденныя балки могутъ быть открыты и исправлены. Ибо каждый разъ, когда примѣненіе научнаго положенія, признаваемаго до тѣхъ поръ вѣрнымъ, приводитъ къ противорѣчіямъ съ опытомъ, оказывается, что должна быть произведена поправка, и обыкновенно она можетъ быть произведена своевременно. А если наконецъ случится, что весь мостъ провалится, и вся теорія упадетъ въ воду, что и случилось съ натурфилософіей, то и тогда не слѣдуетъ унывать, а начинать сызнова, причемъ получается то преимущество, что мы сумѣемъ избѣжать ошибки, вызвавшей непрочность стараго моста.

## Вторая лекція.

### О П Ы Т Ъ.

Разсматривая блестящій періодъ и паденіе старой натурфилософіи, мы пришли къ заключенію, что избѣжать разрушительныхъ вліяній, приведшихъ ее къ паденію, можно только постоянной провѣркой нашихъ теорій опытомъ. Поэтому, а также и потому, что мы рѣшили употреблять на нашу постройку только исполнѣ провѣренный матеріалъ, мы обязаны прежде всего изслѣдовать, что такое опытъ, или, вѣрнѣе сказать, что мы будемъ называть опытомъ въ смыслѣ только-что названной цѣли.

Если я спрошу кого-нибудь из васъ, что онъ понимаетъ подъ словомъ опытъ, то онъ прежде всего конечно отвѣтитъ: то, что мы переживаемъ. А вспомнивъ давно уже высказанное философами соображеніе, онъ, можетъ-быть, прибавитъ, что опытъ въ сущности состоитъ изъ процессовъ, имѣющихъ мѣсто въ нашемъ сознаниі. Ибо онъ подумаетъ, что обычное различеніе въ человѣкѣ внѣшняго и внутренняго міра уже превышаетъ опытъ, такъ какъ мы прежде всего знаемъ только внутреннія состоянія и только вслѣдствіе извѣстныхъ свойствъ приписываемъ часть этихъ состояній дѣйствію существующаго внѣшняго міра. Все это справедливо, и мы примемъ это какъ основу нашихъ дальнѣйшихъ разсужденій, причемъ оставляемъ за собой право подробнѣе разсмотрѣть впоследствии причину различенія внутренняго и внѣшняго міра.

Но это опредѣленіе значенія, которое мы придаемъ слову опытъ, еще не полно. Человѣка, который много пережилъ, мы еще не называемъ опытнымъ человѣкомъ, потому что съ этимъ словомъ мы связываемъ еще представленіе о превращеніи въ капиталъ или переработкѣ опыта. Только когда имѣетъ мѣсто это послѣднее, мы считаемъ наименованіе заслуженнымъ.

Эти соображенія побуждаютъ насъ прежде всего точнѣе изслѣдовать выгоду опыта. При нѣкоторомъ самонаблюденіи мы можемъ сказать, что отдѣльныя состоянія, слѣдующія одно за другимъ въ нашемъ сознаниі, всѣ отличны другъ отъ друга, и что никогда разъ бывшее состояніе не повторяется вполнѣ одинаково. Поэтому рядъ нашихъ состояній можно сравнить съ прогулкой въ мѣстности, гдѣ на каждомъ шагѣ намъ открываются новые виды и никогда не повторяется разъ уже видѣнное.

Нашъ опытъ подобенъ этой прогулкѣ еще и въ томъ отношеніи, что нашъ кругозоръ не ограничивается исключительно тѣмъ мѣстомъ, на которомъ мы въ эту минуту находимся. Представимъ себѣ, что дѣло обстояло бы иначе, что въ каждый моментъ мы знали бы только то, что только-что вошло въ наше сознаніе, и что мы не знали бы ничего о томъ, что было раньше и что будетъ потомъ, тогда мы уподобились бы путникамъ, идущимъ во тьмѣ безъ дороги. Мы были бы беспомощны и беззащитны относительно всего, съ чѣмъ столкнемся на слѣдующемъ шагѣ, и не могли бы вести жизнь, какую ведемъ теперь.

Итакъ, прежде всего слѣдуетъ заняться фактомъ воспоминанія. Благодаря ему мы въ состояніи оглянуться на пройденныя разстоянія. Но это не все. Если бы мы кромѣ наличнаго сознанія обладали только воспоминаніемъ о прошлыхъ состояніяхъ, то мы проходили бы жизнь, пятаясь, подобно изральтянамъ при выходѣ изъ Египта; за нами

была бы ясность, впереди насъ тьма. Это не соответствуетъ тому, что мы въ дѣйствительности испытываемъ. Мы въ состояніи прозрѣвать не только прошедшее, но и будущее. Никто изъ насъ не сомнѣвается въ томъ, что завтра снова взойдетъ солнце, что черезъ нѣсколько недѣль станетъ тепло, что на деревьяхъ появятся зеленые листья, которые они дней черезъ двѣсти снова потеряютъ, и эта смѣна времени года будетъ снова и снова повторяться. Точно также мы увѣрены, что снова соберемся черезъ недѣлю въ этой аудиторіи для подобныхъ же разсужденій, какъ сегодня. Мы имѣемъ свѣдѣнія на многіе годы о будущихъ событіяхъ, какъ напр. о солнечныхъ и лунныхъ затменіяхъ, и такъ же убѣждены въ достовѣрности этихъ свѣдѣній, какъ и въ достовѣрности прошедшихъ событій, какъ напр. въ сраженіи народовъ подъ Лейпцигомъ или въ открытіи спектральнаго анализа.

Эта способность прозрѣвать будущее есть наиважнѣйшее изъ свойствъ человѣка, потому что только благодаря ей можетъ продолжаться его жизнь. Мы не имѣемъ власти надъ прошедшимъ; оно совершенно неизмѣнно, и на него нельзя повліять. Мы можемъ располагать только будущимъ и когда рѣчь идетъ о томъ, чтобы позаботиться о сохраненіи нашей жизни, о томъ, чтобы предотвратить или избѣжать разрушительныхъ вліяній, то это относится только къ будущимъ вліяніямъ подобнаго рода.

Эта способность присуща не только людямъ, мы наблюдаемъ ее въ организамахъ даже самыхъ низшихъ. Актинія сжимается при соприкосновеніи съ постороннимъ тѣломъ, и это такая же забота объ избѣжаніи предстоящихъ поврежденій, какъ и изслѣдованіе электричества человѣкомъ. И всѣми науками, до самыхъ высшихъ и абстрактнѣйшихъ проблемъ, мы занимаемся съ единственной цѣлью имѣть возможность съ большей увѣренностью созерцать будущее.

Вотъ эта-то способность цѣлесообразной дѣятельности, благодаря прозрѣванію въ ближайшее или отдаленное будущее, и есть самое существенное въ опытѣ. Какъ же мы достигаемъ этой способности?

Мы достигаемъ ея посредствомъ сравненія. Благодаря памяти, мы въ состояніи сопоставлять прошедшія состоянія съ настоящими, или съ другими прошедшими, и при этомъ мы можемъ установить, что среди нихъ есть много если и не одинаковыхъ, то похожихъ, т.-е. такихъ, которыя совпадаютъ въ нѣкоторыхъ, если не во всѣхъ своихъ частяхъ. Эта способность сравненія есть основное свойство нашего ума; благодаря ей возможно заключеніе отъ прошедшаго черезъ настоящее къ будущему, отъ котораго, какъ мы видимъ, зависитъ вообще наше существованіе.

Это совершается слѣдующимъ образомъ. Совпадающія части различныхъ сходныхъ состояній тѣмъ яснѣе выступаютъ въ нашей

памяти, чѣмъ чаще онѣ входили въ наше сознание. Это составляетъ общій законъ нашей духовной жизни, которымъ мы постоянно пользуемся при изученіи какого-либо предмета. Этотъ законъ мы примемъ какъ данный, установленный безчисленными наблюденіями фактъ, не задаваясь вопросомъ, съ какою другою особенностью, напирѣмъ нашей тѣлесной организаціи, онѣ связаны. Замѣчу только, что всѣ дѣлаемые до сихъ поръ предположенія о подобнаго рода связи не привели ни къ какому сколько-нибудь удовлетворительному результату, и что этотъ вопросъ составляетъ великую и чрезвычайно важную задачу будущихъ изслѣдованій.

Черезъ повтореніе сходныхъ состояній и сравненіе ихъ въ умѣ образуется понятіе, т.-е. соединеніе совпадающихъ составныхъ частей этихъ состояній, причѣмъ различающіяся исключаются. Такъ, мы узнаемъ, что въ теченіе извѣстнаго времени солнце восходитъ, что, по мѣрѣ того какъ солнце мѣняетъ свое мѣсто на небѣ, становится все теплѣе и теплѣе, что за тѣмъ, по мѣрѣ того какъ солнце опускается, температура падаетъ, и наконецъ становится холодно и темно. Черезъ нѣкоторый промежутокъ времени повторяются тѣ же явленія, которыя мы и обозначаемъ словами день и ночь. Дни и ночи далеко не вполне сходны, ибо сегодня небо синее, завтра оно сѣрое и покрыто облаками, сегодня свѣтитъ солнце, завтра идетъ дождь. Мы не принимаемъ въ расчетъ этихъ различій, образуя понятіе день и ночь, а только то, что совпадаетъ, періодическую смѣну свѣта и тьмы, тепла и холода.

Изъ знанія этого понятія вытекаетъ возможность прозрѣть будущее. Оно образовалось изъ соединенія безчисленныхъ совпадающихъ состояній, вызываемыхъ смѣной свѣта и тьмы, и то обстоятельство, что до сихъ поръ эта смѣна происходила вполне правильно и согласно, заставляетъ насъ предполагать, что и въ будущемъ она будетъ происходить такимъ же образомъ. Это представленіе выработано нами не сегодня, а еще на зарѣ нашей умственной жизни, вслѣдствіе постоянства переживаемыхъ нами явленій. Мы уже безчисленное число разъ видѣли подтвержденіе этого предположенія; отсюда мы черпаемъ утѣшительную увѣренность, что смѣна дня и ночи будетъ продолжаться совершаться и въ необозримыя времена.

Однако мы не имѣемъ при этомъ абсолютной увѣренности; эта увѣренность тѣмъ меньше, чѣмъ сильнѣе развиты наша умственная жизнь и наша способность къ сужденію. Мы можемъ представить себѣ громадныя космическія катастрофы, могущія уничтожить землю или солнце или измѣнить ихъ свойства такъ, что день и ночь исчезнутъ. Но это отсутствіе увѣренности составляетъ нашу постоянную судьбу. Мы живо чувствуемъ, что жизнь была бы для насъ гораздо

легче, если бы мы могли предвидѣть будущее не только съ относительною вѣроятностью, но и съ полною увѣренностью; стремленіе къ этому облегченію и было всегда источникомъ всѣхъ философскихъ надеждъ достигнуть какимъ-нибудь образомъ абсолютнаго знанія; оно же привлекало многочисленныхъ приверженцевъ на сторону того, кто предполагалъ, что достигъ его. До сихъ поръ опытъ доказывалъ обманчивость всѣхъ этихъ надеждъ, такъ что намъ слѣдуетъ придти къ заключенію, что хотя мы можемъ постоянно все болѣе и болѣе приближаться къ дѣйствительности, но мы не имѣемъ никакого представленія о ея достижимости.

Подобно тому какъ мы образуемъ понятіе дня и ночи, мы образуемъ множество другихъ понятій, которымъ даемъ соответственныя имена. Эти имена всегда обозначаютъ связанные опыты, повторяющіеся всегда одинаковымъ образомъ, причѣмъ связь не должна быть всегда связью во времени, какъ напр. день и ночь, но можетъ принять и другую форму, напр. пространственную. Такія слова, какъ дерево, человекъ, сѣрная кислота, тоже обозначаютъ группы сходныхъ опытовъ, и если я скажу, это сѣрная кислота, то всѣ, имѣющіе представленіе о сѣрной кислотѣ, знаютъ, что рѣчь идетъ о густой, тяжелой, развѣвающей жидкости, которая смѣшивается съ водой при сильномъ нагрѣваніи, имѣетъ кислый вкусъ, поглощаетъ амміачный газъ и обладаетъ еще многими другими качествами, перечисленіе которыхъ заняло бы слишкомъ много времени. Знакомство съ понятіемъ сѣрной кислоты даетъ мнѣ слѣдовательно возможность сдѣлать массу предсказаній о томъ, какъ это вещество будетъ относиться къ другимъ веществамъ, и я настолько же увѣренъ въ совпаденіи этихъ предсказаній, насколько въ повтореніи смѣны дня и ночи; но и не болѣе.

Такія понятія, въ которыхъ соединяются повторяющіяся состоянія, образуютъ основу всякой духовной дѣятельности. Дитя въ самые первые дни своей жизни образуетъ понятіе, въ которое входятъ состоянія насыщенія и тепла, а также и другіе пріятные опыты, и которому онъ только позднѣе придаетъ имя мама. Гораздо медленнѣе и неопредѣленнѣе развивается понятіе папа. Дитя не смѣшаетъ своей матери ни съ какой другой женщиной, между тѣмъ какъ въ извѣстный періодъ развитія онъ привѣтствуетъ именемъ папа всѣхъ входящихъ въ комнату взрослыхъ мужчинъ. Позднѣе это понятіе разлагается на два: папа и дядя, причѣмъ дядей называется всякій мужчина, кромѣ отца. Къ этому присоединяются еще положительныя опредѣленія: что онъ имѣетъ часы, тиканье которыхъ даетъ слушать, что онъ готовъ покакать на колѣнѣ и что онъ любезенъ съ мамой. Съ папой же дѣло не всегда такъ обстоитъ.

Изъ этихъ примѣровъ ясно вытекаетъ, что никогда понятіе не

представляет единичного опыта, что единичный опыт вообще не может образовывать понятия; для его образования требуется известное число повторений сходных опытов. Всякое совершенно новое переживаемое нами впечатлѣніе вызываетъ въ насъ почти всегда реакцію, заключающуюся въ томъ, что мы отказываемся его назвать или выразить. Это чувство прекрасно выражено въ монологъ Ганса Сакса въ «Мейстерзингерахъ»:

Я это чувствую—но не могу понять,  
 Не могу запомнить—но не могу и забыть;  
 И хотя я его и вполне обнимаю, я не могу его измѣрить.  
 Но какъ же объять то,  
 Что кажется мнѣ необъятнымъ?  
 Къ этому не подходитъ никакое правило,  
 А между тѣмъ тутъ нѣтъ и ошибок.

Въ концѣ концовъ старый артистъ находитъ средство справиться, насколько возможно, съ новымъ состояніемъ, повторяя нѣсколько разъ голосомъ и аккомпаниментомъ новую мелодическую форму, возбудившую въ немъ дотошъ неиспытанное состояніе. Новое впечатлѣніе, повторяясь, благодаря памяти, все сызнова въ нашемъ внутреннемъ сознаніи, приобретаетъ мало-по-малу характеръ понятія, для образования котораго необходимо повтореніе.

Вообще же понятія обладаютъ весьма различными свойствами и далеко неодинаковымъ объемомъ. Самыя узкія понятія обозначаются именами собственными; они въ дѣйствительности такъ узки, что часто высказывались сомнѣнія, можно ли ихъ вообще причислять къ понятіямъ. Мнѣ кажется, что они суть несомнѣнно понятія. Когда я называю имя Гете, то этимъ я обозначаю не единичное пережитое мною состояніе, но цѣлый рядъ состояній, вызванныхъ чтеніемъ произведеній этого писателя, имѣющихъ между собою связь, вслѣдствіе одинаковости происхожденія этихъ произведеній и сходства въ мысляхъ и слогахъ. Эта мысль станетъ, можетъ-быть, еще яснѣе, если я возьму примѣръ изъ повседневной жизни.

Фраза: Петръ плачетъ, имѣетъ значеніе только для того, кто знаетъ, кто такое Петръ, т.-е. кто неоднократно имѣлъ свѣдѣнія о существѣ, носящемъ имя Петръ, и для кого съ этимъ именемъ связано известное число опредѣленныхъ отношеній. Объемъ понятія Петръ здѣсь самый узкій изъ встрѣчающихся въ разговорѣ; ибо онъ опредѣляется тѣмъ обстоятельствомъ, что человекъ известнаго роста, сложенія, происхожденія и т. д. носитъ имя Петръ, и что этотъ человекъ будетъ существовать въ продолженіе нѣкотораго времени съ тѣми же качествами, вѣрнѣе сказать, съ качествами, которыя будутъ

постоянно мѣняться съ теченіемъ времени по известнымъ законамъ. Это станетъ еще яснѣе, если мы вспомнимъ, что Петръ, котораго я знаю, далеко не постоянно находится въ моемъ сознаніи. Напротивъ того, всякій разъ какъ Петръ появляется передъ моими глазами, или я услышу или прочту его имя, или увижу его книгу, можетъ-быть, даже услышу запахи, свойственный ему по какой-либо причинѣ, во мнѣ возникаетъ группа представленій, совокупность которыхъ я обозначаю именемъ Петръ. Слѣдовательно въ этомъ имени соединяются различныя по времени отдѣльныя представленія, заключающія известную сумму одинаковыхъ элементовъ. Такъ какъ эти послѣдніе появляются одновременно, то я создаю изъ нихъ понятіе. При этомъ, какъ вообще при образованіи понятій, не принимаются въ расчетъ другія измѣнчивыя составныя части Петра, какъ одежда, положеніе, выраженіе лица, разстояніе, на которомъ онъ находится отъ меня и отъ другихъ предметовъ, и т. д.

И здѣсь понятіе можетъ служить для сужденія о будущемъ; ибо, зная Петра, я знаю также, какъ онъ будетъ вести себя въ какомъ-нибудь данномъ случаѣ, и я могу предсказать это тѣмъ вѣрнѣе, чѣмъ лучше я его знаю.

Итакъ, имя собственное изображаетъ самое узкое понятіе, общность котораго заключается только въ томъ, что обозначаемый имъ предметъ имѣетъ временное существованіе, въ теченіе котораго мы можемъ какъ угодно часто вызывать его въ сознаніи; упомянутыя же раньше понятія, какъ дерево, человекъ и т. д., имѣютъ гораздо болѣе широкій объемъ, такъ какъ они приложимы къ бесконечно большому числу отдѣльныхъ явленій. Чѣмъ шире понятіе, тѣмъ меньшее число сходныхъ элементовъ оно въ себѣ заключаетъ. Такимъ образомъ мы приходимъ къ обширнѣйшему понятію, которое обозначаемъ словомъ вещь или объектъ. Вещь есть то, что можетъ быть выдѣлено изъ окружающихъ ее пространственныхъ и временныхъ отношеній; мы придаемъ ей только одинъ этотъ общій признакъ ограниченія и не обращаемъ вниманія ни на какой другой признакъ, содержащійся въ нашемъ ощущеніи. Здѣсь яснѣе всего выступаетъ приемъ отвлеченія, ведущій къ образованію понятія.

Философы часто обсуждали вопросъ объ отношеніи между понятіемъ и воспріятіемъ; Беркли сдѣлалъ известное замѣчаніе, что невозможно представить себѣ понятіе треугольника, потому что треугольники бываютъ тупоугольные и остроугольные, но треугольника, который былъ бы одновременно и тупоугольнымъ и остроугольнымъ, не существуетъ, потому его и нельзя себѣ представить. Это замѣчаніе, конечно, правильно, и изъ него слѣдуетъ заключить, что понятія нельзя себѣ представить. Согласно своему образованію путемъ соединенія сходныхъ



признаковъ и отбрасыванія несходныхъ изъ огромнаго числа пережитыхъ состояній, понятіе никогда не можетъ соответствовать отдѣльному состоянію, которое необходимо заключаетъ въ себѣ не только то, что принадлежитъ понятію, но и то, что должно быть отъ него отброшено. Чтобы отвѣтить на вопросъ, есть ли данная фигура треугольникъ, мы должны сосчитать углы, не заботясь объ ихъ величинѣ, и такимъ образомъ узнаемъ, подходитъ ли данная фигура подъ понятіе треугольникъ или нѣтъ. Отсюда мы можемъ вывести отношеніе между понятіемъ и явленіемъ: понятіе есть правило, по которому мы наблюдаемъ опредѣленные особенности явленія. Итакъ, въ значеніи и примѣненіи понятій мы встречаемъ тѣ же положенія, какія обуславливаютъ ихъ образованіе.

При практическомъ примѣненіи опыта, содержащагося въ понятіи, выступаетъ еще новая духовная дѣятельность, носящая названіе умозаключеніе. Соединивши сходныя составныя части извѣстныхъ явленій въ одно понятіе, мы знаемъ, что если наступитъ явленіе, подпадающее подъ это понятіе, то должны быть налицо и его составныя части, и если явленіе насъ въ какомъ-нибудь смыслѣ затрогиваетъ, мы можемъ принять соответствующія мѣры. Но какъ знаемъ мы, что только-что наступившее явленіе дѣйствительно подпадаетъ подъ это понятіе?

Отвѣтъ таковъ: если имѣются налицо нѣкоторыя изъ составныхъ частей понятія, то мы предполагаемъ существованіе всего явленія. Этотъ умственный процессъ называется заключеніемъ. Онъ лежитъ въ основаніи классическихъ формъ вывода, изслѣдованіемъ которыхъ занимается въ продолженіе двухъ тысячелѣтій формальная логика, не прибавивъ ничего существеннаго къ разъ найденнымъ результатамъ. Школьнымъ примѣромъ такого умозаключенія является извѣстный силлогизмъ:

Всѣ люди смертны.

Кай человекъ.

Слѣдовательно, Кай смертенъ.

Анализъ этого ряда мыслей въ нашемъ пониманіи слѣдующій: Изъ наличности многихъ сходныхъ составныхъ частей въ извѣстныхъ живыхъ существахъ составилось понятіе человекъ. Среди этихъ составныхъ частей находится и такой признакъ, что всякій человекъ, достигнувъ извѣстнаго возраста, немного превышающаго 100 лѣтъ, умираетъ. Въ Кай можно различить всѣ другія составныя части понятія человека; его смертность не могла еще быть наблюдаема, ибо онъ не достигъ необходимаго возраста. На основаніи согласуемости всѣхъ другихъ признаковъ мы предполагаемъ, что и признакъ смертности явится въ свое время.

Сбыкновенно при анализѣ силлогизма обращается главное вниманіе на совершенно иную сторону вопроса; дѣлаются пространныя разсужденія о причинѣ и степени достовѣрности подобныхъ логическихъ процессовъ. Для насъ важно то, что и при такихъ заключеніяхъ, кажущихся вполне несомнѣнными, наблюдается тотъ же индуктивный методъ, игравшій опредѣляющую роль уже при образованіи понятій. Подъ индуктивнымъ методомъ мы понимаемъ заключеніе о будущемъ на основаніи прежняго опыта. Это можетъ быть выражено въ слѣдующей формулѣ: на основаніи того, что извѣстное отношеніе до сихъ поръ правильно наблюдалось, мы заключаемъ, что оно будетъ налицо и впредь. Впрочемъ это отношеніе можетъ быть весьма различнаго свойства; преимущественно оно выражается какъ одновременное нахожденіе или какъ смѣна явленій во времени.

Итакъ, мы видимъ, что умозаключеніе не вноситъ ничего существенно новаго въ уже извѣстные намъ умственные процессы, ибо тотъ же самый методъ одинаково примѣняется и при образованіи понятій, и новое въ немъ заключается только въ изслѣдованіи—можетъ ли данное понятіе распространяться и на новый случай. Это особенно ясно наблюдается при образованіи новыхъ понятій, что постоянно имѣетъ мѣсто въ наукахъ. Когда изслѣдователь наблюдаетъ извѣстныя согласованія или сходства, то онъ прежде всего предполагаетъ, что у него въ рукахъ матеріалъ для образованія понятія, и примѣняетъ только-что описанный методъ заключеній къ новымъ фактамъ, становящимся ему извѣстными. Смотря потому, оправдывается ли выраженное этимъ заключеніемъ ожиданіе или нѣтъ, онъ или въ состояніи образовать новое понятіе, или убѣждается въ томъ, что подмѣченная имъ правильность «случайна», т.-е. зависитъ отъ неизвѣстныхъ составныхъ частей, безъ знанія которыхъ невозможно образовать понятіе.

Это можно лучше всего объяснить на исторіи открытія какого-нибудь химическаго элемента. Къ понятію химическаго элемента принадлежитъ между прочимъ и слѣдующій признакъ: его пары въ раскаленномъ состояніи испускаютъ свѣтъ, который состоитъ изъ конечнаго числа отдѣльныхъ свѣтовыхъ лучей опредѣленной длины волны; это, какъ извѣстно, называется спектромъ элемента. И вотъ на солнечномъ спектрѣ наблюдается линія, которая по временамъ выступаетъ очень ясно и которой не соответствуетъ ни одинъ изъ извѣстныхъ элементовъ. Изъ этого заключили о существованіи неизвѣстнаго элемента, которому, вслѣдствіе его нахожденія на солнцѣ, дали названіе гелій. Умозаключеніе выражается слѣдующей формулой:

Всякому спектру соответствуетъ элементъ.

Въ солнечномъ свѣтѣ является неизвѣстный спектръ.

Слѣдовательно на солнцѣ находится неизвѣстный элементъ.

Впослѣдствіи Рамзай открылъ при спектральномъ анализѣ газа, образующагося при накаливаніи нѣкоторыхъ минераловъ, линію, совпадающую съ геліевой линіей солнечнаго спектра, откуда онъ заключилъ, что въ полученныхъ имъ газахъ находится неизвѣстный элементъ—гелій. И дѣйствительно, послѣ ряда фракціонировокъ, представившихъ въ данномъ случаѣ немалыя затрудненія, ему наконецъ удалось получить газообразное вещество, обладающее и всѣми другими свойствами химическаго элемента; такимъ образомъ заключение было подтверждено. Этимъ самымъ было завершено ранѣе намѣченное образование новаго понятія—гелій.

Но такъ какъ первое образование понятія не можетъ быть отдѣлено никакими особенными признаками отъ постояннаго распространенія его на новые случаи, то процессы образования понятія и умозаключенія слѣдуетъ разсматривать какъ двѣ ступени одной связной умственной работы.

## Третья лекція.

### Р ѣ ч ь.

Если понятія образуются описаннымъ нами въ общихъ чертахъ способомъ, то они сначала возникаютъ только въ самомъ существѣ, въ душѣ котораго пережитыя имъ состоянія сложились въ опытѣ. Благодаря памяти они сохраняются въ немъ нѣкоторое время, но не всегда до конца жизни этого существа. Когда намъ случайно попадаютъ на глаза документы изъ давно пережитого времени нашей жизни, то многія старыя понятія представляются намъ совсѣмъ непривычными; инныя мы даже совсѣмъ не можемъ признать за свои. Это впечатлѣніе особенно часто и живо испытываютъ и высказываютъ писатели, начавшіе печатать свои произведенія въ ранней молодости.

Слѣдовательно намъ грозитъ опасность, что трудъ, потраченный на образование понятія, можетъ пропасть даромъ, если понятіе не будетъ, благодаря частому возобновленію его въ памяти, сохранено свѣжимъ и дѣятельнымъ. Поэтому въ индивидѣ возникаетъ потребность сохранить разъ приобрѣтенное понятіе какимъ-нибудь независимымъ отъ памяти образомъ,

Эта потребность становится еще сильнѣе при сношеніи нѣсколькихъ индивидовъ между собою. Первѣйшая форма такого сношенія есть сношеніе между матерью и ребенкомъ. Дѣйствительно, во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ потомство нуждается въ помощи со стороны родителей, становится необходимой какая-нибудь форма сообщенія. Такія сообщенія могутъ конечно относиться только къ понятіямъ, ибо совершенно новыя состоянія могутъ быть только пережиты, но не могутъ быть сообщены; слѣдовательно сходныя состоянія должны соединиться въ понятія, прежде чѣмъ сообщеніе можетъ стать понятнымъ.

Поэтому неправильно будетъ утверждать, что въ каждомъ молодомъ индивидѣ образование понятій совершается каждый разъ сънова; такое предположеніе не согласовалось бы со многими фактами. Мы наблюдаемъ высокую степень упорядоченной и цѣлесообразной дѣятельности лапр. у только-что вылупившагося изъ яйца цыпленка; это заставляетъ насъ признать наследственную передачу изъ поколѣнія въ поколѣніе если не самихъ понятій, то по крайней мѣрѣ обширной способности составлять извѣстныя понятія при первомъ къ тому случаѣ. Если мы будемъ разсматривать размноженіе какъ непрерывное и непосредственное расширеніе индивидуальной жизни (на что кромѣ того указываетъ совокупность біологическихъ фактовъ), то понятіе наследственности, какъ это было прекрасно доказано Герингомъ, подпадаетъ подъ понятіе воспоминанія. Поэтому для нашего главнаго соображенія не существенно, происходятъ ли понятія, которыми пользуются животныя, изъ личныхъ воспоминаній или изъ родовыхъ, причемъ въ послѣднемъ случаѣ они передаются индивиду по наследству. Здѣсь дѣло идетъ только объ основномъ явленіи; понятіе образуется черезъ частое повтореніе сходныхъ частей пережитыхъ состояній; возможность же для насъ съ одной стороны унаследовать работу образования понятія какъ даръ отъ нашихъ предковъ, съ другой стороны передавать нашу часть въ этой работѣ нашимъ потомкамъ въ высшей степени проясняетъ и расширяетъ нашъ кругозоръ.

Отсюда возникаетъ вопросъ, какъ вообще осуществимо подобное сообщеніе. Приемъ состоитъ въ томъ, что съ понятіемъ связывается какой-нибудь знакъ, имѣющій форму познаваемой чувствами вещи. Сначала эта связь можетъ существовать только въ сознаніи того, кто образовалъ понятіе; примѣромъ можетъ служить узелъ на носовомъ платкѣ, причемъ, несмотря на чрезвычайное распространеніе этого способа, связь между понятіемъ и знакомъ такая отдаленная, что часто цѣль узла ускользаетъ изъ памяти. Но цѣль сообщенія будетъ достигнута только тогда, когда и другимъ станетъ извѣстна связь между понятіемъ и знакомъ, такъ что воспоминаніе о знакѣ будетъ вызывать въ нихъ понятіе.

Такой знак долженъ быть нѣчто способное быть воспринятымъ однимъ изъ нашихъ органовъ чувствъ, причемъ прежде всѣхъ принимаются во вниманіе зрѣніе и слухъ. Чувства, не реагирующія на далекое разстояніе, какъ обоняніе и осязаніе, хотя и не исключены, но примѣненіе ихъ соотвѣтственно очень ограничено.

Вообще же едва ли въ дѣйствительности можно назвать такой предметъ или такой приемъ, который не могъ бы быть примѣненъ въ этомъ смыслѣ. Начиная съ призывнаго или предостерегающаго крика животныхъ, продолжающагося не долѣ секунды, до египетскихъ пирамидъ, сообщающихъ свою нѣмую повѣсть людямъ въ продолженіе четырехъ тысячелѣтій и которыя будутъ сообщать ее еще безчисленное число тысячелѣтій, начиная со скальпа убитаго врага, который индѣйскій воинъ вѣшаетъ у себя въ хижинѣ въ знакъ своей храбрости, и кончая едва примѣтнымъ движеніемъ глазъ, сообщающимъ любящему объ осуществленіи его желанія, — все служитъ связью между понятіемъ и знакомъ, все можетъ служить для передачи истины отъ одного живого существа другому.

Въ нашу задачу не входитъ отчетъ о различныхъ видахъ знаковъ понятій; интересующіеся этимъ вопросомъ могутъ найти обширныя и глубокія свѣдѣнія о немъ въ «Психологіи народовъ» Вундта \*). Для нашей цѣли важны звуковые и письменные знаки, которые въ настоящее время образуютъ такую связную систему, что ихъ можно разсматривать вмѣстѣ: Сюда впрочемъ относятся не только знаки, передающіе въ тѣсномъ смыслѣ слова рѣчи, но и математическія и химическія формулы, а также и всѣ другіе символы, употребляемые въ наукахъ.

Въ такихъ знакахъ соединены преимущества различныхъ вспомогательныхъ средствъ. Употребляемые въ рѣчи звуки произносятся такъ легко и разнообразно, что могутъ служить знаками для любого числа быстро слѣдующихъ одно за другимъ понятій; при этомъ обширность голоса такова, что не только дѣлаетъ эти знаки доступными, въ большинствѣ случаевъ, слушателю безъ утомленія для говорящаго, но она достаточна для того, чтобы вызвать вниманіе въ томъ, къ кому обращаются, если даже его вниманіе обращено въ другую сторону. Далѣе удивительная способность уха различать воспринимаемые звуки по ихъ природѣ и происхожденію дѣлаетъ слухъ особенно пригоднымъ при сношеніяхъ одного человѣка съ другимъ въ присутствіи многихъ другихъ лицъ. Напримѣръ, если вы разговариваете съ кѣмъ-нибудь, переходя улицу, вы безъ напряженія понимаете, что онъ вамъ говоритъ, хотя въ то же время въ ваше ухо проникаетъ шумъ проѣз-

\*) Wundt, Völkerpsychologie. Leipzig. Engelmann. 1900—1901.

жающаго экипажа, звонки электрическихъ трамваевъ, шумъ многихъ шаговъ и голосовъ, наконецъ еще и свистокъ паровоза; и при этомъ отдаленный крикъ «Extrablatt» тотчасъ же привлечетъ ваше вниманіе, въ то время какъ вы внимаете словамъ вашего друга.

Благодаря такимъ удивительнымъ преимуществамъ, примѣненіе рѣчи для передачи понятій встрѣчается повсюду на самыхъ низшихъ ступеняхъ развитія; тогда какъ другое, развившееся въ связи съ нимъ средство — письменность, появляется много позднѣе. Оно произошло изъ стремленія связывать опредѣленные понятія и ихъ группы съ такими знаками, которые придавали бы сообщенію ббльшую продолжительность, чѣмъ какая присуща рѣчи. Нѣкоторые изъ ранѣ приведенныхъ примѣровъ показываютъ, что это достижимо, и что для этой цѣли часто употребляются тѣлесные предметы, находящіеся въ ближайшемъ непосредственномъ отношеніи къ понятію, которое желаютъ сохранить.

Правда, что и слово представляетъ весьма долгосрочный способъ храненія, если оно отдается на храненіе памяти слѣдующихъ одно за другимъ поколѣній. Доказательствомъ этого могутъ, напримѣръ, служить народныя пѣсни и эпосы небольшихъ народовъ, какъ литовцы и финны, которые уже много сотенъ лѣтъ и по самое недавнее время хранились въ устной передачѣ. Но это представляетъ и неизбежное неудобство: а именно медленные измѣненія, неизбежныя при устной передачѣ: ритмъ и рима правда нѣсколько мѣшаютъ имъ совершаться, но не могутъ ихъ вполне устранить \*).

Такимъ образомъ было очень важно выработать систему знаковъ понятій, соответствующую словамъ, которая и была найдена въ буквенно-звуковомъ письмѣ, вошедшемъ въ употребленіе у всѣхъ культурныхъ народовъ. Принципъ состоитъ въ томъ, чтобы возможно тѣснѣе связать знаки съ произносимыми словами; для этого производимые при произношеніи звуки обозначаются соответственными звуковыми знаками. Выработанная такимъ образомъ письменная рѣчь находится въ тѣснѣйшей связи съ звуковой рѣчью; и обѣ имѣютъ почти одинаковое значеніе для образованія, установленія и сохраненія понятія. Это буквенно-звуковое письмо не есть единственно-возможное письмо; но оно одно нашло всеобщее примѣненіе. Для насъ не имѣетъ значенія, будутъ ли наши дальнѣйшія соображенія относиться къ написаннымъ или произнесеннымъ словамъ, такъ какъ одно вполне замѣняетъ другое.

Итакъ, въ языкѣ мы имѣемъ сокровищницу, въ которую безчи-

\*) Приношу здѣсь благодарность моему коллегѣ проф. К. Бругманну за выясненіе дѣйствующихъ при этомъ условій.

сленныя поколѣнія народовъ, говорящихъ однимъ языкомъ, складывали на общую пользу результаты своей образующей понятія дѣятельности, и мы надѣемся, что отдѣльныя его части, слова получили возможно высшую степень совершенства благодаря исправляющему и сортирующему вліянію продолжительнаго развитія. Если мы теперь, согласно общему ходу нашихъ соображеній, поставимъ себѣ задачей изслѣдованіе сущности и законовъ понятій и выраженіе ихъ съ цѣлью сознательнаго ихъ употребленія, то для этого мы не можемъ найти лучшаго матеріала, чѣмъ языкъ. Къ тому же наша задача облегчается тѣмъ, что уже самъ языкъ въ различныхъ частяхъ рѣчи и въ законахъ ихъ измѣненія и соединенія, въ грамматикѣ и синтаксисѣ, содержитъ классификацію названій понятій и ихъ отношеній, такъ что намъ требуется только перелить даваемые ими результаты въ форму, необходимую для поставленной нами задачи.

Въ дѣйствительности такой приемъ употреблялъ извѣстнѣйшій натурфилософъ всѣхъ временъ, греческій профессоръ Аристотель. Когда ему нужно было установить какое-нибудь понятіе, то онъ прежде всего спрашивалъ себя, что обозначается въ повседневной жизни даннымъ словомъ; полученныя такимъ способомъ опредѣленія служили ему основаніемъ для дальнѣйшихъ изслѣдованій.

Намъ извѣстно, что этотъ приемъ не могъ спасти Аристотеля отъ грубыхъ ошибокъ въ его натурфилософіи, и что безсмысленное подражаніе и распространеніе этого изученія словъ привело схоластику среднихъ вѣковъ къ безвыходному положенію, причемъ было потрачено неизмѣримое количество умственной энергіи почти безъ всякаго результата. Существующая опасность безподобно изображена Гете въ разговорѣ Мефистофеля съ ученикомъ, такъ что мнѣ достаточно привести эти слова, чтобы вполне выразить то, что я вамъ хотѣлъ бы сказать. Мефистофель говоритъ:

Вездѣ держитесь только крѣпче словъ,  
Тогда откроются всѣ двери вамъ  
И въ достовѣрности войдете храмъ

Эта метода Аристотеля, а только-что изложенныя нами соображенія заключаются въ возраженіи ученика:

Но смыслъ у словъ вѣдь долженъ быть.

Схоластическое искаженіе выступаетъ въ возраженіи Мефистофеля:

Объ этомъ очень нечего тужить,  
И тамъ какъ разъ, гдѣ смыслъ искать напрасно,  
Тамъ слово можетъ горю пособить;  
Словами спорится прекрасно,

Словами строятся системы,  
Словамъ легко такъ вѣрять всѣ мы,  
Отъ слова буквы не отнять.

Этими словами сказано все существенное для даннаго случая. При установленіи знака возникаетъ впечатлѣніе, будто бы тѣмъ самымъ установлено и самое понятіе и будто бы между знакомъ и понятіемъ существуетъ такая тѣсная связь, что работа, производимая нами надъ этимъ словомъ, имѣетъ ту же цѣну и то же значеніе, какъ если бы она была произведена непосредственно надъ понятіемъ. Это можетъ служить примѣромъ ложнаго заключенія отъ единичнаго факта ко всѣмъ; изъ того, что слово можетъ служить для обозначенія понятія и въ этомъ смыслѣ замѣщать его, заключали, что слово можетъ замѣнить понятіе во всѣхъ отношеніяхъ.

Какая же причина этихъ ошибокъ, дѣлаемыхъ постоянно и теперь еще? Надъ совершенно подобными же цифровыми знаками, напримеръ, мы производимъ разнообразнѣйшія манипуляціи, какъ если бы это были сами изображаемыя ими вещи, не дѣлая при этомъ ошибокъ. Въ повседневной жизни, напримеръ, мы изъ вѣса или объема товара вычисляемъ его стоимость, по длинѣ границъ поля—его площадь, въ наукѣ же мы дѣлаемъ безчисленныя гораздо болѣе запутанныя вычисления при помощи знаковъ, замѣняющихъ для насъ понятія, и однако для того, кто знаетъ и умѣетъ примѣнять правила счисленія, не существуетъ ни малѣйшей опасности впасть въ ошибку.

Зависитъ это отъ того, что какъ понятіе, такъ и слова не суть застывшія, неизмѣнныя формы, подобно числамъ, а подвергаются непрестаннымъ измѣненіямъ. Причина этого лежитъ въ томъ, что сами понятія повседневной жизни не очень опредѣленны и подвержены сильнымъ колебаніямъ въ своихъ частяхъ. Такъ, человекъ, малосѣдущій въ зоологіи, подводитъ мѣдянку подъ понятіе змѣи, такъ какъ она имѣетъ съ послѣдней общіе внѣшніе признаки движенія и формы. Отнесеніе ее къ ящерицамъ основано на анатомическихъ особенностяхъ, не бросающихся въ глаза. Такимъ образомъ существуютъ два различныхъ понятія для змѣи, изъ которыхъ общеупотребительное является далеко менѣе опредѣленнымъ. Но и научныя понятія не всегда вполне опредѣленны; это мы видимъ изъ того, что классификація извѣстныхъ видовъ въ тотъ или иной классъ является часто предметомъ научныхъ споровъ. Происходятъ эти споры конечно оттого, что одинъ опредѣляетъ понятіе даннаго класса иными признаками, чѣмъ другой.

Такъ какъ въ общеупотребительномъ языкѣ признаки различныхъ понятій далеко не вполне и твердо установлены, то при употребленіи словъ существуетъ постоянная неувѣренность въ томъ, какіе признаки

принадлежать данному понятию. При передачѣ словъ отъ родителей и учителей къ дѣтямъ происходятъ дальнѣйшія медленныя измѣненія ихъ, вслѣдствіе чего въ концѣ концовъ является чрезвычайная путаница въ понятіи, придаваемомъ одному и тому же слову. Хорошимъ примѣромъ тому могутъ служить обозначенія minister и magister. Первоначальное значеніе слова министръ было «низшій», т.-е. слуга правителя, исполняющій его повелѣнія. Магистеръ же, напротивъ, значило «высшій», имѣющій большее значеніе, чѣмъ обыкновенный академикъ. Современное же значеніе этихъ словъ далеко не соответствуетъ этому значенію.

Благодаря такой нетвердости и измѣнчивости отношенія между понятіемъ и словомъ, обозначеніе понятій словами теряетъ свою цѣнность, и тамъ, гдѣ слова примѣняются съ полной вѣрой въ постоянство ихъ значенія, могутъ произойти грубѣйшія ошибки.

Я особенно настаиваю на этомъ, чтобы зацѣпить или по крайней мѣрѣ предохранить себя и вась при нашихъ дальнѣйшихъ разсужденіяхъ отъ вытекающихъ изъ подобнаго пріема ошибокъ. Далѣе приходится опровергнуть очень распространенное предубѣжденіе о несравненномъ великолѣпій языка. Такъ какъ надъ нимъ трудились безчисленныя поколѣнія, кончая нашими прародителями и родителями, то на немъ лежитъ для насъ отпечатокъ чего-то достопочтеннаго, и съ нимъ связаны воспоминанія о прекраснѣйшихъ и глубочайшихъ минутахъ, такъ какъ мы пользуемся имъ въ нашихъ сношеніяхъ съ близкими намъ людьми, въ горѣ и радости.

Но, несмотря на живое чувство, возбуждаемое этими воспоминаніями, мы не должны забывать, что, хотя въ прошломъ была вложена въ образованіе языка огромная умственная работа, результаты этой умственной работы были не всегда правильны и соответственны ей. Совершенно естественно, что сначала связь, существующая между переживаемыми состояніями, понималась неправильно, пока пріобрѣтеніе новыхъ знаній не дало возможности лучше образовать понятіе. Что можетъ быть милѣе словъ восходъ солнца?—ихъ звукъ возбуждаетъ въ насъ представленіе о свѣжести и красотѣ. И однако эти слова, въ смыслѣ современныхъ знаній, являются остаткомъ ошибочнаго образованія понятія, ибо не солнце восходитъ, а земля обращается на встрѣчу ему; если же мы прослѣдимъ исторію измѣненія этого понятія, то передъ нашимъ умственнымъ окомъ возстанетъ не заря новаго дня, а мрачное пламя костра, которымъ грозили преобразователямъ старыхъ понятій, Копернику и Галилею, чтобы удержать ихъ отъ ихъ смѣлыхъ намѣреній. Языкъ, слѣдовательно, представляетъ изъ себя не только сокровищницу, въ которой хранятся драгоценности правильнаго и цѣлесообразнаго образованія понятій, но въ то же время и кладовую для

потерявшихъ значеніе, ненужныхъ понятій. Такъ какъ связь между словомъ и понятіемъ стала во многихъ случаяхъ незамѣтной, то часто не замѣчается противорѣчія, когда звукъ, опредѣляющій одно понятіе, становится въ случайную связь съ другимъ понятіемъ, не имѣющимъ ничего общаго съ предыдущимъ. Поэтому за исправленіемъ понятія не всегда слѣдуетъ забравовка его неправильнаго обозначенія, а иногда оно такъ и сохраняется. Такъ, химики до сихъ поръ употребляютъ слово кислородъ, хотя и знаютъ, что кислыя вещества обязаны своимъ кислотнымъ свойствомъ не кислороду, а водороду.

Поэтому многими мыслящими людьми поднимался вопросъ, не слѣдуетъ ли замѣнить этотъ неточный языкъ, обладающій къ тому же весьма неправильной грамматикой, — о чемъ можетъ поразказать всякій бывшій или настоящій гимназистъ — искусственнымъ языкомъ, болѣе приспособленнымъ къ понятіямъ и потому вполне правильнымъ. Въ наше время большинство смотритъ на подобныя мысли, какъ на смѣшныя фантазіи; иные же возмущаются мыслью воспроизвести искусственно такое органически создавшееся цѣлое, какъ языкъ, и считаютъ это такъ же невозможнымъ, какъ создать дерево.

Въ дѣйствительности же языкъ не представляетъ саморазвившагося и самодовлѣющаго организма; онъ есть орудіе, созданное людьми для извѣстныхъ цѣлей, которое съ теченіемъ времени и съ измѣненіемъ цѣли и само подвергнулось многимъ измѣненіямъ. Языкъ можно уподобить старому дому, въ которомъ жило много слѣдовавшихъ одно за другимъ поколѣній, изъ которыхъ каждое въ немъ что-нибудь измѣнило, отъ него оторвало или прибавило къ нему то, что имъ казалось нужнымъ для его обитаемости. Конечно мы не желаемъ снести, вполне уничтожить этотъ старый домъ, въ немъ такъ много сохранилось слѣдовъ отъ жизни нашихъ предковъ. Но почему же намъ не выстроить рядомъ другого дома для особенныхъ цѣлей. Если для новыхъ трудовъ, которымъ мы хотимъ и должны себя посвятить, старыя комнаты оказываются слишкомъ темными и неудобными, старый полъ слишкомъ неровнымъ, то мы можемъ воздвигнуть рядомъ съ нимъ новое, удобное и приспособленное зданіе! Мы попрежнему будемъ переживать въ стѣнахъ стараго дома радость и горе, рожденіе и смерть, и все, что затрогиваетъ наши чувства, будетъ происходить въ его милыхъ намъ стѣнахъ. Но конторы и рабочія комнаты мы конечно можемъ перенести въ особый домъ, построенный разсудительно и цѣлесообразно, не изъ сучковатыхъ балокъ и каменныхъ глыбъ, а изъ гладкихъ кирпичей и стройныхъ, но крѣпкихъ желѣзныхъ подпорокъ. Оставивъ сравненія, мы могли бы отлично построить, на ряду съ материнскимъ языкомъ, простой дѣловой и научный языкъ, который для взаимныхъ сношеній народовъ былъ бы несравненно полезнѣе телеграфа и желѣзной дороги.

Въ действительности существуетъ нѣсколько такихъ языковъ. Нотный шрифтъ понятенъ всему міру, гдѣ только известна европейская музыка, и, хотя бы мы не поняли ни одного слова въ японской книгѣ, встрѣчающіяся въ ней химическія формулы и математическія уравненія мы поймемъ. Также и написанныя цифры, хотя и произносятся различно на различныхъ языкахъ, понятны каждому, умѣющему читать.

Вопросъ о всеобщемъ искусственномъ языкѣ—не праздная фантазія, а научно-техническая задача, разрѣшеніе которой принесетъ работающему человѣчеству облегченіе отъ бесполезнаго напряженія.

Но, пока въ науку не введенъ такой языкъ\*), намъ приходится довольствоваться тѣмъ, который мы имѣемъ, и, пока мы не можемъ перенести наши рабочія комнаты въ новый домъ, мы должны изучить особенности и устройство стараго, чтобы не потеряться въ немъ во время работы; ибо известные намъ изъясны могутъ быть сдѣланы безвредными. А насколько въ действительности велики эти изъясны для философской работы, это видно изъ безконечнаго несогласія различныхъ философскихъ воззрѣній и изъ того, какое сравнительно малое количество надежныхъ и всѣми признанныхъ результатовъ дала вся громадная сумма умственной работы лучшихъ людей всѣхъ временъ. Трудно построить прочный и годный къ употребленію аппаратъ изъ ненадежнаго рассыпающагося подъ руками измѣнчиваго матеріала; такъ что наше восхищеніе передъ великими людьми становится еще болѣе основательнымъ, когда мы вспомнимъ, какое почти непреодолимое препятствіе они встрѣчали въ своей работѣ.

Что же тутъ дѣлать? Мы желаемъ, во что бы то ни стало, внести порядокъ и увѣренность въ наши понятія; мы желаемъ точно опредѣлить содержаніе и объемъ всякаго употребляемаго нами понятія, чтобы быть гарантированными отъ ошибокъ. Возможно ли вообще это?

Чтобы получить на это отвѣтъ, и притомъ утвердительный, мы должны посмотреть, не существуетъ ли хоть нѣсколько твердо установленныхъ понятій, и какимъ образомъ они были получены.

Такими твердо установленными понятіями слѣдуетъ считать прежде всего единицы времени, протяженія и вѣса. Мы вполне точно можемъ опредѣлять, что такое часъ, метръ, граммъ; также и для объемовъ, скоростей, электрическихъ величинъ и т. д. имѣются вполне опредѣленные мѣры. Измѣрительная наука, удовлетворяя потребностямъ практической жизни,

установила цѣлую обширную систему такъ называемыхъ абсолютныхъ мѣръ. Это было достигнуто такимъ способомъ, что были разъ навсегда установлены нѣкоторыя единицы: времени, длины, массы, температуры и нѣкоторыя другія; всѣ же остальные единицы опредѣляются соединеніемъ этихъ основныхъ единицъ.

Подобный же приемъ мы можемъ примѣнить и къ нашей болѣе общей задачѣ, тѣмъ болѣе, что большинство изслѣдованныхъ нами понятій оказывается сложными (стр. 17); слѣдовательно эти понятія можно разложить на простѣйшія, и наша задача сведется къ болѣе легкой задачѣ: найти простѣйшія понятія и указать, какъ остальные понятія сложились изъ этихъ элементовъ. Однако указать путь легче, чѣмъ его пройти. Это можно доказать, рассмотрѣвъ подробнѣе приведенный нами примѣръ. Какъ была установлена, на примѣръ, единица длины? Приемъ издавна заключался въ томъ, что выбирался какой-нибудь вещественный масштабъ, который и принимали за основу для всѣхъ измѣреній. Названія футъ и локоть (Fuss, Elle), сажень (Faden, Ruthe) указываютъ намъ, что сначала побудительной причиной для выбора единицъ служило удобство ихъ употребленія. Длина ноги, локоть удобны для измѣренія, когда не имѣешь съ собой особаго орудія измѣренія.

Эти единицы, несмотря на ихъ малую точность, годились, пока къ измѣренію не было предъявлено требованіе большей точности. Пришлось наконецъ обратить вниманіе на то, что одинаковыя части тѣла у различныхъ людей имѣютъ различную длину, и надо было думать менѣе случайную мѣру. Наиболѣе пригодными для этого оказались твердыя тѣла, какъ наипаче измѣнчивыя, и выборъ ихъ обусловился пригодностью ихъ для измѣренія. Названія Ruthe (жердь) и Faden (нить) указываютъ, можетъ-быть, на то, что первыми мѣрами длины были опредѣленной длины вѣтвь или опредѣленный кусокъ шнура.

Далѣе выяснилось, что и эти предметы не сохраняютъ своей длины неизмѣнной, какъ это было бы желательно; тогда были сдѣланы мѣры изъ металла или камня, болѣе близкія къ идеалу. Было принято въ расчетъ вліянія температуры и эластичности, и потребовалась работа многихъ лѣтъ, чтобы сдѣлать хранящійся въ Парижѣ нормальный метръ, принятый въ настоящее время за единицу длины.

Къ тому же приему намъ придется прибѣгнуть и при разрѣшеніи нашей задачи. Сначала мы примемъ простѣйшія понятія такими, какими ихъ найдемъ, затѣмъ мы попытаемся ихъ примѣнить, и при этомъ обнаружится, удовлетворяютъ ли они своему назначенію или они должны быть замѣнены другими, лучшими. Чѣмъ проще понятіе, тѣмъ меньше оно зависитъ отъ другого понятія, и все, что мы достигаемъ въ смыслѣ простоты, будетъ достигнуто и въ смыслѣ ясности и неизмѣняемости. Тогда, можетъ-быть, намъ удастся найти такія

\*) Многообѣщающее начало къ этому сдѣлано учрежденіемъ общества Délegation pour l'adoption d'une langue auxiliaire internationale (Paris IV, rue St. Placide 54).

нормы, которыя тоже могутъ быть хорошо сохранены и, несмотря на измѣнчивость и ненадежность языка, на которомъ намъ приходится ихъ выражать, охарактеризованы такъ хорошо, что не будутъ страдать отъ этихъ недостатковъ.

Чтобы выполнить эту работу, познакомимся сначала съ важнѣйшими особенностями нашего неизбѣжнаго орудія—языка. Мы не можемъ заняться подробнымъ изученіемъ его развитія, хотя оно во многихъ отношеніяхъ весьма поучительно; намъ придется удовольствоваться обзоромъ современнаго употребляемаго нами языка, причемъ мы ограничимся соображеніями, необходимыми для сознательнаго примѣненія его формъ.

Весь запасъ словъ языка можно подраздѣлить на группы, которыя издавна различались въ грамматикѣ. Число этихъ группъ и подраздѣленіе ихъ не вполне одинаковы въ различныхъ языкахъ, тѣмъ не менѣе можно установить нѣкоторыя общія основныя формы, которымъ могутъ быть подчинены остальные. Эти основныя формы суть: существительныя, прилагательныя, глаголы, мѣстоименія и союзы. Есть еще особенная, очень важная группа—имена числительныя, но мы ее разсмотримъ позднѣе, послѣ того какъ изслѣдуемъ понятіе числа. Существительныя служатъ собственно для обозначенія опредѣленныхъ понятій; это видно уже изъ того, что большая часть приведенныхъ нами примѣровъ существующихъ понятій имѣла форму существительныхъ. Особенно это относится къ сложнымъ понятіямъ; существительныя употребляются главнымъ образомъ съ цѣлью выразить совмѣстное существованіе различныхъ признаковъ (изъ которыхъ каждый представляетъ простое понятіе). Такъ, подъ словомъ мѣлъ слѣдуетъ понимать камень, бѣлый и мягкій, которымъ поэтому можно чертить на доскѣ. Этимъ исчерпывается общеизвѣстное понятіе о немъ; но минералогъ и химикъ связываютъ съ нимъ еще цѣлый рядъ другихъ признаковъ: аморфность, нерастворимость въ водѣ, растворимость въ кислотахъ съ выдѣленіемъ углекислоты, разложеніе при нагреваніи на углекислоту и известь и еще многіе другіе признаки, перечисленіе которыхъ заняло бы слишкомъ много времени.

Существенно въ понятіяхъ, выражаемыхъ существительными, то, что они представляютъ прочныя, не зависящія отъ времени вещи. Въ дѣйствительности ничто не бываетъ независимо отъ времени, но эта зависимость отъ времени исключается благодаря приему отвлеченія, употребляемому при образованіи понятій.

Это опредѣленіе годится для существительныхъ конкретныхъ, обозначающихъ вещественные предметы или чувственныя явленія; опредѣленіе такъ называемыхъ абстрактныхъ существительныхъ представляетъ нѣкоторое затрудненіе. Это названіе ихъ вполне цѣлесооб-

разно, такъ какъ указываетъ на способъ образованія этихъ понятій. Абстрактныя существительныя изображаютъ совокупность извѣстныхъ общихъ частей внутреннихъ или внѣшнихъ состояній, которыя не присутствуютъ сами по себѣ въ данныхъ предметахъ, но выбраны нами изъ различныхъ предметовъ именно потому, что они показываютъ извѣстное сходство. Въ конкретныхъ именахъ существительныхъ или въ понятіяхъ предметовъ заключается масса общихъ составныхъ частей безъ нашего къ тому содѣйствія, такъ что при образованіи понятій намъ приходится отвлекать только небольшое число необщихъ частей; тогда какъ при образованіи абстрактныхъ существительныхъ намъ приходится удалять большую часть составныхъ частей, полученныхъ изъ единичныхъ явленій или опытовъ, такъ что получающійся остатокъ представляетъ только небольшую часть всего состоянія. Эти существительныя именно потому и называются абстрактными, что приемъ отвлеченія или удаленія играетъ при образованіи ихъ существенную роль. Но не слѣдуетъ упускать изъ виду, что приемъ отвлеченія имѣетъ мѣсто въ обоихъ случаяхъ: какъ при образованіи конкретныхъ, такъ и при образованіи абстрактныхъ понятій; только въ первомъ случаѣ онъ играетъ меньшую роль, чѣмъ во второмъ.

Изъ этихъ соображеній вытекаетъ, что между обѣими группами не существуетъ рѣзкаго различія, ибо возможны и дѣйствительны всѣ переходы отъ одной къ другой группѣ. Подобное отсутствіе рѣзкихъ границъ между подраздѣленіями или группами мы встрѣчаемъ во всѣхъ сложныхъ явленіяхъ. Но изъ того, что различіе не рѣзко, не слѣдуетъ заключать, что его вообще нѣтъ, и все сливается въ одно, ибо нельзя провести границы. Рѣзкихъ границъ въ дѣйствительности не существуетъ, и между двумя областями всегда существуетъ сомнительная полоса, которую лучше всего считать нейтральной областью. Все что можно сдѣлать въ интересахъ возможно лучшаго опредѣленія границъ, это по возможности сузить сомнительный промежутокъ. Наоборотъ, разграниченіе можетъ считаться удовлетворительнымъ въ томъ случаѣ, когда даваемыя имъ несомнѣнныя группы очень значительны по сравненію съ сомнительнымъ остаткомъ.

Изъ способа образованія абстрактныхъ существительныхъ ясно, что они въ большинствѣ случаевъ состоятъ изъ меньшаго числа понятій, чѣмъ конкретныя. Поэтому въ нашихъ поискахъ за простыми понятіями мы можемъ рассчитывать найти здѣсь наибольшую добычу. Далѣе изъ способа образованія абстрактныхъ понятій вытекаетъ, что ихъ составныя части легче опредѣлить, такъ какъ мы образовали эти понятія, принимая во вниманіе составныя части. Съ расширеніемъ опыта къ конкретнымъ существительнымъ присоединяются все новыя составныя части, которыя мы принуждены ввести въ составъ по-

нтя, такъ какъ мы ихъ постоянно встрѣчаемъ въ данномъ предметѣ, такимъ образомъ эти понятія постоянно расширяются; составныя же части абстрактныхъ понятій заранѣе произвольно ограничены, и съ расширеніемъ опыта расширяется только кругъ ихъ примѣненія. Конечно и здѣсь имѣетъ мѣсто развитіе; часто приходится признать, что произведенное нами образованіе понятія нецѣлесообразно, и что возможно лучшее выраженіе связи путемъ иного выбора составныхъ частей. Тогда мы образуемъ новое сопоставленіе, но въ большинствѣ случаевъ сохраняемъ для него старое названіе, что является источникомъ большихъ ошибокъ при употребленіи этихъ словъ. Какъ примѣръ такихъ возможныхъ перемѣнъ возьмемъ слово «честь» и сравнимъ его содержаніе у гомеровскихъ героевъ, у средневѣковыхъ рыцарей и у различныхъ современныхъ сословій. Тогда мы увидимъ, какъ различны составныя части этого понятія, смотря по времени и по общественному положенію, и къ какому почти необозримому многообразію приводитъ насъ свобода, съ которой мы образуемъ эти понятія.

Благодаря этой же свободѣ мы можемъ почти какое угодно слово превратить формально въ существительное. Особенно широко пользовались этой свободой философы. Присоединеніемъ члена, характеризующаго на нѣмецкомъ языкѣ имя существительное, мы выражаемъ, согласно ранѣе данному опредѣленію, наше желаніе разсматривать данное понятіе, какъ независимое отъ времени и отъ присущихъ ему многообразія и измѣнчивости. Слѣдствіемъ этого легко является слѣдующая ошибка. Такъ какъ первоначально существительное служило главнымъ образомъ для обозначенія существующихъ связей, т.-е. конкретныхъ вещей, то при употребленіи его, какъ абстрактнаго понятія, легко возникаетъ мысль, что и въ этомъ случаѣ оно основывается на реальностяхъ, т.-е. на дѣйствительно существующихъ, а не на искусственно выведенныхъ связяхъ. Это замѣщеніе является источникомъ глубокихъ заблужденій; великолѣпнымъ примѣромъ ихъ могло бы служить ученіе объ идеяхъ Платона.

Прилагательныя по своимъ отношеніямъ необходимо примыкаютъ къ существительнымъ. Они служатъ для того, чтобы присоединить къ понятіямъ, выраженнымъ именами существительными или какимъ-нибудь инымъ способомъ, особые признаки понятій, благодаря которымъ ихъ объемъ измѣняется (обыкновенно ограничивается). Это ихъ назначеніе заставляетъ насъ придти къ заключенію, что прилагательныя содержатъ въ себѣ болѣе простые понятія, чѣмъ существительныя; это замѣчаніе будетъ имѣть для насъ большое значеніе при нахожденіи простѣйшихъ понятій. Впрочемъ они легко переходятъ въ форму существительныхъ и находятъ съ ними въ ближайшемъ родствѣ.

Возможность, по желанію, подчеркнуть или опустить понятіе, вы-

раженное именемъ прилагательнымъ, зависитъ отъ нашего представленія о предметѣ и его свойствахъ. Легкую и быструю измѣняемость извѣстныхъ свойствъ предмета мы представляемъ себѣ такъ, какъ-будто бы эти свойства находились въ слабой связи съ предметомъ и какъ-будто бы предметъ по существу оставался тѣмъ же самымъ какъ въ присутствіи, такъ и въ отсутствіи этого свойства. Такъ, видимъ ли мы мѣсяцъ блестящимъ или темнымъ—зависитъ отъ освѣщенія его солнцемъ. Поэтому мы приписываемъ мѣсяцу посторонній свѣтъ и не включаемъ въ понятіе мѣсяца свѣтимость; если же надо обозначить свѣтящееся состояніе мѣсяца, то мы прибавляемъ прилагательныя свѣтлый или темный. Но то же прилагательное свѣтлый мы прилагаемъ и къ солнцу, которое мы видимъ всегда въ этомъ состояніи, и отъ котораго, слѣдовательно, нельзя временно отнять качество свѣтимости. То же происходитъ и съ другими качественными понятіями, и въ концѣ концовъ выработалось всеобщее представленіе, будто всѣ качества болѣе или менѣе подвижны и могутъ быть приданы временному носителю ихъ или отняты отъ него.

Это представленіе очевидно не вполне согласно съ опытомъ, ибо мы знаемъ вещи, съ которыми извѣстныя качества связаны неразлучно и такія, которымъ тѣ же качества могутъ быть приданы или отъ нихъ отняты. Это представленіе находило кажущееся оправданіе въ языкѣ, что долго мѣшало его провѣркѣ, а между тѣмъ изъ такого неправильнаго обобщенія качественного понятія возникло множество лишнихъ затрудненій въ способѣ мышленія. Къ нимъ прежде всего относятся понятіе субстанции и болѣе узкое понятіе матеріи, критикой которыхъ мы потомъ займемся. Отсюда же выросло и представленіе о существованіи «вещи самой по себѣ», т.-е. независимой отъ опредѣляющихъ ее признаковъ, которая существуетъ независимо отъ опыта и лежитъ въ основѣ всякаго опыта. Эта богатая по послѣдствіямъ ошибка индукціи царитъ до сихъ поръ въ большей части философіи и нашла самое рѣзкое выраженіе въ воззрѣніяхъ Канта.

Глаголь (Zeitwort) имѣетъ на нѣмецкомъ языкѣ очень выразительное названіе, характеризующее его по существу. Дѣйствительно глаголь изображаетъ временное состояніе вещей, все равно, основывается ли оно на измѣненіяхъ, происходящихъ въ вещи, или указываетъ только на продолжительность вещи. Существительныя и прилагательныя могутъ тоже переходить въ форму глаголовъ, если они указываютъ отношеніе ко времени. Напротивъ глаголь, принимая форму существительнаго, перестаетъ указывать отношенія во времени.

Отсюда вытекаетъ, что спряженіемъ глагола мы прежде всего изображаемъ различныя возможности временныхъ отношеній. Неопредѣленное наклоненіе показываетъ временное состояніе вообще, без-



относительно къ прошлому или будущему; времена же изъявительнаго наклоненія изображаютъ три случая: настоящій, прошедшій и будущій. Затѣмъ различныя языки образуютъ, соотвѣтственно своей индивидуальности, дальнѣйшія подраздѣленія, служащія для выраженія болѣе тонкихъ и разнообразныхъ различій во времени.

Однако эти временныя отношенія не исчерпываютъ всего содержанія глагола. Въ различныхъ формахъ глагола находятъ выраженіе (отчасти и излишнее) повѣствовательная и вопросительная форма, выраженія повелѣнія и отрицанія, отношеніе къ подлежащему или къ дополненію. Хотя на этихъ формахъ остались слѣды большого количества психологическихъ опытовъ образованія понятій, однако разысканіе и объясненіе этихъ слѣдовъ, при всемъ внутреннемъ интересѣ и значеніи такой работы, не входитъ въ предѣлы нашей ближайшей задачи.

Мѣстоименіе имѣетъ цѣлью выразить различіе между нашими внутренними и внѣшними состояніями. Болѣе точнымъ опредѣленіемъ понятія внутренней и внѣшней міръ мы займемся позднѣе; здѣсь я могу удовольствоваться тѣмъ, что каждому изъ васъ хорошо извѣстно это различіе, хотя бы въ данную минуту вы и не могли указать, въ чемъ собственно оно заключается. Это назначеніе мѣстоименія не выступаетъ въ грамматическомъ обозначеніи этой части рѣчи ни въ латинскомъ названіи *Proponen*, ни въ русскомъ—мѣстоименіи, представляющемъ простой переводъ перваго.

Первая ступень происходящаго здѣсь развитія состоитъ въ различеніи «я» и «не я». Последнее понятіе распадается на двѣ части. Одна часть, представляемая вторымъ лицомъ, относится къ той части внѣшняго міра, съ которой «я» находится въ непосредственномъ сношеніи и соотвѣтственно этому ограничивается исключительно другими людьми или существами, о которыхъ я мыслю, какъ о людяхъ.

Другая часть относится къ предметамъ, съ которыми «я» находится въ посредственныхъ отношеніяхъ и выражается третьимъ лицомъ. Это, конечно, не единственная возможность опредѣленія внѣшнихъ отношеній, и различныя языки допускаютъ въ этомъ случаѣ большое разнообразіе.

Связь между мѣстоименіемъ и глаголомъ, заключающаяся въ измѣненіи формы послѣдняго въ зависимости отъ перваго,—что встрѣчается во многихъ языкахъ,—въ дѣйствительности не такая тѣсная, какой она кажется въ языкѣ. Происхожденіе этой тѣсной связи весьма естественно, ибо часто наши временныя отношенія не принимаются въ расчетъ, когда намъ случается выдѣлять нашу личность изъ внѣшняго міра; но цѣлесообразнѣе не считать мѣстоименіе составной частью глагольнаго понятія.

Кромѣ этихъ разсмотрѣнныхъ нами частей рѣчи, обладающихъ

въ большей или меньшей степени свойствомъ мѣнять свою форму, въ зависимости отъ связи ихъ съ другими словами, существуетъ въ языкѣ множество другихъ словъ, не измѣняющихся и служащихъ главнымъ образомъ для указанія, въ какого рода отношеніяхъ другъ къ другу находятся различныя понятія. Мы не будемъ въ отдѣльности разбирать различныя группы, образуемыя грамматикой, а соединимъ всѣ эти слова подъ однимъ именемъ частицъ (*Partikeln*). Я не могу сказать о нихъ ничего особеннаго, что было бы важно для нашихъ дальнѣйшихъ изслѣдованій. Достаточно будетъ указать на постепенное измѣненіе значенія, происходящее и въ этомъ классѣ. Въ настоящее время слово «*weil*» означаетъ на нѣмецкомъ языкѣ причинную связь, раньше же оно означало только временную связь; это доказывается тѣмъ, что существительное «*Weile*» сохранило безъ перемѣны свое временное значеніе; правда, оно почти вышло изъ употребленія и употребляется почти только въ риѣмѣ «*Eile mit Weile*». Въ англійскомъ же языкѣ слово «*while*» сохранило свое временное значеніе, поэтому слово «*weil*» приходится переводить на англійскій языкъ словомъ «*because*». Это указываетъ между прочимъ на тѣсную связь между такъ называемыми причинными и временными отношеніями.

## Четвертая лекція.

### ОЩУЩЕНІЯ.

Приведенныя нами соображенія показали, что хотя образованныя нами понятія, особенно понятія, относящіяся къ повседневной жизни, и сохраняются въ языкѣ, но это сохраненіе ихъ несовершенно и неопредѣленно. Относительно двусмысленной цѣнности языка, какъ средства для приобрѣтенія и сохраненія опредѣленныхъ и ясныхъ понятій, мы готовы согласиться съ Фаустомъ и вмѣстѣ съ нимъ сказать: я никакъ не могу такъ высоко цѣнить слово!

Изъ этого вытекаетъ необходимость найти иной путь. Какъ намъ за это приняться? Очевидно намъ нужно прежде всего изслѣдовать свойства и происхожденіе понятій и такимъ образомъ получить исходныя точки для полученія нѣкотораго количества ясныхъ и опредѣленныхъ понятій. При этомъ бесполезно разбирать всякое слу-

чайно встрѣтившееся понятіе и возможно точно устанавливать его объемъ и содержаніе, чтобы затѣмъ сказать: на будущее время его надо такъ употреблять. Такая задача слишкомъ велика для одного человѣка, а если бы она и была совершена, то за ней послѣдовала бы другая, еще болѣе трудная,—заставить другихъ людей принять и употреблять установленныя нами образованія понятій. Лучше мы поищемъ способъ, который позволилъ бы намъ установить сначала важнѣйшія понятія, а затѣмъ уже мы можемъ постепенно перейти къ менѣе важнымъ. Съ такимъ намѣреніемъ мы и приступимъ теперь къ изслѣдованію свойствъ нашихъ понятій.

Изъ примѣровъ, рассмотрѣнныхъ нами для характеристики сущности и происхожденія понятій, выяснилось, что большинство понятій не просто. Это произошло отъ того, что къ данному понятію, напр. человѣкъ, прибавлялись, съ расширеніемъ опыта, новыя составныя части, о которыхъ не было ничего извѣстно при его первообразованіи. Такъ нѣсколько вѣковъ тому назадъ почти ничего не знали о внутренней анатоміи человѣка, хотя давно уже было установлено понятіе человѣкъ; анатомическія изслѣдованія дали многочисленныя новыя правильныя составныя части этого понятія. Онѣ могли быть прибавлены къ ранѣе уже извѣстнымъ, причемъ не оказалось необходимымъ отказать отъ понятія человѣкъ.

Ясно, что можно составныя части такого сложнаго понятія, являющіяся сами по себѣ тоже понятіями, попытаться разложить на простѣйшія составныя части. Обыкновенно мы въ состояніи это сдѣлать. Напримѣръ послѣ того, какъ мы открыли, что въ человѣкѣ всегда находится рукавообразный пищеварительный каналъ съ расширеніемъ, желудкомъ, который, слѣдовательно, принадлежитъ къ понятію человѣкъ, мы можемъ разложить пищеварительный каналъ на подраздѣленія: пищевода, желудокъ, тонкую кишку и толстую кишку, изъ которыхъ состоитъ пищеварительный каналъ. Эти органы, оказываются, въ свою очередь состоятъ изъ клѣточекъ и т. д., такимъ образомъ существуютъ многія ступени подчиненныхъ понятій.

Но въ концѣ концовъ мы придемъ къ понятіямъ, которыя нельзя уже будетъ разложить. Ихъ мы назовемъ элементарными понятіями или элементами понятій.

Получаются эти элементы понятій приблизительно такъ же, какъ и химическіе элементы, а именно: сначала предполагаютъ, что всякое понятіе сложно, а затѣмъ стараются его разложить; съ полученными составными частями повторяютъ тотъ же приемъ, до тѣхъ поръ, пока не получится неразложимая составная часть, которую уже можно разсматривать какъ простое понятіе, съ той однако оговоркой, что послѣдствіи оно можетъ оказаться сложнымъ понятіемъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что лучшимъ способомъ находенія элементарныхъ понятій является анализъ всѣхъ встрѣчающихся намъ понятій, подобно тому какъ химики анализировали всѣ вещества, найденныя ими въ природѣ. Но только въ данномъ случаѣ задача гораздо труднѣе. Въ вѣсовыхъ отношеніяхъ изслѣдуемыхъ веществъ химикъ имѣетъ вѣрное указаніе на то, представляетъ ли полученное послѣ разложенія вещество болѣе простое тѣло, чѣмъ исходное вещество; для этого требуется, чтобы каждое изъ получаемыхъ тѣлъ вѣсило меньше, чѣмъ исходное вещество. Если при этомъ въ концѣ концовъ придутъ къ такому веществу, вѣсъ котораго при всевозможныхъ химическихъ превращеніяхъ увеличивается или остается безъ перемѣны, то такое вещество можно разсматривать какъ химическій элементъ. Для анализа понятій не извѣстенъ такой объективный, независимый отъ личнаго произвола признакъ, поэтому всегда остается сомнѣніе, былъ ли въ данномъ случаѣ анализъ произведенъ правильно.

Къ этому присоединяется еще другое существенное затрудненіе. Какъ мы не разъ видѣли, понятія, употребляемая въ повседневной жизни, мало опредѣлены и, въ зависимости отъ образовавшаго ихъ лица, содержатъ больше или меньше составныхъ частей; напримѣръ понятіе счастья у различныхъ людей, даже принадлежащихъ къ одному народу и одинаковаго умственнаго развитія. Лошадь, качалка, гусарскій лейтенантъ, велосипедъ, орденъ, брилліантовая брошь, внуки входятъ какъ составныя части въ понятіе о счастья нѣкоторыхъ людей, у другихъ же они совершенно отсутствуютъ. Если бы мы предприняли анализъ подобныхъ понятій, то мы уподобились бы химику, пожелавшему химически анализировать домъ или желѣзнодорожный поѣздъ. Его задача оказалась бы полной безконечныхъ трудностей, если бы онъ пожелалъ распространить свой анализъ на всякій случайный предметъ. Въ дѣйствительности понятію химическаго элемента предшествовало понятіе чистаго вещества, поэтому и при анализѣ понятій надо сначала найти чистыя понятія и тогда уже приступить къ успѣшному систематическому анализу.

По счастью намъ нѣтъ нужды самимъ приниматься за очистку понятій; эта задача разрѣшена уже науками въ объемѣ, доступномъ пока человѣку. Дѣйствительно, главная работа наукъ состоитъ въ восстановленіи чистыхъ, т.-е. рѣзко ограниченныхъ и точно опредѣленныхъ по отношенію къ содержанію и объему понятій. Приемъ заключается въ постоянномъ обращеніи къ опыту, о чемъ мы подробнѣе поговоримъ ниже; пока изучимъ источникъ, изъ котораго мы будемъ черпать.

Если требуется построить сколько-нибудь исчерпывающую таблицу элементарныхъ понятій, то намъ дѣйствительно ничего не оста-

нется, какъ вполне переработать этотъ матеріалъ; во всякомъ случаѣ мы здѣсь найдемъ цѣнный контроль и дополненіе къ возможнымъ результатамъ, найденнымъ инымъ путемъ. Но это не единственный для насъ путь. Намъ незначѣмъ обращаться со сложными понятіями, какъ съ данными, которыя можно только анализировать—такъ поступаетъ химикъ съ веществами. Мы можемъ пройти и обратный путь, а именно изслѣдовать способъ образованія понятій. При этомъ у сложныхъ понятій обнаружатся ихъ элементы.

Подобная работа, если мы ее правильно выполнимъ, дастъ намъ, въ заключеніе тѣ же результаты, какъ и анализъ научныхъ понятій. Ибо въ обоихъ случаяхъ дѣло касается однихъ и тѣхъ же вещей, только въ первомъ случаѣ мы разсматриваемъ ихъ, какъ окончательно данныя, во-второмъ, мы изслѣдуемъ ихъ происхожденіе. Такъ какъ, благодаря памяти, мы легко и какъ угодно часто можемъ повторять послѣдній приемъ въ его существенныхъ составныхъ частяхъ, то вторымъ путемъ мы скорѣе достигнемъ цѣли и къ тому же еще получимъ нашъ матеріалъ въ лучшемъ порядкѣ.

При образованіи понятія играютъ роль двѣ вещи. Сначала мы беремъ матеріалъ для образованія понятій изъ нашихъ состояній, обусловливаемыхъ дѣятельностью нашихъ органовъ чувствъ. Слѣдовательно основной матеріалъ нашихъ понятій мы будемъ искать въ томъ, что органы чувствъ передаютъ нашему сознанию; въ ощущеніяхъ мы и встрѣчаемъ элементы понятій.

Этотъ анализъ даетъ намъ, слѣдовательно, матеріалъ для содержанія понятій. Чтобы затѣмъ изъ этого матеріала образовать понятія, мы производимъ надъ нимъ нѣкоторыя умственные операціи, повторяющіяся одинаковымъ образомъ при всякомъ образованіи понятій, слѣдовательно представляющія съ своей стороны понятія. Анализъ этихъ понятій есть другой возможный путь для нахождения элементарныхъ понятій.

Итакъ, вмѣсто одного пути мы нашли два. Мы не можемъ предсказать, приведутъ ли насъ оба къ цѣли или мы обоими путями не достигнемъ цѣли; намъ не остается ничего, какъ попытаться тотъ и другой, примѣчая, къ чему они насъ ведутъ. Во всякомъ случаѣ мы имѣемъ возможность, изслѣдуя полученныя понятія, убѣдиться, удовлетворяютъ ли они требованіямъ простоты и полноты. Испытаніе будетъ заключаться въ томъ, что мы примѣнимъ эти понятія къ какому угодно случайно выбранному сложному понятію и посмотримъ, во-первыхъ, находятся ли они въ нихъ, и, во-вторыхъ, не находится ли въ нихъ чего-либо другого. И этотъ приемъ будетъ сходенъ съ приемомъ химика, который знаетъ, что химическіе элементы находятся въ каждомъ веществѣ и что въ известныхъ веществахъ находится

только ограниченное число известныхъ химическихъ элементовъ. Если опытъ укажетъ ему нѣчто иное, то онъ долженъ придти къ заключенію, что въ веществѣ находится какой нибудь неизвѣстный ему элементъ.

Что касается ощущеній, то мы тотчасъ же видимъ, что многія изъ нихъ, какъ синій, сладкій, неразложимы. Конечно, въ различныхъ случаяхъ можно найти различія въ степени синевы или сладости, но разложить ихъ на простѣйшіе элементы оказывается невозможнымъ. Это очевидно уже изъ того, что подобныя ощущенія невозможно ни описать, ни опредѣлить. Если мы хотимъ дать кому-нибудь о нихъ представленіе, мы можемъ только указать ему на его собственные состоянія, испытанныя имъ при видѣ яснаго неба или при вѣдѣ меда.

Итакъ, если мы разсмотримъ различные органы чувствъ и обозначимъ получаемыя черезъ нихъ ощущенія, то мы получимъ полный перечень элементарныхъ понятій.

Принятое перечисленіе пяти чувствъ кажется мнѣ не вполне цѣлесообразнымъ; оно и не полно. Я желалъ бы предложить слѣдующую классификацію, можетъ-быть уже и введенную гдѣ-нибудь. Слѣдуетъ различать:

1. Зрительныя ощущенія,
2. Слуховыя ощущенія,
3. Поверхностныя ощущенія (Hautempfindungen),
4. Внутреннія ощущенія,
5. Мускульныя ощущенія.

Зрительныя ощущенія возникаютъ въ глазу и даютъ сначала два противоположныхъ ощущенія: свѣтло и темно, затѣмъ цвѣтвые ощущенія. Оба эти вида ощущеній образуютъ непрерывные ряды, т.-е. возможенъ переходъ отъ свѣтлаго къ темному и обратно и отъ одного цвѣта къ другому безъ внезапной, т.-е. совершающейся скачками перемѣны соответственныхъ ощущеній. Изъ этого не слѣдуетъ заключать, что существуетъ безчисленное множество такихъ ступеней; это значитъ только, что между каждыми двумя различными ощущеніями можно вставить такое конечное число ступеней, что глазъ не найдетъ различія между двумя сосѣдними ступенями. Это свойство обще всѣмъ нашимъ ощущеніямъ; всѣ они допускаютъ непрерывные переходы между двумя различными ощущеніями, промежутокъ между которыми можетъ быть заполненъ конечнымъ числомъ ступеней, различіе между которыми нами не ощущается. Наибольшая ступень, перестающая быть нами воспринимаемой, какъ различная, называется порогомъ различенія (Unterschiedsschwelle) дан-

наго чувства. Оно не имѣетъ неизмѣннаго значенія, но мѣняется смотря по человѣку и даже въ одномъ и томъ же человѣкѣ въ различныя времена. Такъ, извѣстно, что живописцы, красильщики и вообще люди, имѣющіе дѣло съ красками, пріобрѣтаютъ гораздо большую тонкость въ распознаваніи различныхъ тоновъ, чѣмъ та, которая имѣется у другихъ людей. Порогъ различенія зависитъ также отъ степени силы вниманія индивида.

Изъ физиологическихъ изслѣдованій выяснилось, что существуютъ три рода цвѣтовыхъ ощущеній, т.-е. что отъ смѣшенія трехъ основныхъ цвѣтовъ получаются всѣ цвѣтовые впечатлѣнія, которыя мы способны ощущать. Значеніе этого факта будетъ выяснено ниже. Пока укажемъ на то, что анализъ цвѣтовыхъ ощущеній приводитъ къ тремъ элементамъ, изъ которыхъ можно составить всѣ другія цвѣтовые ощущенія.

Кромѣ ощущеній свѣта, темноты и цвѣтовъ мы получаемъ посредствомъ глазъ еще и ощущеніе формы или фигуры. Анализъ этихъ ощущеній труднѣе, потому что при воспріятіи формы зрѣніемъ играетъ существенную роль движеніе глазного яблока. При движеніи глазного яблока играютъ роль мускульныя ощущенія, поэтому ощущенія формы суть уже болѣе сложныя ощущенія, и наши элементы формъ, различаемые (въ геометрическомъ смыслѣ) какъ точки, линіи, поверхности и тѣла, представляютъ довольно сложныя понятія. Простѣйшимъ изъ элементовъ формъ мы должны считать линію, ибо мы различаемъ пространства путемъ разграниченія ихъ линіями. Между линіями выдающуюся роль играетъ прямая линія, ибо она во всѣхъ случаяхъ, съ какой бы стороны мы на нее ни смотрѣли, остается для насъ прямой, тогда какъ другія измѣняютъ свою форму съ измѣненіемъ нашего положенія относительно ихъ \*). Въ понятіе прямой включается ея направленіе, и мы съ большою точностью различаемъ различныя направленія нѣсколькихъ прямыхъ. Непрямая линія, поскольку она не составлена изъ прямыхъ, имѣютъ измѣняющееся направленіе, и это разнообразіе направленій характеризуетъ прежде всего ихъ свойства относительно формы.

Ученіе о формахъ составляетъ предметъ геометріи. Последняя же далеко не тождественна съ ученіемъ о зрительныхъ воспріятіяхъ, вызываемыхъ смѣной свѣта и цвѣта, а имѣетъ дѣло со свойствами хотя и родственнаго, но нетождественнаго понятія пространства. Въ

\*) Шаръ тоже обладаетъ свойствомъ сохранять одинаковую форму, независимо отъ положенія зрителя. Но онъ есть тѣлесная форма, а это понятіе не вытекаетъ непосредственно изъ анализа глазныхъ воспріятій, а является продуктомъ сложнаго образованія понятія, при которомъ рѣшающую роль играютъ осязательныя ощущенія.

образованіи этого понятія играютъ большую роль другія чувственные воспріятія, такъ что здѣсь еще не мѣсто говорить объ его особенностяхъ.

Слуховыя ощущенія сходны со зрительными въ томъ отношеніи, что и здѣсь можно различать матеріалъ и форму ощущенія. Матеріалъ мы называемъ звуками и шумами, форма имѣетъ отношеніе ко времени; самымъ яснымъ видомъ ея является ритмъ. Звуки образуютъ также непрерывный рядъ, но представляющей простое многообразіе, которое не выражается въ высокихъ и низкихъ звукахъ. Тонъ определенной высоты можетъ еще различаться по силѣ и звуковой краскѣ, однако мы, независимо отъ этихъ отбѣнокъ, легко соединяемъ всѣ тоны одинаковой высоты въ одно понятіе. И здѣсь имѣетъ силу замѣчаніе, что число различаемыхъ ступеней высоты тона хотя очень велико, но не бесконечно, и что способность ихъ различенія весьма различна. Чистота или нечистота передачи звуковъ при музыкальных исполненіяхъ доставляетъ намъ ясное, подчасъ до боли, представленіе о существующихъ здѣсь различіяхъ. Съ другой стороны, тотъ фактъ, что всѣ клавиатурныя инструменты, особенно фортепіано и органъ, издаютъ звуки въ такъ называемомъ темперованномъ, т.-е. не вполне чистомъ строе, является доказательствомъ, что восприимчивость къ различенію звуковъ даже у опытнаго музыканта, имѣетъ свой предѣлъ.

Въ различныхъ инструментахъ звуки одинаковой высоты имѣютъ различную звуковую краску; это зависитъ отъ присутствія призвуковъ, т.-е. какъ музыкальные, такъ и немусикальные звуки состоятъ изъ группъ различныхъ одновременно звучащихъ звуковъ различной высоты и силы. Для неразвитаго уха всѣ эти одновременныя ощущенія сливаются въ одно, и оно не можетъ разложить ихъ на ихъ составныя части, какъ и глазъ не можетъ разложить смѣшанную краску на три составныя. Но такъ какъ слуховыя ощущенія гораздо проще зрительныхъ, то соответственнымъ упражненіемъ удается достигнуть этого разложенія; такъ напр., кто разъ выучился различать въ чело-вѣческомъ голосѣ обертоны, тотъ впоследствии невольно всегда его разлагаетъ и всегда ихъ слышитъ. Такъ, пропѣтый или сыгранный аккордъ кажется профану единымъ ощущеніемъ, капельмейстеръ же различаетъ каждый голосъ отдѣльно въ общей массѣ голосовъ.

Эти соображенія показываютъ, что мы должны относиться весьма осторожно къ анализу понятій путемъ ощущеній. Здѣсь мы наталкиваемся на такую же неопредѣленность понятій, какъ и въ языкѣ. И хотя въ этомъ случаѣ произвола меньше и колебанія ограниченнѣе, однако изъ нашихъ соображеній вытекаетъ потребность проверить, если возможно, полученные результаты еще и инымъ путемъ. Какъ

это выполнить. мы узнаемъ далѣе; теперь же будемъ продолжать изслѣдованіе ощущеній.

Если число одновременно звучащихъ звуковъ очень велико, и звуковыя высоты находятся другъ къ другу не въ простыхъ отношеніяхъ, какъ при гармоническихъ звукахъ, то получаемыя слуховыя впечатлѣнія называются шумомъ. Онъ чрезвычайно разнообразенъ въ зависимости отъ состава и силы.

Въ образованіи слуховыхъ впечатлѣній большую роль играетъ время. Мы пользуемся сверхъ многообразія шумовъ и многообразіемъ временнымъ для образованія языка, который есть не что иное, какъ приведеніе къ опредѣленнымъ понятіямъ шумовъ или звуковъ, различаемыхъ во времени, а кромѣ того почти всякая музыка ритмична.

Поверхностныя ощущенія можно раздѣлить на подгруппы: обонятельныя ощущенія, вкусовыя ощущенія, ощущенія давленія и температуры. Первыя двѣ группы ощущеній сходны со зрѣніемъ и слухомъ въ томъ отношеніи, что возникаютъ на опредѣленныхъ мѣстахъ, аппараты же двухъ другихъ разбросаны по всей поверхности тѣла, хотя и въ различной степени.

Обонятельныя ощущенія возникаютъ оттого, что на слизистую оболочку носа дѣйствуютъ газообразныя вещества. Здѣсь, слѣдовательно, происходитъ непосредственная химическая реакція между этими веществами и составными частями клѣточекъ слизистой оболочки. Мы различаемъ довольно большое число запаховъ, но эти ощущенія очень рѣдко подвергались анализу, и я не могу указать на какія-либо элементарныя понятія, выдѣленныя изъ многообразія этихъ ощущеній. И здѣсь большую роль играетъ индивидуальность; тонкость этихъ ощущеній особенно развита у животныхъ, напр. у собакъ.

Вкусовыя ощущенія очень сходны съ обонятельными; они отличаются другъ отъ друга болѣе съ внѣшней стороны: здѣсь реагируютъ вещества въ растворенномъ состояніи, тамъ въ газообразномъ; въ томъ и другомъ случаѣ непосредственно происходитъ химическая реакція. Благодаря большому значенію вкусовыхъ ощущеній для питанія, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ болѣе широкимъ развитіемъ понятій; мы различаемъ понятія: горькій, сладкій, кислый, соленый, терпкій, которыя впрочемъ не обнимаютъ всего разнообразія существующихъ ощущеній.

Пространственно-временное многообразіе этихъ двухъ видовъ поверхностныхъ ощущеній весьма невелико. Быстрая и опредѣленная мѣна различныхъ впечатлѣній здѣсь невозможна, такъ какъ для переноса вещества и химическаго процесса требуется извѣстное время. И съ пространственными представленіями оба эти ощущенія связаны весьма мало, ибо взаимное ограниченіе различныхъ одновременныхъ

вкусовъ и запаховъ невозможно по физическимъ причинамъ и никогда не имѣетъ мѣста въ обиховенныхъ условіяхъ.

Въ ощущеніяхъ поверхности кожи мы должны различать ощущенія тепла и холода и ощущеніе давленія. Они связаны между собой только мѣстомъ возникновенія, но совершенно различны какъ ощущенія и обусловлены, какъ учитъ физиологія, дѣятельностью различныхъ нервовъ. При ощущеніяхъ температуры имѣетъ мѣсто фактъ, наблюдаемый и въ другихъ случаяхъ, что различія воспринимаются гораздо легче и вѣрнѣе, чѣмъ абсолютныя количества ощущаемыхъ величинъ. Зависитъ это отъ малаго развитія памяти въ этомъ направленіи. Подобно тому, какъ мы легче запечатлѣваемъ музыкальныя интервалы, чѣмъ абсолютныя высоты тона, такъ и разницу въ температурахъ мы замѣчаемъ легче, чѣмъ абсолютныя высоты температуры. Во второмъ случаѣ въ приблизительно постоянной температурѣ тѣла мы всегда имѣемъ точку сравненія, не вылибъ впрочемъ неизмѣняющуюся, поэтому организму нѣтъ особенной нужды развивать память температуръ.

Органы воспріятія давленія, также какъ и температуры, распределены по всей поверхности кожи, но не въ одинаковой стѣпени. Тоньше всего давленіе и температура воспринимаются на языкѣ и на концахъ пальцевъ. Эти чувственыя впечатлѣнія играютъ важную роль при сужденіи о пространственныхъ отношеніяхъ. При этомъ главную роль играетъ не столько способность тѣла воспринимать пространственныя различія путемъ прикосновенія къ сплошной поверхности (эта способность тоже весьма различна для различныхъ мѣстъ тѣла), сколько подвижность рукъ и кистей рукъ, допускающая оцупываніе сплошныхъ формъ. Такъ какъ при этомъ рѣшающую роль играютъ мускульныя ощущенія, то получаемыя чувственыя впечатлѣнія сложны. Мы не будемъ заниматься разложеніемъ ощущеній давленія на простѣйшіе элементы.

Очень сильныя ощущенія температуры и давленія вызываютъ состояніе боли. Послѣднее ощущеніе прибавляется повидимому центральнымъ органомъ къ непосредственнымъ чувственнымъ ощущеніямъ, ибо всѣ сильныя чувственыя ощущенія переходятъ въ боль, даже зрительныя и слуховыя.

Къ поверхностнымъ ощущеніямъ примыкаютъ внутреннія ощущенія, отличающіяся отъ первыхъ значительно меньшей опредѣленностью мѣста ощущенія. Такія ощущенія, какъ голодъ и насыщеніе, еще до нѣкоторой степени локализованы; то же можно сказать и о тошнотѣ. Но ощущенія, вызывающія чувства головокруженія, страха, общаго состоянія здоровья или нездоровья, не имѣютъ опредѣленнаго мѣста, хотя они не менѣе ясны и, иногда, не менѣе сильны.

Всѣ ощущенія вызываются извѣстными проявленіями внѣшняго міра, проникающими въ наше тѣло. Далѣе мы увидимъ, что во всѣхъ этихъ случаяхъ имѣетъ мѣсто переходъ одной энергіи въ другую. Свойства испытываемыхъ нами воздѣйствій зависятъ отъ свойствъ проникающихъ въ насъ проявленій и отъ устройства органовъ чувствъ. Такъ, лучистая энергія возбуждаетъ дѣятельность глаза, а колебанія воздуха—дѣятельность уха. При обонянніи и вкусѣ играютъ роль химическіе процессы, а при осязательныхъ впечатлѣніяхъ и ощущеніяхъ температуры, теплота и механическая работа. Внутреннія ощущенія опредѣляются жизненными условіями клѣточекъ, образующихъ наше тѣло, а эти условія зависятъ отъ питанія, т.-е. опять-таки отъ прилива химической энергіи. Такъ напр., чувство страха при задыханіи есть реакція на разстройство питанія, вызванное недостаткомъ кислорода, и оно является при всѣхъ обстоятельствахъ, вызывающихъ недостатокъ кислорода. Нельзя сказать, что всѣ нормальные процессы нашего тѣла связаны съ аппаратами, контролируемыми, посредствомъ соответственныхъ ощущеній, ихъ правильный ходъ; что этого нѣтъ, доказывается случаями смерти безъ боли или страха. Скорѣе съ такими предупреждающими аппаратами связаны часто случающіяся поврежденія. Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что въ тѣлѣ совершается много важныхъ процессовъ, не доходящихъ или доходящихъ очень слабо до нашего сознанія.

Что касается мускульныхъ ощущеній, то они, какъ было не разъ уже указано, играютъ очень важную роль при образованіи пространственныхъ понятій. Они имѣютъ очень важное отличіе отъ изслѣдованныхъ нами ощущеній. Эти послѣднія вызываются дѣйствіемъ внѣшнихъ предметовъ и не могутъ быть вызваны волевымъ актомъ; нашими же мускулами мы двигаемъ въ силу изнутри исходящаго воздѣйствія, называемаго волей. Поэтому соответственныя произвольныя ощущенія слабѣе проникаютъ въ нашу память и обыкновенно не сознаются нами, такъ какъ мы сосредоточиваемъ наше вниманіе на внѣшнихъ результатахъ мускульной дѣятельности, а не на внутреннихъ, сопровождающихъ ее, ощущеніяхъ. При дѣйствіи внѣшняго міра на другіе органы чувствъ происходитъ какъ разъ обратное.

Впрочемъ мускульныя ощущенія не сосредоточиваются въ одномъ мускулѣ, а распространяются на общую дѣятельность бѣльшаго или меньшаго числа мускуловъ, производящихъ опредѣленное движеніе. Ибо человекъ (и животное), не зная ни одного мускула, можетъ исполнѣть увѣренно произвести желаемое знакомое движеніе, какъ бы оно ни было сложно съ точки зрѣнія мускульной дѣятельности. И въ данномъ случаѣ дѣло касается внутренней дѣятельности, подобной образованію понятій; это видно изъ того, что всякимъ новымъ движеніямъ

надо научиться для того, чтобы они исполнѣ удавались. Анализа образующихся такимъ образомъ сложныхъ понятій движенія на соответствующія отдѣльными мускуламъ составныя части такъ же невозможно произвести, какъ и разложенія любого цвѣта на три основныхъ цвѣта.

Во всякое такое понятіе движенія входитъ не только опредѣленіе дѣятельности мускуловъ, но и опредѣленіе относительной силы мускульныхъ дѣйствій; кромѣ того мы имѣемъ сознаніе объ абсолютной величинѣ произведеннаго дѣйствія. Эта сторона мускульныхъ впечатлѣній имѣетъ огромное—какъ практическое, такъ и теоретическое—значеніе, ибо почти вся внѣшняя жизненная дѣятельность организма зависитъ отъ механическаго отправления мускуловъ; напомнимъ хотя бы о ходьбѣ, ѣздѣ, борьбѣ, письмѣ, рѣчи и т. д. Этому практическому значенію соответствуетъ и теоретическое. Отправление мускула представляетъ, выражаясь физически, механическую работу. Эта же послѣдняя представляетъ наиболѣе извѣстный и наиболѣе близкій нашему сознанію видъ чрезвычайно важнаго общаго понятія—энергіи.

Далѣе мы увидимъ, что все совершающееся есть не что иное, какъ измѣненія свойствъ энергіи и ея распредѣленія, слѣдовательно, мускульная дѣятельность есть почти единственная форма дѣятельности, которою человекъ (или какой иной организмъ) участвуетъ въ образованіи внѣшняго міра. Отсюда понятенъ тотъ физиологическій фактъ, что мускульная дѣятельность сопровождается только небольшимъ количествомъ ощущеній, но ей предшествуютъ очень ясныя, только-что упомянутыя, волевыя ощущенія. Наше вниманіе всецѣло направлено на то, что должно послѣдовать во внѣшнемъ мірѣ, какъ результатъ нашей мускульной дѣятельности; этотъ результатъ особенно рѣзко выступаетъ въ нашемъ сознаніи, причѣмъ мы, согласно обычному способу образованія понятій, сливаемъ въ одно общее понятіе отдѣльныя фазы движенія, которое мы пожелали и произвели. При этомъ нами ясно сознается только цѣль движенія, на многочисленныя же отдѣльныя движенія, приведшія къ этой цѣли, мы не обращаемъ вниманія. Напомнимъ вамъ, что вся ваша волевая дѣятельность заключалась сегодня въ томъ, чтобы пойти въ аудиторію № 40; затѣмъ вы совершили безчисленныя, нужныя для этого, отдѣльныя движенія, на что уже не потребовалось сознательной умственной работы.

Если мы вникнемъ въ то, что далъ для нахождения простѣйшихъ понятій анализъ чувственныхъ ощущеній, то результатъ окажется не очень удовлетворительнымъ. И здѣсь, какъ въ языкѣ, намъ приходится имѣть дѣло съ измѣняющимися явленіями, и мы должны признать, что характеристика элементарныхъ свойствъ различныхъ ощущеній оказывается, къ сожалѣнію, весьма измѣнчивой. Каждый индивидъ можетъ произвести анализъ своихъ чувственныхъ впечат-

лѣній на простѣйшія составныя части тѣмъ глубже, чѣмъ дольше онѣ упражнялся въ данныхъ ощущеніяхъ.

Слѣдовательно, здѣсь имѣютъ мѣсто болѣе сложныя условія, чѣмъ въ химіи, гдѣ анализъ приводитъ къ конечному числу безспорно различныхъ элементовъ; ибо здѣсь существуютъ не только безчисленныя группы элементовъ, состоящія изъ неограниченно большого числа членовъ, но каждый членъ, соотвѣтственно степени своего развитія, имѣетъ, такъ сказать, личную умственную химію, элементы которой къ тому же еще измѣняются съ теченіемъ времени.

Только научныя изслѣдованія условій, при которыхъ получаютъ чувственныя впечатлѣнія, могутъ выяснитъ причину этого явленія. При этомъ мы видимъ, что даже тогда, когда повидимому получается простое впечатлѣніе, совершающіеся процессы весьма сложны съ физической и еще болѣе съ физиологической точки зрѣнія. Чувственная простота впечатлѣнія есть результатъ нѣкоторой односторонности нашихъ органовъ чувствъ. Такъ какъ развитіе этихъ органовъ весьма различно у разныхъ индивидовъ и разныхъ видовъ, то заранѣе можно сказать, что ихъ реакція не будетъ постоянной и одинаковой.

Въ виду такого неблагоприятнаго результата, намъ остается только надежда, что при изслѣдованіи простѣйшихъ духовныхъ процессовъ мы найдемъ искомый нами постоянный и общій элементъ. Особенно должно наводить насъ на размышленіе то, что попытка придерживаться, насколько возможно, «реального», впечатлѣній внѣшняго міра, основываться только на «опытѣ» привела насъ къ такому неопредѣленному и шаткому результату. Натурфилософы были какъ будто правы, когда искали общихъ нормъ нашего жизненнаго содержанія въ мысленіи, а не въ бытіи.

Съ этой надеждой мы и перейдемъ теперь къ изслѣдованію элементарныхъ понятій мысленія. Но раньше мы должны придти къ соглашенію относительно значенія выраженій «внѣшній міръ» и «внутренній міръ».

Взявъ за исходную точку основное положеніе, что всѣ переживаемыя нами состоянія суть не что иное, какъ процессы, совершающіеся въ нашемъ сознаніи, мы могли бы просто-на-просто сказать, что внѣшняго міра вообще нѣтъ, и что все, что мы видимъ, узнаемъ, переживаемъ, существуетъ только въ нашемъ сознаніи и поэтому исчезаетъ, когда сонъ или смерть прекращаютъ дѣятельность нашего сознанія. Въ дѣйствительности такое воззрѣніе было защищено многими философами.

Но естествоиспытатели всегда признавали, согласно съ общепринятымъ воззрѣніемъ, что вещи существуютъ внѣ сознанія и что только благодаря ихъ воздѣйствію на органы чувствъ онѣ появляются

въ нашемъ сознаніи, замѣчаются нами, сами же по себѣ онѣ имѣютъ независимое отъ насъ существованіе.

Такъ какъ эти два воззрѣнія противоположны и несоединимы, то долгое время продолжался споръ о томъ, какое изъ нихъ правильнѣе, и я полагаю, и теперь еще этотъ вопросъ остается для многихъ нерѣшеннымъ.

Когда подобнаго рода споръ долгое время остается нерѣшеннымъ, приходится всегда предположить одно изъ двухъ: или отъ его рѣшенія не зависитъ ничего опредѣленнаго и рѣшительнаго,—въ такомъ случаѣ конечно безразлично, какое изъ защищаемыхъ воззрѣній принять, ибо ни одно изъ нихъ не находится въ противорѣчій съ дѣйствительностью и поэтому ни одно не можетъ быть опровергнуто; или, что случается чаще, обѣ стороны говорятъ о совершенно разныхъ вещахъ, обозначая ихъ одинаковыми словами. И въ этомъ случаѣ рѣшеніе спора невозможно. При указанной нами выше неопредѣленности связи между понятіями и словами такого рода случаи неизбѣжны.

Рѣшающее замѣчаніе такого рода спорахъ было сдѣлано Юліусомъ Робертомъ Майеромъ, открывшимъ законъ энергіи. Ему пришлось вести подобнаго же рода споръ, когда онъ назвалъ свой законъ—закономъ сохраненія силъ; противники же его утверждали, что при механическихъ превращеніяхъ сила не сохраняется (ибо при посредствѣ блока можно малую силу превратить въ большую), но что законъ сохраненія скорѣе относится къ работѣ. Въ своемъ отвѣтѣ Майеръ указалъ на то, что онъ назвалъ силой (какъ несомнѣнно видно изъ употребленныхъ имъ математическихъ формулъ) именно то, что его противники называютъ работой, и при этомъ замѣтилъ: вопросъ не въ томъ, что за вещь сила, а въ томъ, какую вещь мы желаемъ назвать силой. Дѣйствительно, нельзя спорить о фактическихъ, могущихъ быть доказанными отношеніяхъ, а споръ самъ собою прекращается, когда мы съ употребляемыми нами словами свяжемъ вполне опредѣленные, рѣзко очерченныя понятія.

Высказанная мною мысль станетъ еще яснѣе изъ слѣдующей исторіи, сохраненной для потомства Фехнеромъ\*). Въ нѣкоторомъ совершенно забытомъ небольшомъ произведеніи «Das Sonnensystem oder neue Theorie vom Bau der Welten» (Берлинъ, 1850) авторъ его С. Саксъ строго осуждаетъ астрономовъ за то, что они дѣлаютъ различныя бездоказательныя предположенія. Ихъ рѣшительное, безграничное легкомысліе онъ доказываетъ слѣдующими словами: «Кто можетъ ручаться, что звѣзда, которую астрономы считаютъ Ураномъ, есть дѣйствительно Уранъ?»

\*) Fechner, Atomlehre, Leipzig 1855, стр. 84.

Фехнеръ при этомъ прибавляетъ: «Я въ самомъ дѣлѣ не могу найти различія между этимъ вопросомъ и большинствомъ важныхъ спорныхъ вопросовъ, вокругъ которыхъ вертится философія, благодаря которымъ враждуютъ между собой различныя системы, если только заглянуть поглубже въ сущность спора». И въ нашемъ случаѣ вопросъ заключается не въ томъ, существуетъ ли внѣшній міръ?—а въ томъ: какія изъ нашихъ состояній мы соединяемъ подъ именемъ внѣшній міръ.

Наши состоянія мы можемъ очень точно раздѣлить на двѣ группы. Нѣкоторыя изъ нихъ, особенно всякаго рода воспоминанія, мы можемъ произвольно вызывать и заставлять ихъ исчезать. Другія, особенно получаемыя черезъ органы чувствъ, мы не можемъ вызывать по произволу, а должны ждать, когда они сами появятся. Такъ, никакое волевое напряженіе не можетъ вызвать во мнѣ ночью сумму ощущеній свѣта и тепла, которыя я чувствую днемъ и которыя приписываю солнцу.

Въ этомъ и заключается все различіе. Такія состоянія, которыми я могу располагать произвольно, я называю внутреннимъ міромъ; такія, которыя не непосредственно зависятъ отъ моей воли, я соединяю въ понятіе внѣшній міръ. Что тутъ существуютъ переходы и что иногда трудно рѣшить, къ какой группѣ слѣдуетъ отнести данное состояніе, это не колеблетъ, а напротивъ подтверждаетъ сказанное. Ибо это только доказываетъ, что и въ данномъ случаѣ рѣчь идетъ о произвольномъ, хотя и цѣлесообразномъ дѣленіи однородной въ извѣстномъ смыслѣ совокупности, именно совокупности моихъ состояній.

Чтобы избѣжать возможныхъ недоразумѣній, напомнимъ, что возможность воздѣйствія моей воли на внѣшній міръ не исключена. Но такія воздѣйствія происходятъ посредственно, причѣмъ я, черезъ посредство своей воли, двигаю своими членами и направляю ихъ такъ, чтобы произвести желаемое воздѣйствіе. Въ силу этого я могу свои члены и вообще свое тѣло разсматривать какъ часть внѣшняго міра, ибо мое тѣло относится къ внѣшнему міру совершенно такъ, какъ относятся другъ къ другу отдѣльныя части внѣшняго міра, на которыхъ я могу наблюдать подобныя же взаимныя воздѣйствія. Въ дѣйствительности мы ощущаемъ наше тѣло посредствомъ зрѣнія или осязанія какъ часть внѣшняго міра, особенно, если осязаемая часть тѣла сдѣлалась невоспримчивой вслѣдствіе дѣйствія холода или кокаина.

Такъ какъ нашей волей мы можемъ вызывать почти исключительно механическія движенія тѣла, то наши посредственныя воздѣйствія на внѣшній міръ состоятъ прежде всего также изъ механическихъ движеній. Изъ того, что многія вещи внѣшняго міра могутъ, приходя въ соприкосновеніе, дѣйствовать другъ на друга и инымъ

не-механическимъ образомъ, вытекаетъ дальнѣйшая возможность воздѣйствія нашей воли на внѣшній міръ. На такой посредственной передачѣ дѣйствія основываются машины, при посредствѣ которыхъ мы можемъ вызывать значительныя измѣненія во внѣшнемъ мірѣ.

Если мы будемъ придавать словамъ «внѣшній міръ» вышеозначенное значеніе, то намъ не придется страдать отъ трудностей, связанныхъ съ неопредѣленнымъ представленіемъ объ этомъ словѣ.

Еще слѣдуетъ отвѣтить на вопросъ, какая польза заключается въ различеніи «внѣшняго міра» отъ другихъ состояній, ибо если бы не было никакой пользы, то не зачѣмъ было бы дѣлать и различенія. Она заключается въ даваемомъ опытомъ фактѣ, что вещи внѣшняго міра относятся между собою такъ, какъ если бы онѣ вели независимое отъ нашего сознанія существованіе. Если онѣ находятся въ покоѣ, то онѣ продолжаютъ оставаться въ покоѣ, все равно, сознаемъ мы ихъ или нѣтъ; если онѣ измѣняются, то количество и родъ ихъ измѣненій также не зависятъ отъ нашего сознанія, ибо если мы отвратимъ отъ нихъ наше вниманіе, а затѣмъ снова обратимъ его на нихъ, то найдемъ, что въ нихъ произошло та же перемѣна, что и раньше, когда мы ихъ непрерывно наблюдали. Такого рода независимость составляетъ тоже признакъ этой группы состояній. Поэтому къ нимъ совершенно подходитъ названіе внѣшній міръ въ обычномъ значеніи этого слова, такъ какъ при этомъ-ихъ уподобляютъ вещамъ, находящимся внѣ доступной моему воздѣйствію области, напр. внѣ моей комнаты, внѣ моего дома.

Можно предложить еще слѣдующій вопросъ. Если всѣ переживаемыя нами состоянія суть чисто внутреннія, чѣмъ же отличаются состоянія, приписываемыя внѣшнему міру отъ состояній, находящихся только въ мысли. Отчего мы не испытываемъ одинаковаго наслажденія, когда вспоминаемъ объ ощущеніяхъ, испытанныхъ при ѣдѣ груши, и когда дѣйствительно ѣдимъ ее? Не-философъ на этотъ вопросъ отвѣтитъ только: можно ли предлагать такіе глупые вопросы. Для насъ же этотъ отвѣтъ явится только подтвержденіемъ того, что дѣйствительно существуетъ ясное и рѣшительное различіе между двумя родами внутреннихъ состояній.

Отвѣтъ на этотъ вопросъ таковъ: участіе нашихъ органовъ чувствъ въ извѣстныхъ внутреннихъ состояніяхъ придаетъ этимъ послѣднимъ какую-то особенную составную часть, присутствіе или отсутствіе которой мы ощущаемъ съ большой опредѣленностью. Согласно съ этимъ мы можемъ опредѣлить внѣшній міръ какъ сумму состояній, въ образованіи которыхъ участвуютъ органы чувствъ. Это опредѣленіе вполне согласно съ предыдущимъ, опирающимся на участіе воли, ибо именно функціи нашихъ органовъ чувствъ независимы отъ



нашей воли. Что мнѣ попадаетъ на глаза, то я и вижу; положимъ я могу закрыть глаза, если не желаю видѣть предмета, т.-е. я могу не дать своему органу чувствъ дѣйствовать, чтобы онъ не воспринималъ независимаго отъ моей воли воздѣйствія, но я не могу заставить свой глазъ видѣть не существующія вещи.

И даже первое не всегда возможно, въ зависимости отъ природы органа чувствъ. Я могу закрыть глаза и заткнуть уши. Но послѣднее средство не помогаетъ противъ очень сильнаго шума. Такъ же точно я могу произвольно исключить нежелаемыя вкусовыя ощущенія, но я не могу поступить такимъ образомъ съ запахами, потому что не могу прекратить дыханіе. Накопецъ, противъ ощущеній температуры, вызываемыхъ напр. пребываніемъ въ тропическомъ климатѣ, совсѣмъ нѣтъ защиты.

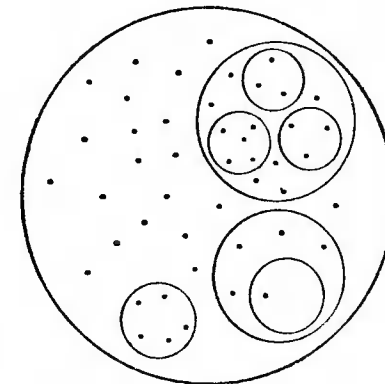
## Пятая лекція.

### ЭЛЕМЕНТАРНЫЯ ПОНЯТІЯ.

Въ предыдущихъ изслѣдованіяхъ мы часто пользовались различіемъ между простымъ и сложнымъ понятіями. Теперь, когда мы приближаемся къ дѣйствительному анализу понятій, будутъ умѣстны нѣкоторые изслѣдованія, которые позволяютъ намъ настолько освоиться съ приемомъ образования и разложенія понятій, что мы впоследствии будемъ въ состояніи примѣнять его методично и увѣренно. Это тѣмъ болѣе необходимо, что прежнія схемы, служившія къ облегченію пониманія, могутъ при болѣе узкомъ примѣненіи ихъ привести къ значительнымъ ошибкамъ.

Представимъ себѣ большое число предметовъ, такъ расположенныхъ, что болѣе сходные находятся другъ къ другу ближе, менѣе же сходные болѣе удалены другъ отъ друга. Пусть каждый предметъ будетъ обозначенъ точкой. Если мы соединимъ нѣкоторое число сходныхъ, т.-е. обладающихъ общими признаками, предметовъ, то мы можемъ образовать изъ нихъ понятія, которые, правда, будутъ заключать меньше признаковъ, чѣмъ каждый изъ первоначальныхъ предметовъ, но зато объемъ этихъ понятій будетъ большимъ. Тотъ же приемъ можно повторить съ полученными понятіями, и такимъ способомъ мы дойдемъ до самаго

общаго или простѣйшаго понятія, обнимающаго всѣ данныя понятія, объемъ котораго долженъ быть изображенъ обнимающимъ всѣ нанесенныя нами точки. Изъ этого вытекаетъ очень важный фактъ, что элементарныя понятія не суть части общаго понятія, обнимающаго всѣ отдѣльныя понятія, а напротивъ, элементарныя понятія суть понятія, заключающія въ себѣ всѣ другія. Это отношеніе мы можемъ изобразить схемой (фиг. 1), на которой маленькіе круги суть понятія, составленные изъ наибольшаго числа признаковъ или элементовъ понятій и обнимающія поэтому наименьшее число индивидовъ, большіе круги обнимаютъ больше индивидовъ, но меньше признаковъ, а самый большой кругъ, обнимающій всѣ другіе, заключаетъ всѣ имѣющіеся на лицо индивиды и въ то же время наименьшее число признаковъ. Поэтому, когда мы говоримъ объ объемѣ понятія, мы должны ясно различать, какой объемъ мы подразумеваемъ, объемъ индивидовъ или объемъ признаковъ, ибо эти объемы увеличиваются не прямо пропорціонально, а обратно пропорціонально. Мы будемъ примѣнять слова «большой и малый объемъ» къ числу индивидовъ, а слова «болѣе простое и болѣе сложное понятіе» относить къ количеству признаковъ. Тогда намъ остается только запомнить, что простѣйшія понятія обнимаютъ въ то же время наибольшее число индивидовъ или отдѣльныхъ предметовъ, и мы должны разсматривать, какъ самое элементарное понятіе, самое общее понятіе, съ которымъ мы уже познакомились, говоря о понятіи вещи.



Фиг. 1.

Поэтому мы и должны остерегаться понимать буквально употребленныя нами пространственныя или химическія сравненія для сложения и разложенія, анализа и синтеза понятій. Если хорошенько не вдуматься, то можно отдѣльныя точки фиг. 1 принять за элементы или составныя части изображеннаго понятія, въ дѣйствительности же имѣетъ мѣсто какъ разъ обратное. По сравненію съ химіей приходится признать, что въ понятіяхъ рѣчь идетъ не о большомъ числѣ равноцѣнныхъ элементовъ, не зависящихъ другъ отъ друга, подобно химическимъ элементамъ, а только о ступеняхъ простоты, расположенныхъ слѣдующимъ образомъ:

Къ простѣйшему понятію присоединяется другое, и они образуютъ вмѣстѣ менѣе простое понятіе. Эти присоединяющіяся понятія обла-

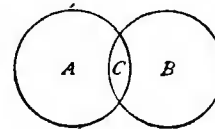
даютъ элементарнымъ характеромъ постольку, поскольку они заключаютъ въ себѣ нѣчто новое сравнительно съ общимъ понятіемъ; но они постольку зависимы, поскольку они осуществляются лишь въ этомъ основномъ понятіи (Urbe-griff). Образовавшіяся такимъ образомъ сложныя понятія, заключенныя въ основномъ понятіи, могутъ, съ своей стороны, быть специализированы новыми понятіями, и такъ далѣе; это то же отношеніе, что и изображенное на фиг. 1, только въ обратномъ порядкѣ. Слѣдовательно, намъ надо установить самое обширное основное понятіе, затѣмъ найти вторичныя элементарныя понятія, затѣмъ третичныя и т. д. Очевидно, что эти вторичныя, третичныя и т. д. понятія равноцѣнны, и что ихъ весьма много; они существуютъ одно рядомъ съ другимъ, подобно химическимъ элементамъ.

Однако данная схема не исчерпываетъ всѣхъ возможныхъ между понятіями отношеній. Мы до сихъ поръ предполагали, что соединеніе сложныхъ понятій въ простѣйшее можетъ происходить только въ одномъ направленіи, а именно, что области понятій лишь разграничиваются, но не заходятъ одна въ другую. Это предположеніе, конечно, самое простое, но оно очевидно не отвѣчаетъ дѣйствительнымъ отношеніямъ, ибо мы можемъ подвести данную вещь подъ совершенно различныя простѣйшія понятія. Эта монета въ двадцать марокъ подходитъ одновременно подъ понятія: металлъ, личная собственность, монета, твердая и т. д.; слѣдовательно, на нашей фигурѣ вокругъ этого понятія можно обвести круги совершенно различнаго объема, отнюдь не заключающіеся одинъ въ другомъ, болѣе или менѣе независимые другъ отъ друга и покрывающіе другъ друга только въ этомъ пунктѣ. Намъ надо, слѣдовательно, изслѣдовать, какъ относятся другъ къ другу два круга понятій, когда они только отчасти покрываютъ другъ друга. Это изслѣдованіе важно и для уясненія вопроса, какимъ образомъ вообще возможно съ помощью общихъ понятій, заложенныхъ въ языкѣ, обозначать отдѣльныя вещи или состоянія. Ибо такъ какъ понятіе образовалось такимъ образомъ, что изъ большого числа различныхъ пережитыхъ состояній сохраняется общая для всѣхъ составная часть, остальное же отбрасывается, то понятіе, или обозначающее его слово, уже не можетъ служить для обозначенія отдѣльныхъ состояній, тогда какъ языкъ намъ нуженъ главнымъ образомъ для обозначенія отдѣльныхъ и опредѣленныхъ состояній.

Требуется, слѣдовательно, найти пріемъ для ограниченія слишкомъ большого объема понятія, и это совершается путемъ прибавленія другого понятія. И это второе понятіе имѣетъ значительный объемъ; одновременное же усвоеніе обоихъ понятій возможно только въ тѣхъ частяхъ, которыя общи обоимъ понятіямъ, а онѣ конечно гораздо уже, чѣмъ каждое изъ понятій въ отдѣльности. Если недостаточно ограни-

ченія, даваемого вторымъ понятіемъ, то вводится еще третье, четвертое и т. д., пока не будетъ достигнута желаемая опредѣленность. Слѣдовательно, при составленіи понятій въ языкѣ получается не сумма составныхъ частей, а происходитъ въ нѣкоторомъ родѣ вычитаніе.

Это можно представить наглядно на слѣдующей схемѣ (фиг. 2). Изобразимъ каждое понятіе кругомъ на плоскости, тогда соединеніе понятій будетъ изображено не суммой площадей круговъ (АСВ), а только частью плоскости, общей обоимъ (С).



Фиг. 2.

Этотъ важный фактъ можно подтвердить на любомъ примѣрѣ. Возьмемъ снова однажды уже взятый нами примѣръ о Петрѣ. Слово Петръ прежде всего вызываетъ въ нашемъ сознаніи весь объемъ этого понятія. Объемъ его, какъ намъ извѣстно, — одинъ изъ самыхъ узкихъ, однако онъ все же обнимаетъ всѣ стороны этого лица, во всѣ времена и повсюду, гдѣ онъ былъ, есть и будетъ. Съ другой стороны слово «здѣсь» обнимаетъ совокупность всѣхъ вещей, собранныхъ пространственно вокругъ меня. Если же я скажу «Петръ здѣсь», то два большихъ круга, изображающихъ понятія, покроютъ другъ друга только небольшою частью своихъ плоскостей. Изъ всего, что Петръ былъ, есть и будетъ, подразумевается теперь только его настоящее состояніе. Изъ всего, что меня окружаетъ, подразумевается только Петръ, и такимъ образомъ взаимное ограниченіе объема понятій дѣлаетъ возможнымъ обозначеніе опредѣленнаго, отдѣльнаго состоянія.

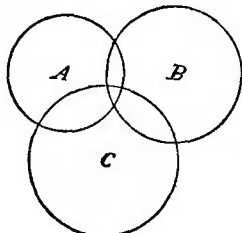
Очень интересно наблюдать, какъ пріемъ опредѣленія отдѣльныхъ понятій посредствомъ соединенія понятій, противоположный до нѣкоторой степени пріему образованія понятій, приходится свести къ тому же основному явленію, которое играло роль въ образованіи понятій. И здѣсь имѣетъ мѣсто выдѣленіе общаго изъ многихъ сопоставленныхъ между собою отдѣльныхъ вещей. При образованіи понятій эти многія вещи были отдѣльныя состоянія, а понятіе представляло нѣчто, общее имъ всѣмъ. При обозначеніи же отдѣльныхъ вещей при посредствѣ понятій, наоборотъ, понятія суть отдѣльности, которыя надо соединить, благодаря чему и получается характеристика опредѣленныхъ состояній.

Слѣдовательно, ограниченіе одного понятія другимъ происходитъ такимъ образомъ, что второе отрѣзаетъ часть перваго; этотъ отрѣзанный кусокъ и изображаетъ результатъ взаимодѣйствія понятій. Очевидно, однако, что это отрѣзываніе взаимно; В можетъ отрѣзать кусокъ у А, но точно также и А у В. Оставшійся кусокъ будетъ въ первомъ случаѣ кусокъ А, во второмъ кусокъ В.

Во взятомъ нами примѣрѣ «Петръ здѣсь» это не такъ очевидно, ибо понятіе «здѣсь» обладаетъ въ малой степени свойствами вещи. Если

же мы соединимъ два понятія «Петръ» и «добръ», то въ первомъ случаѣ мы получимъ «добрый Петръ», во второмъ «доброта Петра». Полученные такимъ образомъ результаты изображаются на нѣмецкомъ языкѣ соединеніемъ двухъ существительныхъ въ различномъ порядкѣ, такъ что понятіе, изъ котораго получился отрѣзокъ, ставится послѣднимъ; напр. *Pendeluhr* (часы съ маятникомъ) и *Uhrpendel* (часовой маятникъ).

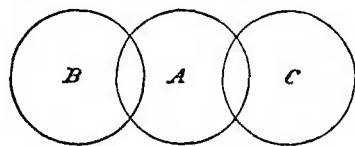
Способы соединеній трехъ и больше понятій, конечно, много разнообразіе. Если три круга имѣютъ одну общую часть (фиг. 3), то часть, образованная изъ двухъ понятій, относится къ третьему понятію, какъ первоначальное понятіе, ограничиваемое далѣе этимъ третьимъ. Такъ какъ и въ этомъ случаѣ порядокъ, въ которомъ происходитъ ограниченіе, влияетъ на результатъ, то при взаимномъ ограниченіи трехъ понятій получаются шесть различныхъ понятій, порядокъ образованія которыхъ можно изобразить схемой: ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA. Для примѣра соединимъ три понятія: Петръ, молодъ, уменъ; мы получимъ: молодой умъ Петра, умная молодость Петра, умный молодой



Фиг. 3.

Петръ, молодость умнаго Петра, умъ молодого Петра и молодой умница-Петръ (*der junge Klug-Peter*).

Другой важный случай соединенія трехъ понятій изображенъ на фиг. 4. Здѣсь понятіе А частью покрывается понятіями В и С, не имѣющими между собою ничего общаго. Отрѣзанные куски или могутъ оба принадлежать А, или А ихъ отрѣзаетъ отъ В и С. Въ этомъ случаѣ получаются не шесть, а только два понятія. Соединимъ для примѣра понятія: Петръ, прилеженъ, веселъ, причемъ понятіе Петра вслѣдуетъ въ отношеніе къ понятіямъ прилеженъ и веселъ, эти же два совершенно не зависятъ другъ отъ друга. Тогда получаются два новыхъ понятія: прилежный веселый Петръ и прилежаніе и веселость Петра.



Фиг. 4.

Тутъ играетъ значеніе только порядокъ взаимно вліяющихъ понятій, а не понятій, не зависящихъ другъ отъ друга.

Приведенными примѣрами, конечно, не исчерпываются всѣ возможные случаи взаимнаго ограниченія трехъ понятій, а тѣмъ болѣе въ случаѣ взаимодействія четырехъ и болѣе понятій. Но намъ не захотѣтъ погружаться въ эти изслѣдованія, ибо намъ нужно только выяснитъ

путь, которымъ мы приходимъ къ элементарнымъ понятіямъ. Имѣя эти понятія, намъ будетъ легче понять многообразныя отношенія, создаваемыя взаимодействіемъ понятій.

Теперь мы снова вернемся къ нашей главной задачѣ. Ни въ языкѣ, ни въ чувственныхъ опытахъ мы не нашли понятій настолько «твердыхъ и не измѣняющихся», чтобы они могли служить фундаментомъ для систематическаго возведенія зданія изъ всего нашего матеріала понятій. Намъ остается еще одна надежда, что мы найдемъ такіа настоящія элементарныя понятія въ простѣйшихъ умственныхъ процессахъ, при посредствѣ которыхъ мы перерабатываемъ доставляемыя органами чувствъ опыты знанія. Прежде чѣмъ приняться за подобное изслѣдованіе, вспомнимъ, что самымъ общимъ умственнымъ процессомъ является именно образованіе понятія, т.-е. соединеніе общихъ частей различныхъ состояній (стр. 16). Постараемся разложить этотъ процессъ на его составныя части; этимъ самымъ мы разрѣшимъ нашу задачу.

Въ дѣйствительности образованіе понятія не является цѣльнымъ, состоящимъ изъ неразличимыхъ частей, процессомъ. Чтобы образовать понятіе, мы должны сначала воспринять соответствующія состоянія, затѣмъ различить различныя состоянія, далѣе мы должны ихъ соединить и сравнить, чтобы найти ихъ общія части, а образовавъ такимъ образомъ понятіе, мы должны испытать его примѣнимость, чтобы убѣдиться въ его пригодности, т.-е. мы должны, при его помощи, заключить по настоящему о будущемъ. Эти пять отправленій: *воспріятіе, различеніе, соединеніе, сравненіе и заключеніе* представляютъ самыя общія виды осмысленной работы; въ нихъ мы и должны найти основныя или элементарныя понятія, входящія какъ главныя составныя части въ остальную умственную дѣятельность.

Черезъ воспріятіе состоянія, какъ отличнаго отъ всѣхъ другихъ, возникаетъ самое общее изъ всѣхъ понятій, понятіе вещи (*Dingbegriff*), съ которымъ мы уже раньше познакомились. Слѣдовательно, словомъ вещь мы обозначаемъ не что иное, какъ состояніе, испытываемое нами какъ отдѣльное отъ другихъ, отличное отъ нихъ. Это опредѣленіе довольно хорошо совпадаетъ съ обычнымъ употребленіемъ этого слова, только мы склонны примѣнять слово «вещь» исключительно къ состояніямъ, приписываемымъ внѣшнему міру. Но мы оставимъ за собою право обозначать словомъ «вещь» и внутреннія состоянія: рѣшеніе, мысль, сужденіе, такъ какъ этимъ словомъ мы хотимъ только сказать, что вещь выдѣляется изъ окружающаго, какъ нѣчто обособленное и познаваемое. Слѣдовательно, существенное въ вещи есть ея ограниченіе; «неограниченныя вещи» намъ кажутся выраженіемъ, заключающимъ въ себѣ противорѣчіе. Но въ понятіи вещи заключается только различеніе вещи отъ ея среды, т.-е. отъ другихъ состояній, но не воспріятіе этой среды, какъ состоящей также изъ вещей.

Первый закон, возникающий вмѣстѣ съ понятіемъ вещи, заключается въ томъ, что изъ нашихъ состояній всегда могутъ быть выдѣлены извѣстныя части, какъ вещи, или иными словами: *понятіе вещи можетъ быть применимо ко всѣмъ нашимъ состояніямъ.*

Если вы внимательно слѣдили за изложеніемъ моихъ мыслей, то вы, конечно, скажете: это само собою разумѣется и не говоритъ намъ ничего новаго, ибо если бы мы не ощущали нашихъ различныхъ состояній всегда, какъ нѣчто отдѣльное, то мы вообще не знали бы никакихъ состояній и пребывали бы въ неподвижномъ безсознательномъ состояніи. Тутъ, слѣдовательно, не дается какого-нибудь особеннаго закона для состояній, но это положеніе вытекаетъ изъ сущности состояній. Такого рода возраженіе будетъ мнѣ очень пріятно, ибо оно ясно показываетъ, что слѣдуетъ подразумѣвать въ наукѣ подъ словомъ «законъ». Дѣйствительно, здѣсь снова мы встрѣчаемъ искаженіе понятія въ слѣдствіе выбора и сохраненія не подходящаго слова. Словомъ «законъ» первоначально обозначалось правило, наложенное на подданныхъ высшей властью, властителемъ или правительствомъ, указывающее имъ, какъ они должны поступать въ извѣстныхъ случаяхъ, причемъ предполагается, что уклоненіе отъ правила наказуется; слѣдовательно, подчиненіе этому правилу вынуждено. Вы, вѣроятно, предполагаете, что такой юридическій взглядъ на законъ имѣетъ мѣсто и въ законахъ природы, причемъ опираетесь на слишкомъ часто цитируемый стихъ Гете о «вѣчныхъ, желѣзныхъ, великихъ законахъ».

Въ дѣйствительности же наше отношеніе къ законамъ природы совсѣмъ иное, болѣе «уютное», если можно такъ выразиться. Только что высказанный нами законъ вещей не налагается на насъ мрачной, жестокой властью, и нарушеніе его не карается. Напротивъ того, мы сами, въ извѣстномъ смыслѣ, дали этотъ законъ и не чувствуемъ ни малѣйшаго желанія его нарушить. Мы могли бы совершенно отказаться отъ примѣненія понятія вещи къ нашимъ состояніямъ, и никому нѣтъ дѣла до того, что мы этотъ законъ удерживаемъ. Но, если мы откажемся отъ примѣненія этого закона, намъ придется отказаться и отъ опредѣленнаго взгляда на наши внутреннія состоянія, т.-е. отъ всего нашего умственнаго развитія. Законъ, слѣдовательно, не жестокой сторожъ, отказывающій намъ въ чемъ-нибудь пріятномъ, а напротивъ добрый помощникъ, доставляющій намъ то, чего мы желаемъ, къ чему стремимся, ибо онъ показываетъ намъ способъ господствовать надъ одолѣваемыми насъ разнообразіемъ внутреннихъ состояній и перерабатывать ихъ въ интересахъ вѣрнаго будущаго.

Это свойственно и всѣмъ законамъ природы. Они не приказываютъ, что намъ дѣлать, но сообщаютъ намъ о томъ, что въ дѣйствительности происходитъ. Такъ какъ изъ всѣхъ мыслимыхъ возмож-

ностей во всякомъ данномъ случаѣ имѣетъ дѣйствительно мѣсто только одна, то очень важно знать эту одну дѣйствительность изъ тысячи возможностей. Каждому естествоиспытателю или технику извѣстно, что знаніе и примѣненіе законовъ природы есть единственное вѣрное средство вліять на ходъ вещей въ природѣ въ благоприятномъ для насъ направленіи.

Вторая ступень обработки состояній заключается въ томъ, что мы, воспринявъ совокупность нашихъ состояній, какъ состоящую изъ вещей (въ смыслѣ, разобранномъ нами), находимъ отношенія между некоторыми изъ этихъ вещей. Каждая вещь есть прежде всего вещь къ себѣ, индивидъ. Но какъ только, благодаря памяти, мы начинаемъ сознавать существованіе многихъ отличныхъ одна отъ другой вещей, въ насъ возникаетъ потребность поставить ихъ въ какое-нибудь отношеніе другъ къ другу, привести ихъ въ порядокъ. Совокупность какихъ-либо приведенныхъ въ порядокъ или въ отношеніе другъ къ другу вещей мы будемъ называть *многообразіемъ* (Mannigfaltigkeit). Это отношеніе не должно быть непременно причиннымъ или генетическимъ или какимъ-либо инымъ натянутымъ; какое угодно отношеніе, даже такое совершенно произвольное, какъ порядокъ буквъ въ азбукѣ, уже представляетъ упорядоченное многообразіе въ этомъ общемъ смыслѣ.

Мы снова немедленно зададимся вопросомъ о «законахъ» въ этой области, о законахъ многообразія нашихъ состояній, т.-е. мы постараемся дать краткое и точное выраженіе для опредѣленныхъ данныхъ о дѣйствительныхъ свойствахъ многообразій. Отвѣтъ будетъ: *законы многообразія нашихъ состояній суть время и пространство.*

Можетъ-быть, покажется страннымъ, что время и пространство мы называемъ законами; они и не могутъ быть ими названы въ юридическомъ смыслѣ, а только въ опредѣленномъ нами смыслѣ законовъ природы, ибо ими мы выражаемъ только очевидный фактъ, что всѣ наши внутреннія состоянія находятся между собою во временномъ или пространственномъ отношеніяхъ, и что нѣтъ такого отношенія между двумя или нѣсколькими состояніями, въ основѣ котораго не лежали бы временныя или пространственныя свойства.

Говоря, что время и пространство суть законы нашихъ состояній, я тѣмъ самымъ налагаю на себя обязанность установить точное содержаніе этихъ законовъ. Иными словами, мы теперь приступимъ къ изслѣдованію свойствъ пространства и времени.

Наши внутреннія состоянія прежде всего расположены во времени; законы этого расположенія и суть свойства времени. Если мы по этому поводу обратимся къ нашей памяти, то найдемъ слѣдующія особенности.

Во-первыхъ, временное теченіе нашихъ состояній *непрерывно.*

Это означает, что одно состояніе переходит въ другое, не образуя промежутка, въ которомъ не было бы никакого состоянія. Конечно, вы можете сказать, что если бы такой промежутокъ существовалъ, мы не могли бы его ощутить, ибо мы сознаемъ только наши состоянія, а не наше существованіе само по себѣ. Но это очевидно то же самое, только съ другой точки зрѣнія, ибо мы можемъ говорить о существованіи какой-нибудь вещи, только если мы ее переживаемъ; если же этого нѣтъ, то и слово «существованіе» не имѣетъ смысла. Такимъ образомъ, и этотъ законъ намъ кажется «самъ собою разумѣющимся», т.-е. онъ вытекаетъ изъ сущности вещи, къ которой онъ относится. Но это и есть признакъ правильнаго закона природы; онъ долженъ возможно непосредственно представлять сущность вещи, т.-е. возможно непосредственно раскрывать ея отношенія.

Впрочемъ эта непрерывность во времени не всегда имѣетъ мѣсто. Она существуетъ постольку, поскольку каждое состояніе непременно связано непрерывно съ нѣкоторыми другими. Но совокупный рядъ нашихъ состояній время-отъ-времени прерывается: довольно правильно сномъ и неправильно—обморокомъ, наркозомъ и т. д. Точнѣе говоря, наше время состоитъ изъ отдѣльныхъ частей, изъ которыхъ каждая сама въ себѣ непрерывна, но отдѣлена отъ другихъ безвременнымъ промежуткомъ.

Тѣмъ не менѣе мы обыкновенно предполагаемъ, что въ эти промежутки время текло также непрерывно; дѣлая это предположеніе, мы превышаемъ непосредственныя фактическія данныя нашего опыта, и мы должны привести основанія, побуждающія насъ къ этой интерполяции, какъ называется такой приемъ въ математикѣ. Вотъ они.

Среди непрерывныхъ измѣненій содержанія нашего сознанія мы можемъ особенно хорошо наблюдать тѣ, которыя относятся нами къ внѣшнему міру (стр. 50). При этомъ мы замѣчаемъ, что вещи внѣшняго міра измѣняются вообще такъ же непрерывно, какъ и наши внутреннія зависимыя отъ воли состоянія. Далѣе мы замѣчаемъ, что во время перерыва нашего сознанія времени, напр. во время сна, измѣненія во внѣшнемъ мірѣ продолжались, такъ что мы находимъ ихъ уже въ такомъ положеніи, какъ если бы протекло извѣстное время, о которомъ мы не имѣли никакого сознанія. И къ тому же оказывается, что если мы будемъ вычислять, на основаніи различныхъ измѣненій во внѣшнемъ мірѣ, продолжительность времени, протекшаго въ этотъ промежутокъ, то мы получимъ во всѣхъ случаяхъ одинаковые результаты.

Слѣдовательно, относительно перерывовъ сознанія времени намъ приходится признать: или что время прерывалось и начинается снова только тогда, когда мы опять начинаемъ сознавать его теченіе. Въ

этомъ случаѣ всѣ постепенно измѣнявшіяся вещи внѣшняго міра сдѣлали скачокъ, настолько большой, какъ если бы въ промежуткѣ протекло опредѣленное, для всѣхъ равное, время. Или же мы должны отказать отъ признанія только сознательно пережитаго времени за время и предположить, что и во время перерыва нашего сознанія протекло извѣстное время. Тогда возникаетъ вопросъ о продолжительности этого времени, а такъ какъ можно всегда найти опредѣленную одинаковую продолжительность, удовлетворяющую всѣмъ происшедшимъ измѣненіямъ, то, очевидно, это второе предположеніе болѣе цѣлесообразно.

Если мы сравнимъ эти соображенія съ тѣми, которыя были нами высказаны по поводу признанія внѣшняго міра (стр. 51), то мы найдемъ между ними большое сходство. Мы видимъ, что наше міровоззрѣніе есть вопросъ цѣлесообразности и простоты, что мы создаемъ такое міровоззрѣніе, которое давало бы намъ возможность самымъ краткимъ и общимъ образомъ представить и расположить дѣйствительныя состоянія.

Далѣе, при этомъ ограниченіи закона времени мы прибѣгнули къ приему, къ которому намъ придется прибѣгать и во многихъ другихъ законахъ природы. Мы рассмотрѣли нѣкоторую группу явленій съ общей точки зрѣнія, и эту общность ихъ выразили закономъ. Послѣ того мы встрѣтили явленія, входящія въ ту же группу, но не подчиняющіяся этому закону, и намъ грозила необходимость отказать отъ найденнаго нами порядка. Мы избѣгли этой опасности, сдѣлавъ соответственное измѣненіе въ понятіи, къ которому относится этотъ законъ, и благодаря этому измѣненію понятіе вполне совпало съ закономъ. Такимъ образомъ мы распространяемъ понятіе времени, выведенное первоначально изъ нашихъ внутреннихъ состояній, на внѣшній міръ, приписывая измѣненіямъ этого послѣдняго такую же непрерывность, и этимъ путемъ приходимъ къ расширенному, такъ называемому объективному, понятію времени.

И здѣсь мы встрѣчаемся съ методомъ заключенія отъ извѣстнаго къ неизвѣстному на основаніи единообразія теченія явленій. Неадежность этого приема нельзя устранить, и намъ остается только провѣрять, отвѣчаютъ ли опытные знанія, полученныя инымъ путемъ, данному предположенію. Въ разбираемомъ нами случаѣ расширенія понятія времени мы не натолкнулись еще на противорѣчія. Можетъ-быть, дѣйствительно, и существуютъ таковыя, но мы не знаемъ еще ихъ источника. Во всякомъ случаѣ я не могу вамъ привести ни одного.

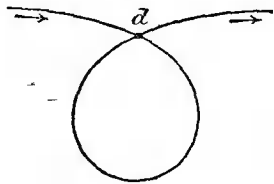
Второе свойство понятія времени заключается въ томъ, что время представляетъ *простое многообразіе*. Всякая часть времени граничитъ

съ одной стороны съ тѣмъ, что было, съ другой стороны съ тѣмъ, что будетъ, и существуетъ одинъ единственный путь для перехода отъ одного момента къ другому. Это обыкновенно поясняютъ сравненіемъ съ пространственными отношеніями. Отъ одной точки пространства къ другой можно перейти по безгранично большому числу различныхъ путей, а именно не только по прямой, но и по какой угодно кривой или ломанной линіи. Даже если будетъ поставлено какое-нибудь условіе, напр. линія должна лежать въ одной плоскости, то и тогда число путей будетъ безконечно велико. Но между двумя точками данной линіи возможенъ только одинъ путь, если поставлено условіемъ, что онъ долженъ быть пройденъ по этой линіи. То же свойство принадлежит и времени, и поэтому многія отношенія времени можно представить отношеніями линій. Но не слѣдуетъ изъ согласованія въ этомъ пунктѣ (къ которому еще присоединяются согласованія въ другихъ пунктахъ) выводить слѣдствіе, что эти два понятія согласуются во всѣхъ пунктахъ. Что это не такъ, ясно уже изъ того, что мы никогда не смѣшиваемъ времени и линіи; слѣдовательно, между ними существуютъ совершенно опредѣленные различія. Здѣсь мы имѣемъ случай, когда заключеніе о полномъ согласованіи на основаніи нѣкоторыхъ согласованій (стр. 20) можетъ привести къ полному заблужденію; это намъ показываетъ, какъ осторожно надо примѣнять индуктивный методъ.

То, что время представляетъ простое многообразіе, есть очевидно слѣдствіе того, что понятію времени мы подчиняемъ прежде всего наши внутреннія состоянія. или что время, какъ выражается Кантъ, есть форма внутренняго созерцанія. Такъ какъ наше сознание едино (позднѣйшимъ поколѣніемъ, можетъ-быть, и удается его произвольно разлагать), то одна вещь должна непрерывно примыкать къ другой, и единственно возможное многообразіе заключается въ томъ, что за однимъ состояніемъ сознанія слѣдуетъ другое, и такъ далѣе по порядку.

Третье качество, свойственное временному многообразію, есть то, что это многообразіе *не имѣетъ многозначныхъ или двойныхъ точекъ*.

Всякій моментъ раздѣляетъ время на двѣ совершенно раздѣльныя части, различаемыя нами какъ «прежде» и «послѣ». Такъ какъ это относится ко всѣмъ моментамъ безъ исключенія, то, слѣдовательно, прошедшее время никогда не возвращается. Это опять-таки будетъ яснѣе на пространственномъ примѣрѣ. Линію можно провести такъ, что она сама себя пересѣчетъ (фиг. 5); если мы назовемъ точки линіи прошедшими и будущими въ зависимости отъ порядка, въ которомъ онѣ поставлены, то точка *d* явится для всѣхъ точекъ внутри



Фиг. 5.

петли одновременно и прошедшей и будущей. Такого случая не можетъ быть для времени. Изъ этого, кстати сказать, слѣдуетъ, что, если мы пожелаемъ изобразить время линіей, намъ лучше всего взять для этой пѣли прямую, ибо въ ней также не можетъ быть самопересѣченія.

Наконецъ четвертое качество времени есть его *однозначность* (Einsinnigkeit). Каждый моментъ не только дѣлитъ все время на «раньше» и «послѣ», но эти двѣ части нельзя смѣшать, и «раньше» существенно отличается отъ «послѣ». Такъ какъ это свойство присуще каждому моменту, то малѣйшая часть времени обладаетъ одинаковой однозначностью течения.

И это можетъ быть пояснено пространственной схемой. Каждая точка безконечной прямой линіи дѣлитъ ее (подобно времени) на двѣ части; но ихъ можно принять одну за другую, т.-е. совершенно невозможно найти между обѣими частями различія, которое лежитъ въ самой линіи, а не приносится въ нее извнѣ.

Эти четыре свойства времени связаны въ нашемъ сознаніи съ понятіемъ времени не одинаково тѣсно. Что время представляетъ простое, а не сложное многообразіе, это никогда не подвергалось сомнѣнію. Мы готовы приписать каждому человѣку, и пожалуй даже каждому высшему животному свойственное только ему сознаніе времени, и такимъ образомъ признать существованіе нѣсколькихъ субъективныхъ временъ; но каждое изъ нихъ само по себѣ есть простое многообразіе, и всѣ они обладаютъ кромѣ того извѣстными количественными свойствами, дающими возможность образовать общее или объективное понятіе времени, въ которое могутъ быть включены всѣ индивидуальныя времена. Однако объ этомъ мы можемъ говорить только послѣ того, какъ введемъ понятіе величины.

Въ непрерывности времени мы менѣе увѣрены. Хотя она и признана всѣми, но я зналъ одного очень извѣстнаго естествоиспытателя, который говорилъ, что не можетъ разсматривать вещи иначе, какъ состоящими изъ различныхъ частей или атомовъ, и который и времени приписывалъ подобную же прерывную или атомистическую природу. Ни у кого нельзя оспаривать права на такое личное воззрѣніе; общимъ оно могло бы стать только въ такомъ случаѣ, если бы и другие люди испытывали тѣ же внутреннія состоянія, которыя привели этого ученаго къ его заключенію; въ такомъ случаѣ атомистическое представленіе времени оказалось бы болѣе подходящимъ для образованія этого понятія, чѣмъ теперешнее непрерывное.

Еще менѣе тѣсно связано съ понятіемъ времени понятіе объ отсутствіи многозначныхъ точекъ. Принятое въ астрономіи и физикѣ понятіе періодичности явленій предполагаетъ какъ разъ обратное.

Предположимъ, что для образованія понятія времени мы воспользовались бы самымъ повидимому подходящимъ орудіемъ, часами, не принимая во вниманіе другія явленія; тогда, наблюдая стрѣлку, мы должны были бы придти къ заключенію, что время, достигнувъ известной величины, начинаетъ тѣмъ же способомъ сначала. И происходитъ это вслѣдствіе нецѣлесообразнаго дѣленія нашего циферблата, даже не на 24, а на 12 часовъ. Поэтому время изображено не прямой линіей, а окружностью, чему способствуетъ и форма циферблата. Дѣйствительно, достаточно напомнить общеупотребительныя выраженія: о круговоротѣ жизни, о круговоротѣ исторіи, изъ которыхъ видно, что подобное воззрѣніе на понятіе времени не только не невозможно, но даже въ известномъ смыслѣ весьма близко нашему сознанію.

Кажущееся противорѣчіе между понятіемъ о непрестанно возрастающемъ времени, взятомъ изъ известныхъ явленій, и понятіемъ повторяющагося времени, взятомъ изъ другихъ явленій, разрѣшается образованіемъ новаго понятія *периодическаго явленія*. Мы видимъ, во-первыхъ, что различныя повторяющіяся явленія различной продолжительности протекаютъ одно рядомъ съ другимъ, не мѣшая другъ другу. Известнѣйшій примѣръ этому представляютъ различныя повторяющіяся солнечныя явленія, различаемыя нами какъ день и годъ; рядомъ съ ними мѣсяцъ имѣетъ четырехнедельный періодъ. Предположеніе, что для каждаго событія время возвращается, невозможно, ибо каждое предположеніе такого рода исключаетъ всѣ остальные, имѣющія одинаковое право, согласно съ которыми время должно было бы возвращаться черезъ иной промежутокъ. Слѣдовательно, возможно только одно воззрѣніе, что время идетъ впередъ безгранично и невозвратно, но существуютъ нѣкоторыя явленія, называемыя периодическими, одинаковыя части которыхъ повторяются въ законномъ порядкѣ.

Это воззрѣніе оказывается единственно подходящимъ, ибо при болѣе точныхъ изслѣдованіяхъ сказывается, что периодическія явленія никогда не повторяются совершенно точно. Одинъ день не вполнѣ похожъ на другой, и годъ на годъ, и непериодическія явленія протекаютъ рядомъ съ периодическими такъ, что въ каждомъ новомъ періодѣ они уже иные, тѣмъ были въ предшествовавшемъ. Такъ напр., мы старимся непрестанно, и когда мы завтра посмотримъ на часы въ то время, когда ихъ стрѣлки будутъ совершенно въ томъ же положеніи, что и сегодня, мы сами будемъ уже не тѣмъ, кѣмъ были сегодня.

Конечно, мы можемъ въ видахъ упрощенія практической жизни разсматривать нарастающее время, какъ периодически возвращающееся, что мы и дѣлаемъ постоянно, регулируя нашу внѣшнюю жизнь по

календарю и часамъ, но при этомъ мы сознаемъ, что въ дѣйствительности существуетъ однозначное теченіе времени. Хотя мы, собираясь на эти лекціи, восемнадцать разъ будемъ разсматривать время какъ возвращающееся, все же, въ концѣ концовъ, его однозначное теченіе возьметъ перевѣсъ, и мы, въ свое время, радостно будемъ приветствовать каникулы, которыя явятся знакомъ этого основного свойства времени.

Уже понятіе времени, при ближайшемъ его изслѣдованіи, оказалось не простымъ, но составленнымъ изъ многихъ составныхъ частей, которыя надо разсматривать какъ ограниченіе возможной общности простого многообразія; въ понятіи пространства мы встрѣчаемъ еще болѣе запутанныя отношенія, вытекающія изъ трудности понятія явленія внѣшняго міра. Ибо мы можемъ представить себѣ существо, обладающее только сознаніемъ времени безъ сознанія пространства, но невозможно представить себѣ безвременное существо въ пространствѣ.

Чтобы вызвать въ васъ подобное представленіе, прошу васъ представить себѣ жизнь организма, лишеннаго органовъ чувствъ, прочно поселившагося въ очень измѣнчивой средѣ, напр. кишечной глисты. Она не ищетъ пищи, которая проникаетъ черезъ стѣнки ея тѣла безъ ея содѣйствія. Единственныя переживаемыя ею измѣненія суть различныя состоянія окружающей ее питательной кашицы и свое собственное постепенное возрастаніе и умираніе; всѣ эти состоянія она можетъ вполнѣ вмѣстить въ сознаніи, обладающемъ простымъ многообразіемъ. т.-е. въ сознаніи, дѣятельность котораго вмѣщается исключительно въ форму времени. У нея нѣтъ ни малѣйшаго повода для выработки понятія пространства, ибо со всѣхъ сторонъ она окружена одинаковой средой, въ которой нѣтъ различій, являющихся необходимымъ фундаментомъ понятія пространства.

Напротивъ, пространственное созерцаніе безъ временнаго можетъ быть вызвано абстракціей, т.-е. произвольнымъ устраненіемъ элемента времени въ нашихъ состояніяхъ, но не можетъ быть воспроизведено въ дѣйствительности. Ибо такъ какъ образованіе понятій есть духовная дѣятельность, эта же послѣдняя подчинена всегда формѣ времени, то при образованіи понятія пространства предполагается понятіе времени.

Попробуемъ проанализировать понятіе пространства подобно тому, какъ мы это сдѣлали съ понятіемъ времени. Прежде всего мы найдемъ, что пространство, какъ и время, представляетъ непрерывное многообразіе. Отъ каждой точки пространства можно перейти къ другой точкѣ непрерывнымъ путемъ, причемъ въ промежуткѣ мы не встрѣтимъ ничего, что не могло бы быть названо пространствомъ. Правда, не всѣ пути въ пространствѣ намъ доступны физически, и мы часто наталкиваемся на запертыя двери. Но тутъ имѣетъ мѣсто та же

интерполяция, с которой мы познакомились, анализируя понятие времени, и мы также приходим к заключению, что представление о пространстве, как о непрерывном, есть простейшее и самое связанное представление, вытекающее из нашего опыта.

Но далее мы наталкиваемся на новый факт: пространство представляет многократное многообразие. От одной точки к другой существует не один путь, как во времени, но бесчисленное множество, и, если мы находим запертой парадную дверь, мы можем пробраться к желаемой двери через заднюю дверь. Это многократное многообразие всюду связано, ибо мы можем всегда так выбрать дорогу между двумя точками, что в промежутке мы коснемся какого угодно числа точек в каком угодно порядке. Пространственные отношения могут быть выражены тройкою многообразностью, которую мы не станем здесь разбирать, так как еще не исследовали понятия числа.

Мы можем однако прибавить, что пространство изотропно, т.-е. независимо от направления. Прогрессивное движение в пространстве от одной точки по различным направлениям не представляет никаких особенностей, но происходит всегда одинаковым образом.

Третье качество времени, заключающееся в том, что всякий момент дѣлится все время на две части, не имѣющія ничего общаго кромѣ точки дѣленія, принадлежит и пространству, но въ болѣе запутанной формѣ. Момент дѣлитъ время на двѣ части, изъ которыхъ каждая безгранична. Слѣдовательно, раздѣленіе времени можетъ происходить только однимъ способомъ, именно выборомъ опредѣленнаго момента, и различные моменты отличаются другъ отъ друга не какимъ-нибудь присущимъ времени признакомъ, а только различными состояніями сознанія, которыя могутъ быть по произволу связаны съ тѣмъ или инымъ моментомъ. Совсѣмъ иначе относительно пространства. Пространство дѣлится при посредствѣ поверхности. Для того, чтобы дѣленіе было полное, надо, чтобы поверхность была замкнутая, т.-е. она должна выдѣлять изъ безграничнаго пространства ограниченную часть, при этомъ пространство распадется на двѣ части: на часть, ограниченную со всѣхъ сторонъ, и часть, съ одной стороны ограниченную, съ другихъ—безграничную. Различію между «прежде» и «послѣ» у времени у пространства будетъ соответствовать различіе между «внутри» и «снаружи». Но можно раздѣлить пространство и посредствомъ незамкнутой поверхности на двѣ съ одной стороны ограниченный, съ другой безграничныя части; такое дѣленіе болѣе симметрично и болѣе сходно съ дѣленіемъ времени.

Поверхности разобщенія двухъ частей пространства могутъ, съ своей стороны, проявлять безграничныя различія, т.-е. поверхности

имѣютъ разнообразныя формы. Далѣе, каждая поверхность, съ своей стороны, представляетъ многократное многообразіе, но меньшее, чѣмъ у пространства, такъ какъ въ пространствѣ можетъ находиться безконечное число поверхностей; выбравъ же одну изъ нихъ, мы этимъ самымъ ограничиваемъ многообразіе. Поверхность можетъ также быть раздѣлена, и именно линіей. Если мы имѣемъ замкнутую поверхность, то полное дѣленіе можетъ быть произведено посредствомъ замкнутой же линіи. Обѣ образовавшіяся части такой поверхности вполне ограничены. Съ другой стороны, незамкнутая поверхность можетъ быть раздѣлена какъ замкнутой, такъ и безграничной незамкнутой линіями, причемъ получаются тѣ же результаты, какіе были найдены для пространства.

Наконецъ, линія является однократнымъ многообразіемъ, въ силу признака, на который не разъ уже было указано, именно по ней нельзя пройти отъ одной ея точки до другой по какому угодно пути. Но въ замкнутой линіи между двумя ея точками существуютъ два пути. Здѣсь особенно выступаетъ симметрическій характеръ пространства.

Четвертое качество времени, однозначность, не встрѣчается у пространства. Двѣ любыхъ точки пространства относятся другъ къ другу вполне симметрично, т.-е. отношеніе первой ко второй ничѣмъ не отличается отъ отношенія второй къ первой. Это отношеніе, противоположное наблюдаемому нами у времени, уже было нами отмѣчено, когда мы изображали время линіей.

Если мы теперь рассмотримъ результаты, полученные нами изъ анализа времени и пространства, то мы тотчасъ же замѣтимъ, какъ, повидимому, произвольны и мало правильны свойства времени и пространства. Почему время представляетъ не симметричное однократное многообразіе, а пространство изотропное, многократное? Почему время однозначно, а пространство нѣтъ? и т. д. На всѣ эти вопросы существуетъ только одинъ отвѣтъ: исследование существующихъ отношеній дало эти результаты, и мы не можемъ ихъ по произволу измѣнить, если не желаемъ попасть въ противорѣчіе съ данными опыта.

Если мы вспомнимъ соображенія, къ которымъ мы пришли по поводу кишечной глисты, надѣленной только понятіемъ времени, то придемъ къ заключенію, что вслѣдствіе большей зависимости высшихъ организмовъ отъ внѣшняго міра, подчиненіе совокупности опытныхъ данныхъ формѣ однократнаго многообразія становится невозможнымъ. Различныя части нашего тѣла испытываютъ одновременно различныя воздѣйствія, и если мы направимъ наше вниманіе на эти различныя вещи во временномъ, имѣющемъ одно измѣненіе, порядкѣ, то мы ихъ снова встрѣтимъ, когда черезъ нѣкоторый промежутокъ



времени снова вернемся къ той же точкѣ, т.-е. намъ приходится признать, что онѣ продолжали существовать въ этотъ промежутокъ времени (стр. 61). Отсюда возникаетъ необходимость выработать понятіе многократнаго многообразія, въ силу котораго различныя вещи могутъ существовать одновременно; эти отношенія можно разсматривать какъ источникъ понятія пространства.

Я не стану здѣсь приводить болѣе точныхъ изслѣдованій о возможныхъ болѣе близкихъ исходныхъ точкахъ понятія пространства, тѣмъ болѣе, что они, повидимому, не привели ко всѣми признанному результату. Упомяну только, что въ образованіи этого понятія играли рѣшающую роль съ одной стороны глазъ, съ другой осязаніе, связанное съ подвижностью членовъ (стр. 45). Слухъ, обоняніе и вкусъ принимали въ немъ мало участія, особенно въ двухъ послѣднихъ чувствахъ не замѣтно присутствія понятія пространства.

Отсюда вытекаетъ, что для того, чтобы соединить въ понятіе опытныхъ данныя, необходимо многократное многообразіе. Можно представить себѣ, что когда однократное понятіе времени оказалось недостаточнымъ, и прибавленіе дальнѣйшаго однократнаго многообразія тоже оказалось недостаточнымъ, возникло многократное многообразіе пространства рядомъ съ однократнымъ многообразіемъ времени. Наоборотъ, болѣе симметрической умъ можетъ предпочесть такое объясненіе: сначала возникло линейное понятіе пространства, въ рамки котораго глиста, напр., могла втиснуть свои пространственныя опытныхъ данныя, вызванныя различіемъ между переднимъ и заднимъ концами ея тѣла, имѣющаго круглую боковую поверхность. Я не стану здѣсь излагать дальнѣйшаго развитія понятія пространства на основаніи хребтнобрюшныхъ различій и наконецъ на основаніи двусторонняго строенія; подобныя теоріи легко построить, но онѣ имѣютъ мало значенія.

## Шестая лекція.

### М Н О Г О О Б Р А З І Я .

Изслѣдованія послѣдней лекціи о времени и пространствѣ, повидимому, снова отвлекли насъ отъ нашей главной задачи, ибо они дали только тотъ результатъ, что хотя время и пространство и суть постоянныя составныя части нашего мышленія, но имъ никоимъ обра-

зомъ не присуща простота. Мы, правда, приблизились къ нашей цѣли, но все же не достигли ея. Какъ же намъ ея достигнуть?

Путь открытъ передъ нами, остается только пойти по немъ. Мы узнали о сложности понятій времени и пространства, только найдя ихъ составныя части, и я долженъ былъ назвать вамъ эти составныя части, чтобы убѣдить васъ въ этомъ фактѣ. Вспомнимъ же, какое слово чаще всего звучало въ нашихъ ухахъ во время нашихъ изслѣдованій, и мы получимъ отвѣтъ.

Это слово есть *многообразіе*. Для характеристики времени мы назвали его непрерывнымъ, простымъ, однозначнымъ многообразіемъ безъ двойныхъ точекъ. Пространство же мы признали непрерывнымъ, многократнымъ многообразіемъ съ особыми законами дѣленія. Такимъ образомъ понятіе многообразія есть очевидно понятіе элементарное по отношенію ко времени и пространству, ибо обнимаетъ ихъ обоимъ.

Съ другой стороны, намъ слѣдуетъ его признать слѣдующимъ по объему за самымъ общимъ понятіемъ *вещь*, ибо оно представляетъ то, что получается отъ соединенія нѣсколькихъ вещей.

Понятіе же вещь есть первое понятіе, получаемое нами изъ непрерывнаго теченія нашихъ состояній. Ибо эти состоянія текутъ непрерывно, но не однообразно; время-отъ-времени, черезъ короткіе промежутки, выдѣляется отчетливо то одно, то другое. Я смотрю, погруженный въ размысленіе, въ окно на садъ; бѣлое цвѣтущее вишневое дерево образуетъ пятно на зеленомъ фонѣ и прежде всего привлекаетъ мое вниманіе. Затѣмъ я слышу звонокъ проѣзжающаго велосипедиста, на который отвѣчаетъ лай собаки. Затѣмъ я перехожу къ пишущей машинѣ, чтобы записать результаты моихъ размысленій, и эта дѣятельность дѣлится на правильные отрѣзки передвиженіемъ листа. Такимъ образомъ непрерывно текуція событія дѣлятся въ моемъ умѣ на отдѣльныя отрѣзки, воспринимаемые болѣе связно, чѣмъ все остальное, и такіе отрѣзки, какъ вишневое дерево, звонокъ колокольчика, лай, мысли, пишущая машина, строки и т. д. мы называемъ *вещами*.

Раздѣленіе теченія нашихъ состояній на вещи можетъ въ одномъ и томъ же теченіи быть произведено весьма различнымъ образомъ, и даже только-что описанный порядокъ могъ бы быть анализированъ самымъ различнымъ образомъ. Это не мѣшаетъ всякому выбранному нами раздѣленію имѣть разобщающее дѣйствіе, утверждающее самостоятельность составныхъ частей; поэтому мы можемъ спокойно признать существованіе вещей, т.-е. годность понятія вещи, хотя и можемъ употреблять его весьма различнымъ образомъ.

Разрѣзавъ такимъ образомъ на куски непрерывный рядъ со-

стояній, мы должны ихъ вновь соединить. Результатъ этой дѣятельности мы и называемъ *многообразіемъ*. Прошу васъ не связывать съ этимъ словомъ ничего особеннаго. Если вы когда-нибудь присутствовали при томъ, какъ мать очищаетъ карманъ своего девятилѣтняго мальчика, то вы имѣете совершенно достаточное представленіе о томъ, что я хочу сказать. А именно только то, что нѣкоторое количество отдѣльныхъ вещей какимъ-либо образомъ соединено вмѣстѣ. Мы сначала совершенно не будемъ принимать въ соображеніе, по какимъ правиламъ произошло это соединеніе, и даже существуетъ ли вообще какое-либо правило для этого соединенія, кромѣ произвола.

Слѣдовательно, понятіе многообразія есть слѣдующая за понятіемъ вещи ступень и происходитъ отъ подраздѣленія понятія вещи. Но рядомъ съ многообразіемъ не существуетъ другого особеннаго понятія той же степени; можно только различать многообразія и многообразія, т.-е. вещи могутъ быть или опредѣляемы многообразіемъ или же нѣтъ.

Такъ какъ многообразіе сложно, то его можно дѣлить. Эти части, съ своей стороны, суть также многообразія, но бѣднѣйшія (я не могу еще употребить слово меньшія, ибо понятіе величины должно еще быть выработано). Соединяя ихъ, можно вновь получить первоначальное многообразіе. Такъ какъ дѣленіе можетъ происходить весьма различнымъ образомъ, то этимъ опредѣляется совокупность или сумма опредѣленныхъ многообразій, части же опредѣленнаго многообразія неопредѣлены.

Дѣленіе, конечно, не можетъ продолжаться до безконечности, ибо когда, продолжая дѣленіе, мы дойдемъ до отдѣльныхъ вещей, составляющихъ многообразіе, то дальнѣйшее дѣленіе становится невозможнымъ.

Обратно можно образовать многообразіе такимъ образомъ: соединеніемъ отдѣльныхъ вещей получить какія-нибудь болѣе бѣдныя многообразія и ихъ уже соединить въ конечное многообразіе. Этотъ приемъ, какъ мы только-что видѣли, допускаетъ различное толкованіе, т.-е. его можно произвести нѣсколькими способами, изъ которыхъ ни одному нельзя отдать предпочтенія.

Данное многообразіе можетъ получить болѣе опредѣленное развѣтвие, если въ него ввести понятіе *порядка*. Подъ этимъ подразумѣвается, что составныя части многообразія характеризуются не только сосуществованіемъ, подобно сокровищамъ въ карманѣ мальчика, но онѣ находятся въ опредѣленныхъ другъ къ другу отношеніяхъ. Это отношеніе можетъ быть произвольнымъ, или оно можетъ быть предписано многообразію какими-нибудь другими отношеніями. Сначала примемъ, что никакого закона порядка не существуетъ. Тогда прежнее свободное

или неупорядоченное многообразіе переходитъ въ *упорядоченное* многообразіе. Возьмемъ для примѣра совокупность буквъ. Онѣ представляютъ свободное многообразіе, ибо не существуетъ закона, опредѣляющаго ихъ порядокъ. Но однажды былъ принятъ совершенно произвольный порядокъ въ извѣстной намъ съ дѣтства азбукѣ, и съ тѣхъ поръ многообразіе буквъ является *упорядоченнымъ многообразіемъ*.

Что порядокъ, хотя бы и произвольный, помогаетъ намъ познать многообразіе и овладѣть имъ, станетъ яснымъ, если мы немного подумаемъ объ этомъ. Мать хорошо знаетъ многообразіе своихъ пяти дѣтей и можетъ, не распредѣляя ихъ, узнать съ перваго взгляда, всѣ ли они на лицо. Учителю во время прогулки это не такъ-то легко, такъ какъ многообразіе большее, и элементы его ему менѣе знакомы. Поэтому онъ ихъ приводитъ въ извѣстный порядокъ, помѣщая имя каждаго ученика въ произвольно выбранный имъ рядъ или таблицу, и ему уже легко провѣрить, всѣ ли члены его многообразія на лицо, вызывая въ избранномъ имъ произвольномъ порядкѣ одного члена за другимъ; пройдя такимъ образомъ всю таблицу, онъ можетъ быть увѣренъ, что исчерпалъ все данное многообразіе.

Порядокъ можетъ быть временный или пространственный, или тотъ и другой вмѣстѣ. Онъ можетъ быть установленъ и съ иныхъ точекъ зрѣнія, напр. величины, цвѣта и т. д., которыя, конечно, не могутъ существовать внѣ времени и пространства, но эти послѣднія могутъ не быть на переднемъ планѣ и не играть главной роли въ избранномъ порядкѣ.

До сихъ поръ мы предполагали, что вещи, составляющія многообразіе, могутъ быть какъ угодно отдѣлены одна отъ другой и поэтому могутъ быть приведены въ какой угодно порядокъ. Но это не необходимо такъ; какъ разъ въ только-что разобранномъ примѣрѣ (стр. 69) фактически непрерывное теченіе состояній было только въ цѣляхъ описанія раздѣлено на отдѣльныя части, почему-либо тѣснѣе связанныя, чѣмъ остальные состоянія. Поразмысливъ же, что всѣ наши состоянія совершаются во времени и пространствѣ, мы придемъ къ заключенію, что всѣ дѣйствительныя многообразія должны быть *непрерывны*.

А отсюда слѣдуетъ, что всѣ дѣйствительныя многообразія должны быть *упорядоченными* многообразіями. Ибо непрерывное, т.-е. не состоящее изъ отдѣльныхъ частей, многообразіе нельзя произвольно смѣшать въ кучу, и въ условіи непрерывности, т.-е. непрерывнаго теченія, уже дано условіе упорядоченнаго теченія. Всякій беспорядокъ могъ бы быть вызванъ только нарушеніемъ непрерывности, возможность чего исключена.

Это соображеніе, повидимому, противорѣчитъ другому приведен-

ному нами примѣру дѣйствительнаго многообразія, ибо карманная сокровища мальчугана исключаютъ мысль о порядкѣ. Въ дѣйствительности же и здѣсь существуетъ порядокъ, ибо очередь, въ которой они появляются на глаза матери, обусловлена ихъ положеніемъ въ карманѣ, а это послѣднее есть тоже результатъ извѣстныхъ условій, какъ-то порядка, въ которомъ они были пріобрѣтены, ихъ тяжести и величины и т. д. Слѣдовательно, дѣйствительно существуетъ порядокъ, имѣющій свои опредѣленные хотя и очень запутанные законы, и только потому разнообразіе представляется намъ беспорядочнымъ, что для нашихъ цѣлей намъ совершенно нѣтъ дѣла до дѣйствовавшихъ здѣсь законовъ. Слѣдовательно, неупорядоченныя многообразія суть такъ же, какъ и всѣ другія понятія, результатъ пріема отвлеченія.

Образовавъ понятія вещи и многообразія, мы выполнили только часть изъ ряда дѣятельностей, необходимыхъ, какъ мы это признали (стр. 57), для образования понятія. Теперь слѣдуетъ весьма запутанная дѣятельность *сравненія*.

Эта дѣятельность можетъ относиться какъ къ отрѣзкамъ многообразія, такъ и къ нѣсколькимъ многообразіямъ.

Хотя сравненіе нѣсколькихъ многообразій является, повидимому, позднѣйшимъ процессомъ, однако мы, по систематическимъ причинамъ, рассмотримъ его сначала, ибо въ дѣйствительности оно оказывается болѣе простымъ процессомъ.

Возьмемъ два многообразія, неподчиненныя другъ другу и неупорядоченныя. Ихъ можно поставить во взаимное отношеніе слѣдующимъ образомъ. *Каждому отрѣзку перваго многообразія мы подчинимъ отрѣзокъ втораго*, т.-е. мы постановимъ, чтобы все, продѣлываемое нами съ отрѣзками перваго, продѣлывалось бы и съ отрѣзками втораго. Это понятіе *подчиненія* (*Zuordnung*) весьма важно и принадлежитъ къ могущественнымъ средствамъ мысли овладѣть дѣйствительностью. Значеніе его заключается въ томъ, что благодаря подчиненію, свойства и законы одного многообразія имѣютъ силу и для другого.

Чтобы пояснить это на примѣрѣ, укажу на практическое примѣненіе подчиненія при продажѣ театральнахъ и концертныхъ билетовъ. Задача состоитъ въ томъ, чтобы въ продолженіе четверти часа помѣстить сотни или тысячи неизвѣстныхъ людей въ большое, снабженномъ разнообразными входами зданіи, притомъ такъ, чтобы каждый получилъ мѣсто, которое могъ бы легко найти и занять. Сначала представимъ себѣ, что эта задача произвольно рѣшается капельдинерами, мы тотчасъ же увидимъ, что она окажется невыполнимой. Напротивъ, благодаря принципу подчиненія, примѣненному ко входнымъ билетамъ, это совершается безъ малѣйшихъ затрудненій; многообразіе людей подчинено при посредствѣ билетовъ многообразію

мѣстъ. При этомъ билеты отдѣльныхъ мѣстъ такъ распределены, что каждому мѣсту соответствуетъ одинъ билетъ, и что на каждомъ билетѣ обозначено опредѣленное мѣсто (что дѣлается при посредствѣ буквъ, красокъ, цифръ, словъ и т. д.), и такимъ образомъ обезпечено правильное размѣщеніе соответствующихъ людей. Напротивъ, въ гардеробной выступаютъ недостатки, происходящіе отъ отсутствія пространственнаго подчиненія, которое примѣнено въ лейпцигскомъ концертномъ залѣ и въ этомъ отношеніи.

Изъ этого примѣра явствуетъ другой фактъ. Если изъ двухъ соподчиненныхъ многообразій одно упорядочено, то и въ другомъ многообразіи мы найдемъ тотъ же порядокъ. Это имѣетъ мѣсто и для третьяго, четвертаго и т. д. многообразій, и можно установить цѣлый рядъ многообразій одинаковаго характера, если ихъ подчинить одному опредѣленному, упорядоченному многообразію.

Основаніемъ такихъ порядковъ можетъ, напр., служить азбука. Очередь ея буквъ мы знаемъ наизусть, и если требуется расположить въ опредѣленный рядъ нѣкоторое число вещей, то ихъ подчиняютъ алфавитному порядку. Употребленіе для подобныхъ цѣлей такъ называемыхъ порядковыхъ чиселъ имѣетъ еще болѣе обширное примѣненіе. Они имѣютъ то преимущество, что они безграничны, тогда какъ буквамъ безъ неудобства могутъ быть подчинены только 25 (36 для русской азбуки) различныхъ вещей. И рядъ порядковыхъ чиселъ приходится сначала разсматривать, какъ произвольный, подобно буквенному. Позднѣе мы будемъ имѣть случай указать на особія преимущества, вытекающія изъ употребленія числовыхъ названій и знаковъ въ цѣляхъ порядка.

Значеніе пріема подчиненія чрезвычайно велико, ибо на немъ основывается возможность обозначенія и употребленія понятій. Вспомнимъ, что, согласно нашему разсмотрѣнію, языкъ состоитъ изъ подчиненія звуковъ понятіямъ, образованнымъ первоначально безъ помощи словъ, и что для того, чтобы превратить понятіе изъ мгновенной собственности образовавшаго ее въ собственность другихъ существъ и самого автора понятія и на будущее время, необходимо создать знакъ понятія и подчинить ему понятіе. Поэтому безъ пріема подчиненія не можетъ быть и развитія понятій.

Обозначеніе и сохраненіе понятій происходитъ благодаря подчиненію ихъ опредѣленнымъ знакамъ, и возможность ихъ употребленія зависитъ главнымъ образомъ отъ того же средства. Наши словесныя сношенія основываются на этомъ приемѣ, а чтеніе книгъ и письмо—на двукратномъ подчиненіи, при которомъ понятія связываются по принципу подчиненія сначала съ произнесенными словами, а эти уже съ написанными или напечатанными.

Сказанное относится не только къ обыкновенному языку, но и

ко всякаго рода знакамъ и символамъ. Особенно обширное и постоянное примѣненіе имѣетъ примѣръ подчиненія въ наукѣ. Всякое научное изложеніе основывается на выработкѣ подчиненныхъ знаковъ одинаковаго характера съ изслѣдуемымъ предметомъ и на правильномъ употребленіи этихъ знаковъ вмѣсто дѣйствительныхъ вещей.

Какъ мы видимъ, область, обнимаемая понятіемъ подчиненія, такъ велика, что нечего и думать о сколько-нибудь полномъ ея разсмотрѣніи. Поэтому я васъ попрошу примѣнить эту точку зрѣнія къ нашимъ предшествовавшимъ соображеніямъ объ анализѣ понятія и ее же прилагать и къ послѣдующимъ; вы скоро увидите, что на ряду съ понятіемъ *вещи* и *многообразія* самымъ употребительнымъ является понятіе *подчиненія*.

Съ помощью подчиненія можно установить нѣкоторыя важныя свойства многообразія. Если въ двухъ данныхъ многообразіяхъ соподчинять отдѣльныя части, то необходимо воспослѣдуетъ одно изъ двухъ. Или, въ концѣ концовъ, будутъ исчерпаны всѣ части одного изъ многообразій, тогда какъ отъ другого еще останутся части; или будутъ исчерпаны одновременно оба. Въ первомъ случаѣ говорить, что многообразія *неравны*, во второмъ, что они *равны*. Изъ неравныхъ многообразій *бѣднѣйшее* то, которое было раньше исчерпано; второе есть болѣе *богатое*.

Раньше тѣ же обозначенія были нами употреблены для отношенія между цѣлымъ многообразіемъ и его частью. Легко видѣть, что эти два случая совпадаютъ; ибо можно разсматривать такъ, что сначала даны два равныхъ многообразія и отъ одного изъ нихъ взята одна часть, тогда при подчиненіи эта часть будетъ раньше исчерпана, чѣмъ цѣлое многообразіе, слѣдовательно она бѣднѣе его.

Примѣняя примѣръ подчиненія, можно также убѣдиться, что если два многообразія, подчиненныя оба третьему, равны, то они равны и между собой. Далѣе, если многообразіе А богаче В, а В богаче С, то А необходимо богаче С. То же будетъ имѣть мѣсто, если мы слово богаче замѣнимъ словомъ бѣднѣе. Также можно доказать, что равныя многообразія даютъ при сложеніи равныя суммы, а при сложеніи равныхъ съ неравными получаются въ томъ же смыслѣ неравныя суммы.

Всѣ эти отношенія служатъ основаніемъ соответственныхъ положеній для *величинъ*, но здѣсь они болѣе общи, ибо величины происходятъ при особыхъ условіяхъ изъ многообразій.

Чтобы найти простѣйшій типъ подчиненнаго многообразія, мы должны поступать слѣдующимъ образомъ. Сначала беремъ какой-нибудь кусокъ цѣлаго многообразія; къ нему прибавляемъ другой; къ образовавшейся такимъ образомъ группѣ снова прибавляемъ кусокъ и такъ далѣе, пока не исчерпаемъ весь запасъ. Такой примѣръ можетъ

быть очевидно произведенъ со всякимъ неупорядоченнымъ многообразіемъ, съ упорядоченнымъ же этого нельзя сдѣлать какимъ угодно образомъ.

Такъ какъ всякое полученное этимъ способомъ многообразіе будетъ состоять изъ различныхъ кусковъ, то порядокъ въ немъ можетъ быть различенъ, ибо мы могли начать съ какого угодно куска и продолжать съ любымъ изъ оставшихся и т. д. Но во многихъ случаяхъ различіе кусковъ не имѣетъ значенія, а именно когда они всѣ принадлежатъ одному понятію; въ такомъ случаѣ порядокъ ихъ однозначащъ. Этотъ порядокъ называется *рядомъ цѣлыхъ положительныхъ чиселъ*. Очевидно, поступая, какъ было указано, мы будемъ получать всегда одинъ и тотъ же порядокъ, независимо отъ свойствъ кусковъ, различіе которыхъ, по условію, не принимается въ расчетъ. *Слѣдовательно, всякое неупорядоченное многообразіе, различіе частей котораго не принимается въ расчетъ, можетъ быть подчинено ряду чиселъ.*

Всѣмъ рядомъ чиселъ, согласно опредѣленію ихъ, управляетъ всегда одинаковый законъ образованія: изъ всякаго любого члена получается ближайшій слѣдующій черезъ присоединеніе одного куска. Слѣдовательно, можно и каждую часть ряда чиселъ подчинить всякой другой части, причемъ ни въ томъ, ни въ другомъ ряду не будетъ пробѣловъ. Другими словами, числовой рядъ всюду однороденъ.

Числа служатъ для обозначенія двухъ различныхъ вещей. Съ одной стороны они служатъ для обозначенія совокупнаго многообразія, образующагося въ томъ случаѣ, когда прикладываютъ кусокъ къ куску до тѣхъ поръ, пока не будетъ достигнуто желаемое число. Въ этомъ случаѣ число называется *количественнымъ*. Или числомъ обозначаютъ отдѣльный кусокъ неопредѣленно большого многообразія, полученный послѣ того, какъ было отложено требуемое даннымъ числомъ количество кусковъ; въ этомъ случаѣ число обозначаетъ не многообразіе, а только одинъ единственный кусокъ, и называется *порядковымъ числомъ*. Эти два значенія различаются и въ языкѣ; въ первомъ случаѣ мы говоримъ двадцать, во второмъ—двадцатый.

Согласно своему происхожденію числа располагаются такъ, что каждое изъ нихъ представляетъ болѣе богатое многообразіе, чѣмъ всѣ предыдущія, и болѣе бѣднее, чѣмъ всѣ послѣдующія. Поэтому каждое число имѣетъ свое законное мѣсто въ цѣломъ рядѣ, и въ этомъ заключается большое значеніе именно этого ряда, какъ типа для упорядоченія неупорядоченныхъ многообразій (стр. 73).

Законъ образованія чиселъ можетъ быть примѣненъ до бесконечности, такъ какъ ко всякой, какой угодно, большой группѣ можетъ быть прибавленъ еще кусокъ. Наоборотъ, постоянно отнимая отъ даннаго числа по куску, мы приходимъ все къ болѣе и болѣе бѣднымъ многообразіямъ, но это не можетъ идти до бесконечности; когда останется только

одинъ кусокъ, дѣйствіе можетъ быть произведено еще только одинъ разъ и тогда уже не останется больше ничего; это состояніе обозначается нулемъ; слѣдовательно, нуль есть такая точка въ рядѣ чиселъ, отъ которой можно идти только въ одномъ направленіи, тогда какъ отъ всякой другой точки можно идти въ обѣ стороны. Итакъ, рядъ чиселъ есть односторонне неограниченное, однородное, упорядоченное многообразіе.

Но не слѣдуетъ думать, что числовой рядъ исчерпываетъ всю возможность законотѣрныхъ порядковъ многообразія. Можно, на примѣръ, части расположить по опредѣленному правилу на поляхъ шахматной доски, при этомъ получится совсѣмъ другой порядокъ, чѣмъ въ простомъ числовомъ ряду. Числовой рядъ есть простѣйшій изъ всѣхъ возможныхъ порядковъ, и въ этомъ и заключается его значеніе.

Писменное и устное обозначеніе чиселъ заключается, какъ извѣстно, въ раздѣленіи ихъ на десятки, причемъ каждый десятокъ разсматривается и считается за одинъ кусокъ. Десять десятковъ образуютъ сотню, а съ сотнями, тысячами и т. д. обращаются все по тому же закону. Еще болѣе систематичнымъ, чѣмъ языкъ, является общепринятое, интернаціональное цифровое письмо, основывающееся на принципѣ значенія мѣстъ.

Для всѣхъ чиселъ отъ нуля до девяти имѣются особые знаки, десятки обозначаются тѣмъ, что ихъ ставятъ влѣво отъ единицъ рядомъ съ ними, сотни ставятся на слѣдующее за десятками мѣсто и т. д. Очевидно, такъ можно идти до безконечности. Такимъ образомъ наша цифровая система является не простымъ, а двукратнымъ многообразіемъ, которое, съ одной стороны, ограничено, такъ какъ состоитъ только изъ десяти членовъ; съ другой же стороны, безгранично, ибо число мѣстъ можетъ быть безгранично. Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ простое многообразіе изображается посредствомъ двукратнаго; причина этому заключается исключительно въ практическихъ соображеніяхъ, а именно: вслѣдствіе небольшого числа различныхъ знаковъ ихъ не можетъ хватить для обозначенія безконечно большихъ чиселъ. Изъ этого хорошо извѣстнаго примѣра вытекаетъ, что данное многообразіе можно представить, *изобразить*, какъ говорятъ математики, какимъ-либо другимъ многообразіемъ. Мы не будемъ останавливаться на господствующихъ здѣсь законахъ; замѣтимъ только, что такое изображеніе одного многообразія другимъ не всегда выполнимо; напротивъ того, данныя многообразія должны отвѣчать очень опредѣленнымъ условіямъ для того, чтобы такое изображеніе было возможно.

Всѣмъ извѣстно обширное примѣненіе порядковыхъ чиселъ; примѣромъ можетъ служить нумерація страницъ книги, домовъ на улицѣ, и т. д. Количественныя числа употребляются для обозначенія объема

многообразія, причемъ не заботятся о различеніи индивидовъ; такъ напр., упомянутый уже нами учитель на прогулкѣ съ учениками быстрѣе можетъ провѣрить, всѣ ли они на лицо, просто сосчитавъ ихъ. Онъ узнаетъ при этомъ меньше, чѣмъ при провѣркѣ по списку учениковъ. Если всѣ ученики на лицо, то результатъ тотъ же самый; если же котораго-нибудь не хватаетъ, то онъ при простомъ счетѣ не узнаетъ, кого не хватаетъ, при провѣркѣ же по списку онъ въ то же время узнаетъ и кого не хватаетъ. Такъ, наши дамы, при перемѣнѣ вагона во время путешествія, сначала пересчитываютъ свой багажъ, чтобы увѣриться, что ничего не пропало, причемъ имъ не зачѣмъ вспоминать каждую вещь отдѣльно; но если счетъ не сойдется, тогда приходится уже обратить вниманіе на то, какой вещи не хватаетъ: картонки ли отъ шляпы, или корзинки съ провизіей.

Наибольшее примѣненіе количественныя числа имѣютъ при обозначеніи *величинъ*. Но это уже совсѣмъ новое понятіе, связанное съ понятіемъ числа опредѣленнымъ процессомъ. Раньше мы должны еще произвести нѣкоторыя изслѣдованія надъ многообразіями.

Если мы разсмотримъ, какъ развивалось въ нашихъ изслѣдованіяхъ понятіе многообразія, то получимъ слѣдующую скалу. Самымъ общимъ было понятіе свободнаго или неподчиненнаго многообразія, изъ котораго было выведено понятіе произвольно подчиненнаго многообразія. Изъ этого было выведено законно подчиненное многообразіе; среди же законовъ, по которымъ можетъ происходить подчиненіе, есть простѣйшій, заключающійся въ томъ, что пріемъ, по которому были образованы первые члены, распространяется и на остальные члены. Такимъ способомъ мы получили рядъ натуральныхъ чиселъ, представляющій однородное, простое многообразіе.

Но здѣсь мы натолкнулись на ограниченія, благодаря которымъ натуральныя числа непримѣнимы въ нѣкоторыхъ случаяхъ многообразія. На примѣръ, какъ изобразить числами многообразіе всѣхъ красокъ. Физику извѣстно, что рядъ чиселъ едва хватаетъ на обозначеніе чистыхъ цвѣтовъ спектра. То, что каждый изъ этихъ цвѣтовъ можетъ дать смѣшанный цвѣтъ, соединяясь со всякимъ другимъ въ безконечно различныхъ пропорціяхъ, что смѣшанные цвѣта могутъ быть образованы изъ любого числа основныхъ цвѣтовъ и что, наконецъ, каждый изъ этихъ составныхъ цвѣтовъ можетъ обнимать безконечный рядъ тѣней—все это не можетъ быть изображено числами, ибо числовой рядъ даетъ возможность изобразить только простое многообразіе, здѣсь же мы имѣемъ дѣло съ многократнымъ многообразіемъ, для изображенія котораго нужны новыя средства.

Съ другой стороны, мы знаемъ, что всѣ эти отношенія могутъ быть изображены числами, мы должны только взять различныя системы

чиселъ. Поэтому рассмотримъ возможность сложныхъ многообразій и ихъ изображеніе числами.

Во-первыхъ, числовой рядъ съ одной стороны ограниченъ нулемъ, тогда какъ изъ опыта намъ извѣстны простыя многообразія, съ обѣихъ сторонъ неограниченныя. Самое важное среди нихъ—время. Мы не можемъ представить себѣ вѣчности ни въ прошедшемъ, ни въ будущемъ. Но какой бы моментъ мы ни взяли, мы всегда можемъ представить себѣ, что въ одинаковомъ направленіи существуютъ дальнѣйшіе моменты. Это и есть то, что математикъ прежде всего подразумѣваетъ подъ словомъ безконечный, и философъ долженъ былъ бы также понимать это слово. Но, вслѣдствіе большого злоупотребленія этимъ словомъ, мы будемъ лучше избѣгать его и употреблять менѣе двусмысленное слово «неограниченный»; оно даже еще лучше выражаетъ то, что собственно подъ этимъ подразумѣвается.

Способъ, которымъ числовой рядъ можетъ быть неограниченно расширенъ и въ другую сторону, былъ уже намѣченъ въ предыдущихъ соображеніяхъ. Число можно также образовать, идя отъ большихъ чиселъ къ меньшимъ, причемъ мы приходимъ къ нулю. Но мы уже видѣли, что числовой рядъ однообразенъ, такъ что каждая часть его можетъ быть покрыта всякой другой. Это даетъ намъ возможность начать счетъ многообразія съ точки, заключающей уже нѣкоторое количество. Тогда мы при обратномъ счетѣ можемъ перепрыгнуть черезъ нуль, представляющій въ данномъ случаѣ только отправную точку счисленія, и этимъ выиграемъ новую область чиселъ, составленную совершенно по тѣмъ же законамъ, какъ и извѣстная намъ, только въ обратномъ значеніи счисленія. Извѣстнымъ примѣромъ такого счисленія можетъ служить общепринятое обозначеніе градусовъ температуры, въ которомъ за исходный пунктъ принята произвольно выбранная температура, температура плавленія льда, а такъ какъ наблюдаемая температура можетъ отличаться отъ этой послѣдней въ двухъ значеніяхъ, то мы и считаемъ градусы выше нуля и ниже нуля и различаемъ ихъ знаками  $+$  и  $-$ . Вообще въ этомъ смыслѣ числа дѣлятся на положительныя и отрицательныя.

Законъ образованія, какъ было уже указано, въ обѣихъ значеніяхъ одинаковъ, поэтому въ обѣ стороны можно идти безгранично. Далѣе здѣсь наблюдается новое явленіе: равныя числа, отличающіяся только знаками, идутъ въ одинаковомъ порядкѣ по обѣ стороны нуля. Такое отношеніе называется симметрией. Числовой рядъ изъ односторонне ограниченного простого многообразія превратился въ двусторонне неограниченное, симметрическое, простое многообразіе.

При этомъ, какъ вы вѣроятно замѣтили, нуль получилъ совершенно другое значеніе. Прежде онъ обозначалъ отсутствіе вещи,

теперь онъ показываетъ *исходную точку счисленія*. И этотъ нуль можно опредѣлять какъ отсутствіе всякой положительной или отрицательной вещи, но такое обозначеніе, какъ видно на примѣрѣ термометра, опасно и можетъ привести къ ошибкамъ.

Этотъ новый числовой рядъ служитъ для обозначенія простого съ двухъ сторонъ безграничнаго многообразія, и мы будемъ его примѣнять во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ мы почему-либо не можемъ указать границъ. Это выясняется особенно хорошо на исторіи счета градусовъ температуры. Первый, проведенный положительнымъ образомъ этотъ счетъ, былъ Фаренгейтъ. Онъ хотѣлъ пользоваться только положительными числами и потому установилъ низшую, извѣстную ему температуру, температуру смѣшенія льда и шапатыря, и принялъ ее за нуль, ибо онъ рѣшилъ, что тутъ теплота дѣйствительно прекращается и потому равна нулю. Но, когда впоследствии были обнаружены болѣе низкія температуры, ихъ можно было изобразить только посредствомъ отрицательныхъ чиселъ. И нуль Фаренгейта измѣнилъ свое значеніе: изъ знака, обозначающаго отсутствіе температуры, онъ сталъ знакомъ, обозначающимъ начало счисленія ряда, концовъ котораго нельзя указать, ибо съ успѣхами экспериментальной техники они все болѣе отодвигаются.

Далѣе на этомъ примѣрѣ видно, что, хотя числовой рядъ и симметриченъ относительно нуля, все же имъ можно пользоваться для изображенія несимметричныхъ многообразій. Тепловыя явленія по обѣ стороны нуля, конечно, несимметричны, и впоследствии нулевая точка была перенесена въ другое мѣсто температурнаго ряда, причемъ измѣнить принципъ счисленія не понадобилось. Слѣдуетъ только не забывать, что здѣсь нельзя пользоваться свойствами симметріи числового ряда. Подобныя особенныя условія подчиненія встрѣчаются очень часто, и для научнаго и обиходнаго ихъ употребленія очень важно каждый разъ выяснить себѣ это, такъ какъ нерѣдко въ этомъ отношеніи дѣлаются промахи.

Но кромѣ простыхъ существуютъ еще многократныя многообразія, которыя тоже могутъ быть ограниченными, или односторонне или многосторонне безграничными. Мы встрѣчались съ ними, когда говорили объ ощущеніяхъ и далѣе при изслѣдованіи понятія пространства, съ которыми они связаны благодаря ощущеніямъ.

На вопросъ, какъ образовались типы многократныхъ многообразій, мы должны отвѣтить: также путемъ подчиненія. Если мы возьмемъ нѣкоторое количество различныхъ многообразій и сдѣлаемъ каждое изъ нихъ членомъ простого многообразія, то мы получимъ самое общее понятіе двукратнаго многообразія. Если мы возьмемъ это послѣднее за основаніе для подчиненія новаго количества многообразій,

то мы получимъ трехкратное многообразіе. Очевидно, что этотъ приемъ безграниченъ. Этимъ способомъ мы поставили вопросъ въ самой общей формѣ, рѣшеніе же его осталось неопредѣленнымъ.

Чтобы дать примѣръ этого приема, укажу на общепринятый способъ обозначенія полей шахматной доски. Каждый рядъ въ одномъ направленіи обозначается цифрами отъ 1 до 8, а каждый рядъ въ другомъ направленіи буквами отъ А до Н, и для различенія восьми рядовъ съ одинаковой цифрой присоединяютъ къ ней одну изъ буквъ. Такъ, С6 означаетъ шестое поле въ ряду С или, что то же самое, С-тое поле въ шестомъ ряду.

Конечно, это отдѣльный случай общей задачи. Но посмотримъ, нѣтъ ли и тутъ простѣйшаго случая, какъ въ числахъ.

Таковой можно получить, принимая безграничные числовые ряды за члены многообразія, образованнаго по закону числового ряда. Другими словами, мы снова получаемъ шахматную доску, только безграничную, и вмѣсто буквъ въ другомъ направленіи стоятъ тоже числа. Здѣсь возникаетъ только нѣкоторое затрудненіе относительно способа обозначенія, ибо мы не можемъ ставить рядомъ двѣ цифры для обозначенія поля, такъ какъ такое положеніе имѣетъ уже иное значеніе (стр. 76). Условимся ихъ ставить одну подъ другой, тогда наша двукратная многозначность получаетъ видъ таблицы, приведенной на стр. 81.

Я привожу вамъ эту таблицу не потому, что она употребляется,—этого нѣтъ,—но потому, что на ней можно ясно показать, что для обозначенія двукратнаго многообразія необходимы два независимо измѣняющіеся знака, которые ясно показываютъ, какой знакъ надо брать въ одномъ направленіи и какой въ другомъ. Изъ таблицы мы заключаемъ, что можно прийти къ одной и той же точкѣ многообразія двоякимъ образомъ: или найти сначала рядъ, въ которомъ вообще встрѣчается верхняя цифра, а затѣмъ въ этомъ ряду искать верхнюю цифру, или дѣйствовать въ обратномъ порядкѣ.

Въ математикѣ принято обозначать члены этого многообразія двумя знаками. Одинъ означаетъ, что стоящее передъ нимъ число слѣдуетъ искать въ одномъ направленіи таблицы, другой указываетъ второе направленіе. Обыкновенно буква  $x$  обозначаетъ направленіе направо, буква  $y$  внизъ (или вверхъ), такъ что выраженіе  $3x + 7y$  означаетъ, что надо сдѣлать 3 шага направо и затѣмъ 7 шаговъ внизъ, чтобы найти данную точку. Можно также этого достигнуть, сдѣлавъ сначала 7 шаговъ внизъ и затѣмъ 3 шага направо.

Если, какъ нами было до сихъ поръ принято, мы будемъ пользоваться только положительными числами, то мы получимъ двукратную неограниченность, причѣмъ каждое входящее въ выраженіе

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	. . . . .
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	. . . . .
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	. . . . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . .

число можетъ принять какую угодно большую величину. Если же мы введемъ отрицательныя числа, то мы получимъ еще двѣ безграничности и будемъ имѣть всѣ возможности отъ нуля до четырехъ безграничностей. Но это имѣетъ мѣсто только тогда, когда рѣчь идетъ о дѣйствительной—въ смыслѣ, объясненномъ на стр. 76—нулевой точкѣ. Если же нулевая точка произвольна, то таблица имѣетъ въ дѣйствительности только двѣ безграничности.

Я не могу здѣсь останавливаться на интересныхъ свойствахъ этой двукратной системы чиселъ. Упомяну только, что она симметрична уже для положительныхъ чиселъ; когда же вводятся еще отрицательныя числа, то получается двойная симметрія. Если же она должна служить для изображенія несимметричнаго двукратнаго многообразія, то на это должно быть непремѣнно указано.

Совершенно таким же способом образуется трехкратное многообразіе, такъ что мнѣ кажется лишнимъ останавливаться на этомъ. Къ тому же мы будемъ имѣть случай вернуться къ этимъ отношеніямъ, когда коснемся измѣренія пространства.

## Седьмая лекція.

### ВЕЛИЧИНЫ.

Изслѣдуя процессы образованія понятій и рассматривая отношенія между отдѣльными состояніями, заключенными въ понятіи вещи, мы пришли къ понятіямъ многообразія, подчиненія и, наконецъ, числа. Слѣдующая ступень есть сравненіе вещей, и мы теперь приступимъ къ изслѣдованію относящихся сюда явленій.

При этомъ прежде всего возникаетъ вопросъ, что слѣдуетъ подразумѣвать подъ словомъ равенство. Въ обычныхъ изложеніяхъ логики этотъ вопросъ выступаетъ на первый планъ, причемъ пользуются извѣстнымъ закономъ тождества: всякая вещь равна самой себѣ; этотъ законъ выражается также формулой:  $A = A$ .

Долженъ признаться, что я чувствовалъ себя всегда нѣсколько сконфуженнымъ, когда читалъ это положеніе, ибо никогда не могъ понять, что оно собственно означаетъ. Мы исходимъ изъ факта, что вообще не существуетъ двухъ состояній, воплоти равныхъ другъ другу, ибо они различны по крайней мѣрѣ по отношенію ко времени и пространству, въ которомъ они совершаются. Слѣдовательно, этотъ законъ можетъ относиться исключительно къ одному только состоянію, но при этомъ вообще не можетъ быть сравненія. Ибо, если мы сравнимъ это состояніе съ нимъ самимъ, мы не получимъ ничего сверхъ того, что уже заключалось въ этомъ состояніи до сравненія.

Съ другой стороны, законъ тождества не примѣнимъ къ различнымъ состояніямъ, ибо онъ утверждаетъ равенство вещей, сравниваемыхъ между собою. И, въ самомъ дѣлѣ, мы не знаемъ области, въ которой можно было бы примѣнить этотъ знаменитый законъ\*).

\* ) Логика имѣетъ дѣло съ мышленіемъ, а не съ предметами, посему законъ тождества не можетъ относиться къ вещамъ, какъ думаетъ Оствальдъ, а относится къ понятіямъ. Въ противоположность вѣчно измѣняющимся ве-

То, что достигается этимъ закономъ, можетъ быть, пожалуй, лучше достигнуто, если вмѣсто положенія  $A = A$  мы поставимъ вопросъ: при какихъ предпосылкахъ можетъ существовать равенство  $A = B$ , или при какихъ предпосылкахъ двѣ вещи могутъ быть названы равными. Мы раньше уже употребляли слово «равный» въ точномъ значеніи. Мы называли два прерывистыхъ многообразія равными въ численномъ отношеніи, если ихъ можно было вполне и безъ остатка взаимно подчинить членъ за членъ (стр. 74). Вообще всѣ многообразія, которыя можно подчинить безъ остатка членъ за членъ какому-нибудь данному многообразію, численно равны.

Это слово «равны» относится только къ числу. Но мы его примѣняемъ, придавая ему опредѣленное значеніе, ко всевозможнымъ другимъ вещамъ. Признакъ равенства вещей долженъ быть тотъ же, что и признакъ равенства чиселъ при подчиненіи данному прерывистому многообразію. Или обобщая выводъ: подобно тому, какъ при подчиненіи равныхъ многообразій одно можетъ быть, безъ различія въ числѣ, поставлено на мѣсто другого, такъ точно мы полагаемъ двѣ вещи равными, если при какомъ-нибудь опредѣленномъ дѣйствіи одна можетъ быть замѣнена другой безъ измѣненія результата. При этомъ обнаруживается то существенное обстоятельство, что можно говорить о равенствѣ или неравенствѣ только по отношенію къ опредѣленному дѣйствію, и что двѣ вещи могутъ быть и равными и неравными, смотря по тому, въ какія ихъ поставить отношенія.

Химикъ назоветъ равными два куска бѣлаго камня, если оба окажутся углекислымъ кальціемъ. Ибо онъ называетъ углекислымъ кальціемъ такія вещества, которыя растворяются въ разведенныхъ кислотахъ съ выдѣленіемъ угольной кислоты и растворы которыхъ даютъ реакціи только на кальцій. Слѣдовательно, онъ въ своихъ опытахъ можетъ замѣстить одинъ кусокъ другимъ безъ вліянія на результатъ опыта.

Если же физикъ положить эти два куска на вѣсы, то назоветъ ихъ неравными, ибо вѣсы не останутся въ равновѣсіи, когда онъ, уравниваясь разновѣсками одинъ кусокъ, замѣнитъ его затѣмъ другимъ. Еще менѣе назоветъ ихъ равными археологъ, признавшій въ нихъ части двухъ произведеній искусства. Слѣдовательно, отзывъ, равны вещи или нѣтъ, зависитъ отъ того, какой ставится вопросъ вещамъ, и отвѣтъ можетъ быть различенъ въ зависимости отъ этого вопроса.

Здѣсь слѣдуетъ сдѣлать важное замѣчаніе. Установленіе равенства

шамъ правильно образованное понятіе на всегда сохраняетъ свою цѣнность. Законъ тождества и выражаетъ собою требованіе, чтобы въ истинное понятіе всѣми, всегда и вездѣ влагалось одинаковое содержаніе.

Прим. ред.



двухъ вещей сводится къ установленію равенства ихъ дѣйствій. Это установленіе не всегда легко, и во всякомъ случаѣ его точность ограничена. Такъ, обыкновенными лавочными вѣсами можно установить равенство двухъ тяжестей съ точностью до одной десятой грамма, химическіе вѣсы позволяютъ установить равенство до одного миллиграмма, а если они очень хороши, то до одной десятой миллиграмма, наилучшіе же вѣсы достигаютъ въ сто разъ большей точности. Но чувствительность и самыхъ лучшихъ вѣсовъ имѣетъ свой предѣлъ, и мы приходимъ къ границѣ, за которой равенство не можетъ быть утверждено. Значитъ, не можетъ быть и рѣчи объ «абсолютномъ» равенствѣ двухъ вещей относительно какого-либо качества, и во всѣ наши утвержденія равенства мы должны внести это ограниченіе.

Но опытъ даетъ общее положеніе, что если двѣ вещи при испытаніи на извѣстное качество окажутся равными, то онѣ будутъ равно относиться и къ измѣненному средству испытанія, при условіи, что онѣ будутъ испытываться на то же качество. Такъ, два куска мрамора дадутъ одинаковую реакцію не только на *данный* образецъ кислоты, но и на всѣ образцы кислоты; если кислота одна и та же, т.-е. взята изъ одного и того же однообразнаго запаса, то оба куска мрамора будутъ относиться къ ней равнымъ образомъ. Или если равенство вѣса двухъ кусковъ мрамора было установлено на какихъ-нибудь вѣсахъ, то они окажутся равными на всѣхъ вѣсахъ.

Это общее свойство обыкновенно выражается слѣдующимъ положеніемъ: если двѣ вещи равны третьей, то онѣ равны между собой. Это положеніе выражаетъ то же самое, что и только-что данное, только первое выраженіе его мнѣ кажется болѣе общимъ и болѣе удобопримѣнимымъ.

Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ дѣйствительнымъ закономъ природы, а именно съ указаніемъ, какъ фактически относятся извѣстные предметы, которые могли бы относиться и иначе. Иными словами, этотъ законъ показываетъ, какая изъ многихъ возможностей дѣйствительно наступаетъ; этимъ онъ ограничиваетъ кругъ возможностей опредѣленнымъ случаемъ, который и представляетъ дѣйствительность.

Въ данномъ случаѣ вещи могутъ и иначе относиться; это видно изъ того, что напр. нѣкоторые запахи считаются одними людьми за одинаковые, другими за разные. Такъ, начинающей химикъ легко можетъ смѣшать запахи нитробензола съ запахомъ масла горькаго миндаля, тогда какъ свѣдущій человекъ ихъ рѣзко различаетъ. Двѣ тяжести могутъ казаться равными на грубыхъ вѣсахъ и могутъ оказаться различными на болѣе чувствительныхъ. Въ этихъ двухъ случаяхъ причина противорѣчія заключается въ томъ, что человекъ и вѣсы, считающіе обѣ

вещи равными, не замѣчаютъ существующихъ различій вслѣдствіе недостаточной чувствительности. Такое противорѣчье называется кажущимся, ибо оно произошло только оттого, что въ обоихъ случаяхъ было примѣнено различное понятіе равенства. Но не всегда возможно найти объясненіе подобныхъ противорѣчій, и поэтому слѣдуетъ, упоминая этотъ законъ, прибавлять, что тутъ рѣчь идетъ объ опытѣ, а не о такъ называемой логической необходимости.

Слѣдовательно, если ужъ долженъ быть высказанъ «законъ тяжести», то только-что формулированный законъ объ общемъ характерѣ сравниваемыхъ равенствъ имѣетъ гораздо болѣе правъ на то, чтобы быть названнымъ основнымъ закономъ сравненія. При этомъ не лишнее время-отъ-времени убѣждаться, оказывается ли законъ вѣрнымъ, ибо всегда возможны, по какимъ-либо причинамъ, отклоненія отъ него.

Изъ опредѣленія понятія равенства вытекаетъ, что оно можетъ быть высказано только для вещей, позволяющихъ вообще испытаніе, требуемое для установленія равенства. Для этого необходимо или сравниваемые вещи подносить къ средству испытанія, или средство испытанія подносить къ сравниваемымъ вещамъ, къ одной за другой, для того, чтобы можно было наблюдать равенство дѣйствій. При этомъ предполагается, что произведенныя движенія не вызовутъ измѣненія въ вещахъ или въ средствѣ испытанія, которое могло бы уничтожить или измѣнить равенство дѣйствій. Въ этомъ случаѣ не принимаются въ расчетъ обыкновенныя или случайныя измѣненія, которымъ болѣе или менѣ подвержены всѣ вещи съ теченіемъ времени; они узнаются повтореніемъ испытанія и могутъ быть устранены. Но возможно, что необходимыя для испытанія приемы измѣренія могутъ сами вызвать неизбѣжныя измѣненія въ сравниваемыхъ вещахъ или въ средствѣ испытанія, тогда вопросъ о равенствѣ можетъ быть разрѣшенъ въ еще болѣе узкомъ смыслѣ.

Эти соображенія станутъ яснѣе на примѣрѣ. Пусть задано проверить равенство двухъ разстояній, напр. между противоположными углами квадрата. Поступаютъ такъ: разставляютъ острія циркуля до тѣхъ поръ, пока они не покроютъ конечныхъ пунктовъ измѣряемаго разстоянія, и затѣмъ одно остріе втыкаютъ въ одну конечную точку испытываемаго разстоянія и смотрятъ, покроетъ ли другое остріе вторую конечную точку. При этомъ предполагаютъ, что при переносѣ циркуля съ одного мѣста квадрата на другое не произошло измѣненія разстоянія между остриями циркуля. Мы принимаемъ, что всѣ ошибки отъ искривленія, нагрѣванія и т. д. исключены, и спрашиваемъ только: остается ли разстояніе между двумя точками твердаго тѣла неизмѣненнымъ, когда мы это тѣло переносимъ на другое мѣсто?

«Здравый человѣческій разумъ» найдетъ этотъ вопросъ нелѣ-

пымъ и отвѣтитъ: само собою разумѣется. Но мы при нашихъ изслѣдованіяхъ должны дать себѣ слово ничего не считать само собою разумѣющимся, т.-е. ничего не принимать, не изслѣдовать. Какъ же можемъ мы убѣдиться. что разстояніе между остріями циркуля не измѣнилось съ измѣненіемъ мѣста? Вы, можетъ-быть, скажете: достаточно поставить острія на прежнія точки и посмотрѣть, совпадутъ ли они. Да, но это докажетъ только, что острія на томъ же мѣстѣ найдутся снова въ томъ же разстояніи. Если разстояніе между остріями измѣнилось, когда циркуль былъ отнесенъ на прежнее мѣсто, то острія должны снова совпасть съ точками. Слѣдовательно, все, что я могу утверждать, состоитъ въ томъ, что на одномъ и томъ же мѣстѣ циркуль показываетъ всегда одно и то же разстояніе; невозможно рѣшить, показываетъ ли онъ на разныхъ мѣстахъ разныя или равныя разстоянія.

Эти соображенія станутъ еще очевиднѣе, когда мы вспомнимъ, что дѣйствительно всѣ тѣла кажутся нашему глазу тѣмъ меньшими, чѣмъ они дальше отъ насъ. Если бы мы стали судить о величинѣ разстоянія только по изображенію въ нашемъ глазу, то мы должны были бы сказать, что данное разстояніе уменьшается съ удаленіемъ нашего глаза, но что двѣ длины, равныя въ какомъ-нибудь мѣстѣ, остаются равными и тогда, когда онѣ перенесены въ другое мѣсто. Какъ извѣстно, уменьшеніе предметовъ, по мѣрѣ удаленія нашего глаза, мы называемъ перспективнымъ обманомъ и исправляемъ данныя нашего зрительнаго изображенія, принимая въ расчетъ разстояніе, причемъ полагаемъ, что въ дѣйствительности мѣсто не имѣетъ никакого вліянія на длину. Безъ сомнѣнія, это предположеніе самое цѣлесообразное, какое мы могли сдѣлать, ибо при обратномъ предположеніи намъ пришлось бы, передавая наблюденныя отношенія, подчинять ихъ гораздо болѣе запутаннымъ правиламъ.

Очевидно, что и здѣсь не можетъ быть доказано, что длины при пространственномъ перемѣщеніи «дѣйствительно» остаются неизмѣнными. Скорѣе мы можемъ только указать, что на равныхъ мѣстахъ равныя длины всегда оказываются равными независимо отъ мѣста, на которомъ производится изслѣдованіе. И въ такомъ случаѣ намъ не зачѣмъ принимать въ расчетъ мѣсто. Черезъ это смыслъ слова равенство получаетъ совершенно опредѣленное ограниченіе, и если бы мы для проверки равенства двухъ прямыхъ имѣли иное средство, кромѣ открытія, то снова мы должны были бы доказать, что и при этомъ приемѣ мѣсто не вліяетъ на результатъ, тогда только мы имѣли бы право распространить прежнее понятіе равенства на результаты этого новаго приема.

Боюсь, что всѣ эти соображенія покажутся вамъ излишней погоней за отгѣнками понятій. Я и не сталъ бы ничего возра-

жать противъ требуемаго для этого умѣнья самого по себѣ, и едва ли можно меня порицать за то, что немногіе, имѣющіеся въ нашемъ распоряженіи часы, я употребляю на эти вещи, ибо врядъ ли существуетъ болѣе важное искусство, чѣмъ искусство возможно полно и ясно представлять себѣ предпосылки собственныхъ заключеній. Но бывають, дѣйствительно, такіе случаи, когда подобныя различія имѣють мѣсто, и мы должны быть вооружены противъ нихъ.

Опредѣливъ, какъ равныя, двѣ тяжести, уравновѣшиваемыя на рычажныхъ вѣсахъ однимъ и тѣмъ же противовѣсомъ, т.-е. обусловливающія нулевое положеніе стрѣлки, мы вскорѣ убѣждаемся на опытѣ, что это равенство такъ же, какъ и равенство длинъ, не зависитъ отъ мѣста. Слѣдовательно, если бы мы не выучились размышлять такъ, какъ мы это только-что дѣлали, мы бы заключили, что мѣсто не вліяетъ на вѣсъ. Но, привыкнувъ къ правильному размышленію, мы только заключаемъ, что равныя тяжести претерпѣвають равныя измѣненія при равныхъ перемѣнахъ мѣста, причемъ эти измѣненія могутъ и равняться нулю.

Если же мы опредѣлимъ, какъ равныя, такія тяжести, которыя одинаково изгибають упругія тѣла, то мы прежде всего можемъ убѣдиться, что двѣ тяжести, равенство которыхъ было доказано взвѣшиваніемъ на вѣсахъ, оказываются равными и при измѣреніи посредствомъ упругаго тѣла. Слѣдовательно, тутъ напрашивается выводъ, что и въ этомъ случаѣ онѣ покажутъ ту же независимость вѣса отъ мѣста. Но, какъ вамъ всѣмъ извѣстно, это не такъ. Растяженіе нашего упругаго аппарата, динамометра, уменьшается по мѣрѣ подыманія надъ землею и по мѣрѣ приближенія къ экватору.

Здѣсь мы какъ-разъ имѣемъ случай, о которомъ раньше была рѣчь. Новое, независимое отъ перваго, опредѣленіе привело въ одномъ случаѣ къ согласію со старымъ опредѣленіемъ, въ другомъ же случаѣ къ противорѣчію, и поэтому мы должны допустить, что тяжести, измѣренныя рычажными вѣсами, также зависятъ отъ мѣста, но только измѣняются такимъ образомъ, что равныя тяжести претерпѣвають равныя измѣненія и поэтому остаются другъ другу равными.

Изъ этихъ соображеній вытекаетъ тотъ общій выводъ, что утвержденіе равенства двухъ вещей имѣетъ положительный смыслъ только въ томъ случаѣ, когда указанъ способъ, которымъ было произведено сравненіе. Въ этомъ изложеніи положеніе кажется очень тривиальнымъ; что это не такъ, вы видѣли изъ соображеній о возможныхъ измѣненіяхъ длины прямыхъ линій при ихъ перемѣщеніи въ пространствѣ.

Итакъ, вопросъ о равенствѣ двухъ вещей сводится къ вопросу, возможенъ ли свободный отъ измѣненій переносъ вещей одну на другую или измѣрительнаго средства съ одной вещи на другую, и

всѣ утверждения равенства должны быть сужены ограниченіями, вызываемыми переносомъ. Въ до сихъ поръ разобранныхъ случаяхъ переносъ оказался простымъ по исполненію, если не по толкованію, въ другихъ же случаяхъ, напр. времени, его уже труднѣе выполнить. Исторически это объясняется тѣмъ, что точныя мѣры протяженія и тяжести были уже давно въ употребленіи, когда точныя измѣренія времени были еще большой рѣдкостью. Правда, грубое раздѣленіе на дни и годы даетъ сама природа безъ нашего участія, раздѣленіе же дня, другими словами—введеніе часовъ, было уже продуктомъ значительнаго прогресса въ развитіи.

Зависитъ это оттого, что непосредственный переносъ прошедшаго времени на будущее вообще невыполнимъ, поэтому надлежало перейти къ посредственному. Его производить, опираясь на положеніе: *когда какое-нибудь событіе течетъ при однообразныхъ условіяхъ, то равныя части событія совершаются въ равныя времена.* Слѣдовательно, надо создать такія однообразныя событія, и аппаратъ, выполняющій это, можетъ служить часами.

Но къ этому приему, еще болѣе чѣмъ къ предыдущему, примѣнима оговорка, что на ходъ часовъ вліяютъ одинаковымъ образомъ нѣкоторыя общія условія, дѣйствующія на всѣ часы, такъ что хотя часы и продолжаютъ быть согласными между собой, но они уже не показываютъ «равныхъ» временъ. Такъ что намъ ничего не остается, какъ воспользоваться для опредѣленія мѣры времени даннымъ положеніемъ и затѣмъ убѣдиться, останется ли при этомъ обращеніи съ понятіемъ времени достаточно простымъ. Такъ оно въ дѣйствительности и есть, тѣмъ болѣе, что независимые другъ отъ друга періоды дня и года ведутъ къ равенствамъ во времени, не противорѣчающимъ другъ другу. Такъ, день прежде всего опредѣляется свойствомъ земли и не зависитъ отъ свойствъ солнца; годъ же, напротивъ, опредѣляется свойствомъ (массой) солнца и не зависитъ отъ свойствъ земли. Такъ какъ оказывается, что длина года, измѣренная днями, т.-е. отношеніе двухъ величинъ, остается неизмѣненнымъ, то изъ этого слѣдуетъ, что можно безъ всякаго противорѣчія признать, что эти два періода опредѣляютъ каждый равныя времена. Но это и все, что мы можемъ сказать о равенствѣ временъ.

Сравненіе непосредственныхъ ощущеній чувствъ еще ненадежнѣе. Опредѣлить, имѣетъ ли данный тонъ тѣ же высоту и силу, какъ и слышанный нами вчера, можно только самымъ грубымъ образомъ; также и сужденіе о равенствѣ прѣтовъ тѣмъ ненадежнѣе, чѣмъ больше протекшее между ними время. Способность сравнивать различныя состоянія была нами признана въ самомъ началѣ нашихъ изслѣдованій за основное условіе развитія нашей духовной жизни, какой она фактически

сложилась. Слѣдовательно, наша память, какъ мы называемъ эту способность, есть общій посредникъ, подобно употребляемому при измѣреніи длины циркулю, съ помощью котораго мы сравниваемъ наши состоянія и схватываемъ ихъ равенство. Но изъ только-что приведенныхъ соображеній мы видимъ, что этотъ посредникъ работаетъ какъ очень плохой циркуль, на неизмѣняемость котораго нельзя положиться, и который становится тѣмъ болѣе шаткимъ, чѣмъ долѣе мы откладываемъ его употребленіе.

Изъ этого вытекаетъ, что сравненіе двухъ состояній, особенно двухъ ощущеній, будетъ тѣмъ надежнѣе, чѣмъ непосредственнѣе слѣдуютъ эти состоянія одно за другимъ. Это мы постоянно примѣняемъ на практикѣ. Когда музыкантъ настраиваетъ инструментъ, то онъ заставляетъ звучать попеременно то нормальный тонъ, то тонъ своего инструмента, а когда живописецъ или художникъ желаетъ сравнить, одинаковы ли двѣ краски, онъ ихъ кладетъ рядомъ для того, чтобы глазъ могъ перебѣгать съ одного пункта на другой безъ потери времени.

Къ этому слѣдуетъ еще присовокупить, что точность сравненія значительно возрастаетъ, если мы, перейдя отъ предмета А къ предмету В, снова возвращаемся къ А и повторяемъ это нѣсколько разъ. Если измѣнчивость наблюдателя, которая всегда существуетъ, повліяла на сравненіе въ одну сторону, то при второмъ наблюденіи она повліяетъ въ другую сторону, и результатъ почти освобождается отъ ошибки.

Съ другой стороны ненадежность нашего духовнаго аппарата, объясняющаяся громадной разносторонностью его дѣятельности, приводитъ насъ къ сознанію общаго правила: освобождать память, насколько возможно, отъ работы. Этого мы достигаемъ, сохраняя для важнѣйшихъ вещей неизмѣнныя, насколько возможно, нормы, и производя сравненіе не только помощью непосредственнаго примѣненія чувствъ, но и замѣняя эти послѣднія особыми инструментами, какъ вѣсы, микроскопы и т. д. Конечно, и эти аппараты основываются прежде всего на примѣненіи какого-нибудь чувства; но при ихъ посредствѣ чувства становятся тоньше и воспримчивѣе, иногда даже въ значительной степени, и соотвѣтственно этому результатъ сравненія приобретаетъ болѣшую точность.

Въ нашихъ изслѣдованіяхъ мы разсматривали сравниваемые вещи какъ отдѣльныя вещи, не принимая въ расчетъ, что многія изъ нихъ суть части непрерывныхъ многообразій. Въ послѣднемъ случаѣ возникаютъ новые вопросы.

Такъ, звуки и краски, которые мы сравниваемъ при помощи уха и глаза, окружены сосѣдними тонами и красками, и отысканіе равенства сводится къ опредѣленію, какія части внутри ряда показываютъ

искомое согласованіе. То же дѣйствительно и для длинъ и тяжестей. Химическія же равенства, о которыхъ говорилось на стр. 83, сводятся только къ утвержденію или отрицанію и не имѣютъ постепеннаго перехода. Разсмотримъ первыя, непрерывныя многообразія.

Мы уже видѣли (стр. 71), что непрерывное многообразіе есть необходимымъ образомъ и упорядоченное многообразіе. Ограничимся сначала простыми непрерывными многообразіями; въ нихъ мы при установленіи равенства всегда наталкиваемся на то обстоятельство, что въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ равенствомъ находится нѣкоторое большее или меньшее, высшее или низшее, сильнѣйшее или слабѣйшее. Другими словами, качества, лежащія въ сосѣдствѣ съ равенствомъ, распределяются всегда одинаковымъ образомъ, такъ что можно различить двѣ области пограничныхъ цѣнностей, стоящихъ другъ къ другу въ упомянутой противоположности. Это вполне общее свойство непрерывныхъ многообразій, дающее сравнительно рѣдкія исключенія только въ нѣкоторыхъ точкахъ (максимальныхъ и минимальныхъ). Это свойство встрѣчается въ непрерывныхъ многообразіяхъ повсюду: всякая точка непрерывнаго многообразія дѣлитъ его на двѣ рѣзко различающіяся части.

Въ этомъ рѣзче всего выражается противоположность между прерывистыми (стр. 71) и непрерывными многообразіями. Первыя раздѣлены съ самаго начала, и ихъ члены или части далѣе недѣлимы (въ значеніи даннаго многообразія, такъ какъ если произвести дѣленіе, то получится новое многообразіе). Наоборотъ, непрерывное многообразіе съ самаго начала не раздѣлено, но всюду дѣлимо на самыя мелкія части.

Благодаря этому свойству всякое простое непрерывное многообразіе можетъ быть распределено въ рядѣ, такъ что каждая точка этого ряда будетъ имѣть определенное мѣсто. Это можетъ быть выражено въ простой формулѣ слѣдующимъ образомъ. Обозначимъ указанное выше различіе въ сосѣднихъ частяхъ знаками  $)$  и  $($ , такъ что  $A)B$  означаетъ, что  $A$  больше, выше, сильнѣе и т. д., чѣмъ  $B$ ; тогда это свойство выразится слѣдующимъ положеніемъ: изъ того, что  $A)B$  и  $B)C$ , слѣдуетъ, что  $A)C$  и, наоборотъ, изъ  $A(B$  и  $B(C$  слѣдуетъ, что  $A(C$ . Это общій законъ непрерывныхъ многообразій. Всѣмъ извѣстное положеніе, что если  $A$  больше  $B$ , а  $B$  больше  $C$ , то  $A$  больше  $C$ , есть частный случай общаго закона, имѣющій мѣсто въ тѣхъ непрерывныхъ многообразіяхъ, къ которымъ примѣнимо понятіе величины, никоимъ образомъ непримѣнимое ко всѣмъ непрерывнымъ многообразіямъ.

Благодаря этому можно изображать непрерывныя многообразія посредствомъ порядковыхъ чиселъ, которыя тоже обладаютъ тѣмъ свойствомъ, что ихъ значеніе обуславливается занимаемымъ ими въ цѣломъ ряду мѣстѣ. Однако здѣсь возникаетъ противорѣчіе, такъ какъ порядковыя

числа представляютъ прерывистое многообразіе; его, впрочемъ, можно обойти, подчинивъ порядковыя числа определеннымъ, слѣдующимъ одна за другой на извѣстныхъ разстояніяхъ точкамъ непрерывнаго многообразія, что позволитъ найти обозначенія для этого послѣдняго. Тогда промежуточныя области будутъ или прямо причислены къ одной изъ пограничныхъ точекъ, или можно вставить промежуточныя ступени въ формѣ дробей. Мы скоро вернемся къ этому вопросу.

Приведу снова въ примѣръ термометръ. Температуры, показываемыя этимъ, состоящимъ изъ шарика, трубки и налитой въ нихъ жидкости, инструментомъ, образуютъ простое непрерывное многообразіе. Но такъ какъ нѣтъ прямого средства для сравненія двухъ различныхъ температуръ, лежащихъ въ различныхъ областяхъ, то приходится прибѣгнуть къ цифрованію произвольнаго ряда посредствомъ порядковыхъ чиселъ. Сначала это дѣлалось отдѣльно для каждаго термометра, причемъ на его трубкѣ дѣлали штрихи на равныхъ или произвольныхъ разстояніяхъ и обозначали ихъ цифрами. Температура обозначалась цифрою штриха, до котораго поднималась жидкость. Но это обозначеніе было связано съ даннымъ термометромъ, и смыслъ его былъ утерянъ, если термометръ разбивался. Это затрудненіе было уменьшено сравненіемъ нѣсколькихъ термометровъ и выборомъ изъ ихъ числа одного, какъ нормальнаго; однако оно этимъ не устранялось, такъ какъ инструменты подвергались медленнымъ измѣненіямъ, такъ что одинаковыя цифры не показывали уже прежнихъ температуръ. Наконецъ, оно было устранено введеніемъ постоянныхъ температуръ, установленіе которыхъ не представляетъ затрудненія: точекъ замерзанія и кипѣнія воды. Затѣмъ было рѣшено раздѣлить длину цилиндрической трубки ртутнаго термометра, заключенной между этими двумя точками, на сто равныхъ частей или градусовъ, обозначаемыхъ цифрами отъ 0 до 100; это дало возможность получать согласныя данныя. Впрочемъ, не вполне согласныя, такъ какъ термометры, приготовленные даже этимъ способомъ, показываютъ небольшія различія, если они приготовлены изъ разнаго сорта стекла.

На этомъ примѣрѣ мы ясно видимъ, какія переходныя состоянія переживаетъ приемъ изображенія непрерывнаго многообразія при помощи подчиненія его определеннымъ порядковымъ числамъ. Намъ остается еще отразить возраженіе, что это подчиненіе или определеніе дѣйствительно только для отдѣльныхъ точекъ, точно совпадающихъ съ точками дѣленія термометра. А какъ же судить о температурѣ, лежащихъ между ними?

Толкованіе промежуточныхъ точекъ основывается на способѣ интерполяціи, съ которымъ мы уже познакомились по поводу первой, подробно изслѣдованной ями непрерывности—понятія времени (стр. 60).

Напомнимъ, что паузы, въ которыхъ мы не сознавали временныхъ измѣненій какой-нибудь вещи, мы заполняли съ помощью предположенія, что для этой вещи тоже прошло нѣкоторое время, хотя и внѣ сознанія этой вещи; общее согласованіе этого предположенія съ опытнымъ наблюденіемъ надъ одновременными и независимыми измѣненіями въ различныхъ вещахъ убѣждаетъ насъ, что эта интерполяція допустима и цѣлесообразна.

Тотъ же приемъ мы должны примѣнить ко всѣмъ непрерывнымъ многообразіямъ. Мы устанавливаемъ ихъ свойства и отношенія въ нѣсколькихъ отдѣльныхъ точкахъ, и, если эти точки выбраны нами достаточно близко одна отъ другой, мы можемъ заключить съ соотвѣтственной вѣроятностью, что значенія свойствъ между точками будутъ промежуточными между значеніями свойствъ въ точкахъ. Правильность этого заключенія можно провѣрить, изслѣдуя вещь въ этихъ промежуткахъ, и такимъ образомъ мы можемъ произвести любое число провѣрокъ этого заключенія. Фактъ, что при выборѣ достаточно близкихъ точекъ это заключеніе всегда подтверждается, за исключеніемъ нѣкоторыхъ особенныхъ отношеній, нашелъ выраженіе въ такъ называемомъ *законѣ непрерывности*. Повторимъ его еще разъ, чтобы лучше запомнить: *если известны качества непрерывнаго многообразія въ двухъ достаточно близко лежащихъ точкахъ, то свойство какой-нибудь точки, лежащей между ними, находится между свойствами этихъ двухъ точекъ*. Изслѣдованіе нѣсколькихъ дѣйствительныхъ случаевъ покажетъ, достаточно ли близко лежатъ выбранныя точки. Если законъ непрерывности окажется вѣрнымъ, значить точки лежатъ достаточно близко. Если же нѣтъ, то, какъ мы знаемъ изъ опыта, мы можемъ дальнѣйшимъ сближеніемъ точекъ достигнуть такого промежутка между ними, для котораго законъ непрерывности будетъ вѣренъ; и, наоборотъ, это можетъ служить для опредѣленія непрерывности.

Такимъ способомъ можно обращаться со всѣми непрерывными многообразіями. Смотря по ихъ степени, ихъ можно подчинить одному или нѣсколькимъ рядамъ порядковыхъ чиселъ, благодаря чему становится возможнымъ обозначить каждую точку всей области.

Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ возможно пойти дальше и придать различнымъ мѣстамъ нѣкоторыхъ многообразій знаки цѣнности, которые даютъ возможность не только найти, но и вычислить ихъ. Классъ многообразій, обладающій этимъ свойствомъ, уже, чѣмъ до сихъ поръ изслѣдованный, такъ какъ должны быть выполнены особыя условія для того, чтобы многообразіе приобрѣло характеръ *величины*, какъ мы будемъ называть это особенное свойство.

Нѣкоторыя многообразія имѣютъ свойство давать во всѣхъ своихъ частяхъ одинаковые куски. Изъ прямой линіи я всюду могу взять ку-

сокъ, и если я сдѣлаю каждый кусокъ равнымъ одному сантиметру, то всѣ такіе куски будутъ равны. И, наоборотъ, я могу изъ прямолинейныхъ кусковъ данной величины, взятыхъ въ любомъ порядкѣ, составить прямую линію.

Изъ ряда звуковъ я могу повсюду взять кусокъ, но невозможно сдѣлать рядъ низкихъ тоновъ равнымъ ряду высокихъ тоновъ, какъ бы я ни увеличивалъ и ни уменьшалъ послѣдній рядъ, я не могу сдѣлать его равнымъ первому. И нельзя сложить части звукового ряда въ любомъ порядкѣ, такъ какъ каждый тонъ имѣетъ опредѣленное мѣсто въ ряду.

То, что было сказано о прямыхъ линіяхъ, относится также къ жидкостямъ, величинамъ работы, количествамъ электричества и ко многимъ другимъ вещамъ. То, что было сказано о тонахъ, относится и къ другимъ чувственнымъ ощущеніямъ, а кромѣ того къ температурамъ, къ стадіямъ развитія организма и ко многимъ другимъ вещамъ. Здѣсь мы имѣемъ передъ собою очень важное различіе, которое на будущее время придется всегда принимать въ расчетъ. Пока назовемъ вещи первой группы *величинами*, вещи второй группы — *напряженіями* (Starke). Ихъ главныя свойства и различія заключаются въ слѣдующемъ: *величины* могутъ быть всюду раздѣлены на части, которыя можно снова сложить въ любомъ порядкѣ, чтобы получить тѣ же самыя величины. *Напряженія* не могутъ быть раздѣлены на равныя части, но каждая часть сохраняетъ и послѣ раздѣленія свойства, связанные съ занимаемымъ ею мѣстомъ. Поэтому эти части нельзя сложить въ любомъ порядкѣ, а только въ опредѣленномъ, именно такъ, чтобы куски снова приписались на старыя мѣста, занимаемыя ими до раздѣленія.

Отсюда видно, что для *напряженій* (нѣмцы болѣе привыкли называть ихъ «интенсивностями») самымъ удобнымъ обозначеніемъ являются *порядковыя числа*, ибо они опредѣляютъ для каждой части ея мѣсто, и они могутъ быть снова сложены тоже только въ порядкѣ своихъ мѣстъ. *Величины* же удобнѣе всего изображать *количественными числами*, ибо и въ этихъ послѣднихъ не существуетъ различія между отдѣльными частями, и порядокъ сложенія ихъ не вліяетъ на результатъ.

Слѣдовательно, величины могутъ быть представлены или изображены числами; но при этомъ остается еще преодолѣть особенное противорѣчіе, надъ разрѣшеніемъ котораго наиболѣе глубокіе математики ломали голову. Числа, по существу, суть прерывистыя многообразія; величины, по самому опредѣленію, суть непрерывныя многообразія. Что отдѣльныя точки величинъ можно изобразить числами, это очевидно; но какъ изобразить числомъ совокупность величины? Къ изслѣдованію этого вопроса мы теперь и приступимъ.

Представимъ себѣ нѣсколько стакановъ, наполненныхъ водой. Они представляютъ однообразное прерывистое многообразіе, и мы можемъ сосчитать стаканы. Теперь перельемъ воду въ одинъ большой сосудъ. Изъ прерывистаго многообразія вода превратилась въ непрерывное, причѣмъ количество ея не измѣнилось (предполагая, что она перелита вполнѣ). Изъ этого естественно слѣдуетъ, что мы снова можемъ этой водой наполнить всѣ стаканы, причѣмъ въ большомъ сосудѣ не останется воды. Общее количество воды будетъ зависѣть оттого, болѣе или меньше число стакановъ мы взяли для образованія его, и мы легко можемъ убѣдиться, что какъ къ непрерывному многообразію слитой въ одинъ сосудъ воды, такъ и къ суммѣ отдѣльныхъ стакановъ примѣнимы всѣ тѣ законы, которые мы вывели для чиселъ. На этихъ отношеніяхъ основывается возможность подчиненія величинъ числамъ и измѣреніе однихъ другими. При этомъ основная мысль очевидно слѣдующая. Мы выбираемъ опредѣленную часть непрерывнаго многообразія, которую мы будемъ на будущее время называть *единицей*, и образуемъ изъ измѣряемой величины столько подобныхъ единицъ, сколько ихъ выйдетъ. Число этихъ единицъ и будетъ числомъ измѣреній даннаго многообразія или, короче сказать, его величиной.

Слѣдовательно, для обозначенія какой-нибудь величины числомъ, необходимо имѣть кромѣ числа еще и единицу. Этимъ измѣрительное число отличается отъ количественнаго числа. Поэтому измѣрительныя числа называютъ также именованными числами; мы же будемъ вмѣсто выраженія измѣрительное число употреблять выраженіе *цѣнность*.

Только-что описанный приемъ выраженія величины числомъ не приводитъ вообще къ простому результату. Если, напр., мы будемъ измѣрять воду въ этой бутылкѣ стаканами, то мы получимъ остатокъ, т.-е. нѣкоторое количество воды, не наполняющее стаканъ, слѣдовательно, меньшее единицы.

Въ такомъ случаѣ опредѣляютъ такую новую единицу, которая бы нѣсколько разъ заключалась въ первой. Въ наукѣ и въ практической жизни (за исключеніемъ Англіи и Россіи) эта новая единица выбирается съ расчетомъ на десятичную систему счисленія, такъ что новая единица составляетъ одну десятую часть прежней. Измѣряя остатокъ этой новой единицей, получаемъ нѣкоторое цѣлое число и остатокъ, и надо повторять этотъ приемъ до тѣхъ поръ, пока не получится остатокъ, которымъ можно будетъ пренебречь. Это наступаетъ въ различныхъ случаяхъ въ различное время; такъ, въ величинахъ, выражаемыхъ монетами, мы обыкновенно пренебрегаемъ остаткомъ, меньшимъ пфеннига, а также часто и остатками, меньшими пяти или десяти пфенниговъ.

И въ наукѣ поступаютъ такъ же, какъ въ практической жизни,

только въ этомъ случаѣ пренебрегаемые остатки гораздо меньше. Такъ, въ практической жизни рѣдко взвѣшиваютъ съ точностью, превышающей одинъ граммъ, въ наукѣ же точныя взвѣшиванія выражаются единицей, равной одной миллионной части грамма, меньшими же тяжестями приходится пренебрегать, ибо имѣющіеся вѣсы не даютъ возможности ихъ открыть.

Но какъ бы ни было велико приближеніе къ истинной величинѣ, все же всегда остается остатокъ. Въ его существованіи нельзя сомнѣваться даже и тогда, когда мы не имѣемъ возможности его измѣрить, и мы приходимъ къ заключенію, что *конечная непрерывная величина никогда не можетъ быть съ полной точностью представлена именованнымъ числомъ*. Мы можемъ только указать два рядомъ лежащихъ числа нашей наименьшей единицы, между которыми должно лежать дѣйствительное число. Но такъ какъ разность между этими двумя числами конечна, а конечная часть непрерывной величины, какъ бы мала она ни была, дѣлима на безконечное число частей, то неизбежно приходится придти къ заключенію, что невозможно выразить величину абсолютно точнымъ числомъ.

Это заключеніе безусловно вѣрно, и упомянутыя затрудненія математиковъ происходили изъ того, что они не хотѣли его признать. Намъ оно собственно не должно поражать, ибо мы снова натолкнулись на слово «абсолютный», какъ на признакъ невозможности, а мы уже раньше установили, что абсолютнаго не существуетъ.

Но мы можемъ сказать еще больше. Если кто-либо станетъ утверждать, что данная непрерывная величина абсолютно точно представлена именованнымъ числомъ, то онъ, конечно, не можетъ этого доказать, но и мы также не можемъ его опровергнуть, если существующій, по нашему предположенію, остатокъ меньше того, что мы можемъ измѣрить. Отсюда вытекаетъ, что задача произвести «абсолютно точное измѣреніе» не имѣетъ смысла, и всѣ попытки представить непрерывную величину посредствомъ абсолютно точнаго числа безцѣльны, потому что мы даже не можемъ убѣдиться, достигли ли мы успѣха.

Итакъ, мы можемъ съ какой угодно точностью, доступной нашему опыту, представить величины числами. Дальнѣйшая точность, особенно абсолютная, не имѣетъ ни цѣли, ни смысла, такъ какъ она не входитъ въ нашъ опытъ. Слѣдовательно, взаимное подчиненіе чиселъ и величинъ, съ теоретической точки зрѣнія, необходимо несовершенно; но оно можетъ быть произведено настолько полно, насколько это нужно для нашихъ цѣлей, и во всякомъ случаѣ такъ полно, что остатки не могутъ быть нами открыты.

Приведенныя соображенія относятся очевидно только къ величинамъ, представляющимъ простое многообразіе. Употребляя отрица-

тельные числа, можно обозначать величины, нулевая цѣнность которыхъ неизвѣстна (стр. 78), только при этомъ нужно особенно указать на то, что въ такомъ случаѣ мы отказываемся отъ существующей въ системѣ чиселъ симметріи. Наконецъ, и симметрическія величины простыхъ многообразій можно изображать числами, причемъ получаетъ значеніе симметрія положительныхъ и отрицательныхъ чиселъ. Эти замѣчанія окажутся впоследствии для насъ очень важными.

Теперь перейдемъ къ вопросу объ изображеніи величинъ, образующихъ многократныя многообразія. Здѣсь имѣютъ мѣсто соображенія, къ которымъ мы пришли раньше (стр. 80) по поводу численнаго изображенія прерывистыхъ многократныхъ многообразій. Совершенно такимъ же способомъ, какъ эти послѣднія, и непрерывныя многообразія можно изобразить при помощи столькихъ системъ чиселъ, сколько степеней многообразія. Эти системы слѣдуетъ разсматривать какъ первоначально независимыя одна отъ другой, такъ что данное число одной системы не можетъ быть перенесено въ другую. Однако бывають случаи, когда приходится имѣть дѣло не съ совокупнымъ многообразіемъ, а съ опредѣленной частью его, и тогда, конечно, возможны отношенія между числами различныхъ системъ. Примѣромъ можетъ служить измѣреніе пространства; здѣсь вслѣдствіе трехъ измѣреній пространства приходится брать три независимыхъ системы чиселъ, и если надо представить не все пространство, а опредѣленныя области его, то выступаютъ равенства или отношенія между величинами трехъ системъ.

Вопросъ объ изображеніи величинъ числами привелъ къ вопросу объ единицахъ. Для того, чтобы обозначеніе какой-нибудь величины числомъ единицъ было вполне опредѣленно, надо, чтобы единица была достаточно точно опредѣлена. Если это обозначеніе должно имѣть значеніе, независимое отъ данной минуты и случайнаго мѣста, то и избранная нами единица не должна быть зависимою отъ времени и мѣста, слѣдовательно, она или должна быть такова, что ее всегда можно точно возстановить, или должна быть сдѣлана изъ такого матеріала, что можетъ сохраняться, не измѣняясь.

Возстановлять или сохранять такія единицы чрезвычайно трудно. Мы уже указывали, въ видѣ примѣра, на затрудненія, постепенное продолжаніе которыхъ привело къ болѣе точному опредѣленію единицы длины (стр. 31), при этомъ было сказано, что можно со всевозможными мѣрами предосторожности изготовленный нормальный метръ предохранить отъ извѣстныхъ намъ вліяній, но не отъ неизвѣстныхъ. Очень возможно, что металлъ, изъ котораго сдѣланы масштабы, претерпѣваетъ съ теченіемъ времени медленныя измѣненія, хотя бы онъ былъ самымъ неизмѣняемымъ изъ всѣхъ намъ извѣстныхъ, и если различныя масштабы претерпѣвають одинаковыя измѣненія, то

сравненіе ихъ не укажетъ на происшедшее измѣненіе. Какъ можемъ мы предохранить себя отъ подобныхъ возможностей?

Единственный способъ—взять нѣсколько независимыхъ одну отъ другой и по возможности различныхъ единицъ, при сравненіи которыхъ можно видѣть, произошли или нѣтъ измѣненія. Если, напр., кромѣ платино-платиноваго масштаба сдѣлать еще масштабы изъ кварца или мрамора, то намъ можно не беспокоиться о томъ, что измѣненіе не будетъ замѣчено вслѣдствіе однообразнаго отношенія всѣхъ платиновыхъ масштабовъ. Чѣмъ разнообразнѣе матеріалъ, тѣмъ меньше можно ожидать, что онъ будетъ одинаково относиться къ неизвѣстнымъ вліяніямъ, измѣняющимъ его. При этомъ, конечно, недостаточно двухъ различныхъ масштабовъ, ибо если они черезъ нѣкоторое время окажутся неравными, то нельзя будетъ сказать, который изъ нихъ измѣнился. При трехъ—рѣшеніе уже возможно, такъ какъ, если два останутся равными, а третій будетъ отъ нихъ отличаться, то этотъ третій и будетъ признанъ измѣнившимся.

Поэтому метръ сопоставляютъ съ наивозможно отличной отъ него мѣрой, а именно съ длиной волны извѣстныхъ свѣтовыхъ лучей. Конечно, эта длина очень мала, но можно пользоваться суммой очень большого числа такихъ волнъ, что даетъ возможность очень точнаго сравненія ихъ длины съ длиною метра. Здѣсь во всякомъ случаѣ исключена возможность измѣненія матеріала; но, съ другой стороны, мы не можемъ быть увѣрены въ томъ, что намъ извѣстны всѣ условія, вліяющія на длину волны, и что извѣстныя намъ могутъ считаться достаточно постоянными.

Подобныя же затрудненія встрѣчаются и при другихъ единицахъ, которыми мы выражаемъ измѣренныя величины, и только точное изслѣдованіе физическихъ и химическихъ условій можетъ намъ дать право считать эти единицы сравнительно постоянными. Слѣдовательно, не существуетъ и абсолютныхъ единицъ, т.-е. такихъ, величина которыхъ несомнѣнна и безошибочна.

Это заключеніе вполне согласно съ выведеннымъ ранѣе, а именно, что не существуетъ абсолютно точнаго опредѣленія величинъ посредствомъ чиселъ; а если бы такое существовало, оно было бы вполне бесполезно, такъ какъ ненадежность единицъ дѣлаетъ невозможной абсолютную точность.

Единицы мѣръ можно выбирать произвольно. Единственное, что при этомъ слѣдуетъ принимать въ расчетъ, это возможность точнаго ихъ возстановленія или сохраненія ихъ неизмѣняемыми. Попытки найти для различныхъ родовъ величинъ такъ называемыя естественныя единицы были всегда неудачны, такъ какъ онѣ, въ концѣ концовъ, оказывались тоже искусственными, т.-е. произвольными.

Другой вопрос заключается в томъ, для какихъ величинъ мы должны устанавливать единицы. Самый естественный отвѣтъ былъ бы, что это должно дѣлать для всѣхъ величинъ, которыя вообще измѣняются. Но при ближайшемъ изслѣдованіи оказывается, что для многихъ величинъ можно находить единицы, пользуясь другими единицами. Простейшимъ примѣромъ является примѣненіе единицъ длины для измѣренія поверхностей и объемовъ, причемъ за единицу поверхности принимаютъ квадратъ, сторона котораго равна одному метру, за единицу объема—кубъ, ребро котораго равно одному метру. Такой выборъ мѣръ является произвольнымъ еще и потому, что выборъ квадрата и куба хотя и цѣлесообразенъ во всѣхъ отношеніяхъ, но не единственно возможный. Могли быть выбраны кругъ и шаръ или треугольникъ и тетраэдръ. Результатъ остался бы тѣмъ же, а именно: что поверхности представляютъ вторую степень линейныхъ измѣреній, а объемы третью; но единицы поверхности и объема получили бы другое значеніе, чѣмъ при выборѣ квадрата и куба. Слѣдовательно, и въ этомъ выборѣ заключается произвольность.

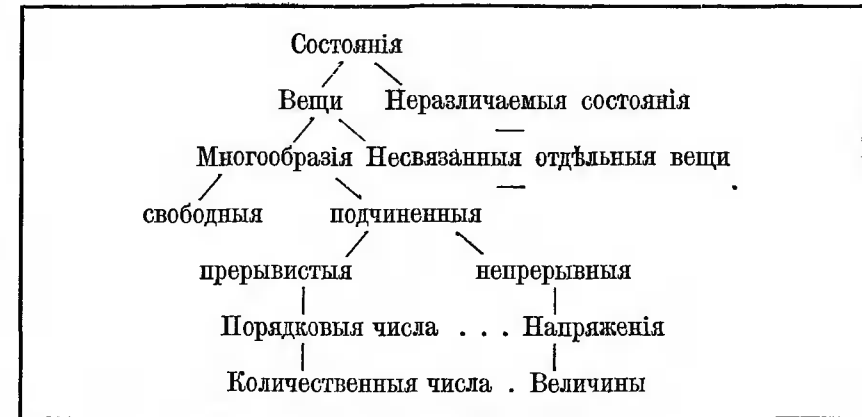
То же можно сказать и обо всѣхъ «производныхъ» единицахъ, которыхъ очень много. Какъ мы видѣли изъ только-что приведеннаго примѣра, онѣ получаютъ изъ основныхъ, такъ сказать, единицъ съ помощью простыхъ ариметическихъ выкладокъ. И даже нѣсколько основныхъ единицъ могутъ принять участіе въ образованіи производной единицы. Здѣсь мы не ставемъ изслѣдовать, какія величины удобнѣе всего принимать за единицы; мы позднѣе вернемся къ этому вопросу и тогда займемся имъ подробно. Вопросъ, какъ измѣрять величины, меньшія единицы, уже былъ рѣшенъ практически (стр. 91). Образуютъ новую единицу, въ десять разъ меньшую старой, и измѣряютъ ею. Если она недостаточно мала, то повторяютъ этотъ приемъ, пока не будетъ достигнута цѣль.

Для счисленія удобнѣе обозначать эти подраздѣленія не единицами, а по способу письма чиселъ. Числа, обозначающія цѣлыя единицы, отдѣляютъ запятой (или точкой) съ правой стороны и за ней на первомъ мѣстѣ пишутъ число, показывающее десятые доли единицы, на второмъ мѣстѣ сотые части и т. д., всякая въ десять разъ меньшая единица занимаетъ слѣдующее мѣсто направо. Пользованіе такими подъединицами называется счисленіемъ десятичными дробями.

Иного рода дроби получаютъ при именованныхъ числахъ, если для образованія меньшихъ единицъ дѣлятъ единицу не на десятые доли. Примѣромъ могутъ служить старыя раздробленія на футы, дюймы, линіи, на фунты и лоты, на талеры и гроши и т. д. Они уже давно исчезли изъ науки, за исключеніемъ раздробленія времени, и почти совсѣмъ изъ практической жизни, такъ какъ только влекутъ за собою лишнія

ариметическія выкладки. Навѣрно съ дальнѣйшимъ развитіемъ нашей культуры останутся только десятичныя подъединицы.

Т а б л и ц а .



Изложимъ теперь въ краткихъ словахъ результаты нашихъ изслѣдованій; наглядное выраженіе ихъ намъ дастъ вышепомѣщенная таблица. Мы исходимъ отъ совершенно общаго факта *состояній* и сначала выдѣляемъ изъ нихъ отдѣльно ощущаемыя *вещи*, рядомъ съ которыми остальная часть пережитыхъ нами состояній кажется связанной массой, раздѣленіе которой не представляетъ для насъ интереса. Вещи, согласно общей дѣятельности нашего духа, снова соединяются на основаніи какихъ-либо общихъ свойствъ въ *многообразія*, составныя части которыхъ или остаются свободными, или могутъ быть подчинены нѣкоторому порядку. Такимъ образомъ возникаютъ *прерывистыя* или составленныя изъ отдѣльныхъ членовъ многообразія. Рядомъ съ ними существуютъ *непрерывныя* многообразія. Это суть состоянія, связь которыхъ не уничтожена нашими мыслительными процессами, такъ что мы рядомъ съ различіями въ составѣ или теченіи воспринимаемъ и пережитую совокупность. Поэтому эти непрерывныя многообразія подчинены нѣкоторому внутреннему порядку.

Изслѣдуя произвольно упорядоченныя, прерывистыя многообразія, мы пришли къ понятію нѣкотораго типичнаго порядка, ряда, самымъ удобнымъ изображеніемъ котораго оказался *числовой рядъ*. Числа, служащія для изображенія этихъ многообразій, называются порядковыми числами. Если не принимать въ расчетъ индивидуальности отдѣльныхъ



вещей, то, съ другой стороны, получается понятіе числа или количественнаго числа.

Объ формы порядка встрѣчаются и въ непрерывныхъ многообразіяхъ. Выбранныя точки ихъ могутъ быть подчинены схемѣ, даваемой порядковыми числами. Въ то время какъ нѣкоторыя непрерывныя многообразія, названныя нами напряженіями, не позволяютъ дальнѣйшихъ манипуляцій вслѣдствіе различія частей, получаемыхъ при дѣленіи ихъ, существуютъ другія непрерывныя многообразія, *величины*, допускающія дѣленіе на равныя части, и которыя поэтому могутъ быть подчинены понятію числа. Но это суть только несовершенныя подчиненія, ибо различіе между непрерывностью и прерывностью можно перешагнуть, но не устранить.



## Восьмая лекція.

### ВРЕМЯ, ПРОСТРАНСТВО, СУБСТАНЦІЯ.

Мы признали понятія многообразія и порядка за самыя общія понятія, обнимающія отдѣльныя составныя части нашего опыта или вещи и дѣлающія ихъ годными для пользованія; теперь мы должны сдѣлать соотвѣтственное примѣненіе ихъ. При этомъ прежде всего получаютъ понятія *времени* и *пространства*.

Мы знаемъ изъ вышеприведенныхъ соображеній, что это суть многообразія съ довольно опредѣленными свойствами, изображающія среди всевозможныхъ многообразій сравнительно тѣсно ограниченныя единичные случаи. Слѣдовательно, образуемая ими рамка, значительно уже рамки, вытекающей изъ общаго понятія многообразія. То, что мы можемъ ее принять такой узкой, не наталкиваясь при этомъ на затрудненія и противорѣчія, есть выраженіе факта, даемаго опытомъ, и притомъ чрезвычайно широкимъ и разнообразнымъ опытомъ.

Здѣсь впервые опытъ врѣзывается такимъ рѣшительно ограничивающимъ образомъ въ образованіе нашего міросозерцанія; поэтому здѣсь будетъ умѣстно рассмотреть ближе вліяніе опыта на образованіе понятій. Мы уже знаемъ, что образованіе понятій становится возможнымъ и нужнымъ только благодаря опыту. Способъ его вліянія на дальнѣйшее развитіе понятій можно выразить вообще такъ: онъ болѣе или менѣе ограничиваетъ формальныя возможности, вытекающія

изъ образованія понятія. Это ограниченіе тѣмъ значительнѣе, чѣмъ точнѣе нашъ опытъ. Вѣдь дѣйствительность всегда только одна; если предположить, что всѣ процессы можно изобразить согласно съ законами природы \*), то изъ данныхъ состояній возможно постепенное выведеніе всей вытекающей изъ нихъ дѣйствительности.

Но неопытный человѣкъ совершенно неспособенъ изъ данныхъ состояній вывести ихъ послѣдствія. Приобрѣтаемый, мало-по-малу, опытъ, точнѣйшія формы котораго выражаются законами природы, даетъ не столько знаніе того, какія возникнутъ явленія, сколько того, какіхъ явленій не можетъ возникнуть. Такъ, одинъ изъ болѣе общихъ законовъ природы, законъ сохраненія энергіи, утверждаетъ, что при всякомъ дѣйствіи не происходитъ увеличенія или уменьшенія суммы энергіи, каково бы ни было превращеніе ихъ; но онъ не говоритъ, какія же изъ возможныхъ превращеній дѣйствительно происходятъ. Дальнѣйшіе законы энергіи, особенно такъ называемое второе начало еще болѣе ограничиваютъ число возможностей, пока, наконецъ, если законы даннаго явленія вполне извѣстны, не останется одинъ единственный случай, который и представляетъ дѣйствительность.

Этотъ ограничивающій характеръ проявляется и при опытныхъ понятіяхъ времени и пространства. Все совершающееся можетъ быть представлено въ этихъ формахъ. Этимъ исключается изъ внѣшняго міра вообще все невременное и непространственное; но каково затѣмъ содержаніе опыта въ границахъ пространства и времени, остается исполнѣ неопредѣленнымъ и свободнымъ.

Эта неопредѣленность привела Канта къ возрѣнію на время и пространство, какъ на формы одного лишь созерцанія, и онъ приписалъ имъ, вслѣдствіе ихъ правильнаго участія въ нашемъ опытѣ, апriorный характеръ.

Теперь, когда мы совершенно свыклись съ идеей эволюціи, мы видимъ во времени и пространствѣ приобрѣтенныя безчисленнымъ рядомъ поколѣній и переданныя наслѣдственно формы, въ которыя облекается нашъ опытъ, и хотя мы и признаемъ, что для насъ лично невозможно вращаться въ другихъ формахъ, но мы не утверждаемъ, что наша духовная эволюція не могла принять иного направленія, которое привело бы къ выработкѣ другихъ формъ созерцанія.

Другими словами, мы можемъ сказать, что особенное многообразіе, даваемое временемъ и пространствомъ, достаточно въ настоящее время для помѣщенія и приведенія въ порядокъ нашихъ внутреннихъ и внѣшнихъ состояній, и что поэтому время и пространство образуютъ границы, обнимающія всѣ возможныя явленія.

\*) Мы познѣе займемся вопросомъ, насколько это предположеніе вѣрно.

О свойствах этих двух многообразий уже раньше (стр. 59) было сказано все необходимое; остается еще сказать кое-что о характере величин. При предположении, о достоверности которого мы уже говорили, что отменные твердые тела не претерпевают изменений при пространственном перенесении, можно рассматривать пространство как величину, ибо данное пространство можно разлагать на части, равные между собой, которые можно снова сложить в любом порядке, причем величина пространства не изменяется в зависимости от способа сложения. Конечно, это прежде всего верно для таких частей пространства, которые можно сложить без образования промежутков, напр. для равной величины кубов. Но так как пространство бесконечно делимо, то его можно всегда разделить, с каким угодно приближением, на очень малые кубы, сложением которых получается какое угодно суммирование пространства. Благодаря этому можно производить изменение пространства кубической единицей и ее десятичными подразделениями.

Подобныя же соображения имеют место и для других пространственных форм, поверхностей и линий. Любая кривая поверхность можно всегда, с каким угодно приближением, привести к плоскостям; то же относится и к выправлению кривых линий. Конечно, в обоих случаях сложение должно совершаться над элементами, т.-е. над такими малыми частями, что отклонение их от плоскости или от прямой меньше данной величины. Выполнению этого условия не препятствует никакое принципиальное затруднение.

Также было уже указано на то, что мы должны рассматривать пространство, как не зависящее от направления, т.-е. какое-либо образование \*) не меняет своих свойств при каком угодно перемещении его в пространстве. Но это не исключает возможности возникновения внутри такого, не зависящего от направления, пространства таких образований, которым не присуще это отрицательное качество. Такими образованиями являются, напр., кристаллы. Как известно, совсем не безразлично, в каком направлении исследовать кристалл, и цилиндр, вырезанный из кристалла, будет при одинаковых размерах иметь различные свойства, в зависимости от направления, в котором он был вырезан из кристалла. Такие пространства можно

\*) Проф. Оствальд стремится к тому, чтобы, где возможно, замѣнять иностранные термины немецкими; сверх того, онъ любитъ создавать новые термины, что представляетъ значительныя трудности для перевода. Слова *Geschehen* мы переводимъ «процессъ», *Geschehniss*—«событие», *Gebilde*—«образование», *Kraft*—«сила», *Stärke*—«напряжение»; но и *Spannung* пришлось перевести словомъ «напряжение».

Примѣч. ред.

сложить изъ элементовъ пространства только при условіи сохраненія определенныхъ направлений элементовъ. Но, такъ какъ эти *анизотропныя*, т.-е. обладающія свойствами, зависящими отъ направления, пространства въ остальномъ ничѣмъ не связаны, то и они могутъ быть рассматриваемы какъ настоящія величины, разложимыя на равныя элементы, при сложении которыхъ они снова получаются.

На вопросъ, есть ли время также *величина*, или ему присущи свойства напряженія (стр. 92), не такъ просто отвѣтить, какъ для пространства. Для пространства всегда возможно сравнение, такъ что отношеніе двухъ частей пространства можно исследовать какъ угодно часто и обстоятельно; для времени же совершенно невозможно перенесеніе одной части на другую. Съ этимъ связано то, что изъ частей времени нельзя образовать сумму времени въ любомъ порядкѣ, но онѣ должны при сложении соприкасаться въ мѣстахъ раздѣленія, чтобы снова дать такое время, которое можно рассматривать какъ ихъ сумму. Это суть признаки напряженія, и если мы ими ограничимся, то должны будемъ отнять отъ времени характеръ величины.

Тѣмъ не менѣе мы производимъ изменение времени, и обыкновенно употребляемый нами для этого инструментъ, часы, является, даже въ простой и дешевой обработкѣ, очень точнымъ измерительнымъ инструментомъ \*). Здѣсь, слѣдовательно, существуетъ очевидное противорѣчіе, которое мы должны устранить.

Для этого припомнимъ методы измерения времени. Всѣ они основаны на томъ, что какое-нибудь образование заставляютъ изменяться, но такъ, чтобы факторы, обуславливающіе изменение, оставались по возможности постоянными. Въ обыкновенныхъ часахъ съ маятникомъ это достигается тѣмъ, что движеніе стрѣлки дѣлаютъ зависимымъ отъ качаній маятника, отклоненіе котораго остается по возможности одинаковымъ. Этимъ легко достигается большая точность, такъ какъ даже довольно значительныя изменения отклоненія очень мало вліяютъ на время колебаній.

Если сдѣлать нѣсколько такихъ часовъ, то оказывается, что измеренныя ими времена остаются всегда взаимно пропорциональными. При этомъ безразлично, какимъ способомъ были приготовлены часы. Особенно же естественные часы: вращеніе земли вокругъ своей оси, ея обращеніе вокругъ солнца и движенія планетъ выказываютъ это свойство пропорциональности временъ. Если измерить всѣ эти дви-

\*) Часы, отклоняющіеся ежедневно на минуту, считаются обыкновенно плохими и съ полнымъ правомъ. Но въ дѣтѣ 1440 минутъ; слѣдовательно, ошибка нашихъ плохихъ часовъ равняется 0,07 %. Произвести химическій анализъ съ такой точностью удается только очень искуснымъ въ этомъ дѣлѣ химикамъ.

женія любимъ изъ нихъ, напр. продолжительностью земного года, то получатся постоянныя числа, когда бы ни происходили эти сравненія и сколько бы разъ мы ихъ ни повторяли.

Эти данныя опыта можно выразить такъ: остающійся неизмѣннымъ относительно другихъ условий процессъ не измѣняетъ своего теченія, въ какое бы время онъ ни былъ бы перенесенъ, подобно тому какъ пространственныя величины не измѣняются, въ какое бы мѣсто онъ ни были перенесены. Слѣдовательно, равными мы называемъ такія времена, въ которыя остающійся неизмѣннымъ процессъ даетъ равные результаты, напр., время одного періода колебанія. Опытъ показываетъ намъ, что такое опредѣленіе времени не противорѣчитъ наблюдаемымъ фактамъ и поэтому, сдѣлавъ эти предпосылки, мы имѣемъ право обращаться со временемъ, какъ съ измѣряемой величиной. И хотя мы въ дѣйствительности и не можемъ какъ угодно сложить время изъ его частей, но согласное съ опытомъ однообразие времени, благодаря которому всѣ методы измѣренія времени даютъ согласные результаты, позволяетъ намъ не обращать вниманія на эту невозможность.

Отсюда прорастаетъ двойственный характеръ времени, смотря по тому, какія явленія въ ихъ временныхъ отношеніяхъ мы наблюдаемъ. Для такихъ явленій, которыя, какъ только-что описанный, могутъ служить для измѣренія, т.-е. которыя могутъ, какъ угодно, долго протекать при постоянныхъ условіяхъ, для такихъ—время есть однообразная величина. Но не такъ для всѣхъ другихъ явленій. Къ послѣднимъ относится наша собственная жизнь.

Годы дѣтскаго, средняго и старческаго возрастовъ не воспринимаются нами какъ одинаковыя времена, ибо наше тѣло и душа находились при этомъ не въ постоянныхъ, а въ односторонне измѣнчивыхъ отношеніяхъ; поэтому отдѣльныя части жизни не могутъ быть сложены въ любомъ порядкѣ. Согласно съ этимъ времена жизни и не считаются за величины, и фраза: этотъ день былъ для меня очень длиннымъ или короткимъ, не кажется намъ противорѣчіемъ или бессмыслицей, хотя она и выражаетъ измѣнчивость отношенія между субъективнымъ и объективнымъ временемъ.

Слѣдовательно, время вообще не есть величина, въ строгомъ значеніи этого слова, но съ нимъ можно, при извѣстныхъ условіяхъ, обращаться какъ съ таковой, причемъ не возникаетъ несогласія съ опытомъ.

Итакъ, время и пространство оказываются особенными многообразіями, которымъ мы можемъ подчинить всѣ наши состоянія; теперь остается рѣшить вопросъ объ особенностяхъ этихъ состояній, т.-е. объ отличительныхъ свойствахъ вещей, посредствомъ которыхъ мы

можемъ различать другъ отъ друга различныя пространства и времена. Въ названныхъ понятіяхъ не заключена эта возможность различенія, такъ какъ мы признали ихъ однообразными, т.-е. неразличимыми въ своихъ частяхъ. Слѣдовательно, наши состоянія содержатъ еще другія болѣе узкія многообразія, къ отысканію которыхъ мы и приступимъ.

Образованіе понятій основывается на отысканіи общаго, т.-е. *возвращающагося*. Это послѣднее обладаетъ, повидимому, привилегированнымъ сравнительно съ измѣняющимся или различающимся существованіемъ, благодаря которому оно и выступаетъ въ опытѣ на первый планъ. Поэтому въ философскомъ или теоретическомъ мышленіи постоянно встрѣчается вопросъ о *первовещи* (Urding), лежащей въ основѣ всѣхъ вещей, изъ которой происходятъ вещи, представляющія разнообразныя формы ея проявленія. Особенно полны этой мыслью начала греческой философіи; вмѣсто проверки, насколько эта мысль важна, мы встрѣчаемъ только споры о томъ, что слѣдуетъ считать первовеществомъ.

Въ самомъ дѣлѣ, наблюденія надъ повседневными явленіями даютъ много поводовъ къ подобнаго рода представленіямъ. Горы и моря являются самыхъ различныхъ цвѣтовъ, смотря по времени дня и года; воду можно налить въ разнообразнѣйшіе сосуды; глина принимаетъ всевозможныя придаваемые ей формы; настроеніе и поступки чловѣка мѣняются изо-дня-въ-день,—и, однако, въ горахъ и морѣ, водѣ и глинѣ, въ каждомъ отдѣльномъ чловѣкѣ мы признаемъ нѣчто остающееся, прочное, по которому проходятъ различныя цвѣта, формы, настроенія и дѣйствія, не измѣняя его природы. Аристотель, большой энциклопедическій словарь древняго знанія, придалъ всѣмъ этимъ мыслямъ классическую форму: онъ признавалъ въ каждой вещи нѣчто не измѣняющееся, названное имъ *субстанціей*, и, кромѣ того, измѣняющееся различнаго рода, которому онъ присвоилъ имя *акциденціи*.

Мы должны признать этотъ образъ мыслей вполне удачнымъ уже потому, что для образованія понятій, какъ общаго средства мышленія, отправной точкой должно служить выдѣленіе возвращающейся составной части или, лучше сказать, возвращающейся стороны (потому что мы не имѣемъ права заранѣе утверждать, что возвращающееся можетъ быть выдѣлено какъ составная часть). Но мы не разъ уже замѣчали, что данное состояніе подчиняется совершенно различнымъ понятіямъ, смотря потому, какую сторону его мы рассматриваемъ. Мы не имѣемъ права заранѣе предполагать, что всякая вещь обладаетъ только одной «субстанціей», но скорѣе должны быть готовы признать существованіе многихъ субстанцій, смотря потому, съ какой стороны мы рассматриваемъ вещь. Такимъ образомъ, мы снова отъс-

нены на тот же путь анализа понятий, которому мы обязаны полученными до сих пор результатами; ибо этим путем мы вѣрнѣе всего найдем самую общую или самую общія субстанціи, какія только опытъ позволяетъ намъ познать и обозначить.

Въ смыслѣ этого анализа понятія намъ и слѣдуетъ поставить вопросъ: что даетъ намъ возможность образовать понятіе вещи въ примѣненіи къ внѣшнему міру? А этотъ вопросъ распадается на два другіе: что встрѣчается самымъ общимъ образомъ въ вещахъ внѣшняго міра, что, слѣдовательно, есть самая общая субстанція? и посредствомъ чего различаемъ мы другъ отъ друга вещи внѣшняго міра, т.-е. (въ опредѣленномъ выше смыслѣ) что есть самая общая акциденція?

При современномъ состояніи знанія на оба вопроса получается одинъ отвѣтъ: *энергія*. Энергія есть самая общая субстанція, ибо она есть существующее во времени и пространствѣ, и она же есть самая общая акциденція, ибо она есть различимое во времени и пространствѣ.

Пока этотъ отвѣтъ представляетъ для васъ слово, содержаніе котораго весьма различно, въ зависимости отъ вашей подготовки. Далѣе я постараюсь возможно точнѣе выяснитъ совершенно опредѣленный смыслъ, который, по моему мнѣнію, долженъ быть связанъ съ этимъ словомъ. Пока же это слово не есть еще отвѣтъ на поставленный вопросъ, а только программа.

Понятіе субстанціи, какъ въ философіи, такъ и въ наукѣ, прошло много различныхъ ступеней развитія, и указанная нами форма, въ которой оно встрѣчается у Аристотеля, есть только одна изъ многихъ, встрѣчающихся у него; во всякомъ случаѣ, впоследствии она болѣе всѣхъ другихъ выступила на первый планъ. Ходъ развитія этого понятія можно характеризовать въ краткихъ словахъ такъ: то, что первоначально приписывалось субстанціи вещей, отходитъ мало-по-малу къ акциденціямъ, пока, наконецъ, Кантъ не пришелъ къ «вещи въ себѣ», не имѣющей никакихъ качествъ. Когда всѣ свойства были совершенно правильно признаны посредственными или непосредственными отношеніями вещи къ познающему субъекту, то пришли къ заключенію, что, если отнять отъ вещи эти субъективныя составныя части, остающійся независимый отъ субъекта остатокъ и будетъ «вещь въ себѣ». О ней мы не можемъ ничего знать, кромѣ того, что она существуетъ, ибо все, что мы, кромѣ того, узнаемъ о ней, рисуетъ намъ ее такою, какою она является намъ, а не такою, какою она есть сама по себѣ.

Какъ можемъ мы вообще знать, что за вещь, даваемой опытомъ, скрывается вещь, не познаваемая опытомъ—это представлялось важнымъ вопросомъ и для Канта, и онъ далъ на него различные отвѣты. Мы не будемъ останавливаться на критикѣ кантовскихъ до-

казательствъ существованія вещи самой по себѣ; но посмотримъ, какъ относятся къ этому вопросу науки, наиболѣе въ немъ заинтересованныя практически, физика и химія—съ одной стороны, физиологія и психологія—съ другой. Здѣсь мы прежде всего видимъ, что первыя двѣ, не заботясь о кантовской критикѣ разума, привыкли смотрѣть на вещи со всѣми ихъ качествами какъ на реальности; физиологія же чувства и связанная съ нею часть психологіи склоняются скорѣе въ пользу кантовскаго возрѣнія въ пониманіи многообразныхъ различій, выказываемыхъ на опытѣ одной и той же вещью, смотря по роду ея дѣйствія на чувства. Можно даже сказать, что проповѣдуемый и выполненный въ послѣдней половинѣ столѣтія «возвратъ къ Канту» въ наукѣ и философіи былъ вызванъ успѣхами физиологіи чувствъ.

Слѣдовательно, существуютъ двѣ группы различныхъ основаній, изъ которыхъ одна обуславливаетъ взглядъ на вещи, какъ на существующія дѣйствительно такими, какими онѣ намъ кажутся, другая—противоположный этому взглядъ. Чтобы устранить существующее между ними противорѣчіе, слѣдуетъ доказать, что оба взгляда страдаютъ неполнотой, устраненіе которой приведетъ къ ихъ сліянью. Эту неполноту слѣдуетъ, разумѣется, искать въ ограниченіи понятія субстанціи съ той и съ другой стороны.

Субстанція въ физикѣ и химіи девятнадцатаго вѣка носила особенное названіе *матеріи*. Она осталась, подобно остатку отъ перегонки, послѣ того какъ многія субстанціи восемнадцатаго вѣка, особенно теплородъ, электрическая и магнитическая матеріи, свѣтовая и многія другія потеряли съ теченіемъ времени свой субстанціальныя характеръ и въ качествѣ «силъ» стали вести болѣе духовное существованіе. Что въ настоящее время подразумѣвается подъ словомъ матерія—трудно точно установить. Ибо, если мы начнемъ искать положительныхъ опредѣленій ея, окажется, что о ней обыкновенно говорятъ, какъ о чемъ-то само собою разумѣющемся, значеніе чего заранѣе уже предполагается.

Однако, встрѣчающіяся въ учебникахъ физики данныя о свойствахъ матеріи дадутъ намъ возможность установить приблизительныя границы этого понятія. Просматривая учебники, мы найдемъ слѣды нѣкотораго развитія. Въ то время какъ старѣйшіе учебники очень опредѣленно трактуютъ эти вопросы, въ новѣйшихъ замѣчается склонность обходить ихъ, какъ сомнительныя и ненадежныя, и вообще не разбирать ихъ. Однако, можно вообще извлечь слѣдующее:

Всякая матерія обладаетъ опредѣленнымъ количествомъ; количество матеріи называется обыкновенно *массой* \*). Далѣе, матерія

\*) Въ научномъ смыслѣ слово масса обозначаетъ нѣчто совершенно иное, именно величину, измѣряющую отношеніе тѣлъ при измѣненіяхъ дви-

имѣетъ опредѣленные качественныя различія, сводящіяся къ существованію отъ 70 до 80 элементовъ, которые не могутъ превращаться одинъ въ другой. Затѣмъ матеріи принадлежатъ пространственное протяженіе и форма; послѣдняя только въ нѣкоторыхъ случаяхъ (въ твердыхъ тѣлахъ) зависитъ отъ самой рассматриваемой матеріи, въ другихъ же случаяхъ она опредѣляется окружающей ее средой. Далѣе, матеріи приписывается непроницаемость, т.-е. двѣ различныхъ части матеріи не могутъ занимать одновременно одно и то же пространство. Наконецъ, матерію считаютъ неуничтожаемой.

Кромѣ этихъ существенныхъ свойствъ матеріи различаютъ еще общія свойства, которыя хотя и встрѣчаются во всякой матеріи, но не принадлежатъ по существу къ ея понятію. Къ нимъ относятся жесткость, или способность сохранять данное состояніе движенія, тяжесть, дѣлимость и пористость. Впрочемъ, относительно того, которыя изъ этихъ свойствъ существенны, а которыя общи, существуетъ мало согласія, а часто между ними совсѣмъ не дѣлается въ этомъ отношеніи различія.

Такое состояніе науки нельзя назвать утѣшительнымъ. Если вы припомните ваше первое знакомство съ основными понятіями физики, то вы вспомните смутное чувство, сопровождавшее вапу попытку извлечь изъ этихъ обсужденій что-нибудь опредѣленное; это чувство лучше всего можетъ быть характеризовано метафорой мельничнаго колеса въ головѣ. Мы всѣ, включая и учителя, легче вздохнули, когда отъ этихъ разсужденій перешли къ рычагу, Атвудовой машинѣ или чему-либо иному болѣе реальному.

Эти опредѣленія дѣлаются, очевидно, съ цѣлью находенія и выдѣленія общихъ свойствъ, присущихъ вещамъ внѣшняго міра. Старое понятіе вещества стремилось обнять все физическое. Затѣмъ, когда съ понятіемъ вещества стали связывать опредѣленную форму и осязаемость и особенно неуничтожаемость, тогда это понятіе пришлось ограничить вещами, обладающими массой (въ механическомъ значеніи) и вѣсомъ. Но этимъ самымъ были исключены многочисленныя важныя явленія, какъ, на примѣръ, явленія свѣта и электричества. Они, повидимому, передаются отъ солнца и звѣздъ на землю черезъ свободное отъ матеріи пространство, не примыкая при этомъ ни къ чему матеріальному.

Правда, пытались заполнить этотъ крупный пробѣлъ, принимая существованіе нематеріальной матеріи, т.-е. не обладающей вышеуказанными свойствами, но могущей служить для передачи нѣкоторыхъ другихъ свойствъ или состояній; это такъ называемый эфиръ;

женія. Въ настоящее время различіе между этими двумя значеніями не всегда отчетливо сознается.

въ учебникахъ физики и годовыхъ отчетахъ по физикѣ матерія рассматривается отдѣльно отъ эвѳира. Но это, очевидно, крайнее средство. Ибо всѣ попытки установить свойства эвѳира по аналогіи съ извѣстными свойствами матеріи привели къ неразрѣшимымъ противорѣчіямъ. Такимъ образомъ, предположеніе о существованіи эвѳира держится въ наукѣ не потому, что оно даетъ удовлетворительное представленіе о фактахъ, но скорѣе потому, что не умѣютъ и не стараются замѣнить его чѣмъ-нибудь лучшимъ.

Поставимъ себѣ задачей найти цѣльное представленіе объ отношеніяхъ внѣшняго міра тѣмъ же способомъ, какимъ мы пользовались до сихъ поръ; въ такомъ случаѣ намъ слѣдуетъ прежде всего образовать понятіе субстанціи, основываясь по возможности точно и непредубѣжденно на опытѣ, ибо, въ дѣйствительности, этотъ способъ заключается въ отысканіи понятій, обладающихъ свойствомъ сохраненія или вѣчности, а если мы найдемъ нѣсколько такихъ понятій, то мы должны будемъ указать среди нихъ то, которое представляетъ постоянную составную часть всѣхъ внѣшнихъ вещей.

Съ тѣхъ поръ какъ въ концѣ восемнадцатаго вѣка былъ открытъ законъ о неизмѣняемости общаго вѣса при всякаго рода химическихъ и физическихъ процессахъ, установился обычай называть субстанціей или матеріей только вѣсомыя вещи. Однако, вѣсомыя вещества суть не единственныя вещи, сохраняющіяся при всѣхъ извѣстныхъ условіяхъ. На примѣръ, въ механикѣ существуетъ нѣкоторая величина, называемая *количествомъ движенія*; она зависитъ отъ массъ и скоростей и также обладаетъ свойствомъ сохраненія. Совершенно такъ же, какъ и для вѣса вѣсомыхъ веществъ, неизвѣстно явленія, при которомъ бы могло измѣниться количество движенія данного образованія. Оно, конечно, можетъ измѣниться при столкновеніи съ массами, обладающими иной скоростью, но, такъ какъ массы также не могутъ быть ни созданы, ни уничтожены, то это кажущееся противорѣчіе зависитъ оттого, что количество движенія первой группы было выведено, не принимая въ расчетъ этой присоединившейся позднѣе массы. Если же ее заранѣе принять въ расчетъ, то законъ о сохраненіи количества движенія будетъ существовать во всей строгости, не допуская исключеній.

То же свойство сохраняемости или несоздаваемости и неуничтожаемости присуще и многимъ другимъ извѣстнымъ въ физикѣ невѣсомымъ величинамъ; на примѣръ, количество электричества тоже не можетъ быть измѣнено никакимъ извѣстнымъ намъ процессомъ, если при сложеніи положительныхъ и отрицательныхъ количествъ принимать въ расчетъ ихъ знаки. Ибо всегда образуются одинаковыя количества положительнаго и отрицательнаго электричества, сумма которыхъ равна нулю, и, слѣдовательно, не можетъ измѣнить существующаго общаго количества.

Наконецъ, существуютъ еще одна величина, носящая названіе *работы* или *энергіи*, сохраненіе которой (въ нѣкоторомъ опредѣленномъ смыслѣ) стало извѣстно и было признано въ серединѣ девятнадцатаго вѣка. Слѣдовательно, и энергія относится къ неуничтожаемымъ и не создаваемымъ вещамъ.

Если мы разсмотримъ эти и еще инныя, повинующіяся закону сохранения, величины, то придемъ къ слѣдующему выводу. За исключеніемъ энергіи всѣ понятія, величины которыхъ подчиняются закону сохранения, имѣютъ примѣненіе только въ ограниченной области явленій природы. *Одна только энергія присуща всемъ известнымъ явленіямъ природы безъ исключенія*; или, иными словами, *всѣ явленія природы могутъ быть подчинены понятію энергіи*. Слѣдовательно, это понятіе пригодно для рѣшенія проблемы, заключающейся въ понятіи субстанціи и недостаточно полно разрѣшаемой понятіемъ матеріи.

Но энергія не только присутствуетъ во всѣхъ явленіяхъ природы, она и опредѣляетъ ихъ всѣхъ. Всякій процессъ будетъ точно и полно представленъ или описанъ, если будетъ указано, какія энергіи претерпѣли временныя и пространственныя измѣненія. И, наоборотъ, на вопросъ, при какихъ вообще условіяхъ наступитъ процессъ, можно дать общій отвѣтъ, основанный на отношеніи между существующими энергіями. Слѣдовательно, понятіе энергіи отвѣчаетъ второму требованію, предъявляемому къ самому общему понятію вещи внѣшняго міра. Дѣйствительно можно сказать: *все, что намъ извѣстно о внѣшнемъ мірѣ, можетъ быть выражено въ формѣ положеній о существующихъ энергіяхъ*, и поэтому понятіе энергіи оказывается во всѣхъ отношеніяхъ самымъ общимъ изъ всѣхъ, созданныхъ до сихъ поръ наукою. Оно обнимаетъ не только вопросъ о субстанціи, но и вопросъ о причинности.

Высказанныя мною утвержденія такъ важны, что я чувствую себя обязаннымъ ихъ обосновать и доказать. Я сразу указалъ вамъ на всю обширность результата для того, чтобы заранѣе привлечь ваше вниманіе къ предстоящимъ важнымъ изслѣдованіямъ. Это тѣмъ болѣе необходимо, что теперь рѣчь пойдетъ не о возрѣніяхъ, какъ это было до сихъ поръ, болѣе или менѣе принятыхъ въ наукѣ, но о такихъ, которыя до сихъ поръ встрѣтили скорѣе осужденіе, чѣмъ признаніе. Спѣшу прибавить, что это осужденіе имѣетъ не только психологическія, но и нѣкоторыя фактическія основанія, главнымъ образомъ потому, что не существуетъ законченнаго и достаточно обстоятельнаго изложенія ученія объ энергіи, или энергетикѣ, въ примѣненіи къ общему мировоззрѣнію. Можетъ-быть, моя попытка дать такое изложеніе побѣдитъ сопротивленіе хотя бы нѣкоторыхъ лицъ. Но не

могу скрыть отъ себя, что возможно и обратное. Ибо, по наблюденію Бисмарка, величайшаго знатока нѣмцевъ, достаточно у насъ опредѣленно высказать какой-нибудь взглядъ, чтобы тотчасъ же вызвать страстныя опроверженія его со стороны людей, относившихся раньше къ этому вопросу совершенно равнодушно.

Чтобы составить себѣ представленіе о содержаніи понятія энергіи, будемъ исходить изъ факта нашей способности посредствомъ вызывать по желанію событія во внѣшнемъ мірѣ. Это происходитъ такимъ образомъ, что при участіи воли сокращаются опредѣленные мускулы, чѣмъ вызываются движенія нашихъ членовъ, вызывающія, съ своей стороны движенія во внѣшнемъ мірѣ. Изъ опыта мы знаемъ, что различныя вещи не одинаково легко приводятся въ движеніе. Не одинаковыя усилія требуются для того, чтобы поднять вставку для пера или книгу, еще болѣе усиліе требуется для того, чтобы поднять стулъ; поднять же взрослога человѣка не всякій можетъ. Съ другой стороны, большая разница, подыметь ли мы стулъ только настолько, чтобы его перенести, или мы его понесемъ вверхъ по лѣстницѣ. Во второмъ случаѣ требуется болѣе усиліе.

Слѣдовательно, то, что мы пока обозначили словомъ *усиліе*, есть непрерывное многообразіе. Можно ли его разсматривать какъ величину въ смыслѣ, указанномъ на стр. 93, зависитъ отъ того, можно ли складывать его части. Это, безъ сомнѣнія, возможно, ибо на одновременное поднятіе по лѣстницѣ двухъ стульевъ требуется болѣе усиліе, которое мы можемъ, не вызывая противорѣчій, считать вдвое больше перваго.

Посредствомъ разнаго рода машинъ можно вызвать такія же перемѣненія, какъ и посредствомъ дѣятельности человѣка, между тѣмъ имъ нельзя приписать «усилія». Поэтому цѣлесообразнѣе выбрать для дѣйствующей здѣсь величины болѣе общее названіе; мы называемъ ее *работой*.

Приведенные нами примѣры работы состояли въ поднятіи тяжелыхъ предметовъ. Но работа нужна и при заводѣ пружинныхъ часовъ, и при надуваніи шины у велосипеда. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ другими формами работы.

Во всѣхъ этихъ различныхъ случаяхъ извѣстныя тѣла или части тѣлъ должны быть двинуты на извѣстное разстояніе, преодолевая нѣкоторое сопротивленіе. Для характера самаго дѣла не составляетъ разницы, будетъ ли это сопротивленіе заключаться въ тяжести, или эластичности пружины, или, наконецъ, въ давленіи воздуха на поршень; мы знаемъ, что во всѣхъ случаяхъ мы можемъ произвести опредѣленное количество работы, и что послѣ болѣе или менѣе продолжительной работы наступитъ истощеніе нашей работоспособности

или нашего запаса работы. Нормальный организм через некоторое время возстановит потерю, главным образом, путем соответственного приема питательных веществ.

Далее, мы знаем, что одна работа может превратиться в другую. Если я буду тянуть веревку за один конец, я произведу работу на другом конце, в месте, в котором я не нахожусь. Следовательно, работа есть *переносимая величина*. Работа, которую я произвел при заводке моих карманных часов, поддерживается в продолжение 24 часов мои часы в движении; следовательно, работа *может сберегаться*. Наконец, работа *превращается*, так как при посредстве различного рода машин я могу производить работы, которых я не могу сделать без их помощи; напр., я могу сдвинуть с помощью лома или рычага тяжелый камень, которого я не мог бы сдвинуть без этого орудия.

При подобных превращениях работы имеет место *закон сохранения*, заключающийся в том, что при превращении количество работы *никогда не может увеличиться*. Следовательно, превращая работу  $A$  в  $B$ ,  $B$  в  $C$ , и так далее, наконец, превратив работу  $Z$  снова в  $A$ , я все же никогда не получу больше работы, чем первоначальное количество  $A$ . Часто я получаю даже гораздо меньше, но можно доказать, что это происходит оттого, что часть работы перешла при превращениях в другие формы. Если это устранить или принять в расчет, то вступает в силу общий закон, что при всех превращениях работы количество ее остается неизменным, если ее под конец привести к первоначальной форме. Если, напр., я поднял известную тяжесть на определенную высоту, то вся работа, полученная мною каким бы то ни было образом при падении этой тяжести и при каких-либо дальнейших превращениях этой работы, будет, в лучшем случае, достаточной, чтобы ту же тяжесть поднять на ту же высоту, но никак не большую тяжесть на ту же высоту или ту же тяжесть на большую высоту.

Если таков результат, то приходится заключить, что и промежуточные формы работы соответствуют этому закону. Но, чтобы проверить это положение, мы должны иметь средство так измерять работу, чтобы можно было сравнивать ее количество в различных формах работы.

При этом оказывается, что на количество работы влияют две различных вещи. Во-первых, расстояние, на которое тяжесть должна быть подвинута; во-вторых, величина сопротивления, которое должно быть преодолено при движении. Это сопротивление называют *силой*; мы имеем приблизительную меру для величины силы в напряжении наших мускулов при исполнении работы. Работа увеличивается с

длиной пути и величиной силы. Следовательно, мы можем сравнивать между собою различные работы, образовав из длины пути и силы сложную величину, обладающую указанным свойством. Простейшая из таких функций есть *произведение*; и, действительно, оказывается, что при всех превращениях данной работы произведение силы на длину пути остается постоянным.

Принимая это во внимание, мы можем расширить закон сохранения работы. Раньше он имел значение только на случай, когда после различных превращений получали одинаковую с первоначальной работу, теперь его можно распространить и на промежуточные ступени превращения; следовательно, он получает общее значение.

Чтобы составить себе ясную картину значения этого вывода, мы должны дать себе отчет в том, как производятся измерения силы, длины пути и работы.

Измерение длины пути не представляет никаких затруднений: пройденное расстояние измеряется, и данные выражаются в принятых единицах. В научных исследованиях принимают не метр, а его сотую долю — сантиметр, сокращенно *см*.

Измерить силу уже не так легко. Так как мы определили ее как сопротивление движению тела, то мы можем измерять равные силы равными перемещениями одного и того же сопротивляющегося тела. Возьмем, напр., как орудие для сравнения, такую пружину, которая употребляется в некоторых весах для шеек, тогда мы можем считать те грузы обладающими одинаковыми силами, которые выводят чашку весов из ее положения на одинаковую величину. Если мы определим таким способом несколько одинаковых грузов или тяжестей, то мы можем установить двойную, тройную и т. д. силу, в раз навсегда выбранной единице, складывая соответственное число одинаковых тяжестей. Эта возможность складывать силы в любом порядке является, с другой стороны, ручательством за то, что мы имеем право рассматривать силы как величины в определенном, указанном на стр. 93 смысле.

Единицей силы не может служить сила, с которой единица массы, грамм или килограмм стремится к земле. Эта сила изменяется, на что было уже указано раньше (стр. 87). Поэтому искали и нашли другой способ, который не может еще быть нами здесь рассмотрен, для независимого от изменения тяжести определения силы. Единица, полученная этим путем, оказалась очень малой: она немногим больше одной тысячной грамма; в круглых числах она равняется  $\frac{1}{980}$  грамма (так как тяжесть меняется с положением места, то эта дробь несколько изменяется для каждого определенного места). Эта единица силы называется *диной*.

Единица работы равняется произведенію единицы силы на единицу разстоянія; другими словами, она равняется работѣ, производимой силой, равной одной динѣ, на разстояніи одного сантиметра. Единица работы называется *эргомъ*. Если сила въ  $f$  динѣ дѣйствуетъ на разстояніи  $s$  см, то произведенная при этомъ работа равняется  $fs$  эргамъ.

Мы должны, кромѣ того, тщательно различать приобрѣтаетъ или теряетъ работу разсматриваемое нами образованіе при данномъ измѣненіи. Когда мы заводимъ часы, наше тѣло становится бѣднѣе работой, а часы настолько же богаче. Образованіе изъ поднятаго камня и земли содержитъ больше работы, чѣмъ образованіе изъ упавшаго камня и земли, ибо въ первомъ случаѣ камень, падая на землю, можетъ произвести работу. Если нѣкоторому образованію придать нѣкоторое количество работы и затѣмъ отъ него отнять то же количество, то содержаніе работы въ немъ останется прежнимъ, т.-е. результатъ будетъ равенъ нулю. Поэтому съ приданными и отнятыми работами въ данномъ образованіи можно обращаться какъ съ положительными и отрицательными числами. Согласились принимать работу за положительную по существу величину и потому считаютъ работу, прибавленную къ образованію, положительной, отнятую отъ образованія—отрицательной.

Только-что описанный видъ работы не есть единственный, и данное количество этого вида работы можетъ быть превращено не только въ другую работу, измѣряемую произведеніемъ изъ силы на разстояніе, но и во многіе другіе виды работы, какъ напр. теплота, электрическая работа, химическая работа. Обыкновенно эти виды называются уже не работой, а энергіей, и мы опредѣлимъ *энергію какъ работу, или какъ все, что можетъ происходить изъ работы и быть превращаемо въ работу.*

Мы позднѣе дадимъ описаніе различныхъ видовъ энергіи въ томъ размѣрѣ, въ какомъ это будетъ нужно для нашей цѣли; пока намъ будетъ достаточно только-что даннаго признака ея: образованія изъ работы и превращенія въ работу.

Для всѣхъ этихъ различныхъ видовъ энергіи имѣетъ мѣсто тотъ же законъ *сохраненія*, который былъ данъ для работы. Во-первыхъ, послѣ превращенія работы въ рядъ различныхъ формъ энергіи и напослѣдокъ въ прежній видъ работы, получается первоначальное количество работы, предполагая, конечно, что превращенія были полныя или что неполнота ихъ была принята въ расчетъ. Съ другой стороны, при превращеніи даннаго количества какой-нибудь энергіи всегда получается пропорціональное количество другой энергіи. Если назвать *равными* количества различныхъ энергій, получающіяся другъ изъ друга при полномъ превращеніи, то можно дать слѣдующее положеніе:

*общее количество существующихъ энергій остается неизмѣннымъ при всѣхъ превращеніяхъ.* Этотъ чрезвычайно важный и общій законъ былъ открытъ въ 1842 г. нѣмецкимъ врачомъ Юліусомъ-Робертомъ Майеромъ.

Теперь разсмотримъ нашъ внѣшній міръ съ выясненной нами точки зрѣнія. Во-первыхъ, мы видимъ, что дѣятельность нашихъ органовъ чувствъ, отъ которой зависитъ наше понятіе внѣшняго міра, всегда вызывается тѣмъ что на нихъ потрачена работа, т.-е. измѣнена ихъ энергія. Мы должны произвести работу: позвать, или позвонить, или ударить по плечу, чтобы обратить на себя вниманіе человѣка, съ которымъ мы желаемъ войти въ сношеніе, и войти въ сношеніе мы можемъ тоже, только израсходовавъ нѣкоторую работу: рѣчь, письмо, движеніе руки и т. п.; точно также сношеніе внѣшняго міра съ нами происходитъ при соотвѣтственномъ производствѣ работы. Мы слышимъ потому, что въ нашей барабанной перепонкѣ или въ нашемъ внутреннемъ ухѣ происходитъ работа, вызываемая колебаніями воздуха. Мы видимъ потому, что лучистая энергія вызываетъ химическія работы въ сѣтчатой оболочкѣ нашего глаза, которыя воспринимаются какъ свѣтъ. Когда мы осязаемъ твердое тѣло, мы ощущаемъ механическую работу, израсходываемую на сжатіе концовъ нашихъ пальцевъ и въ данномъ случаѣ также на сжатіе твердаго тѣла. Обоняніе и вкусъ вызываются химическими работами, происходящими въ органахъ носа и рта. Повсюду внѣшнательство энергій или работъ даетъ намъ свѣдѣнія о томъ, какъ устроенъ внѣшній міръ и каковы его свойства, и вся природа представляется намъ, съ этой точки зрѣнія, распредѣленіемъ въ пространствѣ и времени пространственно и временно измѣняющихся энергій,—распредѣленіемъ, о которомъ мы получаемъ свѣдѣнія по мѣрѣ того, какъ эти энергіи переходятъ на наше тѣло, особенно на специально выработанные къ воспріятію опредѣленныхъ энергій органы чувствъ.

Этотъ важный фактъ ляжетъ въ основаніе нашихъ дальнѣйшихъ изслѣдованій; поэтому вы извините меня, если я еще разъ повторю сказанное въ нѣсколько иной формѣ, въ которой оно, можетъ-быть, станетъ для васъ еще очевиднѣе. Представьте себѣ, что изъ всѣхъ чувствъ мы обладали бы только чувствомъ вкуса, и не сознали бы никакихъ другихъ воздѣйствій энергіи на наше тѣло. Какъ малъ былъ бы тогда нашъ міръ! Полость рта заключала бы весь познаваемый нами міръ. Благодаря тому, что различныя вещества попадали бы въ нашъ ротъ, мы замѣчали бы измѣненіе во времени нашего бытія; но такъ какъ мы не имѣли бы ни малѣйшихъ данныхъ для опредѣленія порядка явленій, то теченіе нашего существованія было бы для насъ еще непонятнѣе, чѣмъ оно есть при дѣйствительно существующихъ условіяхъ.



Нашъ міръ нѣсколько расширился бы, если бы еще присоединилось чувство обонянія, но это расширение было бы еще очень ничтожнымъ. Мы могли бы сопоставить запахи и вкусы, и это дало бы намъ новый источникъ умственного развитія, но нашъ міръ попрежнему вмѣщался бы въ ящикъ, менѣе чѣмъ въ кубической метръ объема.

Если у насъ разовьется еще и чувство осязанія, то нашъ міръ станетъ нѣсколько большимъ, а главное мы будемъ въ состояніи лучше въ немъ ориентироваться. Смотря по объему, который мы можемъ охватить, нашъ міръ будетъ обнимать пространство въ нѣсколько кубическихъ метровъ, содержаніе котораго мы можемъ изучить съ точностью до одного миллиметра. Это уже большой шагъ въ развитіи, но какъ еще мы далеки отъ того міра, который мы дѣйствительно знаемъ!

Благодаря слуху нашъ міръ станетъ уже значительно обширнѣе. Вслѣдствіе большой скорости распространенія воздушныхъ волнъ и очень малыхъ количествъ энергіи, потребныхъ для образованія слуховыхъ ощущеній, мы познаемъ черезъ посредство этого чувства уже гораздо больше о событіяхъ внѣшняго міра; область познаваемого нами міра достигаетъ объема въ кубической километръ и болѣе. Однако, это чувство не позволяетъ намъ точно ориентироваться во внѣшнемъ мірѣ, такъ что пространственное представленіе о мірѣ, покоящееся исключительно на звуковыхъ данныхъ, было бы чрезвычайно смутнымъ и расплывчатымъ.

Чувство, посредствомъ котораго мы получаемъ самое обширное и въ то же время самое точное познаніе внѣшняго міра, есть зрѣніе. Особый видъ энергіи, дѣйствующій на нашъ глазъ, называется свѣтомъ или, болѣе обще, лучистой энергіей. Она пробѣгаетъ съ величайшей скоростью громадныя пространства, и при ея помощи мы узнаемъ о существованіи источниковъ лучистой энергіи на такомъ отъ насъ разстояніи, на которомъ до насъ не достигаетъ никакая иная вѣсть, т.-е. никакой иной видъ энергіи. Поэтому наше знаніе объ отдаленнѣйшихъ предметахъ, мировыхъ тѣлахъ, ограничивается тѣмъ, что намъ говоритъ о нихъ лучистая энергія, и успѣхи физической астрономіи заключаются въ томъ, что мы научаемся извлекать все болѣе и болѣе данныхъ изъ вида и формы лучистой энергіи, посылаемой намъ этими тѣлами. Наши телескопы, при посредствѣ которыхъ мы все глубже проникаемъ въ небесное пространство, суть только аппараты, служащіе для возможно лучшаго собиранія и отсыланія въ глазъ лучистой энергіи; поэтому ихъ дѣйствіе зависитъ непосредственно отъ величины поверхности объектива, и при помощи телескопа мы видимъ только тѣ предметы, лучистая энергія которыхъ, собранная линзой, оказывается достаточной для того, чтобы возбудить въ нашемъ глазу свѣтовое ощущеніе. На мѣсто глаза можно

поставить фотографическую пластинку, которая накопляетъ въ формѣ химическаго дѣйствія прибывающія количества энергіи, чего въ глазу не происходитъ вслѣдствіе обмѣна веществъ, поэтому фотографія позволяетъ значительно расширить доступное намъ мировое пространство.

Итакъ, вы видите: наше представленіе о мірѣ зависитъ отъ того, какія энергіи мы можемъ воспріять такъ, чтобы работа ихъ перешла въ наше сознаніе въ формѣ ощущенія. Если бы у насъ были органы чувствъ для воспріятія издалека электричества и температуры, то мы замѣтили бы на землѣ и на небѣ гораздо болѣе разнообразіе, чѣмъ то, какое теперь достигаетъ нашего сознанія, и электрическія настроенія ландшафта могли бы возбуждать въ насъ такія же богатые ощущенія, какъ видъ солнечнаго заката или цвѣтущаго луга.

Вотъ энергетическая картина міра, которую вы теперь сохраните надолго въ вашемъ умѣ. Моя задача будетъ заключаться въ томъ, чтобы заполнить широкія очертанія этой картины наглядными формами и красками и обратить ваше вниманіе на особенно важныя подробности этой картины. Но теперь мы установили идеи, въ кругу которыхъ мы будемъ отнынѣ вращаться.

## Девятая лекція.

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МИРОСОЗЕРЦАНІЕ.

Горе! Горе!  
Его ты разрушилъ,  
Міръ красоты,  
Мощной рукой!  
Горе! онъ палъ,—  
Палъ полубогомъ разрушенъ!

Такъ поетъ невидимый хоръ духовъ въ концѣ девятнадцатаго вѣка. Этотъ полубогъ назывался Майеромъ, и онъ совершилъ свое дѣяніе полъ-вѣка тому назадъ. Только никто не замѣтилъ этого, и старый міръ, по закону инерціи, продолжалъ, казалось, свое существованіе, хотя и становилось все болѣе и болѣе очевиднымъ, что жить въ немъ ненадежно и неуютно.

Юліусъ Робертъ Майеръ, гейльбронскій врачъ, напечаталъ въ 1842 г. небольшую статью подъ заглавіемъ «Замѣтки о силахъ неодушевленной природы», въ которой онъ впервые указалъ на то, что, кромѣ матеріи, существуютъ еще другія реальности, подобно ей, и еще въ болѣе обширномъ смыслѣ, чѣмъ она, несозидаемая и неуничтожаемая. Онъ посвятилъ этотъ трудъ «друзьямъ яснаго, свободнаго отъ гипотезъ міровоззрѣнія», но, вслѣдствіе необычности высказанныхъ въ ней идей, эта статья не была принята въ главный физическій журналъ и пріютилась въ химическомъ журналѣ, въ редактируемыхъ Юстусомъ Либихомъ *Annalen der Chemie und Pharmacie* (Vd. 42. S. 233). И Майеръ, здравыя теоретическія воззрѣнія котораго только-что начинаютъ получать надлежащую оцѣнку, не избѣгнулъ несправедливаго упрека въ томъ, что его открытія основаны не на опытѣ, а на сомнительныхъ умствованіяхъ. Достаточно вспомнить, что уже въ этой первой работѣ находилось вычисленіе механическаго эквивалента тепла, чтобы убедиться, что онъ высказывалъ не неопредѣленные мысли или догадки, а вполне ясныя и продуманныя до конца понятія. Только благодаря краткости изложенія, явившейся результатомъ предыдущихъ неудачныхъ попытокъ помѣстить статью, она получила кажущійся догматическій характеръ. Позднѣйшія статьи Майера и мысли, высказанныя имъ въ его письмахъ и замѣткахъ, не оставляютъ сомнѣній въ томъ, что его великое открытіе носило вполне опытный характеръ.

Мы вернемся къ подробному разсмотрѣнію работъ Майера позднѣе, когда будемъ говорить о теплотѣ. Обращу еще выше вниманіе на то, что независимо отъ Майера пропорціональность между потраченной работой и образовавшейся теплотой была открыта гениальнымъ англійскимъ пивоваромъ Джоулемъ, который и напечаталъ о своемъ открытіи годомъ позднѣе Майера. Затѣмъ въ 1847 г. появилась работа 26-лѣтняго медика Гельмгольца, въ которой мысль объ эквивалентныхъ превращеніяхъ различныхъ видовъ энергій совершенно самостоятельно проводилась черезъ всю область извѣстныхъ въ то время физическихъ и химическихъ явленій \*).

Благодаря этимъ, съ разныхъ сторонъ явившимся, однороднымъ изслѣдованіямъ, идея энергій понемногу проникла въ науку, но, согласно общему закону психологіи науки, ученые старались связать, насколько возможно, новыя идеи съ прежними теоретическими и гипотетическими представленіями. Майеръ и всѣ его послѣдователи крѣпко держались дуализма матеріи и энергій, которыя они разсматривали какъ равноцѣн-

\*) Ueber die Erhaltung der Kraft, Berlin 1847 bei G. Reimer.—Перепечатано слово-въ-слово въ Ostwald's Klassikern der exacten Wissenschaften, № 1; Leipzig, W. Engelmann.

ныя понятія. Относительно же другихъ болѣе узкихъ гипотетическихъ предположеній, заключавшихся въ признаніи всѣхъ видовъ энергій за механическія, мнѣнія раздѣлились; Джоуль и Гельмгольцъ придерживались этихъ гипотезъ, Майеръ же былъ свободенъ отъ нихъ.

Только полъ-вѣка спустя послѣ открытія закона энергій былъ серьезно изслѣдованъ вопросъ, въ какомъ другъ къ другу отношеніи стоятъ энергія и матерія. Изъ прежняго представленія о нихъ, какъ о равноцѣнныхъ понятіяхъ, медленно развился взглядъ на нихъ, какъ на недѣлимое понятіе. По крайней мѣрѣ матерію нельзя ни понять, ни опредѣлять, не упоминая непрестанно о свойствахъ энергій. На обратную попытку, понять энергію безъ матеріи, долго не рѣшались, хотя, вскорѣ послѣ установленія закона энергій, Рэнкинъ, Максвелль, а позднѣе Гельмъ указывали на то, что въ сущности все, что мы знаемъ о мірѣ, заключается въ знаніи отношеній энергій. Однако, все же на матерію смотрѣли, по крайней мѣрѣ, какъ на носителя различныхъ энергій, причѣмъ она понемногу заняла такое же почетное и покойное положеніе, какъ и кантовская «вещь въ себѣ».

Итакъ, мы попытаемся построить міровоззрѣніе исключительно изъ энергетическаго матеріала, не пользуясь понятіемъ матеріи. Часто высказывалось мнѣніе, что эта задача должна быть разрѣшена; встрѣчаются отдѣльные попытки представить съ этой точки зрѣнія ту или иную область. Въ имѣющей большое значеніе для новѣйшей химіи статьѣ Виллара Джибса \*) этотъ постулатъ даже проведенъ практически въ самомъ широкомъ объемѣ; но при этомъ онъ не высказанъ прямо.

Понятно, что въ узкихъ рамкахъ этихъ лекцій можетъ быть данъ только эскизъ плана, выполненіе котораго дастъ работу нѣсколькимъ поколѣніямъ. Но сначала вы должны получить представленіе о томъ, какъ возможно въ дѣйствительности такое построеніе и какой видъ будетъ имѣть построенный такимъ образомъ міръ. Я спокойно ожидаю, что мнѣ будутъ указаны многіе сдѣланные мною промахи, особенно то, что въ иныхъ мѣстахъ я бессознательно возвращаюсь къ прежнимъ воззрѣніямъ. Ибо въ исторіи науки мы постоянно наталкиваемся на фактъ, кажущійся противорѣчивымъ, что всякій, поставившій себѣ задачей устраненіе общаго, ставшаго неосновательнымъ, воззрѣнія и замѣну его новымъ, непременно гдѣ-нибудь заплатитъ дань своему прошлому. Такъ, Вольта съ чрезвычайной проницательностью доказалъ электрическую природу гальваническихъ явленій; но онъ не понялъ и оспаривалъ химическое происхожденіе элек-

\*) Willard. Gibbs On the equilibrium of heterogeneous substances, Trans. Connecticut Academy 1876—78. Переведено на нѣмецкій языкъ Оствальдомъ, подъ заглавіемъ: «Thermodynamische Studien von W. Gibbs», Leipzig, W. Engelmann 1892.

тричества, возбуждающагося при соприкосновеніи. Такъ, Коперникъ заставилъ землю и солнце помѣняться мѣстами и этимъ свелъ теорію ихъ движеній къ удивительно простой формѣ; но онъ не примѣнилъ той же идеи къ другимъ планетамъ. Такъ, Кантъ, установивъ субъективный характеръ всего нашего познанія, далъ направление всей будущей философіи; но въ таблицѣ категорій онъ вернулся къ прежней точкѣ зрѣнія. Если подобное случилось съ первыми умами нашего времени, какъ же можетъ оказаться свободнымъ отъ подобныхъ промаховъ скромный работникъ, стремящійся только добросовѣстно провести воспріятыя имъ идеи его великихъ предшественниковъ?

Итакъ, я смѣло приступаю къ работѣ; то, что въ ней ошибочно, окажется непрочнымъ, а то, что въ ней твердо, то, какъ я вполне надѣюсь, будетъ вскорѣ красивѣе и шире перестроено болѣе умѣлыми руками.

Вмѣсто энергетическаго міросозерцанія, общее признаніе котораго принадлежитъ будущему, въ настоящее время въ ходу другое міросозерцаніе, съ составными частями котораго мы обращаемся съ большою ловкостью, хотя онѣ для насъ и не вполне ясны. Въ какомъ отношеніи находятся эти два міросозерцанія, и какъ отъ стараго перейти къ новому? Вотъ вопросы, которыми мы теперь займемся.

Наше обыкновенное міросозерцаніе приводитъ насъ прежде всего къ осязаемымъ твердымъ тѣламъ, которыя представляются намъ самымъ реальнымъ или самымъ дѣйствительнымъ, что можетъ намъ дать внѣшній міръ. Рядомъ съ ними существуютъ еще жидкія и газообразныя тѣла, и всѣ вмѣстѣ они составляютъ то, что подразумевается подъ матеріей или веществомъ. Какъ слѣдуетъ намъ разсматривать матерію или тѣла съ энергетической точки зрѣнія?

Твердое тѣло, напр. кусокъ стекла, имѣетъ прежде всего фигуру или форму, которую, правда, можно измѣнить механическимъ воздѣйствіемъ, но только весьма незначительно. По прекращеніи дѣйствія тѣло принимаетъ прежнюю форму.

Мы тотчасъ признаемъ, что измѣненіе формы тѣла было вызвано тѣмъ, что къ нему была приложена *работа*. Оно поглощаетъ эту работу и удерживаетъ ее до тѣхъ поръ, пока сохраняетъ измѣненную форму; по мѣрѣ того, какъ оно приближается къ прежней формѣ, оно отдаетъ назадъ работу и отдастъ ее всю, когда приметъ прежнюю форму. Легче всего прослѣдить это на часовой пружинѣ; но то же повторяется, хотя часто въ очень маломъ масштабѣ, у всѣхъ твердыхъ тѣлъ. Это свойство называется *упругостью*.

Работа или энергія, поглощенная упругимъ тѣломъ, зависитъ отъ его формы и поэтому называется *энергіей формы*. Остающееся въ покоѣ твердое тѣло сохраняетъ свою форму, такъ какъ вся-

кое измѣненіе этой послѣдней сопровождается поглощеніемъ энергіи. Такъ какъ энергія не можетъ возникнуть изъ ничего, то невозможно, чтобы твердое тѣло могло перейти добровольно, т. е. безъ притока внѣшней энергіи, въ новое состояніе, требующее большей энергіи, и фактъ сохраненія формы твердыхъ тѣлъ есть не что иное, какъ необходимое слѣдствіе закона сохраненія энергіи \*).

Форму твердаго тѣла можно измѣнить не только сгибаніемъ и свертываніемъ, но также и посредствомъ давленія на всѣ его стороны. При этомъ тѣло (въ простѣйшемъ случаѣ) останется геометрически подобнымъ самому себѣ, и только объемъ его уменьшится. И это явленіе также требуетъ работы, и поглощенная при этомъ работа можетъ быть снова отнята отъ тѣла, причемъ оно принимаетъ свой прежній объемъ. Какъ въ предшествовавшемъ случаѣ всякой промежуточной формѣ, такъ здѣсь всякому промежуточному объему соответствуетъ определенное количество работы. Такъ какъ здѣсь работа зависитъ отъ объема, то соответствующую энергію называютъ *энергіей объема*. У твердыхъ тѣлъ очень значительной работѣ соответствуетъ очень незначительное уменьшеніе объема; поэтому ихъ называютъ малосжимаемыми. Напротивъ, газы обладаютъ очень большою сжимаемостью.

Соображенія, только-что высказанныя для энергіи формы, сохраняютъ значеніе и въ этомъ случаѣ; какъ уменьшеніе, такъ и увеличеніе объема увеличиваютъ содержаніе энергіи въ твердомъ тѣлѣ; слѣдовательно, на основаніи закона сохраненія энергіи твердое тѣло должно сохранять какъ свой объемъ, такъ и свою форму, пока ему не будетъ придана новая энергія.

Энергіи формы и объема тѣсно связаны въ твердыхъ тѣлахъ, особенно послѣдняя всегда принимаетъ большое участие, подчиняясь определеннымъ законамъ, въ проявленіяхъ первой. Здѣсь не мѣсто разбирать подробности этихъ отношеній.

Отношеніе твердаго тѣла къ осязающей его рукѣ основывается вполне на только-что описанныхъ отношеніяхъ энергій. Мы ощущаемъ работу, требующуюся для измѣненія формы и объема тѣла, и это составляетъ для насъ признакъ твердаго тѣла. Считаю нужнымъ особенно подчеркнуть то, что эти дѣйствія имѣютъ мѣсто даже при слабомъ прикосновеніи, и имъ соответствуютъ подобныя же работы въ тканяхъ осязающихъ пальцевъ. слѣдовательно, осязаніе сообщаетъ намъ

\*) На основаніи другого общаго закона энергій, съ которыми мы скоро познакомимся, невозможно также, чтобы твердое тѣло могло самопроизвольно образовать энергію формы, т. е. самопроизвольно измѣнить форму, на счетъ части иной, заключающейся въ немъ, энергіи.

о пространственных отношеніях между энергіями объема и формы; и осязаніе «тѣла», которое справедливо считается самымъ вѣрнымъ признакомъ дѣйствительнаго присутствія тѣлесной вещи, даетъ намъ только свѣдѣніе о существованіи въ наличности этихъ особенныхъ энергіи.

Далѣе имѣетъ мѣсто чрезвычайно важный фактъ, что тамъ, гдѣ находится энергія формы, всегда находятся еще и другія энергіи. Осязаема тѣла всегда имѣютъ вѣсъ и массу, хотя, наоборотъ, пространства, обладающія вѣсомъ и массой, не всегда имѣютъ осязаемое содержаніе; такъ, его нѣтъ у газовъ, или оно бываетъ замѣтно въ нихъ только въ особенныхъ условіяхъ. Это постоянное присутствіе массы и вѣса въ осязаемыхъ или твердыхъ тѣлахъ есть законъ природы, для котораго пока мы не имѣемъ «объясненія», т.-е. связи котораго съ другими законами природы мы не можемъ постигнуть \*). Но такъ какъ исключенія изъ этого закона неизвѣстны, и на эту совмѣстность мы наталкиваемся постоянно въ опытахъ, то совершенно понятно, что эта постоянно одновременно появляющаяся группа свойствъ соединилась въ одно понятіе, понятіе матеріи, и что въ нашемъ сознаніи присутствіе массы и вѣса сдѣлалось для твердыхъ тѣлъ столь же необходимымъ, какъ присутствіе формы. Эти отношенія нашли выраженіе въ данномъ на стр. 108 сопоставленіи такъ называемыхъ существенныхъ и общихъ свойствъ матеріи.

Что касается явленій *тяжести*, то, выражая факты возможно непосредственнѣе, они заключаются въ томъ, что въ тѣлахъ существуетъ нѣкоторое количество работы, зависящее отъ ихъ положенія. Мы раньше уже (стр. 111) пользовались этимъ всѣмъ извѣстнымъ явленіемъ для перваго ознакомленія съ понятіемъ работы. Теперь разсмотримъ его подробнѣе.

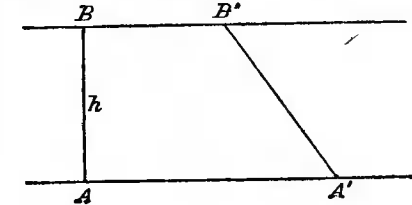
Вообще всякое измѣненіе положенія твердаго тѣла связано съ измѣненіемъ содержащейся въ немъ работы. Чтобы поднять его, мы должны ему придать работу. Напротивъ, при паденіи оно можетъ произвести работу. Въ промежуткѣ же, очевидно, должны имѣть мѣсто движенія, при которыхъ положительное измѣненіе энергіи переходитъ въ отрицательное, проходя черезъ нуль, т.-е. должны существовать движенія, могущія быть произведены безъ измѣненія содержанія работы тѣла. Всѣ эти движенія съ работой, равной нулю, происходятъ въ плоскости, проведенной черезъ тѣло, которую при не очень большихъ разстояніяхъ (нѣсколько сотенъ метровъ) можно разсматривать какъ горизонтальную плоскость. По отношенію ко всей поверхности земли она представляетъ поверхность шара (не вполне точную).

\*) Далѣе будетъ указана эта связь.

Кажущееся противорѣчіе съ опытомъ, по которому очень тяжелыя тѣла и на этой поверхности не могутъ двигаться безъ поглощенія работы, объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что никогда не удастся такъ расположить тѣла, чтобы имъ при движеніи не приходилось производить другія работы, не относящіяся къ тяжести. Въ присутствіи этихъ другихъ работъ (тренія) можно убѣдиться на различіи въ легкости, съ которой двигаются по одинаковой поверхности, напр., телѣжка и такой же тяжелый, но хорошо устроенный велосипедъ. Высказанныя здѣсь соображенія вѣрны только при условіи, что возможность тренія исключена или принята въ расчетъ.

Такая поверхность, на которой можетъ происходить движеніе безъ работы, изображается поверхностью неподвижной жидкости, ибо въ жидкостяхъ тяжелыя части могутъ двигаться соответственно свободно, и потому, въ концѣ концовъ, онѣ устанавливаются такъ, что всѣ возможные движенія тяжести уже совершены, и что не остается больше ни одной части, опусканіе которой могло бы произвести работу. Всякое направленіе въ этой поверхности мы называемъ горизонтальнымъ, и поэтому эту поверхность можемъ назвать горизонтальной поверхностью; на нѣмецкомъ языкѣ обыкновенно употребляется выраженіе поверхность уровня. Черезъ любую точку надъ поверхностью земли можно провести горизонтальную поверхность, и всѣ онѣ обертываютъ землю въ формѣ все увеличивающихся шаровыхъ поверхностей.

Проведемъ (фиг. 6) черезъ нѣкоторую точку  $A$ , въ которой находится тяжелое тѣло, горизонтальную поверхность  $AA'$ . Затѣмъ представимъ себѣ, что это тѣло поднято въ точку  $B$ , и проведемъ черезъ эту точку вторую горизонтальную поверхность  $BB'$ . Для поднятія тѣла была затрачена извѣстная работа, выражающаяся произведеніемъ  $fh$ , гдѣ  $f$  есть вѣсъ тѣла (въ динахъ, см. стр. 113), а  $h$ —высота  $AB$ , на которую оно поднято. Эту работу мы снова получимъ, если заставимъ тѣло вернуться въ прежнее положеніе. Но не требуется никакой работы, чтобы передвинуть тѣло съ одной точки горизонтальной поверхности въ другую. Изъ этого слѣдуетъ, что на перемѣщеніе тѣла съ какой-нибудь точки поверхности  $AA'$  въ какую-нибудь точку поверхности  $BB'$  требуется всегда одна и та же работа  $fh$ . Ибо мы можемъ сначала передвинуть тѣло изъ данной точки первой поверхности въ точку  $A$ , на что не требуется никакой работы. Затѣмъ заставимъ его пройти прежній путь  $h$ , для чего тѣлу должна



Фиг. 6.

Ибо мы можемъ сначала передвинуть тѣло изъ данной точки первой поверхности въ точку  $A$ , на что не требуется никакой работы. Затѣмъ заставимъ его пройти прежній путь  $h$ , для чего тѣлу должна

быть сообщена работа  $fh$ , а затѣмъ передвинемъ его по второй поверхности во вторую данную точку; на это опять не потребуется работы. Въ результатѣ, слѣдовательно, получилась работа  $fh$ .

Можно было бы возразить, что, конечно, на этомъ опредѣленномъ пути приобретенная работа равна  $fh$ , но на какомъ-нибудь другомъ пути между этими двумя точками работа будетъ иная. Предположимъ, что это вѣрно, и работа на пути  $AB$  равна  $a$ , работа же на другомъ пути между двумя точками горизонтальныхъ плоскостей  $AA'$  и  $BB'$ , напр. на пути  $A'B'$ , равна  $a'$ , не равному  $a$ . Тогда мы можемъ передвинуть тѣло по пути  $ABB'A'A$ , до его исходной точки, причемъ получимъ слѣдующія работы: отъ  $A$  до  $B$  тѣло приобрететъ работу  $a$ , отъ  $B$  до  $B'$  работа равна нулю; отъ  $B'$  до  $A'$  оно теряетъ работу  $a'$  и отъ  $A'$  до  $A$  работа равна нулю. Общая прибыль работы по возвращеніи тѣла на прежнее мѣсто, равна  $a - a'$ . Такъ какъ его работа зависитъ только отъ его мѣста, то эта прибыль должна равняться нулю, ибо если бы прибыль имѣла нѣкоторую конечную величину, то работа произошла бы изъ ничего, или исчезла бы въ ничто. Такъ какъ это невозможно, то  $a - a'$  должно быть равно нулю, т.-е.  $a = a'$ , что и требовалось доказать.

Этотъ столь простой способъ доказательства чрезвычайно употребителенъ и примѣняется въ наиболѣе разработанныхъ частяхъ науки; поэтому для насъ было важно познакомиться съ этимъ методомъ доказательства посредствомъ «замкнутого процесса» въ данномъ простѣйшемъ случаѣ. Онъ основывается, какъ мы видѣли, на томъ, что тѣло послѣ ряда измѣненій приводить къ первоначальному состоянію и высчитываютъ все, что съ нимъ по пути произошло. Такъ какъ при возвращеніи въ первоначальное состояніе тѣло заключаетъ прежнее количество энергии (въ этомъ и заключается опредѣленіе данного состоянія), то сумма всѣхъ приобретенныхъ и истраченныхъ энергій должна равняться нулю, и если различныя слагаемыя этой суммы мы назовемъ черезъ  $a$ ,  $a'$ ,  $a''$  и т. д., то всегда можно составить такое уравненіе  $a + a' + a'' + \dots = 0$ , изъ котораго можно дѣлать разнообразныя заключенія.

Мы должны сдѣлать еще одно примѣчаніе по поводу этого способа доказательства. Примѣняя его, мы предполагали существованіе закона сохраненія работы, изъ котораго и вывели заключеніе, что работа между двумя горизонтальными плоскостями не зависитъ отъ пути. Исторически это происходило иначе. Сначала предполагали, что работа въ дѣйствительности зависитъ отъ пути, и многіе напрягали свой умъ, чтобы найти такой круговой путь, при которомъ получился бы нѣкоторый положительный остатокъ, годный для произведенія другой какой-нибудь работы. Такой *perpetuum mobile*, или, вѣрнѣе,

*automobile*, никакъ не удавалось получить, и понемногу была признана его невозможность. Можетъ показаться, что при этомъ «большая затрата дала постыдный результатъ», что всѣ эти усилія были бесполезны. Но никогда не бываетъ бесполезнымъ всестороннее установленіе положительныхъ фактовъ; надо только знать, въ чемъ заключается польза. Въ данномъ случаѣ изъ невозможности *perpetuum mobile* былъ выведенъ положительный законъ о сохраненіи работы, а важность такого результата не можетъ быть достаточно оценена. Ибо все развитіе точныхъ наукъ за послѣднюю половину столѣтія непосредственно связано съ этимъ закономъ.

Если мы сопоставимъ только-что высказанныя соображенія съ разложеніемъ работы на ея факторы: пройденный путь и силу (стр. 112), то мы тотчасъ же замѣтимъ, что, такъ какъ при равныхъ работахъ пути  $AB$  и  $A'B'$ , пройденные тѣломъ, различны, слѣдовательно, и силы соответственно должны быть разныя. Такъ въ дѣйствительности и есть; всѣмъ извѣстно, что для поднятія тяжести по наклонной плоскости требуется меньше силы, но зато путь будетъ соответственно длиннѣе. Въ обыкновенной физикѣ, въ которой силы полагаются въ основу всѣхъ соображеній, онѣ высчитываются съ помощью геометрическаго разложенія ихъ на дѣятельныя и недѣятельныя составныя части. Положивъ въ основу понятіе работы, мы можемъ избавиться отъ всей этой путаницы. Если намъ извѣстна работа между двумя горизонтальными поверхностями, то требуется только измѣрить пройденный данной тяжестью путь и раздѣлить на него работу, и мы получимъ (среднюю) величину силы.

Я подробнѣе остановился на этомъ вопросѣ, чтобы указать вамъ на два обстоятельства. Изъ этого простого примѣра видно, какъ значительно можно упростить возрѣнія и вычисленія, если основать механику на понятіи работы. Отсюда слѣдуетъ заключить, что понятіе работы и общее понятіе энергии являются въ дѣйствительности гораздо болѣе цѣлесообразными средствами для пониманія явленій, чѣмъ разсмотрѣніе силъ. На это не лишнее указать, ибо въ продолженіе всего послѣдняго столѣтія методъ математической физики заключался въ томъ, чтобы во всякомъ явленіи искать дѣйствующія силы и затѣмъ выводить дальнѣйшія заключенія. Во всякомъ отдѣльномъ случаѣ можно убѣдиться, что гораздо цѣлесообразнѣе ставить первымъ вопросъ не о силахъ, а о работахъ или вообще энергіяхъ и, опредѣливъ ихъ, приступать къ дальнѣйшимъ вычисленіямъ. При этомъ, выражаясь математически, мы избавляемся отъ интегрированія, а какое это большое преимущество—извѣстно всякому, кому пришлось видѣть, сколько остроумія и труда приходится затрачивать математической физикѣ на интегрированіе своихъ уравненій, причемъ часто бываетъ необходимо пренебрегать нѣкоторыми величинами и дѣлать произвольныя предположенія.

Во-вторых, исходя из понятия работы, можно упростить и элементарное преподавание. Я не переставал, по примеру болѣе великихъ людей, защищать этотъ взглядъ, и добился отъ издателей учебниковъ физики, по крайней мѣрѣ, того, что они находили нужнымъ приводить оправданія, почему они не слѣдуютъ этому постоянно повторяющемуся приглашенію. Обыкновенно оправдываются тѣмъ, что понятіе энергіи слишкомъ трудно, и что понятіе силы есть «естественно данное», такъ какъ энергія есть произведеніе изъ силы на пройденный путь. Здѣсь произошло смѣшеніе между тѣмъ, что казалось авторамъ болѣе близкимъ на основаніи полученнаго ими образованія, и тѣмъ, что является простѣйшимъ вслѣдствіе своихъ объективныхъ свойствъ. Данное есть то, о чемъ мы узнаемъ черезъ посредство нашихъ чувствъ, а эти послѣднія, какъ мы только-что видѣли, реагируютъ не на «силы», а на энергію. Слѣдовательно, и въ этомъ смыслѣ энергія есть нѣчто первоначальное. Но она должна быть разсматриваема какъ нѣчто болѣе первоначальное и потому, что она можетъ быть разложена на факторы. Ибо, какъ мы видѣли, это разложеніе можетъ быть произведено самымъ различнымъ образомъ; можно выбрать какой угодно путь между двумя горизонтальными плоскостями и соотвѣтственно этому получить сколько угодно различныхъ силъ для одной и той же работы. Слѣдовательно, работа есть болѣе общее понятіе сравнительно съ случайно выбранными факторами, силой и пройденнымъ путемъ, и поэтому, конечно, и болѣе элементарное понятіе въ смыслѣ вышеизложенныхъ соображеній (стр. 53).

Здѣсь дѣло идетъ о чрезвычайно важномъ практическомъ вопросѣ. Количество энергіи, которое можетъ затратить умъ юноши на приобрѣтеніе мыслительнаго матеріала, тоже ограничено, и, чтобы достигнуть наибольшей пользы, мы должны старательно избѣгать напрасной потери энергіи, подобно тому, какъ въ нашихъ машинахъ мы стараемся избѣжать потери энергіи на треніе. Такія потери означаютъ не только безусловную трату полезной энергіи, но истраченная энергія скоро начинаетъ приносить непосредственный вредъ, какъ, напр., разогрѣваніе оси отъ быстрой вѣды и вслѣдствіе этого порча ея. Соотвѣтственныя умственныя явленія, когда бесполезно затраченная энергія ведетъ къ положительному вреду для умственной дѣятельности, такъ многочисленны, что я предоставляю вамъ самимъ найти ихъ изъ собственного опыта.

Если мы спросимъ, что привело науку къ этому неудобному пути, то окажется, что причиною этого была та форма, въ которой первоначально стали доступны для научныхъ вычисленій отношенія работъ тяжелыхъ массъ мирового пространства. Но, конечно, первые пути, находимые наукой, не суть еще простѣйшіе пути, и въ субъективной

формѣ, которую принимаетъ объективный научный фактъ въ головѣ чловѣка, открывшаго его, лежитъ больше произвола, чѣмъ обыкновенно думаютъ.

Такъ, Исааку Ньютону мы обязаны великимъ открытіемъ, что законы, по которымъ совершаются движенія твердыхъ тѣлъ на земной поверхности, примѣнимы, при соотвѣтственномъ измѣненіи, и къ движенію небесныхъ тѣлъ. Этотъ фактъ онъ, какъ извѣстно, формулировалъ слѣдующимъ образомъ: Галилей, открывшій законы тяжести, приписалъ движенія на землѣ нѣкоторой постоянной силѣ, силѣ тяжести, и, основываясь на этомъ предположеніи, развилъ ихъ математически согласно наблюденіямъ; Ньютонъ же показалъ, что если мы будемъ разсматривать эту силу не какъ постоянную, но какъ функцію разстоянія между взаимодействующими тѣлами, то мы будемъ въ состояніи математически изобразить движенія небесныхъ тѣлъ. И именно сила, дѣйствующая между двумя небесными тѣлами, имѣетъ слѣдующее выраженіе:  $f = MM'/r^2$ , гдѣ  $M$  и  $M'$  суть константы этихъ тѣлъ, пропорціональныя ихъ массамъ, а  $r$  разстояніе между этими тѣлами.

Необыкновенно успѣшное примѣненіе этой формулы для изображенія всѣхъ движеній, основанныхъ на тяжести, какъ небесныхъ, такъ и земныхъ, подалъ поводъ къ естественному предположенію, что подобнымъ же образомъ могутъ быть объяснены и всѣ другія явленія. Отъ общаго вниманія ускользнуло, что эта выбранная Ньютонъ формула была обусловлена исторически, но не въ той же степени методически, и ея стали держаться какъ великаго научнаго средства и стали стремиться примѣнять понятіе силы и къ другимъ явленіямъ.

Исторія развитія физики показала, что здѣсь имѣло мѣсто большое заблужденіе. Даже въ областяхъ, въ которыхъ былъ первоначально открытъ, законъ взаимодействия силъ, формально согласный съ закономъ Ньютона, пришлось, подъ давленіемъ необходимости, отодвинуть эту формулу на второе и даже третье мѣсто, а въ современныхъ представленіяхъ законъ притяженія электрическихъ и магнитическихъ массъ является второстепеннымъ побочнымъ результатомъ общей теоріи. Здѣсь дѣло идетъ не о замѣнѣ ученія о силахъ на дальнемъ разстояніи ученіемъ о силахъ на близкомъ разстояніи, какъ это обыкновенно изображаютъ, но самое понятіе силы все болѣе и болѣе отступаетъ на задній планъ, а формулы и заключенія относятся къ электрическимъ и магнитическимъ работамъ, а также къ факторамъ этихъ видовъ энергіи.

Согласно съ этимъ мы должны понимать общую энергію тяжести не въ смыслѣ ньютоновскаго дѣйствія силъ, но въ смыслѣ дѣйствія работъ. Такимъ образомъ мы пойдемъ по пути, указанному и избран-

ному основателем всей энергетики, Юлиусом Робертом Майеромъ, по пути, на которомъ онъ до сихъ поръ нашелъ мало послѣдователей.

Поэтому мы прежде всего скажемъ, что энергія, принадлежащая двумъ тѣламъ, вслѣдствіе ихъ одновременнаго нахождения въ пространствѣ, зависитъ отъ разстоянія между ними. Она наибольшая при наибольшемъ разстояніи, и уменьшается съ уменьшеніемъ разстоянія. Когда тѣла соприкасаются, то наступаетъ равновѣсіе между ихъ энергіей разстоянія (энергіей тяготѣнія) и ихъ энергіей формы, препятствующее дальнѣйшему ихъ приближенію. Это, напр., имѣетъ мѣсто для всѣхъ тѣлъ, лежащихъ на землѣ.

Слѣдовательно, два или нѣсколько раздѣленныхъ въ пространствѣ тѣлъ содержатъ определенное количество энергіи разстоянія, наибольшее при наибольшемъ разстояніи. Назовемъ наибольшее количество энергіи буквою  $D$ , тогда количество энергіи, существующее на разстояніи  $r$ , выразится формулой  $E = D - jM_1M_2/r$ , превращающейся при бесконечно большомъ  $r$  въ  $E = D$ , какъ и должно быть по предположенію. Ея наименьшая величина опредѣляется наименьшей величиной, какую можетъ имѣть  $r$  въ зависимости отъ фигуры данныхъ тѣлъ и ихъ энергіи формы. Такъ какъ нельзя дать точнаго числа для этихъ величинъ, то и  $D$  остается неизвѣстнымъ, только оно должно быть больше, чѣмъ наибольшая величина  $jM_1M_2$  при наименьшемъ  $r$ . Впрочемъ,  $D$  хотя и неизвѣстна, но вполне опредѣленная, неизмѣнная для тѣлъ величина. Величины  $M_1$  и  $M_2$  суть константы, зависящія отъ природы тѣлъ и пропорціональныя ихъ массамъ;  $j$  есть такъ называемая константа тяготѣнія, число, зависящее только отъ принятыхъ единиць и характеризующее энергію тяготѣнія.

Величины  $M_1$  и  $M_2$  измѣряются граммами, ибо такъ какъ въ сѣ тѣлъ на поверхности земли есть дѣйствіе той же энергіи, то два тѣла одинаковаго вѣса имѣютъ одинаковыя  $M$ . Разстояніе  $r$  измѣряется сантиметрами, энергія разстоянія  $E$  эргами. Подставляя эти единицы, получаемъ константу  $j = 6.6 \times 10^{-8}$ .

Мы получаемъ это число, измѣряя \*) работу двухъ тѣлъ, обладающихъ вѣсомъ  $m_1$  и  $m_2$ , производимую при измѣненіи разстоянія  $r_1$ , въ меньшее  $r_2$ . Она, очевидно, равняется разности соответственныхъ энергій  $E_1$  и  $E_2$ . При вычитаніи неизвѣстная величина  $D$  сокращается и получается уравненіе:

$$E_1 - E_2 = j m_1 m_2 (1/r_2 - 1/r_1), \text{ откуда } j = \frac{E_1 - E_2}{m_1 m_2 (1/r_2 - 1/r_1)}$$

\*) При общепринятомъ изложеніи говорятъ: мы опредѣляемъ силу, существующую между двумя взаимно притягивающимися массами. Въ дѣйствительности обоими способами выраженія высказывается одно и то же; я предпочелъ выраженіе, приведенное въ текстѣ, такъ какъ оно болѣе обще.

Какъ мы видимъ,  $j$  чрезвычайно мало. Поэтому мы не замѣчаемъ обыкновенно работы, происходящей при взаимномъ приближеніи или удаленіи земныхъ тѣлъ, и требуются чрезвычайно чувствительные измѣрительные приборы, чтобы ее вообще открыть. Только работы, протекающія отъ измѣненія положенія тѣлъ относительно земли (масса которой очень велика), извѣстны въ повсѣднемомъ опытѣ. Силу, исходящую отъ дѣйствія притяженія, мы называемъ *вѣсомъ*.

Какъ же мы приходимъ къ положенію, что работы, преодолевающей на земной поверхности тяжесть, прямо пропорціональны высотѣ поднятія? Изъ вышеприведеннаго уравненія это не вытекаетъ непосредственно; ибо если мы предположимъ работу  $E_1 - E_2 = E$ , черезъ  $M$  обозначимъ массу земли, а  $m$  массу тѣла, то  $E = j M m (1/r_2 - 1/r_1)$ . Пусть  $R$  будетъ радіусъ земли,  $h$  высота поднятія тѣла, тогда  $r_1 = R + h$  и  $r_2 = R$ . Подставимъ эти выраженія, тогда послѣ небольшого преобразованія получимъ  $E = j M m h / (R^2 + R h)$ , тогда какъ законъ тяжести Галилея даетъ  $E = m g h$ , гдѣ  $g$  вѣсь единицы массы. Чтобы оба уравненія совпали, надо, очевидно, предположить  $g = j M / (R^2 + R h)$  и разсматривать это выраженіе какъ константу, что, очевидно, не строго допустимо.

Въ этомъ выраженіи переменнѣйшей величиной является  $R^2 + R h$ , такъ какъ  $h$  можетъ быть любой величиной. Но если  $h$  очень мало сравнительно съ  $R$ , то и членъ  $R h$  очень малъ сравнительно съ  $R^2$ , и его можно выпустить безъ замѣтной ошибки. Но  $R = 636000$  метрамъ; поэтому, если мы даже будемъ разсматривать высоты болѣе 600 метровъ, то значеніе выраженія измѣнится только на тысячную часть всего количества.

Приведенныя соображенія дѣлаютъ для насъ понятнымъ, почему энергія формы всегда встрѣчается вмѣстѣ съ энергіей тяжести, т.-е. почему всѣ извѣстныя намъ твердыя тѣла обладаютъ тяжестью. Представимъ себѣ твердое тѣло, не обладающее вѣсомъ, т.-е. такое, которае могло бы быть удалено отъ земли безъ всякой работы; тогда оно давно бы исчезло изъ нашего кругозора. Ибо, такъ какъ его ничто не удерживаетъ на землѣ; оно и не осталось бы на ней, потому что малѣйшій толчокъ удалитъ бы его отъ нея, для возвращенія же его не было бы никакой причины. Слѣдовательно, все, что постоянно принадлежитъ землѣ, должно необходимо обладать тяжестью, и мы не можемъ ожидать встрѣтити на ней постоянно пребывающими такія ограничѣнныя области энергій, которыя не заключали бы въ то же время энергіи тяжести.

Исключеніе представляетъ въ извѣстномъ смыслѣ только лучистая энергія, свободная отъ тяжести, а между тѣмъ присутствіе ея на землѣ намъ извѣстно. Но лучистая энергія посѣщаетъ землю только

на мгновеніе и тотчасъ снова удаляется въ мировое пространство, если не превращается въ другія энергіи, связанныя съ энергіей тяжести.

Поучительно и обратное соображеніе. Представимъ себѣ нѣкоторое пространство, которое, подобно твердому тѣлу, было бы носителемъ энергіи тяжести, но въ этомъ образованіи не содержалось бы энергіи формы, тогда мы никоимъ образомъ не могли бы получить изъ него работы, такъ какъ мы не могли бы его взять и перенести на другое мѣсто. Слѣдовательно, на практикѣ безразлично, находится ли въ немъ энергія тяжести или нѣтъ. Чтобы получить нѣкоторое наглядное представленіе, возьмемъ воздухъ, который обладаетъ тяжестью, но не можетъ быть повѣшенъ въ видѣ гири къ часамъ. Изъ воздуха мы не можемъ получить работы, какъ изъ твердаго тѣла, перенося его на другое мѣсто. Только когда онъ, или какое-нибудь иное газообразное тѣло, заключенъ въ пространство изъ твердаго тѣла, которое онъ не можетъ покинуть, имъ можно пользоваться, подобно твердому тѣлу, для полученія энергіи тяжести. Здѣсь, однако, участвуютъ еще другіе виды энергіи, съ которыми мы и познакомимся впоследствии. Болѣе точнымъ примѣромъ могла бы служить тяжелая точка, не имѣющая протяженія, могущая проникать черезъ всѣ твердыя тѣла. Такая точка могла бы содержать энергію тяжести, но мы не могли бы узнать о ней, такъ какъ не могли бы ее взять и измѣнить ея положеніе, и потому она не могла бы вліять на отношенія энергіи другихъ, могущихъ быть проявленными, вещей.

Эти соображенія, къ которымъ примыкаютъ подобнаго же рода соображенія для другихъ видовъ энергіи, показываютъ, что *совмѣстное проявленіе различныхъ энергіи*, казавшееся намъ сначала такимъ загадочнымъ, и которое «объясняли», предполагая существованіе особаго носителя ихъ, матеріи, *есть необходимое условіе для того, чтобы мы вообще имѣли свѣдѣнія объ этихъ энергіяхъ*. Слѣдовательно, намъ не зачѣмъ спрашивать: почему эти различныя энергіи представляются всегда въ однихъ и тѣхъ же ограниченныхъ пространствахъ, тѣлахъ? Но мы должны сказать: только о тѣхъ пространствахъ, въ которыхъ онѣ находятся одновременно, мы и имѣемъ свѣдѣнія; онѣ могутъ встрѣчаться и по одиночкѣ; но такія энергіи не могутъ быть восприняты нашими органами чувствъ или нашими измѣрительными приборами и поэтому не входятъ въ составъ нашего міросозерцанія.

Съ помощью этихъ соображеній мы прежде всего получаемъ представленіе объ обыкновенномъ состояніи твердыхъ тѣлъ. Мы видимъ, что энергетическое представленіе имѣетъ то преимущество, что мы выражаемъ факты, *совершенно независимо отъ историческихъ предположеній*, потому что всякое вводимое нами понятіе имѣетъ величину

или напряженіе, которыя можно *открыть* и *измѣрить*, и мы не принимаемъ и не утверждаемъ относительно тѣлъ ничего, чего мы не могли бы провѣрить и доказать опытомъ и измѣреніями.

Такія же требованія мы предъявимъ, далѣе, и къ изображенію явленій, наступающихъ тогда, когда измѣненія формы твердыхъ тѣлъ переступаютъ извѣстную границу. Въ этомъ случаѣ различныя тѣла ведутъ себя различно: одни просто измѣняютъ свой видъ, другія раздѣляются на мелкія части, разрываются или разламываются.

Въ первомъ случаѣ мы всегда наблюдаемъ разогрѣваніе, это значитъ, что работа, сообщенная тѣлу для измѣненія въ немъ его формы, не остается въ немъ въ видѣ энергіи формы, но переходитъ въ другой видъ энергіи, *теплоту*. Эта же послѣдняя распространяется благодаря проводимости внутри тѣла и черезъ лучеиспусканіе—внѣ его, такъ что ею уже нельзя воспользоваться для обратнаго превращенія. Въ тѣлѣ уже не содержится больше энергіи, посредствомъ которой оно могло бы быть приведено въ прежнюю форму, и поэтому оно сохраняетъ свою новую форму.

Эти тѣла *неупруги*, въ противоположность упругимъ тѣламъ, принимающимъ и сохраняющимъ переданную имъ работу въ видѣ энергіи формы, и отъ которыхъ поэтому эта работа можетъ быть снова отнята, причемъ они принимаютъ прежнюю форму (стр. 120).

Но и упругія тѣла поглощаютъ энергію формы не до безконечности; если стальной пруть сгибать все сильнѣе и сильнѣе, то сначала наступаетъ частичный переходъ работы въ теплоту, и только часть затраченной работы можетъ быть снова получена, причемъ пруть не принимаетъ своей прежней формы, а остается нѣсколько согнутымъ. При дальнѣйшемъ сгибаніи пруть наконецъ *переламывается*. То же самое происходитъ при всякаго рода измѣненіяхъ формы: сученіи, сжиманіи, вытягиваніи и т. д.

Эти явленія приписываютъ обыкновенно «силѣ сдѣвленія», существующей между малѣйшими частичками тѣла, причемъ предполагаютъ, что между этими частичками дѣйствуютъ, подобно тяготѣнію, силы притяженія, обличающее дѣйствіе которыхъ можетъ при извѣстномъ положеніи найти противодѣйствіе въ другой силѣ—«силѣ отталкиванія». Такъ какъ нельзя экспериментировать съ мельчайшими частичками или такъ называемыми молекулами тѣла, между которыми дѣйствуютъ эти силы, то и нельзя рѣшить, существуютъ ли эти силы въ дѣйствительности или только въ нашемъ воображеніи; то же можно сказать и о частичкахъ или молекулахъ. Единственное, что можно сдѣлать для изображенія этимъ способомъ дѣйствительныхъ отношеній, это предполагать, насколько возможно, эти силы такими, чтобы ихъ дѣйствія изображали работу, наблюдаемую на опытѣ при измѣ-



неніи формы. До сихъ поръ эта задача плохо удавалась, и въ настоящее время молекулярной физикѣ приходится имѣть дѣло съ безчисленными затрудненіями, зависящими не отъ природы самой вещи, а отъ произвольно избраннаго пути.

Что касается разрыванія и разламыванія съ точки зрѣнія *энергетики*, то мы замѣчаемъ, что оно наступаетъ тогда, когда энергія формы, сообщаемая данному тѣлу, превышаетъ определенное для единицы пространства количество. Слѣдовательно, для объясненія этого факта мы должны признать, что всякое твердое тѣло имѣетъ специфическую, т.-е. свойственную ему способность воспріятія энергіи формы. Эта способность, конечно, пропорціональна количеству тѣла; при сжатіи, сгибаніи и т. д. различныя части тѣла получаютъ различныя количества энергіи формы, и если на какомъ-нибудь мѣстѣ превышена максимальная граница, то въ этомъ мѣстѣ избытокъ работы долженъ принять другія формы. Наступающія явленія разламыванія и т. д. характеризуются *образованіемъ новыхъ поверхностей*. Можно вообще сказать, что увеличеніе поверхности тоже требуетъ работы, или что существуетъ *энергія поверхностей*, какъ существуютъ энергіи разстоянія и объема. Правда, объ энергіи поверхности для твердыхъ тѣлъ мы не имѣемъ большихъ свѣдѣній, но для жидкостей, въ которыхъ измѣненія поверхностей наступаютъ гораздо легче, очень хорошо извѣстна энергія поверхностей; она вызываетъ такъ называемыя явленія *капиллярности*. Разрывъ, разломъ и т. д. зависятъ, слѣдовательно, просто оттого, что излишняя работа въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ она не можетъ перейти въ энергію формы, образуетъ энергію поверхности. Все искусство раскалыванія, взрыванія и другихъ подобныхъ дѣйствій, направленныхъ на раздѣленіе твердыхъ тѣлъ посредствомъ измѣненія ихъ формы, состоитъ въ томъ, чтобы превысить максимумъ энергіи формы какъ разъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ желаютъ произвести дѣленіе, т.-е. образовать новыя поверхности. Впрочемъ, наблюденіе за работою каменотеса или скульптора лучше объяснить правильностью этого представленія, чѣмъ могутъ это сдѣлать пространныя поясненія.

Кромѣ описанныхъ видовъ энергіи тѣла могутъ еще обладать энергіей, которую они получаютъ благодаря *движенію*. Если твердое тѣло падаетъ, то оно теряетъ часть своей энергіи разстоянія и именно пропорціонально длинѣ проходимаго имъ пути (стр. 129). Такъ какъ, согласно опыту, энергія также не можетъ обратиться въ ничто, какъ она не можетъ произойти изъ ничего, то энергія разстоянія падающаго тѣла должна превратиться во что-нибудь другое. Но тѣло не проявляетъ ничего новаго кромѣ того, что приобретаетъ нѣкоторую *скорость*, и если въ этомъ кроется его новая энергія, то, наоборотъ, тѣло, теряя свою скорость, должно производить работу. Мы знаемъ,

что такъ оно и есть. Въ тѣлѣ, подброшенномъ съ извѣстной скоростью, увеличивается, по мѣрѣ удаленія отъ земли, его энергія разстоянія; одновременно съ этимъ уменьшается его скорость, и когда тѣло истратитъ всю энергію, полученную имъ изъ этого источника, т.-е. когда скорость его станетъ равна нулю, тогда оно перестаетъ подниматься, такъ какъ не можетъ больше образовать энергіи разстоянія. Тогда оно начинаетъ падать, когда оно, наконецъ, достигнетъ прежняго мѣста (или прежней, горизонтальной поверхности), съ котораго оно было подброшено, оно снова будетъ обладать той же скоростью, только направленной внизъ.

Это взаимное обращеніе двухъ энергій лучше всего наблюдается на маятникѣ, въ которомъ постоянно совершается превращеніе одного вида энергіи въ другой, такъ что въ высшей точкѣ скорость равна нулю, а въ низшей она наибольшая.

Этотъ новый видъ энергіи мы называемъ *энергіей движенія*. Спрашивается, не вліяетъ ли на ея количество какое-нибудь другое обстоятельство кромѣ скорости. Отвѣтъ получается утвердительный, ибо, если въ насъ бросаютъ съ одинаковой скоростью пробку и камень, то ударъ камня мы ощутимъ сильнѣе. Затѣмъ намъ извѣстно изъ собственнаго опыта, что требуется гораздо больше работы, чтобы сообщить извѣстную скорость большому камню, чѣмъ маленькому.

Это особенное свойство, отъ котораго, какъ и отъ скорости, зависитъ энергія двигающагося тѣла, называется *массой*. Надо твердо помнить, что на научномъ языкѣ слово масса не имѣетъ иного значенія, кромѣ этого *отношенія къ энергіи движенія*. Особенно такое определеніе: масса есть *количество матеріи*, встрѣчающееся даже въ тщательно составленныхъ учебникахъ, есть вредная бессмыслица, потому что при этомъ не объясняется, ни что такое матерія, ни какъ опредѣляется ея количество. Вскорѣ мы увидимъ какъ опредѣляется масса съ точки зрѣнія энергіи движенія.

Представимъ себѣ тѣло, движенія котораго происходятъ въ горизонтальной плоскости, слѣдовательно, оно не поглощаетъ и не теряетъ энергіи тяжести, и придадимъ ему, положимъ съ помощью заведенной пружины, определенное количество работы, тогда оно приобрететъ нѣкоторую скорость. Возьмемъ другое тѣло и придадимъ ему равную работу; оно по большей части приобрететъ иную скорость. Если мы будемъ измѣнять его величину, то скорость его при той же работѣ будетъ измѣняться, и мы, наконецъ, можемъ сдѣлать его такой величины, что его скорость будетъ равна скорости перваго тѣла. Тогда мы говоримъ, что *оба тѣла обладаютъ равными массами*, ибо одно можетъ быть замѣнено другимъ безъ измѣненія скорости при той же работѣ.

Такъ какъ эти два тѣла, обладающія равной скоростью, могутъ двигаться рядомъ, не мѣшая другъ другу, то мы можемъ пустить ихъ въ движеніе другъ подлѣ друга. При этомъ для каждаго нужна будетъ та же работа, что и раньше, значитъ для обоихъ вмѣстѣ, т.-е. для удвоенной массы, двойная работа. Слѣдовательно, работа, нужная для сообщенія тѣлу известной скорости, а слѣдовательно и *энергія движенія увеличиваются пропорціонально массѣ*

Если мы назовемъ удвоенной такую скорость, при которой тѣло въ то же время проходитъ вдвое большее разстояніе, то мы не можемъ прямо утверждать, что при удвоенной работѣ скорость данной массы удваивается. Ибо двѣ массы можно сложить путемъ простого приложенія ихъ другъ къ другу, двѣ же одинаковыя скорости вообще не вліяютъ одна на другую и поэтому не могутъ быть непосредственно сложены. Скорость, въ энергетическомъ смыслѣ, есть не величина, а *напряженіе* (стр. 93), и только опытъ можетъ рѣшить, каково отношеніе между работой и скоростью при постоянной массѣ.

Изъ опыта оказывается, что, для того чтобы получить удвоенную скорость при той же массѣ, работа должна быть не удвоена, а учетверена. Вообще затраченныя работы, а слѣдовательно образовавшіяся энергіи движенія, относятся какъ *квадраты* скоростей.

Если связать это съ результатомъ, полученнымъ раньше, то окажется, что энергія движенія равна произведенію массы на квадратъ скорости. Обыкновенно, по нѣкоторымъ причинамъ, энергіей движенія называютъ *половину* произведенія массы на квадратъ скорости; это выраженіе называютъ также *живой силой*. Но это названіе очень нецѣлесообразно, ибо дѣло идетъ не о силѣ, а объ энергіи. Я привелъ это названіе только для того, чтобы вы знали, встрѣтивъ его гдѣ-нибудь, о чемъ идетъ рѣчь.

Теперь требуется установить единицы, которыми измѣряется эта энергія движенія. Скорость есть отношеніе пути, проходимого тѣломъ, къ потраченному времени. Единица пути есть сантиметръ, единица времени—секунда; единица скорости, значитъ,—одинъ сантиметръ въ одну секунду, и если въ  $t$  секундъ тѣломъ пройдено  $l$  см., то скорость  $c = l/t$ .

За единицу массы былъ произвольно взятъ *граммъ* или тысячная часть платинового куска, называемаго килограммомъ, хранящагося въ Парижѣ; его точныя копіи находятся почти во всѣхъ государствахъ.

Съ помощью этой всѣми принятой единицы массы была установлена единица энергіи. Какъ было выше сказано, мы имѣемъ уравненіе  $e = \frac{1}{2} mc^2$ , гдѣ  $e$  энергія движенія,  $m$  масса, а  $c$  скорость;  $k$  означаетъ нѣкоторый факторъ, зависящій отъ единицъ. *Единица энергіи была определена съ помощью энергіи движенія, причемъ факторъ*

*k* былъ произвольно взятъ равнымъ единицѣ. Тогда получимъ  $e = \frac{1}{2} mc^2$ , и если предположить  $m$  и  $c$  равными единицѣ, т.-е. привести въ движеніе массу въ одинъ граммъ со скоростью одного сантиметра въ секунду, то получится  $e = \frac{1}{2}$ , т.-е. данная масса при данномъ движеніи содержитъ половину единицы энергіи движенія. Если масса въ 2 грамма будетъ приведена въ движеніе со скоростью одной единицы, то она будетъ заключать въ себѣ какъ-разъ единицу энергіи движенія. Это и есть опредѣленіе *эра* (стр. 114), и такимъ путемъ была установлена единица энергіи. Основными мѣрами, какъ мы видимъ, служатъ при этомъ единицы *времени, длины и массы*.

Такой довольно хлопотливый путь былъ выбранъ потому, что *сохраненіе* единицъ длины и массы не представляетъ такихъ затрудненій и болѣе надежно, чѣмъ сохраненіе какой-либо иной единицы, особенно единицы энергіи. Что касается третьей единицы, единицы *времени*, то она тоже точно опредѣляется изъ астрономическихъ явленій, причемъ за секунду принимаютъ 86400-ую часть среднихъ сутокъ.

Законъ сохраненія энергіи, примѣненный къ энергіи движенія, даетъ объясненіе для чрезвычайно противорѣчиваго понятія старой механики, понятія *инерціи*. Этимъ именемъ обозначается свойство, въ силу котораго всякое тѣло стремится сохранить состояніе покоя или движенія, которое оно въ данный моментъ имѣетъ, причемъ движеніе стремится остаться прямолинейнымъ. Въ этой общепринятой формѣ, берущей начало отъ Ньютона, этому свойству приданъ необыкновенно личный характеръ, какъ если бы тѣло забрало себѣ въ голову нѣкоторый зависящій отъ него образъ дѣйствія. При свѣтѣ энергетика оно получаетъ гораздо болѣе простой видъ.

Законъ сохраненія энергіи относится не только къ процессамъ, при которыхъ данная энергія переходитъ въ другія формы, но и къ такимъ, при которыхъ этотъ переходъ не имѣетъ мѣста. Тогда, согласно этому закону, не происходитъ никакого измѣненія въ свойствахъ данной энергіи, и она, слѣдовательно, сохраняетъ свой видъ и свою величину.

Согласно этому закону энергія движенія должна также сохранять величину и видъ. Если тѣло «предоставлено самому себѣ», т.-е. между нимъ и скружающей его средою не происходитъ обмѣна энергій, то прежде всего должна оставаться неизмѣнной масса, затѣмъ скорость. О *массѣ* мы скоро узнаемъ, что сна не измѣняется ни при какихъ условіяхъ, даже когда происходитъ обмѣнъ энергій, и что единственно возможныя измѣненія состоятъ въ соединеніи и раздѣленіи массъ. *Скорость* опредѣляется отношеніемъ между пройденнымъ путемъ и временемъ; но путь характеризуется не только величиной, но и

*направлением*, и при отсутствіи другихъ энергій, неизмѣняемость касается *обоимъ* этихъ свойствъ скорости. То, что называютъ инерціей, есть не что иное, какъ выраженіе факта, что энергія движенія сохраняетъ неизмѣнно свою величину, пока не будетъ введена другая энергія, которая измѣнитъ эту величину. Въ такомъ случаѣ и скорость сохраняетъ свою величину и свое направленіе, т.-е. тѣло двигается равномерно и по прямой линіи, а также остается въ покоѣ, если оно раньше было въ покоѣ.

И относительно «стремленія» слѣдуетъ сказать, что не зачѣмъ приписывать тѣлу особая желанія и стремленія. Оно рѣшительно ничего не имѣетъ противъ притока къ нему другихъ энергій и, когда это случается, охотно измѣняетъ свою скорость. Но нѣтъ иного средства измѣнить величину и направленіе скорости тѣла, какъ только сообщить ему энергію, а пока этого не случится, не настанетъ и измѣненія. Слѣдовательно, все происходитъ совершенно естественно, и только неправильное представленіе, будто существуютъ силы, подобныя человеческой волѣ, могущія на разстояніи дѣйствовать на тѣла опредѣляя ихъ образъ дѣйствія, — представленіе, возникшее вслѣдствіе введеннаго Ньютономъ понятія о притягательныхъ силахъ, дѣйствующихъ между небесными тѣлами на разстояніи, заставляло и заставляетъ казаться странными эти совершенно простыя вещи.

Отношенія энергіи движенія къ другимъ формамъ энергіи были уже отчасти затронуты. На первомъ планѣ выступаетъ взаимное превращеніе энергій движенія и тяжести, проявляющееся при паденіи и подбрасываніи тѣла.

Когда твердое тѣло теряетъ при опусканіи съ нѣкоторой высоты работу, то освобождающаяся при этомъ энергія не всегда идетъ на постоянное преодоленіе нѣкотораго препятствія; при «свободномъ» паденіи этого совсѣмъ не бываетъ. Тогда работа переходитъ въ *энергію движенія*, и если мы выразимъ это превращеніе уравненіемъ на основаніи закона сохраненія энергіи, то непосредственно получимъ главное уравненіе свободнаго паденія. Если тѣло падаетъ съ высоты  $h$  подъ вліяніемъ силы  $f$ , то истраченная работа равняется  $fh$ ; за то оно приобретаетъ скорость, опредѣляемую величиной его энергіи движенія  $\frac{1}{2}mv^2$ ; полагая истраченную энергию пространства равной полученной энергіи движенія, мы получимъ уравненіе  $fh = \frac{1}{2}mv^2$ .

Изъ наблюденія мы знаемъ, что *всѣ тѣла падаютъ съ одинаковой скоростью*, если исключена возможность превращенія ихъ энергіи тяжести въ какой-нибудь иной видъ, кромѣ энергіи движенія, особенно если исключено сопротивленіе воздуха. Это значитъ, что если два тѣла падаютъ съ равной высоты  $h$ , то оба получаютъ оди-

наковую скорость  $v$ . Напишемъ только-что полученное уравненіе для двухъ тѣлъ, снабдивъ ихъ для различія знаками  $1$  и  $2$ ; мы получимъ:  $f_1h_1 = \frac{1}{2}m_1v_1^2$  и  $f_2h_2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2$ ; если теперь положимъ  $h_1 = h_2$ , то, согласно опыту  $v_1 = v_2$ , значитъ  $c_1^2 = c_2^2$ . Если теперь раздѣлимъ первое уравненіе на второе, то, сокративъ одинаковыя величины, получимъ:  $f_1/f_2 = m_1/m_2$ , т.-е. силы, двигающія тѣла, относятся какъ ихъ массы. Въ данномъ случаѣ силы суть вѣса; слѣдовательно, опытъ привелъ насъ къ замѣчательному закону: *всѣ вѣсы тяжельшихъ тѣлъ относятся какъ ихъ массы*.

Вслѣдствіе того, что представленія, связанныя въ повседневной жизни со словами вѣсъ и масса, весьма мало опредѣленны, то можетъ казаться, что это положеніе само собою разумѣется и не требуетъ доказательства. Но, поразмысливъ надъ полученнымъ выводомъ, мы прежде всего скажемъ, что между вѣсомъ, благодаря которому тѣла производятъ работу, приближаясь къ землѣ, и массой, обуславливающей ихъ такъ называемую инерцію, т.-е. ихъ отношеніе при поглощеніи и измѣненіи энергіи движенія, не видно на первый взглядъ связи. То, что таковая существуетъ и даже въ такой точной пропорциональности, отклоненіе отъ которой до сихъ поръ не было наблюдаемо, есть фактъ, даваемый опытомъ, выражающійся въ законѣ равенства скорости паденія всѣхъ тѣлъ. Этотъ фактъ является причиною того, что время колебанія маятника зависитъ только отъ его длины, а не отъ его вѣса и матеріала, изъ котораго онъ сдѣланъ; на маятникѣ же этотъ законъ былъ проверенъ съ высокой степенью точности.

Размышляя о связи между величинами, зависящими отъ энергіи вѣса и величинами, зависящими отъ энергіи движенія, мы прежде всего придемъ къ соображеніямъ, высказаннымъ нами по поводу подобнаго же вопроса (стр. 130). Если бы тѣло обладало только массой, а не тяжестью, то мы бы и не встрѣчали бы его на землѣ, потому что оно слѣдовало бы равномерно по своему прямолинейному пути гдѣ-нибудь въ мировомъ пространствѣ, не подвергаясь ничьему вліянію. И если бы оно случайно попало на землю, то оно такъ же бы скоро снова покинуло ее, такъ какъ не существуетъ причины, которая могла бы его на ней удержать. Это одна сторона дѣла.

Если бы, съ другой стороны, существовало тѣло, обладающее тяжестью, но не обладающее массой, то мы также не могли бы имѣть съ нимъ никакого дѣла. Какую бы малую энергію движенія мы ни придали ему, его скорость сдѣлалась бы тотчасъ бесконечно великой. Ибо энергія скорости  $= \frac{1}{2}mv^2$ ; если это выраженіе имѣетъ конечную величину при  $v = 0$ , то  $c^2$ , а слѣдовательно и  $c$  должны быть бесконечно велики, иначе произведеніе не будетъ имѣть конечной величины. Итакъ, твердое тѣло, лишенное массы, не

можетъ быть наблюдаемо на землѣ, и, слѣдовательно, предметомъ нашего наблюдения могутъ быть только такія части пространства, въ которыхъ одновременно находятся масса и тяжесть.

Изъ этихъ соображеній мы видимъ необходимость одновременнаго присутствія массы и тяжести въ тѣлѣ, но изъ нихъ не вытекаетъ необходимости строгой пропорціональности между ними, даваемой опытомъ. Обдумывая этотъ вопросъ, я, наконецъ, остановился на слѣдующихъ соображеніяхъ, которыя я не считаю вполне удовлетворительными, но которыя я здѣсь все же изложу, такъ какъ они могутъ навести васъ на размышленія, которыя могутъ послужить къ ихъ исправленію.

Извѣстно, что для объясненія образованія солнечной системы Кантъ предположилъ, что первоначально существовали матеріальныя частицы, разбросанныя въ пространствѣ. Падая по направленію къ центру массы, эти частицы съ теченіемъ времени сблизились и образовали наконецъ (вслѣдствіе еще не объясненной эксцентричности этого паденія) вращающееся центральное тѣло, которое при сжиманіи выдѣлило изъ себя части, образующія въ настоящее время планеты.

Какъ извѣстно, большинство наблюдаемыхъ явленій согласуется съ этимъ предположеніемъ, такъ что его можно считать научно-обоснованнымъ. Исходя изъ этого предположенія, мы должны придти къ заключенію, что, если первоначально находившаяся въ мировомъ пространствѣ частицы обладали различнымъ отношеніемъ между массой и тяжестью, образованіе этого центрального тѣла было обусловлено присущей этимъ частицамъ скоростью паденія. А именно раньше всего достигнуть центрального тѣла тѣ массы, которыя обладаютъ наибольшей относительной тяжестью, или, напротивъ, при одинаковой тяжести тѣ, которыя обладаютъ наименьшими массами. Происходитъ какъ бы подборъ тѣлъ, въ результатъ котораго въ центрѣ раньше всѣхъ должны оказаться тѣла, обладающія наибольшею скоростью. Отношеніе между массой и тяжестью въ этихъ тѣлахъ должно имѣть одинаковое значеніе, а именно наибольшее изъ всѣхъ возможныхъ.

Противъ этого взгляда можно возразить, что съ теченіемъ времени должны присоединиться и болѣе медленно падающія массы, и тогда отношеніе должно измѣниться. Однако, изъ постоянства элементовъ пути солнечной системы слѣдуетъ, что въ настоящее время это увеличеніе солнечной системы посторонними массами чрезвычайно мало сравнительно съ существующими массами, такъ что вышеприведенное возраженіе не имѣетъ силы.

Гораздо серьезнѣе, пожалуй, замѣчаніе, что въ истекшій періодъ существованія солнечной системы медленно падающія массы могли успѣть примкнуть къ ней. Однако, этого мы тоже не знаемъ и изъ

факта пропорціональности между массою и вѣсомъ можемъ обратно вывести заключеніе о незначительномъ возрастѣ нашей земли.

Еще слѣдуетъ принять во вниманіе, что вслѣдствіе вращенія центрального тѣла тоже произошелъ нѣкоторый подборъ, причемъ части, обладавшія большою массою при малой тяжести, были выброшены. Такъ какъ этотъ подборъ дѣйствовалъ въ томъ же направленіи, какъ и подборъ на основаніи скорѣйшаго паденія, то второе соображеніе приводитъ къ тому же результату, что и первое.

Высказанныя соображенія, по крайней мѣрѣ, указываютъ, что объясненіе этой удивительной пропорціональности не превышаетъ нашихъ современныхъ знаній \*).

Изъ взаимныхъ отношеній между энергіей тяжести и энергіей движенія вытекаютъ законы движенія небесныхъ тѣлъ въ пространствѣ. Прежде всего мы должны помнить, что *вся обладающая тѣла есть тѣла*—всѣ видимыя тѣла, кажется, принадлежатъ къ этому классу—*составляютъ одно совокупное цѣлое*, и что реальное существованіе ихъ не ограничено пространствомъ, занятымъ «матеріей» каждаго отдѣльнаго мирового тѣла. Только форма и масса тѣлъ, выражающія соотвѣтственныя энергіи, ограничены этимъ пространствомъ, но *энергія разстоянія тѣлъ распространяется на все пространство*.

Необходимость такого представленія очевидна, такъ какъ немислимо, чтобы отдѣльная точка обладала энергіей разстоянія. Ибо эта энергія заключается именно въ существованіи количества работъ, которыя при сближеніи или удаленіи двухъ (или нѣсколькихъ) тѣлъ превращаются въ другіе виды энергіи или образуются изъ нихъ. Слѣдовательно, необходимо существованіе, по меньшей мѣрѣ, второго тѣла, удаленнаго отъ перваго на извѣстное разстояніе, для того чтобы вообще могла существовать энергія разстоянія. Такъ какъ, далѣе, эта энергія зависитъ отъ разстоянія, то это послѣднее есть такая же существенная составная часть энергіи разстоянія, какъ масса или скорость—энергіи движенія.

Благодаря этимъ соображеніямъ уже не кажется «загадочнымъ», какимъ образомъ одно тѣло можетъ дѣйствовать на другое издали, т.-е. на такомъ мѣстѣ, гдѣ оно совсѣмъ не «находится». Ошибка мышленія заключалась въ томъ, что полагали, что «сила притяженія» помѣщается только въ пространствѣ, опредѣляемомъ энергіей формы, и отсюда протягиваетъ руки, чтобы захватить все, что, состоя изъ вѣсомой матеріи, попадаетъ въ ея владѣнія. Между тѣмъ

\*) Недавно Г. А. Лоренцъ и В. Винъ сдѣлали попытку изобразить тяжесть и массу электродинамически. Ихъ соображенія приводятъ тоже къ приближительной пропорціональности между массою и тяжестью.

намъ известно только то, что взаимное отношеніе тяготящихся тѣлъ существуетъ до тѣхъ поръ и при тѣхъ же условіяхъ, какъ и сами тѣла. Въ силу закона сохраненія энергіи невозможно, чтобы гдѣ-нибудь изъ ничего возникло тяжелое тѣло, раѣе не существовавшее, на которое начинаютъ затѣмъ дѣйствовать другія тяжелыя тѣла. Напротивъ, отношенія тяжести даны съ самаго начала вмѣстѣ съ самими тѣлами. Энергія тяжести связана съ дѣятельностью въ пространствѣ энергіи разстоянія, какъ нѣкоторый видъ ея, и составляетъ непремѣнное условіе существованія совокупности всѣхъ тяготящихся образованій.

Итакъ, «загадка тяготѣнія» разрѣшается фактомъ существованія энергіи разстоянія, а то, что существуетъ энергія, зависящая отъ разстоянія, представляется такъ же мало загадочнымъ, какъ и то, что одна энергія зависитъ отъ объема, другая—отъ поверхности, третья—отъ формы. Скорѣе же мы должны были бы удивляться, если бы не существовало энергіи, зависящей отъ разстоянія.

Двигается ли нѣкоторое небесное тѣло вокругъ центрального тѣла или нѣтъ, зависитъ отъ отношенія между его энергіей движенія и энергіей разстоянія. Это вытекаетъ изъ слѣдующихъ соображеній, отчасти высказанныхъ уже Р. Майеромъ.

Если мы представимъ себѣ мировое тѣло, падающее на центральное тѣло изъ большой дали, то въ каждый моментъ паденія энергія разстоянія, которую онъ теряетъ, превращается въ энергію движенія, и скорость въ данный моментъ зависитъ только отъ разстоянія падающаго тѣла отъ центрального. Если движеніе падающаго тѣла не вполнѣ центрально, то оно огибаетъ центральное тѣло и имѣетъ тогда, подобно маятнику, какъ-разъ ту скорость, какая требуется для его удаленія въ безграничное пространство.

Если скорость какого-нибудь мирового тѣла по отношенію къ какому-нибудь другому тѣлу, больше, чѣмъ только-что упомянутая скорость, то это тѣло повліяетъ на его путь, но не сбѣгаетъ его своимъ спутникомъ, и падающее тѣло снова удалится отъ него. Если же скорость меньше, то энергія движенія падающаго тѣла недостаточно велика, чтобы позволить ему удалиться неопредѣленно далеко отъ центрального тѣла, и оно будетъ постоянно совершать движеніе вокругъ центрального тѣла.

Сказанное имѣетъ значеніе и въ томъ случаѣ, когда мировое тѣло отброситъ отъ себя небольшую часть; и тогда будетъ зависѣть отъ скорости движенія выброшенной части, сбѣгается ли она спутникомъ выбросившаго ее тѣла, или будетъ удаляться отъ него съ все возрастающей скоростью.

Приложеніемъ только-что изложенныхъ общихъ законовъ природы къ

возможно большому кругу фактовъ занимается механика. Въ такъ называемой чистой, т.-е. ограниченной, механикѣ тѣла разсматриваются какъ абсолютно твердыя. Такъ какъ таковыхъ не существуетъ, то тутъ мы снова должны прибѣгнуть къ приему абстракціи съ цѣлью упрощенія изображенія и разработки. Согласно вышеизложенному, твердое тѣло есть такое тѣло, энергія формы котораго становится очень большой при небольшомъ измѣненіи тѣла; въ такомъ случаѣ абсолютно твердымъ будетъ такое тѣло, для котораго при всякомъ конечномъ измѣненіи формы будетъ расходоваться безконечно много энергіи. Тѣло принимается абсолютно твердымъ только для того, чтобы при вычисленіяхъ не принимать въ расчетъ энергіи формы, и вычисленіе будетъ невѣрно, если послѣдняя не будетъ безконечно мала.

Если, напротивъ, энергія формы какого-нибудь тѣла очень мала, то мы придемъ къ другому теоретическому предѣлу, при которомъ энергія формы равна нулю. Такія тѣла называются жидкостями или газами. Другъ отъ друга они различаются видомъ энергіи объема.

Въ жидкостяхъ (вмѣстѣ съ остатками энергіи формы) находится еще энергія объема въ томъ же значеніи, въ какомъ она находится въ твердыхъ тѣлахъ. Для нихъ тоже существуетъ опредѣленный объемъ, измѣненіе котораго требуетъ затраты работы; ихъ тѣло не можетъ быть ни уменьшеннымъ, ни увеличеннымъ безъ поглощенія энергіи. Поэтому и жидкости обладаютъ собственнымъ объемомъ, нѣсколько измѣняющимся въ зависимости отъ внѣшняго давленія. Въ «идеальныхъ» жидкостяхъ эта измѣняемость не принимается въ расчетъ, и ихъ разсматриваютъ теоретически какъ несжимаемыя. Очевидно, что неприниманіе въ расчетъ существующаго качества во многихъ случаяхъ допустимо для перваго ознакомленія, но что каждый разъ, когда выводъ, сдѣланный на основаніи теоретически вычисленныхъ свойствъ идеальной жидкости, переносится на дѣйствительную жидкость, слѣдуетъ изслѣдовать, можно ли въ данномъ случаѣ пренебречь отброшенной величиной.

Благодаря очень незначительному измѣненію объема при измѣненіи давленія, жидкости особенно удобны для передачи давленія. Такъ напр., паровикъ и другіе сосуды, предназначенные для большого внутренняго давленія, испытываются сдавливаніемъ въ нихъ воды до требуемаго давленія, причемъ разрывъ сосуда не представляетъ опасности для окружающихъ, между тѣмъ какъ разрывъ сосуда, наполненнаго сжатымъ воздухомъ или газомъ, влечетъ за собою взрывъ. Это различіе зависитъ оттого, что вода, вслѣдствіе своей малой сжимаемости, можетъ поглотить только весьма небольшое количество энергіи объема, которое поэтому при разрывѣ сосуда можетъ дать только небольшое количество энергіи движенія. Напро-

тивъ, газъ или паръ, чтобы получить высокое давление, должны поглотить большое количество энергии объема, которая при указанныхъ условияхъ переходитъ въ соответственно большое количество разрушительной энергии движения.

Всѣ жидкости обладаютъ энергіей тяжести. Причина, почему мы не знаемъ ни одной жидкости, свободной отъ этого свойства, та же, что и для твердыхъ тѣлъ (стр. 137). Вслѣдствіе этого свободная поверхность жидкостей имѣетъ всегда видъ горизонтальной плоскости, ибо только при этомъ условіи существуетъ равновѣсіе. Ибо равновѣсіе во всѣхъ случаяхъ наступаетъ тогда, когда ни одна часть образованія не можетъ быть приведена въ движеніе такъ, чтобы при этомъ получилась работа; послѣднее же возможно до тѣхъ поръ, пока хоть какая-нибудь часть жидкости выдвигается изъ общей поверхности.

Снизу жидкости ограничены формой твердаго тѣла, на которомъ онѣ покоятся. Конечно, и сосуды нѣсколько измѣняютъ свою форму отъ вѣса жидкости, а иногда и разрываются. Условія, при которыхъ это случается, опредѣляются обстоятельствами, изложенными на стр. 132.

Въ тяжелой жидкости имѣетъ мѣсто давление, увеличивающееся пропорціонально глубинѣ, начиная съ поверхности жидкости. Если дать жидкости истекать подъ этимъ давлениемъ, то она выдѣлитъ на счетъ энергии объема соответственно количество работы, которая будетъ равняться произведенію давления на объемъ. Этимъ путемъ опредѣляютъ единицу давления. Единицею давления называется давление, дающее при единицѣ объема, 1 ссм., единицу работы, 1 эргъ. Обыкновенно употребляется иная единица давления, равная приблизительно среднему давленію воздуха и потому называемая атмосферой. Она гораздо больше систематической или абсолютной единицы давления, ибо равняется  $1,033 \times 10^6$  этой единицы и измѣряется столбомъ воды въ 1033 см. или столбомъ ртути въ 76 см. высоты.

Жидкости обладаютъ еще другого вида энергией, о которой мы уже упоминали, говоря о твердыхъ тѣлахъ (стр. 132), *энергіей поверхности*. Она характеризуется тѣмъ, что поверхность жидкости не можетъ быть увеличена безъ затраты работы. Согласно съ этимъ эта энергія превращается въ другіе виды энергии, если на нее затрачено работы меньше, чѣмъ она можетъ произвести. Такъ какъ энергія поверхности пропорціональна поверхности, то уменьшеніе существующей энергии поверхности узнается по уменьшенію поверхности, т.-е. жидкости выказываютъ стремленіе къ возможному уменьшенію своихъ поверхностей. Это обуславливаетъ шарообразность дождевыхъ капель и небольшихъ массъ ртути.

Въ учебникахъ обыкновенно объясняютъ эти явленія и крѣпость твердыхъ тѣлъ гипотезою притяженія, существующаго между мельчай-

шими частицами или молекулами тѣлъ, и часто разграничиваютъ двѣ области: механику молекулъ и механику массъ. Такой пріемъ ни на чемъ не основанъ; скорѣе, напротивъ, онъ вноситъ лишнюю запутанность и вредную неясность въ дѣйствительныя, т.-е. измѣримыя и доказательныя, ясныя и простые отношенія. Причиной этого неправильнаго приема была привычка смотрѣть на энергію разстоянія и энергію движенія какъ на единственные виды механической энергии. Поэтому считали необходимымъ сводить энергію поверхности и энергію объема къ энергіи разстоянія и старались разрѣшить эту задачу гипотезой молекулярныхъ силъ. Но такъ какъ эти послѣднія нельзя измѣрить, то въ результатѣ являлась только перефразировка дѣйствительныхъ отношеній, затемнявшая, а не освѣщавшая дѣло. Скоро мы подробнѣе остановимся на этомъ стремленіи къ гипотетической «наглядности» фактическихъ отношеній.

Какъ энергія разстоянія есть произведеніе силы на путь, а энергія объема—произведеніе давления на объемъ, такъ энергія поверхности является произведеніемъ напряженія (Spannung) на поверхность. Это напряженіе, или поверхностное напряженіе, зависитъ отъ природы двухъ соприкасающихся тѣлъ. Нормальнымъ или типическимъ напряженіемъ жидкости можно называть напряженіе, выказываемое ею относительно ея собственныхъ паровъ въ пустомъ пространствѣ. Кромѣ того поверхностное напряженіе зависитъ отъ температуры, уменьшаясь, всегда безъ исключенія, съ увеличеніемъ температуры. Количество этого вида энергии вообще невелико; такъ, работа, требуемая для образования 1 ссм водяной поверхности, равна 82 эргамъ. Единица поверхностнаго напряженія есть напряженіе, даваемое однимъ эргомъ на одинъ ссм; слѣдовательно, поверхностное напряженіе воды равняется 82 абсолютнымъ единицамъ.

Такъ какъ другія жидкости обладаютъ еще меньшими количествами поверхностнаго напряженія, а для твердыхъ тѣлъ оно приблизительно такой же величины, то энергія поверхности принимаетъ вообще небольшое участіе въ образованіи нашего внѣшняго міра. Иначе обстоятъ дѣло въ случаѣ значительнаго увеличенія второго фактора энергии поверхности. Это именно имѣетъ мѣсто въ организмахъ, образованіе которыхъ изъ клѣточекъ (и по Бюкли вслѣдствіе сотовиднаго ихъ расположенія) обуславливаетъ значительное развитіе поверхностей и производитъ поэтому соответственно количество энергии. Здѣсь не мѣсто подробнѣе останавливаться на этихъ еще мало изслѣдованныхъ явленіяхъ.

Энергія поверхности на границѣ между поверхностью жидкости (или твердаго тѣла) и поверхностью газа обладаетъ тѣмъ свойствомъ, что на увеличеніе поверхности расходуется работа; напротивъ, на гра-

ницѣ между жидкостями и твердыми тѣлами энергія поверхности имѣетъ противоположный знакъ, т.-е. при увеличеніи поверхности соприкосновенія освобождается работа, а для уменьшенія поверхности должна быть затрачена работа. На этомъ основаны явленія *смачиванія*. Эти послѣднія «объясняются» обыкновенно предположеніемъ существованія притягательныхъ силъ между частями твердаго тѣла и жидкости, силою притяженія, т.-е. не объясняются, а гипотетически называются. И тутъ, очевидно, прибѣгаютъ къ неудобному и неясному обходу по той же причинѣ, на какую мы указывали по поводу «силы сцѣпленія». Обѣ эти силы должны совершенно исчезнуть изъ порядочныхъ учебниковъ физики.

Между твердыми и жидкими тѣлами существуетъ переходъ, опредѣляемый температурою: всякое твердое тѣло плавится при извѣстной температурѣ и становится жидкимъ. И это явленіе «объясняется» тоже гипотетически ослабленіемъ притяженія между мельчайшими частицами. Сущность дѣла заключается въ томъ, что при плавленіи поглощается опредѣленное количество энергии, обыкновенно въ формѣ теплоты, такъ что тѣло въ жидкомъ состояніи заключаетъ въ себѣ всегда больше энергии, чѣмъ то же количество тѣла въ твердомъ состояніи. Такъ какъ различіе между тѣлами заключается только въ различіи ихъ энергій, то не требуется никакого «объясненія» того, что вслѣдствіе поглощенія энергии твердымъ тѣломъ образовалось тѣло съ иными свойствами. Поэтому мы только говоримъ, что твердое тѣло подвергается при точкѣ плавленія превращенію, причемъ оно теряетъ свою энергію формы и измѣняетъ, кромѣ того, и многія другія свои свойства. Поэтому эти измѣненія состоянія примыкаютъ къ химическимъ явленіямъ.

Плавленіе и аналогичное съ нимъ испареніе называютъ измѣненіями *агрегатнаго состоянія*. И это названіе есть выраженіе многократно упомянутой гипотезы о молекулярномъ строеніи тѣлъ и поэтому непригодно для обозначенія независимаго отъ гипотезъ дѣйствительнаго явленія. Вмѣсто него я буду употреблять предложенное уже въ другомъ мѣстѣ названіе: *видъ формы* (Formart).

Что касается третьяго вида формы, газообразнаго состоянія, то оно отличается отъ другихъ состояній тѣмъ, что энергія объема не равна нулю при опредѣленномъ объемѣ, какъ у твердыхъ и жидкихъ тѣлъ, но имѣетъ всегда нѣкоторую положительную величину. Газообразный видъ формы такъ же, какъ и жидкій, не обладаетъ энергіей формы, принадлежащей только твердымъ тѣламъ.

Благодаря положительной величинѣ энергіи объема, газъ вполне заполняетъ всякое предоставленное ему пространство, причемъ безразлично, находится ли въ этомъ пространствѣ какой-нибудь другой газъ или нѣтъ; только расширеніе въ первомъ случаѣ совершается

медленнѣе. Каждому объему даннаго количества газа соотвѣтствуетъ опредѣленное давленіе, зависящее кромѣ того отъ температуры; при опредѣленной температурѣ давленіе обратно пропорціонально объему.

Повтому, если газъ увеличиваетъ свой объемъ насчетъ соотвѣтственнаго давленія, то онъ теряетъ нѣкоторое количество энергіи объема, которая превращается въ другую работу. При этомъ онъ охлаждается, и потеря теплоты какъ разъ равна произведенной работѣ. Поэтому его температура не измѣняется, если онъ вытекаетъ въ пустое пространство, т.-е. расширяется безъ производства работы. Эти важныя явленія послужили основаніемъ для развитія общаго ученія объ энергіи, возникновеніе котораго зависѣло отъ правильнаго взгляда на отношеніе между теплотой и работой. Въ слѣдующей лекціи мы подробнѣе остановимся на этомъ.

Нематеріальныя свойства газовъ, т.-е. отсутствіе въ нихъ энергіи формы и собственнаго объема вмѣстѣ съ незначительностью массы имѣли сравнительно большое значеніе въ образованіи нашего міросозерцанія. Благодаря этимъ свойствамъ эти тѣла долгое время не поддавались изученію, и имъ не сразу было отведено подобающее мѣсто среди другихъ тѣлъ. Съ другой стороны, на томъ же основаніи они долгое время служили образцомъ для гипотетическаго созданія нематеріальныхъ матерій, и гипотетическій газообразный или ультрагазообразный эфиръ и по настоящее время играетъ немалую роль въ теоретической физикѣ, хотя уже пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ Ю. Р. Майеръ произнесъ «великія слова»: нѣтъ нематеріальныхъ матерій.

## Десятая лекція.

### Т Е П Л О Т А .

Знанія и представленія, необходимыя для построенія механической энергетикѣ въ объемѣ хотя бы прошлой лекціи, существовали уже болѣе ста лѣтъ, и давно уже было бы возможно составить соотвѣтственное міросозерцаніе, если бы въ повседневныхъ явленіяхъ не происходили непонятныя появленія и исчезновенія количествъ работы, объяснить которыя механика была не въ состояніи.

Самое естественное предположеніе, которое ею и было сдѣлано и котораго до сихъ поръ придерживается большинство физиковъ, состоитъ въ томъ, что въ дѣйствительности въ мірѣ существуетъ только механическая энергія (по мнѣнію иныхъ даже только энергія движенія). Когда кажется, что механическая энергія исчезаетъ, въ дѣйствительности этого не происходитъ; она только принимаетъ такія формы, въ которыхъ она не можетъ быть непосредственно признана за механическую энергію.

Если, на примѣръ, газъ расширяется, производя работу, то получается работа, хотя никакая другая видимая работа не исчезаетъ; единственное, что можно замѣтить, это—что газъ охладился. Съ нашей точки зрѣнія мы скажемъ: часть энергіи тепла газа превратилась въ работу, и потому газъ сталъ холоднѣе. Механическая гипотеза говоритъ: невидимая механическая энергія газа превратилась въ видимую работу, поэтому она уменьшилась. То, что газъ сдѣлался холоднѣе, доказываетъ намъ, что теплота газа есть невидимая механическая энергія.

Которое изъ двухъ воззрѣній вѣрнѣе? Этого нельзя рѣшить опытомъ, ибо, такъ какъ можно дѣлать какія угодно механическія гипотезы, то можно ихъ сдѣлать и такими, чтобы онѣ соотвѣтствовали результату, даваемому опытомъ. Энергетическое воззрѣніе изображаетъ то же самое, что и механическое, просто указывая на отношенія, существующія между различными входящими въ опытъ величинами. Слѣдовательно, механическое воззрѣніе представляетъ болѣе сложный путь, такъ какъ въ немъ простому изображенію отношеній предпочитается болѣе запутанное, которое, въ лучшемъ случаѣ, выражаетъ столько же фактовъ, что и первое.

Но механическое воззрѣніе глубже проникаетъ въ сущность вещей, говорятъ его приверженцы, потому что простое описаніе и формулировка измѣренныхъ величинъ говорятъ намъ только о существованіи связи, механическое воззрѣніе говоритъ намъ о сущности ея.

Это прежде всего грубое заблужденіе, ибо механическое воззрѣніе не говоритъ намъ ничего о томъ, какова «сущность» вещей, а только о томъ, какими вещи могли бы быть, если бы удалось дать механическую картину всей совокупности явленій. Такъ, очень распространенная механическая гипотеза о природѣ газовъ «объясняетъ» ихъ давленіе на стѣнки сосуда, полагая, что газы состоятъ изъ упругихъ весьма малыхъ частицъ или молекулъ, пролетающихъ пространство съ опредѣленной скоростью, которыя, ударяясь и отскакивая отъ стѣнокъ сосудовъ, производятъ какъ бы давленіе на нихъ. Исходя изъ этого предположенія, можно выяснитъ при данныхъ массѣ и объемѣ газа скорость, которую мысленно надо приписать частицамъ,

чтобы получилось данное въ дѣйствительности давленіе. Вычисленіе этихъ скоростей, которое было впервые произведено Клаузиусомъ, считалось многими очень важнымъ научнымъ открытіемъ. Въ дѣйствительности, какъ мы видимъ, оно есть не что иное, какъ выводъ изъ недоказаннаго положенія; дѣйствительное же содержаніе этого научнаго приобрѣтенія есть слѣдующее: если принять, что газы состоятъ изъ подвижныхъ частицъ, упругіе удары которыхъ производятъ давленіе, то слѣдуетъ предположить, что эти частицы обладаютъ опредѣленными скоростями, которыя можно вычислить изъ ихъ массы, давленія и объема, и такимъ образомъ дать отчетъ въ наблюденныхъ фактахъ. Слѣдовательно, значеніе приобрѣтенія будетъ приблизительно таково: этотъ человекъ можетъ издерживать ежегодно 20000 марокъ; если онъ ихъ имѣетъ, какъ прибыль на капиталъ, то при 4% его капиталъ долженъ равняться полумилліону. Обладаетъ ли онъ дѣйствительно такимъ капиталомъ или получаетъ свой доходъ какимъ-нибудь инымъ образомъ, остается совершенно неизвѣстнымъ и не выясняется этимъ вычисленіемъ. И это вычисленіе нисколько не позволяетъ намъ проникнуть въ «сущность» того, какимъ путемъ онъ находитъ себѣ пропитаніе.

Отбросивъ гипотетическое представленіе теплоты, какъ вида движенія, мы пришли къ точкѣ зрѣнія, принятой Ю. Р. Майеромъ въ его первой чрезвычайно важной статьѣ. По поводу этого вопроса онъ выражается совершенно ясно: «поскольку изъ связи, существующей между силой паденія и движеніемъ, нельзя заключать, что сила паденія есть движеніе; постольку же нельзя дѣлать подобнаго заключенія и относительно теплоты. Скорѣе мы готовы сдѣлать противоположный выводъ, что движеніе—все равно, простое или вибрирующее, какъ свѣтъ, лучистая теплота и т. д.—должно перестать быть движеніемъ, чтобы сдѣлаться теплотой». Всякій, знакомый съ исторіей этого предмета, знаетъ, что эти слова Майера были сначала брошены на вѣтеръ. Напротивъ, гипотеза о томъ, что теплота есть невидимый видъ движенія, была ревностно принята и примѣнена современными ему изслѣдователями, такъ что получается такое впечатлѣніе, какъ будто бы они считали проведеніе этой гипотезы гораздо болѣе важнымъ научнымъ дѣломъ, чѣмъ проведеніе самого закона энергіи. Тиндаль, сдѣлавшій для оцѣнки заслугъ Майера больше, чѣмъ всѣ другіе современники—что особенно надо поставить ему въ заслугу, такъ какъ изъ-за этого онъ былъ обвиненъ своими соотечественниками въ недостатокъ патриотизма—озаглавилъ свой самый сильный трактатъ, въ которомъ онъ сообщаетъ о новомъ ученіи, такъ: «Теплота, разсматриваемая какъ нѣкоторый видъ движенія». И хотя Клаузиусъ, одинъ изъ ревностнѣйшихъ послѣдователей гипотезы движенія, тщательно подчеркивалъ разницу



между чистой энергетикой и гипотезой движения и не смѣшивалъ эти двѣ области, все же такое его отношеніе къ дѣлу не помѣшало постоянному ихъ смѣшенію. Можно доказать, что до самаго послѣдняго времени эти оба воззрѣнія представлялись одинаково цѣнными.

Эти соображенія побуждаютъ меня возможно точнѣе выяснить вопросъ объ отношеніи науки къ гипотезамъ. Наша современная наука широко пользуется гипотезами, противно точки зрѣнія Майера, посвятившаго свою знаменитую первую статью «Друзьямъ свободнаго отъ гипотезъ воззрѣнія на природу», защищавшаго и при другихъ случаяхъ эту точку зрѣнія, которую впоследствии поддерживали Кирхгофъ и Махъ. Въ появившихся въ 1850 г. «Замѣткахъ о механическомъ эквивалентѣ тепла \*)» дается въ самомъ началѣ программа этого умственнаго направленія, лежащаго въ основаніи и моихъ стремленій. «Важнѣйшее, чтобы не сказать единственное, правило для истиннаго изслѣдователя природы заключается въ томъ, чтобы не забывать, что его долгъ сначала изучить явленія, а потомъ уже искать ихъ объясненія или спрашивать о высшихъ причинахъ. Если какое-нибудь явленіе изучено со всѣхъ сторонъ, то этимъ самымъ оно и объяснено, и на этомъ кончается задача науки.

«Пусть иные назовутъ это заявленіе тривіальнымъ, пусть другіе оспариваютъ его какими бы то ни было способами,—все же остается внѣ сомнѣнія, что этимъ основнымъ правиломъ слишкомъ пренебрегали до самаго послѣдняго времени, и что всѣ спекуляціи, даже самыхъ блестящихъ талантливыхъ умовъ, желавшихъ подняться надъ фактами вмѣсто того, чтобы овладѣвать ими, какъ таковыми, дали до сихъ поръ пустоцвѣты».

Этотъ упрекъ также справедливъ въ настоящее время, какъ и 50 лѣтъ тому назадъ; и теперь тратится громадная масса времени и труда на обсужденіе болѣе или менѣе вѣроятности той или иной гипотезы, причѣмъ спорящимъ не приходится на умъ сказать, въ чемъ же собственно заключается фактическое или выражающееся на опытѣ различіе этихъ враждующихъ гипотезъ.

Люди, признающіе необходимость гипотезъ для изученія природы, постоянно утверждаютъ, что безъ гипотезъ невозможно двигаться впередъ въ наукѣ, и что всякая математическая формула, которой мы выражаемъ дѣйствительныя явленія, уже включаетъ въ себя гипотезы. Такъ, въ механикѣ говорятъ объ абсолютно твердыхъ тѣлахъ, абсолютно лишенныхъ тренія жидкостяхъ и т. д., которыхъ дѣйствительно не существуетъ, и предположеніе которыхъ есть гипотеза. Это относится и ко всѣмъ законамъ природы, ибо они выражаютъ

свойства явленія въ нѣкоторыхъ идеальныхъ случаяхъ, которые въ дѣйствительности никогда не встрѣчаются въ чистомъ видѣ; поэтому всюду въ наукѣ дѣло идетъ не о дѣйствительныхъ явленіяхъ, а о «гипотетическихъ» предѣльныхъ случаяхъ.

Въ этихъ соображеніяхъ заключается смѣшеніе двухъ существенно различныхъ вещей. Безъ сомнѣнія, отношенія, представляемыя законами природы, никогда не встрѣчаются въ природѣ, ибо законы относятся, какъ и всѣ продукты нашего мышленія, къ абстракціямъ, т.-е. къ дѣйствительнымъ явленіямъ минусъ нѣкоторыя стороны ихъ, которыя мы сознательно отбрасываемъ. Это мы дѣлаемъ со всѣми пренебрегаемыми величинами, которыя мы принимаемъ за нуль, не потому, что онѣ дѣйствительно равны нулю, но потому, что онѣ меньше того, что мы можемъ измѣрить (срв. стр. 95). Во многихъ случаяхъ намъ приходится пренебрегать даже измѣряемыми величинами, потому что мы не нашли согласной съ законами формы, подъ которой могли бы ввести ихъ въ вычисленіе. Этотъ приемъ, который встрѣчается не только въ наукѣ объ измѣреніяхъ, но отъ котораго зависитъ вся наша умственная дѣятельность, мы назовемъ *абстракціоннымъ методомъ* въ отличіе отъ другихъ научныхъ методовъ.

Предположеніе, что теплота есть видъ движенія, конечно, не принадлежитъ къ области абстракціоннаго метода, ибо, дѣлая его, не отбрасываютъ нѣчто изъ наблюдаемаго въ явленіяхъ, но, напротивъ, имъ (нѣчто) придаютъ, чего прежде въ нихъ не заключалось. Явленія теплоты, какъ таковыя, не выказываютъ непосредственно свойствъ движенія, и когда мы принимаемъ, что они состоятъ изъ движенія, то этимъ мы не образуемъ болѣе широкаго или болѣе общаго понятія, но скорѣе болѣе узкое. Въ такомъ видѣ этотъ приемъ представляетъ какъ разъ противоположность абстракціонному приему.

Для чего же вообще дѣлается такое предположеніе? Чтобы «объяснить» явленія теплоты. Объяснить значитъ въ данномъ случаѣ свести неизвѣстныя явленія къ извѣстнымъ или указать на нихъ какъ на частные случаи извѣстныхъ явленій.

Въ данномъ случаѣ механическія явленія считаются болѣе извѣстными, термическія—менѣе извѣстными, и поэтому въ описаніи термическихъ явленій, какъ механическихъ, видятъ нѣкоторый шагъ впередъ.

Но рѣшеніе вопроса, какія явленія болѣе извѣстны и какія менѣе, зависитъ не только отъ свойствъ того или другого рода явленій, но также и отъ разныхъ случайностей, повліявшихъ на порядокъ нашего ознакомленія съ ними. Если мы хорошо знаемъ Фрица, то мы лучше всего «объясняемъ» себя Петра, если познакомимся съ нимъ какъ съ двоюроднымъ братомъ Фрица. Если же мы раньше имѣли удо-

\*) «Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme».

вольствие лично познакомиться съ Петромъ, то мы можемъ познакомиться съ Фрицомъ черезъ посредство Петра. Иными словами, если бы наши изслѣдованія были направлены сначала на теплоту, а не на механику, и съ первой мы ознакомились бы болѣе подробно. Чѣмъ со второй, то мы чувствовали бы склонность писать книги подъ заглавиемъ «Движеніе, разсматриваемое какъ видъ теплоты», и мы имѣли бы на это столько же права, сколько и на обратный образъ дѣйствія.

Что же дѣлаютъ для того, чтобы придать теплотѣ видъ нѣкотораго рода движенія. Представляютъ себѣ тѣла состоящими изъ мельчайшихъ «молекулъ», производящихъ опредѣленные движенія, затѣмъ. предполагаютъ эти движенія таковыми, что слѣдствія ихъ согласуются съ опредѣленными свойствами теплоты. Такъ, большинство тѣлъ расширяется при повышеніи температуры. Это «объясняютъ» предположеніемъ, что молекулы имѣютъ колебательныя движенія, и что при повышеніи температуры колебанія становятся быстрѣе. Тогда и амплитуды колебаній становятся большими, и молекулы дальше удаляются другъ отъ друга, чтобы дать мѣсто этимъ болѣе широкимъ колебаніямъ; изъ этого выводится увеличеніе объема при нагреваніи. Но когда при повышеніи температуры происходитъ не увеличеніе, а уменьшеніе объема, какъ въ водѣ ниже  $4^{\circ}$ , тогда возникаютъ затрудненія, требующія для своего устраненія новыхъ гипотезъ.

Ближайшимъ образомъ въ этихъ гипотезахъ имѣется въ виду дать картину или, въ лучшемъ случаѣ, модели дѣйствительныхъ явленій, изображающія въ переносномъ смыслѣ нѣкоторыя стороны явленій. Эти картины или модели взяты почти всѣ безъ исключенія изъ области механики, ибо эта послѣдняя даетъ намъ для этой цѣли самые знакомые образцы. Въ этомъ легко убѣдиться, стоитъ только разсмотрѣть съ этой точки зрѣнія самыя употребительныя старыя и новыя гипотезы. Яснѣе же всего можно наблюдать эту особенность на различныхъ гипотезахъ о природѣ свѣта. Пока на первомъ планѣ въ свѣтовыхъ явленіяхъ стояли явленія отраженія, для изображенія ихъ можно было пользоваться соответственной механической картиной упругихъ частицъ. Упругій шаръ отталкивается отъ упругой стѣны такъ, что углы, образуемые обоими направленіями его движенія съ перпендикуляромъ паденія, равны, и всѣ три прямыя находятся въ одной плоскости, то же имѣетъ мѣсто и для узкаго свѣтового пучка, «свѣтового луча». Также можно было изобразить и преломленіе, прибавивъ только еще предположеніе, что скорость движенія свѣтовыхъ шариковъ увеличивается въ болѣе преломляющей средѣ въ нѣкоторомъ опредѣленномъ отношеніи. Но уже объясненіе цвѣтовъ вызвало необходимость прибѣгнуть къ болѣе запутаннымъ предположеніямъ, а когда, наконецъ, были открыты явленія дифракціи и поляризаціи, тогда гипотеза

истеченія свѣта оказалась непригодной; но не до такой степени, чтобы ея послѣдователи принуждены были сказать: дальше нѣтъ выхода. Напротивъ, они были такъ убѣждены въ правильности своего воззрѣнія, что сказали: выходъ долженъ быть, иначе теорія истеченія свѣта оказалась бы невѣрной. И они стали дѣлать новыя предположенія, чтобы «объяснить» вновь открытые факты, и старались придать своимъ свѣтовымъ частичкамъ такія свойства, чтобы снова можно было возстановить снимокъ съ дѣйствительныхъ явленій.

Въ это время была снова принята высказанная уже много раньше Гюйгенсомъ и Эйлеромъ теорія о колебательной природѣ свѣта. Эта послѣдняя возникла изъ сходства между свѣтомъ и звукомъ, проявляющагося въ способѣ ихъ распространенія въ пространствѣ. Такъ какъ опыты показываютъ, что свѣтъ такъ же легко проходитъ черезъ «пустыя» пространства, какъ и черезъ «матерію», то надо было придумать, чѣмъ замѣнить воздухъ, колеблющійся при звуковыхъ явленіяхъ. Такъ какъ для этого нельзя было взять ни одного изъ извѣстныхъ веществъ, то взяли неизвѣстное вещество и назвали его эфиромъ.

Этому эфиру пришлось приписать свойство образовывать при колебаніи не продольныя волны, подобно газамъ и жидкостямъ, а поперечныя, подобно твердымъ тѣламъ.

Сначала этому не было придано особеннаго значенія, такъ какъ изъ самой теоріи колебаній было сдѣлано большое число выводовъ, вполне совпавшихъ съ опытомъ. Эта теорія послужила даже къ предсказанію неизвѣстныхъ явленій, подтвержденному впоследствии опытомъ.

Но въ настоящее время брошена почти безъ борьбы и теорія колебаній въ ея старѣйшей формѣ, объяснявшей природу свѣта упругими колебаніями; на ея мѣсто вступила электромагнитная теорія свѣта, согласно которой колебанія состоятъ изъ взаимныхъ превращеній электрической и магнитической энергій. При этомъ образность въ значительной степени улетучилась, и современныя воззрѣнія все болѣе приближаются къ чисто энергетическому, т.-е. свободному отъ гипотезъ, выраженію существующихъ фактовъ.

Что же вызвало эту перемѣну? Конечно, то обстоятельство, что картина, которой пользовались для изображенія дѣйствительности, перестала достигать цѣли, и что нѣкоторыя стороны ея противорѣчили дѣйствительности. Такъ, теорія истеченія была оставлена, когда на опытѣ обнаружилось, что скорость свѣта въ сильно преломляющихъ средахъ не больше, — какъ того требовала теорія истеченія, — а меньше, чѣмъ въ слабо преломляющихъ средахъ. Теорія колебаній давала обратное, и потому опытные данныя являлись опроверженіемъ теоріи истеченія и подтверженіемъ для теоріи колебаній.

Но въ последнемъ заключеніи правильна только первая половина, касающаяся опроверженія теоріи истеченія, которая оказалась на опытѣ неподходящей и непримѣнимой. Но нельзя было говорить о подтвержденіи теоріи колебаній, потому что одно согласованіе съ опытомъ еще не доказываетъ, что и всѣ оптическія явленія, которыя будутъ открыты, такъ же хорошо будутъ согласоваться съ теоріей упругаго эонера. Итакъ, существованіе каждой изъ этихъ теорій можно сравнить съ жизнью бѣжавшаго преступника, который можетъ нѣкоторое время удачно избѣгать поимки съ помощью того или иного удачнаго маневра. Но судьба старшихъ братьевъ или кузеновъ этой теоріи показываетъ, что это только временная безопасность, и что раньше или позже пробьетъ часъ, когда ей уже не избѣгнуть участи всѣхъ ненужныхъ гипотезъ. Теперь какъ-разъ эта судьба постигла теорію колебаній, которую вытѣснила электромагнитная теорія.

Естественъ ли такой порядокъ вещей? Неужели судьба всѣхъ теорій—имѣть краткое существованіе, завершающееся безславнымъ концомъ? Исторія наукъ даетъ на этотъ вопросъ отрицательный отвѣтъ. Въ математикѣ и механикѣ, а также въ нѣкоторыхъ частяхъ физики и химіи есть значительныя области, въ которыхъ можно ожидать всяческихъ расширеній, но переворотовъ уже нельзя ожидать. Стехиометрическіе законы сохраняются въ химіи, когда ученіе объ атомахъ можно будетъ найти только въ пыли библиотекъ; и законъ Ома объ электрическомъ токѣ сохранитъ свой видъ, какъ бы въ будущемъ ни стали представлять «сущность» электричества. Также единственная переменная, могущая произойти въ законахъ механики, можетъ состоять только въ томъ, что они будутъ признаны частными случаями общихъ законовъ, но никогда они не будутъ объявлены невѣрными и не будутъ отброшены.

Слѣдовательно, существуютъ вѣчныя данныя науки и рядомъ съ ними преходящія; какъ же ихъ различить?

Вотъ какъ: *законы природы вѣчны, гипотезы преходящи.*

Гипотезы, какъ мы видѣли, служатъ для изображенія малоизвѣстныхъ явленій посредствомъ болѣе извѣстныхъ. Изображенія выбираютъ, конечно, такъ, чтобы извѣстныя свойства явленій, которыя желаютъ изобразить, выражались бы соответственными свойствами изображеній; относительно неизвѣстныхъ свойствъ нельзя принять тѣхъ же предосторожностей, но иногда случается, что и эти послѣднія оказываются подходящимъ образомъ выраженными этимъ изображеніемъ. Почему это невозможно до безконечности, почему нельзя найти такое изображеніе, которое бы одинаково совершенно передавало всѣ свойства явленія? А что такое изображеніе не можетъ быть найдено, явствуетъ изъ безчисленныхъ неудачъ, о которыхъ намъ сообщаетъ исторія наукъ.

Потому, отвѣчаемъ мы, что, пользуясь изображеніемъ, мы вносимъ въ изложеніе явленія такіа составныя части, которыя принадлежатъ изображенію, но не самому явленію. Раньше или позже между этими чуждыми составными частями и соответственными частями явленія окажется противорѣчіе, которое заставитъ признать изображеніе негоднымъ.

Но развѣ нельзя выбрать изображеніе такъ, чтобы не могло возникнуть противорѣчія? На этотъ вопросъ приходится рѣшительно отвѣтить: нѣтъ. Ибо если бы изображеніе и предметъ совпали во всѣхъ частяхъ, то они были бы тождественными, т.-е. явленіе можно вполне изобразить только имъ же самимъ. Всякое изображеніе при помощи другихъ явленій необходимо заключаетъ чуждые элементы, которые сначала остаются незамѣченными и потому не возбуждаютъ противорѣчія. Когда же сравненіе между изображеніемъ и дѣйствительностью проникаетъ глубже, тогда противорѣчіе неизбѣжно становится явнымъ, и тѣмъ самымъ изображеніе признается негоднымъ.

Въ такомъ случаѣ наука вообще не даетъ ничего положительнаго!—воскликнуть соборники гипотезъ. Всѣ наши математическія формулы, при помощи которыхъ мы, на примѣръ, выражаемъ зависимость между временемъ паденія и скоростью или между напряженіемъ и токомъ, суть тоже только изображенія дѣйствительности, а не сама дѣйствительность, а вся наука, отъ начала до конца, основана на употребленіи такихъ изображеній!

На это мы отвѣтимъ, что именно между формулами и изображеніями существуетъ огромная разница. Формулы суть руководства для установленія нѣкоторыхъ многообразій, которыя подчинены входящимъ въ формулу величинамъ. Когда я пишу формулу, данную на стр. 136  $f/h = \frac{1}{2}mc^2$ , то, конечно, знакъ  $f$  есть изображеніе измѣримой величины силы, а  $c$  — изображеніе скорости. Но эти изображенія не имѣютъ собственныхъ составныхъ частей, а только такіа, которыя приписаны имъ сознательно и могутъ быть проверены. Каждая изъ буквъ означаетъ, что дѣло идетъ о многообразіи, имѣющемъ характеръ величины, и ничего другого, и, прежде чѣмъ составить формулу взаимной зависимости такихъ многообразій, надо проверить и доказать справедливость этого предположенія. При этомъ подчиненіи величинъ алфавитнымъ знакамъ (которые могутъ быть замѣнены какими угодно другими знаками) не предполагается никакихъ другихъ свойствъ; такимъ образомъ не вводится такихъ составныхъ частей, которыя въ будущемъ не въ состояніи будутъ выдерживать критики опыта.

Иное дѣло гипотезы или механическія (и физическія) изображенія. Предположеніе, что свѣтъ состоитъ изъ тѣлецъ, прямолинейно пролетающихъ пространство, должно было сначала выражать только

прямолинейное распространение лучей; то же изображение, въ которомъ еще прибавилось предположеніе объ упругости этихъ тѣлецъ, послужило для изображенія явленій отраженія. Но вмѣстѣ съ этимъ предположеніемъ въ изображеніе вошли всѣ другія свойства, присущія двигающимся массамъ, хотя не было никакой вѣроятности, или еще менѣе увѣренности въ томъ, что эти свойства соответствуютъ природѣ свѣта.

Изъ всѣхъ этихъ соображеній вытекаетъ, что *задача науки состоитъ въ томъ, чтобы выразить* (или, если хотите, изображать) *входящія въ нее многообразія такимъ образомъ, чтобы въ выраженіе входили только элементы, дѣйствительно встречающіеся въ излагаемыхъ явленіяхъ и могущіе быть доказаны*, всѣ же другіе непрроверженные элементы не должны въ него входить. Это требованіе исключаетъ примѣненіе такъ называемыхъ наглядныхъ гипотезъ или физическихъ изображеній, и средствомъ для выраженія могутъ служить только обыкновенныя средства выраженія многообразій, числа и замѣняющіе ихъ численные знаки или алгебраическія выраженія.

Конечно, часто и гипотезы принимаютъ обликъ математическихъ выраженій, и очень важно, при современномъ состояннн науки, уметь тотчасъ же опредѣлить, содержитъ ли предлагаемая формула гипотезу или нѣтъ. Рецептъ къ этому очень простъ. Если каждая изъ входящихъ въ формулу величинъ измѣрима сама по себѣ, то мы имѣемъ вѣчную формулу или законъ природы (предполагая, что эта формула дѣйствительно изображаетъ согласную съ опытомъ зависимость содержащихся въ ней величинъ); если же, напротивъ, въ формулу входятъ величины, которыя не могутъ быть измѣрены, то мы имѣемъ дѣло съ гипотезой, облекшейся въ математическую формулу, и внутри плода сидитъ червь.

Такъ, напримѣръ, въ кинетической теоріи газовъ давленіе выражается формулой  $pv = \frac{1}{3} mnc^2$ . Если мы примѣнимъ наше проверочное средство, то окажется, что лѣвая сторона формулы содержитъ измѣримыя величины, давленіе  $p$  и объемъ  $v$ ; правая же содержитъ неизмѣримыя величины:  $m$ —масса молекулы,  $n$ —число молекулъ,  $c$ —скорость молекулы. Следовательно, формула выражаетъ не законъ природы, а гипотезу.

Но, скажешь приверженецъ кинетической теоріи, при постоянной температурѣ всѣ величины правой стороны постоянны, и тогда формула вполне точно выражаетъ законъ Бойля. На это я отвѣчу: пиши свою формулу  $pv = \text{const}$  при постоянной температурѣ, и никто ничего противъ нея не возразитъ. Но въ твоемъ изображеніи вещей, о которыхъ ты утверждаешь то, чего не можешь доказать, заключается нѣчто, за что ты не можешь отвѣчать передъ наукой.

Все, мною сказанное, есть только болѣе пространное изложеніе того, что было уже высказано Майеромъ (стр. 147). Но я считалъ необходимымъ развить его мысль, такъ какъ пользованіе гипотезами въ наукѣ не уменьшалось по мѣрѣ убѣжденія въ непригодности принятыхъ гипотезъ. Это совсѣмъ какъ съ пьяницей; каждое утро, когда онъ страдаетъ отъ послѣдствій попойки, онъ жалуется, что ему вредно именно то пиво, которое онъ вчера пилъ, и ищетъ, какой сортъ пива онъ могъ бы лучше переносить; но онъ никакъ не можетъ рѣшиться прійти къ заключенію, что пиво ему вообще вредно.

Неопровержимымъ свидѣтельствомъ въ пользу гипотезъ защитники ихъ считаютъ то, что съ ихъ помощью были сдѣланы многія прекрасныя открытія. На это могу только отвѣтить, что безъ этихъ гипотезъ, вѣроятно, было бы сдѣлано больше открытій. Открытія удались не благодаря гипотезамъ, а несмотря на нихъ, ибо открытія удаются только благодаря труду, а не благодаря предположеніямъ. Довольно безразлично, какимъ путемъ мы придемъ къ мѣсту, на которомъ мы заложимъ шахту; если мы будемъ работать усердно и съ открытыми глазами, мы можемъ быть увѣрены, что что-нибудь найдемъ. Это видно лучше всего изъ того, что даже гипотезы, которыя намъ кажутся теперь верхомъ неразумія, какъ, напр., гипотеза о теплотѣ, привела къ не менѣе важнымъ открытіямъ, чѣмъ другія гипотезы, которыя мы считаемъ въ настоящее время «вѣрными», т.-е. неизмѣнимостью которыхъ еще не доказана.

Но мы нуждаемся при нашихъ работахъ въ руководящей нити,—возразятъ мнѣ снова, и, по крайней мѣрѣ, «working hypothesis», временное пріятіе опредѣленныхъ возможностей изъ бездны неизвѣстнаго есть правильный пріемъ.

Да, это правильный пріемъ постольку же, поскольку костыль есть правильное средство передвиженія для того, кто не можетъ ходить иначе. Дѣйствительно, умѣлое обращеніе съ понятіемъ многообразія, какъ средствомъ для научныхъ изслѣдованій, очень мало распространено, и обыкновенно нашихъ изслѣдователей учатъ считать костыль необходимымъ средствомъ передвиженія. И все же мы имѣемъ цѣлыя области, въ которыхъ проявилось несомнѣнное превосходство и несравненное достоинство метода, отбрасывающаго всякія предположенія, ищущаго только связь между измѣряемыми величинами и ея математическое выраженіе. Лучшимъ примѣромъ этого метода можетъ служить самая блестящая область современной физики и химии, чистая термодинамика или, такъ какъ это названіе слишкомъ узко, чистая энергетика.

Другимъ примѣромъ для глазъ, желающихъ видѣть, и ушей, желающихъ слышать, можетъ служить современное поразительное раз-

вите теоретической и практической электрики. На это можно замѣтить, что, несмотря на большіе успѣхи въ этой области, мы такъ же мало знаемъ о «сущности» электричества, какъ и сто лѣтъ тому назадъ. Изъ этого замѣчанія слѣдуетъ только то, что постановка вопроса о сущности электричества и въ настоящее время такъ же неясна, какъ и сто лѣтъ тому назадъ. Если мы знаемъ электрическія явленія въ ихъ малѣйшихъ и величайшихъ проявленіяхъ такъ точно, что можемъ до мельчайшихъ подробностей управлять ими согласно съ нашими желаніями и нуждами, то мы имѣемъ право сказать, что мы дѣйствительно глубоко проникли въ ихъ сущность. Можетъ-быть, подъ «сущностью» вещи подразумѣвается нѣчто иное, чѣмъ совокупность ея возможныхъ отношеній; но тогда вопрошающій долженъ сначала сказать, что собственно онъ подразумѣваетъ подъ словомъ сущность.

Исканіе механическихъ гипотезъ для немеханическихъ явленій живо напоминаетъ попытки превратить благородные металлы въ золото и найти *perpetuum mobile*, и мы можемъ рассчитывать, что наши дѣти и дѣти нашихъ дѣтей будутъ съ такимъ же кроткимъ сожалѣніемъ смотрѣть на наши гипотезы, съ какимъ мы относимся къ заблуждавшимся алхимикамъ и механикамъ. Но какъ изъ невозможности сдѣлать золото вытекъ важный законъ сохранения элементовъ при превращеніи тѣлъ, а изъ невозможности *perpetuum mobile* еще болѣе важный законъ сохранения энергии, такъ сходное съ этими законами признаніе особеннаго характера многообразія за явленіями, принадлежащими къ одной группѣ, законъ сохранения типа явленій, пробѣтается постепенно къ свѣту какъ положительное слѣдствіе отрицательныхъ результатовъ, къ которымъ привели всѣ попытки создать прочныя гипотезы. И здѣсь окажется, что никакой человѣскій трудъ не остается безплоднымъ, хотя бы протекло много времени, прежде чѣмъ явится человѣкъ, сумѣющій увидѣть плодъ, а затѣмъ человѣкъ, сумѣющій сорвать его.

Выяснить различіе между законами природы и гипотезами было необходимо для того, чтобы имѣть возможность правильно отнести къ предстоящему намъ разсмотрѣнію немеханическихъ видовъ энергій. Ибо для всѣхъ этихъ видовъ были дѣлаемы въ различныя времена самыя разнообразныя гипотезы, но ни одна изъ нихъ не пользовалась прочнымъ существованіемъ. Мы послѣдуемъ указанію, выведенному изъ предшествовавшихъ соображеній, и будемъ каждый разъ строго изслѣдовать, заключаютъ ли наши формулы только измѣримыя величины.

Есть еще одинъ пунктъ, который не можетъ быть здѣсь подробно изслѣдованъ, но который слѣдуетъ, по крайней мѣрѣ, затронуть; онъ касается вопроса о дѣйствительныхъ различіяхъ видовъ энергій. Если

мы такъ рѣшительно утверждаемъ, что исполнѣ върныхъ гипотезъ не можетъ быть, то мы должны представить не только историческое, но и реальное доказательство нашего предположенія; оно заключается въ различномъ характерѣ многообразій различныхъ энергій.

Что мы подъ этимъ подразумѣваемъ, это мы можемъ предварительно выяснитъ на различіяхъ, существующихъ между различными видами механической энергій. Энергія движенія есть величина, имѣющая направленіе: энергія объема есть величина, не имѣющая направленія. Газъ, находящійся подъ давленіемъ, производитъ работу во всѣхъ направленіяхъ, въ которыхъ возможно увеличеніе объема. Если мы имѣемъ два газа одинаковаго объема, подъ одинаковымъ давленіемъ и какой угодно формы, то, желая получить работу, мы можемъ замѣнить одинъ другимъ, и эта замѣна не произведетъ никакой разницы. Если же мы имѣемъ двѣ равныхъ массы, двигающіяся въ пространствѣ съ одинаковой скоростью, то одна энергія движенія не можетъ быть поставлена на мѣсто другой, если скорости не имѣютъ одинаковаго направленія. Другими словами, давленія опредѣляются только ихъ величиной, скорости имѣютъ, кромѣ того, еще и направленіе. И даже въ данномъ пути должны быть различаемы два случая, смотря по тому, происходитъ ли движеніе по данному пути въ одномъ направленіи или въ направленіи, ему противоположномъ. Поэтому и нельзя энергію движенія выражать энергіею объема, ибо послѣдняя не заключаетъ необходимыхъ для этого многообразій. Обратное, конечно, возможно, но уже при условіи отказа отъ содержащихся въ энергіи движенія многообразій. Это и дѣлаютъ, принимая кинетическую гипотезу, по которой движенія частицъ происходятъ по всѣмъ направленіямъ и со всевозможными скоростями.

Мы не можемъ пока подробнѣе развить эти соображенія; но сказаннаго достаточно, чтобы понять самое существенное. Далѣе мы подробнѣе займемся изслѣдованіемъ вопроса, въ чемъ заключается признакъ различія различныхъ энергій, и возможно ли существованіе какихъ-либо иныхъ видовъ энергій, кромѣ уже извѣстныхъ. При этомъ окажется, что возможно даже предсказать нѣкоторыя свойства еще неизвѣстныхъ возможныхъ видовъ энергій, если таковыя существуютъ.

Изъ немеханическихъ видовъ энергій самый важный и самъ по себѣ, и исторически есть теплота. Сама по себѣ вслѣдствіе ея распространения и вслѣдствіе той роли, которую она играетъ въ полученіи полезной механической и химической энергии; исторически, потому что это былъ первый видъ энергій, который былъ признанъ равноцѣннымъ съ механическими видами.

Это случилось въ 1842 г. и было сдѣлано сначала Юліусомъ Робертомъ Майеромъ, затѣмъ Джоулемъ, Кольдинггомъ и Гельмгольцомъ.

каждый из этих ученых самостоятельно и оригинально высказал и провел общия идеи энергии.

Майеръ, какъ врачъ-практикъ, припелъ къ этой идеѣ на основаніи физиологическихъ наблюдений и соображеній, и благодаря неудовлетворительному физико-математическому образованию, получаемому въ его время, да даже и въ настоящее время, медиками, ему стоило невѣроятныхъ усилий облечь свою мысль въ формы, понятныя для физиковъ. Хотя время и созрѣло для этой идеи, что видно изъ того, что она явилась одновременно и независимо нѣсколькимъ людямъ, однако провести ее стоило долгихъ и тяжелыхъ усилий. Можно даже сказать, что, хотя съ тѣхъ поръ прошло 60 лѣтъ, эта задача и въ настоящее время еще не вполне разрѣшена.

Новый взглядъ Майера на теплоту былъ вызванъ тѣмъ обстоятельствомъ, что, дѣлая кровопусканіе европейцамъ, только-что вернувшимся изъ тропиковъ, онъ замѣтилъ, что ихъ венозная кровь краснѣе крови людей, живущихъ на сѣверѣ. Изъ этого онъ заключилъ, что вслѣдствіе меньшей траты теплоты въ тропическомъ климатѣ въ тѣлѣ происходитъ болѣе слабый процессъ окисленія. Изъ этого возникла слѣдующій вопросъ: тѣло, производя механическую работу, образуетъ теплоту, которую оно расходуетъ на треніе и тому подобное. Съ другой стороны, оно въ самомъ себѣ производитъ теплоту посредствомъ дыханія, т.-е. сгоранія. Если дано извѣстное количество пищи, то она при непосредственномъ сгораніи должна дать опредѣленное количество теплоты. Если же организмъ производитъ одновременно механическую работу, а изъ нея теплоту, то является ли эта теплота нѣкоторымъ плюсомъ къ обыкновенной теплотѣ сгоранія, или вся сумма прямой и косвенной теплоты происходитъ насчетъ сгоранія?

Если принять положеніе, считавшееся истиннымъ уже тогда, что при сгораніи данныхъ веществъ всегда развивается одно и то же количество тепла, независимо отъ способа, которымъ происходитъ сгораніе, то вѣрной окажется вторая возможность. «Ибо, если мы не пожелаемъ снова приписать организму способность создавать теплоту, — способность, которую мы только-что не признали за нимъ.... то намъ ничего не остается, какъ признать, что вся теплота, развившаяся въ организмѣ частью непосредственно, частью механическимъ путемъ, количественно равна или соотвѣстvena результату горѣнія. А изъ этого вытекаетъ также необходимымъ образомъ, что *механическая теплота, производимая живымъ тѣломъ, должна находиться въ неизмѣнномъ количественномъ отношеніи къ затраченной работѣ*. Ибо если бы одна и та же работа при неизмѣнномъ органическомъ процессѣ сгоранія давала различныя количества теплоты въ зависимости отъ различной конструкціи механическихъ аппаратовъ, служащихъ для получения

теплоты, то получающаяся теплота при томъ же количествѣ потребляемаго матеріала была бы то меньшею, то большею, что противно сдѣланному предположенію. Далѣе, такъ какъ между механическими работами тѣла животного и другими неорганическими видами работы не существуетъ качественного различія, то, слѣдовательно, *постоянство отношеній между величинами теплоты и работы есть постулатъ физиологической теоріи сгоранія*».

Джоуль и Кольдингъ пришли къ подобнымъ же соображеніямъ безъ помощи организмовъ, а непосредственнымъ наблюдениемъ надъ теплотой, производимой работой (трениемъ). При этомъ Джоуля привели къ его выводамъ особенно наблюденія надъ получениемъ механической работы при посредствѣ электромагнитовъ. Гельмгольцъ же шелъ приблизительно тѣмъ же путемъ, какъ и Майеръ, и, будучи также медикомъ, былъ наведенъ на размышленіе объ этихъ вопросахъ физиологическими явленіями сгоранія. Однако, въ его первомъ изложеніи полученныхъ результатовъ такъ же, какъ и въ первомъ изложеніи Майера, не видна исходная точка. Законъ сохраненія энергии онъ скорѣе выводитъ изъ предположенія, что всѣ явленія могутъ быть сведены къ существованію притягательныхъ и отталкивательныхъ силъ. Такъ какъ механическія явленія подчиняются закону сохраненія, то слѣдовательно, и всѣ явленія должны ему подчиняться, разъ всѣ явленія сводятся, въ концѣ концовъ, къ механическимъ.

Майеръ въ своей первой статьѣ опирается на положеніе теоріи познанія: *causa aequat effectum*, причѣмъ онъ опредѣляетъ *causa* какъ вещь, которая исчезаетъ, переходя въ дѣйствіе. Такими *causae* онъ признаетъ съ одной стороны матерію, съ другой стороны силы (энергіи) и послѣднія опредѣляетъ какъ неразрушимые, измѣнчивые, невѣсомые объекты. Это онъ дѣлаетъ для того, чтобы въ понятіи силы не было ничего гипотетичнаго и чтобы можно было «его понять съ такою же точностью, какъ и матерію, и обозначать имъ только объекты дѣйствительнаго изслѣдованія». Подъ объектами же дѣйствительнаго изслѣдованія онъ подразумѣваетъ измѣряемые объекты.

Приговоръ современниковъ объ этихъ двухъ основаніяхъ закона сохраненія энергии былъ въ пользу Гельмгольца. Приговоръ потомства будетъ инымъ. Судя по письмамъ Майера, относящимся къ этому времени, и по его позднѣйшимъ сочиненіямъ, онъ ищетъ опытнаго доказательства закона природы и постоянно отбрасываетъ всѣ гипотезы о такъ называемой сущности различныхъ энергій. Конечно, и для Гельмгольца самымъ важнымъ является доказательство, основанное на опытѣ; но выводъ этого закона изъ механической гипотезы кажется ему настолько важнымъ и убѣдительнымъ, что онъ ставитъ его во главѣ своего во всемъ остальномъ строго эмпирическаго

изложения. Впрочемъ, въ позднѣйшемъ изданіи онъ значительно ограничилъ свои первыя соображенія.

Что касается Джоуля, то онъ тоже исходитъ, и даже въ еще болѣе рѣзкой формѣ, изъ механической гипотезы, что теплота есть состояніе колебанія (state of vibration). И для него атомистическія воззрѣнія представляются несомнѣнно необходимыми, и онъ, напримѣръ, «объясняетъ» развитіе теплоты при химическихъ реакціяхъ тѣмъ, что атомы притягиваютъ другъ друга.

Послѣ того, какъ было признано, что затраченная работа и выдѣлившееся тепло находятся въ опредѣленномъ количественномъ отношеніи, оставалось установить его численное значеніе. Майеръ разрѣшилъ эту задачу чрезвычайно остроумно.

Изъ изслѣдованій надъ тепловыми явленіями у газовъ оказывалось, что для нагреванія нѣкотораго количества газа на опредѣленное число градусовъ требовались различныя количества тепла, смотря по тому, происходило ли нагреваніе при постоянномъ объемѣ (при увеличеніи давленія) или при постоянномъ давленіи (при увеличеніи объема). Первоначальное объясненіе этого явленія тѣмъ, что увеличеніе объема само по себѣ сопровождается поглощеніемъ теплоты, было опровергнуто опытами Гей-Люссака, который показалъ, что при истеченіи сжатого газа въ баллонъ, изъ котораго былъ выкаченъ воздухъ, не происходитъ измѣненія температуры, а слѣдовательно и поглощенія теплоты во всей массѣ газа, хотя въ сжатомъ газѣ и происходитъ охлажденіе, а въ газѣ, собирающемся въ баллонѣ, — нагреваніе.

Въ то время какъ современники Майеру не могли найти объясненія для этихъ явленій, Майеръ объяснилъ ихъ слѣдующимъ образомъ. При нагреваніи газа при постоянномъ объемѣ, газъ только получаетъ теплоту; при постоянномъ же давленіи, онъ долженъ производить работу, равную произведенію увеличенія объема на давленіе. Эта работа не можетъ произойти изъ ничего, и такъ какъ другія формъ работы здѣсь не происходитъ, то должно быть увеличено количество теплоты, какъ и слѣдуетъ изъ опыта. Съ другой стороны, эта прибавка теплоты есть настоящій эквивалентъ потраченной работы, такъ какъ, согласно опыту Гей-Люссака, на простое увеличеніе объема газа не требуется теплоты. При опытѣ Гей-Люссака не производится работы, такъ какъ расширеніе происходитъ въ пустомъ пространствѣ. Конечно, между различными частями газа въ началѣ и въ концѣ истеченія происходятъ работы, но онѣ не вліяютъ на конечный результатъ. Онѣ обуславливаютъ разность температуръ двухъ сосудовъ при концѣ опыта.

Слѣдовательно, чтобы получить искомое отношеніе между работой и теплотой, надо только измѣрить для данного количества газа количество теплоты и величины давленія и увеличенія объема. Получен-

П 1359

1941

ный Майеромъ эквивалентъ былъ на одну пятую меньше истиннаго, потому что данныя, которыми онъ долженъ былъ пользоваться для своихъ выводовъ, не были достаточно точны.

Джоуль избралъ совсѣмъ иной, хотя, въ сущности, сходный путь. Онъ, какъ было упомянуто, занялся изслѣдованіемъ работы, производимой электромагнитами. На основаніи своихъ изслѣдованій надъ образованіемъ гальваническаго тока онъ уже раньше пришелъ къ заключенію, что теплота, образуемая обыкновенно непосредственно при химическомъ процессѣ, при превращеніи его въ электрической токъ переносится этимъ послѣднимъ въ другое мѣсто, но въ общемъ количество теплоты для данного количества израсходованнаго цинка всегда одинаково. Точно также на общее количество теплоты не имѣетъ вліянія, образовалась ли она вслѣдствіе сопротивленія проводочныхъ проводниковъ, или, напримѣръ, въ желѣзномъ стержнѣ, вращающемся въ сильномъ магнитномъ полѣ. Но, если перемѣнять токъ такъ, чтобы взаимодействие происходило всегда въ опредѣленномъ направленіи, то наблюдаются совершенно различныя количества теплоты, въ зависимости отъ того, происходило ли вращеніе такимъ образомъ, что магнитъ поглощалъ работу, или наоборотъ. Изъ этого Джоуль заключилъ, «что съ помощью простаго механическаго приспособленія можно пользоваться электромагнитизмомъ какъ средствомъ для возбужденія или поглощенія теплоты». Изъ измѣренія количества теплоты и работы оказалось, что они находятся въ постоянномъ отношеніи. Только позднѣе Джоуль напалъ на мысль пользоваться для опредѣленія эквивалента просто треніемъ; этимъ путемъ онъ снова и непосредственно измѣрилъ отношеніе между теплотой и работой. Теперь можетъ показаться страннымъ, почему простѣйшая мысль пришла позднѣе, но это обычное явленіе въ наукѣ. Цѣлью изслѣдованій Джоуля былъ не механическій эквивалентъ тепла, а разрѣшеніе электротехническихъ вопросовъ. Величье заслуги и заключается въ томъ, что при разрѣшеніи интересовавшихъ его задачъ онъ подробно изслѣдовалъ сопровождающія ихъ явленія, каждое въ отдѣльности, пока не выяснилъ себѣ вполне ихъ участія въ совокупномъ явленіи. Онъ не могъ раньше знать, что одно изъ этихъ явленій есть законъ энергии; его современники не могли объяснить себѣ почти ни одного изъ наблюдаемыхъ имъ явленій, онъ же выдѣлилъ, согласно своему методу научнаго изслѣдованія, группу явленій и установилъ ея законы.

Первые, полученные Джоулемъ, результаты были очень далеки отъ истины; но онъ исправилъ ихъ впоследствии, поставивъ очень тщательно свои опыты, и мы обязаны ему первыми точными измѣреніями эквивалента тепла.

Я долженъ еще указать, какъ выражается эта величина въ упо-

требляемых нами единицахъ. Такъ какъ теплота есть видъ энергіи и можетъ быть получена изъ работы и превращена въ работу, то естественной единицей для нея является эргъ. Однако, количества теплоты измѣрялись гораздо раньше, чѣмъ сталъ извѣстенъ эргъ, и до сего времени сохранился прежній, теперь уже устарѣвшій способъ измѣренія.

Намъ не зачѣмъ здѣсь описывать всѣ трудности, возникшія при разрѣшеніи этого вопроса; я удовольствуюсь приведеніемъ конечныхъ результатовъ. За единицу теплоты принимаютъ *калорію*, т.-е. количество теплоты, нужной для нагрѣванія отъ 17° до 18° одного грамма воды; она равняется 41 830 000 эргамъ. Какъ мы видимъ, очень малому количеству теплоты соответствуетъ очень большое количество работы, что объясняетъ поразительную работоспособность тепловыхъ машинъ. Къ этому еще надо прибавить, что даже наши лучшія тепловыя машины обращаютъ въ работу только сравнительно небольшую часть, самое большое—одну пятую получаемой теплоты; остальная часть не превращается въ работу.

Чтобы достигнуть возможно болѣе ясности, намъ остается еще отвѣтить на одинъ вопросъ, касающійся немеханическихъ видовъ энергіи. Какое мы имѣемъ право приравнять определенное количество тепла къ работѣ, изъ которой оно произошло? Или въ болѣе общей формѣ: имѣемъ ли мы право считать равными превращающіяся другъ въ друга количества энергіи?

Смыслъ этого вопроса станетъ, можетъ быть, яснѣе изъ слѣдующаго сравненія. Мы можемъ превратить гремучій газъ въ воду, воду въ ледъ; хлорновато-каліеву соль въ хлористый калий и кислородъ и т. д.; имѣемъ ли мы право называть продукты превращенія и вещества, превратившіяся въ эти продукты, равными?

Нами было установлено слѣдующее общее опредѣленіе равенства: равными могутъ называться тѣ вещи, которыя могутъ быть поставлены одна вмѣсто другой т.-е. могутъ замѣщать другъ друга безъ всякаго измѣненія. Поэтому двѣ вещи называются равными или неравными, смотря по тому, при какихъ условіяхъ онѣ должны другъ друга замѣстить. Конечно, кило золота и кило свинца равны по вѣсу, и если требуется опредѣлить вѣсъ, то одно кило можетъ быть употреблено вмѣсто другого, и въ результатъ не будетъ разницы. Но при химическомъ употребленіи или при производствѣ изъ нихъ монетъ они весьма различны. Точно также вещества двухъ частей химическаго уравненія равны между собою по вѣсу и по содержащимся въ нихъ элементамъ, но во всѣхъ другихъ отношеніяхъ они различны. Поэтому не слѣдуетъ спрашивать о продуктахъ взаимнаго превращенія различныхъ видовъ энергіи—равны ли они, но въ какомъ отношеніи они равны и въ какомъ различны?

Въ дѣйствительности тутъ существуетъ еще меньше равенства, чѣмъ между веществами двухъ частей химическаго уравненія. Равными ихъ дѣлаетъ только взаимное превращеніе. Такъ, извѣстны количества энергіи разстоянія, объема, движенія и теплоты можно считать равными, если они при превращеніи въ нѣкоторую другую форму энергіи дадутъ равныя количества ея. Но это единственное существующее между ними равенство, и во всѣхъ другихъ отношеніяхъ они различны.

Яснѣе всего это видно изъ того, что не существуетъ иного метода опредѣленія равенства или неравенства двухъ количествъ различныхъ энергіи, кромѣ ихъ превращенія въ одинаковый видъ энергіи. Количества теплоты измѣряютъ непосредственно, пользуясь ими для нагрѣванія опредѣленныхъ тѣлъ, по большей части воды, и измѣряя получающееся повышеніе температуры. Слѣдовательно, измѣреніе состоитъ, съ одной стороны, въ измѣреніи температуры, съ другой въ измѣреніи теплоемкости опредѣленныхъ массъ опредѣленнаго вещества. Эти величины никакъ не могутъ быть сведены къ единицамъ массъ, которыми измѣряются другіе виды энергіи, напримѣръ, механическая работа; эта послѣдняя есть произведеніе силы на путь, отъ которыхъ нѣтъ перехода къ первымъ величинамъ.

Этой большой независимостью различныхъ видовъ энергіи объясняется тотъ историческій фактъ, что первоначально каждый изъ видовъ энергіи измѣрялся особой единицей, и что даже до сихъ поръ нѣтъ единообразія въ этомъ отношеніи. Однако, въ настоящее время уже многіе виды энергіи измѣряются эргомъ, или десятками степенями его, такъ что общее принятіе этого способа измѣренія составляетъ уже только вопросъ времени.

## Одиннадцатая лекція.

### ДРУГІЕ ВИДЫ ЭНЕРГІИ.

Такъ какъ то, что было сказано о теплотѣ, можетъ быть во многихъ отношеніяхъ примѣнено и къ другимъ видамъ энергіи, то мы можемъ не такъ долго на нихъ останавливаться, тѣмъ болѣе, что мы все равно не можемъ здѣсь дать сколько-нибудь подробной ихъ характеристики. Таковая была бы не что иное, какъ учебникъ раціо-



нальной физики и химии, ибо совокупная задача этих двух наук и есть характеристика различных видов энергии и их взаимных превращений.

Сначала упомянем об *электрической энергии* и о стоящей в тѣсной с ней связи *магнитной энергии*. Они отличаются от других видов энергии тѣмъ, что не связаны ни с какимъ особеннымъ органомъ чувствъ нашего тѣла. Поэтому нашими свѣдѣніями объ этихъ важныхъ формахъ мы обязаны продуктамъ ихъ превращенія въ другіе виды энергій, особенно въ механическую и лучистую. То, что натертый янтарь притягиваетъ легкія тѣла, т.-е. приводит ихъ въ движеніе; что электрической разрядъ даетъ искру и шумъ; что свободно привѣшенная магнитная стрѣлка поворачивается къ сѣверу, — все это явленія, которыя не присущи непосредственно электрической или магнитной энергій, но суть результаты ея превращенія.

Можно спросить, почему эти энергій представляютъ физиологическое исключеніе и недоступны нашимъ чувствамъ непосредственно. Полагаемъ потому, что при обыкновенныхъ условіяхъ жизни не случается особеннаго ихъ накопленія, такъ что въ сношеніяхъ тѣла съ внѣшнимъ міромъ не явилось для него потребности въ контролѣ надъ этими видами энергій. Это зависитъ еще и оттого, что, вслѣдствіе присутствія повсюду воды, большинство тѣлъ является болѣе или менѣе хорошими проводниками электричества, такъ что, съ одной стороны, не такъ легко образуются большія различія въ количествѣ энергій, съ другой стороны, и образовавшись, они легко исчезаютъ. Последнее тѣмъ дѣйствительнѣе, чѣмъ меньше условія нашего существованія отличаются отъ первобытнаго состоянія, ибо тогда отсутствіе сырости было наименѣе возможно. Чѣмъ суше мы содержимъ наши жилища, тѣмъ больше образуется вокругъ насъ изолирующихъ вещей; поэтому культурный человѣкъ наталкивается, при употребленіи гуттаперчева гребня или шелкового платья въ сухой комнатѣ, на электрическія явленія, которыхъ не могли произвести золотой гребень Лорелен или льняная одежда древнихъ германцевъ.

То же можно сказать и о магнитной энергій. Она, конечно, находится всюду, но она такъ равномерно распределена, что присутствіе ея также мало замѣтно, какъ и давленіе атмосферы. Кромѣ того все наше тѣло состоитъ изъ веществъ, относящихся къ магнитнымъ явленіямъ почти одинаково, такъ что нѣтъ органа, въ которомъ могли бы происходить пространственно ограниченныя превращенія магнитной энергій.

Громадное техническое значеніе электрической (и магнитной) энергій, проявившееся въ чрезвычайно быстромъ развитіи электротехники, которая повсюду проникла въ нашу повседневную жизнь, осно-

вывается прежде всего на томъ, что ее легче, чѣмъ всякій другой видъ энергій, можно провести на то мѣсто, гдѣ ею желаютъ воспользоваться. Если мы поразмыслимъ надъ тѣмъ, что, напримѣръ, вся производимая тѣломъ работа зависитъ оттого, чтобы въ немъ имѣлся запасъ энергій въ формѣ принятой пищи, то мы увидимъ, въ какія узкія границы заключены количества ея работы, возможность израсходованія ея. Наши локомотивы и пароходы основаны на томъ же принципѣ. и всякому извѣстно, какими безпомощными становятся эти колоссы, когда въ ихъ распоряженіи не находится достаточнаго количества питающаго ихъ угля. Поэтому дѣйствіе флота на войнѣ тѣсно связано съ вопросомъ о снабженіи его углемъ. Передача энергій съ мѣста, въ которомъ она приняла желаемую форму (напр. механическую), на мѣсто ея приложенія производилась до сихъ поръ обыкновенно при посредствѣ механическихъ приспособленій. Напримѣръ, работа, производимая нашими мускулами, передается на мѣсто ея приложенія при помощи сухожилий и костей, а паровая машина соединяется съ рабочей машиной путемъ рычаговъ, валовъ и ремней. Очевидно, что такими средствами не можетъ быть произведено значительно отдаленное дѣйствіе; нѣсколько сотъ метровъ вотъ—граница, которую трудно перешагнуть.

Нѣсколько большаго можно достигнуть съ помощью водяного или воздушнаго давленія, но такъ какъ при этомъ требуются крѣпкія трубы, то и тутъ передача не превышаетъ нѣсколькихъ километровъ.

Для передачи же электрической энергій хорошо изолирующій воздухъ самъ представляетъ крѣпкую трубу. Достаточно просверлить въ немъ отверстіе съ помощью проволоки, хорошо проводящей электричество, и мы имѣемъ идеальную трубу для сохраненія и проведенія электрической энергій. Нечего заботиться о плотности ея стѣнокъ, ибо воздухъ самъ уплотняется. Затрудненія возникаютъ только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ надо прервать воздухъ для поддержки проволоки. Здѣсь только наступаетъ возможность «течи», и необходимость прибѣгнуть къ другимъ и обыкновенно ненадежнымъ изоляторамъ увеличиваетъ стоимость провода.

Другое существенное преимущество электрической энергій заключается въ ея способности легко превращаться въ другія формы. Механическая работа, теплота, свѣтъ и химическая энергій, эти главныя потребности культуры, могутъ быть получены изъ электрической энергій безъ затрудненій и безъ значительной потери, такъ что эта послѣдняя является, такъ сказать, универсальной энергій, готовой доставить намъ какую угодно форму энергій.

Въ электрической энергій въ тѣсной связи съ большою способностью къ распространенію находится незначительная способность къ

сохранению. Требуется довольно большие и тяжелые аппараты (конденсаторы), чтобы накопить некоторое количество электрической энергии, какъ таковой, сохранить же ее очень трудно, такъ какъ нельзя достигнуть полной изоляции ея (т.-е. помѣшать ей обращаться въ другія формы). Поэтому мѣсто, гдѣ расходуется электрическая энергія, приходится соединять проводниками съ источникомъ энергіи, динамомашинами или батареями. Благодаря этому приходится уродовать улицы большихъ городовъ проволочными сѣтями телефоновъ и электрическими проводами трамваевъ. Задача построить наиболее легкую и удобопереносимую кладовую электрической энергіи была разрѣшена въ другой формѣ, въ химической. Электрическіе аккумуляторы содержатъ не электрическую, а химическую энергію, конечно, въ такомъ видѣ, который допускаетъ возможно полное превращеніе ея въ электрическую.

Измѣреніе электрической энергіи производится такимъ образомъ, что измѣряютъ отдѣльно каждый изъ двухъ факторовъ, на которые ее можно разложить. Они называются: *напряжение* и *количество электричества*; первое измѣряется *вольтами*, второе — *кулонами*. Выбраны эти величины такъ, что ихъ произведеніе равняется 10 милліонамъ эрговъ. Обыкновенно измѣряютъ количество электричества, израсходованное въ одну секунду, которое называется амперомъ. Здѣсь я не стану излагать, какъ были выведены эти единицы. Замѣчу только, что здѣсь также имѣло мѣсто произвольное опредѣленіе; ибо можно произвольно выбрать одинъ изъ факторовъ даннаго произведенія, если только другой факторъ подходящимъ образомъ опредѣленъ. Такъ поступили и въ данномъ случаѣ. Это замѣчаніе было необходимо сдѣлать, такъ какъ очень распространено заблужденіе, будто здѣсь мы имѣемъ «абсолютныя» опредѣленія, — заблужденіе, вызванное не вполне подходящимъ употребленіемъ этого слова.

Въ этомъ отношеніи электрическая энергія ничѣмъ не отличается отъ другихъ энергій. Всюду разложеніе эрга на его факторы произвольно. Этотъ произволъ не производитъ никакого систематическаго вреда; ибо хотя энергія есть общее понятіе, находящее примѣненіе во всѣхъ областяхъ физики, однако факторы различныхъ энергій суть индивидуальныя величины, и отъ факторовъ одной энергіи нельзя прямо перейти къ факторамъ другихъ видовъ энергій. Это обстоятельство есть новое доказательство своеобразности каждаго вида энергіи (стр. 157), что представляетъ очень важный фактъ. Оно также является причиной того, что дѣйствительныя ошибки, происходящія при воображаемомъ производствѣ нѣкоторыхъ изъ этихъ величинъ изъ величинъ другой области, не отражаются на сущности дѣла. Ибо, такъ какъ выборъ свободенъ, то если онъ даже будетъ основанъ на заблужденіи,

ошибки въ результатѣ не произойдетъ, потому что при соответственномъ выборѣ другого фактора можно опять — такъ получить эргъ.

Чрезвычайно важная и распространенная форма энергіи есть *химическая энергія*. Она проявляется, когда мы сжигаемъ дерево или уголь въ нашихъ печахъ или на фабрикахъ, чтобы получить теплоту или механическую работу; она служитъ для полученія всякаго рода важныхъ для механики веществъ изъ другихъ веществъ, и, наконецъ, она есть энергія, заготавливаемая живыми организмами, какъ людьми, такъ и животными и растеніями, для превращенія ея во всѣ другія формы энергіи.

Химическая энергія дѣйствуетъ при взаимныхъ превращеніяхъ веществъ. Когда сгораетъ уголь, или ржавѣетъ желѣзо, или имѣетъ мѣсто какой-либо изъ безчисленныхъ процессовъ, при которыхъ одно вещество исчезаетъ, и вмѣсто него появляется другое, тогда всегда происходитъ измѣненіе содержанія энергіи превращающихся веществъ. При превращеніи въ одномъ направленіи теряется энергія, при превращеніи въ другомъ направленіи она настолько же увеличивается. Поставя реакцію такъ, чтобы энергія выдѣлялась, можно эту энергію превратить въ другія формы и такимъ образомъ использовать ее.

Разнообразіе химическихъ процессовъ чрезвычайно велико; останавливаться подробно на нихъ здѣсь невозможно. Достаточно будетъ указать на важнѣйшія свойства этой энергіи и пояснить ихъ на нѣкоторыхъ извѣстныхъ примѣрахъ.

Химическая энергія обладаетъ способностью *сохраняться* и способностью *концентрироваться*. Первое свойство проявляется, напр., въ залежахъ угля. Уголь при горѣннн, т.-е. при химическомъ соединеніи съ кислородомъ, выдѣляетъ значительныя количества энергіи и почти съ какой угодно скоростью, какъ это видно на высокихъ температурахъ нашихъ печей. Но эта энергія многія тысячелѣтія лежала внутри земли, не потерявъ почти ничего, такъ что въ настоящее время мы истребляемъ запасы энергіи, скопленные растеніями въ незапамятныя времена. Мы сохраняемъ въ цѣлости эти количества энергіи въ угольномъ погребѣ до той минуты, пока не затопимъ печку; тогда эти количества энергіи въ самое короткое время являются въ наше распоряженіе.

Стоитъ только вспомнить, что современная индустрія покоится почти исключительно на примѣненіи паровыхъ машинъ для всевозможныхъ цѣлей (онѣ же преимущественно являются источникомъ электрической энергіи), и мы увидимъ, что дѣйствительно химическая энергія есть источникъ почти всей технической работы, которой мы пользуемся. Химическая же энергія есть источникъ всей жизненной дѣятельности, такъ какъ животные и растительные организмы производятъ всю свою работу, расходуя химическую энергію.

Положимъ, химическая энергія организмовъ вообще не обладаетъ способностью долго сохраняться и приспособлена скорѣе къ правильной и достаточно быстрой непосредственной тратѣ. Но растенія (а также нѣкоторые животныя) накапливаютъ въ интересахъ размноженія довольно прочную химическую энергію вокругъ зародышей, такъ какъ этимъ зародышамъ часто приходится долгое время ждать, пока они попадутъ въ благоприятныя для ихъ развитія условія. Большая часть питательныхъ веществъ, особенно изъ употребляемыхъ человѣкомъ, состоитъ изъ этихъ накопленій на пользу зародыша будущихъ организмовъ, каковы сѣмена, луковицы, яйца и т. д.

Въ связи съ этою способностью сохраняться находится важная способность концентрироваться. Количество энергіи, которое мы можемъ сообщить данному объему или данному вѣсу какого-нибудь вещества, не безгранично велико, а стремится къ нѣкоторой границѣ, зависящей отъ рода энергіи. Такъ, напримѣръ, тѣлу, вѣсомъ въ одинъ граммъ, я не могу сообщить безконечно большое количество энергіи тяжести, удаливъ его безконечно далеко отъ земли (не принимая въ расчетъ технической выполнимости этого случая), но только  $6 \times 10^{11}$  эргъ, какъ это слѣдуетъ изъ вышеприведенной формулы (стр. 128). Также я не могу сжимая газъ все сильнѣе и сильнѣе, сообщить ему безконечно большое количество энергіи. Ибо, для того чтобы выполнить это, я долженъ заключить газъ въ сосудъ, стѣнки котораго должны быть тѣмъ толще, чѣмъ сильнѣе давленіе. Наконецъ, я достигну границы, когда самая крѣпкая сталь начинаетъ пропускать, т. е. когда невозможно сдѣлать прибора, выдерживающаго давленіе. На такого рода препятствія мы натолкнемся всегда, когда попробуемъ мысленно сообщить конечному пространству безконечно много энергіи, и передъ нами встанетъ вопросъ: въ какой формѣ наибольшее количество энергіи можетъ быть заключено въ наименьшее пространство и наименьшій вѣсъ?

Отвѣтъ на этотъ вопросъ намъ уже данъ въ естественномъ подборѣ различныхъ энергій. Мы видимъ, что всегда, когда надо захватить съ собою энергію, начиная съ летающей мухи и кончая океанскимъ пароходомъ, употребляется исключительно химическая энергія. Пароходъ нагружаютъ углемъ, а не сжатымъ воздухомъ или жидкой угольной кислотой, и муха нагружается углеродистыми соединениями, и никакая другая энергія не дастъ ей возможности переносить ее легкое тѣло на сравнительно большія разстоянія. Вычисленіемъ мы можемъ убѣдиться, что дѣйствительно нѣтъ никакой возможности соединить какимъ-нибудь инымъ образомъ такое большое количество работы съ такими малыми объемомъ и вѣсомъ. Постройка управляемаго воздушнаго корабля свѣдится къ задачѣ найти легчайшую машину съ легчайшимъ запасомъ энергіи: много разрѣшенія этой задачи, какъ

только превращеніе химической энергіи въ механическую, до сихъ поръ не найдено.

Конечно, здѣсь возможны еще большія улучшенія. До сихъ поръ для полученія механической энергіи изъ химической эта послѣдняя превращалась въ теплоту, изъ которой, путемъ вторичнаго превращенія, получалась механическая энергія. При этомъ приходится мириться съ большими несовершенствами, обусловливаемыми исключительно превращеніемъ теплоты въ механическую энергію, ибо теплота происходитъ изъ химической энергіи безъ побочныхъ процессовъ. *Великая техническая задача будущаго заключается въ непосредственномъ полученіи механической энергіи изъ химической.*

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ я самъ указывалъ, какъ на идеаль будущаго нашей техники, на превращеніе химической энергіи въ электрическую и развилъ нѣкоторые основныя положенія этого превращенія. Но мы почти не нуждаемся въ электрической энергіи какъ таковой, развѣ только какъ въ промежуточной формѣ для удобной передачи на большія разстоянія. Если бы мы могли превращать химическую энергію непосредственно въ механическую, то, въ случаѣ нужды, легко можно было бы вставить электрическую энергію какъ промежуточную, такъ какъ это возможно уже и теперь весьма совершеннымъ способомъ, съ весьма незначительной потерей. Итакъ, хотя полученіе электрической энергіи изъ угля есть большой прогрессъ, еще болѣе надо считать непосредственное полученіе изъ угля механической работы.

Большимъ преимуществомъ химической энергіи, благодаря ее способности концентрироваться, является еще одно обстоятельство. Химическая энергія выдѣляется только тогда, когда черезъ взаимодействие двухъ или больше веществъ получаютъ новыя вещества. Вторымъ веществомъ для сжженія угля и водорода, нашихъ горючихъ и питательныхъ матеріаловъ, служитъ кислородъ, содержащійся повсюду въ воздухѣ. Его не надо брать съ собою, что значительно уменьшаетъ вѣсъ всего запаса. При сгораніи угля и водорода отношеніе углерода къ кислороду есть 3 : 8, водорода къ кислороду 1 : 8; слѣдовательно, изъ 11 граммъ общаго вѣса участвующихъ въ сгораніи веществъ намъ требуется брать только 3 грамма углерода; для водорода изъ общаго вѣса въ 9 граммъ 1 граммъ. Поэтому водородъ является самой концентрированной формой энергіи по отношенію къ вѣсу; но зато онъ неудобенъ по своему большому объему, такъ какъ водородъ очень легкий газъ и можетъ быть приведенъ къ нѣсколько меньшему объему только при очень сильномъ давленіи. Поэтому самыми цѣлесообразными являются богатыя водородомъ жидкія углеродистыя соединения, какъ, напримѣръ, бензинъ, почти исключительно употребляемый для автомо-

билей. Спиртъ въ этомъ отношеніи представляетъ менѣе пригодный матеріалъ; лучшимъ былъ бы эфиръ, который можно недорого получать изъ спирта.

Условия измѣнились бы, если бы намъ пришлось развивать химическую энергію въ пространствѣ, лишенномъ доступа воздуха. Это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ огнестрѣльныхъ орудіяхъ и ружьяхъ, такъ что въ порохѣ должны содержаться не только горючія вещества но и необходимый для сгоранія кислородъ. Если бы этотъ послѣдній можно было бы получать въ концентрированномъ видѣ такъ же дешево, какъ кислородъ воздуха, то наши огнестрѣльныя орудія могли бы намъ служить моделями для болѣе выгодныхъ рабочихъ машинъ, такъ какъ въ нихъ происходитъ главнымъ образомъ непосредственное превращеніе химической энергіи въ механическую. Можетъ-быть, достигнутая недавно возможность получать техническимъ путемъ жидкій кислородъ явится средствомъ для разрѣшенія этой общей задачи. Уже неоднократно пробовали примѣнять его какъ взрывчатое средство, слѣдовательно на мѣсто пороха; но, какъ двигатель, онъ, насколько мнѣ извѣстно, еще не примѣнялся.

Непосредственное измѣненіе химической энергіи представляетъ большія трудности, вытекающія изъ большого разнообразія ея проявленія. Существуетъ только одинъ видъ электричества (положительное и отрицательное взаимно обусловлены и не встрѣчаются одно безъ другого), химическихъ же веществъ безчисленное множество, и они даютъ еще болѣе число соединений, при взаимномъ превращеніи которыхъ освобождается химическая энергія. Нечего и думать объ обращеніи съ химической энергіей независимо отъ веществъ, подобно какъ съ электрической, которая, хотя и появляется на веществахъ, проводникахъ и непроводникахъ, но каждую минуту освобождается отъ нихъ, не мѣняя при этомъ своей природы. Химическая энергія относится совершенно иначе, ибо она связана съ различіемъ веществъ; существенными же составными частями понятія различія веществъ, а слѣдовательно и самихъ веществъ, являются различныя количества энергіи, связанныя съ веществомъ и могущія быть отнятыми отъ него при химическихъ превращеніяхъ.

Къ болѣе подробно разсмотрѣнію этихъ отношеній, которое приведетъ насъ къ болѣе глубокому ознакомленію съ энергетическимъ значеніемъ матеріи, мы вернемся позднѣе, послѣ того какъ разовьемъ необходимыя общія положенія. Здѣсь мы упомянули объ этомъ только для того, чтобы объяснить, почему химическая энергія не можетъ быть измѣрена, какъ таковая, но всегда должна быть для этого превращена въ другую форму, обыкновенно въ теплоту, въ которую она совершенно и легко переходитъ. Такъ какъ теплоту мы уже на-

учились измѣрять, то намъ нечего больше прибавить. Опредѣленіе химическихъ энергіи въ тепловыхъ мѣрахъ составляетъ задачу особаго отдѣла, называемаго *термохиміей*.

Теперь намъ остается познакомиться еще съ одной энергіей, о значеніи которой для образованія и развитія нашего мірозданія уже было говорено. Это *лучистая энергія*, нѣкоторая сфера которой намъ извѣстна какъ свѣтъ.

Энергіи формы, объема и движенія, къ которымъ примыкаетъ и химическая энергія, встрѣчаются всегда вмѣстѣ, и совокупность ихъ образуетъ то, что мы называемъ матеріей; теплота же и электрическая энергія хотя и связаны съ ними, но не неразлучны. Мы постоянно видимъ, какъ онѣ переходятъ съ одного тѣла на другое, теплота еще оказываетъ значительное вліяніе на состояніе тѣлъ, такъ какъ жидкое, твердое и газообразное состоянія зависятъ отъ температуры; обыкновенные же электрическіе заряды не мѣняютъ замѣтно свойствъ тѣла\*).

Лучистая энергія оказывается еще свободнѣе отъ матеріи, т. е. отъ другихъ видовъ энергіи. Ей, напримѣръ, нужно девять минутъ, чтобы пройти отъ солнца до земли, и въ промежуткѣ она не связана ни съ какой извѣстной матеріей; пространство, черезъ которое она проходитъ, не мѣняетъ замѣтнымъ образомъ своихъ свойствъ, все равно содержитъ оно лучистую энергію или нѣтъ.

О лучистой энергіи извѣстно, что она представляетъ періодическое явленіе, съ чрезвычайно малымъ періодомъ; далѣе, что при извѣстныхъ условіяхъ она показываетъ двѣ взаимно перпендикулярныя плоскости, сѣченіе которыхъ совпадаетъ съ направленіемъ ея распространенія. Я уже упоминалъ о томъ, что прежде пытались объяснить эти свойства упругими колебаніями неизвѣстной среды, эфира, которому пришлось приписать весьма противорѣчивыя свойства. Въ настоящее время періодичность явленія объясняютъ взаимнымъ превращеніемъ электрической и магнитной энергіи, причемъ прежнему эфиру приписывается теперь роль носителя этихъ электромагнитныхъ энергіи. Такъ какъ предыдущія размышленія показали намъ, что энергія не нуждается въ носителѣ—въ дѣйствительности мы здѣсь имѣемъ дѣло съ остаткомъ схоластики,—то мы можемъ обойтись безъ эфира и разсматривать, что энергія находится въ пространствѣ безъ него и періодически измѣняется. Отъ этого не возникаетъ никакой трудности ни для изложенія, ни для пониманія.

Эта электромагнитная теорія свѣта еще не доказана, ея вѣроятность основывается на большомъ сходствѣ въ законахъ распро-

\*) Возвращеніе на іоны электролитовъ, какъ на электрически заряженныя частички, въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ гипотетично.

страненія дѣйствительныхъ электромагнитныхъ волнъ и свѣтовыхъ волнъ. Однако, между самыми малыми электромагнитными волнами и самыми большими свѣтовыми есть еще значительный промежутокъ, и до сихъ поръ еще не удалось указать въ лучистой энергіи свѣта непосредственно электрическія или магнитныя свойства. Правда, извѣстны многочисленныя связи между этими формами энергіи; но, такъ какъ таковыя существуютъ и между другими видами энергіи, то существованіе ихъ не доказываетъ тождества энергіи. Самымъ сильнымъ основаніемъ для признанія тождества является упомянутое совпаденіе скоростей распространенія электромагнитной и свѣтовой энергіи.

Существеннымъ свойствомъ свѣта является незначительность его періода. Вслѣдствіе того, что колебанія чрезвычайно коротки, длина свѣтовой волны, несмотря на быстрое ея распространеніе, очень мала. Скорость распространенія равняется  $3 \times 10^{10}$  см. въ секунду, скорость же колебанія для желтаго свѣта равна  $2 \times 10^{-15}$  секундамъ, такъ что длина волны, или разстояніе между двумя соотвѣтственными положеніями періода, равна  $6 \times 10^{-5}$  см. Изъ этого вытекаетъ, что при посредствѣ свѣта мы можемъ воспринимать предметы, т.-е. пространственные различія, почти съ этой же точностью (въ сущности, даже съ нѣскольکو болѣе), если соблюдены остальные условія. Дѣйствительно, нынѣшніе микроскопы достигли этой границы.

Этотъ результатъ зависитъ, конечно, не только отъ малой величины пространственнаго періода движенія свѣта, но также и оттого, что свѣтъ проходитъ пространство, почти не измѣняясь. Поэтому свойства воспринимаемой глазомъ свѣтовой энергіи зависятъ прежде всего отъ свойствъ тѣла, испускающаго свѣтъ, а затѣмъ уже отъ среды, черезъ которую онъ проходитъ. Это вѣрно для мірового пространства. Но уже воздухъ нѣсколько ступеневываетъ картину, другія же вещества уже совершенно ее разрушаютъ. Поэтому мы видимъ очень далеко черезъ міровое пространство, довольно далеко черезъ воздухъ; черезъ другія же составныя части земной поверхности мы обыкновенно ничего не видимъ, и очень трудно поставить твердыя и жидкія тѣла въ такія условія, чтобы довольно большіе слои ихъ безпрепятственно пропустили свѣтъ.

Это неудобство есть слѣдствіе короткихъ волнъ свѣта. Чѣмъ длиннѣе волны, тѣмъ менѣе на нихъ вліяютъ неровности, встрѣчаемыя ими на пути: длинныя электромагнитныя волны, которыми въ настоящее время пользуются для беспроволочнаго телеграфированія, проходятъ, почти не измѣняясь, сквозь деревья и стѣны.

Какъ вамъ извѣстно, слѣдуетъ различать самосвѣтящіяся тѣла отъ освѣщенныхъ тѣлъ. Первые распространяютъ лучистую энергію на счетъ какой-нибудь содержащейся въ нихъ энергіи, превращаю-

щейся въ лучистую. И здѣсь, въ большинствѣ случаевъ, это превращеніе совершается на счетъ химической энергіи, выделяющейся при сгораніи; такъ, наприимѣръ, это имѣетъ мѣсто въ свѣтящемся пламени, служащемъ для освѣщенія. Съ другой стороны, всѣ тѣла обладаютъ удивительной способностью отдавать при высокой температурѣ часть своей тепловой энергіи въ формѣ лучистой энергіи и въ тѣмъ большей степени, чѣмъ выше температура. Поэтому для освѣщенія можно употреблять и такіе приборы, въ которыхъ накаливается до возможно высокой температуры какое-нибудь тѣло, не измѣняющееся отъ накалыванія. На этомъ основаны различные способы электрическаго освѣщенія.

Освѣщенные тѣла суть такія, которыя отбрасываютъ нѣкоторыя изъ упавшихъ на нихъ лучей. Различіе цвѣтовъ зависитъ отъ различія свѣтовыхъ періодовъ \*), и освѣщаемыя тѣла имѣютъ ту или другую окраску въ зависимости оттого, какой свѣтъ они отражаютъ. Слѣдовательно, на окраску тѣлъ вліяютъ два независимыхъ другъ отъ друга условія: во-первыхъ, *измѣнчивыя* свойства падающаго свѣта и, во-вторыхъ, *постоянная* способность тѣла одни періоды отражать, другіе поглощать. Поэтому одно и то же тѣло можетъ казаться различно окрашеннымъ, смотря по свѣту, его освѣщающему.

Я потому напоминаю вамъ этотъ простой фактъ, что именно этотъ случай получилъ нѣкоторое философское значеніе. Имъ пользовались идеалисты для доказательства положенія, что тѣла не суть то, чѣмъ они намъ кажутся, ибо разъ одно и то же тѣло кажется намъ, смотря по обстоятельствамъ, то голубымъ, то краснымъ, то зеленымъ, то нельзя утверждать, что оно дѣйствительно «есть» голубое, или красное, или зеленое.

Легко понять, что и здѣсь мы имѣемъ дѣло съ неточнымъ способомъ выраженія. То, что мы освѣщаемъ тѣло то однимъ, то другимъ свѣтомъ, не имѣетъ никакого вліянія на его способность нѣкоторые періоды воспринимать, другіе отражать, и тѣло относится вполне постоянно, какой бы свѣтъ на него не падалъ. Мы имѣемъ право называть его краснымъ, если оно способно отражать преимущественно красный свѣтъ. Но цвѣтъ, въ которомъ мы его видимъ, зависитъ не только отъ него, но и отъ падающей на него свѣтовой энергіи, и то, что мы видимъ, есть результатъ совокупнаго дѣйствія этихъ двухъ

\*) Этими я не хочу сказать, что различіемъ періодовъ можно «объяснить» краски, я только указываю на связь между физическимъ фактомъ періодичности п физиологическимъ воспріятіемъ цвѣтовъ. Какимъ образомъ одно вызываетъ другое, это уже вопросъ изъ области физиологіи чувствъ, и здѣсь не мѣсто его разбирать.

факторовъ. Идеалисты приписали тѣлу то, что слѣдовало приписать свѣту, и этимъ впали въ ошибку \*).

Безъ сомнѣнія, ошибочно различать вещи «сами по себѣ» и вещи, какъ онѣ намъ кажутся. Какъ намъ вещи кажутся, это вполне зависитъ отъ энергій, взаимодействующихъ между ними и нашими органами чувствъ. Ничего иного, кромѣ этихъ энергій, мы не знаемъ, въ «носитель» для этихъ энергій мы не нуждаемся, что же въ такомъ случаѣ «вещь сама по себѣ»? Такъ какъ понятіемъ энергій исчерпывается положительно все, что мы обозначаемъ словомъ «внѣшній міръ», то мы сознательно или бессознательно обманываемъ себя, утверждая существованіе, т.-е. дѣйствительность и дѣятельность вещей, которыя нельзя подвести подъ понятіе энергій.

Важная роль лучистой энергій заключается въ томъ, что она снабжаетъ землю превращаемой энергіей. Далѣе мы увидимъ, что одного присутствія энергій недостаточно для того, чтобы вызвать ея превращеніе (т.-е. явленія въ самомъ обширномъ значеніи этого слова); нужны еще нѣкоторыя опредѣленныя условія. Упомянемъ еще, что только часть существующихъ энергій превращаема или «свободна», и что эта часть постоянно уменьшается путемъ естественнаго хода явленій.

Лучистая энергія, приходящая съ солнца на землю, играетъ роль главнаго источника свободной энергій, превращеніе которой составляетъ земную жизнь въ обширнѣйшемъ смыслѣ слова, включая сюда метеорологическія и геологическія явленія. Всѣмъ извѣстно, что солнечная лучистая энергія превращается въ теплоту частью въ атмосферѣ воздуха, большею же частью на поверхности земли и этимъ вызываетъ движеніе воздуха и испареніе воды со всѣми связанными съ этимъ явленіями: дождемъ и снѣгомъ, родниками и рѣками, вѣтрянніемъ и образованіемъ наносовъ. Точно также извѣстно, что солнечная лучистая энергія накапливается растеніями въ формѣ химической энергій такимъ образомъ, что соединеніе углерода съ кислородомъ, образующееся въ организмахъ и въ техникахъ при затратѣ химической энергій, вновь разлагается растеніями съ помощью лучистой энергій солнечнаго свѣта. Часто приводятъ такой примѣръ круговорота веществъ: углеродъ при питаніи и горѣніи соединяется съ кислородомъ, затѣмъ въ растеніяхъ онъ снова отдѣляется отъ кислорода, и образовавшіеся элементы начинаютъ снова тотъ же кругъ. Такое изображеніе совершенно правильно передаетъ одну сторону явленія, но совер-

\*) Вѣрное замѣчаніе Оствальда относится не къ идеалистамъ, а къ скептикамъ, пользовавшимся приведеннымъ примѣромъ для доказательства относительности человѣческаго познанія. Точка зрѣнія Оствальда весьма близка къ той, которую защищаютъ идеалисты.

*Прим. ред.*

шенно не касается сущности дѣла. Въ дѣйствительности происходитъ не круговоротъ, а потокъ энергій въ одномъ направленіи; этотъ потокъ истекаетъ изъ солнца на землю и здѣсь частью непосредственно расходуется, частью накапливается растеніями въ формѣ химической энергій, чтобы быть впоследствии использованнымъ растеніями и животными для поддержанія ихъ жизненной дѣятельности. Такое изображеніе явленія такъ же ошибочно, какъ если бы вращеніе мельничныхъ колесъ стали считать существенной частью хода мельницы и не стали бы принимать во вниманіе потока работы, изливающегося изъ воды, падающей на колесо, во внутрь мельницы и производящаго тамъ желаемое дѣйствіе.

Огромное количество получаемой нами отъ солнца лучистой энергій пропадаетъ безъ пользы. Только очень малая часть изъ громаднаго количества энергій, выдѣляемой при метеорологическихъ явленіяхъ, утилизируется нами въ видѣ водопадовъ рѣкъ и ручьевъ, а количества энергій, которыми мы пользуемся черезъ посредство вѣтряныхъ мельницъ, безгранично малы. Но даже накопленія, дѣлаемые растеніями безъ вмѣшательства человѣка, представляютъ очень малую величину, едва больше одного процента всей лучистой энергій. Если подумать, что есть огромныя части земной поверхности, гдѣ совсѣмъ не пользуются этими источниками энергій, то станетъ очевиднымъ, какіе громадные источники энергій окажутся еще въ распоряженіи человѣка въ случаѣ возможнаго изысканія пластовъ угля.

Если мы теперь бросимъ общій взглядъ на мірозданіе, которое мы можемъ построить съ помощью понятія энергій, то мы увидимъ, что этимъ понятіемъ мы дѣйствительно можемъ объять все физическое, что представляется нашему опыту. Мы видимъ, что все, совершающееся во внѣшнемъ мірѣ, можно вполне характеризовать, указавъ видъ и количество энергій, замѣщающихъ другъ друга или превращающихся другъ въ друга въ данномъ явленіи. Эти соображенія можно приложить и къ нашему тѣлу, поскольку мы его рассматриваемъ какъ часть внѣшняго міра. Мы, какъ и всѣ люди, какъ вообще всѣ организмы, должны поглотить энергію, чтобы произвести разнаго рода отправленія.

Но абстрактное мышленіе, не сопровождаемое движеніемъ, насъ также изнуряетъ, какъ и механическая работа, и экспериментальная физиологія доказала, что при этомъ происходитъ соответственная трата химической энергій. Изъ этого мы должны заключить, что непосредственная духовная дѣятельность, воспріятіе и сравненіе чувственныхъ впечатлѣній, подлежатъ общему закону процессовъ; иными словами, и этотъ процессъ не можетъ происходить безъ превращенія энергій.

Но это не должно возбуждать ложнаго представленія, будто всѣ

явленія могутъ быть «объяснены», если указаны происходящія при этомъ измѣненія энергій, или будто не остается никакихъ не разрѣшенныхъ вопросовъ, разъ извѣстны измѣненія энергій въ количественномъ отношеніи. Правда, энергія есть рамка, охватывающая всѣ явленія, и внѣ законовъ энергіи не совершаются никакіе процессы. Но рамка не есть еще картина, и внутри энергетической рамки мыслимо еще безчисленное множество многообразій. Именно всеобъемлемость понятія энергіи обуславливаетъ необходимость дальнѣйшихъ опредѣленій. То, что мы узнали въ этомъ отношеніи, опредѣляетъ только окончательный результатъ многообразныхъ воздѣйствій различныхъ видовъ энергій. Каковы онѣ въ отдѣльности, какъ замѣщаютъ онѣ другъ друга, какъ слѣдуютъ другъ за другомъ,—все это еще открытые вопросы. Въ слѣдующей лекціи мы познакомимся съ нѣкоторыми закономерностями въ этомъ отношеніи; однако, хотя онѣ и окажутся вполне установленными, онѣ не будутъ достаточны, чтобы изъ безконечнаго ряда возможностей каждую въ отдѣльности выдѣлить такъ, чтобы можно было попытаться опредѣлить ходъ вселенной такъ же точно, какъ ходъ часовъ.

Особенно важнымъ результатомъ энергетическаго воззрѣнія слѣдуетъ считать замѣну понятія матеріи понятіемъ комплекса извѣстныхъ энергій, подчиненнаго пространству. Мыслители различныхъ направлений часто указывали на противоположность и въ то же время нераздѣльность матеріи и ея силъ, но даже очень смѣлые мыслители не рѣшились отказаться отъ одной въ пользу другой. Этотъ нежелательный дуализмъ основывался прежде всего на томъ, что для различныхъ «силъ» не было бы никакого основанія оставаться пространственно связанными, если бы ихъ не удерживалъ нѣкоторый, не зависящий отъ нихъ, «носитель». Изъ вышеприведенныхъ соображеній (стр. 137) мы убѣдились, что хотя а priori и не можетъ быть приведено основанія для ихъ нахождения вмѣстѣ, но а posteriori видно, что нашего сознанія могутъ достигать только такія системы энергій, въ которыхъ существуетъ эта связь. Слѣдовательно, мы можемъ признать, что мыслимы оба возможныхъ случая: одновременнаго нахождения энергій тяжести и энергіи движенія и отсутствія ихъ, а слѣдовательно, и массы, но мы знаемъ, что до нашего сознанія достигаютъ только тѣ случаи, когда эти энергіи находятся одновременно. Что въ одной и той же массѣ можетъ и присутствовать, и отсутствовать энергія формы, это мы видимъ изъ измѣненія состоянія веществъ при плавленіи и испареніи.

Ближайшая наша задача будетъ состоять въ томъ, чтобы сузить начертанную нами энергетическую рамку и получить болѣе опредѣленную характеристику явленій.



## Двѣнадцатая лекція.

### ВТОРОЕ НАЧАЛО, ИЛИ ЗАКОНЪ ПРОЦЕССА.

Законъ сохранения энергіи, или *первое начало энергетики*, даетъ отвѣтъ на вопросъ: въ какихъ отношеніяхъ находятся количества различныхъ энергій при взаимномъ ихъ превращеніи. Но этотъ законъ не опредѣляетъ, когда наступаетъ превращеніе и какого объема оно достигаетъ при данныхъ условіяхъ.

И, хотя изъ перваго начала намъ выясняется очень многое, однако, остается еще не мало вопросовъ, которые можно предложить и на которые надо отвѣтить. Значительный шагъ впередъ въ пониманіи закономерности процессовъ позволяетъ намъ сдѣлать такъ называемое *второе начало*, заключающее въ себѣ отвѣтъ на вопросъ: *какія условія должны быть выполнены для того, чтобы вообще могло наступить превращеніе энергій?*

По отвѣту на этотъ вопросъ можно также различать два періода: механической и общій. Для многихъ механическихъ отношеній этотъ вопросъ былъ вопросомъ о равновѣсіи, въ которомъ заключались также и случаи превращенія. Подъ равновѣсіемъ мы подразумеваемъ тотъ фактъ, что въ образованіи ничто не происходитъ само собою, т.-е. никакая энергія не мѣняетъ своего вида. Если мы будемъ имѣть критерій для равновѣсія, то мы прежде всего можемъ отмѣтить случаи, въ которыхъ навѣрное не можетъ имѣть мѣста превращеніе. Это еще не даетъ намъ права сказать, что въ другихъ случаяхъ непременно происходитъ превращеніе, но можно вообще указать на условія, необходимыя для того, чтобы превращеніе имѣло мѣсто.

Уже въ древности изслѣдовали случаи равновѣсія рычага и нѣкоторыхъ другихъ простыхъ машинъ. Изъ этихъ работъ и изъ болѣе новыхъ, связанныхъ съ важными изслѣдованіями Галилея, былъ выведенъ общій законъ, что *равновѣсіе имѣетъ мѣсто въ такихъ образованіяхъ, въ которыхъ возможное измѣненіе не связано съ уменьшеніемъ механической энергіи*.

При этомъ возможны два случая: или возможное измѣненіе образованія совсѣмъ не связано съ измѣненіемъ суммы энергій, или

оно сопровождается увеличениемъ энергій. Первый случай называется равновѣсіемъ *безразличнымъ*, второй—равновѣсіемъ *устойчивымъ* \*).

Такъ, рычагъ находится въ безразличномъ равновѣсіи, если онъ такъ нагруженъ, что при его поворачиваніи сумма работъ, полученныхъ отъ опусканія одного плеча рычага, равна суммѣ работъ, истраченныхъ на поднятіе тяжести на другомъ плечѣ. Шаръ на плоскости находится въ безразличномъ равновѣсіи, ибо при его движеніи не происходитъ ни подъема, ни опусканія центра тяжести, т.-е. работа не образуется и не тратится. Шаръ въ чашкѣ, напротивъ, стремится въ наиболѣе низко лежащую точку, потому что только тамъ онъ находится въ такомъ положеніи, въ которомъ съ каждымъ движеніемъ связано поднятіе центра тяжести, т.-е. шаръ приобретаетъ работу. Въ чашкѣ шаръ находится въ устойчивомъ равновѣсіи.

Здѣсь мы видимъ важное для нашего вопроса различіе. Если повернуть рычагъ, находящійся въ безразличномъ равновѣсіи, то онъ останется неподвижнымъ и въ своемъ новомъ положеніи; слѣдовательно, поворачиваніе не создало такого состоянія, изъ котораго зацѣмъ рычагъ произвольно выходитъ, или въ которомъ нѣчто происходитъ. Напротивъ, въ случаѣ шара, находящагося въ чашкѣ, вообще въ случаѣ неустойчиваго равновѣсія, выведеніе образованія изъ состоянія равновѣсія съ помощью приданной ему энергій (безъ которой по предположенію образованіе не можетъ быть выведено изъ равновѣсія) создаетъ такое состояніе, изъ котораго образованіе произвольно возвращается къ старому, въ которомъ, слѣдовательно, нѣчто происходитъ.

Этотъ результатъ можно выразить и нѣсколько иными словами: *во всякомъ образованіи происходятъ такіе процессы, путемъ которыхъ оно приближается къ состоянію равновѣсія*. Когда же оно находится въ равновѣсіи, тогда не происходитъ ничего.

Теперь мы можемъ сдѣлать еще шагъ впередъ и спросить, что же происходитъ? Этотъ вопросъ тождественъ съ вопросомъ, куда дѣвается лишняя энергія, когда образованіе переходитъ въ состояніе устойчиваго равновѣсія. На основаніи перваго начала должна получиться какая-нибудь другая энергія. Такъ какъ образованіе можетъ достигнуть состоянія равновѣсія только съ помощью движенія, то, очевидно, получается энергія движенія. Такъ оно въ дѣйствительности и есть, въ чемъ можно убѣдиться на любомъ фактѣ. И это относится не только

\*). Встрѣчающееся въ учебникахъ «неустойчивое» равновѣсіе представляетъ математическую абстракцію, не встрѣчающуюся въ дѣйствительности. Въ элементарныхъ книгахъ слѣдовало бы совсѣмъ не упоминать объ этомъ невозможномъ случаѣ, такъ какъ это привело ко многимъ ошибкамъ, имѣвшимъ важныя послѣдствія.

къ энергій тяжести, но и ко всякаго рода энергійамъ разстоянія, а также къ энергійамъ формы и объема.

Благодаря полученной имъ энергій движенія, образованіе, достигнувъ положенія равновѣсія, не можетъ въ немъ оставаться, но снова выходитъ изъ него въ силу приобретенной скорости. Это происходитъ до тѣхъ поръ, пока возникшая энергія движенія не будетъ истрачена на соответствующее количество другой механической энергій. Но тогда тѣло будетъ снова выведено изъ состоянія равновѣсія, и снова наступитъ тотъ же рядъ превращеній.

Отсюда слѣдуетъ, что въ области механики, всякій разъ, какъ тѣло выведено изъ состоянія устойчиваго равновѣсія, непременно происходитъ періодическое взаимное превращеніе энергій движенія въ другія формы энергій. Въ небольшомъ размѣрѣ классическимъ примѣромъ для этой группы явленій можетъ служить маятникъ, въ большемъ—движенія небесныхъ тѣлъ. Послѣднія настолько точно періодичны, что служатъ намъ надежной мѣрой времени.

Напротивъ, маятникъ послѣ нѣсколькихъ качаній останавливается. На основаніи перваго начала мы въ правѣ спросить, что случилось съ энергійей, выведившей его изъ положенія равновѣсія. Обыкновенный отвѣтъ, что она была истрачена на треніе и сопротивленіе воздуха, не можетъ насъ удовлетворить, ибо эти послѣднія не суть виды энергій. Вѣрнѣе сказать, что она, благодаря тренію и сопротивленію воздуха, превратилась въ теплоту. Такъ какъ теплота вообще не обладаетъ свойствомъ заставлять тѣло выходить пространственно изъ состоянія равновѣсія, то въ этомъ случаѣ не происходитъ періодическаго явленія; образовавшаяся теплота распространяется въ окружающей средѣ, а не остается въ самомъ тѣлѣ. Небесныя же тѣла не имѣютъ повода превращать свою энергію движенія въ теплоту (если исключить сравнительно очень небольшое количество, идущее на образованіе прилива и отлива), поэтому въ нихъ сохраняется періодичность.

Если мы поразмыслимъ надъ этимъ результатомъ, то увидимъ, что для механическаго процесса нуженъ прежде всего особый порядокъ энергій, такъ что, выходя изъ этого порядка, образованіе становится способнымъ образовывать энергію движенія изъ какой-нибудь другой механической энергій. Пока образованіе остается чисто механическимъ, эта необходимая причина процесса есть въ то же время причина *вѣчнаго* процесса, такъ какъ разъ наступившее взаимное превращеніе энергій движенія въ другую форму и обратно будетъ повторяться періодически до безконечности. Въ этомъ явленіи мы узнаемъ уже ранѣе отмѣченный нами фактъ, что въ чистой механикѣ однозначность времени не имѣетъ мѣста. Но въ механическихъ процессахъ, происходящихъ на землѣ, всегда имѣетъ мѣсто переходъ механической энергій въ



теплоту. Благодаря этому, избытокъ энергии, который тѣло имѣло надъ состояніемъ равновѣсія, теряется въ формѣ теплоты, распространяясь вокругъ, и становится, наконецъ, равнымъ нулю, такъ что образование переходитъ въ состояніе устойчиваго равновѣсія.

Изъ этого состоянія никакое образование не можетъ выйти произвольно. Потому что, согласно съ опредѣленіемъ устойчиваго равновѣсія, образование должно было бы для этой цѣли увеличить свой запасъ энергии. Такъ какъ энергія никогда не образуется изъ ничего и никакого процесса, при которомъ бы она получалась, не происходитъ, то возможенъ только покой, т.-е. ничего не происходитъ. Что-нибудь можетъ снова произойти лишь въ томъ случаѣ, если будетъ придана энергія въ какой-нибудь другой формѣ.

А какъ же въ безразличныхъ равновѣсіяхъ?—спросить какой-нибудь внимательный слушатель; образования могутъ выйти изъ положенія безразличнаго равновѣсія безъ траты энергии, слѣдовательно, въ нихъ можетъ нѣчто совершаться произвольно. На это я отвѣчу, что на практикѣ въ нихъ происходитъ то же самое, что и въ устойчивыхъ равновѣсіяхъ. Разсмотримъ одинъ изъ вышеприведенныхъ примѣровъ: шаръ, лежащій на плоскости. Чтобы покатить его по плоскости, намъ не приходится поднимать его центра тяжести; слѣдовательно, мы не сообщаемъ ему энергіи тяжести. Но для того, чтобы шаръ могъ катиться съ видимой скоростью, онъ долженъ получить соответственное количество энергии движенія. Можно предположить, что это количество безгранично мало, но тогда и скорость движенія будетъ безгранично мала, и шаръ на практикѣ остается въ покоѣ. Такъ какъ всѣ наши механическіе аппараты строятся изъ тѣлъ, одаренныхъ массой, то это соображеніе всегда справедливо, и то, что предметы, находящіеся въ безразличномъ равновѣсіи, на практикѣ дѣйствуютъ такъ, какъ если бы они находились въ устойчивомъ равновѣсіи, зависитъ отъ массы механическаго образования.

Напротивъ, имѣется множество устойчивыхъ равновѣсій, являющихся безразличными для безконечно малыхъ движеній. Примѣромъ можетъ служить шаръ, находящійся въ чашкѣ. Мы можемъ на очень небольшомъ протяженіи принять вогнутое дно чашки за плоскость, а на этой послѣдней равновѣсіе безразлично. Эти отношенія наблюдаются во всѣхъ случаяхъ, когда состояніе равновѣсія непрерывно переходитъ въ непосредственно слѣдующія за нимъ состоянія, а такъ какъ изъ опыта мы знаемъ, что всѣ явленія природы непрерывны, то можно сказать, что всѣ устойчивыя равновѣсія принадлежатъ къ этому классу. Въ такомъ случаѣ они различаются только болѣе или менѣе тѣсными границами той части устойчиваго равновѣсія, которую на практикѣ мы можемъ разсматривать какъ безразличное равновѣсіе.

Теперь мы можемъ объяснить обыкновенное явленіе, что твердыя тѣла находятся въ покоѣ или лежатъ другъ на другѣ. То, что чернильница стоитъ на столѣ, зависитъ отъ равновѣсія между энергіями формы чернильницы и стола и энергіею тяжести чернильницы. Чернильница падаетъ до тѣхъ поръ, пока энергія формы доски стола вслѣдствіе сжатія не увеличится настолько, что на дальнѣйшее опусканіе чернильницы потребовалось бы больше работы, чѣмъ сколько она можетъ произвести своимъ паденіемъ; тогда послѣ нѣсколькихъ колебаній наступаетъ устойчивое равновѣсіе. Одновременно съ этимъ происходило сжатіе нижней поверхности чернильницы до тѣхъ поръ, пока отношеніе между ея энергіей формы и движеніемъ центра тяжести чернильницы не удовлетворило тому же требованію.

Всѣ эти рассужденія наводятъ на вопросъ, почему на земной поверхности давно уже не наступилъ повсюду покой, т.-е. устойчивое механическое равновѣсіе, такъ какъ образование, пришедшее въ покой, не можетъ произвольно придти въ движеніе. Это вина или заслуга солнца. Оно нагреваетъ землю и испаряетъ воду посредствомъ посылаемой имъ лучистой энергіи и черезъ это постоянно нарушаетъ существующее равновѣсіе, а вѣтеръ, дождь, теченіе водъ даютъ намъ энергію, съ помощью которой мы можемъ, если нужно, привести въ движеніе покоящуюся вещь, прежде всего механическимъ путемъ. (Мы уже упоминали на стр. 175, что использованное нами количество составляетъ только небольшую часть существующей энергіи). И нежелательныя механическія разрушенія, производимыя бурями и наводненіями, исходятъ изъ того же источника свободной, способной къ превращенію энергіи.

Вопросъ о процессахъ въ механическомъ мірѣ рѣшается такимъ образомъ довольно просто, относительно же другихъ видовъ энергіи мы наталкиваемся на большія трудности. Эти трудности, какъ и для перваго начала энергіи, были разобраны и разрѣшены прежде всего по отношенію теплоты. Удивительно то, что этотъ гораздо болѣе трудный вопросъ былъ раньше разрѣшенъ, чѣмъ вопросъ объ эквивалентности энергій. Правда, что признаніе и примѣненіе этого рѣшенія заставило себя ждать еще дольше, чѣмъ въ послѣднемъ случаѣ.

Поводомъ къ рѣшенію этого вопроса послужило быстрое развитіе паровыхъ машинъ въ первыя десятилѣтія девятнадцатаго вѣка. При этомъ обнаружился фактъ, что съ помощью теплоты получается работа. О томъ, что при этомъ теплота можетъ исчезать и превращаться въ работу, въ то время вообще не думали, ибо въ то время господствовало представленіе о теплотѣ какъ о невѣсомой, но и не уничтожаемой жидкости. Пришлось, слѣдовательно, поставить вопросъ: Въ силу какихъ причинъ теплота можетъ производить работу? Отвѣтъ на это далъ

въ 1824 г. артиллерійскій лейтенантъ Сади Карно, умершій вскорѣ послѣ того, 26-ти лѣтъ отъ роду. Отвѣтъ былъ таковъ.

Во-первыхъ, ясно, что покояющаяся теплота не можетъ произвести работы. Въ пространствѣ съ постоянной температурой не происходитъ никакого процесса, съ помощью котораго теплота могла бы превратиться въ работу, чтобы это было возможно, необходимо существованіе пространства съ различными температурами. Въ паровыхъ машинахъ такія пространства суть котель и холодильникъ. Но и различныя температуры могутъ, благодаря передачѣ движенія, такъ уравниваться, что работа не будетъ происходить. Слѣдовательно, надо такъ устраивать паровыя машины, чтобы измѣненіе температуры въ нихъ не являлось бы слѣдствіемъ передачи движенія. Въ паровыхъ машинахъ это достигается путемъ того, что горячій паръ работаетъ въ поршнѣ; при этомъ онъ охлаждается.

Слѣдовательно, на количество работы паровой машины вліяютъ два условія. Съ одной стороны, она производитъ тѣмъ больше работы, чѣмъ больше теплоты переходитъ изъ котла въ холодильникъ; съ другой стороны, тѣмъ больше работы, чѣмъ больше расширяется, а вмѣстѣ съ тѣмъ и охлаждается паръ. Иными словами, на производство работы вліяетъ какъ количество теплоты, такъ и паденіе температуры, и работы совершенно нѣтъ, когда одна изъ этихъ величинъ равна нулю.

Эти отношенія хорошо могутъ быть изображены слѣдующей аналогіей. Карно сравнилъ способъ дѣйствія теплоты со способомъ дѣйствія воды въ водяныхъ мельницахъ. Совершенно такъ, какъ вода должна падать съ известной высоты, чтобы произвести работу, которая пропорціональна высотѣ паденія и количеству воды, такъ и теплота должна упасть на нѣкоторое число градусовъ, чтобы произвести работу, которая зависитъ отъ обѣихъ величинъ. Здѣсь я не стану излагать чрезвычайно остроумнаго способа, употребленнаго Карно для выясненія количества работы, получаемой при данномъ паденіи температуры и при данномъ количествѣ теплоты; замѣчу только, что это одна изъ смѣлѣйшихъ идей въ наукѣ.

Развитіе идей Карно и особенно ихъ обобщеніе на другіе виды энергій заставило долго себя ждать. Во-первыхъ, Карно, какъ было упомянуто, умеръ очень молодымъ, вскорѣ послѣ того, какъ изложилъ свои мысли въ небольшой книжкѣ *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. Инженеръ Клапейронъ, формулировавшій аналитически идею Карно, напомнилъ о ней, десять лѣтъ спустя, ученому міру, но не вызвалъ большого вниманія. Когда же, наконецъ, было признано значеніе перваго начала, тогда пришлось сначала преодолѣть нѣкоторыя трудности, такъ какъ Карно въ своихъ разсужденіяхъ не принималъ въ расчетъ этого начала и отчасти находился въ противорѣчій съ

нимъ. Однако В. Томсонъ сумѣлъ извлечь изъ положеній Карно дальнѣйшіе важные выводы, не разрѣшая этого противорѣчія; Клаузиусъ же въ 1850 г. показалъ, какимъ способомъ можно исправить этотъ недостатокъ, сохранивъ при этомъ существенный принципъ, удивительную плодovitость котораго онъ доказалъ.

Я не могу подробнѣе останавливаться на дальнѣйшей, довольно запутанной исторіи «второго начала», какъ впоследствии былъ названъ принципъ Карно \*). Моя задача заключается главнымъ образомъ въ томъ, чтобы возможно понятно изложить вамъ существенныя стороны проявляющагося здѣсь закона природы, насколько это требуется для дальнѣйшаго начертанія нашего энергетическаго міровоззрѣнія.

При изслѣдованіи механическихъ энергій выяснилось, что процессы, т.-е. движенія, наступаютъ тогда, когда является возможность располагать иными механическими энергіями для образованія энергій движенія. Этотъ результатъ можно обобщить и сказать, что движенія наступаютъ тогда, когда какіе-нибудь виды энергій могутъ превратиться въ энергію движенія. При этомъ точно также прежде всего требуется, чтобы въ разсматриваемомъ образованіи были возможны движенія, при которыхъ количество существующихъ энергій уменьшалось бы такъ, что результатъ этого уменьшенія могъ бы превращаться въ энергію движенія. Это, напримѣръ, происходитъ при электрическомъ и магнитномъ отталкиваніи или притяженіи; при этомъ образованіе теряетъ электрическую или же магнитную энергію, почему и можетъ образоваться соотвѣтственное количество энергій движенія.

Эти соображенія вѣрны только въ томъ случаѣ, если разсматриваемое явленіе есть также движеніе. Но существуетъ еще множество другихъ измѣненій, при которыхъ образуются иныя энергіи. Напримѣръ, явленіе можетъ состоять въ томъ, что тѣло станетъ теплѣе или холоднѣе, чѣмъ было раньше, или произойдутъ химическія превращенія, или тѣло начнетъ свѣтиться и т. д. При всѣхъ этихъ явленіяхъ не происходитъ перемѣны мѣста (или она происходитъ только какъ вторичное явленіе), слѣдовательно для нихъ надо найти новый законъ. Основаніемъ его и служатъ положенія Карно.

Пусть дано пространство однообразной температуры. Тогда внутри его не произойдетъ ниудѣ измѣненія температуры. Теплота пребываетъ въ покоѣ, и не наступаетъ никакого термическаго явленія.

То же будетъ имѣть мѣсто, если въ данномъ пространствѣ будетъ находиться электрическая энергія однообразнаго напряженія. Она тоже не можетъ измѣниться произвольно, и никакого электрическаго явленія не произойдетъ.

\*) Это прекрасно изложено Э. Махомъ въ его «Die Principien der Wärmelehre», Leipzig 1896.

Тѣ же соображенія могутъ быть примѣнены къ механическимъ случаямъ, напр. къ пространству съ однообразнымъ давленіемъ, каковымъ приблизительно можно считать пространство на поверхности земли. И здѣсь ничего не происходитъ, пока давленіе всюду одинаково, и только тогда, когда наступаютъ различія въ давленіяхъ, воздухъ приходитъ въ движеніе.

Всѣ эти случаи сходны между собою въ томъ отношеніи, что нѣкоторая измѣримая величина: температура, электрическое напряженіе, давленіе, однообразно распределена въ рассматриваемомъ пространствѣ. Нельзя того же сказать о дѣйствующей въ данномъ случаѣ энергіи, потому что, если рассматриваемое нами пространство однообразной температуры наполнено частью водою, частью воздухомъ, то на единицу пространства въ водѣ придется большее количество теплоты, чѣмъ на единицу пространства въ воздухѣ, такъ какъ при измѣненіи температуры вода отдаетъ на каждую единицу пространства въ четыре тысячи разъ больше теплоты, чѣмъ воздухъ. Несмотря на это, теплота не стремится перейти изъ воды въ воздухъ, и небольшое повышеніе температуры воздуха вызываетъ даже обратный переходъ. И, тѣмъ не менѣе, эта величина, отъ которой зависитъ переходъ, тѣсно связана съ энергіей, ибо она есть *факторъ данной энергіи*. Относительно давленія и электрическаго напряженія это извѣстно, такъ какъ давленіе, умноженное на объемъ, даетъ энергію объема, а электрическое напряженіе, умноженное на количество электричества, даетъ электрическую энергію. Второй факторъ теплоты, получившій названіе «энтропіи», не вошелъ въ кругъ представленій повседневной физики, а между тѣмъ онъ играетъ чрезвычайно важную роль въ теоріи теплоты; температура, умноженная на энтропію, даетъ тепловую энергію.

Второй факторъ энергіи не обладаетъ тѣмъ свойствомъ, что его однородное распределеніе есть *признакъ* состоянія покоя; могутъ совмѣстно существовать какія угодно количества электричества, объемы энтропіи, и ихъ различія не вызываютъ проявленій соотвѣтственныхъ энергіи.

Назовемъ свойство, отъ однообразнаго распределенія котораго зависитъ состояніе покоя соотвѣтственной энергіи, *интенсивностью* этой энергіи. Слѣдовательно, температура есть интенсивность тепловой энергіи. Эти интенсивности представляютъ непрерывныя многообразія, но онѣ не обладаютъ характеромъ величинъ, а принадлежатъ скорѣе къ напряженіямъ (стр. 93), какъ на это указываетъ и само названіе. Въ этомъ насъ убѣждаетъ и то, что температуры, напримѣръ, нельзя физически складывать. Если сложить два тѣла равныхъ температуръ, то получается не удвоенная температура, а температура, равная преж-

ней. Дѣйствительно, температуры служили намъ примѣромъ подчиненнаго ряда, состоящаго изъ отрѣзковъ, не могущихъ замѣщать другъ друга (стр. 91).

Изъ всего изложеннаго нами (сказанное нами можно распространить и на всѣ другіе виды энергіи) вытекаетъ слѣдующій общій законъ процесса: *чтобы какой-нибудь процессъ имѣлъ мѣсто, надо, чтобы существовали разности интенсивностей присутствующихъ энергіи*. Общимъ выраженіемъ этого закона мы обязаны Г. Гельму \*).

Итакъ, если нѣтъ разности интенсивностей, то ничего не происходитъ. Другой вопросъ, всегда ли что-нибудь происходитъ, когда существуютъ разности интенсивностей. Легко привести примѣры, когда при существованіи разностей ничего не происходитъ. Слѣдовательно, это условіе необходимо, но оно недостаточно. О требуемыхъ дополненіяхъ мы подробнѣе поговоримъ ниже, послѣ того какъ будутъ выяснены простѣйшіе случаи.

Прежде всего насъ спросятъ: какимъ путемъ интенсивность приобрѣла это замѣчательное свойство? Самымъ естественнымъ образомъ на свѣтѣ: равенство интенсивностей есть только названіе существующаго равновѣсія, а не принудительная причина, препятствующая процессу.

Посмотримъ, какъ мы устанавливаемъ равенство двухъ температуръ. Мы переносимъ термометръ въ данное пространство, ждемъ, пока ртуть не перестанетъ подыматься, и отсчитываемъ температуру, затѣмъ убѣждаемся, показываетъ ли термометръ въ другомъ данномъ пространствѣ ту же температуру, т.-е. не измѣняется ли положеніе ртути въ трубкѣ. Термометръ есть апаратъ, съ помощью котораго какимъ-нибудь образомъ, напримѣръ, путемъ расширенія ртути въ стеклянной трубкѣ съ шарикомъ, можно узнать о различіи температуръ. Каждой температурѣ соотвѣтствуетъ число, имѣющее характеръ порядковаго числа. Ртуть въ термометрѣ измѣняетъ свое положеніе при переносѣ его въ первое пространство, потому что термометръ и пространство имѣли разныя температуры. Вскорѣ происходитъ выравниваніе температуръ, и послѣ этого термометръ не измѣняетъ уже больше своего состоянія. Слѣдовательно, измѣреніе температуры было произведено на основаніи того факта, что термометръ, какъ и всякое другое тѣло, приходитъ въ состояніе теплового равновѣсія съ окружающей его средой. *Если затѣмъ окажется, что термометръ находится въ равновѣсіи со вторымъ пространствомъ, то мы заключаемъ, что оба пространства находятся другъ къ другу въ состояніи теплового равновѣсія.*

Это послѣднее положеніе есть законъ, даваемый опытомъ и распространяющійся на всѣ интенсивности. Не слѣдуетъ полагать, что

\*) Helm, Die Lehre von der Energie, Leipzig 1887.

онъ вытекаетъ изъ положенія, что двѣ величины, равныя третьей, равны между собою. Температуры суть не величины, а напряженія, и такъ какъ законъ равенства есть вообще законъ, основанный на опытѣ (стр. 85), то онъ долженъ быть проверенъ для всякаго новаго случая.

Слѣдовательно, установленіе факта, что два пространства имѣютъ одинаковую температуру, тождественно съ утверженіемъ, что они находятся въ тепловомъ равновѣсіи, и этимъ устраняется кажущаяся странность закона интенсивности. Остается, конечно, замѣчательный фактъ, что равновѣсіе какого-нибудь вида энергіи не обуславливается одинаковой пространственной или какой-либо иной плотностью всей энергіи, но опредѣляется только равенствомъ интенсивности.

Эти заключенія, выведенныя на примѣрѣ теплоты, примѣнимы, если произвести соответственныя измѣненія и къ другимъ видамъ энергіи, и имѣютъ огромное значеніе, хотя и кажутся такими простыми. Особенно важно положеніе, что двѣ интенсивности, равныя третьей, равны между собой, такъ какъ оно позволяетъ дѣлать широкія заключенія о возможности явленій.

Для доказательства его значенія предположимъ, что оно невѣрно, и что два тѣла  $A$  и  $B$ , находящіяся порознь въ тепловомъ равновѣсіи съ  $C$ , приведенныя въ соприкосновеніе, не окажутся въ равновѣсіи. Тогда, согласно положенію Карно (стр. 184), можетъ получиться работа вслѣдствіе перехода теплоты изъ одного тѣла въ другое. Предположимъ, что  $A$  даетъ теплоту, и что  $B$  поглощаетъ ту часть ея, которая не перешла въ работу. Тогда  $A$  станетъ холоднѣе  $C$ , и если ихъ привести въ соприкосновеніе, то отъ  $C$  перейдетъ теплота въ  $A$ , и снова часть ея можетъ быть обращена въ работу. Съ другой стороны,  $C$  стало теплѣе, и можно перевести теплоту изъ  $C$  въ  $C$  и снова получить работу\*). Тогда различіе температуръ  $A$  и  $B$  станетъ еще большимъ, и этотъ процессъ можно повторять до тѣхъ поръ, пока въ тѣлахъ будетъ находиться теплота.

Слѣдовательно, если бы между тремя интенсивностями не существовало отношенія равенства, то изъ трехъ такихъ тѣлъ можно было бы получить безгранично много работы, такъ какъ третье тѣло  $C$  мы можемъ взять какимъ угодно большимъ, напримѣръ, океанъ. Но это, какъ показываетъ опытъ, невозможно; напротивъ того, покоящаяся энергія одного вида остается въ покоѣ, когда измѣняется ея пространственный порядокъ. Иными словами, покоящаяся энергія не переходитъ произвольно въ движеніе.

\*) Въ нѣмецкомъ текстѣ должно предположить опечатку, и, какъ кажется, слѣдуетъ читать такъ: «Съ другой стороны,  $B$  стало теплѣе  $C$ , и можно перевести теплоту изъ  $B$  въ  $C$  и снова получить работу». *Прим. ред.*

Это положеніе очень сходно съ той формой перваго, которая относится къ невозможности *perpetuum mobile*. Мыслимо такое *perpetuum mobile*, у котораго не требуется создавать энергію изъ ничего. Если бы можно было заставить всюду находящуюся энергію теплоты постоянной температуры добровольно превращаться въ другіе виды энергіи, напримѣръ, въ механическую работу, то мы на практикѣ достигли бы той же цѣли: полученія работы безъ всякой затраты, ибо даровая теплота находится повсюду въ безграничномъ количествѣ. Но она представляетъ покоящуюся энергію, которую нельзя заставить превращаться, а полезная энергія только та, которая можетъ превращаться въ другіе виды энергіи. Въ этомъ смыслѣ мы можемъ назвать аппаратъ, при посредствѣ котораго покоящаяся энергія была бы приведена въ движеніе, *perpetuum mobile* второго рода; тогда второе начало энергетики выразится такъ: *perpetuum mobile* второго рода невозможно; первое начало выражаетъ ту же невозможность для *perpetuum mobile* перваго рода, или невозможность аппарата, создающаго энергію.

Это положеніе такъ же, какъ и первое положеніе, вытекаетъ изъ опыта и есть только иная форма для положенія, что двѣ интенсивности, равныя третьей, равны между собой, которое тоже можетъ служить для выраженія втораго начала.

Напротивъ, въ смыслѣ втораго начала не существуетъ общаго закона сохраненія. Правда, что для чисто механическихъ энергіи можно было бы высказать этотъ законъ, какъ слѣдуетъ изъ сказаннаго на стр. 178, такъ какъ избыточное сравнительно съ равновѣсіемъ количество энергіи всегда пребываетъ въ этомъ состояніи и только колеблется между нѣсколькими формами. Но энергія теплоты относится иначе, такъ какъ отсутствіе равновѣсія температуръ вызываетъ только простое выравниваніе различныхъ температуръ съ помощью теплопроводности, колебанія же не наступаютъ. Это составляетъ глубокое различіе, на которомъ, въ концѣ концовъ, основывается однозначность времени. Ибо остальные энергіи относятся въ большинствѣ случаевъ, какъ механическая, только всѣ, за исключеніемъ механической, чрезвычайно легко превращаются въ теплоту, которая затѣмъ выравнивается безъ образованія свободной энергіи. Поэтому всѣ процессы на землѣ идутъ въ сторону постояннаго уменьшенія свободныхъ количествъ энергіи. Что на землѣ не прекратились давно всякіе процессы, этимъ мы обязаны постоянному приливу свободной энергіи въ формѣ солнечной лучистой энергіи; чтобы убѣдиться въ правильности этого замѣчанія, достаточно будетъ вспомнить соображенія, высказанныя на стр. 174.

Теперь намъ слѣдуетъ распространить наши заключенія на случаи сохраненія равновѣсія, несмотря на то, что въ разматривае-

момъ образованіи существуютъ разности интенсивностей присутствующихъ въ немъ энергій. Указанный выше критерій равновѣсія, заключающійся въ томъ, что при небольшомъ возможномъ измѣненіи образование не должно отдавать работу, но должно или получать работу, или производить измѣненіе безъ измѣненія работы, можетъ быть примѣненъ и здѣсь; только здѣсь идетъ рѣчь объ одновременномъ измѣненіи многихъ видовъ энергій. Изслѣдованіе нѣсколькихъ простѣйшихъ фактовъ облегчитъ намъ пониманіе законовъ, управляющихъ этими явленіями.

Представимъ себѣ грузъ, подвѣшенный къ спиральной пружинѣ; тогда, съ одной стороны, грузъ не имѣетъ возможности падать, съ другой стороны, пружина поддерживается въ напряженномъ состояніи; оба находятся въ равновѣсіи не сами по себѣ, но черезъ взаимное воздѣйствіе. И равновѣсіе обуславливается тѣмъ обстоятельствомъ, что при небольшомъ поднятіи груза тратится столько же работы, сколько можетъ произвести пружина при сокращеніи, или, обратно, небольшое опусканіе груза даетъ столько работы, сколько требуется для дальнѣйшаго вытягиванія пружины. Но это дѣйствительно только для самаго перваго, самаго малаго движенія; какъ только движеніе принимаетъ опредѣленную величину, тогда требуемая съ обѣихъ сторонъ работа становится болѣе пріобрѣтенной, и образуется неустойчивое равновѣсіе, въ изложенномъ на стр. 177 значеніи.

То же происходитъ и съ заряженнымъ электрическимъ аккумуляторомъ. Въ немъ находятся вещества съ весьма различными «химическими потенціалами»; съ одной стороны, металлическій свинецъ, съ другой—перекись свинца, оба способны, соединяясь съ находящейся въ аккумуляторѣ сѣрной кислотой, превращаться въ сѣрно-свинцовую соль. Эта, реакція, однако, не наступаетъ, потому что въ то же время пластинки аккумулятора заряжаются электричествомъ, такъ что электрическія дѣйствія противятся химическимъ. И здѣсь химическій процессъ долженъ былъ бы вызвать электрический процессъ, и требуемая для этого работа равна работѣ, освобождающейся при химическомъ процессѣ; поэтому въ незамкнутомъ аккумуляторѣ имѣетъ мѣсто равновѣсіе. Но если, соединивъ пластинки проводникомъ, дать возможность электрической энергій прійти въ равновѣсіе инымъ путемъ, то наступитъ химическій процессъ, и образуется сѣрно-кислый свинецъ.

Если мы хорошенько подумаемъ, то окажется, что мы уже широко пользовались такого рода аппаратами. Мы постоянно пользовались образованіями, въ которыхъ извѣстныя энергій были ограничены опредѣленными пространствами. Тамъ, гдѣ энергія ограничена, должна быть ограничена и ея интенсивность, и вообще не существуетъ конечныхъ образованій, на границахъ которыхъ не существовало бы раз-

ностей интенсивностей, иначе мы совсѣмъ не могли бы ихъ воспринимать.

Слѣдовательно, во всякомъ ограниченномъ тѣлѣ мы также найдемъ эти условія. Лежащая передо мною на столѣ резинка для стирания приняла данную форму и величину подъ вліяніемъ взаимодѣйствія съ давленіемъ окружающаго ее воздуха, ея объемъ увеличится, если ее перенести въ среду съ меньшимъ давленіемъ. Въ каждую данную минуту объемъ ея опредѣляется тѣмъ условіемъ, что работы, съ одной стороны, противъ давленія воздуха, съ другой—противъ ея энергій формы и упругости взаимно равны и противоположны, и поэтому опредѣляющія объемъ причины сохраняются въ равновѣсіи. Если мы вспомнимъ высказанныя нами соображенія по поводу чернильницы, стоящей на столѣ, то увидимъ, что и тамъ были одинаковыя условія. Также и вода въ стаканѣ должна была свою тяжесть уравновѣсить энергіею формы стакана, и то, что намъ удается замкнуть въ сосудѣ нѣкоторое количество газа, находящагося подъ давленіемъ, отличнымъ отъ атмосфернаго, обуславливается энергіею формы сосуда. Въ anerоидномъ барометрѣ небольшія измѣненія формы, вызываемыя, благодаря его упругости, давленіемъ воздуха, служатъ для измѣренія давленія воздуха.

Слѣдовательно, весь нашъ пестрый міръ состоитъ изъ подобнаго рода сложныхъ равновѣсій; спрашивается, какъ они вообще образовались. Они образовались вслѣдствіе взаимнаго уничтоженія работъ, освобождающихся при нарушеніи равновѣсія. Слѣдовательно, для того чтобы такое равновѣсіе могло существовать, данныя энергій должны быть такъ связаны между собою, чтобы одна не могла бы измѣняться безъ измѣненія другой. Иными словами, должно имѣть мѣсто взаимное замыканіе двухъ энергій. Другія присутствующія энергій, измѣненія которыхъ не вызываютъ измѣненія этихъ энергій, не вліяютъ на равновѣсіе. Такъ, въ нашемъ примѣрѣ груза, подвѣшеннаго къ пружинѣ, безразлично, будетъ ли грузъ теплымъ или холоднымъ, такъ какъ измѣненіе энергій теплоты въ грузѣ не вызоветъ измѣненія какой-либо изъ остальныхъ энергій. Но если грузъ наэлектризованъ и находится вблизи наэлектризованнаго тѣла, тогда это измѣненіе вызоветъ измѣненіе электрической энергій, и равновѣсіе между грузомъ и пружиною измѣнится.

Подобнаго рода соединенія возможны только въ томъ случаѣ, если нѣсколько энергій связаны другъ съ другомъ въ пространствѣ и во времени, такъ что ни одна изъ нихъ не можетъ измѣниться безъ участія другихъ въ этомъ измѣненіи. Такимъ образомъ, мы снова вернулись къ факту существованія такихъ соединеній, съ которыми мы уже познакомились, какъ съ причиной образованія понятій тѣла и матеріи. Теперь мы имѣемъ новое основаніе утверждать, что

такія соединенія фактически должны существовать, иначе мы вообще не могли бы воспринимать существованія соотвѣтственныхъ энергій. Слѣдовательно, мы снова можемъ сказать, что, конечно, мыслимы и другіе случаи, въ которыхъ энергіи существуютъ независимо другъ отъ друга. Но мы также утверждаемъ, что если бы не существовало соединеній, осуществляющихъ эти сложныя равновѣсія, свободныя энергіи были бы подвержены постоянному разсѣянію, вслѣдствіе прибыли интенсивности на ихъ границахъ, и это разсѣяніе продолжалось бы до тѣхъ поръ, пока данная энергія не распредѣлилась бы равномерно по всему пространству. Такимъ образомъ, происходитъ въ нѣкоторомъ родѣ подборъ, и только *тѣ энергіи сохраняются какъ пространственно обособленныя явленія, которыя даютъ въ связи съ другими сложное равновѣсіе, въ которомъ разности интенсивностей одной энергіи компенсируются равноцѣнными разностями интенсивностей другой энергіи.*

Такимъ образомъ, все болѣе и болѣе исчезаетъ потребность въ традиціонномъ «носителѣ» различныхъ энергій, и въ то же время понятіе «матеріи» замѣщается понятіемъ энергіи.

Законъ процесса былъ нами сначала формулированъ такъ: для того чтобы процессъ имѣлъ мѣсто, должны существовать пространственныя разности интенсивностей какихъ-нибудь энергій; теперь мы его дополнимъ, прибавивъ, что *эти разности не должны быть компенсированы.* Компенсация разностей интенсивностей наступаетъ тогда, когда съ одной энергіей связана другая такъ, что, при всякомъ возможномъ измѣненіи ихъ, сумма возникающихъ и исчезающихъ энергій равна нулю. При этомъ увеличеніе одной интенсивности всегда соотвѣтствуетъ уменьшенію другой и наоборотъ. Тогда общій законъ выразится такъ: *чтобы что-нибудь происходило, должны существовать некомпенсированныя разности интенсивностей.*

Можно еще ближе опредѣлить то, что въ этомъ случаѣ происходитъ. Если компенсация не будетъ имѣть мѣста, то рассматриваемое образованіе измѣняетъ свое состояніе такъ, что некомпенсированная интенсивность будетъ стремиться уменьшиться. Можно находящіяся въ образованіи энергіи взаимно компенсировать, при этомъ всѣ компенсируются вполне, отъ одной же останется нѣкоторый некомпенсированный избытокъ. Этотъ избытокъ будетъ дѣйствовать такъ, какъ если бы онъ одинъ былъ на лицо, и будетъ превращаться въ другія формы соотвѣтственно свойствамъ даннаго образованія. Такъ, нашъ грузъ, подвѣшенный на пружинѣ, упалъ бы, если бы его тяжесть не компенсировалась вполне напряженіемъ пружины; напротивъ, пружина сократилась бы, если бы грузъ не былъ достаточно тяжелъ, чтобы держать ее въ равновѣсіи.

Здѣсь не можетъ быть изложено въ частности, какой видъ принимаютъ вещи при болѣе сложныхъ условіяхъ; по существу въ этихъ случаяхъ имѣютъ мѣсто тѣ же отношенія. Слѣдуетъ сдѣлать только еще одно замѣчаніе. Различныя энергіи компенсируются съ различной легкостью. Такъ, энергіи разстоянія, формы и объема компенсируются очень легко, электрическая энергія уже труднѣе, теплота же совсѣмъ не можетъ вполне компенсироваться. Иными словами, первыя энергіи можно легко заключить и сохранить безъ потери ихъ, электрическую уже труднѣе, теплоту же вообще нельзя заключить на продолжительное время, такъ какъ не существуетъ изоляторовъ теплоты, какъ существуютъ изоляторы электрическіе и механическіе. Напротивъ, химическая энергія очень легко сохраняется безъ потери, ибо для ея проявленія требуется вообще присутствіе нѣсколькихъ веществъ, и достаточно держать эти вещества отдѣльно, чтобы предупредить превращеніе.

Эти отношенія чрезвычайно важны для совокупности явленій, происходящихъ на землѣ. Легкость образованія теплоты изъ другихъ энергій, неполнота ея обратнаго превращенія въ другія энергіи и непреодолимость ея стремленія къ разсѣянію, къ состоянію однообразной интенсивности, слѣдовательно къ однообразной температурѣ, все это суть причины, обуславливающія то, что на земной поверхности происходятъ, главнымъ образомъ, односторонніе, необратимые и непериодическіе процессы.

Поэтому опытное понятіе времени является, съ точки зрѣнія земныхъ явленій, отчетливо однозначнымъ, и здѣсь особенно рѣзко выступаетъ различіе между «раньше» и «послѣ». Напротивъ, во взаимодѣйствіи энергій небесныхъ тѣлъ эти отношенія отступаютъ на второй планъ, уступая мѣсто чисто механическимъ, и неизмѣняемость періодическихъ движеній придаетъ отнесенному къ нимъ времени отпечатокъ постоянства или вѣчности. Во всякомъ случаѣ, дальнѣйшее разсмотрѣніе астрономическихъ отношеній даетъ намъ достаточно основаніе считать это впечатлѣніе ложнымъ. И небесныя тѣла подчиняются вліянію необратимыхъ процессовъ, только въ значительно меньшей степени; поэтому и для нихъ теченіе времени однозначно, хотя эта однозначность и отступаетъ на второй планъ.

Только-что изложенныя соображенія заставляютъ насъ обратить вниманіе на цѣлый рядъ временныхъ явленій, чрезвычайно важныхъ для построенія нашего міросозерцанія. До сихъ поръ время въ нашихъ опредѣленіяхъ играло только роль фактора энергіи движенія, и мы, кромѣ тѣлъ, одаренныхъ энергіей движенія, рассматривали только состоянія равновѣсія, т.-е. образованія, не зависимаго отъ времени. Въ первую минуту кажется, что этимъ вполне исчерпывается вопросъ о

времени, такъ какъ всё существующія средства для точнаго измѣренія времени, какъ астрономическія явленія, такъ и всякаго рода часы, сводятся къ пользованію энергіей движенія, такъ что послѣдняя кажется намъ единственнымъ источникомъ понятія времени, тѣмъ болѣе, что въ другихъ видахъ энергіи время, повидимому, не играетъ роли.

Однако, разсмотрѣніе различныхъ средствъ для искусственнаго измѣренія времени, употреблявшихся въ древности до изобрѣтенія часовъ съ качающимся регуляторомъ, показываетъ, что существуютъ еще и другія отношенія физическихъ явленій ко времени. Въ древности употреблялись водяные и песочные часы. Послѣдніе долгое время играли только роль необходимой части символическаго изображенія смерти въ видѣ скелета, но въ послѣднее время они стали примѣняться, какъ телефонные часы, и я предполагаю, что устройство ихъ вамъ всѣмъ извѣстно. Измѣреніе времени въ нихъ производится такъ, что энергія движенія не играетъ главной роли; самымъ важнымъ въ нихъ является отверстіе, черезъ которое сыплется песокъ, отъ размѣровъ котораго зависитъ измѣреніе времени. Возможность измѣренія времени, не зависимаго отъ энергіи движенія, видна еще яснѣе на способѣ, который, какъ говорятъ, употреблялъ Карлъ Великій: онъ измѣрялъ часы по длинѣ сгорѣвшей свѣчи, причемъ онъ предполагалъ, что въ равныя промежутки времени сгораютъ равныя части свѣчи.

Изъ этого примѣра мы видимъ, что для измѣренія времени можетъ быть употребленъ медленный и равномерный химическій процессъ. А это приводитъ насъ къ вопросу, почему этотъ химическій процессъ не происходитъ въ одинъ моментъ, если требующіяся вещества, горючій матеріалъ и воздухъ, находятся въ достаточномъ количествѣ и въ тѣсномъ соприкосновеніи. Подобнаго рода вопросы напрашиваются намъ со всѣхъ сторонъ. Два тѣла различной температуры, два газа различнаго давленія, два электрическихъ проводника различнаго напряженія не приходятъ, при благоприятныхъ къ тому условіяхъ, моментально въ состояніе равновѣсія, но они требуютъ на это болѣе или меньшее время, хотя бы при этомъ и не требовалось приводить въ движеніе массы, отъ энергіи движенія которыхъ обыкновенно зависитъ продолжительность явленія.

Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ отдѣльными случаями общаго закона, который характеризуетъ всѣ явленія, т.-е. выравниваніе энергій: *всякое выравниваніе энергій протекаетъ во времени*. Это время зависитъ, съ одной стороны, отъ разности интенсивностей, обуславливающихъ явленіе, съ другой стороны, отъ свойствъ образованія, въ которомъ происходитъ процессъ.

Первое явленіе, на которомъ этотъ законъ былъ изслѣдованъ, была теплопроводность. Я уже упоминалъ о томъ, что нѣтъ сред-

ства компенсировать на продолжительное время разность температуръ, такъ какъ нѣтъ средства связать количества теплоты съ количествами другихъ энергій такъ, чтобы одна энергія не могла бы быть измѣнена безъ другой. Если бы всякая разность температуръ сопровождалась въ тотъ же моментъ выравниваніемъ ихъ, то мы вообще ничего и не знали бы о разности температуръ и поэтому ничего бы вообще не знали о тепловой энергіи. Въ дѣйствительности, въ моментъ возникновенія разности температуръ начинается и потеря тепловой энергіи изъ образованія, но она заканчивается не моментально, а требуетъ нѣкотораго измѣряемаго количества времени. Здѣсь имѣетъ мѣсто общій законъ, что количество потери теплоты въ единицу времени, или количество теплового потока, пропорціонально разности температуръ, обуславливающей этотъ потокъ. Здѣсь мы замѣчаемъ большое сходство съ водянымъ потокомъ, движеніе котораго тоже обуславливается даннымъ уклономъ, и количество котораго пропорціонально уклону.

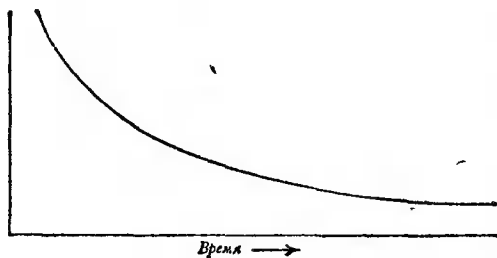
Отсюда вытекаетъ важный фактъ, что выравниваніе никогда не бываетъ полнымъ. Благодаря процессу выравниванія, разность интенсивностей будетъ все уменьшаться, а черезъ это процессъ выравниванія будетъ все замедляться; такимъ образомъ самъ процессъ обуславливаетъ свое собственное замедленіе, препятствуящее его полному завершенію. Поэтому фактически не существуетъ равновѣсія, а существуютъ только образованія, стремящіяся приблизиться къ нему. Это не мѣшаетъ тому, чтобы на практикѣ всюду встрѣчались равновѣсія, потому что остаточныя разности интенсивностей все уменьшаются и раньше или позже достигаютъ границы измѣримости. На этомъ мы еще разъ убѣждаемся, что нигдѣ нѣтъ абсолютнаго.

Впрочемъ при данной разности интенсивностей скорость выравниванія зависитъ въ большой степени отъ свойствъ образованія. Конечно, количество теплоты, болѣе высокой температуры чѣмъ окружающая его среда, нельзя вполне изолировать, но можно продолжительность его времени, потребнаго для опредѣленной величины выравниванія, измѣнять въ очень широкихъ границахъ въ зависимости оттого, окружено ли это количество металломъ, или войлокомъ, или пустымъ пространствомъ. Свойство, проявляющееся въ этомъ случаѣ, называется теплопроводностью. Оно зависитъ не только отъ свойства матеріала, но и отъ вида образованія.

Способностью распространяться обладаютъ и другіе виды энергій. Выравниваніе электрическихъ разностей напряженія совершается точь-въ-точь по тѣмъ же законамъ, какъ и выравниваніе температуръ. То же относится и къ выравниванію химическихъ разностей и многихъ другихъ; всѣ требуютъ времени, и всѣ протекаютъ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ дальше подвинулся процессъ выравниванія.

Вследствие этого миръ наполненъ образованиями, которыя, съ точки зрѣнія ученія о равновѣсїи, не имѣютъ права на существованіе и поэтому существуютъ только временно. Всякая рѣка и всякій ручей существуютъ только потому, что стекающая вода не падаетъ моментально въ море, а на это требуется время, и они могутъ существовать только при условїи, что въ каждую минуту въ нихъ втекаетъ изъ источниковъ столько же воды, сколько ея вытекаетъ.

Займемся теперь изслѣдованіемъ возможныхъ случаевъ такихъ временныхъ образований. Прежде всего мы имѣемъ только-что описанный случай нормальнаго теченія выравниванія существующей разности интенсивностей. Выравниваніе энергіи происходитъ пропорціонально величинѣ разности, и если мы захотимъ изобразить этотъ процессъ на чертежѣ, откладывая наверхъ силу потока или количество энергіи, теряющееся въ единицу времени, а направо отсчитывая время, то мы получимъ чертежъ фиг. 7. Такой процессъ выравниванія имѣетъ мѣсто въ теплотѣ и, въ большинствѣ случаевъ, въ электричествѣ.



Фиг. 7.

Но существуетъ множество другихъ естественныхъ процессовъ, протекающихъ сначала какъ-разъ обратно. Они сначала незначительны, а затѣмъ все болѣе усиливаются, пока не достигнутъ высшаго значенія; затѣмъ наступаетъ нормальное теченіе, т.-е. возрастающее успокоеніе. Классическимъ

примѣромъ могутъ служить лавина или пожаръ. Къ этимъ процессамъ обыкновенно примѣняютъ неправильно обобщенное утвержденіе о малыхъ причинахъ, вызывающихъ большія слѣдствія.

Если мы подробнѣе изслѣдуемъ какой-нибудь подобнаго рода процессъ, напр. пожаръ, то окажется слѣдующее. Во всѣхъ этихъ случаяхъ имѣется большой запасъ энергіи (горючій матеріалъ и кислородъ воздуха), который можетъ подвергнуться превращенію при наступленіи извѣстныхъ условій (повышеніе температуры). Если эти условія имѣютъ мѣсто на небольшомъ пространствѣ, то въ этомъ пространствѣ наступаетъ процессъ, благодаря которому въ пограничныхъ съ нимъ частяхъ возникнуть тѣ же самыя условія, и это идетъ все дальше, и поэтому скорость превращенія все увеличивается. Но, наконецъ, запасъ энергіи начинаетъ истощаться, и, когда онъ весь истраченъ, тогда наступаетъ естественное теченіе процесса, какое было описано

выше. При пожарѣ запасъ энергіи состоитъ въ горючихъ веществахъ и кислородѣ воздуха. Если зажечь небольшое количество горючаго вещества, то температура въ этомъ мѣстѣ повысится, повышеніе температуры увеличитъ, согласно общему закону, скорость реакціи, въ данномъ случаѣ горѣнія, причемъ образуются новыя количества тепла. Эти послѣднія послужатъ для нагрѣванія сосѣднихъ частей горючаго вещества, и такимъ образомъ процессъ усиливается самъ собою, и онъ увеличивался бы до безконечности, если бы имѣлись безконечно большіе запасы энергіи. Но этого нѣтъ, и поэтому должно наступить такое состояніе, когда дальнѣйшее развитіе тепла не вызываетъ ускоренія горѣнія. Когда это достигнуто, тогда наступаетъ, вследствие уменьшенія находящейся на лицо энергіи, нормальное замедленіе. Согласно съ этимъ, тушеніе пожара заключается въ возможно болѣешемъ ограниченіи скорости горѣнія, что достигается пониженіемъ температуры и прекращеніемъ доступа кислорода и горючихъ веществъ.

То же происходитъ и въ случаѣ лавины. Треніе сдерживаетъ снѣжную массу, которая по своему положенію могла бы скользить, т.-е. падать. Но если придетъ въ движеніе небольшая снѣговая масса, ея ударомъ о сосѣднія массы преодолевается ихъ треніе, и онѣ тоже начинаютъ двигаться, толкаютъ и приводятъ въ движеніе дальнѣйшія массы снѣга, и, наконецъ, весь способный къ движенію снѣгъ падаетъ. Но онъ катится не до безконечности, а успокаивается, достигнувъ равнины, т. е. какъ только израсходована вся способная къ превращенію энергія разстоянія, которою онъ обладалъ.

Когда средняя часть процесса развивается очень медленно, то наступаетъ особенный случай этой второй группы процессовъ. Разсмотримъ вмѣсто пожара горящую лампу. Мы замѣтимъ, что сначала, когда лампа зажжена, процессъ протекаетъ, какъ было выше описано: небольшое вначалѣ пламя становится все большимъ и достигаетъ, наконецъ, наибольшаго развитія. Но затѣмъ пламя очень долго держится на одной высотѣ, пока не будетъ сожженъ весь керосинъ и не наступитъ нормальное ослабленіе процесса. Такое состояніе, какъ наблюдаемое въ лампѣ, мы называемъ *стационарнымъ*. Оно отличается отъ устойчиваго тѣмъ, что въ послѣднемъ не происходитъ превращеніе энергій. Въ стационарномъ состояніи, конечно, имѣетъ мѣсто превращеніе энергій, но оно протекаетъ съ постоянной скоростью, поэтому кажется, что явленіе не измѣняется. Такое стационарное состояніе можетъ, слѣдовательно, продолжаться до тѣхъ поръ, пока имѣется въ распоряженіи запасъ энергіи, а когда онъ израсходованъ, это состояніе уступаетъ мѣсто устойчивому состоянію.

Если мы внимательнѣе вникнемъ въ то, какъ развиваются подобныя стационарныя состоянія, то мы увидимъ, что они обусловлены



саморегулированіемъ. Пламя лампы потому горитъ ровно, что оно не можетъ сразу получить всего количества керосина, а только столько, сколько доставляетъ фитиль; фитиль же доставляетъ, благодаря дѣйствию капиллярности, постоянно новый запасъ керосина потому, что онъ исчезаетъ на ея верхнемъ концѣ, вслѣдствіе горѣнія. Какъ только перестаетъ дѣйствовать одно изъ этихъ условій, прекращается стаціонарное состояніе.

Другой частный случай стаціонарнаго процесса наблюдается тогда, когда саморегулированіе подвергается временнымъ отсрочкамъ. Возьмемъ вмѣсто пламени лампы пламя свѣчи; здѣсь твердый стеаринъ долженъ быть расплавленъ теплотой пламени для того, чтобы онъ могъ затѣмъ подняться въ фитиль и поддерживать пламя. Зажжемъ свѣчку; она сначала горитъ очень ярко до тѣхъ поръ, пока требуется расплавлять только стеаринъ, которымъ пропитанъ фитиль. Когда онъ сгоритъ, пламя становится маленькимъ; оно опускается къ нижнему концу фитиля, возлѣ котораго стеаринъ свѣчи начинаетъ плавиться. Благодаря этому, фитиль получаетъ новый горючій матеріалъ, пламя становится понемногу больше и вскорѣ переступаетъ среднюю величину, такъ какъ имѣетъ въ своемъ распоряженіи больше стеарина, чѣмъ сколько тратится при среднихъ условіяхъ. Когда онъ истраченъ, пламя вынуждено снова спуститься къ основанію фитиля, чтобы растопить новое количество стеарина, и такія колебанія повторяются болѣе или менѣе правильно.

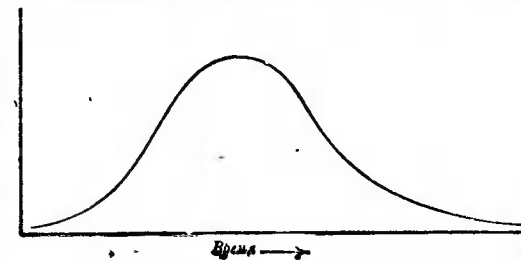
Тѣ же самыя отношенія, только еще яснѣе, наблюдаются во всѣхъ саморегулирующихъ приспособленіяхъ нашихъ машинъ. Для того чтобы маховое колесо паровой машины дѣлало ровное число оборотовъ, его соединяютъ съ золотникомъ, закрывающимъ отверстія пароваго канала, когда скорость слишкомъ велика, и открывающимъ его, когда скорость слишкомъ мала. Но регуляторъ вступаетъ въ дѣйствіе только послѣ того, какъ измѣненіе, которому долженъ помѣшать регуляторъ, уже произошло; такъ, напримѣръ, машина должна уже была работать слишкомъ скоро для того, чтобы началъ дѣйствовать замыкающій приборъ. Поэтому стаціонарное состояніе машины проявляется не въ постоянной скорости, а въ правильныхъ колебаніяхъ вокругъ средней скорости. Иными словами, мы имѣемъ дѣло не съ однообразной, а съ періодически измѣняющейся скоростью. Этой періодичности нельзя избѣгать, потому что она необходимо вытекаетъ изъ саморегулированія; она можетъ только быть сведена къ возможно меньшимъ границамъ посредствомъ примѣненія самаго чувствительнаго, т.-е. отвѣчающаго на самыя малыя измѣненія регулятора.

Эти періодическіе процессы отличаются принципиально отъ періодическихъ явленій, возникающихъ при дѣйствіи энергіи движенія,

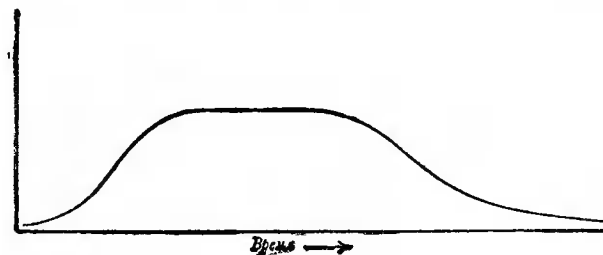
какъ, напримѣръ, качаніе маятника. Качающійся маятникъ не нуждается въ постоянномъ притокаѣ энергіи, потому что качаніе обусловлено взаимнымъ превращеніемъ энергіи разстоянія и движенія, и, если бы можно было избѣгать постороннихъ потерь энергіи, маятникъ качался бы вѣчно. Колебанія\* этого рода возникаютъ почти исключительно только тогда, когда однимъ изъ участвующихъ видовъ энергіи является энергія движенія\*), и эти колебанія происходятъ оттого, что энергія движенія заключаетъ въ себѣ время какъ факторъ скорости (стр. 133).

Напротивъ, періодическія измѣненія въ стаціонарныхъ состояніяхъ зависятъ отъ взаимной временной отсрочки связанныхъ другъ съ другомъ процессовъ и дѣлятся только до тѣхъ поръ, пока сохраняется избытокъ энергіи, поддерживающій стаціонарное состояніе.

Если мы захотимъ изобразить эти различные процессы такимъ же способомъ, какъ изобразили на фиг. 7 нормальное теченіе выравниванія энергіи, то получимъ слѣдующіе чертежи. Лавинообразный процессъ будетъ изображенъ фиг. 8: кривая показываетъ уси-



Фиг. 8.



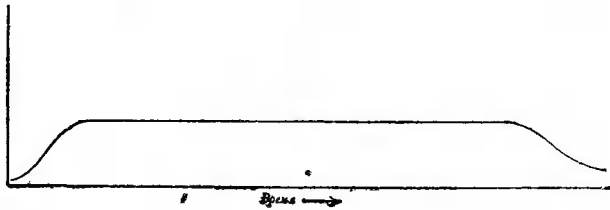
Фиг. 9.

леніе процесса, его максимумъ и, наконецъ, его ослабленіе. Удлиненіе максимума (фиг. 9) въ силу саморегулированія дастъ стаціонарное состояніе (фиг. 10). Если же саморегулированіе имѣетъ свойство «колебанія» (Nachhinken), то ровный стаціонарный процессъ переходитъ въ періодическій (фиг. 11).

\*) Единственное извѣстное мнѣ исключеніе представляютъ электромагнитныя колебанія.

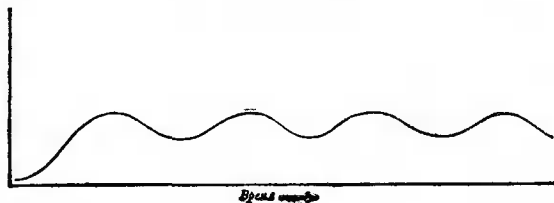
Только-что высказанные соображения важны во многих отношениях. Во-первых, они дают нам схему большинства естественных процессов и притом не только в мире неорганическом. Далее мы увидим, что стационарные явления суть в известном смысле условия жизни и что можно рассматривать все организмы как образования, относительная долговечность которых основывается на выработке стационарных, т.-е. происходящих от саморегулирования состояний.

Далее, мы видим, что для образования понятия времени суще-



Фиг. 10.

ствуют два источника. Во-первых, мы его получаем из механических процессов, самым убедительным примером которых являются движения небесных тел. Понятие времени входит в них (что было не раз упомянуто) как фактор скорости энергии дви-



Фиг. 11.

жения. Второй источник нашего понятия времени получается из свойства произвольных выравниваний энергии, из свойства так называемых процессов разсыпания, которые происходят не моментально, а требуют некоторого времени. Но механическое время одинаково определяется массами и скоростями данного образования в данный момент; каждое же немеханическое образование, в котором какая-нибудь энергия претерпевает одностороннее выравнивание, дает различное время, определяющее части которого гораздо многообразнее, чем определяющие части механического времени. Из опыта мы выводим чрезвычайно важное заключение, что и эти «разсыпательные» процессы можно подвести под простые законы, если пользоваться временем, измененным механически; но это не дает нам права

не признавать основного различия двух источников понятия времени \*).

Между только-что описанными кажущимися состояниями покоя и описанными на стр. 187 сложными равновесиями существует связь, выражающаяся в том, что компенсация интенсивностей, пространственно разделенных, часто бывает несовершенной. Химический процесс происходит и в незамкнутом аккумуляторе (стр. 188), но только очень медленно; подобным же образом можно доказать для большинства энергий, что их компенсация несовершенна во времени. Поэтому в принципе можно считать все равновесия мнимыми и видеть во всей вселенной только образования, находящиеся в состоянии разсыпательного изменения (Р. Лютерг). Но для событий, регулируемых мерой времени нашего личного существования, предварительное различие состояний равновесия от изменчивых процессов оказывается столь полезным, что пришлось его выставить на первый план.

## Тринадцатая лекция.

### С У Б С Т А Н Ц И И.

Понятие субстанции всегда играло в философии важную роль. Субстанцией называют то, что остается неизменным при происшедших изменениях, и, откинув всякую метафизику, очевидно, что нахождение и выяснение таких постоянных величин, к которым можно относить изменение явлений, представляет ценное средство для изображения фактических отношений.

Но, как это часто случается, средство превратилось в цель, и части явлений, одаренные свойством сохранения, стали рассматривать как самое действительное и как более ценное и важное сравнительно с изменяющимися частями. В виду этого мы будем считать образование понятия субстанции только особенно деятельной частью общего образования понятия. Задача найти общее, принадлежащее отдельным состояниям, сводится к нахождению того, что принадлежит большей или меньшей группе явлений, как нечто неизменяющееся.

\*) Более подробное рассмотрение этого вопроса можно найти в моей книге: *Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung. Leipzig, Engelmann 1898.*

Въ этомъ смыслѣ, напимѣрь, общій характеръ, присущій поступкамъ отдѣльныхъ людей, мы сводимъ къ постоянству ихъ «души» и поэтому признаемъ субстанцію души. Такъ же точно теплоту, количество которой не измѣняется при простыхъ переносахъ (если не имѣетъ мѣста превращеніе въ другіе виды энергіи), считали субстанціей. Но измѣнчивость этихъ «субстанцій» была раньше или позже признана. Человѣкъ измѣняется съ годами, а образованіе и поглощеніе теплоты, напимѣрь, при плавленіи и отвердѣніи веществъ, можно было только съ трудомъ формально согласовать съ понятіемъ субстанціи, причеиъ пришлось прибѣгнуть къ противорѣчивому понятію скрытой или латентной теплоты.

Между тѣмъ наше изслѣдованіе указало намъ на цѣлый рядъ величинъ, которыя при всѣхъ возможныхъ превращеніяхъ количественно не измѣняются, и которыя въ этомъ смыслѣ и можно приписать названіе субстанціи. Такова, во-первыхъ, масса; законъ сохранения массы при всѣхъ процессахъ, особенно химическихъ, точно установленный въ концѣ восемнадцатаго вѣка и подтвердившійся во всѣхъ послѣдующихъ изслѣдованіяхъ, получилъ впоследствии такое значеніе, что въ настоящее время подъ словомъ субстанція многіе склонны понимать вещи, одаренныя массой. Но, такъ какъ мы уже употребляли для обозначенія такихъ вещей слово матерія, ясно выражающее ихъ отношеніе къ массѣ, то намъ кажется болѣе подходящимъ болѣе общее воззрѣніе на *субстанціи какъ на вещи, количественно не измѣняющіяся*,—воззрѣніе, котораго всегда держалась старая философія и естественныя науки. На вопросъ, существуютъ ли въ этомъ смыслѣ другія субстанціи, кромѣ массы, мы должны будемъ отвѣтить утвердительно. Прежде всего въ самой энергіи мы наблюдаемъ законъ сохранения. Затѣмъ существуетъ законъ сохранения количества электричества, законъ сохранения химическихъ элементовъ, законъ сохранения центра тяжести и еще другіе законы сохранения. Посмотримъ, не могутъ ли эти различные законы быть объединены въ общую теорію.

Съ этой цѣлью обратимъ сначала наше вниманіе на самыя общія естественно-историческія понятія: времени, пространства и энергіи.

Понятіе времени мы получаемъ изъ явленія измѣнимости; поэтому въ немъ нельзя непосредственно искать сохранения, т.-е. неизмѣнимости. Пожалуй, можно въ неизмѣнимости прошлаго видѣть законъ сохранения, поскольку все, что было, навсегда лишено возможности какого-либо измѣненія. Но при неизбежномъ несовершенствѣ всѣхъ нашихъ знаній о прошедшемъ и при невозможности установить съ нимъ новыя отношенія, примѣненіе этого закона къ опре-

дѣленнымъ цѣлямъ очень ограничено, хотя онъ и лежитъ въ основѣ всѣхъ нашихъ соображеній о ходѣ явленій.

Напротивъ того, понятіе пространства мы можемъ разсматривать, какъ выраженіе, по крайней мѣрѣ, относительной неизмѣнимости нѣкоторыхъ областей переживаемыхъ нами состояній, слѣдовательно, въ немъ мы можемъ-быть, найдемъ свойства субстанціи. Дѣйствительно, законъ сохранения пространства до такой степени намъ извѣстенъ, что намъ не приходится особенно о немъ напоминать, такъ какъ онъ непрестанно находится въ нашемъ сознаніи. Онъ говоритъ, что величину даннаго пространства не измѣняетъ ничто, происходящее въ этомъ пространствѣ. Все, что совершается, производитъ только разнообразное наполненіе неизмѣнно большаго пространства.

Разумѣется, это положеніе имѣетъ опредѣленное значеніе только при выше высказанномъ нами предположеніи, что твердыя тѣла сохраняютъ свои величину и форму при измѣненіи своего пространственнаго положенія. Мы видѣли, что это предположеніе не можетъ быть доказано, такъ какъ возможность правильнаго обратнаго измѣненія при возвращеніи тѣла на старое мѣсто не исключена. Но самымъ простымъ и цѣлесообразнымъ будетъ признать, что фактически измѣненія не происходятъ, и принять основывающееся на этомъ предположеніи измѣненіе пространства, тѣмъ болѣе, что въ такомъ случаѣ можетъ быть принятъ законъ сохранения пространства.

Теперь обратимся къ закону сохранения энергіи. При всеобъемлющемъ значеніи, которое имѣетъ энергія для общаго пониманія естественныхъ явленій, мы имѣли бы право, согласно закону ея сохранения, назвать ее субстанціей въ собственномъ, настоящемъ значеніи этого слова. Она также обща и необходима, какъ пространство, но несравненно многообразнѣе. Вся измѣнчивость пространства заключается только въ способѣ его наполненія, причеиъ всѣ его общія свойства, а слѣдовательно и его измѣняемость остаются неизмѣненными, энергія же проявляется въ самыхъ разнообразныхъ формахъ, изъ которыхъ каждая имѣетъ свое собственное, по большей части простое, измѣненіе и которыя связаны между собою только закономъ превращенія. Этой противоположности свойствъ соответствуетъ и исторія развитія нашихъ знаній: знанія о пространствѣ возникли очень рано, такъ какъ уже египтяне и греки имѣли обширныя свѣдѣнія по геометріи; законы же энергіи были открыты гораздо позднѣе, только въ серединѣ девятнадцатаго вѣка; потому они и не проникли въ наше обыкновенное, ненапряженное мышленіе, и многіе образованные люди не останавливаются передъ противорѣчіемъ съ первымъ началомъ. Положимъ, въ настоящее время это уже рѣдко случается, но за то естествоиспытатели часто и грубо нарушаютъ второе начало,

сами того не замѣчая. Надо предоставить медленному развитію человеческого ума сдѣлать эти законы до такой степени привычными сознанию, чтобы нарушение ихъ тотчасъ же чувствовалось и исправлялось, прежде чѣмъ выяснено существованіе противорѣчія.

Относительно второго начала, требующаго сохраненія свободной энергіи, уже было замѣчено, что оно не имѣетъ общаго характера, такъ какъ благодаря теплопроводности (къ которой, по новѣйшимъ изслѣдованіямъ, надо, можетъ-быть, присоединить и лученспусканіе) возможно и постоянно происходить уменьшеніе свободной энергіи. Это указываетъ на нѣкоторую неправильность въ нашемъ мировоззрѣніи, объясненіе которой принадлежитъ будущему и произойдетъ вѣроятно черезъ подчиненіе какому-нибудь неизвѣстному общему закону \*).

Что касается остальныхъ вещей, для которыхъ, какъ мы упоминали (стр. 200), дѣйствителенъ законъ сохраненія, то изъ ихъ сопоставленія оказывается, что онѣ всѣ суть факторы различныхъ видовъ энергіи, и именно такіе факторы, которые, будучи умножены на интенсивности (стр. 184), даютъ энергіи. Мы присвоимъ имъ общее названіе *емкостей* (Capacity). Они отличаются отъ интенсивностей во многихъ существенныхъ пунктахъ и заслуживаютъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія. Чтобы облегчить обзоръ ихъ, мы сначала сведемъ данныя этого разсмотрѣнія къ нѣсколькимъ положеніямъ, которыя затѣмъ подтвердятся при дальнѣйшихъ отдѣльныхъ изслѣдованіяхъ.

Во-первыхъ, емкости суть всегда величины, въ противоположность интенсивностямъ, которыя суть напряженія. Иными словами, ихъ можно физически складывать, или величина нѣсколькихъ сложенныхъ емкостей (одного рода) можетъ быть выражена суммой ихъ отдѣльныхъ величинъ. Съ интенсивностями, какъ было упомянуто, этого нельзя сдѣлать безъ оговорокъ.

Далѣе, емкости подчиняются закону сохраненія. Въ замкнутомъ образованіи могутъ происходить любые измѣненія, т.-е. взаимныя превращенія энергій, причемъ емкости данныхъ энергій не претерпѣваютъ измѣненій. Это происходитъ оттого, что измѣненіе количествъ энергій вызывается только измѣненіемъ интенсивностей. Измѣненіе же величины емкости можетъ быть вызвано только прибавленіемъ или отнятіемъ энергіи.

Исключеніе составляетъ емкость тепловой энергіи, энтропія. Количество энтропіи не можетъ быть никакимъ способомъ уменьшено,

\*) Можетъ-быть, это объясненіе можно найти въ указаніяхъ, данныхъ на стр. 199, по которымъ явленія разсѣянія, связанныя съ уменьшеніемъ свободной энергіи и соотвѣтствующія теплопроводности, суть общія явленія, отличающіяся отъ теплопроводности только болѣе медленнымъ теченіемъ.

но оно легко увеличивается, и всѣ естественные процессы сопровождаются увеличеніемъ энтропіи. Это другая сторона отношеній, описанныхъ на стр. 194, обусловливающихъ однозначность нашего эмпирическаго времени (стр. 198). Такое отношеніе энтропіи есть слѣдствіе теплопроводности; если бы можно было избѣжать ея, то для всякаго замкнутаго образованія имѣлъ бы мѣсто и законъ сохраненія энтропіи.

Для провѣрки этихъ общихъ положеній изслѣдуемъ сначала энергію движенія. Она выражается формулой  $\frac{1}{2}mv^2$ , которую (не принимая въ расчетъ коэффициента  $\frac{1}{2}$ ) можно разложить на два фактора:  $m$  и  $v^2$ , и  $mv$  и  $v$ . Интересно, что особыя свойства емкостей дѣйствительны для обоихъ разложеній.

Скорость есть, безъ сомнѣнія, интенсивность, ибо двѣ скорости (одинаковой величины и направленія) не даютъ суммы скоростей при физическомъ сложеніи, а остаются безъ переменны. За массой же мы должны также увѣренно признать свойство настоящей величины, ибо при физическомъ сложеніи двухъ массъ получается ихъ сумма; слѣдовательно масса есть емкость, и для нея долженъ быть дѣйствителенъ законъ сохраненія. Такъ оно, какъ извѣстно, въ дѣйствительности и есть, и такимъ образомъ мы видимъ, что законъ сохраненія массы, казавшійся до сихъ поръ какимъ-то особеннымъ и исключительнымъ закономъ чрезвычайной важности, находитъ себѣ мѣсто въ ряду другихъ законовъ сохраненія емкостей. Въ то же время мы видимъ, что философія природы, отводящая этому закону сохраненія отдѣльное мѣсто, какъ это дѣлаетъ современная матеріалистическая теорія, не можетъ считаться дѣлеобразной и правильной.

Имѣетъ ли этотъ законъ силу во всей своей строгости, этого нельзя рѣшить а priori, и различныя попытки представить его, какъ логическую необходимость,—чѣмъ занимался и такой проникательный мыслитель, какъ Шопенгауеръ,—сводятся къ нѣкотораго рода онтологическому доказательству. Ибо онѣ покоятся на слѣдующей аргументаціи. Подъ матеріей слѣдуетъ подразумѣвать не измѣняющагося носителя различныхъ свойствъ; слѣдовательно, массѣ, представляющей основное свойство матеріи, должна быть присуща неизмѣняемость. Но также можно доказать, наперекоръ истинѣ, что матерія не можетъ измѣнять своего пространства, такъ какъ наполненіе пространства есть также основное свойство матеріи. Въ дѣйствительности этотъ вопросъ можетъ быть рѣшенъ только опытомъ, и фактъ, что энтропія представляетъ исключеніе изъ закона сохраненія емкостей, позволяетъ предполагать, что и въ другихъ случаяхъ могутъ быть, при извѣстныхъ предположеніяхъ, уклоненія отъ закона. Опыты, производимые въ настоящее время, особенно опыты Ландольта, надъ возможными измѣненіями вѣса при химическихъ процессахъ, отно-

саятся, конечно, прежде всего къ вѣсу, но когда будутъ твердо установлены правильныя появленія такихъ измѣненій (что еще не сдѣлано), тогда надо еще будетъ изслѣдовать, не соответствуютъ ли измѣненіямъ въ вѣсѣ измѣненія массы. Во всякомъ случаѣ, нѣтъ основанія утверждать, что такія измѣненія немыслимы.

Наконецъ, слѣдуетъ сдѣлать еще слѣдующее замѣчаніе относительно понятія массы. Даже въ хорошихъ учебникахъ встрѣчается такое ничего не выражающее опредѣленіе массы: масса есть «количество матеріи», причемъ не дается свѣдѣній о томъ, какъ измѣрить это количество. Изъ нашихъ размышлений вытекаетъ реальное опредѣленіе массы, какъ *емкости энергии движенія*. При этомъ особенно ясно видно, что понятіе массы необходимымъ образомъ связано только съ энергіей движенія, а съ другими свойствами «матеріи» находится только въ посредственныхъ отношеніяхъ.

Второе разложеніе энергіи движенія приводитъ къ выраженію, извѣстному въ механикѣ какъ *количество движенія*. И для него дѣйствителенъ законъ сохранения, по которому *количество движенія всякаго образованія остается неизмѣннымъ*, если нѣтъ доступа внѣшней энергіи. Этотъ фактъ въ связи съ неизмѣняемостью энергіи движенія  $1/2mv^2$  привелъ къ знаменитому спору между Декартомъ и Лейбницемъ, въ которомъ принялъ, впрочемъ, довольно неудачно, участіе и Кантъ. Обыкновенно смотрятъ на указаніе д'Аламбера, что здѣсь рѣчь идетъ о двухъ различныхъ вещахъ, смотря по тому, относятся ли дѣйствіе къ равнымъ временамъ или равнымъ путямъ, какъ на рѣшеніе вопроса. Съ нашей же точки зрѣнія мы признаемъ, что въ обоихъ случаяхъ дѣйствителенъ законъ сохранения, только въ первомъ случаѣ имѣетъ мѣсто законъ сохранения энергіи, во второмъ—законъ сохранения емкости. Первый относится только къ случаямъ, въ которыхъ не имѣетъ мѣста превращеніе энергіи движенія въ другіе виды энергіи; такъ, напримѣръ, онъ не имѣетъ мѣста въ случаѣ удара неупругихъ тѣлъ, когда на счетъ энергіи движенія образуется теплота. Второй дѣйствителенъ въ случаяхъ, не сопровождающихся потерей или поглощеніемъ энергіи, а также при внутреннихъ превращеніяхъ, напримѣръ, при неупругомъ ударѣ.

Такъ, напримѣръ, количество движенія бомбы не измѣняется, даже если она во время полета разлетится на множество мелкихъ кусковъ, вслѣдствіе взрыва начинявшаго ее пороха. Только на мѣсто величины  $MC$ , въ которой большія буквы относятся ко всей бомбѣ, образуется множество меньшихъ произведеній  $mc$ , принадлежащихъ каждому куску. При суммированіи всѣхъ этихъ произведеній  $\sum mc$ , получается снова величина  $MC = \sum mc$ . При этомъ слѣдуетъ принимать во вниманіе, что факторъ  $c$  вносить въ формулу количества движенія вели-

чину, значеніе которой зависитъ не только отъ числа, но и отъ направленія. При суммированіи такихъ величинъ слѣдуетъ производить такъ называемое геометрическое сложеніе, т.-е. складываютъ прямыя линіи, изображающія значенія  $mc$  по величинѣ и направленію, тогда прямая, соединяющая исходную точку съ конечной точкой, представитъ геометрическую сумму отдѣльныхъ величинъ.

Это положеніе тождественно съ положеніемъ о сохраненіи центра тяжести и съ положеніемъ объ относительности всѣхъ (прямолинейныхъ) движеній, но для изложенія этихъ отношеній намъ пришлось бы слишкомъ углубиться въ математическія соображенія.

Законъ сохранения количества движенія есть составная часть такъ называемаго закона инерціи, съ другими частями котораго мы уже познакомились (стр. 135). Онъ относился къ нераздѣльнымъ массамъ, новый же законъ распространяется и на случай какъ угодно связанныхъ или независимыхъ массъ. Его можно выразить еще и такъ: центръ тяжести даннаго образованія продолжаетъ свое прямолинейное движеніе, независимо отъ внутреннихъ измѣненій образованія, съ прежней скоростью, пока на него не дѣйствуетъ никакая энергія извнѣ.

Обратимся теперь къ другимъ видамъ механической энергіи. Для энергіи объема давленіе представляетъ интенсивность, а объемъ, слѣдовательно, емкость. Законъ сохранения объема есть не что иное, какъ вышеупомянутый (стр. 201) законъ сохранения пространства. Другія механическія энергіи даютъ соответственныя разложенія и обобщенія. Но мы не будемъ на этомъ останавливаться, такъ какъ намъ пришлось бы имѣть дѣло съ очень запутанными геометрическими соображеніями.

Для электрической энергіи емкостью слѣдуетъ считать такъ называемое количество электричества. Такъ какъ оно тоже подчиняется закону сохранения (доказанному Фарадеемъ и сформулированному аналитически Липпманномъ), то на него смотрѣли какъ на настоящую вещественную часть электрическихъ явленій, откуда произошло и его названіе.

Для профана законъ сохранения количества электричества долженъ казаться противорѣчимъ, такъ какъ съ помощью электрическихъ машинъ можно получить какое угодно количество электричества. Это совершенно вѣрно. Однако, законъ сохранения количества электричества при этомъ остается въ силѣ, такъ какъ оно является въ двухъ полярно противоположныхъ формахъ, которыя мы различаемъ посредствомъ знаковъ  $+$  и  $-$ . Такое обозначеніе оправдывается тѣмъ, что въ дѣйствительности равныя количества положительнаго и отрицательнаго электричества даютъ при сложеніи нуль, т.-е. перестаютъ

дѣйствовать. Когда въ электрической машинѣ, или какимъ-нибудь инымъ способомъ, образуются новыя количества электричества, то, какъ извѣстно изъ опыта, всегда одновременно получаются равныя количества положительнаго и отрицательнаго электричества, такъ что общее увеличеніе должно быть выражено нулемъ. Тѣ же отношенія существуютъ и при магнетизмѣ. Слѣдуетъ упомянуть, что существуютъ рядомъ со сходствомъ и различія, но они не касаются того, что здѣсь принимается въ соображеніе.

При химической энергіи отношенія нѣсколько болѣе запутанныя. Интенсивность совпадаетъ приблизительно съ тѣмъ, что было названо силой сродства; емкостями являются количества вещества. Однако, мы не имѣемъ права видѣть въ законѣ сохраненія массы при химическихъ процессахъ законъ сохраненія химической емкости. Масса есть факторъ энергіи движенія, а не химической энергіи. Скорѣе же здѣсь законъ сохраненія принимаетъ видъ закона *сохраненія элементовъ*.

Этотъ законъ можно выразить такъ. Изъ всѣхъ веществъ можно получить простѣйшія составныя части, называемыя элементами, химическія измѣненія которыхъ заключаются только въ соединеніяхъ, т.-е. во взаимодѣйствіяхъ съ другими элементами. Такія соединенія можно обратно превратить въ соотвѣтствующіе элементы. Но никогда нельзя превратить одинъ элементъ въ другой; точно также невозможно образовать какое-нибудь соединеніе изъ другихъ элементовъ, а не изъ тѣхъ, которые оно дало при разложеніи.

Эти законы выражаютъ обыкновенно словами: элементы продолжаютъ существовать въ своихъ соединеніяхъ. Но этому утвержденію не слѣдуетъ придавать непосредственнаго смысла, заключающагося въ этихъ словахъ, а только посредственный, выражаемый только-что приведеннымъ закономъ сохраненія элементовъ. Въ дѣйствительности при химическихъ процессахъ элементъ, вступая въ какое-нибудь соединеніе, совершенно измѣняетъ свои свойства; достаточно вспомнить натрій и хлоръ, съ одной стороны, и поваренную соль, съ другой. Такъ какъ всякое вещество, а, слѣдовательно, и всякій элементъ, характеризуется суммою своихъ свойствъ, то въ этомъ смыслѣ не можетъ быть и рѣчи о томъ, чтобы элементы продолжали существовать въ соединеніяхъ, какъ вещество. Скорѣе это «продолженіе существованія» ограничивается исключительно тѣмъ, что элементъ можетъ быть вновь полученъ изъ всякаго своего соединенія въ неизмѣненномъ количествѣ.

Эти соображенія бросаютъ свѣтъ на попытки старыхъ алхимиковъ получить золото изъ благородныхъ металловъ. Это стремленіе само по себѣ не бессмысленно, ибо путемъ химическихъ превращеній достигаются разнообразнѣйшія измѣненія веществъ. Но въ силу закона сохраненія элементовъ золото не можетъ быть искусственно приго-

товлено, ибо оно само есть элементъ. Совсѣмъ подобная же задача приготовленія алмазовъ не только не бессмысленна, но и разрѣшима въ границахъ закона, такъ какъ алмазъ и обыкновенный уголь имѣютъ одинаковый составъ, именно они состоятъ изъ одного элемента, углерода. Эта задача и была разрѣшена въ недавнее время, хотя технически это разрѣшеніе не можетъ быть утилизировано.

Съ другой стороны, эти соображенія освѣщаютъ вопросъ, часто обсуждавшійся за послѣднее время. Многіе разсматриваютъ химическіе элементы какъ различныя формы соединенія гипотетической перво-матеріи и отсюда выводятъ ихъ взаимную превращаемость, т.-е. становятся на точку зрѣнія алхимиковъ. Эти предположенія были навязаны химикамъ, главнымъ образомъ, благодаря нѣкоторымъ аналогіямъ съ такъ называемыми органическими радикалами; до сихъ поръ они не нашли никакого сколько-нибудь серьезнаго опытнаго подтвержденія. Въ духѣ приведенныхъ соображеній слѣдуетъ поставить законъ сохраненія элементовъ на одну ступень съ закономъ сохраненія массы, и возможность отклоненія отъ обоихъ этихъ законовъ слѣдуетъ считать одинаковой. Надо надѣяться, что бесплодныя умствованія о перво-матеріи, на которыя была бесполезно затрачена энергія многихъ людей, прекратятся понемногу при болѣе глубокомъ разсмотрѣніи только-что изложенныхъ отношеній.

Интенсивности различныхъ энергій оказались опредѣляющимъ моментомъ процесса, емкостямъ же принадлежитъ значительное участіе въ образованіи связей, называемыхъ нами матеріей. Зависитъ это прежде всего оттого, что для химически сравнимыхъ количествъ или, иными словами, для единицъ химической емкости, емкости другихъ энергій оказываются или равными, или находятся въ простыхъ рациональныхъ отношеніяхъ. Сюда относится законъ, что химически различныя количества различныхъ газовъ имѣютъ при равныхъ условіяхъ равныя объемы (законъ Гей-Люссака); далѣе, законъ, что перемѣщающіяся при электролизѣ количества веществъ, обладающія равными количествами электричества, химически эквивалентны (законъ Фарадея), и другіе менѣе извѣстные законы. Благодаря этимъ законамъ постоянно появляются вмѣстѣ опредѣленные количества этихъ различныхъ энергій, связанныхъ между собой; это сосуществованіе различныхъ энергій мы и назвали матеріей.

Емкости и потому еще оказываются болѣе, такъ сказать, солидными свойствами, что онѣ не стремятся къ выравниванію, какъ интенсивности. Можетъ-быть, онѣ обладаютъ свойствомъ оставаться постоянными, какъ было указано во многихъ случаяхъ, и поэтому выражаютъ субстанціальную сторону міра явленій.

Если мы теперь окинемъ взоромъ пеструю картину, предста-

вляемую дѣятельностью различныхъ энергій, то мы, наконецъ, придемъ къ вопросу: на чемъ же основываются различія энергій, возможно ли существованіе иныхъ энергій, кромѣ извѣстныхъ намъ, и какъ охватить совокупность всѣхъ возможныхъ энергій?

Трудно дать достаточно опредѣленный отвѣтъ на всѣ эти вопросы. Все же я полагаю, что могу указать путь, на которомъ можно найти до нѣкоторой степени удовлетворительный отвѣтъ, хотя выполненіе необходимыхъ для этого изслѣдованій потребуетъ большого труда.

При описаніи различныхъ энергій и ихъ факторовъ мы натолкнулись на рядъ принципиальныхъ различій. Во-первыхъ, емкости суть величины въ тѣсномъ смыслѣ, т.-е. слагаемыя многообразія, интенсивности же, напротивъ, суть напряженія, т.-е. не слагаемыя, но налагаемыя многообразія. Сами энергіи обладаютъ главнымъ образомъ характеромъ величины, но ихъ слагаемость ограничена и подчинена извѣстнымъ условіямъ. Это значитъ, что при сочетаніи различныхъ энергій можетъ имѣть мѣсто и простое суммирование, но часто происходятъ превращенія прежде, чѣмъ суммирование становится физически возможнымъ. Это происходитъ всегда, когда существуютъ некомпенсированныя интенсивности (стр. 190), но во многихъ случаяхъ наступающіе переходы такъ малы, что не могутъ быть замѣнены.

Емкости, съ своей стороны, тоже проявляютъ нѣкоторые различія. Массы суть величины, однозначно опредѣляемыя числомъ (въ данныхъ единицахъ, что предполагается разъ на-всегда). Величины движенія, напротивъ, не опредѣляются однозначно числомъ, онѣ требуютъ еще указанія направленія въ пространствѣ (причемъ должно быть указано впередъ или назадъ), тогда только онѣ могутъ быть опредѣлены. Далѣе, массы могутъ быть только положительными величинами, отрицательныя массы физически невозможны. Напротивъ, количества электричества могутъ быть положительными и отрицательными. Это значитъ, выражаясь физически: числовое значеніе сложной массы всегда равняется суммѣ отдѣльныхъ массъ, изъ которыхъ она состоитъ; числовое значеніе сложнаго количества электричества можетъ быть равнымъ также и разности взятыхъ количествъ. Итакъ, массы можно просто складывать; при сложеніи количествъ электричества слѣдуетъ принимать въ расчетъ ихъ знакъ, другихъ различій между ними не существуетъ; химическія же емкости значительно отличаются отъ нихъ. Онѣ распадаются на столько вполне различныхъ, совершенно другъ въ друга не переходящихъ, а, слѣдовательно, не сложныхъ видовъ, сколько существуетъ элементовъ, т.-е. почти 80. Другіе виды химическихъ емкостей, существующіе въ различныхъ сложныхъ веществахъ, тоже не могутъ быть непосредственно сложены, но они отчасти нахо-

дятся въ опредѣленныхъ отношеніяхъ между собою и къ емкостямъ элементовъ; эти отношенія изображаются химическими уравненіями.

Подобныя же соображенія могутъ быть высказаны и относительно интенсивностей. Температуры опредѣляются однозначно порядковыми числами и могутъ быть только положительными; давленія обладаютъ тѣмъ же свойствомъ, но могутъ быть и отрицательными. Электрическія и магнитическія напряженія полярны, т.-е. они должны быть положительными и отрицательными. Скорости, подобно количествамъ движенія, имѣютъ положительное или отрицательное направленіе въ пространствѣ; силы могутъ тоже имѣть направленіе, но относительно ихъ нельзя сказать, что онѣ идутъ отъ точки *A* къ точкѣ *B* или обратно; онѣ существуютъ между этими двумя точками, между которыми въ этомъ отношеніи не существуетъ различія. Наконецъ, химическія интенсивности такъ же многообразны, какъ и химическія емкости.

Эти примѣры не исчерпываютъ многообразія отношеній; скорѣе же они служатъ для указанія существующихъ различій. Различія, присущія факторамъ, необходимо должны переходить и на получающіяся изъ нихъ величины энергій; такъ, количества теплоты изображаются только положительными числами; энергія движенія имѣетъ кромѣ численнаго значенія и направленіе въ пространствѣ. Поэтому количества теплоты суммируются арифметически, энергіи движенія—геометрически (стр. 205).

Слѣдовательно, мы можемъ вообще сказать, что различныя энергіи и ихъ факторы обладаютъ различнымъ характеромъ многообразія. И не существуетъ двухъ различныхъ видовъ энергій, которыя бы въ этомъ отношеніи обладали одинаковымъ характеромъ, поэтому мы и будемъ въ этихъ различіяхъ искать основанія для различія видовъ энергій.

Представимъ себѣ всевозможные виды многообразій, соотвѣтственно даннымъ примѣрамъ, и составимъ систематическія таблицы интенсивностей и емкостей, стараясь не пропустить ни одного возможнаго случая. Мы можемъ сопоставить каждый членъ одной таблицы съ каждымъ членомъ другой; получающіяся при этомъ общія черты будутъ принадлежать и соотвѣтственнымъ энергіямъ. Такимъ образомъ, мы получимъ таблицу всѣхъ возможныхъ энергій.

Но она будетъ заключать въ себѣ не только искомые возможные виды энергій, но также и невозможные. Сама энергія имѣетъ опредѣленные свойства; такъ, она есть положительная величина; слѣдовательно, должны быть исключены всѣ случаи, въ которыхъ при сопоставленіи двухъ факторовъ получается отрицательная величина. Итакъ, мы должны вычеркнуть изъ нашей таблицы всѣ комбинаціи, дающія невозможные виды энергій; оставшіяся комбинаціи пред-

ставить все возможные виды, среди которых мы найдем все действительные виды энергии.

Конечно, теоретически мы получим большее число возможных видов, чем мы знаем в действительности, так как вряд ли нам известны все существующие энергии. Напомню только замечательные виды энергии, ставшие известными за последнее время под названием рентгеновских лучей, урановых лучей и т. д. Но мы будем в состоянии из общих черт многообразия факторов энергии вывести свойства неизвестной энергии довольно точным образом. Мы будем в том же положении, в каком был Менделѣевъ, когда онъ предложилъ систематическую таблицу элементовъ; пробѣлы въ этой таблицѣ указывали на существованіе неизвестныхъ элементовъ, свойства которыхъ могли быть опредѣлены съ значительнымъ приближеніемъ изъ законѣрнаго отношенія между положеніемъ въ таблицѣ и свойствами элементовъ. Для энергій эта задача гораздо труднѣе, потому что надо еще найти способъ представить все возможные черты многообразій, что вѣроятно окажется болѣе труднымъ, чѣмъ систематизація по величинѣ эквивалентнаго вѣса. Но за то и результаты получатся настолько же болѣе опредѣленные.

Здѣсь мнѣ приходится удовольствоваться этими указаніями; я не могу ничего сообщить о возможныхъ результатахъ сдѣланнаго въ этомъ направленіи изслѣдованія, такъ какъ я до сихъ поръ не могъ застать достаточно времени и умственной энергіей, нужными для исполненія этой работы. Я обдумываю эту мысль уже многіе годы и уже сдѣлалъ нѣкоторые приступы для разрѣшенія этой задачи. При этомъ оказалось, съ большою вѣроятностью, что число возможныхъ энергій немногимъ превышаетъ число известныхъ энергій. Но полученные мною до сихъ поръ результаты не такого рода, чтобы можно было довести ихъ до свѣдѣнія публики. Съ другой стороны, сама мысль кажется мнѣ настолько важной, даже еще и не будучи проведена практически, что я пожелалъ дать здѣсь болѣе закругленную картину энергетическаго міросозерцанія, расширивъ его горизонты. Можетъ-быть, кто-нибудь другой натолкнется на меньшія затрудненія при разработкѣ этого вопроса.



## Четырнадцатая лекція.

### ЗАКОНЪ ПРИЧИННОСТИ.

Въ заключеніе нашей картины энергетическаго міросозерцанія слѣдуетъ еще коснуться понятія, играющаго большую роль въ полунучномъ языкѣ, вѣрное и сознательное употребленіе котораго чрезвычайно важно. Это понятіе причинности.

Подъ названіемъ закона причинности подразумѣваютъ утвержденія: что всякая вещь должна имѣть причину, что ничто не происходитъ безъ достаточнаго основанія, и что задача науки, въ обширномъ смыслѣ, заключается въ отысканіи причины вещей. Что хотять этимъ сказать?

Старѣйшіе мыслители объясняли все явленія, опираясь на данныя человѣческаго самосознанія, и поэтому подразумѣвали подъ причиной мыслящее и дѣйствующее существо, снабженное органами дѣйствія; позднѣйшіе же, вмѣстѣ съ Давидомъ Юмомъ, установили противоположное воззрѣніе. Изслѣдуя человѣческую разумъ, этотъ остроумный критикъ не нашелъ въ понятіи причины и слѣдствія ничего необходимаго или апріорнаго, такъ что ему ничего не осталось, какъ признать за отношеніемъ причины и слѣдствія только связь во времени двухъ (или нѣсколькихъ) событій.

Противъ этого воззрѣнія Юма давно уже приводилось соображеніе, что, несмотря, на примѣръ, на продолжающуюся въ теченіе тысячелѣтій правильную временную послѣдовательность между днемъ и ночью, между лѣтомъ и зимою, никогда день не считался причиной ночи, а зима причиной лѣта. Очевидно, что при обычномъ употребленіи этихъ понятій ими выражаютъ какую-то связь между вещами, выходящую за предѣлы временной связи. Какова же эта связь?

Вышеприведенныя утвержденія, выражающія законъ причинности, свидѣтельствуя, что вещь, называемая слѣдствіемъ, не только слѣдуетъ за вещью, называемой причиной, но что *слѣдствіе не имѣло бы мѣста, если-бы ему не предшествовала причина*. Этимъ выражается, что между двумя вещами существуетъ, кромѣ временнаго, еще и реальное отношеніе. Эти реальныя отношенія, выходящія за предѣлы про-



стого временнаго отношенія (а также и пространственнаго), мы, на основаніи нашихъ прежнихъ утвержденій, должны искать въ *энергетическихъ* отношеніяхъ; здѣсь мы дѣйствительно и найдемъ то, что намъ нужно.

Майеръ, въ своей первой статьѣ, въ которой онъ высказалъ свое міровоззрѣніе въ краткой и догматической формѣ, предлагаетъ для опредѣленія причины, какъ онъ ее понимаетъ, а слѣдовательно и для опредѣленія причины вообще, слѣдующее положеніе: причина количественно равна слѣдствію, и причина должна прекратиться, т.-е. быть израсходована для того, чтобы наступило слѣдствіе. Этими словами сама энергія признается причиной, и законъ причинности тождественнымъ съ закономъ превращенія и сохраненія энергіи. Въ дѣйствительности мы видимъ, что такое воззрѣніе довольно хорошо согласуется съ обычнымъ употребленіемъ этого слова. Временная послѣдовательность соблюдена; изъ ранѣе бывшей энергіи *A* образовалась черезъ превращеніе энергія *B*, и, если бы энергія *A* не существовала и не была превращена, не могла бы образоваться и энергія *B*. При этомъ слѣдуетъ особенно замѣтить, что при такомъ воззрѣніи на понятіе причины рѣчь идетъ не о логической необходимости, а о согласныхъ съ опытомъ отношеніяхъ.

Конечно, это не согласуется съ общепринятымъ воззрѣніемъ на законъ причинности, какъ на не зависящій отъ опыта апріорный законъ, безъ котораго не было бы и опыта. Въ этомъ отношеніи законъ причинности занимаетъ то же мѣсто, что и понятіе пространства, и понятіе времени, которымъ многіе еще и теперь придаютъ апріорное значеніе (лишенное всякаго содержанія). Мы же причинную связь будемъ также считать практическимъ результатомъ нашихъ попытокъ связать наши опытные данныя и образовать изъ нихъ понятіе съ цѣлью возможности заключать о будущемъ. Мы не можемъ представить себѣ другого порядка, такъ какъ привыкли къ постоянному и исключительному употребленію этого рода порядка, но теоретически мы должны допустить возможность другого рода порядка.

Такъ какъ всѣ явленія состоятъ въ пространственныхъ и временныхъ измѣненіяхъ энергіи, то данная нами формулировка закона причинности является въ извѣстномъ смыслѣ исчерпывающею, такъ какъ всѣ процессы слѣдуютъ первому началу, и вновь образовавшаяся энергія равна (при условіи соответственныхъ единицъ измѣренія, стр. 114) исчезнувшей. Въ этомъ видѣ законъ причинности выражается такъ: *ничто не совершается безъ эквивалентнаго превращенія одного или нѣсколькихъ видовъ энергіи въ другіе виды.*

Но этотъ законъ остается несовершеннымъ постольку, поскольку онъ не говоритъ, *когда* нѣчто совершится и *какимъ образом* оно со-

вершится. Я уже говорилъ о томъ, что первое начало даетъ свѣдѣнія о количественныхъ отношеніяхъ въ тѣхъ случаяхъ, когда нѣчто совершается, но не даетъ никакихъ свѣдѣній о томъ, совершится ли нѣчто. Это дѣлаетъ второе начало, по которому при некомпенсированныхъ (или не вполне компенсированныхъ) различіяхъ интенсивностей энергія переходитъ отъ высшей интенсивности къ низшей.

Эти два начала составляютъ дѣйствительное содержаніе такъ называемаго закона причинности, по крайней мѣрѣ, для всѣхъ физическихъ явленій. Причиной этихъ явленій является всегда безъ исключенія энергія, въ которой интенсивность дѣлаетъ скачекъ, слѣдствіе же заключается въ выравниваніи этой послѣдней.

Правда, въ смыслѣ второго начала, причина и слѣдствіе получаютъ нѣсколько иное значеніе. Разность интенсивностей, представляющая причину, исчезаетъ, но въ слѣдствіи она не всегда снова встрѣчается. Я не разъ уже обращалъ вниманіе на то, что въ большей части видовъ энергіи имѣетъ мѣсто законъ сохраненія свободной или способной къ превращенію энергіи, такъ что если вообще смотрѣть на присутствіе свободной энергіи какъ на причину процесса, то положеніе—причина и слѣдствіе взаимно равноцѣпны—сохраняетъ свое значеніе. Но теплота представляетъ извѣстное замѣчательное исключеніе, и выравниваніе разности температуръ не влечетъ за собою образованія другихъ разностей интенсивностей. Въ этомъ случаѣ данное положеніе не дѣйствительно, такъ какъ причина и слѣдствіе не равноцѣпны.

Въ маятникѣ энергія движенія, которою онъ обладаетъ въ своемъ низшемъ положеніи, является причиной его подъема, т.-е. причиной пріобрѣтенія энергіи разстоянія, а нахожденіе этой послѣдней въ некомпенсированномъ состояніи (т.-е., если чечевица маятника не подперта) есть причина новаго поглощенія маятникомъ энергіи движенія; въ этомъ случаѣ причина и слѣдствіе постоянно качественно превращаются другъ въ друга; между тѣмъ раскаленный кусокъ желѣза на воздухѣ просто охлаждается, и разность интенсивностей теплоты пропадаетъ, не возбуждая разности другихъ интенсивностей.

Является ли поэтому законъ причинности недѣйствительнымъ? Никто не станетъ этого утверждать. Только въ этомъ случаѣ его содержаніе мѣняется; здѣсь слѣдствіемъ, вызваннымъ причиной, является измѣненіе образованія, называемое научно увеличеніемъ энтропіи. Послѣднее представляетъ дѣйствіе съ вполне опредѣленными измѣряемыми свойствами, поэтому и въ этомъ случаѣ законъ причинности сохраняетъ свое значеніе.

Далѣе, возникаетъ вопросъ, охватываютъ ли два начала энергетики всѣ процессы. Приходится отвѣтить отрицательно, даже если

ограничиться только физическими процессами. Мы видѣли (стр. 194), что, хотя эти законы достаточно хорошо изображаютъ наступленіе опредѣленнаго процесса и его постепенное теченіе, однако, продолжительность теченія остается неопредѣленной, и въ этомъ отношеніи возможно большое разнообразіе. Поэтому посмотримъ, какія формы принимаетъ въ этомъ отношеніи законъ причинности.

Разсмотримъ различные виды временнаго теченія при данномъ превращеніи опредѣленныхъ энергій; важный источникъ ихъ различія заключается въ томъ, что механическія и пространственныя условія образованія вводятъ нѣкоторые коэффициенты скорости, опредѣляющіе продолжительность теченія. Эти условія считаются обыкновенно причинами опредѣленнаго вида процесса. Одинъ и тотъ же электрическій зарядъ можетъ быть весьма различнымъ образомъ превращенъ въ теплоту, смотря по сопротивленію проводника, черезъ который происходитъ разряженіе, и это сопротивленіе есть причина того, что въ одномъ случаѣ происходитъ аперіодическое разряженіе, въ другомъ — электрическія колебанія. Подобное же вліяніе оказываетъ и введеніе самоиндукціи.<sup>7</sup>

Къ той же категоріи причинъ принадлежатъ каталитическіе факторы при химическихъ реакціяхъ, которые тоже вліяютъ не на общій характеръ процесса, а только на его продолжительность.

Причины этой категоріи отличаются отъ причинъ первой категоріи тѣмъ, что онѣ не стоятъ въ простыхъ отношеніяхъ равенства къ слѣдствіямъ. Иногда причина и слѣдствіе пропорціональны, но и это болѣе общее отношеніе не всегда имѣетъ мѣсто, а часто слѣдствіе представляетъ очень сложную функцію причины.

Поэтому будетъ цѣлесообразнѣе дать этимъ факторамъ, участвующимъ въ опредѣленіи процесса, иное научное названіе, чѣмъ данное нами причинамъ, подпадающимъ подъ опредѣленіе Майера. Разсматривая эти случаи и ихъ общія условія, мы видимъ, что всегда кромѣ втораго рода причинъ дѣйствуетъ и какая-нибудь причина перваго рода, ибо безъ измѣненія энергіи всѣ эти явленія не могутъ происходить. Причины втораго рода обуславливаютъ продолжительность, временной порядокъ (и нѣкоторыя другія временныя особенности) явленія. Поэтому мы лучше назовемъ эти причины *условіями* явленій. Въ этомъ смыслѣ условія суть регуляторы временныхъ особенностей энергетическаго процесса.

Подобныя же соображенія имѣютъ мѣсто и для пространственныхъ отношеній энергетическихъ явленій и приводятъ къ соответственнымъ *пространственнымъ условіямъ*.

Третья группа причинъ въ обширномъ смыслѣ суть такіе процессы, которые вносятъ запасъ свободной энергіи, нужной для пре-

вращенія, притокъ которой раньше былъ затрудненъ. Классическимъ примѣромъ можетъ служить искра въ бочкѣ съ порохомъ или электрическая кнопка. Это суть случаи, изъ которыхъ было выведено бессмысленное правило: малыя причины, большія слѣдствія; благодаря своимъ бросающимся въ глаза свойствамъ они уже давно стали извѣстны и обозначены. Эти явленія называются *высвобожденіемъ* \*), а процессъ, дающій необходимую для превращенія энергію, называется *поводомъ*.

При болѣе точномъ изслѣдованіи мы находимъ, что въ этой группѣ соединены два различныхъ вида явленій, которые и должны быть различаемы, хотя въ отдѣльныхъ случаяхъ и несомнѣнно легко рѣшить, къ какому виду отнести данное явленіе. Разсмотримъ сначала простѣйшій случай.

Представимъ себѣ судно, готовое къ спуску на воду, или поднятый курокъ, или паровой котель, съ высокимъ давленіемъ, закрытый краномъ; во всѣхъ этихъ случаяхъ мы можемъ, употребивъ сравнительно малую работу, вызвать превращеніе большого количества энергіи. Данное образованіе остается въ покоѣ до тѣхъ поръ, пока мы пожелаемъ; если же мы произведемъ высвобожденіе, то процессъ пойдетъ самъ собою. Энергія, нужная, чтобы произвести высвобожденіе, не равна нулю, но она ничтожна сравнительно съ количествомъ освободившейся энергіи.

Общее условіе для того, чтобы образованіе, заключающее въ себѣ энергію, которыми можно располагать, оставалось въ покоѣ, заключается въ томъ, чтобы всѣ существующія въ немъ разности интенсивностей были компенсированы. Высвобожденіе же состоитъ въ томъ, что въ какомъ-нибудь мѣстѣ эта компенсація нарушается, благодаря чему становится возможнымъ выравниваніе энергій.

Судно, готовое къ спуску, представляетъ запасъ энергіи разстоянія; подпорки, сдерживающія его, компенсируютъ давленіе на счетъ своей упругости, и судно остается въ покоѣ. Если мы разрушимъ подпорки, то компенсація прекращается, и судно начинаетъ скользить.

Электрическій проводникъ соединяетъ два количества электричества различнаго напряженія, которыя разрядились бы, т.-е. превратились бы въ теплоту, или иного рода энергію, если бы проводникъ не былъ прерванъ. Если на какомъ-нибудь мѣстѣ проводника мы введемъ воздушное пространство, то, вслѣдствіе различныхъ электрическихъ напряженій на двухъ концахъ перерыва, это воздушное пространство будетъ тоже находиться въ напряженномъ (діалектрическомъ)

\*) Терминъ «Auslösung» мы здѣсь переводимъ словомъ «высвобожденіе», въ физиологическихъ же процессахъ мы переводимъ этотъ терминъ словомъ «возбужденіе».  
*Прим. ред.*

состояніи, и разряженіе произойдетъ или не произойдетъ въ зависимости отъ величины воздушнаго слоя. Если онъ достаточно великъ, то образованіе пребываетъ какъ угодно долго въ покоѣ; если же начать сближать концы проводника, то при извѣстномъ приближеніи «электрическое напряженіе» воздуха дѣлается недостаточнымъ для компенсаціи, и наступаетъ разряженіе.

Между давленіемъ судна на подпорки и соотвѣтственной крѣпостью подпорокъ, съ одной стороны, и всей работой, производимой судномъ при спускѣ въ воду, съ другой стороны, не существуетъ никакого отношенія, ибо если подпорки мѣшаютъ малѣйшему движенію, то онѣ мѣшаютъ и всему движенію.

Между электрическимъ напряженіемъ воздуха и количествомъ электрической энергіи, связанной съ проводниками, нѣтъ никакого отношенія, ибо, если напряженіе достаточно велико, чтобы разрядить небольшое количество энергіи, оно разряжаетъ и все количество.

Такимъ образомъ, всѣ подобнаго рода образованія можно характеризовать въ ихъ главныхъ свойствахъ почти одними и тѣми же словами, и условія ихъ «разряженія» одинаковы. Это общее условіе есть всегда нарушеніе компенсаціи *въ одномъ мѣстѣ. Это и является достаточнымъ опредѣленіемъ высвобожденія.*

Вторая группа процессовъ, сходная во многихъ отношеніяхъ съ высвобожденіями, состоитъ изъ описанныхъ на стр. 194 самоускоряющихся процессовъ. Здѣсь не существуетъ настоящей компенсаціи, но образованіе кажется устойчивымъ только потому, что его скорость превращенія чрезвычайно мала. Если процессъ имѣетъ способность ускоряться благодаря своимъ собственнымъ результатамъ, то отъ условій самого образованія зависитъ, устраняется ли ускореніе вслѣдствіе того, что ускоритель достаточно быстро снова разсѣивается, увеличивъ скорость только въ незначительной степени, или же происходитъ обратное. Во второмъ случаѣ будетъ имѣть мѣсто взрывъ, и процессъ, мѣшающій разсѣянью ускорителя, будетъ играть роль высвобожденія. Вполнѣ сходныя явленія происходятъ въ томъ случаѣ, если съ самаго начала присутствовалъ замедлитель, который устраняется самимъ теченіемъ процесса, и тогда наступаетъ взрывъ.

И въ этомъ случаѣ процессъ, благодаря которому взаимное отношеніе между ускореніемъ и замедленіемъ измѣняется въ пользу перваго, можно назвать высвобожденіемъ, и съ тѣмъ большимъ правомъ, чѣмъ скорѣе протекаетъ реакція «взрыва»

Сходство обѣихъ группъ процессовъ не только внѣшнее, но оно покоится на фактическихъ близкихъ отношеніяхъ между ними. Мѣры, благодаря которымъ въ предыдущемъ случаѣ была установлена ком-

пенсація существующей разности интенсивностей, были нами молча признаны независимыми отъ времени. Въ такомъ случаѣ такія компенсированныя разности могли бы сохраняться безконечно долго, не давая энергіи возможности проявиться. Однако, изъ явленій теплоты намъ извѣстно, что интенсивность этой энергіи, температура, не можетъ быть компенсирована никакими средствами. Но представимъ себѣ, что начала физики были бы развиты не людьми, а какими-нибудь другими организмами, продолжительность жизни которыхъ была бы въ сто или тысячу разъ меньше людской; такія существа врядъ ли замѣтили бы теплопроводность и считали бы разности температуръ такими же прочными, какими мы считаемъ разности электрическаго напряженія. Эти размысленія наводятъ на мысль, что, въ концѣ концовъ, всѣ компенсаціи могутъ быть произведены только на время, и что всякое образованіе съ компенсированными интенсивностями кажется уравновѣшеннымъ только благодаря медленности процесса. Тогда два только-что описанныхъ класса явленій высвобожденія составляютъ фактически одинъ классъ, въ крайнихъ членахъ котораго очень замѣтны данныя различія во времени, но въ которомъ переходъ отъ одного члена къ другому непрерывенъ.

Сказанное исчерпываетъ главнѣйшіе случаи физическихъ процессовъ, и теперь мы можемъ попытаться предложить общій законъ причинности. Этотъ законъ основывается на опытѣ, который насъ учитъ, что теченіе процессовъ въ образованіяхъ есть нѣкоторая опредѣленная функція причинъ (въ узкомъ смыслѣ), условій и поводовъ образованій, *такъ что при одинаковыхъ данныхъ наступаетъ одинаковое теченіе процессовъ.*

Здѣсь снова слѣдуетъ оговориться, что одинаковаго теченія въ двухъ различныхъ случаяхъ, въ строгомъ смыслѣ слова, не происходитъ; они будутъ всегда въ нѣкоторыхъ пунктахъ различаться. Но мы уже привыкли не обращать вниманія на различія, не имѣющія для насъ значенія, и поэтому точнѣе этотъ законъ можетъ быть выраженъ такъ: опредѣленные данныя обуславливаютъ опредѣленные стороны процесса, такъ что можно вызывать любые процессы, создавъ нужныя для этого условія, т.-е. давая возможность наступить требуемымъ причинамъ, условіямъ и, когда нужно, поводамъ.

Законъ причинности подвергался всяческимъ обсужденіямъ, причемъ часто неправильно понимали положеніе, занимаемое имъ въ нашемъ мышленіи. Особенно часто утверждали, что онъ представляетъ логически необходимый постулатъ, и что міръ, не управляемый закономъ причинности, былъ бы для насъ непонятенъ. Напротивъ, казалось бы ясно, что міръ, независимый отъ меня, по крайней мѣрѣ въ большей своей части, не имѣетъ повода усвоивать и развивать

особыя свойства, единственная цѣль которыхъ—быть понятнымъ для меня; съ этой точки зрѣнія могло бы случиться, что мнѣ пришлось бы удовольствоваться и такимъ міромъ, который не былъ бы такъ предупредителенъ относительно моего умственного удобства. Поэтому намъ слѣдуетъ поискать другой болѣе естественной связи.

Она заключается въ томъ, что мы сами создаемъ понятіе закона причинности. Мы соединяемъ въ одно понятіе все, имѣющее общія свойства; результатъ такого соединенія принимаетъ, смотря по обстоятельствамъ, видъ имени или закона природы. Величина увѣренности, съ которой мы можемъ ожидать согласованія въ новыхъ случаяхъ примѣненія понятія, зависитъ отъ цѣлесообразности образованія понятія. Слѣдовательно, законъ причинности есть не что иное, какъ обратная сторона образованія понятія, и зависитъ вполне отъ того, какъ мы перерабатываемъ наши состоянія. Въ этомъ отношеніи онъ имѣетъ одинаковое значеніе съ пространствомъ и временемъ, играющими такую же роль въ обработкѣ нашихъ состояній. Это очень ясно понялъ Шопенгауеръ, прибавивъ къ понятіямъ времени и пространства понятіе причинности, какъ третью форму созерцанія человеческого ума. Только мы не будемъ вмѣстѣ съ нимъ разсматривать эти три формы, какъ прирожденные, существующія ранѣе всякаго опыта, апіорныя свойства ума, но какъ приобретенные путемъ долгаго развитія и закрѣпленные передачей по наслѣдству методы мышленія, которые при иныхъ обстоятельствахъ могли бы быть иными.

Причинный порядокъ энергетическихъ отношеній наталкиваетъ на вопросъ, представляютъ ли время и пространство сами по себѣ, безъ участія энергіи, причинныя отношенія. Конечно, все наше знаніе о пространствѣ и времени покоится на существованіи въ нихъ энергіи, такъ какъ онѣ только и различимы во времени и пространствѣ; но мы можемъ не обращать вниманія на какой-либо особый видъ ихъ и разсматривать явленія, зависящія только отъ времени и пространства; къ нимъ и относится поставленный нами вопросъ.

При правильныхъ отношеніяхъ, представляемыхъ относительно простыми свойствами времени, обыкновенно не говорятъ о причинной зависимости. Когда мы высказываемъ законъ, что въ случаѣ, если  $A$  совершилось раньше  $B$ , а  $B$  раньше  $C$ , то и  $A$  предшествовало  $C$ , мы не называемъ это отношеніе причиннымъ, потому что  $A$  предшествуетъ  $C$  и въ томъ случаѣ, если они оба не отнесены къ лежащему между ними  $B$ . То же имѣетъ мѣсто и для другихъ свойствъ времени. Мы такъ увѣренно обращаемся съ закономѣрностями, выраженными въ этихъ свойствахъ, что намъ никогда не приходится вспоминать ихъ возможные источники.

Пространственные отношенія болѣе запутаны благодаря тремъ

измѣреніямъ и другимъ свойствамъ пространства. Это видно уже изъ того, что мы имѣемъ особую науку о пространствѣ—геометрію, между тѣмъ въ наукѣ о времени мы не нуждаемся, потому что оно всѣмъ хорошо извѣстно \*). Въ геометріи нѣкоторыя неочевидныя отношенія доказываются путемъ указанія на ихъ связь съ другими болѣе извѣстными свойствами пространства; эти послѣднія и разсматриваются, какъ причины или, вѣрнѣе, основанія для первыхъ. Шопенгауеръ, которому мы обязаны глубокимъ и тщательнымъ изслѣдованіемъ понятія причинности, различаетъ эти отношенія отъ тѣхъ, которыя мы отнесли къ энергетической причинности, какъ причины *бытія* отъ причинъ *становленія* (энергетическія причины), выдѣляя такимъ образомъ невременныя свойства чисто пространственныхъ законовъ. Геометрическія отношенія бываютъ часто обоюдны, такъ что можно первое вывести изъ второго и второе изъ перваго. Хорошимъ примѣромъ этого отношенія можетъ служить примѣръ, приводимый Шопенгауеромъ: если въ треугольникѣ двѣ стороны равны, то и противолежащія имъ углы равны, можно и обратно изъ равенства угловъ вывести равенство сторонъ.

Если не принимать во вниманіе этого различія, которое къ тому же и не очень глубоко (смотри ниже), то геометрическіе законы одинаковы съ энергетическими въ томъ отношеніи, что тѣ и другіе одинаковымъ образомъ вытекаютъ изъ опыта, а не представляютъ логическихъ необходимостей. Постоянная провѣрка и подтвержденіе геометрическихъ законовъ повседневной жизнью совершенно отняла у насъ желаніе искать ихъ источникъ въ опытѣ, а мнимое абсолютное значеніе ихъ количественныхъ отношеній слишкомъ подняло оцѣнку этихъ законовъ. Достаточно вспомнить вышеприведенныя соображенія о чрезвычайно запутанныхъ предположеніяхъ, которыя мы должны дѣлать при простѣйшихъ измѣреніяхъ (стр. 85), чтобы признать, что элементы геометріи получаются изъ опыта. При этомъ мы видимъ, что геометрическіе законы не могутъ притязать на болѣе высокую точность, чѣмъ та, которой мы достигаемъ въ дѣйствительности при пространственныхъ измѣреніяхъ, и что, на примѣръ, совсѣмъ не невозможно, что масштабъ, который только-что былъ равенъ другому масштабу,

\*) Впрочемъ такой великій ученый, какъ Кантъ, высказалъ мысль, что арифметика есть наука о времени, такъ какъ счетъ есть временной процессъ. Это, конечно, вѣрно; но это можно сказать и о всѣхъ умственныхъ процессахъ, однако ихъ не относятъ къ наукѣ о времени. Къ тому же сущность арифметики заключается въ обращеніи съ произвольнымъ (или цѣлесообразнымъ) понятіемъ прерывистыхъ многообразій, образованныхъ изъ непрерывной дѣйствительности путемъ абстракціи, какъ было изложено на стр. 79.

окажется отличнымъ отъ него послѣ того, какъ онъ совершитъ поѣздки вокругъ земли. Конечно, можно предположить, что это измѣненіе вызвано какими-нибудь физическими, т.-е. энергетическими, причинами, а не пространственными, и до сихъ поръ это предположеніе не встрѣчалось противорѣчія. Но сужденіе, что чисто пространственныя измѣненія «абсолютно» не вліяютъ на измѣренія длины (и угловъ), превышаетъ компетенцію нашего ума, такъ какъ абсолютное намъ нигдѣ не доступно.

Что касается вышеупомянутой обоюдности геометрическихъ отношеній, обусловливающей ихъ независимость отъ времени, то она не имѣетъ общаго значенія, а только для геометрическихъ отношеній, проявляющихся въ готовыхъ фигурахъ. Геометрія древнихъ развилась исключительно въ этомъ направленіи; вопросъ же—что произойдетъ, если я надѣю геометрической фигурой произведу извѣстныя операціи?—принадлежитъ геометріи новаго времени. Развитію этой научной области долго мѣшало отсутствіе правильнаго сужденія о постановкѣ вопроса относительно геометрическихъ истинъ. Благодаря этой постановкѣ вопроса, плодомъ которой явилась новѣйшая или синтетическая геометрія, эта наука значительно приблизилась къ другимъ опытнымъ наукамъ, причемъ она тоже приняла экспериментальный характеръ. Отъ нашего произвола зависитъ подчинять геометрическія фигуры опредѣленнымъ нами выбраннымъ операціямъ; но получающійся результатъ уже не въ нашей власти, онъ подчиняется законамъ природы, и наша задача сводится къ наблюденію и установленію его свойствъ.

Кромѣ основаній бытія и становленія, Шопенгауеръ различаетъ еще основанія познанія и основанія воли. Разсмотрѣнне послѣднихъ мы отложимъ до того времени, когда будемъ изслѣдовать волевыя явленія. Объ основаніяхъ познанія можно сказать слѣдующее.

Наука, называемая формальной логикой, учитъ систематическому примѣненію ряда законовъ или правилъ, съ помощью которыхъ изъ данныхъ посылокъ или сужденій получаютъ другія. Средства, служащія для этого, многіе считаютъ апріорными законами мышленія, подобно времени и пространству; логическія операціи, особенно въ прежнія времена, пользовались преимущественнымъ вниманіемъ, потому что съ помощью ихъ надѣялись достигнуть непосредственнаго и притомъ абсолютно истиннаго увеличенія нашихъ знаній. Что это былъ самообманъ, поскольку дѣло касалось исключительно логическихъ операцій и не принимался особенно въ расчетъ обработанный ими мыслительный матеріалъ, видно изъ полнаго крушенія схоластики, вытѣсненной новыми науками, опиравшимися на наблюденіе.

Напротивъ, логическая обработка мыслительнаго матеріала, полученнаго путемъ наблюденія, можетъ дать широкіе и важныя резуль-

таты; это видно изъ развитія геометріи и математики. Ошибочное мнѣніе, будто съ помощью одной логики можно создать науку, объясняется тѣмъ, что прежде совершенно не понимали опытнаго характера этого матеріала.

Въ настоящее время, благодаря убѣдительнымъ изслѣдованіямъ Риманна и Гельмгольца, многіе готовы приписать геометріи эмпирической характеръ. Но имъ кажется сомнительнымъ, чтобы то же можно было утверждать о математикѣ. Скорѣе, напротивъ, даже отказываясь отъ «абсолютной истинности» математики, они готовы видѣть въ ней свободное и произвольное творчество человѣческаго духа. Огромная польза отъ примѣненія математики къ различнымъ опытнымъ наукамъ представляется имъ странной случайностью.

Вспомнимъ о происхожденіи чиселъ, образующихъ безъ сомнѣнія, основу математики; мы видимъ, что они, конечно, взяты изъ опыта, поскольку они выведены изъ свойствъ нашихъ состояній съ помощью приема абстракціи. Но разъ мы выбрали опредѣленныя вещи изъ нашихъ состояній и рѣшили принимать въ расчетъ только то, что онѣ отличны другъ отъ друга, то этимъ и ограничивается свобода нашего творчества, если мы желаемъ остаться въ согласіи съ опытомъ. Относительно перваго мы свободны, относительно втораго мы—рабы. Или, если посмотрѣть на ту же вещь съ другой стороны, мы поступаемъ такъ, какъ учитъ поступать упрямаго дворянина Гансъ Саксъ, когда тотъ спрашиваетъ его, какому правилу онъ долженъ слѣдовать при сочиненіи образцовой пѣсни: «вы сами его себѣ даете, а потомъ слѣдуете ему».

Этимъ я хочу сказать: возможно—хотя нашему одностороннему уму и трудно это себѣ представить—что для пониманія міра явленій могутъ быть выдвинуты на первый планъ совсѣмъ другія стороны, что существующія отношенія могутъ быть подведены подъ совсѣмъ другія понятія, чѣмъ время и пространство, многообразіе и энергія. Но эти способы мышленія однажды были приняты, а привычка и наслѣдственность дѣлали ихъ съ годами все болѣе и болѣе прочными и неизбѣжными. Поэтому намъ ничего не остается, какъ развивать далѣе въ томъ же направленіи наши способы мышленія, причемъ тщательно слѣдить за тѣмъ, чтобы они находились въ согласіи со свойствами нашихъ состояній и не только были бы удобны для ихъ изображенія, но пріобрѣтали бы все болѣе большую цѣлесообразность въ этомъ отношеніи.

Можетъ быть, когда нибудь—какому-нибудь смѣлому и самостоятельному уму и удастся освободиться отъ обычныхъ до сихъ поръ формъ мышленія: времени, пространства и т. д., и найти другія столь же или еще болѣе цѣлесообразныя. Эта задача совсѣмъ не превышаетъ силы

человѣческаго ума, и разрѣшеніе ея вѣроятно открыло бы отважному піонеру смыслъ многихъ вещей, нынѣ недоступныхъ уму, идущему обычнымъ путемъ. Но такой шагъ заключать бы въ себѣ большой рискъ, ибо, если бы онъ удался, то для изслѣдователя вѣроятно стало бы уже невозможнымъ вернуться къ прежнему способу мышленія, его современники перестали бы его понимать, и его земнымъ жребіемъ стала бы домъ умалишенныхъ.

Эти соображенія вызваны вопросомъ объ общеупотребительности логическихъ законовъ. Въ литературѣ ихъ почти единогласно признають за логическія необходимости и заявляютъ, что внѣ этихъ законовъ вообще не можетъ быть разумнаго заключенія. Критерій логической необходимости весьма ненадеженъ, такъ какъ исторія человѣческаго мышленія учитъ насъ, что очень трудно, почти невозможно, установить непреложное различіе между логическими привычками и логическими необходимостями. Сколько разъ уже случалось, что мнимыя логическія необходимости, т.-е. укоренившіяся логическія привычки, оказывались непрочными; достаточно вспомнить обмѣнъ представленій о взаимныхъ отношеніяхъ между солнцемъ и землей. Также точно часто утверждаютъ, что «сохраненіе матеріи» есть логическая необходимость, а между тѣмъ вотъ уже десять лѣтъ какъ одинъ изъ нашихъ добросовѣстнѣйшихъ естествоиспытателей заявлять проверкой закона сохраненія вѣса при химическихъ превращеніяхъ, слѣдовательно, вполне готовъ встрѣтить отклоненія отъ него.

Поэтому вопросъ долженъ быть поставленъ не такъ: представляютъ ли логическіе законы необходимыя формы мышленія? а такъ: могутъ ли наши общія понятія, и въ числѣ ихъ логическіе законы, обнять и представить совокупность нашихъ состояній?

Намъ постоянно приходится видѣть, какъ существующія понятія оказываются недостаточными для новыхъ состояній. Если такія новыя состоянія научно изучаются и при этомъ образуются новыя понятія или же соотвѣтственно измѣняются старыя, — мы говоримъ о прогрессѣ въ наукѣ. До сихъ поръ намъ удавалось такъ образовывать новыя понятія, что они не противорѣчили существовавшимъ понятіямъ. Но не слѣдуетъ слишкомъ высоко цѣнить объемъ этого согласованія. Потребность согласовать понятія, принадлежація различнымъ областямъ мышленія, весьма различно развита. Такъ, напр., весьма незначительное развитіе этой потребности у многихъ англичанъ, проявляющееся въ совершенномъ несогласіи между ихъ практическимъ и религиознымъ міровоззрѣніями, производитъ на иныхъ людей впечатлѣніе лицемѣрія, которое имѣло бы мѣсто только въ томъ случаѣ, если бы это противорѣчіе было сознательное и преднамѣренное.

Еще менѣе чувствуется потребность согласовать всѣ суще-

ствующія понятія, разъ эти понятія не соединены въ сознаніи одного лица, но примѣняются различными лицами на различныхъ поприщахъ. Такъ; мы видимъ, что совершенно противоположныя воззрѣнія на важныя и основныя вопросы существуютъ въ одно и то же время и даже въ одной и той же средѣ, напр., среди профессоровъ одного университета и одного факультета. Слѣдовательно, внутреннее противорѣчіе совокупности примѣняемыхъ понятій не ощущается тотчасъ, какъ гѣчто невыносимое. Сознаніе противорѣчія существуетъ почти у всѣхъ; приобрѣтеніе же цѣльнаго и свободнаго отъ противорѣчій міровоззрѣнія, т.-е. цѣльной системы понятій, считается чрезвычайно трудной вещью, встрѣчающейся только у юношей, вслѣдствіе узкости ихъ кругозора, и иногда въ позднемъ возрастѣ, какъ результатъ многолѣтней умственной дѣятельности, и въ обоихъ случаяхъ оно имѣетъ только личную цѣнность.

Слѣдовательно, въ дѣйствительности мы очень далеки отъ міровоззрѣнія, всесторонне обнимающаго всю совокупность нашихъ понятій. Это есть необходимое слѣдствіе несовершенства образованія понятій и установленія ихъ взаимныхъ отношеній, обусловливаемого несовершенствомъ нашего опыта. Поэтому, въ случаѣ возникновенія логическаго затрудненія, почти невозможно рѣшить, есть ли оно слѣдствіе свойствъ нашего совокупнаго образованія понятій, или оно есть только преходящій результатъ вышеупомянутаго несовершенства ихъ примѣненія. До сихъ поръ вообще оказывалось возможнымъ проводить послѣднее предположеніе и производить необходимыя измѣненія понятій, не перестраивая всей системы. А такъ какъ возможность извинять существующія противорѣчія несовершенствомъ человѣческаго мышленія чрезвычайно растяжима, то можно предположить, что не скоро еще возникнетъ противорѣчіе, которое нанесетъ смертельный ударъ всей системѣ.

## Пятнадцатая лекція.

Ж и з н ь.

Хотя при разсмотрѣніи явленій неорганическаго міра мы натолкнулись на многія трудности и неразрѣшенные вопросы, все-же мы можемъ считать энергетическую картину міра въ общемъ и въ главныхъ чертахъ удовлетворительною. Ибо мы убѣждены, что эта картина даетъ намъ нѣкоторую сумму общихъ понятій, значительно облегчающихъ намъ пониманіе существующихъ и предвидѣніе будущихъ явленій, и не ставитъ намъ «загадокъ» или безнадежныхъ вопросовъ.

Въ иномъ положеніи находимся мы по отношенію къ органическому міру. Хотя, собственно говоря, мы стоимъ къ нему гораздо ближе, такъ какъ наше собственное тѣло принадлежитъ ему, но мы значительно неувѣреннѣе въ нашихъ сужденіяхъ о его явленіяхъ, и наша беспомощность въ случаяхъ неурожая, чумы и другихъ поврежденій органической жизни представляетъ поразительный контрастъ съ увѣренностью, съ которой мы обращаемся съ неорганическими условіями нашего существованія. Причина этого заключается въ значительно большей сложности органическихъ явленій сравнительно съ неорганическими. Жизнь, размноженіе, смерть суть процессы, сколько-нибудь подобные которымъ не встрѣчаются въ неодушевленномъ царствѣ, и условія, при которыхъ они совершаются, такъ многообразны и ихъ такъ трудно распознать, а тѣмъ болѣе ими овладѣть, что понятна сравнительная медленность научныхъ успѣховъ въ разрѣшеніи этихъ великихъ задачъ. Поэтому я и не могу поставить себѣ задачей дать такую теорію жизни, которая могла бы вполне отвѣтить на всѣ эти трудные вопросы. Я удовольствуюсь болѣе скромной задачей примѣнить полученные нами общія возрѣнія къ вопросамъ жизни, чтобы намъ, по крайней мѣрѣ, найти пути, по которымъ можно было бы приблизиться къ изслѣдованію ихъ. Естественно, что по существу это окажутся тѣ же пути, по которымъ наука уже идетъ. Ибо философія никогда не должна брать на себя задачу спеціальнаго изслѣдованія; если бы она попробовала это сдѣлать, то не замедлила бы возникнуть тяжкія ошибки. Лучшее, что она можетъ сдѣлать, это съ помощью прибрѣтенныхъ иными путями теорій поставить въ болѣе тѣсную связь данныя опыта, что послужитъ къ ихъ взаимному освѣщенію и подтвержденію.

Поэтому мы и поставимъ себѣ сначала вопросъ не о томъ, что такое жизнь, а о томъ, чѣмъ живыя образованія отличаются отъ неживыхъ.

Постояннымъ признакомъ всѣхъ живыхъ существъ есть *токъ энергіи*. Этотъ процессъ обозначаютъ обыкновенно словами *обмѣнъ веществъ*; но это названіе не передаетъ сущности дѣла. Мы не можемъ непосредственно понять, къ чему служить фактически совершающаяся постоянная замѣна веществъ, образующихъ организмъ, другими количествами тѣхъ же веществъ; кажется, было бы цѣлесообразнѣе, если бы однажды сформировавшееся вещество навсегда образовало тѣло организма и только совершенствовалось бы соотвѣтственно возможному росту. Между тѣмъ мы видимъ, что такое устройство свойственно только нѣкоторымъ частямъ тѣла, у чловѣка — костямъ, у дерева — древесинѣ; большая же часть тѣла подвергается постоянному обмѣну веществъ, который въ различныхъ частяхъ тѣла совершается съ различною скоростью.

Въ дѣйствительности обмѣнъ веществъ есть только явленіе, сопровождающее токъ энергіи. Такъ какъ организмы тратятъ главнымъ образомъ химическую энергію, прибрѣтеніе которой связано съ химическимъ превращеніемъ веществъ, то постоянно существуетъ необходимость, съ одной стороны, удалить изъ организма вещества, лишенные запаса энергіи, съ другой стороны, вводить въ организмъ новые запасы энергіи въ формѣ веществъ, которыхъ затѣмъ ожидаетъ та же участь.

Но токъ энергіи есть проявленіе жизни. Мы видѣли, что всѣ процессы сводятся къ измѣненію энергіи въ разсматриваемомъ образованіи. Слѣдовательно, и жизненные процессы суть энергетическіе процессы. Въ неорганизованномъ образованіи происходятъ только такія измѣненія энергіи, которыя обуславливаются его свойствами и свойствами окружающей его среды, причемъ эти измѣненія не проявляютъ тенденции къ самосохраненію или къ воспроизведенію; живыя же существа относятся совсѣмъ иначе. Находится ли данное количество воды въ формѣ жидкой воды или льда, зависитъ только отъ температуры окружающей его среды, и вода одинаково охотно переходитъ, въ зависимости отъ температуры, изъ перваго состоянія во второе или изъ второго въ первое. Организмы же относятся совершенно иначе. Они обладаютъ способностью удерживать извѣстное состояніе, даже когда мѣняются условія окружающей ихъ среды. Теплокровное животное сохраняетъ свою температуру приблизительно въ 37°, даже тогда, когда внѣшняя температура измѣняется на цѣлыхъ 50°, что случается въ нашихъ широтахъ, и только, когда она значительно превышаетъ внутреннюю температуру, организмъ теряетъ способность противостоять вліянію среды. *Эту способность самосохраненія мы и будемъ считать существеннымъ свойствомъ живого существа* \*).

Токъ энергіи и служитъ прежде всего для этого самосохраненія. Само собою разумѣется, что образованіе, находящееся въ энергетическомъ равновѣсіи, не можетъ активно реагировать на вліянія среды; оно, болѣе или менѣе медленно, переходитъ въ новыя состоянія равновѣсія, вынуждаемое къ тому измѣнившейся средой. Компенсированныя разности интенсивностей, которыми образованіе ограничи-

\* Эта самозащита встрѣчается въ зачаточной формѣ и въ неорганизованныхъ образованіяхъ, когда они находятся въ устойчивомъ равновѣсіи, поскольку они не выходятъ изъ этого состоянія добровольно и вообще оказываютъ тѣмъ большее сопротивленіе, т.е. требуютъ обмѣна энергіи, чѣмъ болѣе предстоящее имъ состояніе отличается отъ состоянія равновѣсія. Такъ, нѣкоторое количество воды, внесенное въ среду въ 0°, не все превращается тотчасъ же въ ледъ, такъ какъ при образованіи льда выдѣляется теплота, которая замедляетъ дальнѣйшее превращеніе. Но тутъ всегда дѣло идетъ о замедленіи, а не о препятствіи; организмъ реагируетъ на вліяніе среды активно, неорганизованное же образованіе — пассивно.

васть себя от окружающей среды, принимают иные значения, и сообразно съ этимъ оно преобразовывается. Для того, чтобы было возможно самодѣятельное сохраненіе, должна существовать (стр. 195) другая форма прочнаго существованія—стаціонарная (въ противоположность устойчивой). Это значитъ, что образованіе поддерживает свои свойства, получая некомпенсированныя разности энергій благодаря постоянному пополненію разсѣивающагося количества энергій.

Мы уже познакомились со свойствами стаціонарныхъ образованій (стр. 195) и убѣдились, что они чрезвычайно легко ведутъ къ периодическимъ явленіямъ. Сохраненіе стаціонарнаго состоянія поконится на саморегулированіи, причѣмъ расходъ энергій такъ вліяетъ на притокъ новаго количества энергій, что постоянно сохраняется приблизительно одинаковое состояніе. Если это взаимодѣйствіе не вполне совпадаетъ во времени, тогда наступаютъ колебанія вокругъ нѣкотораго средняго состоянія, т.-е. периодическія измѣненія его. Согласно съ этимъ мы и встрѣчаемъ, кромѣ внѣшнихъ періодовъ, обусловленныхъ смѣной временъ дня и года, еще и внутренніе періоды въ организмахъ, вытекающие изъ вышеприведеннаго источника.

То, что организмы суть стаціонарныя энергетическія образованія, есть прежде всего необходимое условіе жизни, но никакъ не достаточное. Въ стаціонарности заключается сходство, которое всегда проводили между жизнью и различными стаціонарными состояніями неорганизованныхъ образованій, напр. сходство жизни съ пламенемъ. Но въ организмахъ заключается и еще нѣчто, выражаемое словомъ самосохраненіе. *Они обладаютъ способностью самостоятельно завладѣвать запасомъ энергій, въ которомъ они нуждаются для поддержанія своего стаціонарнаго состоянія. Ихъ, слѣдовательно, можно сравнить съ лампой, которая, какии-нибудь образомъ, сама пополняла бы израсходованный ею керосинъ.*

Этимъ, какъ я думаю, я высказалъ существенныя энергетическія признаки жизни. Ибо подъ понятіемъ самосохраненія мы подразумѣваемъ не только простой процессъ приѣма внѣшней пищи, но и всѣ процессы, служащіе для добыванія ея, для устройства запасовъ, для охраны отъ вліяній природы и отъ враговъ, для облегченія жизнедѣятельности. Въ этомъ смыслѣ и теперешнія наши совмѣстныя философскія разсужденія способствуютъ самосохраненію человѣческаго рода, хотя я и не имѣю ни малѣйшихъ иллюзій относительно значенія вклада, который я при этомъ вношу.

Размноженіе организмовъ можно было бы тоже считать существеннымъ признакомъ жизни, такъ какъ оно есть постоянное свойство организмовъ. Но мнѣ кажется болѣе правильнымъ разсматривать размноженіе какъ часть самосохраненія, что не разъ уже было вы-

сказываемо. При этомъ задача самосохраненія переходитъ съ индивида на семейство, родъ, наконецъ, на весь органическій міръ; но этотъ переходъ такъ правленъ и совершается такъ непрерывно при посредствѣ множества соотвѣтственныхъ жизненныхъ явленій, что гораздо труднѣе провести грань между индивидомъ и общиной, чѣмъ признать непрерывный переходъ.

Но, указавъ на существенныя признаки жизненныхъ явленій, мы этимъ не хотимъ сказать, что мы «объяснили» жизнь, въ обычномъ значеніи этого слова. Такое чрезвычайно многообразное явленіе, какъ жизнь, не можетъ быть исчерпано краткими опредѣленіями. Но эти послѣднія помогаютъ болѣе точной и опредѣленной постановкѣ вопроса, а это, конечно, есть научный успѣхъ. Если можно въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ указать, какими средствами, т.-е. при участіи какихъ энергій, разрѣшается основная задача сохраненія тока, то тогда въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ о проблемѣ жизни будетъ сказано все, что можетъ быть спрошено. Къ сожалѣнію, мы очень еще далеки отъ этой цѣли; но, въ виду нѣкоторыхъ новыхъ теченій, считаю долгомъ сказать, что, по моему мнѣнію, богатое разнообразіе жизненныхъ явленій не содержитъ ничего, что не поддавалось бы энергетическому изображенію. Иными словами, въ фактъ жизни я не вижу какой-либо неразрѣшимой загадки и не могу понять, почему надежда на прогрессирующее проникновеніе въ законы жизненныхъ явленій могла бы оказываться обманчивой. И поскольку мы можемъ указать, какія энергіи участвуютъ въ жизненныхъ явленіяхъ и въ чемъ заключаются средства саморегулированія и, слѣдовательно, самосохраненія, постольку мы приближаемся къ объясненію жизни. «Разъ явленіе извѣстно со всѣхъ своихъ сторонъ, то этимъ самымъ оно и объяснено, и задача науки выполнена» \*).

Эти замѣчанія направлены противъ ученія «неовиталистовъ», утверждающихъ «необъяснимость» жизненныхъ явленій. Настроеніе этихъ естествоиспытателей можно хорошо понять, если обратить вниманіе на историческое развитіе и современное положеніе физиологіи. Высказанная приблизительно 50 лѣтъ тому назадъ аксіома, что всѣ процессы въ живыхъ организмахъ подлежатъ тѣмъ же законамъ физики и химіи, какии и процессы неорганическаго міра, привела къ чрезвычайному развитію этой науки; въ настоящее время дальнѣйшіе ея успѣхи нѣсколько стѣснены благодаря отсутствію новыхъ точекъ зрѣнія, и вмѣсто сознанія «какъ далеко мы ушли!» появилось болѣзненное сознаніе существованія многихъ пробѣловъ и безпомощности науки въ виду ихъ.

\*) J. R. Mayer, «Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme». 1850.



Тогда легко возникает мысль, что недостижимое в настоящее время вообще недостижимо.

На это можно сказать следующее: организм работает главным образом с помощью химической энергии и потому прежде всего зависит от ее законов. Но мы только очень недавно узнали законы химических процессов; прошло едва полтора десятка лѣтъ, что мы съ успѣхомъ начали овладѣвать этой задачей. Поэтому химія до сихъ поръ имѣла такъ много дѣла въ своемъ собственномъ домѣ, что она почти не имѣла времени обратить вниманіе на нужды своей сосѣдки. Поэтому, если фізіологія часто останавливается безпомощно передъ процессами тока энергии и передъ участвующимъ въ нихъ обмѣномъ веществъ, то это происходитъ оттого, что необходимыя химическія пособія частью еще не существуютъ, частью неизвѣстны фізіологамъ. Вспомнимъ, какіе громадныя успѣхи сдѣлала фізіологія, благодаря примѣненію къ ней химическихъ изслѣдованій, которое впервые было сдѣлано Либихомъ, находившимъ, что фізіологіи слѣдуетъ воспользоваться только-что начавшей развиваться органической химіей; не меньшихъ успѣховъ можно ожидать и отъ введенія въ фізіологію общихъ законовъ химическихъ реакцій и химическихъ равновѣсій. Задачи фізіологіи не могутъ быть сразу разрѣшены и всегда будутъ оставаться невыясненные вопросы—но эту участь съ ней раздѣляютъ всѣ науки. Во всякомъ случаѣ, фізіологія достигла большаго, чѣмъ философія.

Теперь, когда мы установили общія основныя положенія \*), съ точки зрѣнія которыхъ мы будемъ разсматривать явленія жизни, мы можемъ обратиться къ изслѣдованію нѣкоторыхъ важнѣйшихъ явленій. Но здѣсь я принужденъ еще больше рассчитывать на ваше снисхожденіе, такъ какъ въ философскомъ изслѣдованіи жизни я являюсь вдвойнѣ профаномъ. Если я, тѣмъ не менѣе, не уклоняюсь отъ этого изслѣдованія, то причина этому мое желаніе, чтобы эта попытка примѣненія къ явленіямъ жизни общихъ началъ, давшихъ намъ возможность набросать свободную отъ гипотезъ картину міра, побудила бы специалистовъ провѣрить, возможно ли вообще достигнуть этимъ способомъ правильнаго міровоззрѣнія. При этомъ я долженъ обратиться еще съ одной просьбой: не считать возможной непригодности моей попытки за доказательство негодности самихъ началъ, но принять въ соображеніе и такую возможность, что начала вѣрны, мое же примѣненіе ихъ неправомерно.

Когда мы обратимъ вниманіе на экономію организмъ, то

\*) Cp. W. Pfeffer, «Studien zur Energetik der Pflanze». Abhandl. d. Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. 1892.

прежде всего увидимъ, что исходной формой для всѣхъ проявленій служить исключительно химическая энергія. Слѣдовательно, организмъ есть въ сущности комплексъ химическихъ энергій, превращеніе которыхъ въ другія формы регулируется такъ, что образуется стаціонарное состояніе. Всѣ другія формы энергіи, возникающія въ организмѣ, особенно всѣ работы, производимыя имъ, проистекаютъ изъ превращенія химической энергіи.

Какимъ же способомъ добываютъ организмы эту энергію? Наблюденіе надъ всѣмъ организованнымъ міромъ показываетъ намъ, что это совершается только двумя путями. Одна группа организмъ, растенія, содержащія хромофиллы, питается лучистой энергіей, всѣ другія—химической. Организмы первой группы принадлежатъ къ растеніямъ; они имѣютъ сильно окрашенные снаряды. Эта окраска, по большей части, зеленого цвѣта, но иногда бываетъ и желтого, красного и коричневаго цвѣтовъ. Въ этихъ снарядахъ лучистая энергія, находящаяся въ распоряженіи растеній въ формѣ солнечнаго свѣта, превращается въ химическую энергію и накапливается въ формѣ химическихъ соединений. Въ виду особой присущей химической энергіи способности накапливаться въ небольшихъ пространствахъ и сохраняться безъ большихъ потерь (о которой уже было говорено, стр. 167) слѣдуетъ признать этотъ выборъ чрезвычайно цѣлесообразнымъ, такъ какъ среди всѣхъ формъ, въ которыхъ лучистая энергія, получаемая землей, можетъ быть собрана и сохранена для опредѣленнаго употребленія, самой дѣйствительной является химическая.

Химическіе процессы, съ помощью которыхъ производится накопленіе, чрезвычайно разнообразны въ своихъ конечныхъ результатахъ, по отношенію же къ исходному матеріалу чрезвычайно просты. Главнѣйшую часть этихъ процессовъ можно выразить такъ: возстановленіе угольной кислоты. Это распространенное всюду въ природѣ соединеніе углерода съ кислородомъ измѣняется при поглощеніи лучистой энергіи такъ, что газообразный кислородъ уходитъ въ атмосферу, углеродъ же, соединяясь съ элементами воды (въ небольшомъ количествѣ и съ другими элементами, какъ азотъ, фосфоръ, сѣра, калий и т. д.), переходитъ въ растеніе. Образовавшіяся соединенія способны возвращать поглощенную энергію при окисленіи свободнымъ кислородомъ и такимъ образомъ пополнять въ организмѣхъ потребность въ энергіи.

Такое употребленіе скопленной энергіи происходитъ прежде всего въ самомъ же растеніи. Всѣ отправленія, необходимыя для его существованія и размноженія, требуютъ затраты свободной энергіи: надо накачать черезъ корни къ верхушкѣ воду и растворенныя въ ней неорганическія вещества; надо образовать листья, цвѣты и плоды;

надо создать корпусъ, который могъ бы противостоятъ разрушительнымъ вліяніямъ вѣтра и непогоды. Все это требуетъ энергіи, которая и берется изъ химическаго запаса, добытаго путемъ «ассимиляціи», т.-е. путемъ поглощенія лучистой энергіи и сбереженія ея въ видѣ химической.

Такимъ образомъ, въ зеленыхъ растеніяхъ соединены необходимыя условія самосохраняющагося стаціонарнаго состоянія. Одной лучистой энергіи было бы для этого недостаточно, такъ какъ она не находится въ распоряженіи растений въ ночные часы, а въ большихъ широтахъ въ продолженіе зимы она имѣется въ весьма ограниченныхъ количествахъ. Слѣдовательно, для того, чтобы поддерживать стаціонарный токъ энергіи, необходима промежуточная форма энергіи. Съ другой стороны, источникомъ энергіи является только лучистая энергія, потому что на всей поверхности земли, насколько она намъ доступна, существуютъ только такіе запасы свободной энергіи, которые протекаютъ изъ настоящаго или бывшаго накопленія лучистой энергіи. Относительно сравнительно небольшого количества горючихъ веществъ, находящихся въ нѣдрахъ земли, мы знаемъ—о нѣкоторыхъ навѣрно, о другихъ съ большой вѣроятностью—, что источникъ ихъ происхожденія есть лучистая энергія. Это—ископаемый уголь, происхожденіе котораго изъ растений не подлежитъ сомнѣнію, и небольшая количества металлъсульфидовъ и тому подобныхъ веществъ, которыя, вѣроятно, произошли при участіи ископаемаго угля. Сюда еще, вѣроятно, относятся способныя къ окисленію вещества, находящіеся въ глубинѣ земли; они, впрочемъ, мало извѣстны и не играютъ значительной роли въ энергетической дѣятельности на земной поверхности.

Такъ какъ существованіе стаціонарнаго энергетическаго образованія связано съ поглощеніемъ лучистой энергіи, то понятно, почему жизнь въ твердой земной корѣ ограничивается весьма тонкимъ слоемъ ея, всего въ нѣсколько метровъ, на глубинѣ которыхъ совершается превращеніе энергіи. Нѣсколько иное наблюдается въ части земной поверхности, покрытой водою. И въ водѣ, особенно въ водѣ океановъ, происходятъ превращенія энергіи черезъ посредство ассимилирующихъ растений. Но такъ какъ вода прозрачна, т.-е. лучистая энергія проникаетъ съ незначительной потерей до значительныхъ глубинъ, то слой, въ которомъ произрастаютъ ассимилирующія растенія, для воды гораздо толще. Кромѣ того, жизнь распространяется значительно глубже того слоя, въ который проникаетъ лучистая энергія. Это происходитъ оттого, что растительныя тѣла, образовавшіяся въ верхнихъ слояхъ, плотнѣе воды, и потому постоянно опускаются на глубину, особенно послѣ умиранія. Благодаря этому, токъ лучистой энергіи превращается въ токъ химической энергіи, нижнюю границу

котораго образуетъ морское дно; этотъ токъ дѣлаетъ возможной жизнь на очень большой глубинѣ; но эта жизнь поддерживается уже на счетъ химической, а не лучистой энергіи. При этомъ надо принять въ соображеніе, что химическая энергія нуждается для своего превращенія въ присутствіи кислорода \*) и что, слѣдовательно, надо было позаботиться и о его присутствіи. Притокъ кислорода получается благодаря тому, что въ моряхъ существуютъ вертикальныя теченія, и вслѣдствіе диффузіи изъ верхнихъ слоевъ, въ которыхъ имѣется большой запасъ раствореннаго свободнаго кислорода, частью поглощеннаго изъ воздуха, частью выдѣленнаго зелеными частями растений.

Большой группѣ не ассимилирующихъ организмовъ приходится пользоваться для поддержанія жизни химической энергіей. Простейшіе изъ нихъ, какъ-то бактеріи, грибы и др., мало разборчивы въ выборѣ химической энергіи, которую они могутъ превращать, т.-е. въ выборѣ пищи; въ другихъ же организмахъ требованія особаго формъ ея, т.-е. особаго питательныхъ веществъ, бываютъ тѣмъ настоятельнѣе и опредѣленнѣе, чѣмъ сложнѣе и многообразнѣе ихъ функціи. Подобныя же различія существуютъ и въ способѣ добыванія пищи. Въ этомъ отношеніи растенія и низшіе организмы являются почти пассивными; они водворяются на мѣстахъ, гдѣ находится достаточно пищи, а когда она истощается, они превращаются въ такія формы (сѣмена, споры), въ которыхъ трата скопленнаго запаса энергіи сведена къ минимуму, благодаря ограниченію всѣхъ функцій. Когда эти формы попадаютъ въ болѣе благоприятныя условія, тогда онѣ вновь превращаются въ дѣятельныя формы, быстро размножающіяся благодаря питанію, пока снова не наступитъ недостатокъ въ пищѣ, а вмѣстѣ съ нимъ образованіе споръ. Мы видимъ, какъ эти два свойства: химическая неразборчивость и способность образованія, при отсутствіи пищи, недѣятельныя устойчивыя формы, соответствуютъ способу этихъ организмовъ получать пищу въ зависимости отъ случая.

По мѣрѣ того, какъ развивается способность самостоятельно добывать пищу, выборъ ея становится болѣе тщательнымъ, а съ этимъ связана вообще и болѣе высокая степень работы. Первой ступеню этой способности слѣдуетъ считать появленіе органовъ, удерживающихъ случайно попавшуюся добычу; второй является образованіе органовъ для привлеченія добычи. Эти органы могутъ быть работаны организмами, неспособными къ свободному передвиженію. Когда

\*) Свободныя количества химической энергіи получаютъ также при «распаденіи» (т.-е. химическомъ превращеніи безъ окисленія) органическихъ соединеній, безъ участія свободнаго кислорода, и существуютъ организмы, расходъ которыхъ пополняется такимъ образомъ. Но эти количества значительно меньше количествъ энергіи, освобождающихся при окисленіи.

къ этому прибавится еще образование аппарата, служащаго для передвиженія, то средства къ нахожденію и добыванію пищи окажутся уже значительно ббльшими, и выборъ пищи можетъ стать болѣе опредѣленнымъ. Это суть условія для существованія высшихъ организмовъ.

Теперь слѣдуетъ отвѣтить на вопросъ, какимъ способомъ регулируютъ организмы скорость превращенія химической энергіи въ другіе виды энергіи. Какъ было указано, организмы почерпаютъ свободную энергію изъ окисленія горючихъ, преимущественно углеродистыхъ веществъ, при дѣйствіи свободнаго кислорода; но при среднихъ температурахъ, при которыхъ живутъ организмы, эти вещества весьма медленно, почти незамѣтно окисляются кислородомъ; слѣдовательно, организмы должны располагать средствомъ ускорять окисленіе и другіе химическіе процессы, необходимые для нихъ, и, когда нужно, снова замедлять ихъ.

Существуютъ три такихъ средства вліять на скорость химическихъ реакцій. Первое есть температура: повышение температуры вообще ускоряетъ химическія реакціи, пониженіе—замедляетъ; слѣдовательно, полученіе подходящей температуры и было бы требуемымъ средствомъ.

Хотя это средство представляется намъ наиболѣе простымъ и исключительно примѣняется въ лабораторіи и въ технику, однако, организмами оно примѣняется сравнительно рѣдко. Приспособленія для поддержанія опредѣленной температуры находятся только у высшихъ позвоночныхъ животныхъ, у теплокровныхъ, причемъ эта температура выше температуры окружающей среды; къ тому же эти приспособленія ограничиваются поддержаніемъ опредѣленной температуры въ весьма узкихъ границахъ: организмы вырабатываютъ термостатическія приспособленія, а не печи или холодильники. Когда мы хотимъ ускорить процессъ окисленія нашихъ горючихъ матеріаловъ, мы для полученія высокой температуры устроиваемъ приспособленія для задерживанія тепла въ одномъ мѣстѣ и для усиленнаго притока воздуха; организмы же не имѣютъ такихъ приспособленій и только заботятся о поддержаніи постоянной скорости своихъ важнѣйшихъ химическихъ процессовъ, поддерживая постоянную, не зависящую отъ окружающей среды, температуру.

Второе средство для урегулированія скорости реакціи одинаково примѣняется и въ технику, и въ экономіи организмовъ; оно заключается въ пространственныхъ отношеніяхъ реагирующихъ веществъ. Данный процессъ протекаетъ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ меньшія количества участвующихъ веществъ приходятъ во взаимодействіе. Если въ реакціи участвуютъ растворенныя вещества, то эти количества за-

висятъ отъ концентраціи, т.-е. отъ отношенія между реагирующими веществами и общимъ пространствомъ, опредѣляемымъ растворителемъ. Если дѣло идетъ о взаимодействіи между растворенными и твердыми веществами, то приходится принимать въ расчетъ кромѣ концентраціи раствореннаго вещества еще и поверхность соприкосновенія съ твердымъ тѣломъ. Поверхности соприкосновенія между твердыми тѣлами такъ незначительны, что взаимодействіе ихъ вообще не поддается измѣренію.

Эта зависимость обмѣна отъ пространственныхъ отношеній является обширнымъ средствомъ для саморегулированія. Въ случаѣ, когда участвуютъ только растворы, вліяніе концентраціи на скорость выражается въ томъ, что организмъ работаетъ тѣмъ экономнѣе, чѣмъ болѣе израсходовано веществъ. Въ растворахъ разности концентраціи постоянно сглаживаются благодаря диффузіи; поэтому мѣстное израсходованіе вещества вызываетъ притокъ этого вещества съ другихъ мѣстъ. Если же вещество имѣется въ насыщенномъ растворѣ и въ твердомъ видѣ, то соотвѣтственно съ расходомъ раствореннаго вещества происходитъ раствореніе твердаго вещества, такъ что концентрація, а съ нею и скорость, остается постоянной, пока не израсходуется весь твердый запасъ. Если же, наоборотъ, вещество не расходуется, а образуется, то оно выдѣляется изъ раствора въ твердомъ видѣ въ такомъ количествѣ, что концентрація остается постоянной, и замедленія скорости образованія вслѣдствіе накопленія раствореннаго вещества не наступаетъ. Этихъ указаній достаточно, чтобы видѣть, какія разнообразныя средства для поддержанія стаціонарнаго состоянія даетъ организму комбинація твердыхъ и растворенныхъ веществъ.

Когда вещество выдѣляется въ твердомъ состояніи, тогда возможность химическаго взаимодействія чрезвычайно мала; поэтому такое выдѣленіе наблюдается во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда химическое взаимодействіе не должно имѣть мѣста. Такъ, вещества, запасаемыя на такіе періоды жизни, когда не имѣется въ распоряженіи источника энергіи, или запасаемыя для потомства, накопляются обыкновенно въ твердомъ видѣ. Также и вещества, не принимающія большаго участія въ превращеніи энергіи, но служащія для механическихъ цѣлей, какъ части скелета, стволы и т. д., принимаютъ твердую форму и тѣмъ самымъ обезпечиваютъ себя въ извѣстной мѣрѣ отъ химическихъ реакцій.

Наконецъ, объемъ и направленіе химическихъ реакцій регулируются, самымъ разнообразнымъ образомъ, механическимъ видомъ образованія и тѣмъ, что оно бываетъ снабжено стѣнками, трубками, отверстиями. Примѣненіе этого средства такъ распространено, что самое поверхностное наблюденіе надъ растеніемъ или животнымъ можетъ дать какое угодно число примѣровъ и объясненій.

Третье средство регулированія скорости химическихъ реакцій гораздо чаще применяется организмами, чѣмъ въ технику, которая только недавно поняла, какія удивительныя преимущества даетъ это средство. Произошло это оттого, что лишь въ недавнее время началось научное изслѣдованіе этого средства, и еще должны быть выработаны основанія для его рациональнаго употребленія. Это средство называется *катализомъ*.

Теченіе химическаго процесса и его отдѣльныхъ стадій такъ точно опредѣляется видомъ и количествомъ веществъ и внѣшними условіями, температурою и давленіемъ, что какъ послѣдовательность процессовъ, такъ и относительныя періоды времени, потребныя для отдѣльныхъ стадій, могутъ быть твердо установлены. Напротівъ, продолжительность времени, въ которое происходятъ эти послѣдовательныя процессы, не вполне опредѣляется природою взаимодействующихъ веществъ и внѣшними условіями, но она еще зависитъ отъ присутствія другихъ веществъ, которыя могутъ и не претерпѣвать при этомъ прочнаго измѣненія (хотя иногда оно и имѣетъ мѣсто) и количество которыхъ остается послѣ реакціи не уменьшившимся. Такія вещества называются катализаторами. Они дѣйствуютъ такъ, какъ-будто подъ ихъ вліяніемъ измѣнилась единица времени, взаимное же отношеніе временъ, потребныхъ для различныхъ стадій процесса, не измѣнилось. Такъ что при помощи катализатора какъ бы переставляется чечевица на маятникъ часовъ процесса.

Возможность такого дѣйствія и его согласимость съ основными положеніями энергетики стануть намъ понятными, если мы вспомнимъ, что химическая энергія, какъ таковая, не заключаетъ въ себѣ единицъ времени. Слѣдовательно, когда дано химическое образованіе, то изъ отношеній содержащихся въ немъ энергій можно узнать, произойдетъ ли въ немъ химическое превращеніе; это будетъ имѣть мѣсто въ томъ случаѣ, если при превращеніи можетъ уменьшиться количество свободной энергіи. Разъ дано начальное состояніе, то этимъ опредѣлено и конечное состояніе: это такое состояніе, при которомъ свободная энергія не можетъ болѣе уменьшаться, т.-е. наступаетъ равновѣсіе. Также можно доказать, что при этомъ даны и всѣ промежуточныя состоянія, и переходъ каждаго промежуточнаго состоянія въ другое сопровождается всегда уменьшеніемъ свободной энергіи. Но время, въ которое совершаются всѣ эти процессы, не дано. Здѣсь, вѣдь, рѣчь идетъ не о времени, механически опредѣляемомъ энергіей движенія, но о времени, управляемомъ процессомъ разсѣянія, а мы видѣли (стр. 198), что оно имѣетъ свою собственную мѣру, смотря по свойствамъ образованія, а не опредѣляется только разностью энергій.

Убѣдившись въ возможности помѣстить каталитическія явленія

въ наше цѣльное міровоззрѣніе, мы можемъ теперь не обращать вниманія на упрекъ, постоянно повторяемый поверхностными критиками, что признаніе каталитическаго дѣйствія не «объясняетъ» измѣненія продолжительности процесса. Но дѣло не въ объясненіи, а въ обозначеніи и резюмированіи фактовъ. На основаніи нецѣлесообразныхъ механическихъ аналогій было выработано представленіе, будто фактъ ускоренія или замедленія химическихъ процессовъ въ слѣдствіе присутствія не измѣняющихся веществъ требуетъ особаго объясненія, такъ какъ онъ въ сущности невозможенъ. Но разъ мы поняли, что для химическихъ процессовъ единица времени еще не установлена, то намъ кажется самой естественной вещью въ мірѣ, что присутствіе этого посторонняго вещества вліяетъ на опредѣленіе этой свободной единицы времени. Дѣло, конечно, принимаетъ иной видъ, если смотрѣть на химическія образованія какъ на гипотетически-механическія, которыя не могутъ быть непосредственно признаны за таковыя только въ слѣдствіе малаго размѣра своихъ членовъ, атомовъ. Въ такомъ случаѣ дѣйствительно трудно понять, какимъ образомъ постороннія вещества, не дѣйствующія химическими «силами» на вещества, участвующія въ обмѣнѣ, могутъ вліять на скорость обмѣна. Но это не есть возраженіе противъ понятія катализа, который обозначаетъ экспериментальный фактъ; это есть только доказательство непригодности атомистической и механической гипотезъ для разрѣшенія высшихъ задачъ науки.

Организмъ пользуется въ широкихъ границахъ свободой выбора скорости реакціи, благодаря присутствію каталитически дѣйствующихъ веществъ, и такимъ образомъ можетъ цѣлесообразно удовлетворять своимъ потребностямъ въ энергіи. Пока зерно ячменя сохраняется въ сухомъ видѣ, нерастворимый крахмалъ остается почти неизмѣненнымъ \*) рядомъ съ составными частями зародыша, находящимися тоже въ твердомъ или полутвердомъ состояніи, но при доступѣ воды (при достаточно высокой температурѣ) начинается цѣлый рядъ химическихъ реакцій, причѣмъ крахмалъ подъ вліяніемъ выделяемыхъ зародышемъ катализаторовъ (діастаза) переходитъ въ растворимыя формы, въ то время какъ другіе *энзимы* (органическіе катализаторы) ускоряютъ его сгораніе подъ дѣйствіемъ кислорода воздуха.

Эти катализаторы окисленія или *оксидазы* весьма распространены

\*) Пока зерно жизнеспособно, въ немъ, конечно, происходятъ жизненные процессы, т.-е. обмѣнъ энергій, такъ что обмѣнъ веществъ и особенно окисленіе не равны нулю, но нѣкоторой весьма малой величины. Доказательствомъ этому служитъ то, что сѣмена различныхъ растений не одинаково долго сохраняютъ жизнеспособность, и что послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго времени они перестаютъ давать всходы.

въ организмахъ, какъ въ растеніяхъ, такъ и въ животныхъ, ибо такъ какъ углеродистыя соединенія, сгораніе которыхъ составляетъ источникъ энергій, потребныхъ для различныхъ отправленій организма, сгораютъ вообще весьма медленно, то процессъ сгоранія долженъ быть ускоренъ катализаторами для того, чтобы стать физиологически пригоднымъ. Несмотря на чрезвычайную важность этихъ веществъ и на то, что ихъ присутствіе въ организмахъ было доказано Шёнбейномъ полвѣка тому назадъ, ихъ только недавно начали точно изслѣдовать. Причиной этого страннаго явленія былъ теоретическій страхъ, который внушали каталитическія явленія, на основаніи механическихъ теорій. Это представляетъ поразительный примѣръ вреднаго вліянія механическихъ гипотезъ, и я нахожу полезнымъ указывать на подобные примѣры, потому что обыкновенно подчеркиваются только выгодныя стороны этихъ гипотезъ.

Какія же работы долженъ совершать организмъ съ помощью имѣющихся въ его распоряженіи энергій?

Во-первыхъ, онъ долженъ *сохранять свой составъ*. Вещества, изъ которыхъ онъ состоитъ, подвергаются дѣйствію кислорода воздуха, часто также продолжительному дѣйствію воды, поэтому они окисляются или же растворяются. Хотя организмы такъ устроены, что потери отъ этихъ причинъ чрезвычайно малы, эти послѣднія все же никогда не бываютъ равными нулю и, слѣдовательно, должны быть возмѣщаемы. Мы съ самаго начала опредѣлили организмъ какъ стаціонарное состояніе энергій; это значитъ, что въ немъ постоянно совершаются потеря и возмѣщеніе энергій и веществъ.

Затѣмъ молодой организмъ *растетъ* до известной величины, т.-е. долженъ увеличивать свое тѣло. Въ то же время онъ долженъ накапливать запасы вещества, на счетъ которыхъ должна быть впоследствии удовлетворена потребность въ энергій, а именно тогда, когда организмъ, отвлеченный другими потребностями, не можетъ заниматься исключительно добычаніемъ пищи.

Наконецъ, организмъ долженъ позаботиться о *потомствѣ*. Повидимому, существуютъ причины, мѣшающія одному и тому же организму вѣчно поддерживать свое стаціонарное состояніе. Такъ какъ никакое саморегулированіе не можетъ быть совершеннымъ, то рано или поздно наступаетъ отклоненіе отъ этого состоянія, которое одно только и ручается за вѣчность. Особенно нѣкоторыя отклоненія, повидимому, не могутъ быть исключены съ помощью саморегулированія, ибо они все болѣе и болѣе накапливаются въ одномъ направленіи. Въ концѣ концовъ, нарушается прочность состоянія, и, наконецъ, кака-нибудь часть организма отказывается служить. Вслѣдствіе тѣсной связи между различными частями организма по отношенію къ выравниванію

ихъ дѣятельности такое отклоненіе влечетъ за собою большое число другихъ отклоненій, и составъ организма не можетъ быть сохраненъ. Тогда процессы, разсѣивающіе энергію, берутъ перевѣсъ надъ процессами накопленія энергій, и организмъ умираетъ.

Въ противовѣсъ этому общему явленію, органической міръ развилъ въ себѣ нѣкоторую общую способность, по которой каждый организмъ заботится о своей косвенной вѣчности, т.-е. о сохраненіи своего рода путемъ размноженія. Какъ это достигается въ отдѣльныхъ случаяхъ, мы рассмотримъ ниже; здѣсь только замѣтимъ, что и это важное отправление совершается съ тратой энергій. Приходится заложить основу тѣла новаго организма, и, въ большинствѣ случаевъ, приходится еще позаботиться о заготовкѣ питательныхъ веществъ для необходимой ему энергій на первое время его самостоятельнаго существованія, пока молодой организмъ еще не въ состояніи самъ добывать себѣ пищу. Эта послѣдняя работа становится излишней, если организмъ сразу попадаетъ въ благопріятныя условія.

Такимъ образомъ, мы видимъ, что всякое живое существо проводитъ всю свою жизнь въ постоянной заботѣ о добычаніи пищи и защитѣ отъ поврежденій. Часть энергій, которою оно обладаетъ, оно постоянно употребляетъ на добычаніе ббльшихъ количествъ ея и, слѣдовательно, распоряжается своимъ энергетическимъ запасомъ такъ, какъ экономный человѣкъ своимъ капиталомъ. Чѣмъ больше этотъ капиталъ и чѣмъ разнообразнѣе допускаемы имъ примѣненія, тѣмъ лучше можетъ организмъ сопротивляться вреднымъ внѣшнимъ нарушеніямъ. Но существуютъ известныя границы этой способности къ сопротивленію, и внезапныя нарушенія взаимнаго выравниванія процессовъ могутъ имѣть такія же смертельныя послѣдствія, какъ и медленныя накопленія отклоненій по мѣрѣ приближенія къ старости.

## Шестнадцатая лекція.

### ЦѢЛИ И СРЕДСТВА ОРГАНИЗМОВЪ.

Разсматривая въ общихъ чертахъ энергетическія отношенія организмовъ, мы встрѣтились съ новымъ понятіемъ, не встрѣчающимся въ неорганическомъ мірѣ. Это понятіе *цѣлесообразности*. Мы разсматривали жизненныя явленія такъ, какъ если бы въ каждомъ организмѣ находился мыслящій, разсуждающій и, особенно, заботливый

умъ, въ родѣ человѣческаго, который имѣетъ глубокія знанія химическихъ и физическихъ законовъ и такъ устроивается, что въ результатѣ за организмомъ обезпечены возможно прочный составъ и наибъгоднѣйшее размноженіе. Этого умъ сходенъ съ человѣческимъ и въ томъ отношеніи, что можетъ про себя сказать: «хоть не всевѣдущъ я, но многое мнѣ ясно» \*). Ибо въ дѣйствительности не всѣ приспособленія организма цѣлесообразны, и мы часто видимъ, что организмы умираютъ ранѣе естественнаго прекращенія ихъ индивидуальнаго развитія вслѣдствіе внутреннихъ или внѣшнихъ поврежденій, которыхъ, пожалуй, можно было бы избѣжать.

Это впечатлѣніе такъ неотразимо, что оно приобрѣло значеніе уже на очень раннихъ ступеняхъ развитія науки. Но изъ него не было выведено заключенія, что сами организмы обладаютъ умомъ, сходнымъ съ человѣческимъ, но значительно его превосходящимъ. Этому противорѣчитъ несомнѣнная глупость организмовъ при столкновеніи съ новыми, непривычными условіями, въ которыя ихъ ставитъ человѣкъ. Напротивъ, было сдѣлано предположеніе, что организмы созданы высшимъ, сходнымъ съ человѣческимъ, разумомъ, подобно тому какъ инструменты и машины сдѣланы человѣкомъ. То же предположеніе слѣдовало сдѣлать и относительно человѣка, такъ какъ его тѣло обладаетъ безчисленными цѣлесообразными приспособленіями, сущность которыхъ въ большинствѣ случаевъ неизвѣстна отдѣльному человѣку, пользующемуся ими, а между тѣмъ они дѣйствуютъ вполне цѣлесообразно.

Однако, это предположеніе приводитъ къ большимъ и разнообразнымъ затрудненіямъ; поэтому давно уже дѣлались попытки найти объясненіе этихъ несомнѣнныхъ фактовъ, основанное на наглядныхъ и уже извѣстныхъ понятіяхъ и данныхъ. Самой успѣшной въ этомъ отношеніи была идея о *самодѣятельномъ подборѣ подходящаго пути естественнаго исчезновенія неподходящаго или нецѣлесообразнаго*. При температурѣ выше 0° вода можетъ оставаться продолжительное время только въ жидкомъ состояннн, и если какимъ-либо образомъ образовался ледъ, то онъ не можетъ сохраниться, такъ какъ онъ поглощаетъ тепло и при этомъ обращается въ воду. Точно также изъ двухъ органическихъ образованій надежное существованіе будетъ обезпечено за тѣмъ, чей составъ обусловленъ окружающей средой, т.-е. при естественномъ подборѣ тѣмъ больше останется образованій, наибълье способныхъ къ прочному существованію, чѣмъ дольше вліяли одинаковыя внѣшнія условія.

Эти соображенія, высказанныя случайно и отрывочно уже въ

\*) Слова Мефистофеля.

древности, были приведены въ связь и дополнены въ серединѣ девятнадцатаго вѣка Чарльзомъ Дарвиномъ. Съ идеей, что наибълье цѣлесообразное образованіе необходимо должно переживать менѣе цѣлесообразнаго, Дарвинъ связалъ идею, что особенныя свойства родителей передаются дѣтямъ. Этимъ онъ указалъ рядомъ съ подборомъ наибълье цѣлесообразныхъ индивидовъ еще второй путь для усвоенія родомъ или видомъ наибълье цѣлесообразныхъ свойствъ. Совмѣстнымъ дѣйствіемъ этихъ двухъ факторовъ достигается, въ концѣ концовъ, или прочное усовершенствованіе вида въ случаѣ постоянства внѣшнихъ условій или вырабатывается въ немъ способность приспособленія къ новымъ условіямъ при измѣнчивости внѣшнихъ условій.

Эти соображенія, дѣйствительно, даютъ возможность составить весьма удивлительный взглядъ на условія существованія организмовъ. Намъ уже не зачѣмъ спрашивать, почему организмы должны быть такъ сложно устроены для сохраненія своей жизни? почему «природа» вообще не отказалась отъ созданія такихъ сложныхъ и непрочныхъ образованій?—такъ какъ тутъ вообще не было надобности ни въ выборѣ, ни въ рѣшеннн. Подобно тому, какъ при промываннн золотого песка водою, вода оставляетъ зерна золота не потому, что они драгоцѣнны, или полезны, или красивы, а только потому, что они вслѣдствіе своей тяжести скорѣе опускаются на дно, чѣмъ болѣе легкій кварцевый песокъ, такъ и цѣлесообразныя свойства организма вырабатываются не потому, что «природа» преслѣдовала при этомъ особенныя цѣли красоты, жизненности, наибълье полезнаго расхода энергнн, а только потому, что сохраняются тѣ образованія, которыя, благодаря присущимъ имъ свойствамъ, обладаютъ болѣе прочнымъ существованіемъ, такъ какъ менѣе прочныя скорѣе уносятся потокомъ времени. Мы пришли къ чрезвычайно тривиально звучащему положенію: тѣ виды организмовъ сохраняются дольше, которые наибълье прочны. Тутъ, конечно, говорится не объ индивидуальной продолжительности, а о наследственной передачѣ потомству.

Не слѣдуетъ думать, что въ этой мысли мало содержанія, потому что она такъ проста. Благодаря этой простой мысли, чрезвычайно запутанный вопросъ о цѣлесообразности организмовъ пересталъ быть загадкой и сталъ научной задачей, постепенное разрѣшеніе которой доступно человѣческому уму; а это такое большое приобретеніе, котораго нельзя достаточно высоко цѣнить. Ибо предвидѣнне будущаго, являющееся главнымъ средствомъ для обезпеченія собственной жизни и жизни рода, можетъ быть достигнуто только путемъ постепеннаго сведенія «міровыхъ загадокъ» къ опредѣленнымъ научнымъ проблемамъ и, хотя теории прогресса и приспособленія въ духѣ дарвинскаго ученія еще весьма несовершенны и важныя факторы еще не

приняты въ расчетъ, однако, давно уже не можетъ быть сомнѣнія въ научной плодovitости этой мысли, даже въ ея настоящей формѣ.

Развитіе дарвиновской идеи представляетъ поразительный примѣръ того, что наша мысль овладѣваетъ опытнымъ міромъ, не идя отъ простѣйшаго къ болѣе сложному, но какъ-разъ наоборотъ: къ простѣйшему мы приходимъ всегда подѣ конецъ. Это мы видимъ, напримѣръ, въ исторіи развитія астрономіи, въ которой простой системѣ Коперника и Кеплера предшествовали чрезвычайно запутанныя системы эницикловъ греческихъ астрономовъ; то же мы наблюдаемъ еще и теперь въ физикѣ и химіи, въ которыхъ чрезвычайно простое пониманіе явленій съ помощью энергетикѣ до сихъ поръ не вытѣснило запутанныхъ и неудовлетворительныхъ механическихъ гипотезъ, и вообще это явленіе мы наблюдаемъ въ различныхъ областяхъ науки. Причину этого легко понять. Первое, что мы познаемъ, суть отдѣльныя состоянія, и простыя, охватывающія всѣ явленія, идеи приобрѣтаются только путемъ обстоятельнаго, обширнаго образованія понятій, требующаго знанія отдѣльныхъ фактовъ. Чтобы достигнуть общихъ понятій, надо достаточно изучить отдѣльные явленія, совокупность которыхъ, конечно, гораздо запутаннѣе, чѣмъ получающееся изъ нихъ понятіе.

Къ этому еще присоединяется свойственное нашему уму стремленіе образовывать новыя понятія по возможности въ тѣсной связи со старыми. Самый способъ образованія понятія вызываетъ въ насъ это стремленіе. Мы стремимся примѣнить привычныя намъ понятія къ явленіямъ, къ которымъ они не вполне подходятъ, причѣмъ упускаемъ изъ виду тѣ факторы, которые не встрѣчаются въ привычныхъ намъ понятіяхъ. Такъ, намъ привычна, въ нашей повседневной дѣятельности, необходимость создавать цѣлесообразные предметы, которыхъ мы не находимъ готовыми; поэтому, встрѣчая не зависящія отъ насъ цѣлесообразныя вещи, мы, естественно, начинаемъ думать, что эти вещи сотворены кѣмъ-нибудь для его цѣлей. И только, когда мы, съ одной стороны, не можемъ найти этого другого, съ другой—видимъ, что вся наблюдаемая нами цѣлесообразность направлена на продленіе существованія данныхъ образованій, а не на какія-либо иныя цѣли, лежащія внѣ этихъ образованій, только тогда мы чувствуемъ, что первое образованное нами понятіе непригодно, и стараемся образовать иныя.

Изложенныя здѣсь вкратцѣ идеи чрезвычайно важны въ историческомъ отношеніи, такъ какъ онѣ связаны съ другими, особенно этическими и религіозными идеями и считались отъ нихъ нераздѣльными. Поэтому обсужденіе этого вопроса приняло оборотъ, первоначально ему несвойственный, и было ведено съ озлобленіемъ, которое,

имѣя своимъ источникомъ религіозное несогласіе, перешло и на научный вопросъ. Естествоиспытатели, мнѣніе которыхъ для насъ особенно важно, отвергнувъ представленіе о личной цѣлесообразности, стали подозрительно относиться и къ самому слову цѣлесообразность, считая его теологическимъ и ненаучнымъ. На основаніи вышеизложенныхъ соображеній мы считаемъ, однако, себя въ правѣ говорить о цѣлесообразности и нецѣлесообразности. Только мы придаемъ этимъ словамъ нѣкоторый опредѣленный смыслъ, а именно относимъ ихъ только къ долговѣчности образованія. *Цѣлесообразно все то, что увеличиваетъ долговѣчность, нецѣлесообразно все, что ее сокращаетъ.* Такъ какъ одна и та же вещь можетъ принадлежать различнымъ образованіямъ ббльшаго или меньшаго объема, то одно и то же опредѣленное свойство или одинъ и тотъ же опредѣленный процессъ могутъ быть цѣлесообразны въ смыслѣ одной связи и нецѣлесообразны въ смыслѣ другой. Отмираніе клѣточекъ нарыва нецѣлесообразно съ точки зрѣнія нарыва, ибо сокращаетъ его долговѣчность; напротивъ, съ точки зрѣнія всего организма оно цѣлесообразно, такъ какъ сокращенная долговѣчность нарыва обезпечиваетъ большую долговѣчность организма.

Съ понятіемъ цѣлесообразности организма въ смыслѣ возможно большей долговѣчности связаны соотвѣтственныя понятія о пространственномъ протяженіи и объ обладаніи возможно большимъ запасомъ энергіи. Эти два фактора можно разсматривать какъ средства для достиженія цѣли, поскольку болѣе богатое обладаніе ими обезпечиваетъ большую долговѣчность. Но во многихъ случаяхъ легче судить о цѣлесообразности по отношенію къ пространству и энергіи, чѣмъ по отношенію ко времени, именно въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣло касается образованій, обладающихъ очень большою сравнительно съ человѣческой долговѣчностью.

Завоеваніе пространства организмомъ происходитъ такимъ образомъ, что число отдѣльныхъ организмозвъ увеличивается, тогда какъ величина самихъ организмозвъ колеблется въ очень узкихъ границахъ. На вопросъ, почему опредѣленный организмъ не растетъ до безконечности, разъ онъ находитъ достаточно пищи, но увеличивается только путемъ образованія потомства, приходится отвѣтить, что свойства, необходимыя для сохраненія стационарнаго состоянія, измѣняются не пропорціонально величинѣ организма, а обыкновенно находятся къ ней въ иныхъ отношеніяхъ. Такъ, всѣхъ бруса увеличивается пропорціонально третьей степени его длины, если другія его измѣренія увеличиваются въ тѣхъ же отношеніяхъ; но его сопротивленіе увеличивается только пропорціонально квадрату его измѣренія. Слѣдовательно, небольшой брусокъ въ нѣсколько сантиметровъ длины можетъ выдержать въсь,

во много разъ превосходящій его собственный вѣсъ, если онъ подпертъ на концахъ и свободенъ въ серединѣ; брусь изъ того же материала и при тѣхъ же условіяхъ ломается отъ своего собственнаго вѣса при пропорціональномъ увеличеніи своего объема.

Къ этимъ соображеніямъ, высказаннымъ еще Галилеемъ по поводу неуклюжести большихъ животныхъ примыкаютъ еще другія изъ другихъ областей. Если увеличить вдвойнѣ длину, ширину и высоту жвачнаго животнаго, то ему придется питать въ восемь разъ болѣе тѣло; между тѣмъ поперечные разрѣзы рта и кишекъ увеличились бы только въ четыре раза, и животному пришлось бы или вдвое быстрее ѣсть, или голодать. Кромѣ того, поверхность кишекъ увеличится только въ четыре раза, слѣдовательно, всасываніе пищи будетъ происходить значительно медленнѣе, однимъ словомъ животное выходитъ изъ подвижнаго равновѣсія и перестаетъ быть стаціонарнымъ образованіемъ.

Слѣдовательно, поддержаніе приблизительно одинаковой величины отдѣльныхъ существъ одного вида есть слѣдствіе необходимаго взаимнаго выравниванія функций организма; эта величина можетъ быть измѣнена только въ томъ случаѣ, если измѣнятся эти функции. Что это возможно при соответственномъ измѣненіи питанія и образа жизни, это мы видимъ на результатахъ искусственнаго подбора, причѣмъ получаютъ отдѣльные экземпляры рогатаго скота или лошадей и особенно плодovъ и цвѣтовъ, масса которыхъ во много разъ превышаетъ массу основнoй формы. При одичаніи такихъ облагороженныхъ породъ, т.-е. при возвращеніи ихъ къ прежнимъ условіямъ жизни, онѣ обыкновенно съ теченіемъ времени принимаютъ прежніе размѣры.

Эти соображенія затрогиваютъ и вопросъ объ энергіи. Количество энергіи, накапливаемое организмомъ въ формѣ одинаковыхъ химическихъ соединений, прямо пропорціонально массѣ организма; поэтому всѣ противодѣйствія измѣненію величины суть противодѣйствія индивидуальному увеличенію запаса энергіи. Что и въ этомъ отношеніи могутъ быть произведены измѣненія путемъ систематическаго регулированія условий существованія, видно изъ результатовъ откармливанія убойнаго скота и разведенія рабочаго скота. Но это можетъ происходить только въ узкихъ границахъ, такъ что наивыгоднѣйшимъ средствомъ является увеличеніе числа отдѣльныхъ существъ.

Итакъ, разсмотрѣніе жизненныхъ условий всѣхъ организмовъ приводитъ тоже къ необходимости для нихъ расширять объемъ отдѣльнаго существованія на счетъ вида или рода. Это расширеніе имѣетъ существенное значеніе не только для внѣшнихъ физическихъ условий, но опредѣляетъ также и духовную жизнь до самыхъ высшихъ ея проявленій.

Составивъ себѣ раціональный взглядъ на цѣлесообразность, мы приобретаемъ право въ нашихъ дальнѣйшихъ разсужденіяхъ спрашивать о цѣлесообразности существенныхъ особенностей организма, потому что сохраняется только цѣлесообразное. Напротивъ, только вещи, цѣли которыхъ мы не понимаемъ, будутъ нуждаться въ особенномъ объясненіи, т.-е. такіа вещи, относительно которыхъ мы не можемъ указать, какимъ образомъ онѣ способствуютъ долговѣчности образованія; объясненіе будетъ дано, если мы покажемъ, что участіе этихъ вещей способствовало достиженію нѣкоторыхъ иныхъ цѣлей. Когда мы, такимъ образомъ, покончимъ съ вопросомъ о цѣлесообразности, выступитъ другой вопросъ, вопросъ о причинѣ. Послѣ того какъ мы узнаемъ, что все, что организмъ имѣетъ или дѣлаетъ, цѣлесообразно, т.-е. служитъ къ увеличенію его долговѣчности, мы должны отвѣтить на вопросъ, какими средствами онъ достигаетъ этой цѣли. Здѣсь намъ часто придется сознаться въ недостаточности нашихъ знаній, обусловившей пессимистическіе взгляды неовиталистовъ.

Разсмотримъ сначала простѣйшій организмъ, бактерію, живущую въ питательной средѣ. Существованіе этого организма обусловлено тѣмъ, что въ окружающей ее средѣ существуютъ какъ температура, подходящая для развитія свойственной ей скорости реакціи, такъ и химическая энергія, необходимая для поддержанія стаціонарнаго состоянія. Питательная среда, какъ таковая, должна содержать вещества, способныя выдѣлять химическую энергію черезъ окисленіе или какія-либо иныя химическія превращенія; если отсутствуютъ условія или вещества, необходимыя для химическаго превращенія, то организмъ не можетъ развиваться.

Въ тѣлѣ бактерій находятся энзимы, присутствіе которыхъ ускоряетъ необходимыя химическіе процессы. При этомъ питательное вещество тратится, т.-е. превращается въ другія вещества; это является побудительной причиной къ замѣщенію истраченныхъ веществъ путемъ диффузіи изъ питательнаго раствора, ибо, благодаря диффузіи, всякое вещество переходитъ туда, гдѣ его нѣтъ или гдѣ оно находится въ меньшемъ количествѣ. Такимъ образомъ, обезпечены не только сохраненіе, но и ростъ организма.

Но ростъ не увеличивается безгранично, и спустя нѣкоторое время одноклѣточный организмъ раздѣляется на двѣ клѣтки, которыя, смотря по обстоятельствамъ, или разлучаются, или остаются болѣе или менѣе слабо соединенными. Цѣлесообразность этого процесса вполне ясна; такъ какъ притокъ питательныхъ веществъ совершается на поверхности клѣтки, то количество всасываемыхъ веществъ увеличивается пропорціонально квадрату линейнаго измѣренія, масса же тѣла увеличивается пропорціонально его третьей степени; и должна суще-



ствовать граница, которой тѣло не можетъ перешагнуть безъ опасности для своего питанія, а, слѣдовательно, и существованія (стр. 241).

Эта смѣна роста и дѣленія продолжается до тѣхъ поръ, пока питательная жидкость доставляетъ необходимую энергію. Когда же, вслѣдствіе израсходованія, она становится все бѣднѣе и бѣднѣе, тогда организмъ претерпѣваетъ иное измѣненіе. Онъ переходитъ въ такъ называемую прочную форму, т.-е. въ образованіе, въ которомъ совершается чрезвычайно незначительный обмѣнъ веществъ, которое благодаря образовавшейся вокругъ него прочной оболочкѣ, способно стойко переносить разнообразныя внѣшнія условія. Такой образъ дѣйствія весьма цѣлесообразенъ, потому что именно благодаря дѣленію и размноженію находящейся на лицо химической запасъ, который никогда не бываетъ безграничнымъ, очень скоро истощается, такъ что организму пришлось бы погибнуть со всѣмъ своимъ потомствомъ, если бы не существовало приспособленій, обезпечивающихъ его существованіе въ тотъ промежутокъ, когда онъ не обезпеченъ пищей.

Образовавшіеся такимъ образомъ зародыши или споры поддерживаютъ свою медленно протекающую жизнь на счетъ химической энергіи своей массы, которую они расходуютъ чрезвычайно экономно. Это свойство присуще всѣмъ, ибо самые экономные организмы суть въ то же время и самые долговѣчные и, слѣдовательно, наиболѣе застрахованные. Когда зародыши попадаютъ въ питательный растворъ, изъ нихъ снова развиваются организмы прежняго вида, и весь рядъ процессовъ начинается сызнова. Для развитія зародышей, повидимому, достаточно воды и тепла, такъ какъ эти два условія такъ ускоряютъ химическія реакціи, что начинается ростъ. Если въ водѣ нѣтъ питательныхъ веществъ, то молодой организмъ погибаетъ. Изъ многихъ развившихся въ этихъ условіяхъ организмовъ нѣкоторые найдутъ себѣ пищу, они явятся родоначальниками новыхъ поколѣній, и такимъ образомъ долговѣчность вида обезпечена.

Изобразивъ эти процессы съ точки зрѣнія цѣлесообразности, мы рассмотримъ теперь ихъ причинную сторону, т.-е. физическія и химическія условія, благодаря которымъ они происходятъ. Прежде всего мы должны сознаться, что вслѣдствіе большой сложности процессовъ и чрезвычайной трудности точнаго изслѣдованія веществъ, образующихъ тѣла организмовъ (такъ называемыхъ бѣлковъ), не можетъ быть и рѣчи о полномъ выясненіи этой стороны. Кажется даже, что для этихъ столь многообразныхъ и въ то же время правильно протекающихъ процессовъ совсѣмъ не можетъ быть дано физико-химическаго объясненія. Это относится, напримѣръ, къ замѣчательному закону, что видъ организма сохраняется черезъ всѣ метаморфозы, такъ что изъ споръ образуется всегда та же бактерія, изъ которой образовались споры.

Однако, дѣло совсѣмъ не такъ безнадежно. Правда, обычныя представленія о «формированіи» этихъ образованій по нѣкоторому образцу не приведутъ насъ ни къ чему, если даже этотъ образецъ будетъ называться «идеей» организма. Но въ нѣкоторыхъ неорганическихъ явленіяхъ, напримѣръ, въ явленіяхъ образованія твердыхъ тѣлъ, особенно кристалловъ, мы встрѣчаемъ большое сходство съ жизненными явленіями, и хотя знаніе этихъ процессовъ и не даетъ намъ непосредственныхъ свѣдѣній о томъ, какимъ образомъ организмъ достигаетъ своихъ цѣлей, однако, оно служитъ намъ ручательствомъ за то, что подобные результаты могутъ быть достигнуты чисто физико-химическимъ путемъ. Рассмотримъ ближе нѣкоторые изъ этихъ процессовъ.

Если охладить жидкость ниже ея точки замерзанія или растворъ твердаго тѣла ниже точки насыщенія, то твердая форма (такъ называемая твердая фаза) можетъ и не выдѣляться при температурѣ, при которой твердая форма постоянна; напротивъ, они остаются жидкими и могутъ какъ угодно долго сохранять это состояніе, если превышеніе не было слишкомъ большимъ. Жидкость называютъ тогда пересыщенной.

Если въ эту пересыщенную жидкость внести кристаллъ твердой фазы, то кристаллъ начинаетъ расти на счетъ жидкой формы до тѣхъ поръ, пока вслѣдствіе измѣненія температуры или концентрации не наступитъ равновѣсіе. Энергетически дѣло обстоитъ такъ: образованіе, состоящее изъ кристалла и находящейся въ соприкосновеніи съ нимъ пересыщенной жидкости, не находится въ равновѣсіи, хотя каждая часть сама по себѣ и была въ равновѣсіи. Кромѣ равновѣсія каждой части существуетъ еще равновѣсіе, которое можетъ наступить только при ихъ соприкосновеніи; когда онѣ соприкасаются, тогда прежнее равновѣсіе не можетъ сохраниться, и происходитъ реакція, выражающаяся въ ростѣ кристалла. Поэтому переохлажденную или пересыщенную жидкость называютъ метастабильной, такъ какъ она, будучи сама по себѣ устойчивой, перестаетъ быть таковой при соприкосновеніи съ кристалломъ.

Чтобы составить себѣ ясное представленіе, какимъ образомъ возможны такого рода явленія, стоитъ только вспомнить наши изслѣдованія явленій высвобожденія и тому подобныхъ, данныя на стр. 216. Механическая картина была бы такова: шаръ лежитъ въ небольшой плоской чашкѣ, поставленной на какой-нибудь высокой предметъ; въ чашкѣ шаръ находится въ равновѣсіи, ибо при небольшихъ сдвигеніяхъ онъ снова возвращается въ первоначальное положеніе. Но какъ только сдвигеніе перейдетъ извѣстную границу, такъ что шаръ перейдетъ за край чашки, то равновѣсіе исчезаетъ, шаръ не возвращается уже на прежнее мѣсто, а падаетъ на полъ.

Также мы должны разсматривать и организм, напримѣръ, бактерію въ ея питательной жидкости. Переходъ веществъ, находящихся въ растворѣ, въ тѣло организма связанъ съ уменьшеніемъ свободной энергіи и поэтому имѣетъ мѣсто. Подобно тому, какъ изъ раствора, который не содержитъ твердаго тѣла, а только его составныя части, можетъ, однако, выдѣлиться твердое тѣло, образующееся изъ своихъ составныхъ частей въ моментъ ихъ отвердѣванія, такъ и вещества, находящіяся въ жидкости, превращаются въ тѣлѣ организма въ другія формы съ потерей энергіи, и мы можемъ полагать, что причины ихъ образованія сходны съ причиною роста кристалла въ его питательной средѣ.

Затѣмъ бактерія еще обладаетъ особеннымъ свойствомъ размноженія и перехода въ другую форму въ случаѣ истощенія питательной жидкости. И для этихъ случаевъ существуютъ аналогіи въ неорганическомъ мірѣ.

Если у насъ имѣется растворъ глауберовой соли, то мы можемъ прежде всего вызвать только-что описанныя явленія пересыщенія и роста съ помощью твердаго кристалла соли. Затѣмъ происходитъ явленіе, сходное съ дѣленіемъ клѣтокъ при продолжительномъ дѣйствіи питательнаго раствора: вслѣдствіе испаренія воды поддерживается пересыщенное состояніе раствора, и введенный въ жидкость кристаллъ не только будетъ расти, но на немъ еще появятся многочисленные болѣе молодые кристаллы, такъ что, въ концѣ концовъ, въ питательной жидкости будетъ находиться нѣсколько кристалловъ приблизительно равной величины и равной формы; это явленіе сходно съ простымъ размноженіемъ клѣтокъ.

Когда вода совершенно испарится, тогда въ сухомъ воздухѣ начинается вывѣтриваніе образовавшихся кристалловъ. Они теряютъ содержащуюся въ нихъ воду, но не теряютъ способности давать всходы. Напротивъ, порошокъ вывѣтрившейся соли, брошенный въ пересыщенный растворъ глауберовой соли, вызываетъ образованіе кристалловъ, содержащихъ воду. Слѣдовательно, и глауберова соль образуетъ какъ бы «прочную форму», приспособленную къ новымъ условіямъ существованія въ сухомъ воздухѣ и болѣе стойкую, чѣмъ кристаллическая соль, содержащая воду. И эта прочная форма такъ же не безусловно стойка, какъ и споры бактерій: отъ нагрѣванія ея порошокъ теряетъ способность вызывать образованіе кристалловъ въ пересыщенномъ растворѣ.

Эти явленія могутъ совершаться въ природѣ безъ содѣйствія челоука. Напримѣръ, въ южной Россіи существуютъ озера, представляющія концентрированные растворы глауберовой соли, выдѣляющіе при испареніи кристаллы. Лѣтомъ эти озера высыхаютъ, и кристаллы вывѣтриваются. Когда осенью озера снова наполняются водою, то всѣ

условія для образованія новыхъ кристалловъ, содержащихъ воду, на лицо, потому что, хотя вслѣдствіе вывѣтриванія кристаллы и стали безводными, но они обладаютъ способностью образовывать кристаллы, содержащія воду, какъ только попадутъ въ подходящую «питательную жидкость», т.-е. воду. Такимъ образомъ, благодаря смѣнѣ временъ года, происходитъ правильная смѣна поколѣній кристалловъ.

Этотъ примѣръ я привелъ вамъ не для того, чтобы вы подумали, что совсѣмъ то же самое происходитъ и съ бактеріями. Я хотѣлъ только вамъ показать, что и въ неорганическомъ мірѣ возможны процессы, имѣющие типическое сходство съ цѣлесообразнымъ образомъ дѣйствія организмовъ. Но благодаря этимъ примѣрамъ возможность происхожденія цѣлесообразныхъ организмовъ не кажется намъ такой непонятной.

Мы имѣемъ въ этой области еще много другихъ аналогій, могущихъ служить для той же цѣли. Разсмотримъ сначала среди нихъ явленіе возникновенія изъ себѣ подобнаго или сохраненіе вида. Если въ метастабильную жидкость такого состава, что изъ нея могутъ образоваться различныя твердыя формы, мы посѣемъ мелкіе кристаллы или зародыши одной изъ этихъ формъ, то изъ жидкости будутъ выдѣляться кристаллы этой формы, для остальныхъ же она останется въ пересыщенномъ состояніи. Это соотвѣтствуетъ тому, что въ какой-либо данной питательной средѣ могутъ развиваться весьма различныя организмы, но развиваются всегда тѣ, споры или вегетативныя формы которыхъ внесены въ питательную жидкость. Какъ извѣстно, до сихъ поръ не удавалось получить организмы изъ органическихъ веществъ; они не образуются въ отсутствіи зародышей того же рода. Тому же закону подчиняется и образованіе кристалловъ изъ метастабильныхъ растворовъ; не очень пересыщенный растворъ глауберовой соли остается жидкимъ безгранично долгое время, если исключена возможность доступа готовыхъ зародышей глауберовой соли (напримѣръ, въ запаянныхъ сосудахъ), и въ извѣстныхъ границахъ температуры и концентраціи самопроизвольное образованіе кристалловъ глауберовой соли также невозможно, какъ невозможно самопроизвольное образованіе бактерій или грибка плѣсени. Различіе заключается въ томъ, что если продолжать насыщать растворъ глауберовой соли или понижать его температуру, то, наконецъ, получится состояніе, въ которомъ происходитъ самопроизвольное образованіе кристалловъ, т.-е. въ отсутствіи зародышей. Слѣдовательно, можно, пожалуй, сказать, что отрицательные результаты всѣхъ попытокъ полученія организмовъ въ отсутствіи зародышей зависятъ отъ незнанія условій, при которыхъ нарушается «метастабильная граница» питательнаго раствора по отношенію къ органической жизни. И въ этомъ случаѣ я никоимъ об-

разомъ не хочу сказать, что эти сходные процессы тождественны. Я желаю только изъ формальнаго согласованія вывести возможность соответственныхъ процессовъ въ органическомъ мірѣ и опровергнуть мнѣніе, будто эти явленія вообще не принадлежатъ къ міру физико-химическому.

Этимъ способомъ мы находимъ аналогіи только для отпавленій простѣйшихъ организмовъ. Но между этими послѣдними и высшими болѣе сложными образованіями существуютъ столь многочисленныя промежуточныя ступени, что не можетъ быть и рѣчи о скачкѣ или о незаполненномъ пробѣлѣ. Поэтому весьма вѣроятно, что и самыя сложныя жизненныя явленія могутъ быть объяснены физико-химически.

Это относится прежде всего къ чрезвычайно разнообразному вышнему виду организмовъ. При развитіи совершенно повидимому, безформенныхъ зародышей получаютъ совершенно точныя копіи тѣла родителей; для объясненія этого факта біологія строитъ множество болѣе или менѣе удачныхъ теорій. Подобное же отношеніе мы находимъ и у кристалловъ, въ которыхъ совершенно исключена жизнеспособность. Такъ, напримѣръ, кристаллизующійся въ кристаллахъ правильной системы нашатырь обладаетъ особенной способностью давать рѣшетчатое образованіе, представляющее извѣстную комбинацію кристаллическихъ индивидовъ. Здѣсь даже нѣтъ необходимости въ присутствіи зародыша, какъ въ вышеописанномъ случаѣ; если совершенно растворить нашатырь или даже приготовить его синтетически изъ азота, водорода и хлора, и тогда полученный продуктъ дастъ при кристаллизаціи ту же особенную форму, по которой можно съ перваго взгляда отличить (подъ микроскопомъ) нашатырь отъ сотни сходныхъ съ нимъ веществъ. Но мы можемъ измѣнить эту форму, измѣнивъ вышнія условія: какъ только мы прибавимъ небольшія количества хлористой соли тяжелаго металла, желѣза или кобальта, тотчасъ же тонкая рѣшетка переходитъ въ болѣе грубую форму.

Итакъ, мы видимъ, что и въ совершенно простомъ по составу веществѣ имѣются свойства формы, зависящія исключительно отъ химическаго состава, и на которыя чрезвычайно влияетъ присутствіе другихъ химическихъ соединений. Поэтому намъ не будетъ казаться страннымъ, что опредѣленные химическія соединения, а можетъ-быть, и комбинаціи нѣсколькихъ соединений, присутствующія въ организмѣ, и постоянно возобновляющіяся въ немъ изъ питательной жидкости благодаря присутствію энзимовъ, обуславливаютъ образованіе опредѣленныхъ формъ, хотя, въ настоящее время, мы въ этомъ случаѣ, какъ и въ случаѣ нашатыря, не можемъ сказать, какова ближайшая связь между веществомъ и формой.



## Семнадцатая лекція.

### РАЗДРАЖИМОСТЬ И ПАМЯТЬ.

Высказанныя въ предыдущей лекціи размышленія не имѣли притязанія замѣнить собой подробное изслѣдованіе; ихъ цѣлью было только внушить вамъ мужество. Такъ, человекъ, взбирающійся на гору, съ болѣею увѣренностью борется съ встречающимися на его пути препятствіями, казущимися ему непреодолимыми, если онъ по какимъ-нибудь признакамъ видитъ, что этотъ путь уже былъ пройденъ другимъ человекомъ. Такъ и мы можемъ теперь приступить съ новымъ мужествомъ къ разсмотрѣнію дальнѣйшихъ проблемъ жизни.

Среди нихъ важнѣйшей является *раздражимость* организмовъ, т.-е. ихъ способность реагировать на различнаго рода раздраженія. Это свойство считали тоже специфически органическимъ, между тѣмъ, если глубже вникнуть, окажется, что оно представляетъ только болѣе сложный случай общихъ отношеній. Раздражимо, въ общемъ значеніи этого слова, всякое естественное образованіе, ибо во всякомъ образованіи измѣняются отношенія энергій, если на него какъ-нибудь дѣйствовать, т.-е. сообщать ему или отнимать у него энергіи; слѣдовательно, въ этомъ смыслѣ всякое образованіе реагируетъ на вышнее влияніе. Но затѣмъ проявляется различіе, такъ какъ одни образованія сохраняютъ новое состояніе, другія самостоятельно возстановляютъ прежнее состояніе. Оба случая мы можемъ наблюдать на неупругой и упругой проволокахъ, напримѣръ, свинцовой и стальной. Обѣ реагируютъ на дѣйствіе, направленныя къ измѣненію ихъ формы, но свинцовая проволока сохраняетъ приобретенную форму, стальная же снова принимаетъ прежнюю форму, когда ей дадутъ свободу.

Съ энергетической точки зрѣнія различіе заключается въ томъ, что работа, поглощенная свинцовой проволокой, превратилась въ теплоту, которая разсѣялась и не можетъ больше быть употреблена на возстановленіе прежней формы, въ стальной же проволоцѣ работа превратилась въ энергію формы, которую она можетъ снова отдать при возвращеніи къ прежней формѣ.

Реакція организмовъ относится по большей части ко второму

типу. Каково бы ни было непосредственное дѣйствіе раздражителя, въ концѣ концовъ, происходятъ такіе процессы, которые снова приводятъ организмъ къ прежнему состоянію или, по крайней мѣрѣ, обуславливаютъ его приближеніе къ нему. Происходитъ ли полное или неполное возвращеніе, это зависитъ отъ величины дѣйствія и реагирующей способности организма. Однако, вообще организмъ реагируетъ не такъ, какъ стальная проволока, которая просто превращаетъ поглощенную энергію въ обратимую форму, которой пользуется для возстановленія прежняго состоянія. Въ организмѣ скорѣе играетъ роль стаціонарность его состоянія такимъ образомъ, что токъ процесса смыиваетъ измѣнившіяся части или состоянія, такъ что снова возстановляется состояніе, соответствующее правильному, т.-е. самосохраняющемуся теченію. Нагляднымъ примѣромъ можетъ служить пламя свѣчи, которое можетъ быть временно искажено сквознымъ вѣтромъ, постороннимъ тѣломъ и т. п., но снова принимаетъ прежнюю форму, какъ только удаляются эти причины. И если этой причиной была, напримѣръ, щепочка, то пламя самостоятельно удалитъ ее, оно сожжетъ ее.

Эти примѣры могутъ служить аналогіями образа дѣйствія организмовъ. Мы видимъ, какъ растеніе сначала старается сдвинуть мѣшающія ему препятствія, а когда это не удается, оно обвивается вокругъ нихъ; какъ организмъ обрацаетъ, если это возможно, проникнувшія въ него постороннія тѣла въ растворимыя формы и этимъ путемъ удаляетъ ихъ. Конечно, эти реакціи тѣмъ цѣлесообразнѣе, чѣмъ выше степень развитія, на которой стоитъ организмъ; но это не только не противорѣчитъ тому, что мы знаемъ, но, напротивъ, обратное было бы совершенно невѣроятнымъ. Легко предвидѣть, что съ развитіемъ организма теченіе реакцій должно становиться сложнѣе вслѣдствіе все усиливающагося вліянія взаимнаго обуславливанія процессовъ.

Слѣдовательно, и въ этомъ отношеніи мы находимъ первообразъ дѣятельности организмовъ въ ихъ неорганическихъ образцахъ, въ стаціонарныхъ образованияхъ.

Этимъ же способомъ можно уяснить и образованіе нашихъ органовъ чувствъ. Изъ ихъ анатомическаго строенія и исторіи ихъ развитія слѣдуетъ заключить, что они берутъ начало въ наружной кожѣ и представляютъ изъ себя ея особенныя перерожденія. Извѣстно, что органы осязанія особенно многочисленны и чувствительны на тѣхъ мѣстахъ поверхности тѣла, которыя чаще другихъ употребляютъ для осязанія или для которыхъ особенно важно имѣть тонкое осязаніе въ цѣляхъ сохраненія жизни; поэтому не представляется логически невозможнымъ образованіе на поверхности тѣла такихъ мѣстъ, на которыхъ могла развиться особенно большая чувствительность къ ду-

чистой энергіи. Такимъ образомъ могло начаться образованіе глаза. То же можно сказать и о другихъ органахъ чувствъ.

При этомъ становится яснымъ, почему между органами чувствъ и видами энергіи не существуетъ простого параллелизма. Такъ какъ первые реагируютъ на разности интенсивностей, то казалось бы, что каждому виду энергіи долженъ былъ бы соответствовать органъ чувствъ, воспримчивый къ его интенсивности. На самомъ дѣлѣ это не вполнѣ такъ. Мы имѣемъ приспособленія для ощущенія давленія, т.-е. энергіи объема, лучистой энергіи или свѣта и теплоты. Ухо реагируетъ, какъ и органы осязанія, на механическую энергію, для химической энергіи мы имѣемъ два чувства—обоняніе и вкусъ, но оба мало развитыя, а для электрической и механической энергій совѣмъ не имѣемъ органа чувствъ. Эти противорѣчія и несовершенства вытекаютъ изъ практическаго назначенія нашихъ органовъ чувствъ. Послѣдніе развиваются только для такихъ энергій, реагировать на которыя для организма особенно важно. Такъ, низшіе организмы, живущіе въ водѣ и выжидающіе добычу, которую они хватаютъ, обволакиваютъ и ассимилируютъ, когда она случайно приходитъ въ соприкосновеніе съ поверхностью ихъ тѣла, обладаютъ поверхностнымъ химическимъ чувствомъ, благодаря которому эти процессы совершаются только тогда, когда поверхность тѣла приходитъ въ соприкосновеніе съ усвояемой пищей, а не съ постороннимъ тѣломъ. Подобно этому всюду въ организмахъ вырабатываются только такіе органы чувствъ, которые реагируютъ на присутствіе пищи, враговъ и вещей, имѣющихъ значеніе для размноженія. Это наблюдается во всемъ органическомъ мірѣ и примѣняется даже ко вторичнымъ органамъ чувствъ—къ инструментамъ, употребляемымъ человекомъ въ его научныхъ изслѣдованіяхъ. Такъ, электрическіе измѣрительные приборы далеко не получили бы такого развитія, какого они достигли въ настоящее время, если бы электрическія явленія не имѣли чрезвычайно большого практическаго значенія въ современной культурной жизни. Отвѣтъ на вопросъ, почему мы не имѣемъ органовъ чувствъ для всѣхъ видовъ энергіи, будетъ тотъ же, что и на вопросъ, почему нѣтъ микроскоповъ во всѣхъ семьяхъ: потому что въ нихъ не чувствуется настоятельной потребности.

Подобнымъ же образомъ можно отвѣтить и на вопросъ, почему выработались различные аппараты для одного и того же вида энергіи. Осязательныя и слуховыя ощущенія вызываются воздѣйствіемъ механической энергіи. Осязательныя ощущенія возбуждаются тѣлами, непосредственно соприкасающимися съ организмомъ; слуховыя же ощущенія возбуждаются звуковыми волнами воздуха, возникающими изъ процессовъ, происходящихъ на разстояніи; практическое различіе этихъ двухъ видовъ механической дѣятельности и обуслови-

васть развитіе различныхъ соотвѣтственно приспособленныхъ органовъ чувствъ.

Теперь мы можемъ въ заключеніе разсмотрѣть удивительное устройство нервныхъ аппаратовъ у животныхъ. У низшихъ организмовъ органы чувствъ по большей части непосредственно связаны съ приспособленіями, реагирующими на соотвѣтственныя впечатлѣнія и раздраженія; у высшихъ же наблюдается все большее и большее раздѣленіе ихъ. Между воспринимающими органами и органами, отвѣчающими активно на раздраженіе, находятся нитеобразные проводы, благодаря которымъ впечатлѣніе, воспринятое въ одномъ мѣстѣ, вызываетъ процессъ въ другомъ мѣстѣ. Въ чемъ заключается это явленіе, намъ совершенно неизвѣстно. Долго держалось предположеніе, что при этомъ происходятъ электрическіе процессы, подобно процессу въ телеграфной проволоцѣ\*), но это предположеніе не могло удержаться, когда въ началѣ девятнадцатаго вѣка І. В. Риттеръ доказалъ, что если разрѣзать нервъ и затѣмъ сомкнуть его концы, то электрическая проводимость сохраняется, способность же проводить раздраженіе уничтожается. Кромѣ того, Гельмгольцъ доказалъ сравнительно малую скорость передачи раздраженія по нерву, чѣмъ совершенно разрушилъ аналогію между нервнымъ и электрическимъ токами.

Въ настоящее время не только неизвѣстно, въ чемъ заключается процессъ, путемъ котораго раздраженіе передается по нервамъ, но трудно даже найти для него аналогичный процессъ въ физикѣ и химіи. Этотъ процессъ нельзя сравнить и со способами передачи механической энергіи: натяженіемъ, давленіемъ или колебаніемъ; анатомическая структура нерва, представляющаго узкій цилиндръ, наполненный полумягкой массой и покрытый нѣсколькими оболочками, не позволяетъ сравнивать его со шнуркомъ отъ звонка или съ проводомъ отъ рупора. Скорѣе всего можно найти аналогіи въ химическихъ процессахъ; можно предположить, что вслѣдствіе раздраженія конца нерва начинается химическій процессъ, распространяющійся по нервному веществу и вызывающій соотвѣтственныя измѣненія въ воспринимающемъ снарядѣ. Но среди химическихъ процессовъ можно найти очень мало такихъ, которые хоть нѣсколько отвѣчали бы вышеприведеннымъ условіямъ. Болѣе всего подходятъ процессы замерзанія въ переохлажденныхъ жидкостяхъ:

\*) Для исторіи человѣческаго ума очень интересенъ фактъ, что это сходство послужило къ изобрѣтенію электрическаго телеграфа медикомъ Збммерингомъ. Аналогія между токомъ электричества по проволоцѣ и токомъ раздраженія по нерву навела Збммеринга на мысль посылать вѣсти по проволоцѣ подобно тому, какъ онъ посылаются по нервамъ. Ср. Ostwald, Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre, Leipzig, 1895 г., стр. 285.

если наполнить трубку такой жидкостью, напимѣръ расплавленнымъ фосфоромъ, охладить ея содержимое ниже температуры плавленія и затѣмъ прикоснуться къ одному концу кусочкомъ твердаго фосфора, то замерзаніе весьма быстро распространится по трубкѣ, и этимъ способомъ можно вызвать замерзаніе переохлажденной массы фосфора, соприкасающейся съ другимъ концомъ трубки. Если затѣмъ предположить, что нервъ обладаетъ способностью вновь моментально принимать температуру выше точки замерзанія, тогда онъ снова былъ бы готовъ къ передачѣ.

Обобщивъ этотъ примѣръ, мы будемъ разсматривать нервъ какъ метастабильное образованіе (стр. 245), въ которомъ подъ дѣйствіемъ раздраженія возбуждается реакція, распространяющаяся затѣмъ по нерву. Въ такомъ образованіи самый процессъ даетъ требуемую энергію, и раздраженіе дѣйствуетъ только какъ возбудитель. Если держаться этого взгляда, то можно представить себѣ много иныхъ приспособленій, служащихъ подобнымъ же образомъ для передачи раздраженія, дѣйствующаго на одномъ концѣ, на другой конецъ.

Но эти предположенія опровергаются тѣмъ фактомъ, что пересылаемое нервомъ ощущеніе усиливается и ослабѣваетъ соотвѣтственно силѣ раздраженія.

Въ процессѣ, вызванномъ возбудителемъ, въ которомъ требуемая энергія дается самимъ процессомъ, не можетъ существовать подобнаго отношенія, ибо его сила зависитъ только отъ свойствъ самого образованія, а не отъ свойствъ возбудителя.

Кромѣ того, какъ извѣстно, незначительное по количеству приимѣненной энергіи раздраженіе можетъ вызвать значительныя дѣйствія, въ которыхъ количество энергіи значительно превышаетъ количество энергіи раздраженія. Изъ этого мы необходимо должны заключить, что въ какомъ-то мѣстѣ между раздраженіемъ и реакціей вставленъ процессъ возбужденія. Но мы знаемъ, что одно слово, на произнесене котораго потрачено чрезвычайно мало механической энергіи, можетъ возбудить къ опредѣленной дѣятельности всю силу человѣка. Слѣдовательно, намъ предстоитъ задача соединить эти два, повидимому, противорѣчивыхъ факта: соотвѣтственный \*) результатъ раздраженія и несомнѣнный характеръ возбудительнаго процесса, присущій раздраженію.

Сначала изслѣдуемъ, въ какомъ мѣстѣ всего пути можетъ происхо-

\*) Я нарочно употребилъ неопредѣленное слово «соотвѣтственный», такъ какъ результатъ обыкновенно увеличивается и уменьшается съ увеличеніемъ и уменьшеніемъ раздраженія, но не пропорціонально, а въ логарифмическихъ отношеніяхъ, когда имѣетъ мѣсто психо-физическій законъ, и въ болѣе сложныхъ отношеніяхъ, когда этотъ законъ не имѣетъ мѣста.

дить процессъ возбужденія. Онъ не можетъ происходить на периферическомъ концѣ нерва, такъ какъ нервъ передаетъ раздраженія, полученные имъ въ любомъ мѣстѣ его протяженія, даже и въ томъ случаѣ, если его конецъ совсѣмъ разрушенъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ результатъ раздраженія соответствуетъ силѣ раздраженія, что доказано изслѣдованіями надъ дѣйствіемъ на нервъ электрическаго раздраженія.

Отсюда, по-моему, слѣдуетъ заключить, что при раздраженіи нерва сообщаемая ему работа переходитъ въ другой видъ энергіи, количество которой соответствуетъ работѣ раздраженія, т.-е. вообще чрезвычайно мало. Эта энергія можетъ быть образована самыми разнообразными воздѣйствіями на нервъ, особенно, повидимому, не вліяетъ на результатъ, дѣйствовалъ ли электрическій, механическій или химическій раздражитель. Отсюда слѣдуетъ заключить, что по нерву проводится не непосредственно энергія, дѣйствующая на нервъ, какъ раздражитель, но что нервъ на всемъ своемъ протяженіи обладаетъ свойствомъ обращать сообщаемую ему различнаго рода энергію въ *нервную энергію*, какъ мы назовемъ неизвѣстную энергію, протекающую по нерву.

Обыкновенно протекающая по нерву энергія не дѣйствуетъ непосредственно на часть, напр., на мышцу, возбуждаемую къ дѣйствію раздраженіемъ, но между ними бываетъ вставленъ болѣе или менѣе сложный нервный аппаратъ. Мы не знаемъ пока еще, что въ немъ происходитъ. Но мы можемъ съ достаточною увѣренностью предполагать, что въ нервахъ, вызывающихъ дѣятельность, происходятъ совсѣмъ такіе же процессы, какъ и въ нервахъ органовъ чувствъ. Ибо можно, напримѣръ, вызвать сокращенія мышцъ тѣми же самыми химическими, электрическими или механическими раздраженіями соответственныхъ нервовъ, которые вызываютъ ощущенія, дѣйствуя на нервы органовъ чувствъ. Слѣдовательно, вообще придется сказать одно изъ двухъ: или нервная энергія, образовавшаяся въ органахъ чувствъ, проходитъ черезъ всѣ промежуточные аппараты, или она подвергается въ нихъ соответственнымъ превращеніямъ въ другіе виды энергіи, которые, въ концѣ концовъ, снова переходятъ въ нервную энергію въ томъ мѣстѣ, гдѣ начинается двигательный нервъ.

Слѣдовательно, возбужденіе должно происходить въ томъ мѣстѣ, гдѣ нервъ переходитъ въ снарядъ, напр., въ мышцу, потому что даже при непосредственномъ раздраженіи нерва, принадлежащаго мышцѣ, въ сокращеніи ея принимаютъ участіе количества энергіи, значительно превышающія количества, вызвавшія раздраженіе.

Но такъ какъ и въ этомъ случаѣ раздраженіе и результатъ раздраженія находятся въ нѣкоторомъ отношеніи, то *процессу возбужденія присуща способность регулировать дѣйствующую энергію*.

На первый взглядъ это можетъ показаться противорѣчивымъ,

потому что при воспламененіи порохового заряда или при обвалѣ лавины не можетъ быть и рѣчи о томъ, чтобы высвобожденіе и процессъ оставались въ определенныхъ отношеніяхъ. Но въ другихъ случаяхъ, напримѣръ, при нажимѣ электрической кнопки, это возможно; когда я перестаю нажимать, дѣйствіе тока прерывается. Кондукторъ электромотора можетъ регулировать въ широкихъ границахъ притокъ электрической энергіи простымъ процессомъ высвобожденія, поворачиваніемъ рукоятки.

Причина этого противорѣчія заключается въ томъ, что въ первомъ случаѣ энергія находится непосредственно въ реагирующемъ образованіи, во второмъ случаѣ она сообщается ему черезъ какой-нибудь проходъ, величина котораго можетъ быть регулирована, начиная отъ нуля. Слѣдовательно, во второмъ случаѣ должны существовать приспособленія, регулиующія высвобожденіе существующей свободной энергіи. Отсюда мы заключаемъ, что въ томъ мѣстѣ, гдѣ нервъ дѣйствуетъ на мышцу, находится подобнаго рода проходъ или кранъ, и что первичное дѣйствіе нервной энергіи состоитъ въ регулированіи этого прохода. Для того чтобы открыть этотъ проходъ, требуется определенное, конечное количество нервной энергіи; это количество называется порогомъ раздраженія. Затѣмъ происходитъ дальнѣйшее увеличеніе прохода, соответствующее количеству дѣйствующей нервной энергіи, и получается соответственный результатъ. Но результатъ не можетъ расти до безконечности, а только до максимальной величины процесса. Все это согласуется съ наблюдаемыми фактами.

Въ чемъ заключается это приспособленіе, пока еще неизвѣстно. Можно предполагать, что оно дѣйствуетъ механически, а можно также предполагать—и это возрѣніе подтверждается многими фактами—, что оно дѣйствуетъ каталитически (стр. 231). Въ послѣднемъ случаѣ можно разсматривать эти процессы такъ: при посредствѣ нервной энергіи образуется нѣкоторое количество каталитическаго вещества (или состоянія), присутствіе котораго соответственно ускоряетъ обмѣнъ энергій въ реагирующемъ образованіи. Тогда прекращеніе дѣйствія съ прекращеніемъ раздраженія можно было бы объяснить тѣмъ, что катализаторъ самъ по себѣ непостояненъ или дѣлается недѣятельнымъ вслѣдствіе реакціи, такъ что продолжительное дѣйствіе можетъ быть вызвано только безпрестаннымъ повтореніемъ отдѣльныхъ моментальныхъ дѣйствій. Этимъ можно объяснить утомленіе, наступающее даже тогда, когда мускулъ находится въ напряженіи, не производя работы.

Я не могу здѣсь подробно разсмотрѣть сложный вопросъ о проводникахъ нервной энергіи; на это у меня не хватитъ знаній, а въ книгѣ—мѣста. Я могъ дать только общія энергетическія очертанія; если полученные при этомъ результаты побудятъ специалиста заняться провер-

кой и применением предложенных точек зрения, то этим была бы достигнута одна из целей, преследуемых этими лекциями. Вторая цель обрисовывается в дальнейшем изложении.

Результат (непосредственного или переносного) действия раздражения в организм состоит всегда в изменении тока энергии. Это изменение может заключаться в увеличении или в уменьшении, или могут одновременно иметь место оба случая, так что в результате происходит отклонение существующего тока. Но во всех случаях следует твердо помнить, что через раздражение не образуется свободной энергии, а только изменяется деятельность существующих свободных энергий. Когда процесс, состоявший из чрезвычайно малых величин, превращается в процесс из заметных величин, тогда кажется, будто он был вызван раздражением; но правильнее и целесообразнее разсматривать все процессы как ускорение и замедление.

Приблизительно все виды энергии, за исключением магнитической энергии, могут возбуждаться к деятельности в организм через раздражение. Электрические процессы, вероятно, постоянно происходят в организмах благодаря присутствию во всех их тканях электролитов и вследствие постоянно возникающих разностей концентрации их растворов. Но они вообще очень слабы, так что они не играют большой роли в действительной экономии энергии. В настоящее время кажется очень сомнительной и их тесная связь с процессами, происходящими в нервных приборах. В некоторых редких случаях, например, у электрических рыб, количества электрической энергии в организмах принимают значительные размеры и служат средством для добывания пищи и защиты от врагов. В этом случае развитие электрической энергии находится, как и другая деятельность высших организмов, под контролем нервного аппарата, вызывающего, вследствие раздражения, соответственное высвобождение существующих запасов энергии. Весьма возможно, что электрическая энергия не находится, как таковая, в органе электрических рыб, но образуется из других энергий в момент их высвобождения. Это вытекает из описанных на стр. 164 свойств электрической энергии. Запасенная энергия и в этом случае, как и в большинстве других, есть вероятно химическая энергия. О способе превращения одного вида энергии в другой мы не имеем еще положительных сведений.

Также чрезвычайно малы количества лучистой энергии, образуемой отдельными организмами. Существует несколько светящихся видов насекомых и много видов светящихся обитателей морей, принадлежащих, в большинстве случаев, к низшим классам животных. Во всех этих случаях свечение не есть «температурное свечение»,

т.-е. не вызывается превращением теплоты в лучистую энергию; эта последняя образуется из других видов энергии, вероятно, из химической энергии. Примером такого химического свечения может служить свечение фосфора во влажном воздухе, при котором химическая энергия, освобождающаяся при окислении, непосредственно превращается в лучистую.

И эти процессы происходят под влиянием внешнего раздражения. Известно, что в маленьких существах, обуславливающих свечение моря, образование света происходит вследствие механического раздражения. И в этом случае следует предположить, что внешнее раздражение вызвало усиление медленно протекающего процесса, не вызывающего поэтому заметного образования света, но непрерывно происходящего в организм.

Гораздо большее значение имеет развитие теплоты в организмах. Правда, в низших классах животных температура тела в значительной степени зависит от температуры окружающей среды, а высокая температура, наблюдаемая в некоторых крупных цветах, является собственно таковою в отличие от внешней температуры. Но почти нельзя сомневаться в том, что вся жизнедеятельность организмов сопровождается тепловыми эффектами и именно, за чрезвычайно небольшими исключениями, образованием теплоты. Происходит это оттого, что при всех превращениях энергии часть деятельной энергии переходит в теплоту вследствие трения, электрического сопротивления и подобных второстепенных процессов. «Я уже не раз обращал ваше внимание на то, что из всех видов энергии теплота легче всех образуется и труднее всех превращается в другие виды; мы не имеем на практике такого трансформатора энергии, в котором бы некоторое количество превращаемой энергии не переходило в теплоту. То же имеет место и в организмах; так, в механическую энергию можно превратить не более трети химической энергии, остальные две трети превращаются в теплоту.

В низших организмах образование теплоты является неизбежным, но в экономическом отношении нежелательным второстепенным явлением; высшие животные, млекопитающие и птицы, имеют приспособления для поддержания постоянной температуры, и значительную часть получаемой через пищу химической энергии они употребляют на образование теплоты для покрытия неизбежных потерь ее через лучеиспускание и теплопроводность. С какой целью это делается, это не было до сих пор исследовано физиологами. Размышление и наблюдение над тем, как животные, не обладающие постоянной температурой, относятся к понижению и повышению внешней температуры, приводят к предположению, что здесь имеется

въ виду предохраненіе другихъ процессовъ, совершающихся въ организмѣ, отъ замедленія, которое можетъ быть вызвано пониженіемъ температуры. Я уже указывалъ на то, что скорость теченія химическаго процесса зависитъ отъ температуры. Вообще уже пониженіе на 10 градусовъ вдвое замедляетъ химическую реакцію. Подобное же вліяніе температуры было найдено и для обмѣна веществъ въ растеніяхъ, и для скорости передачи возбужденія по нерву. Изъ этого слѣдуетъ, что дѣятельность организма въ высшей степени зависитъ отъ температуры. Это можно наблюдать на ящерицахъ, которыя очень подвижны, когда пригрѣты солнцемъ, и становятся лѣнвыми и медлительными при пониженіи температуры.

Слѣдовательно, поддержаніе постоянной температуры есть средство обезпечить организму однообразную дѣятельность независимо отъ измѣненій внѣшней температуры. Благодаря этому животное можетъ и при очень большомъ холодѣ убѣгать съ достаточной быстротой отъ своихъ враговъ и добывать себѣ пищу. Тотъ же принципъ, въ нѣсколько иномъ видѣ, мы встрѣчаемъ у человѣка при переходѣ отъ низшей культуры къ высшей; чѣмъ выше культура, тѣмъ тщательнѣе избѣгаются большія различія между температурою тѣла и температурою окружающей среды, и тѣмъ аккуратнѣе топятъ жилища зимою и охлаждають ихъ лѣтомъ.

Напротивъ, нѣкоторыя теплокровныя животныя, которымъ трудно добывать пищу зимою, сокращаютъ трату энергіи при соответственномъ уменьшеніи температуры и подвижности, впадая въ такъ называемую зимнюю спячку.

Необходимое для поддержанія температуры количество тепла добывается теплокровными животными исключительно на счетъ химической энергіи, освобождающейся при окисленіи питательныхъ веществъ кислородомъ воздуха, который они въ себя вдыхаютъ. Такъ какъ при температурѣ тѣла это окисленіе происходило бы само по себѣ слишкомъ медленно, то всюду въ тканяхъ, гдѣ оно происходитъ, находятся каталитическіе ускорители окисленія, или оксидазы (стр. 235).

Самымъ значительнымъ изъ видовъ энергіи, производимыхъ организмомъ, является механическая энергія. Въ этомъ отношеніи растенія существенно отличаются отъ животныхъ, такъ какъ они производятъ сравнительно гораздо меньше механической работы и хозяйничаютъ, главнымъ образомъ, съ помощью различныхъ химическихъ энергій. Какъ извѣстно, въ низшихъ организмахъ различіе между животнымъ и растеніемъ очень мало и неясно; поэтому механическія работы, именно передвиженіе, наблюдаются, главнымъ образомъ, на низшихъ ступеняхъ растительнаго царства. Въ нашихъ разсужденіяхъ мы и въ этой области не будемъ придавать особеннаго значенія этому произвольному раздѣленію на животныхъ и растеній.

Простѣйшія механическія приспособленія мы находимъ у безформенныхъ низшихъ организмовъ, образующихъ изъ слизистой массы тѣла временные члены и производящихъ съ помощью этихъ псевдоподій важнѣйшія работы: передвиженіе и схватываніе добычи. Весьма возможно, что этотъ актъ вызывается тѣмъ, что организмъ уменьшаетъ на опредѣленныхъ мѣстахъ напряженіе поверхности (что вполне возможно при посредствѣ химическихъ реакцій); тогда вслѣдствіе внутренняго давленія слизистая масса выступаетъ на этихъ мѣстахъ. Образование длинныхъ нитевидныхъ отростковъ можетъ быть объяснено такъ, что наименьшее напряженіе сосредоточивается на самыхъ крайнихъ точкахъ псевдоподій. Напротивъ, когда различіе поверхностныхъ напряженій прекращается, тогда наступаетъ общее дѣйствіе энергіи поверхности, благодаря которому масса тѣла снова принимаетъ форму капли, при этомъ псевдоподій при втягиваніи самъ часто распадается на рядъ связанныхъ между собою капель. То же происходитъ, если обрывается жизнедѣятельность организма и, вмѣстѣ съ тѣмъ, прекращается существованіе точекъ съ уменьшеннымъ поверхностнымъ напряженіемъ.

Въ высшихъ организмахъ механическія работы связаны обыкновенно съ опредѣленными членами тѣла, служащими, главнымъ образомъ, для передвиженія; простѣйшіе изъ нихъ суть рѣснички у бактерий, зооспоръ и т. д. Передвиженіе вызывается періодическими колебаніями рѣсничекъ, о механизмѣ которыхъ ничего неизвѣстно. Напомню вамъ, что процессы становятся періодическими во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда самъ процессъ регулируетъ расходъ энергіи, причемъ регулированіе не совпадаетъ вполне съ регулируемымъ процессомъ (стр. 196); можно представить себѣ очень много такого рода приспособленій.

Если организмъ имѣетъ симметрическое относительно оси строеніе, то рѣсничка должна производить движеніе вдоль этой оси. Пока среда, въ которой происходитъ движеніе, совершенно однородна, движеніе не имѣетъ опредѣленнаго направленія. Но если вслѣдствіе какаго-нибудь обстоятельства (свѣта, химическаго раздраженія и т. п.) поле, въ которомъ происходитъ движеніе, сдѣлается одностороннимъ, то часто наступаетъ движеніе или въ сторону исходной точки раздраженія, или въ противоположную отъ нея сторону, имѣющее видъ или исканія, или бѣгства. Эти какъ бы намеренныя движенія можно объяснить тѣмъ, что данное раздраженіе производитъ измѣненіе въ той сторонѣ организма, которая сильнѣе подвергается его дѣйствію. Черезъ это наступаютъ одностороннія измѣненія движенія, которыя становятся симметричными только тогда, когда организмъ снова встанетъ въ симметричное положеніе къ «полю раздраженія» (Г. Лебъ). Здѣсь имѣетъ мѣсто та же причина, которая заставляетъ стрѣлу летѣть острымъ



концом впередъ, т.-е. симметрично относительно сопротивляющагося воздуха, или которая заставляетъ вращающуюся пластинку принимать въ текущей жидкости положеніе, вертикальное къ направленію течения. Подобное же вліяніе неравнобѣрнаго распредѣленія химическихъ веществъ на направленіе движенія (Chemotaxis, W. Pfeffer) играетъ важную роль при нѣкоторыхъ явленіяхъ питанія и размноженія. Указанный принципъ нерѣдко давалъ возможность біологамъ открывать физико-химическія причины біологическихъ явленій, производившихъ на первый взглядъ впечатлѣніе цѣлесообразныхъ обдуманыхъ дѣйствій (см. н.).

Въ высшихъ организмахъ механическія дѣйствія вызываются сокращеніемъ волоконъ вслѣдствіе раздраженія. Самое совершенное устройство въ этомъ отношеніи имѣютъ поперечнополосатые мышечныя волокна позвоночныхъ животныхъ. Несмотря на многочисленныя изслѣдованія, энергетическія начала этихъ процессовъ еще не выяснены. Одно несомнѣнно, что первоначальный видъ энергіи, изъ котораго получается работа, есть химическая энергія, такъ какъ въ работающей мышцѣ наблюдается соответственно большая трата кислорода и большее образованіе углекислоты, и мышцу, ставшую неспособной къ работѣ вслѣдствіе обѣднѣнія кислородомъ, можно снова сдѣлать способной къ работѣ, введя въ нее кислородъ. Но какимъ образомъ химическая энергія переходитъ въ механическую, это неизвѣстно. Предположеніе объ электрическихъ промежуточныхъ формахъ всѣми признано въ настоящее время неудовлетворительнымъ. Вообще, превращеніе химической энергіи въ механическую могло бы происходить тѣмъ путемъ, какъ оно совершается въ техническомъ производствѣ, въ паровыхъ и газовыхъ машинахъ, путемъ превращенія химической энергіи въ теплоту, а этой послѣдней въ механическую работу. Но такъ какъ организмы обладаютъ постоянной температурой, то этотъ путь для нихъ исключенъ, такъ какъ необходимое условіе тепловой машины есть большая разность температуръ (стр. 182)\*). *Непосредственное превращеніе химической энергіи въ механическую совершается путемъ измѣненія осмотического давленія и путемъ измѣненія поверхностнаго напряженія.*

Если вещества, растворенныя въ жидкости, отдѣлены отъ другихъ жидкостей, не заключающихъ эти вещества, перепонками, пропускающими растворитель, но не пропускающими растворенное ве-

\*) Для допущенія термической теоріи работы мышцъ было сдѣлано предположеніе, что въ работающей мышцѣ существуетъ «молекулярная» разность температуръ въ нѣсколько сотъ градусовъ, недоступная для наблюденія только вслѣдствіе чрезвычайно малой величины молекулъ. Такое предположеніе равносильно отказу отъ дальнѣйшаго изслѣдованія въ этой области, такъ какъ оно не можетъ быть ни доказано, ни опровергнуто.

щество, то это послѣднее оказываетъ на перепонку давленіе, называемое осмотическимъ давленіемъ и пропорціональное концентрации раствореннаго вещества. Образующіяся такимъ образомъ давленія въ организмахъ равны приблизительно десяти атмосферамъ (В. Пфедферъ); слѣдовательно, весьма значительны. Оболочка почти всѣхъ клѣточекъ организмовъ оказывается непроницаемой для многихъ веществъ, но проницаемой для воды; слѣдовательно, въ организмахъ существуютъ условія для развитія осмотического давленія, присутствіе котораго въ нихъ было много разъ доказано на опытѣ.

Когда въ клѣточкѣ происходятъ химическія реакціи, то измѣняются химическія свойства растворенныхъ веществъ, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, измѣняются и осмотическія давленія, а это является достаточнымъ условіемъ для образованія работы; то же самое имѣетъ мѣсто и въ случаѣ, если вслѣдствіе какого-нибудь химическаго измѣненія оболочки клѣтки измѣняется ея проницаемость. Напримѣръ, если клѣтка умираетъ, то ея оболочка становится проницаемой почти для всѣхъ имѣющихся въ ней веществъ, которыя она пропускаетъ въ окружающую жидкость.

Я не могу здѣсь подробно разбирать, какимъ образомъ организмы пользуются этими процессами для образованія механическихъ работъ; достаточно сказать, что существованіе ихъ было много разъ доказано. Это, слѣдовательно, есть первый способъ непосредственнаго превращенія химической энергіи въ механическую.

Второй способъ, основывающійся на энергіи поверхности, тоже навѣрно играетъ роль въ жизненныхъ явленіяхъ: на примитивную форму такого рода образованія работы уже было указано (стр. 259).

Для мышцъ приходится считаться вѣроятно только съ этими двумя способами\*); но которымъ изъ двухъ именно пользуется мышца, въ настоящее время еще не рѣшено. Данные микроскопическихъ наблюденій надъ покоящейся и сокращенной мышцей могутъ быть истолкованы въ обоихъ смыслахъ. Этотъ вопросъ представляетъ еще благодарное поле для дальнѣйшихъ изслѣдованій.

Послѣдняя и самая важная работа организмовъ есть *взаимное превращеніе различныхъ химическихъ энергій*. Ибо химическая энергія въ томъ видѣ, какъ ее воспринимаетъ организмъ въ пищѣ, вообще не пригодна для непосредственнаго употребленія на нужды организма и требуетъ дальнѣйшей переработки. Къ тому же ассимилирующія растенія превращаютъ лучистую энергію сначала въ непрочную хими-

\*) При современномъ знаніи мы не имѣемъ несомнѣнныхъ данныхъ о непосредственномъ образованіи изъ химической энергіи двухъ остальныхъ видовъ механической энергіи: энергіи разстоянія и энергіи движенія.

ческую форму. Поэтому каждая клетка есть химическая лаборатория, в которой происходят разнообразнѣйшія реакціи безъ помощи печей и реторть. Самымъ употребительнымъ средствомъ здѣсь, вѣроятно, являются каталитическое ускореніе полезныхъ и каталитическое замедленіе безполезныхъ реакцій. Въ пользу этого предположенія говорить постоянное присутствіе энзимовъ во всѣхъ организмахъ и прекращеніе жизни при повышеніи температуры выше 50° или 60°, ибо всѣ эти энзимы перестаютъ быть дѣятельными при столь незначительномъ повышеніи температуры. Конечно, здѣсь встрѣчаются большія различія. Такъ, прочныя формы (споры) низшихъ организмовъ, въ которыхъ почти не происходитъ химическаго превращенія, слѣдовательно, энзимы, не играютъ роли, лучше переносятъ высокія температуры, чѣмъ дѣятельныя, богатыя энзимами формы.

Образованіе и исчезновеніе, т.-е. недѣятельное состояніе, такого рода катализаторовъ представляетъ почву для безграничнаго ряда возможныхъ способовъ, которыми организмъ можетъ удовлетворять свои потребности. Новѣйшая химія пришла къ общему положенію, что въ данномъ химическомъ образованіи дѣйствительно происходятъ всѣ процессы, которые только для него возможны, и получаютъ всѣ вещества, которыя изъ него могутъ образоваться. Слѣдовательно, клеточка, выработавъ опредѣленный катализаторъ, можетъ ускорить образованіе какого-нибудь изъ огромнаго числа возможныхъ веществъ, которое и беретъ верхъ надъ всѣми остальными. Въ такомъ случаѣ становится понятнымъ, какимъ образомъ высоко развитый организмъ, какъ, напримѣръ, человѣческій, можетъ изъ одной и той же питательной жидкости, крови, образовывать въ своихъ органахъ самыя разнообразныя вещества; а между тѣмъ это еще и теперь кажется многимъ физиологамъ до такой степени непонятнымъ, что они считаютъ себя вынужденными отказаться отъ физико-химическаго объясненія этого вопроса.

Намъ придется удовлетвориться этимъ предварительнымъ обзоромъ энергетическихъ отношеній организма. Онъ показалъ намъ, что и на этой трудной почвѣ понятіе энергіи, свободное отъ понятія матеріи, даетъ возможность опредѣленнѣе и строже рѣшить многіе вопросы о связи между жизненными явленіями. Это облегчаетъ изслѣдованіе и обезпечиваетъ успѣхъ. Исслѣдователямъ въ этой области предстоитъ провѣрить эту общую точку зрѣнія, воспользоваться ею и, если нужно, исправить. Если мнѣ удастся вызвать въ нихъ хотя бы только сознаніе о возможности обойтись безъ молекулярныхъ гипотезъ и замѣнить ихъ болѣе опредѣленной энергетической теоріей, то этимъ уже будетъ достигнуто многое. Ибо какъ часто въ настоящее время заканчиваютъ подобнаго рода разсужденія словами: при современномъ за-

знаніи молекулярныхъ силъ ничего утвердительнаго нельзя болѣе сказать объ этомъ вопросѣ — и авторъ остается удовлетвореннымъ такимъ прощаніемъ съ читателемъ, и ему не приходится на умъ, какой плохой должна быть теорія, которая по этимъ извѣзженнымъ путямъ не приводитъ къ цѣли. Энергетическая теорія, имѣющая дѣло только съ измѣренными или доступными ощущеніямъ вещами, въ худшемъ случаѣ приведетъ къ признанію: этого мы еще не можемъ измѣрить, и поэтому данный вопросъ остается открытымъ. Но она въ то же время укажетъ, въ какомъ направленіи слѣдуетъ удвоить усилія, чтобы разрѣшить вопросъ.

Слѣдуетъ еще упомянуть и энергетически характеризовать одно замѣчательное физиологическое явленіе, чрезвычайно важное для жизни и потому встрѣтившееся намъ почти на порогѣ нашихъ изслѣдованій, это *память*.

Мы понимаемъ это слово въ общемъ смыслѣ, приданномъ ему Э. Герингомъ, подразумѣвая подъ нимъ всѣ тѣ свойства живыхъ существъ, благодаря которымъ *известные процессы оставляютъ въ организмѣ слѣды, благоприятствующіе повторенію этихъ процессовъ*.

Значеніе этого свойства нельзя достаточно оцѣнить. Въ своихъ общихъ формахъ оно проявляется какъ *приспособляемость* и *наслѣдственность*, въ своей высшей формѣ — какъ *сознательная память*. Дарвинъ давно уже показалъ, въ какой степени приспособляемость и наслѣдственность имѣютъ рѣшающее значеніе для выработки цѣлесообразныхъ свойствъ организма; этимъ же свойствомъ обуславливается возможность цѣлесообразнаго устройства нашего будущаго, основаннаго на знаніи прошлаго; но на это уже было указано въ нашихъ первыхъ размышленіяхъ. Наконецъ, всякое сознательное мышленіе сводится къ образованію и связи понятій, что является непосредственнымъ результатомъ памяти; съ этимъ мы тоже уже освоились въ началѣ нашихъ изслѣдованій. Теперь мы изслѣдуемъ энергетическую возможность этого свойства.

До сихъ поръ этотъ вопросъ не былъ строго изслѣдованъ. Обыкновенныя грубо механическія сравненія, въ родѣ образованія колеи на дорогѣ, по которой много ѣздятъ, только передаютъ фактъ въ нѣсколько измѣненномъ видѣ и не могутъ претендовать на изображеніе дѣйствительныхъ явленій, хотя бы даже въ грубѣйшей формѣ. Но мы должны сознаться, что очень трудно найти болѣе точныя и подходящія къ организму аналогіи. Такъ, проволока не становится лучшимъ проводникомъ послѣ того, какъ по ней прошли электрическіе токи; а электролитическій проводникъ, который долженъ бы существовать въ организмѣ, становится съ каждымъ разомъ даже худшимъ (вслѣдствіе поляризаціи и выдѣленія веществъ на электродахъ), и вообще мы

знаемъ, что образование, находящееся въ равновѣсїи, тѣмъ болѣе противится приведенію его въ дѣятельное состояніе, чѣмъ чаще оно было выведено изъ равновѣсїя.

И о химическихъ процессахъ можно вообще сказать, что въ данномъ образованіи процессъ становится тѣмъ болѣе труднымъ, чѣмъ онъ больше подвинулся, и даже если удалить продукты реакціи, а истраченные вещества замѣстить, то и тогда реакція можетъ самое большее достигнуть прежняго значенія, но никогда не большаго.

И все же можно найти нѣкоторые аналогичные случаи. Чѣмъ чаще заряжать электричествомъ двѣ свинцовыя пластинки, опущенныя въ сѣрную кислоту, тѣмъ болѣе онѣ «формируются»; въ этомъ случаѣ процессъ электрическаго заряженія идетъ тѣмъ легче и обильнѣе, чѣмъ чаще повторялась эта реакція. Причиной этой «привычки» или «вспоминанія» оказывается увеличеніе механическаго раздробленія поверхности металла.

Но этотъ примѣръ непримѣнимъ къ органическимъ явленіямъ, потому что въ организмахъ свойства, приобретенныя привычкой, передаются по наслѣдству. Слѣдовательно, они должны обладать способностью переноситься при размноженіи на новые органическіе индивиды. Этому требованію могутъ отвѣчать только химическіе виды энергїи, развившіеся въ опредѣленныхъ веществахъ. Точность, съ которою, при всевозможныхъ размноженіяхъ клѣтки, происходитъ дѣленіе ядра, заставляетъ насъ видѣть въ веществахъ, образующихъ клѣточное ядро, причины, опредѣляющія развитіе зародыша въ организмъ, сходный съ родителями; въ такомъ случаѣ наслѣдственность слѣдуетъ считать скорѣе всего *химической* особенностью.

При проведеніи этой мысли мы, конечно, прежде всего натолкнемся на упомянутыя затрудненія. Но, въ концѣ концовъ, мы въ состояніи будемъ привести примѣры, имѣющіе нѣкоторое сходство съ явленіемъ привычки.

Если взять двѣ одинаковыхъ пробы разбавленной азотной кислоты и въ одной изъ нихъ растворить немного металлической мѣди, то эта проба приобрететъ способность быстрѣе растворять тотъ же металлъ, чѣмъ первая, не измѣнившаяся проба.

Причина этого явленія, наблюдаемаго и при раствореніи ртути или серебра въ азотной кислотѣ, заключается въ томъ, что низше окислы азота, образующіеся при раствореніи металла, каталитически ускоряютъ дѣйствіе азотной кислоты на свѣжій металлъ. Того же можно достигнуть, если внести въ азотную кислоту небольшое количество окисловъ.

Въ этомъ случаѣ «привычка» явилась вслѣдствіе образованія во время реакціи каталитическаго ускорителя. Съ подобнаго рода

явленіями мы уже встрѣчались, какъ съ примѣрами самоускоряющагося процесса. Посмотримъ, можно ли ими воспользоваться для пониманія жизненныхъ явленій.

Предположимъ, что какое-нибудь дѣйствіе организма становится возможнымъ благодаря тому, что вслѣдствіе раздраженія или волевого акта въ соответственномъ мѣстѣ образуется ускоритель, возбуждающій желаемый процессъ. Этотъ ускоритель можетъ существовать только весьма короткое время и долженъ исчезать съ окончаніемъ или во время процесса, ибо иначе организмъ не могъ бы возвращаться произвольно къ прежнему состоянію, какъ это въ дѣйствительности наблюдается (стр. 253). Это можно представить себѣ такъ, что ускоритель существуетъ всегда, но только въ недѣятельной формѣ, что при раздраженіи нѣкоторое количество его, соответствующее величинѣ раздраженія, переходитъ въ дѣятельное состояніе, изъ котораго оно, однако, тотчасъ же снова переходитъ въ недѣятельное, какъ только раздраженіе прекращается. Если ускоритель во время своего дѣятельнаго состоянія будетъ обладать свойствомъ увеличивать свое количество на счетъ питательной жидкости, то будетъ имѣть мѣсто нѣчто въ родѣ привычки, т.-е. облегченіе процесса при его повтореніи. Ибо тогда по окончаніи процесса останется большее количество ускорителя въ недѣятельной формѣ, изъ котораго при слѣдующемъ раздраженіи можетъ образоваться большее количество дѣятельнаго ускорителя. Напротивъ, недѣятельная форма вѣроятно лишена способности увеличиваться, ибо органъ, находящійся въ бездѣйствїи, становится понемногу все менѣе способнымъ къ дѣятельности. Последнее обстоятельство наводитъ даже на мысль, что недѣятельная форма, подобно всѣмъ составнымъ частямъ организма, подвергается медленному разрушенію или разсѣянїю.

Прошу это предположеніе, запутанность и недостаточность котораго я прекрасно сознаю, принять, какъ оно того заслуживаетъ. Я не претендую дать объясненіе явленію органической привычки и не утверждаю, что явленія происходятъ дѣйствительно такъ, а не иначе, я хочу только указать, что обсуждаемое нами свойство можетъ быть мыслимо какъ физико-химическое явленіе. Можно, хорошенько подумавъ, найти и иныя приспособленія, приводящія къ тѣмъ же результатамъ, и каждая изъ такихъ возможностей можетъ побудить къ ряду соответственныхъ опытовъ, которыми можно будетъ испытать пригодность этихъ предположеній.

Такого рода химическая теорія привычки особенно пригодна потому, что при этомъ результаты привычки являются способными къ наслѣдственности. Мы знаемъ, что при оплодотвореніи небольшая, но вполне опредѣленная количества организмовъ родителей, именно по

клетки отъ каждаго, соединяются и такимъ путемъ возникаетъ новый организмъ. Большое сходство, существующее между родителями и дѣтьми, заставляетъ думать, что свойства развивающагося организма рѣшающимъ образомъ опредѣляются свойствами зародышевыхъ клетокъ, а опыты надъ развитіемъ раздробленныхъ или поврежденныхъ зародышей указываютъ, что развитіе не зависитъ отъ формальныхъ свойствъ зародышевой клетки. Остаются, слѣдовательно, только химическія свойства, и хотя наука чувствуетъ себя пока безпомощной передъ возникающими здѣсь проблемами, однако, начало всякой работы заключается въ ясной, свободной отъ гипотезъ постановкѣ вопроса, послѣ чего можно бодро и мужественно приступить къ его рѣшенію.

## Восемнадцатая лекція.

### ДУХОВНАЯ ЖИЗНЬ.

Труднѣйшей и недоступнѣйшей проблемой философіи считался всегда вопросъ о связи между духомъ и матеріей. Духовныя явленія нематеріальны, матеріальныя противоположны духовнымъ, а между тѣмъ они связаны другъ съ другомъ неразрывно. Ибо духовныя явленія существуютъ во всѣхъ высшихъ организмахъ (по крайней мѣрѣ, мы имѣемъ достаточное основаніе это предполагать, хотя въ дѣйствительности знаемъ только о духовныхъ процессахъ, происходящихъ въ насъ самихъ), и они моментально могутъ быть уничтожены, если нанести какое-либо поврежденіе жизнедѣятельности организма. Съ другой стороны, движеніямъ нашей воли и соотвѣтственной дѣятельностью нашихъ членовъ мы можемъ вліять на матеріальные объекты, а между тѣмъ, если прослѣдить причины этихъ матеріальныхъ эффектовъ, то оказывается, что они сводятся къ внутреннему или духовному акту воли, т.-е. не заключаютъ въ себѣ ничего механическаго.

Я не предполагаю излагать здѣсь исторію этого вопроса, поставленнаго впервые въ этой формѣ Декартомъ, пытавшимся разрѣшить его \*). Результатъ сдѣланныхъ въ этомъ отношеніи попытокъ

\*) Ясное изложеніе его можно найти у Ф. Паульсена, «Введеніе въ философію», Москва, 1894.

сводится къ разработкѣ воззрѣнія Спинозы, что между матеріальными и духовными вещами существуетъ параллелизмъ. Этотъ параллелизмъ заключается въ томъ, что матеріальныя и духовныя вещи суть двѣ различныхъ стороны одного и того же явленія, такъ что всякому матеріальному процессу соотвѣтствуетъ духовный, и, наоборотъ, духовный процессъ не можетъ происходить безъ матеріальнаго. Различныя формы, которыя принимало это воззрѣніе, отличались другъ отъ друга только тѣмъ, что то духовная, то матеріальная сторона считалась болѣе важною и вліяющею, и что связь между ними полагалась то болѣе, то менѣе тѣсною.

Эта формула непригодна для нашего міровоззрѣнія. Для насъ матерія не существуетъ, какъ первоначальное понятіе; она является второстепеннымъ явленіемъ, результатомъ совмѣстнаго пребыванія извѣстныхъ видовъ энергіи. Поэтому мы должны поставить вопросъ: *какъ относятся духовныя явленія къ понятію энергіи?* Изъ физиологіи мы знаемъ, что никакой духовный процессъ не происходитъ безъ траты энергіи. Такъ, благодаря все болѣе и болѣе развивающимся методамъ изслѣдованія надъ неповрежденными организмами, мы знаемъ, напри- мѣръ, что, если лицу, надъ которымъ производится опытъ, задать какую-нибудь умственную работу, напри- мѣръ, рѣшеніе арифметической задачи, то давленіе крови въ артеріяхъ, ведущихъ къ мозгу, у него тотчасъ же увеличится. О связи между умственной работой и тратой энергіи можно заключить и изъ того, что послѣ исключительно умственнаго напряженія, не сопровождавшагося ни какой виѣшней работой, наступаетъ утомленіе, т.-е. неспособность къ дальнѣйшему труду, и что потраченная энергія можетъ быть возмѣщена принятіемъ пищи, т.-е. химической энергіи.

Можно, пожалуй, перевести воззрѣніе Спинозы на современный языкъ и сказать: всякая энергія связана съ духовной дѣятельностью, и энергія и духъ суть двѣ различныя стороны одной и той же вещи. Всѣ отношенія энергій законно, т.-е. причинно (въ изложенномъ на стр. 212 смыслѣ), связаны между собою; рядомъ съ этими энергетическими процессами протекаютъ духовные процессы, выказывающіе тѣ же временныя связи и отношеніе. Такимъ образомъ, мы пришли бы также къ теоріи панпсихизма, только въ этомъ случаѣ одухотворенной оказалась бы не матерія, а энергія.

Однако, не думаю, чтобы вамъ эта теорія особенно понравилась. Принимая понятіе матеріи, предполагали существованіе «вещи въ себѣ», акциденціями которой были различныя матеріальныя свойства, которую можно было еще снабдить и душою, потому что ничто не ограничивало свойствъ и проявленій матеріи. Намъ же придется сказать: если со всякой энергіей связана душа, то вслѣдствіе безгранич-

ной дѣлимости энергіи и душа должна быть безгранично дѣлима. Точно также и безграничная способность энергіи къ превращенію должна отражаться на душѣ, ибо различныя души связаны съ различными комплексами энергій, и душевная дѣятельность, напримѣръ, миллиграмма желѣза, должна быть различной, смотря по тому, является ли онъ составной частью человѣческой крови или составной частью подковы.

Далѣе; возникаетъ слѣдующее соображеніе. Неорганическому образованію, не претерпѣвающему измѣненій состоянія, нельзя приписать духовной жизни; только когда на образованіе дѣйствуетъ что-нибудь, что оно соотвѣтственно воспринимаетъ и превращаетъ, т.-е. когда въ немъ происходятъ измѣненія энергій, становится возможной дѣятельность души. Поэтому мы скорѣе склонны приписать свободной энергіи связь съ духовной дѣятельностью, а неспособную къ превращенію энергію, присутствующую во всякомъ покоящемся образованіи, считать скрытой душой. Эту мысль можно провести, но она приведетъ къ слѣдующему взгляду.

Такъ какъ въ извѣстной намъ области вселенной количество свободной энергіи постоянно уменьшается, то все большее количество души должно переходить въ скрытое состояніе; въ такомъ случаѣ развитіе міра представляло бы въ духовномъ отношеніи непрестанный регрессъ, такъ какъ въ началѣ его развитія существовалъ бы максимумъ свободной души. Но это противорѣчило бы всѣмъ нашимъ представленіямъ о развитіи, потому что мы, напротивъ, имѣемъ достаточное основаніе предполагать, что общее количество свободной души, если заключать по ея дѣятельности, съ теченіемъ времени увеличивается, а не уменьшается. Особенно на человѣческомъ родѣ несомнѣнно замѣтно увеличеніе, съ теченіемъ времени, вліянія духовной жизни.

И это возраженіе можетъ быть устранено, потому что можно сказать, что здѣсь рѣчь идетъ не объ увеличеніи души въ человѣкѣ, а просто о ея накопленіи, подобно тому какъ человѣкъ концентрируетъ накопленные въ прежнія времена количества свободной энергіи, чтобы затѣмъ ихъ употребить, т.-е. превратить болѣе интенсивнымъ образомъ; однако, если принять этотъ психо-энергетическій параллелизмъ, то потребуются сдѣлать столько новыхъ предположеній и такъ далеко выйти изъ рамокъ, въ которыхъ выѣщались всѣ наши соображенія, что поневолѣ напрашивается вопросъ, нѣтъ ли иного пути къ намѣченной нами цѣли.

При этомъ особенно важны двѣ точки зрѣнія. Во-первыхъ, есть поводъ предполагать дѣйствіе одухотвореннаго агента исключительно въ живыхъ существахъ. Въ неорганическихъ явленіяхъ мы не нашли ничего, что заставило бы предположить его существованіе, такъ какъ

ихъ можно было вполнѣ изобразить съ помощью понятія энергіи. По крайней мѣрѣ, мы это можемъ принять за аксіому. Дѣйствительныя явленія не могутъ быть вполнѣ изображены имѣющимися въ нашемъ распоряженіи средствами вслѣдствіе своей чрезвычайной сложности; но прогрессирующая наука позволяетъ все болѣе и болѣе точныя приближенія, и до сихъ поръ неизвѣстно явленія, передъ которымъ наука оказалась бы совсѣмъ безпомощной.

Теорія психо-энергетическаго параллелизма не можетъ объяснить этого факта, такъ какъ изъ нея не возникаетъ основного различія между одухотвореніемъ камня и одухотвореніемъ человѣка, и потому она не можетъ изображать этой данной опытомъ противоположности. Это—первое.

Второе возраженіе слѣдующее. Если мы будемъ искать въ неорганизованномъ мірѣ явленій, сходныхъ съ явленіями истощенія организма, то мы найдемъ многочисленныя аналогіи. Часы истощены, когда грузъ спустился до конца или пружина развернулась; они снова становятся дѣятельными, если имъ сообщить новую энергію. Элементъ Вольта истощается, отдавъ значительныя количества тока, но его можно оживить, сообщивъ ему новое количество химической энергіи въ формѣ цинка и кислорода. Мы могли бы привести длинный рядъ подобныхъ процессовъ траты энергіи, сходство которыхъ съ психическимъ истощеніемъ послѣ духовной дѣятельности нашло себѣ невольное выраженіе въ обыкновенной рѣчи.

Можно даже пойти дальше. Если организмъ истощенъ не духовной дѣятельностью, то причиною его истощенія и въ этомъ случаѣ является трата энергіи, по большей части механической. Но при этомъ въ нашемъ сознаніи не совершаются процессы, которые можно было бы сравнить съ духовнымъ напряженіемъ. Напротивъ, трата механической энергіи очень стѣсняетъ, противно теоріи параллелизма, духовныя процессы; это видно, напримѣръ, изъ того, что подъ конецъ утомительнаго пути человѣкъ идетъ почти безсознательно и ограничиваетъ свою духовную дѣятельность тѣмъ, чего требуетъ отъ него, механическая работа \*).

Эти факты наводятъ на слѣдующее предположеніе: *при духовныхъ процессахъ происходятъ образованіе и превращеніе особаго вида энергіи, которую мы назовемъ пока духовной энергіей.*

\*) Поэтому весьма неправильно поступаютъ люди, переутомленные умственнымъ трудомъ, когда они пытаются восстановить свои силы путемъ тѣлесныхъ упражненій. Они нуждаются въ притокаѣ энергіи, и тѣлесныя упражненія необходимы только постольку, поскольку они способствуютъ усвоенію организмомъ принятой пищи, причемъ цѣлесообразно дать отдыхъ переутомленному мозгу переходомъ къ какому-нибудь иному легкому занятію, по возможности противоположному первому.

Чтобы испытать пригодность этого предположения, мы должны убедиться, совместимо ли оно с известными законами энергии и укладываются ли в его рамки известные духовные процессы.

Во-первых, вышеупомянутый факт, что всякая духовная деятельность связана с превращением энергии, и что превращенная энергия приблизительно пропорциональна количеству деятельности, согласен с теорией превращения. Мы можем принять, что истраченная химическая энергия идет на образование духовной энергии. Эта последняя кратковременна, и ее продолжительность совпадает с духовным процессом; как только он кончается, соответственное ему количество энергии переходит в другой вид, по всей вероятности в теплоту. Следовательно, требование первого начала останется выполненным и по отношению к обыкновенным видам энергии, если мы будем исследовать промежуток времени, в начале и конце которого организм находился в одинаковом духовном состоянии, т.-е. обладать одинаковыми количествами духовной энергии. Этот процесс скорее всего можно бы сравнить с произведением звука, причем затраченная энергия поутю только принимает вид механической работы и, в конце концов, вполне переходит в теплоту. Пока тон звучит—уравнение: затраченная энергия равна полученной теплоты—не вполне точно, ибо часть энергии существует в форме энергии колебания. Но когда тон прекратится, уравнение становится вполне верным, и если обращать внимание только на конечные результаты, то оно является совершенно независимым от того, звучал ли в промежутке звук, или нет, т.-е. имела ли в промежутке часть энергии форму энергии колебания или нет. Точно также для конечного итога безразлично, существует, или нет в организме промежуточная форма в виде духовной энергии.

Решить это можно только наблюдая тот промежуток, когда происходят в организме духовные процессы. По теории параллелизма весь итог должен идти на обыкновенные виды энергии, и не должно оставаться ничего для духовной работы; напротив, по теории превращения некоторая часть обыкновенных энергий должна исчезать во время мышления, подобно тому как из лучистой энергии, как таковой, как будто исчезает некоторая приставшая к вѣсомым предметам часть. Пока нет никакой надежды на успешное выполнение этого эксперимента *in vivo*, тем более, что всякое выделение, например, мозга, из связи с другими органами влечет за собою прекращение всякой духовной деятельности, т.-е. переход всей духовной энергии в обыкновенные виды энергии. Но это еще не причина отказаться от всякой надежды, ибо так как тут речь идет о наглядном различии измеримых величин, то всегда можно рассчитывать на то, что

будут найдены и выработаны методы измерения, с помощью которых этот вопрос может быть решен. Тогда можно будет решительно принять или отвергнуть духовную энергию; а пока будем продолжать делать выводы, предполагая, что эта энергия существует.

Во-первых, мы должны признать, что духовная энергия образуется в заметном количестве только при совершенно определенных условиях, вырабатываемых при постепенном развитии различных организмов. Количество и разнообразие духовных проявлений так очевидно возрастает с восхождением в ряду организмов и так значительно превышает у человека соответственные количества их у низших организмов, что приходится придти к заключению, что духовная энергия может образовываться в заметных количествах только при некоторых трудно выполнимых условиях; при обыкновенных же условиях в неорганических образованиях она или совсем не образуется, или в таких незначительных количествах, что ее невозможно заметить. Мы и займемся теперь рассмотрением энергетических условий жизни.

Во-первых, мы определили организм, как образование, находящееся в стационарном равновесии. В таком состоянии постоянно совершается превращение энергии, и следовательно, всегда существует возможность образования особенного переходящего вида энергии, какова духовная энергия.

Что касается возможности образования такой системы, в которой могла бы возникнуть подобного рода энергия, то мы далеки от основательного знакомства с нею, потому что мы едва можем найти данные для предположений о том, каким образом впервые возник органический мир из неорганического. Наши химико-физиологические знания для этого еще недостаточны. Я желал бы только высказать свой взгляд, что считаю такое образование возможным и вижу в подборе прочных признаков, в смысле дарвиновской теории, достаточное основание для возможности подобного исторически прогрессирующего возникновения. Я несколько не скрываю, что проведение этой теории должно сопровождаться чрезвычайными трудностями. Тем не менее, мне кажется мыслимым, что в течение долгого времени среди постоянно возникавших бесчисленных несовершенных стационарных образований могло возникнуть несколько вполне прочных. Почему эта прочность проявляется именно в биологических образованиях, представляющих известные нам в настоящее время организмы, и почему она передается исключительно путем индивидуального размножения делением или оплодотворением—все это своеобразности, объяснение которых надо предоставить будущему. Нам нечего бояться, что мы возлагаем в этом отношении слишком большие надежды на науку.

Мы легко въ этомъ случаѣ впадаемъ въ ошибку и смотримъ на сумму настоящихъ научныхъ знаній, какъ на капиталъ, который долженъ оплатить всѣ нужды по выясненію и объясненію существующаго міра. Этотъ принципъ дѣйствителенъ только для той части нашего опыта, которая зависитъ отъ нашей непосредственной дѣятельности, т.-е. для искусственно сдѣланныхъ вещей. Напротивъ, естественно образовавшіяся, т.-е. безъ вмѣшательства человѣка, вещи совершенно не зависятъ отъ степени человѣческаго знанія и, не обращая на него вниманія, пользуются средствами и энергіями, о которыхъ мы, можетъ-быть, впервые узнаемъ черезъ сотни и тысячи лѣтъ. Поэтому мы не должны стремиться къ объясненію жизненныхъ явленій, во что бы то ни стало, на основаніи существующихъ знаній и должны пока ограничиться установленіемъ возможности или невозможности извѣстныхъ явленій въ рамкахъ нашихъ настоящихъ знаній. Возникновеніе такихъ стационарныхъ образованій, какъ организмы, никоимъ образомъ не противорѣчитъ извѣстнымъ общимъ законамъ; особенно же можно утверждать, что организмы, поскольку они тщательно изслѣдованы въ этомъ направленіи, рѣшительно подчиняются законамъ энергіи.

Приступимъ съ этой точки зрѣнія къ нашей задачѣ. Мы уже имѣли возможность (стр. 259) нѣкоторые процессы въ организмахъ, производившіе, вслѣдствіе ихъ цѣлесообразности, впечатлѣніе сознательнаго акта, свести къ физико-химическимъ явленіямъ. Въ этихъ случаяхъ, слѣдовательно, мы можемъ обойтись безъ признанія особенной духовной энергіи, и мы не имѣемъ средства наглядно доказать ея присутствіе въ нихъ.

Напротивъ, намъ приходится признать ея существованіе въ тѣхъ случаяхъ, когда при посредствѣ нервныхъ аппаратовъ происходитъ передача раздраженія. Уже изъ общихъ соображеній объ этихъ процессахъ (стр. 254) вытекало, что существующія отношенія лучше всего могутъ быть изображены, если предположить, что изъ энергій, переходящихъ на воспринимающіе аппараты, образуется «нервная энергія», возбуждающая опредѣленное проявленіе другой запасенной энергіи. Такое предположеніе было необходимо, ибо хотя между раздраженіемъ и слѣдствіемъ его и существуетъ отношеніе степени, но нѣтъ количественнаго отношенія превращенія, которое существуетъ при превращеніи обыкновенныхъ энергій. Конечно, мы не имѣемъ права утверждать, что эта передача раздраженія не можетъ быть произведена какой-нибудь извѣстной энергіей (или ихъ комбинаціей). Поэтому, говоря объ особенной нервной энергіи, мы оговорили, что, можетъ-быть, впоследствии и удастся свести ее къ одной изъ извѣстныхъ энергій или разложить на нихъ. Слѣдовательно, то, что мы назвали духовной энергіей, совпадаетъ прежде всего съ ранѣ предложеннымъ понятіемъ нервной энергіи.

Употребляя, далѣе, выраженіе нервная энергія, мы будемъ разумѣвать подъ нимъ слѣдующее. При раздраженіи организму сообщается опредѣленное количество свободной энергіи. Эта послѣдняя превращается въ тѣлѣ въ нѣкоторую неизвѣстную въ настоящее время энергію, которая проводится посредствомъ нервныхъ снарядовъ въ другія части тѣла и тамъ, смотря по обстоятельствамъ, высвобождаетъ внѣшнюю работу или нѣкоторое количество другой энергіи такого же нервного качества. Первое имѣетъ мѣсто въ мышцахъ и въ другихъ снарядахъ внѣшней дѣятельности; второе въ нервныхъ промежуточныхъ и центральныхъ органахъ: гангліяхъ, головномъ и спинномъ мозгу. *Видъ энергіи, дѣйствующій во всѣхъ нервныхъ снарядахъ, мы называемъ нервной энергіей.*

О существованіи нервной энергіи мы имѣемъ, во-первыхъ, объективное знаніе изъ факта переноса раздраженія. Во-вторыхъ, намъ извѣстно анатомическое сходство чувствующихъ и двигательныхъ нервовъ съ проводниками возбужденія, нерѣдко вставленными между этими послѣдними и головнымъ мозгомъ, и мы знаемъ, что разрѣзъ или иное какое поврежденіе этихъ проводниковъ вызываетъ прекращеніе сознательныхъ явленій. Поэтому мы имѣемъ полное основаніе поставить въ тѣсную связь субъективно познаваемые сознательныя явленія съ объективными проводниками возбужденія и разсматривать первыя тоже какъ проявленія или свойства нервной энергіи. Слѣдовательно, фактъ сознанія является субъективнымъ источникомъ нашего знанія о нервной энергіи. Этотъ источникъ гораздо богаче объективнаго, ибо онъ участвуетъ во всей сознательной духовной дѣятельности; но его недостатокъ заключается въ томъ, что онъ указываетъ намъ результаты, а не пути, по которымъ они были достигнуты. Научная теорія духовной жизни должна примѣнять оба средства изслѣдованія и стараться согласовать результаты перваго съ результатами второго, т.-е. она должна отбросить всякое соображеніе, пренебрегающее этимъ согласованіемъ. Благодаря тому, что намъ приходится изслѣдовать законы мышленія съ помощью мышленія же, мы попадаемъ въ большія затрудненія. Чрезвычайно необходимый объективный контроль, болѣе или менѣе возможный въ другихъ областяхъ знанія, почти отсутствуетъ въ случаѣ, когда мы желаемъ придти къ общимъ результатамъ путемъ простого анализа содержанія нашего сознанія, а объективное изслѣдованіе нервныхъ проводниковъ доступно до нѣкоторой степени только на животныхъ, но совершенно невозможно объективно изслѣдовать высшія духовныя функціи человѣка. Случайныя наблюденія при болѣзняхъ и поврежденіяхъ оказываютъ скудную помощь, такъ какъ въ этихъ случаяхъ главной задачей является ослабленіе или устраненіе поврежденія.

Поэтому мнѣ здѣсь приходится ограничиться указаніемъ въ общихъ

чертах и считать свою задачу выполненной, если мы удастся указать, что духовныя явления можно подчинить тѣмъ же общимъ понятіямъ, которыми мы пользовались при изображеніи физическаго міра.

Въ дѣятельности нервной энергіи можно различать три случая. Во-первыхъ, благодаря притоку внѣшнихъ энергіи къ органамъ чувствъ или вообще къ частямъ тѣла, снабженнымъ нервами, можетъ образоваться нервная энергія, которая передается по нервнымъ волокнамъ и производить дѣйствіе на другомъ концѣ нерва.

Это дѣйствіе состоитъ всегда въ превращеніи въ другія нервныя энергіи, которыя далѣе дѣйствуютъ двумя различными способами. Или образовавшаяся энергія служитъ къ возбужденію какого-нибудь акта, подъ которымъ слѣдуетъ подразумѣвать возникновеніе какой-нибудь энергіи, дѣйствующей внѣ тѣла; это возникновеніе происходитъ на счетъ запасенной организмомъ энергіи (по большей части химической). Эти акты, главнымъ образомъ, заключаются въ механическихъ процессахъ, у высшихъ животныхъ въ сокращеніи мышцъ. Но мы видѣли, что и всѣ другія проявленія энергіи въ животныхъ, какъ-то: теплота, свѣтъ, химическая и электрическая энергіи, возбуждаются и регулируются нервными снарядами, поэтому мы и ихъ включимъ въ понятіе акта. Однако при этомъ мы не предполагаемъ, что эти акты совершаются сознательно.

Второй видъ превращенія, а, слѣдовательно, третій родъ процессовъ, въ которыхъ участвуетъ нервная энергія, состоитъ изъ явленій, съ которыми связано сознание. Анатомически и физиологически такіе процессы связаны съ дѣятельностью большого мозга. Они возникаютъ не только при дѣйствіи нервной энергіи, возникшей отъ внѣшняго импульса, но обладаютъ свойствомъ самовозбужденія. Первые сознательные процессы называются ощущеніями, вторые—мыслями.

Эти три функціи, зависящія отъ нервной энергіи, уже давно получили названіе, на ненаучномъ языкѣ; ихъ различаютъ какъ *ощущеніе*, *мысленіе* и *актъ*, и уже Платонъ считалъ ихъ основными отправленіями. Существуютъ еще многочисленныя группы духовной дѣятельности, различаемыя и обозначаемыя различными названіями, но мы можемъ считать эти три функціи самыми существенными, такъ какъ онѣ были найдены нами при энергетическомъ анализѣ, а остальные виды мы будемъ относить къ которой-нибудь изъ этихъ главныхъ группъ. Разсмотримъ каждую изъ нихъ въ отдѣльности.

Что касается ощущеній, то мы прежде всего должны устранить ошибку, возможность которой заключается въ самомъ названіи. Обыкновенно ощущеніями называютъ сознательные процессы, возбуждаемые черезъ превращеніе нервной энергіи, образовавшейся при внѣшнемъ раздраженіи; въ дѣйствительности же это названіе относится только

къ этой первой нервной энергіи. Возникновеніе сознательныхъ процессовъ не есть единственный путь, которымъ нервная энергія намъ себя проявляетъ; и другіе процессы, напимѣръ, слабые электрическіе токи, пробѣгающіе по нерву, тоже указываютъ на возникновеніе и исчезновеніе нервной энергіи при раздраженіи органовъ чувствъ. Поэтому названіе *ощущеніе* мы будемъ употреблять только для процессовъ, которые безъ всякаго ущерба могутъ быть приняты за сознательные продукты превращенія, въ другихъ же случаяхъ мы будемъ употреблять слово *впечатлѣніе*. Раздраженіе есть только внѣшняя энергія, превращаемая въ нервномъ снарядѣ въ нервную энергію впечатлѣнія. Сохраненіе названія впечатлѣніе можетъ быть оправдано тѣмъ, что превращеніе въ сознательную нервную энергію \*) есть почти единственный путь, которымъ мы узнаемъ о впечатлѣніяхъ.

Первый и главный законъ, относящійся къ ощущеніямъ, данный Иоганномъ Мюллеромъ, былъ законъ *специфической энергіи органовъ чувствъ*, который утверждаетъ, что родъ ощущенія зависитъ отъ свойствъ нерва, претерпѣвающаго раздраженіе, а не отъ рода раздраженія. Такъ, напимѣръ, при раздраженіи оптическаго нерва получаютъ всегда свѣтотыя ощущенія, безразлично, произведено ли это раздраженіе дѣйствіемъ свѣта на нормальный глазъ, или непосредственнымъ дѣйствіемъ на нервъ какой-нибудь другой энергіи (химической, механической, электрической). Съ нашей энергетической точки зрѣнія это вполне понятно, это даже необходимо должно быть такъ, ибо нервъ есть снарядъ, превращающій какую-либо данную энергію въ опредѣленную нервную энергію. При этомъ превращеніи различныхъ энергіи не должно быть неперемѣнно одинаково полнымъ; это зависитъ вполне отъ свойствъ трансформатора; поэтому вполне понятно, что на опытѣ различныя нервы проявляютъ совершенно различную восприимчивость относительно различныхъ раздраженій.

Сомнительно, чтобы нервныя энергіи, образующіяся въ различныхъ нервахъ, были специфически различны. Согласно нашему воззрѣнію такое различіе не обязательно; оно можетъ проявиться только тогда, когда нервная энергія впечатлѣнія превращается въ сознательную энергію и зависитъ отъ этой второй фазы процесса. Напротивъ, изъ опытовъ (правда, оспариваемыхъ) надъ сращеніемъ различныхъ перерѣзанныхъ нервовъ и передачей по нимъ соотвѣтственной энергіи можно заключить, что энергіи различныхъ нервовъ различаются количественно, а не качественно.

Вообще съ нервной энергіей впечатлѣній мы знакомимся только по продуктамъ ея непосредственнаго превращенія, сознательнымъ

\*) И это названіе вскорѣ будетъ оправдано.



ощущениямъ, и очень трудно различить, что было уже въ самомъ впечатлѣнн и что прибавилось при превращеніи. Поэтому слѣдуетъ рассмотреть еще нѣкоторыя важныя стороны этихъ явленій, причемъ возможны ошибки съ нашей стороны.

Между раздраженіемъ и ощущеніемъ существуетъ во многихъ случаяхъ количественное отношеніе, называемое Веберъ-Фехнеровскимъ закономъ, именемъ ученыхъ, давшихъ этотъ законъ. Онъ утверждаетъ, что различія ощущеній обуславливаются не абсолютными, а относительными измѣненіями раздраженія. Напримѣръ, для того, чтобы ощутить увеличеніе двухъ различныхъ свѣтовыхъ раздраженій, надо увеличить ихъ не на одинаковыя абсолютныя количества свѣта, а на равныя части данныхъ количествъ свѣта. Математически это можно выразить такъ: измѣненіе ощущенія пропорціонально не измѣненію раздраженія, а измѣненію логарифма раздраженія. Слѣдовательно, чѣмъ больше раздраженіе, тѣмъ больше должно быть его измѣненіе, вызывающее одинаковое измѣненіе ощущенія.

Вопросъ, въ какомъ мѣстѣ превращенія происходитъ это отклоненіе отъ пропорціональности, много обсуждался. Я, конечно, не считаю себя компетентнымъ въ этомъ вопросѣ и предлагаю мои соображенія, какъ скромный вкладъ въ науку. Мнѣ кажется, что это происходитъ при первомъ образованіи нервной энергіи на счетъ внѣшней энергіи, такъ что энергія впечатлѣнн, возбуждаемая раздраженіями различной величины, пропорціональна не самому раздраженію, а его логарифму. В. Пфефферъ доказалъ, что результатъ химическаго раздраженія подчиненъ Веберъ-Фехнеровскому закону у простѣйшихъ организмовъ, не обладающихъ центральными органами, подобными головному мозгу, именно у бактерий и зооспоръ водорослей: ихъ движеніе опредѣляется отношеніями концентрацій растворовъ веществъ, дѣйствующихъ хемотактически, а не разностями ихъ. Такъ какъ въ этихъ случаяхъ движеніе весьма вѣроятно непосредственно опредѣляется \*) «нервной энергіей», образовавшейся вслѣдствіе раздраженія, то это говоритъ въ пользу вышеприведеннаго предположенія.

Мы получимъ обзоръ различныхъ видовъ ощущенія, если рассмотримъ различныя пути, которыми энергія достигаетъ тѣла. Поэтому классовъ ощущеній столько, сколько видовъ органовъ чувствъ; эти же послѣдніе уже были нами рассмотрѣны на стр. 41 и сл.

Для насъ важно помнить, что ощущенія, смотря по примѣнимости ихъ къ практическимъ дѣламъ жизни, обладаютъ различной степенью ясности и сознательности, которыя, вообще говоря, не пропорціональны ихъ значенію для поддержанія жизни, но опредѣляются ихъ

\*) Не отрицаю, что это заключеніе можетъ быть оспариваемо.

отношеніемъ къ произвольнымъ актамъ. Понятно, что только тѣ ощущенія проходятъ черезъ сознательно работающую часть центральнаго органа, которыя ведутъ къ какимъ-нибудь сознательнымъ актамъ, а тѣ, связь которыхъ съ жизненными процессами не предполагаетъ участія сознанія, не идутъ по этому окольному пути. Послѣднія попадаютъ въ сознаніе только тогда, когда происходитъ нарушеніе правильнаго теченія жизни. Примѣромъ, приводимымъ Гельмгольцомъ, могутъ служить пятна въ полѣ зрѣнн, появляющіяся вслѣдствіе нахожденія въ стекловидномъ тѣлѣ глаза небольшихъ, подвижныхъ непрозрачныхъ частицъ, но эти пятна обыкновенно не достигаютъ сознанія, и ихъ существованіе можно доказать, только принявъ особыя мѣры. Но если эти пятна вслѣдствіе какой-нибудь причины ощущаются особенно сильно, тогда они достигаютъ нашего сознанія. Такъ, горожанинъ не ощущаетъ сознательно непрестаннаго уличнаго шума, но если среди этого шума появится непривычный, хотя бы и болѣе слабый звукъ, онъ тотчасъ возбудитъ его вниманіе, т.-е. дойдетъ до сознанія.

Поэтому между сознательными ощущеніями, слабосознательными и, наконецъ, такими, которыя сознаются только въ случаѣ наступающаго измѣненія или нарушенія, существуетъ непрерывный переходъ. Благодаря этому происходитъ непрерывный переходъ ощущеній въ чувства; при этомъ отступаетъ на задній планъ свойственная высшимъ ощущеніямъ связь съ мѣстомъ, которая теряется по мѣрѣ того, какъ процессы, причиняющіе ощущеніе, ускользаютъ отъ произвола, какъ, напримѣръ, всѣ животныя процессы, происходящіе внутри тѣла.

Большинство чувствъ группируется вокругъ двухъ главныхъ чувствъ: удовольствія и неудовольствія, а всѣ остальные чувства можно объяснить участіемъ болѣе или менѣе локализованныхъ ощущеній. Но я не буду подробнѣе останавливаться на этомъ спорномъ пунктѣ современной психологіи, такъ какъ рѣшеніе его не безусловно необходимо для рѣшенія предстоящихъ намъ задачъ.

Вполнѣ стаціонарному току энергіи, характеризующему нормальную жизнь, соответствуетъ нейтральный «тонъ чувства», причемъ ощущенія не нарушаютъ и не ускоряютъ правильнаго теченія, но являются нормальной составной частью его. Они возбуждаютъ интересъ только постольку, поскольку они являются признаками извѣстныхъ правильныхъ и полезныхъ актовъ. Иными словами, они возбуждаютъ скорѣе объективный, чѣмъ субъективный интересъ.

Напротивъ, всякое усиленіе тока энергіи ощущается какъ удовольствіе, всякое нарушеніе — какъ неудовольствіе. Такъ какъ въ силу принципа подбора (стр. 288) всякая жизнедѣятельность направлена на увеличеніе долговѣчности, то чувства удовольствія и не-

удовольствия, благодаря которым мы ищемъ усиливающихъ влияній и избегаемъ нарушающія влияния, получаютъ цѣлесообразное обоснованіе. Слѣдовательно, чувства удовольствія и неудовольствія суть средства, дѣйствующія въ пользу сохраненія организма; эта цѣлесообразность ихъ дѣлаетъ понятнымъ ихъ развитие.

Справедливость этого воззрѣнія подтверждается при болѣе глубоко́мъ разсмотрѣніи повседневныхъ явленій. Игры молодыхъ людей и животныхъ, пѣніе и танцы, гимнастика и спортъ подтверждаютъ положеніе, что усиленный притокъ энергіи вызываетъ чувство удовольствія въ организмѣ. При этомъ слѣдуетъ указать на многія стороны явленія. Во-первыхъ, чувство удовольствія сопровождается не обладаніемъ лишними запасами энергіи, а трату ихъ. Въ молодомъ организмѣ особенно быстро происходитъ усвоеніе химической энергіи, поглощенной въ формѣ пищи, поэтому въ нихъ особенно велики свободные излишки. Отсюда происходятъ услаждающія сердце веселость и жизнерадостность здоровой молодежи и ихъ необузданная потребность отдавать этотъ избытокъ наружу при посредствѣ какой-нибудь дѣятельности. Поэтому чувство удовольствія получаетъ наибольшую силу при половомъ актѣ, сопровождающемся максимальной тратой энергіи.

Въ большинствѣ случаевъ при такого рода тратахъ лишней энергіи трата превосходитъ избытокъ; поэтому наступаютъ перерасходъ и соответственно этому чувство неудовольствія. Это источникъ «каценъ-яммера» во всѣхъ его различныхъ формахъ; онъ характеризуется тѣмъ, что нормальное количество тока энергіи не можетъ быть восстановлено. Его можно излечить только, снабдивъ организмъ энергіей, достаточной для восстановленія правильныхъ процессовъ.

Конечно, это не можетъ быть достигнуто обыкновеннымъ приемомъ пищи, ибо для организма важна только та часть поглощенной энергіи, которая дѣйствительно составляетъ часть тѣла, т.-е. ассимилируемая часть пищи. Если организмъ неспособенъ покрыть потерю достаточно быстро переработкою пищи, то приемъ пищи бесполезенъ. Это имѣетъ мѣсто, когда вслѣдствіе многократной слишкомъ большой траты энергіи нарушено правильное функционированіе всего аппарата, поэтому восстановленіе силъ организма сводится прежде всего къ восстановленію способности усвоенія. Наступающее съ теченіемъ времени ухудшеніе въ этомъ отношеніи даже у правильно живущаго организма есть рѣшительный признакъ старости, среднее состояніе которой отклоняется отъ нейтральнаго тона чувства въ отрицательную сторону, въ сторону неудовольствія.

Процессы, связанные съ приемомъ и накопленіемъ тѣлсной энергіи, сопровождаются также чувствомъ удовольствія. Бѣда и

питье пріятны и человѣку, и животному, такъ что физиологически вполне правильно, что празднованіе праздниковъ сопровождается пирами. Дѣйствіе возбуждающихъ и опьяняющихъ напитковъ, которые нельзя разсматривать какъ питательныя вещества, заключается въ подавленіи факторовъ, затрудняющихъ токъ энергіи, которые также необходимы для правильной экономіи организма, какъ и ускорители. Поэтому наслажденіе такого рода возбудителями сопровождается слѣдующимъ за симъ особенно сильнымъ истощеніемъ, такъ какъ при этомъ трата запаса энергіи еще болѣе превышаетъ нормальное состояніе, чѣмъ при обыкновенномъ утомленіи.

Продолжительное состояніе неудовольствія наступаетъ кромѣ старости еще въ тѣхъ случаяхъ, когда по какой-либо причинѣ токъ энергіи меньше нормальнаго. Оно является всегда при дурномъ питаніи, все равно, есть ли оно слѣдствіе недостатка въ пищѣ или недостаточной переработки пищи. Въ томъ же смыслѣ дѣйствуетъ, напримеръ, всякая работа, при которой трата не вполне возмѣщается. Сама по себѣ работа при достаточномъ питаніи дѣйствуетъ въ смыслѣ возбужденія удовольствія, такъ какъ она увеличиваетъ токъ энергіи; ея угнетающее дѣйствіе появляется тогда, когда расходъ продолжительное время превышаетъ доходъ. Если въ одномъ и томъ же индивидѣ это имѣетъ мѣсто продолжительное время, то работа начинаетъ сопровождаться чувствомъ неудовольствія, и человѣкъ стремится къ полному бездѣйствію. Точно также продолжительное чувство неудовольствія вызывается въ томъ случаѣ, если токъ энергіи, несмотря на обильную пищу, ослабляется вслѣдствіе нарушенія обмена веществъ. Прожорливый меланхоликъ, обладающій плохимъ пищевареніемъ, и голодающій фабричный пролетарій представляютъ типы неудовольныхъ людей.

Едва ли требуется особенно останавливаться на объясненіи обратимости этихъ явленій, т.-е. что вызванное чѣмъ-нибудь чувство угнетенія уменьшаетъ токъ энергіи, а усиленное чувство удовольствія увеличиваетъ его. Въ пользу этого достаточно говорятъ блѣдныя и ввалившіяся щеки грустнаго человѣка и круглыя, красныя щеки и блестящіе глаза веселаго человѣка. Но эти два настроенія различно дѣйствуютъ въ отношеніи подъема самочувствія. Опущенія удовольствія не могутъ вообще усиливать токъ энергіи до безконечности, такъ какъ они сопровождаются тратой энергіи; слѣдовательно, они дѣйствуютъ какъ самосохранители. Напротивъ, неудовольствіе, если оно продолжительно, вызываетъ уменьшеніе тока одновременно съ уменьшеніемъ притока энергіи, и организмъ болѣе склоняется въ невыгодную сторону. Слѣдовательно, оно дѣйствуетъ на организмъ разрушительно. Поэтому гораздо больше людей погибаетъ отъ мрачныхъ чувствъ,

чѣмъ отъ слишкомъ большой радости, и эвдемонистическія системы практической философіи, т.-е. такія, которыя придаютъ значеніе увеличенію пріятныхъ ощущеній, въ значительной и положительной степени правы \*).

## Девятнадцатая лекція.

### СОЗНАНІЕ.

Впечатлѣнія и ощущенія, возбужденныя внѣшней энергіей, и которыя мы разсматриваемъ какъ нервную энергію, образовавшуюся на счетъ внѣшней энергіи, могутъ вызывать двоякаго рода дѣйствія. Или они непосредственно вызываютъ реакцію такимъ образомъ, что наступаетъ актъ въ самомъ общемъ смыслѣ слова, т.-е. проявленіе организмомъ энергіи наружу, или же между ними вставляются еще превращенія нервной энергіи въ другія ея формы. Такъ какъ возбужденіе акта зависитъ по большей части отъ промежуточнаго превращенія, то, слѣдовательно, оно представляетъ болѣе общее явленіе, и съ него намъ слѣдуетъ начать.

Превращеніе нервной энергіи, возникшей въ органахъ чувствъ, происходитъ, по всей вѣроятности, въ органахъ, называемыхъ гангліевыми клѣточками, находящимися всегда на одномъ концѣ всякаго нервного волокна. Происходящій въ нихъ процессъ нельзя разсматривать какъ простое превращеніе энергіи, онъ носитъ характеръ

\*) Можетъ-быть, не лишнее замѣтить, что такого рода мысли были не разъ высказываемы, хотя, насколько мнѣ извѣстно, не въ такой опредѣленной формѣ. Такъ, астрофизикъ Цѣллнеръ утверждалъ, что всѣ превращенія потенциальной энергіи въ активную сопровождаются чувствомъ удовольствія въ соответственныхъ атомахъ, и, наоборотъ, переходъ активной энергіи въ потенциальную сопровождается чувствомъ неудовольствія. Изъ этого вытекало метафизическое положеніе, что всѣ процессы въ мірѣ сводятся къ переходамъ атомовъ въ эти формы энергіи. Здѣсь, какъ вы видите, не имѣется даваемого мною отнесенія къ понятію жизни, къ тому же это положеніе носитъ гипотетичный характеръ. Особенно трудно понять, почему отношеніе между удовольствіемъ и неудовольствіемъ не является какъ-разъ обратнымъ. Болѣе доступныя для научной обработки отношенія между различной силы состояніями раздраженія и чувствами удовольствія и неудовольствія также, повидимому, не даютъ возможности составить общее и ясное воззрѣніе.

соотвѣтственнаго возбужденія (стр. 254). Иными словами, вступающая въ ганглии нервная энергія тратится, при содѣйствіи нѣкотораго процесса высвобожденія, на превращеніе находящихся въ гангліяхъ запасовъ энергіи (вѣроятно, химической) въ новую нервную энергію, количество которой находится въ весьма различныхъ отношеніяхъ къ количеству вступившей энергіи, въ зависимости отъ свойствъ трансформатора. Здѣсь особенно большую роль играетъ привычка, о которой мы не разъ уже упоминали, такъ что на образованіе даннаго количества возбужденной энергіи требуется тѣмъ меньше возбуждающей энергіи, чѣмъ чаще въ данномъ образованіи совершался одинаковый или сходный процессъ.

Эта образовавшаяся энергія или проходитъ въ центральные органы, или идетъ къ снарядамъ, въ которыхъ тѣло развиваетъ энергію, проявляющуюся наружу. Въ первомъ случаѣ возникаетъ сознание, во второмъ бессознательное дѣйствіе, или рефлексъ. Это толкованіе нервныхъ процессовъ подтверждается столь многими анатомическими и физиологическими данными, что можетъ считаться правильнымъ.

Поэтому я предлагаю вамъ разсматривать сознаніе, какъ свойство особаго вида нервной энергіи, а именно энергіи, проявляющейся въ центральномъ органѣ. Что не всякая нервная энергія вызываетъ сознаніе, вытекаетъ несомнѣннымъ образомъ изъ того, что въ случаяхъ устраненія сознанія во время сна, въ обморокѣ или наркозѣ большое число нервныхъ снарядовъ, а именно всѣ, управляющіе произвольными процессами тѣла, какъ-то: біеніе сердца, дыханіе, пищевареніе, выдѣленіе железъ, продолжаютъ правильно работать, невзирая на отсутствіе сознанія. Въ этомъ состояніи часто правильно выполняются акты, возбуждаемые обыкновенно сознательно и произвольно.

Какою должны мы представлять себѣ связь между сознаніемъ и нервной энергіей? Мнѣ кажется, что эта связь должна быть очень тѣсной, и я склоненъ считать сознаніе такимъ же существеннымъ признакомъ нервной энергіи центральнаго органа, какимъ пространство является для механической энергіи, а время для энергіи движенія. Это станетъ яснѣе, если мы вспомнимъ исходную точку нашихъ размышленій. Согласно съ ней все наше знаніе внѣшняго міра зависитъ отъ процессовъ, происходящихъ въ нашемъ сознаніи. Изъ общихъ составныхъ частей этихъ процессовъ создается понятіе энергіи, какъ самое общее, а изъ свойства этихъ процессовъ и ихъ взаимныхъ отношеній мы вывели различныя виды энергіи, превращающіяся другъ въ друга. Слѣдовательно, мы постушаемъ послѣдовательно, связывая источникъ всѣхъ этихъ процессовъ, наше

сознание, съ самымъ общимъ понятіемъ и утверждая вмѣстѣ съ Кантомъ: всѣ наши представленія о внѣшнемъ мірѣ субъективны, такъ какъ нами воспринимаются только тѣ проявленія его, которыя соотвѣтствуютъ свойствамъ нашего сознания. Всѣ внѣшнія явленія можно изобразить какъ процессы, совершающіеся между энергіями, и именно потому, что *наши сознательные процессы, сами суть энергетическіе процессы и переносятъ это свое свойство на всѣ внѣшніе процессы.*

Я не рассчитываю на то, чтобы эта идея была особенно охотно принята вами, я желаю только, чтобы вы смотрѣли на нее какъ на попытку единообразнаго міровоззрѣнія. Ее надо разсматривать, какъ предварительный планъ, который всегда слѣдуетъ дѣлать, когда желаешь понять новую область или найти новый путь къ усвоенію старой области. Опытная провѣрка такой идеи заключается въ развитіи всѣхъ вытекающихъ изъ нея слѣдствій и сравненія ихъ съ извѣстными фактами.

Всѣ физиологи согласны въ томъ, что духовные, особенно же сознательные процессы сопровождаются энергетическими процессами и что всякое мышленіе, чувствованіе, желаніе обуславливаетъ трату энергіи. Но они довольствовались объясненіемъ этихъ фактовъ съ помощью ученія о *психо-физическомъ параллелизмѣ*. Это ученіе, въ томъ видѣ, какъ оно было дано Спинозою, заключается въ томъ, что духовные и физическіе процессы суть различныя стороны одного и того же дѣйствительнаго процесса, и, смотря потому, разсматриваемъ ли мы субстанцію со стороны протяженія (съ физической стороны) или со стороны мышленія (съ психической стороны), мы получаемъ тѣ или инныя явленія. Новое ученіе о психо-физическомъ параллелизмѣ отказывается отъ этого представленія его, какъ отъ ненаучнаго, и утверждаетъ параллельное сосуществованіе двухъ рядовъ причинности, никогда не вмѣшивающихся одинъ въ другой вслѣдствіе несравнимости ихъ членовъ. Между этимъ принципомъ и лейбницевской предустановленной гармоніей я не нахожу иного различія, какъ только то, что Лейбницъ вводитъ гипотетическое понятіе монады, а современная теорія понятіе матеріи. Защитники этого воззрѣнія тоже признаютъ, что въ этомъ сосуществованіи есть нѣчто неудовлетворительное, что должно быть устранено прогрессирующей работой человѣческаго духа. Но въ виду прогресса всѣхъ наукъ, мнѣ кажется, врядъ ли справедливымъ утвержденіе, что объединяющая идея можетъ быть найдена только въ области метафизики и превышаетъ область естественныхъ наукъ, къ которымъ принадлежатъ физиологія и психологія. Всегда оказывался неправымъ тотъ, кто утверждалъ невозможность идеи, будущее осуществленіе которой заложено въ правильномъ развитіи знанія.

Если мы попытаемся дать себѣ отчетъ, что вызвало возникновеніе этого труднаго ученія о независимомъ параллелизмѣ, то мы увидимъ, что источникомъ его былъ матеріализмъ. Эта связь была замѣчена уже Лейбницомъ; въ наше время Дю-Буа-Реймонъ вполне освѣтилъ положеніе дѣла, заявивъ свое «*ignotabimus*». Лейбницъ указываетъ на то, что если мы представимъ себѣ мозгъ, сохранивъ всѣ другія условія, такимъ большимъ, что мы въ состояніи будемъ видѣть все въ немъ происходящее и ходить въ немъ, «какъ въ мельницѣ», и будемъ въ состояніи вполне изучить весь механизмъ атомовъ мозга, то и тогда мы увидимъ только движущіеся атомы и не увидимъ духовныхъ процессовъ, соотвѣтствующихъ этому движенію. Ту же мысль развиваетъ Дю-Буа-Реймонъ въ своей рѣчи о границахъ познанія природы. Назвавъ знаніе массъ, скоростей, положенія и силъ мозговыхъ частицъ астрономическимъ знаніемъ, онъ говоритъ: «Что касается духовныхъ процессовъ, то оказывается, что при астрономическомъ знаніи органа души они остались бы намъ такими же непонятными, какъ и теперь. И, обладая этимъ знаніемъ, мы стояли бы передъ ними такъ же безпомощно, какъ и теперь. Астрономическое знаніе мозга, наибольшее, какое мы можемъ о немъ имѣть, ничего иного намъ въ немъ не раскрываетъ, какъ только движущуюся матерію. Но невозможно придумать такое расположеніе или такое движеніе матеріальныхъ частицъ, которое позволило бы перекинуть мостъ въ царство сознания».

Я не знаю болѣе убѣдительнаго доказательства философской цѣнности энергетическаго міросозерцанія, какъ то, что въ его свѣтѣ эта старая проблема перестаетъ казаться страшною. Ибо трудность ея разрѣшенія заключалась въ томъ, что какъ Лейбницъ, такъ и Дю-Буа-Реймонъ и Декартъ признавали, что физическій міръ есть не что иное, какъ движущаяся матерія. Конечно, въ такомъ мірѣ нѣтъ мѣста мысли. Мы же, признавая энергію за единственную реальность, не страдаемъ отъ подобной невозможности. Мы видѣли, во-первыхъ, что дѣятельность нервныхъ проводниковъ можетъ, безъ сомнѣнія, быть сведена къ энергетическимъ процессамъ, и, во-вторыхъ, что первные процессы, связанные съ сознаніемъ, постоянно сопровождаютъ бессознательные процессы. Я очень старался найти какой-нибудь абсурдъ или какую-нибудь несообразность въ предположеніи, что опредѣленные виды энергіи обуславливаютъ сознаніе: я не могъ найти ничего подобнаго. Далѣе, на изслѣдованіи важнѣйшихъ явленій, сознанія мы убѣдимся, что они энергетически обусловлены, и представленіе, что энергія центральной нервной системы обуславливаетъ сознаніе, мнѣ нѣсколько не представляется болѣе труднымъ, чѣмъ представленіе, что кинетическая энергія обуславливаетъ движеніе.

Въ то же время мы признаемъ, что энергія, связанная съ созна-

ниемъ, есть наивысшій и самый рѣдкій видъ энергіи изъ всѣхъ намъ извѣстныхъ. Она образуется только въ особенно развитыхъ органахъ, и даже мозгъ различныхъ людей выказываетъ чрезвычайное различіе въ количествѣ и дѣятельности этой энергіи. Намъ не должно удивлять, что эта энергія образуется только при особыхъ условіяхъ. Къ образованію электрической энергіи черезъ давленіе способны тоже только немногіе изъ безчисленнаго числа кристалловъ, именно только тѣ, въ которыхъ имѣются несимметрическія оси. А изслѣдованная въ недавнее время лучистость урана и нѣкоторыхъ другихъ элементовъ является еще болѣе рѣдкой дѣятельностью, условія образованія которой еще ограничениѣе.

На этомъ пути мы избѣжимъ еще одной трудности. Если, согласно съ опытомъ, въ чловѣкѣ съ «матеріей» его мозга связана душа, то непонятно, почему она не будетъ связана и со всякой другой матеріей. Ибо элементы, образующіе мозгъ: углеродъ, водородъ, кислородъ, азотъ и фосфоръ, встрѣчаются всюду на землѣ; они возмѣщаются въ мозгу путемъ обмѣна веществъ, и ихъ происхожденіе не вліяетъ на ихъ дѣятельность въ мозгу. Слѣдовательно, если душа есть свойство или дѣятельность мозгового вещества, то это свойство, согласно закону сохранения вещества атомовъ, должно сохраняться во всѣхъ условіяхъ, т.-е. камень, столъ, сигара должны быть такъ же одушевлены, какъ и дерево, животное и чловѣкъ. Дѣйствительно, если допустить это предположеніе, то приведенное нами слѣдствіе изъ него напрашивается такъ неотразимо, что въ новѣйшей философской литературѣ оно рекомендуется какъ правильная или, по крайней мѣрѣ, какъ возможное, или же во избѣжаніе его принимаютъ рѣшительный дуализмъ между духомъ и матеріей.

И эта трудность исчезаетъ въ энергетикѣ. Матерія слѣдуетъ закону сохранения элементовъ, такъ что находящееся въ ограниченномъ пространствѣ количество кислорода, азота и т. д., все равно, въ связанномъ или несвязанномъ состояніи, не можетъ быть измѣнено никакимъ извѣстнымъ процессомъ; данное же количество энергіи возможно превратитъ въ другую энергію, такъ что отъ первой не останется измѣримаго остатка. Слѣдовательно, опытъ не противорѣчитъ предположенію, что особыя виды энергіи требуютъ особыхъ условій для своего образованія и что данныя количества ихъ могутъ снова при превращеніи совершенно исчезнуть. Это и случается съ духовной энергіей, т.-е. безсознательной и сознательной нервной энергіей \*).

\* При прежнихъ попыткахъ подвести духовную энергію подъ общій законъ энергій часто возражали, что она не подчиняется закону сохранения. Здѣсь имѣетъ мѣсто заблужденіе, будто духовная энергія должна непре-

Такимъ образомъ, за энергетическое пониманіе духа говоритъ возможность обойти большія трудности, устраненіе которыхъ занимало умы въ продолженіе многихъ вѣковъ. Теперь намъ остается еще одна важная задача: провѣрить, можетъ ли сознательная духовная дѣятельность вмѣститься въ рамки энергетики. Я думаю, что и на этотъ вопросъ можно будетъ отвѣтить утвердительно. Предупреждаю, что здѣсь рѣчь будетъ идти только о предварительномъ мнѣніи; научное разрѣшеніе задачи потребуетъ еще много обстоятельнаго тяжелаго труда. Но мнѣ кажется, что нижеизложенныя соображенія позволяютъ взирать на будущее съ надеждой.

Новѣйшее ученіе о психо-физическомъ параллелизмѣ исходитъ изъ предположенія, что всякому духовному процессу подчиненъ или соответствуетъ физическій процессъ, и это предположеніе постоянно подтверждается настолько, насколько оно вообще поддается провѣркѣ. Точно также матеріалисты признаютъ, что душа есть только дѣятельность матеріи и въ подтвержденіе этого чрезвычайно распространнаго возрѣнія приводится множество опытныхъ данныхъ. Энергетика можетъ воспользоваться данными обоихъ предположеній, ибо «физическіе процессы» и «дѣятельность матеріи» суть съ ея точки зрѣнія не что иное, какъ превращенія энергіи \*).

Различіе заключено, какъ таковая. Но энергетика не даетъ повода къ подобному заключенію, ибо нигдѣ законъ сохранения не утверждаетъ, что каждая энергія сохраняется въ присущемъ ей видѣ, а только говоритъ о сохраненіи совокупной суммы энергій.

\*) Въ своемъ «Введеніи въ философію» (Лейпцигъ, 1895), стр. 133, О. Кюльпе предлагаетъ матеріалистамъ принять духовную энергію, какъ единственное представленіе, послѣдовательно вытекающее изъ ихъ міровозрѣнія. Въ виду того, что онъ положительно несогласенъ съ матеріалистами, можно, пожалуй, считать это предложеніе военной хитростью, должествующей привести матеріализмъ къ самоубійству. Къ сожалѣнію, онъ самъ отказывается отъ этой мысли, какъ отъ неприхвальной къ матеріализму, и примѣняетъ ее въ подтвержденіе дуализма, который онъ защищаетъ. Если бы онъ далѣе провѣлъ эту мысль, то онъ, вѣроятно, замѣтилъ бы, что принятіе духовной энергіи можетъ также упразднить дуализмъ.

Я желалъ бы здѣсь же отвѣтить на возраженіе, которое мнѣ могутъ сдѣлать, хотя и неправильно, основываясь на заключительномъ замѣчаніи въ предисловіи къ этой книгѣ. Тамъ я отказываюсь отъ употребленія какихъ-либо гипотезъ, а между тѣмъ предположеніе энергетической природы процессовъ сознанія можетъ быть сочтено за такую. Но это было бы только результатомъ неопредѣленности языка; повтому и желательнее точно обозначить встрѣчающіяся здѣсь понятія.

Гипотезами мы называли (стр. 153) такія предположенія, которыя превышаютъ опытные данныя изображаемаго явленія, и правильность которыхъ не можетъ быть провѣрена на опытѣ. Гипотеза характеризуется тѣмъ, что она прибавляетъ къ существующимъ многообразіямъ явленія еще выдуманныя многообразія, дѣйствительное существованіе которыхъ не можетъ быть

чается только въ неосновательномъ предположеніи, что матерія есть единственное реальное понятіе. Если отказаться отъ этого предположенія, то всѣ доказательства, полученныя въ тѣхъ двухъ лагеряхъ, могутъ служить въ интересахъ энергетическаго представленія.

Если мы обратимся теперь къ общимъ свойствамъ сознательной духовной дѣятельности, то прежде всего увидимъ, что *сознаніе можетъ быть произвольно связано съ процессами нервной энергии*. Не разъ уже было указано на то, что всякаго рода чувственыя впечатлѣнія могутъ восприниматься органами, не доходя до сознанія, и что путемъ процесса, называемаго направленіемъ вниманія, можно превратить безсознательное впечатлѣніе въ сознательное ощущеніе. Мы поступаемъ по отношенію къ переживаемымъ состояніямъ въ родѣ того, какъ поступаютъ съ фонаремъ или съ рефлекторомъ на суднѣ—мы освѣщаемъ «вниманіемъ» только опредѣленный небольшой кругъ переживаемаго въ данный моментъ многообразія и знаемъ, что можемъ въ такой же степени сдѣлать сознательной всякую другую часть переживаемаго состоянія. На какую часть переживаемаго нами состоянія мы направляемъ въ данный моментъ фонарь нашего сознанія, зависитъ отъ опредѣленныхъ практическихъ и теоретическихъ мотивовъ.

Подобными сравненіями пользуются для изображенія всѣхъ сторонъ нашей духовной жизни. Такъ, напримѣръ, говорятъ о полѣ яснаго сознанія. Подобно тому какъ поле нашего зрѣнія вообще неясно и только незначительная часть его представляетъ ясныя картины, такъ не ясно и наше сознаніе, и подобно тому, какъ поворачивая глазъ, мы можемъ

доказано. Типическимъ примѣромъ такихъ гипотезъ является атомистическая гипотеза.

Но существуетъ вполне законное научное средство, которое можно назвать предварительнымъ предположеніемъ или, если мы желаемъ употребить сходно звучащее слово, прототезой. Прототеза предлагается въ томъ случаѣ, когда на основаніи существующихъ, но недостаточно обширныхъ наблюдений предполагаютъ опредѣленное математическое отношеніе между измѣренными величинами или причинное отношеніе между наблюдаемыми измѣненіями и затѣмъ ставятъ опыты для провѣрки, окажется ли это предположеніе пригоднымъ при дальнѣйшихъ наблюденіяхъ. Слѣдовательно, къ наблюденію не прибавляется ничего, что не могло бы быть провѣрено, а, напротивъ, изъ опыта выводятъ заключеніе о применимости этого предположенія. Такъ, и въ данномъ случаѣ имѣется данная въ опытѣ связь между тратой энергіи и духовной дѣятельностью, и мы пытаемся установить между ними функциональное отношеніе, причемъ мы не дѣлаемъ никакихъ чуждыхъ дѣлу предположеній, но предлагаемъ самое простое предположеніе, которое доступно опытной провѣркѣ на отдѣльныхъ явленіяхъ. Слѣдовательно, предложенное въ текстѣ отношеніе представляетъ типичную прототезу.

сдѣлать яснымъ изображеніе интересующаго насъ мѣста, т.-е. будемъ различать находящіяся на немъ предметы, такъ точно мы можемъ сдѣлать сознательной произвольно выбранную часть всего переживаемаго состоянія волевымъ актомъ при соответственной затратѣ энергіи.

Оставивъ въ сторонѣ всѣ эти сравненія, мы приходимъ къ факту, что *теченію нервно-энергетическаго процесса можетъ быть произвольно сообщено свойство сознанія*, причемъ сознаніе можетъ сопровождать всѣ три вида этого рода процессовъ: существуютъ сознательныя ощущенія, сознательныя мысли и сознательныя акты. Что существуютъ безсознательныя ощущенія, т.-е. простыя впечатлѣнія (въ значеніи, данномъ на стр. 274) не подлежитъ сомнѣнію; это доказывается и существованіемъ «порога». Точно также безъ сомнѣнія существуютъ безсознательныя акты; къ нимъ, напримѣръ, принадлежитъ вся рефлекторная дѣятельность. Менѣе несомнѣннымъ можетъ показаться безсознательное мышленіе, но я и на этотъ вопросъ отвѣтилъ бы утвердительно. Трудность заключается въ томъ, что въ впечатлѣніяхъ и актахъ мы имѣемъ объективные признаки того, что впечатлѣніе или дѣятельность энергіи имѣли мѣсто, такъ что въ обоихъ случаяхъ процессъ можетъ быть доказанъ безъ участія сознанія. Напротивъ, мысли, при которыхъ вся дѣятельность энергіи протекаетъ внутри организма, не могутъ, повидимому, быть сдѣланы наглядными иначе, какъ при посредствѣ сознанія, и поэтому предположеніе безсознательныхъ мыслей не имѣетъ, повидимому, подъ собою реальной почвы.

Однако, существуетъ возможность сдѣлать ихъ наглядными, а именно изслѣдуя такіе процессы, въ которыхъ участвуютъ мысли, переходящія въ акты. Напримѣръ, припомните знакомый вамъ всѣмъ процессъ ходьбы по каменистой и трудной дорогѣ, скажемъ, по горной тропинкѣ. Мы смотримъ передъ собой на нѣсколько метровъ впередъ, ставимъ же ноги на часть тропинки, которой не видимъ, вполне правильно и цѣлесообразно; только на особенно трудныхъ мѣстахъ мы смотримъ непосредственно на то мѣсто, на которое ступаемъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что мы для измѣренія нашихъ шаговъ постоянно пользуемся запечатлѣвшейся въ нашей памяти картиной тропинки, т.-е. мы производимъ цѣлый рядъ умственныхъ процессовъ—сужденіе о свойствахъ дороги и выборъ наиболее удобныхъ мѣстъ для ноги—которые не доходятъ до нашего сознанія. Ибо если бы мы захотѣли вдругъ вспомнить расположеніе камней на только-что обозрѣнномъ пространствѣ, намъ не удалось бы воспроизвести этой картины. Слѣдовательно, здѣсь имѣютъ мѣсто безсознательныя акты заключенія и выбора, т.-е. безсознательное мышленіе.

Другимъ примѣромъ можетъ служить участіе времени въ труд-

ных мыслительных актах. Справедливость поговорки «утро вечера мудренѣе» — уясненіе запутаннаго хода мыслей, послѣ того какъ съ возникновенія ихъ протекъ какой угодно промежутку времени, заполненный другими мыслями, и множество подобныхъ явленій, привычныхъ человѣку, занимающемуся умственнымъ трудомъ и внимающему педагогу, всѣ они указываютъ на работу мысли, происшедшую внѣ нашего сознанія. Конечно, о бессознательныхъ умственныхъ процессахъ мы имѣемъ право говорить только въ тѣхъ случаяхъ, когда мы наблюдаемъ результаты, которыхъ нельзя было достигнуть помимо умственныхъ процессовъ, но при которыхъ не наблюдается сознательной дѣятельности \*).

Поэтому мы должны разсматривать дѣятельность сознанія, какъ энергетическій процессъ, который можетъ присоединиться къ обыкновенному духовному процессу или точнѣе къ обыкновенному превращенію нервной энергіи, и участіе котораго вызываетъ новый расходъ энергіи. Тогда три главныя дѣятельности нервной энергіи принимаютъ слѣдующій видъ: впечатлѣніе становится ощущеніемъ въ узкомъ смыслѣ слова, а въ случаѣ преобладанія сознанія можетъ принять видъ *вниманія*. Дѣятельность сознанія въ мышленіи проявляется какъ *воспоминаніе* и *сравненіе*, а въ сознательномъ актѣ, какъ *воля*. Мы разсмотримъ въ отдѣльности каждую изъ этихъ трехъ группъ.

Особенно впечатлѣніи уже раньше было указано, что они далеко не всегда ведутъ къ сознательнымъ ощущеніямъ. Если они очень сильны, то они сами собою достигаютъ сознанія; если же они незначительны, то для этого требуется особенный духовный актъ, называемый вниманіемъ. Что въ этомъ случаѣ дѣло идетъ о новой тратѣ энергіи, а не о новой точкѣ зрѣнія на существующія отношенія, вытекаетъ изъ явленія утомленія, связаннаго съ дѣятельностью вниманія. Хорошимъ примѣромъ можетъ служить значительное ускореніе, достигаемое при гонкахъ на велосипедахъ, когда употребляется «очистительный путь», который избавляетъ центральный органъ отъ работы по наблюденію за дорогой и позволяетъ состязателямъ употреблять тратившуюся на это энергію на увеличеніе скорости. Напротивъ, человѣкъ ѣдущій на автомобилѣ, испытываетъ явное истощеніе энергіи, не производя почти никакой механической работы, только вслѣдствіе постоянного напряженія вниманія, обращеннаго на препятствія, встречаемые на пути.

\*) Противъ подобнаго рода заключеній приводилось возраженіе, что въ этихъ случаяхъ умственная работа была тоже сознательна, но только она была забыта тотчасъ по своемъ окончаніи. Это напоминаетъ известную картину собаки и конуры, обладающую особеннымъ свойствомъ, что собака никогда не бываетъ на ней видна, такъ какъ собака всегда влѣзаетъ въ коvuру, когда кто-нибудь желаетъ посмотреть на картину.

Поэтому на участіе сознанія въ ощущеніи слѣдуетъ смотрѣть какъ на новый энергетическій процессъ, присоединяющійся къ простому поглощенію нервной энергіи снарядами, воспринимающими впечатлѣніе, и сопровождающійся дѣятельностью другого снаряда. Этотъ снарядъ лежитъ, какъ известно, въ корѣ большого мозга. Дѣятельность его, какъ можно заключить изъ только-что упомянутыхъ явленій усталости, является слѣдствіемъ урегулированнаго высвобожденія, и, судя по физиологическимъ изслѣдованіямъ надъ колебаніями давленія крови въ мозгу, слѣдуетъ заключить, что потребные запасы энергіи накоплены именно въ мозгу въ ожиданіи употребленія ихъ. Слѣдовательно, мы можемъ представить себѣ, что нервные проводники, идущіе къ мозгу, переносятъ нервную энергію, производящую высвобожденіе «мозговой энергіи». Чтобы имѣть физическое изображеніе этого явленія, представимъ себѣ, что параллельно телеграфному проводу протянута проволока, въ которой каждый толчокъ тока, происходящій въ проводникѣ, индуцируетъ токъ; этотъ токъ проходитъ въ релѣ, въ которомъ онъ замыкаетъ мѣстный токъ, производящій соответственную работу. Параллельная проволока, релѣ и батарея съ ея аппаратами даютъ наглядное изображеніе устройства центрального органа, а размыканіе мѣстнаго тока или перерывъ параллельной проволоки или проводника могутъ дать представленіе о томъ, какъ центральный органъ можетъ не участвовать въ процессѣ.

«Введеніе» центрального органа въ цѣпь проводниковъ, пробѣгающихъ гдѣ-нибудь въ другомъ мѣстѣ, не всегда возможно, такъ какъ оно предполагаетъ существованіе центральныхъ нервныхъ проводниковъ. Если мы бросимъ взглядъ на существующія приспособленія, то увидимъ, что съ центральнымъ органомъ соединены тѣ проводники ощущеній, которые подвергаются дѣйствію энергіи внѣшняго міра и требуютъ соответственнаго цѣлесообразнаго вмѣшательства организма. Тѣ же процессы, въ которые внѣшній міръ не вмѣшивается или на которые онъ вліяетъ только отчасти, не имѣютъ связи съ центральнымъ органомъ. Къ первой группѣ принадлежатъ процессы въ усовершенствованныхъ органахъ чувствъ, какъ глазъ, ухо и т. д. Ко второй принадлежатъ, во-первыхъ, всѣ нервные регуляторы непрерывно протекающихъ животныхъ процессовъ: центральный органъ не получаетъ вѣстей о движеніяхъ сердца и кишокъ, о безчисленныхъ химическихъ процессахъ, происходящихъ въ тканяхъ. Затѣмъ сюда надо причислить всѣ постоянныя внѣшнія вліянія: постоянное атмосферное давленіе, дѣйствующее на наше тѣло, не доходитъ до сознанія, хотя мы и должны признать его вліяніе на энергетическіе процессы, происходящіе въ тѣлѣ.

Между этими двумя группами существуетъ переходная область,

въ которой проводники отсутствуют, но могут быть выработаны. Въ этомъ случаѣ они примыкаютъ къ существующимъ проводникамъ и обуславливаютъ утонченіе или преумноженіе сознательныхъ чувственныхъ воспріятій.

Наблюдая за собой, мы легко замѣтимъ, что изъ непрестанно проникающихъ въ наши органы чувствъ впечатлѣній до сознанія только весьма небольшая часть. Оптическое изображеніе дерева, на которое мы смотримъ, имѣетъ всѣ подробности, уголъ зрѣнія и различіе свѣта которыхъ превышаетъ порогъ различенія; сознательное же ощущеніе содержитъ только чрезвычайно незначительную часть всѣхъ этихъ разнообразій формъ и цвѣтовъ, а именно только ту сторону явленія, на которую направленъ нашъ интересъ. Такъ, ребенокъ видитъ на деревѣ только яблоко, охотникъ—птицу, сидящую на немъ, а художникъ голубые рефлексы небснаго освѣщенія на поверхности листьевъ, а между тѣмъ у всѣхъ трехъ—одно и то же изображеніе на ретивѣ.

Другимъ примѣромъ можетъ служить ранѣе уже упомянутое развитіе музыкальнаго слуха, причемъ въ зависимости отъ слушателя масса звуковъ воспринимается какъ одинъ звукъ или разлагается на отдѣльные голоса. Оба слушателя получаютъ одинаковыя количества энергіи; но у одного сознаніе воспринимаетъ ихъ какъ неразложимое цѣлое, у другого желаніе слышать отдѣльные голоса развило соответственное увеличеніе разнообразія процессовъ, возбуждаемыхъ въ центральномъ органѣ.

Развитіе этихъ способностей происходитъ такимъ образомъ, что сначала вниманіе особенно направляется на то, что желаютъ узнать или различить. Наибольшую трудность представляетъ первое схватываніе признака; разъ это удалось, дальнѣйшее развитіе совершается уже легче. При этомъ оказывается, что тѣ предметы, на которые особенно было направлено вниманіе, удерживаются памятью особенно легко и прочно. Но значеніе памяти въ сознательномъ мышленіи такъ велико, что разсмотрѣніемъ ея мы займемся при разсмотрѣніи мышленія.

Въ направленіи вниманія участвуетъ также и воля, хотя она, главнымъ образомъ, связана съ актомъ. Далѣе мы увидимъ, что въ обоихъ случаяхъ духовныя отправленія сходны; то, что явленія, характеризующія одну область, выступаютъ и въ другой, указываетъ на связь всѣхъ духовныхъ процессовъ у взрослого человѣка. Именно это и затрудняетъ анализъ. Объективно эта трудность выражается въ томъ, что не существуетъ всѣми признанной классификаціи психическихъ явленій; напротивъ, каждый авторъ (что видно и изъ настоящаго изложенія) предлагаетъ свою собственную группировку и предпочитаетъ ее всѣмъ остальнымъ

Во второй группѣ, въ мышленіи, сознательная часть явленій настолько превышаетъ бессознательную, что она почти всецѣло царствуетъ въ этой области, и даже самый фактъ существованія бессознательнаго мышленія, т.-е. бессознательнаго взаимнаго превращенія нервной энергіи, подвергался сомнѣнію. Впрочемъ въ этомъ случаѣ споръ часто шелъ изъ-за словъ, такъ какъ подъ словомъ мышленіе заранѣе подразумевали исключительно сознательную связь внутреннихъ состояній и отвергали понятіе бессознательнаго мышленія, какъ заключающее внутреннее противорѣчіе. При нашемъ пониманіи этого слова возможность бессознательнаго мышленія не подлежитъ сомнѣнію (стр. 287). Напротивъ «бессознательное» получило, благодаря весьма распространенной книгѣ Гартмана, видъ какого-то всемогущаго метафизическаго принципа; естественнымъ слѣдствіемъ такого непопозволительнаго употребленія этого понятія (самъ авторъ допускаетъ его неосновательность) было то, что и на правильное примѣненіе его стали смотрѣть подозрительно.

Мы уже говорили, въ началѣ этой книги, о важнѣйшихъ дѣятельностяхъ сознательнаго мышленія, такъ какъ на пользованіи ими основывается весь нашъ трудъ. Мы не станемъ еще разъ повторять высказанныя нами соображенія; мы займемся теперь провѣркой, можетъ ли и эта область явленій быть свободно подведена подъ понятіе энергетики.

Важнымъ средствомъ для сознательнаго мышленія является воспоминаніе. Энергетически мы будемъ его разсматривать какъ способность перваго снаряда облегчать повтореніе однажды бывшаго процесса, и мы уже указывали (стр. 265) на то, что можно очень хорошо понять физически это замѣчательное свойство. Для этого, какъ мы не разъ подчеркивали, слѣдуетъ только доказать, что воспоминаніе не представляетъ ничто несоединимое и несравнимое съ физическими явленіями; но мы не должны смотрѣть на это изображеніе, какъ на гипотезу о дѣйствительномъ процессѣ воспоминанія.

Прежде всего надо установить существенныя свойства процесса воспоминанія. При нормальномъ отправленіи нашего центрального органа мы ясно отличаемъ воспоминаніе отъ пережитаго состоянія, особенно потому, что первое слабѣе и менѣе разнообразно. Такъ какъ, въ концѣ концовъ, въ обоихъ случаяхъ мы имѣемъ дѣло съ состояніями, то трудно дать опредѣленіе существующаго между ними различія, хотя мы ясно ощущаемъ его. Мнѣ кажется, что лучше всего можно опредѣлить воспоминаніе какъ *повтореніе тѣхъ частей всего процесса, которыя протекаютъ въ сознаніи*. Поэтому ходъ мыслей, если онъ не забыть, можетъ вполнѣ и безъ измѣненій быть повторенъ 1ъ воспоминаніи, и воспоминаніе мысли различается отъ самой мысли только



по времени \*). Зато въ воспоминаніи состоянія, приведеннаго насъ въ какое-нибудь спошеніе съ внѣшнимъ міромъ, отсутствуютя ощущенія, которыя были возбуждены въ насъ чувственными впечатлѣніями, а также тѣ части состоянія, которыя возникли вслѣдствіе обнаруженія нашей энергіи во внѣшнемъ мірѣ. вмѣсто этихъ нервно-энергетическихъ явленій происходитъ повтореніе процессовъ, которыми они сопровождались въ центральномъ органѣ. Этимъ объясняется, съ одной стороны, незначительная живость воспоминанія сравнительно съ дѣйствительными состояніями, съ другой стороны—ихъ пригодность для замѣщенія состояній въ цѣляхъ мышленія.

Изъ этого взгляда на природу сознательныхъ воспоминаній слѣдуетъ, что *воспроизведены могутъ быть только такія состоянія, которыя составляли часть сознанія*. Это не противорѣчитъ высказанному раньше воззрѣнію на воспоминаніе или привычку какъ на общее свойство организмозвъ. слѣдуетъ только различать сознательное или произвольное воспоминаніе въ тѣсномъ смыслѣ отъ бессознательнаго воспоминанія или привычки. Первое относится прежде всего къ опредѣленнымъ событіямъ, которыя только послѣ очень частаго повторенія теряютъ свой индивидуальный характеръ и, образуя понятіе, становятся внѣ времени. Такъ, для мальчика видъ слона въ первый разъ есть положительное событіе, частности котораго онъ очень хорошо помнитъ; но послѣ того какъ онъ много разъ будетъ видѣть это животное, воспоминаніе объ отдѣльныхъ случаяхъ исчезнетъ въ образовавшемся понятіи слона. То же испытываетъ влюбленный по отношенію къ предмету своего обожанія.

Напротивъ, повторенія бессознательныхъ состояній не вызываютъ болѣе легкаго или полнаго воспоминанія соответственныхъ процессовъ, а только обуславливаютъ болѣе скорое и точное выполненіе соответственныхъ реакцій. Иными словами, они имѣютъ отношеніе не къ представленію, а къ акту.

На вопросъ, могутъ ли бессознательно пережитые процессы дать и сознательное воспоминаніе, мы должны, съ принятой нами точки зрѣнія, отвѣтить отрицательно. Я знаю, что противоположный взглядъ имѣетъ защитниковъ, но я отказываюсь отъ обстоятельнаго спора. Для такого рода случаевъ остается еще предположеніе, что они касаются предметовъ, бывшихъ въ сознаніи, но затѣмъ позабытыхъ. Я знаю, что этимъ замѣчаніемъ я навлекаю на себя такое же возраженіе, какое я самъ сдѣлалъ, противникамъ бессознательнаго мышленія (стр. 288);

\*) При этомъ, конечно, мы не обращаемъ вниманія на мелкія непзбѣжныя различія, происшедшія вслѣдствіе общаго измѣненія мыслящаго чловека. Къ нимъ принадлежитъ и забвеніе подробностей мысли.

но въ этомъ случаѣ рѣчь идетъ не о частныхъ и легко наблюдаемыхъ явленіяхъ, а о рѣдкихъ и сомнительныхъ.

Можно еще поставить вопросъ о дѣли сознательныхъ явленій, ибо съ нашей общей точки зрѣнія мы при всякомъ приспособленіи организма должны спрашивать о цѣли, т.-е. о вліяніи этого приспособленія на продолжительность и полноту жизни ея носителя. Отвѣтъ вытекаетъ изъ только-что установленнаго обстоятельства, что только сознательно пережитыя событія могутъ быть вызваны въ воспоминаніи. Такимъ образомъ, сознаніе есть средство, позволяющее собирать опыты, благодаря которому мы можемъ въ каждый данный моментъ сравнивать пережитыя состоянія съ новыми съ помощью образованія соответственныхъ понятій и употреблять ихъ для вывода заключеній о будущихъ событіяхъ. Если мы обратимъ вниманіе на то, что всѣ преимущества чловекаго ума основываются на этихъ способностяхъ, что онѣ—необходимое условіе науки, искусства и этики, то мы поймемъ, что здѣсь дѣло идетъ о развитіи особенно важнаго качества. Согласно съ этимъ органъ дѣятельности сознанія, мозгъ, несравненно болѣе развитъ у чловека, чѣмъ у низшихъ организмозвъ, это высокое развитіе сознанія и вытекающая изъ него возможность воспоминанія представляютъ важное преимущество, отличающее чловека отъ низшихъ организмозвъ.

То, что называютъ личностью чловека, рѣшительно опредѣляется содержаніемъ всѣхъ его воспоминаній. Сумма знаній, воззрѣній и опытовъ, по которымъ онъ судитъ и дѣйствуетъ, духовныя привычки, благодаря которымъ онъ рѣшается на поступокъ безъ долгаго размышленія, суть результаты бывшихъ внутреннихъ и внѣшнихъ состояній, главныя составныя части которыхъ переданы памяти, чтобы во всякое время стать дѣятельными. Взрослый чловекъ отличается духовно отъ ребенка суммою накопленнаго въ памяти умственнаго матеріала, а когда въ старости память отказывается служить, тогда говорить, что чловекъ впалъ въ дѣтство. То же впечатлѣніе производитъ и чловекъ, потерявшій память вслѣдствіе пораненія или болѣзни мозга.

Эти соображенія даютъ намъ рѣшеніе трудной проблемы самознания. Наше «я» состоитъ изъ воспоминаній и изъ аппарата, съ помощью котораго мы ими пользуемся. Дитя, не имѣющее воспоминаній, не представляетъ личности и не имѣетъ своего «я»; даже послѣ того какъ у него накопятся первыя воспоминанія и оно начнетъ выработать языкъ, оно еще не сразу привыкаетъ различать въ рѣчи свою личность отъ другихъ предметовъ. По мѣрѣ накопленія сознательныхъ состояній и соответственныхъ имъ воспоминаній наше «я» становится опредѣленнѣе и богаче. Когда вслѣдствіе какихъ-нибудь особенно глубокихъ пережитыхъ состояній, превышающихъ въ сознаніи всѣ ранѣе

бывшія и занявшихъ въ воспоминаніи преимущественное мѣсто, совокупность сознанія чловѣка значительно измѣнится, тогда про него говорятъ: онъ сталъ другимъ чловѣкомъ.

Такимъ образомъ, мы должны различать въ нашемъ «я» различныя составныя части различнаго постоянства. Ежедневныя небольшія измѣненія содержанія нашего сознанія не остаются безъ вліянія на наше «я»; но они вызываютъ только незначительныя и переходящія колебанія. Но рядомъ съ этимъ происходятъ «вѣковыя» измѣненія, причеъ мы постоянно забываемъ болѣе старое содержаніе сознанія и также постоянно воспринимаемъ новое, переживаемое нами. Эти измѣненія въ каждый моментъ незначительны сравнительно съ неизмѣнившимся составомъ, поэтому «я» производитъ на насъ впечатлѣніе чего-то постояннаго и неизмѣннаго. Однако, съ теченіемъ времени измѣнившіяся количества становятся все больше, и когда мы, послѣ долгой разлуки, встрѣчаемся съ людьми, которыхъ мы раньше хорошо знали, мы замѣчаемъ, какъ чужды они намъ стали, т.-е. какъ сильно измѣнилось ихъ «я» по сравнению съ тѣмъ, которое мы раньше знали.

Поэтому единство и самостоятельность «я» мы должны искать не въ неизмѣняемости и субстанціальности его, а въ непрерывности его измѣненій и въ томъ обстоятельствѣ, что принадлежащія «я» состоянія и воспоминанія возникли и существуютъ въ единомъ мозгу или душѣ и поэтому находятся во взаимномъ отношеніи. Въ этомъ заключается синтетическое свойство, на которое Кантъ указываетъ какъ на характеристическую особенность «я».

## Двадцатая лекція.

### В О Л Я.

Изъ трехъ группъ духовныхъ процессовъ—ощущеніе, мышленіе и воля—намъ осталось теперь рассмотреть послѣднюю. Мы посвятимъ волѣ отдѣльную лекцію, въ виду ея всесторонняго важнаго значенія въ философіи, особенно съ тѣхъ поръ, какъ она была выдвинута Шопенгауеромъ.

Согласно принятому нами, принципу дѣленія духовныхъ процессовъ, мы и для воли должны рѣшить вопросъ, въ какой области проявляется нервная энергія. Если она остается внутри организма, не подвергаясь дальнѣйшимъ превращеніямъ, то мы имѣемъ дѣло съ впечатлѣніями, которыя, доходя до сознанія, становятся ощущеніями. Если

внутри организма она превращается въ другія формы нервной энергіи, то имѣетъ мѣсто мышленіе, которое мы знаемъ почти исключительно въ формѣ сознательнаго мышленія, т.-е. сопровождающагося работой центральнаго органа. При этомъ мы узнали, какое важное значеніе имѣетъ присущая всѣмъ организмамъ способность тѣмъ легче повторять процессы, чѣмъ чаще они въ нихъ происходили,—память. Если, наконецъ, результатъ нервно-энергетическаго процесса переходитъ во внѣшній міръ въ формѣ какой-нибудь дѣятельности энергіи, то мы имѣемъ актъ. Послѣдній во многихъ случаяхъ совершается безъ участія центральнаго органа и, слѣдовательно, безъ участія сознанія. Такіе акты называются рефлекторными, а въ болѣе запутанныхъ случаяхъ—инстинктивными. Когда же они связаны съ сознаніемъ, тогда мы говоримъ о волевыхъ актахъ.

Итакъ, при энергетической систематизаціи духовныхъ явленій воля занимаетъ нѣкоторое мѣсто въ ряду остальныхъ явленій, а не центральное и обособленное положеніе, приписываемое ей Шопенгауеромъ. Она проявляется только въ тѣхъ процессахъ, въ которыхъ организмы отдаютъ энергію во внѣшній міръ. Организмъ, для котораго исключена возможность вліять на окружающую его среду, какъ, напримеръ, кишечная глиста, не можетъ и не будетъ совершать волевыхъ актовъ и не только потому, что въ немъ отсутствуетъ необходимая для этого нервная организація. Но внѣшній міръ вліяетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ развитѣе организмъ; и воля играетъ тѣмъ болѣе большую роль, чѣмъ выше стоитъ организмъ.

Далѣе, съ нашей точки зрѣнія нельзя рассматривать волю, какъ самостоятельную дѣйствующую факторъ,—роль, которую мало-по-малу ей приписалъ Шопенгауеръ. Вслѣдствіе возрастающаго значенія волевыхъ актовъ у высшихъ организмовъ и вслѣдствіе того, что волевые акты непосредственно направлены на сохраненіе существованія, Шопенгауеръ все болѣе и болѣе индивидуализировалъ эти явленія и сталъ видѣть въ волѣ не просто понятіе, абстраированное изъ нѣкоторыхъ весьма распространенныхъ процессовъ, но самостоятельно дѣйствующій принципъ, принуждающій къ извѣстнымъ актамъ всѣ существа, одушевленные и неодушевленные, и считалъ труднѣйшей и важнѣйшей задачей философски развитыхъ людей освобожденіе отъ вліянія этого принципа. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ часто повторяющимся явленіемъ, что правильные результаты выводятся и доказываются ложнымъ способомъ. Болѣе трезвый и простой путь, по которому мы пойдѣмъ и котораго мы до сихъ поръ придерживались, приведетъ насъ не разъ къ результатамъ, одинаковымъ съ практическими результатами шопенгауеровской философіи состраданія. Такое совпаденіе усилитъ довѣріе къ этимъ общимъ результатамъ даже въ томъ случаѣ, если бы избран-

ный нами путь оказался впоследствии таким же неправильным, как тот, по которому шел Шопенгауэр.

Во-первых, припомним соображение, высказанное на стр. 238, что направленная къ самосохранению дѣятельность организмовъ, есть необходимое условие ихъ долговѣчности. Ученіе о сохраненіи наиболѣе приспособленныхъ видовъ заставляетъ насъ ожидать, что большинство важнѣйшихъ свойствъ и дѣятельностей организмовъ окажется цѣлесообразнымъ съ точки зрѣнія увеличенія долговѣчности и пріобрѣтенія возможно большаго запаса свободной энергіи; но, вслѣдствіе невозможности обойти нѣкоторыя естественныя явленія, существующія выгоды должны искупаться нѣкоторыми невыгодами, такъ что всѣ проявленія даннаго существа не должны и не могутъ быть безусловно цѣлесообразными. Такъ, напримѣръ, задача, какой организмъ при данныхъ условіяхъ будетъ наиболѣе цѣлесообразнымъ, можетъ быть рѣшена въ довольно широкихъ границахъ, что мы и видимъ въ дѣйствительности, такъ какъ обыкновенно существуетъ много сходныхъ и все же въ нѣкоторыхъ чертахъ существенно различныхъ видовъ одного какого-нибудь животнаго или растенія. Эти виды часто живутъ въ сосѣдствѣ при одинаковыхъ условіяхъ, не вытѣсняя другъ друга. Это явленіе согласуется съ общимъ свойствомъ функций, по которому дифференціалъ ихъ частнаго при максимальномъ ихъ значеніи приближается къ нулю. На математическомъ языкѣ это значитъ, что когда достигнута наиболѣе цѣлесообразнѣйшая организація при данныхъ условіяхъ, то небольшія отклоненія отъ этой организаціи гораздо менѣе вредны, чѣмъ такой же величины отклоненія (въ неблагопріятномъ значеніи) въ организмѣ, не приближившемся къ наиболѣе цѣлесообразному состоянію.

Согласно съ этимъ всякій организмъ будетъ вообще реагировать цѣлесообразно на внутреннія и внѣшнія измѣненія своего состоянія; но реакція не будетъ непременно наиболѣе цѣлесообразнѣйшей и въ большинствѣ случаевъ не составитъ большой разницы, будетъ ли организмъ реагировать такъ или нѣсколько иначе.

Эти цѣлесообразныя реакціи производятъ впечатлѣніе выбора или воли въ тѣхъ случаяхъ, когда цѣлесообразность очевидна для наблюдателя. Согласно выше установленному способу выраженія мы будемъ говорить о волѣ только въ тѣхъ случаяхъ, когда процессъ сопровождается очевидно (въ насъ самихъ) или вѣроятно (у другихъ людей и животныхъ) сознаниемъ цѣли и средства. Иными словами, мы исключаемъ понятие бессознательной воли, такъ какъ мы согласились называть волевыми только сознательно цѣлесообразныя акты. Такимъ образомъ, отпадаютъ всѣ соображенія о волѣ въ бессознательной природѣ. Что и въ этой послѣдней мы встрѣчаемся съ цѣлесообразностью (въ смыслѣ сохраненія даннаго образованія), явствуетъ изъ принципа

подбора. Обозначеніе подобныхъ явленій словомъ воля, взятымъ изъ явленій сознательной жизни, есть произволь, которымъ мы не станемъ пользоваться.

Бессознательные или неволевые акты во многихъ случаяхъ можно свести къ простымъ и понятнымъ причинамъ, что и было хорошо выполнено I. Лебомъ на многихъ примѣрахъ \*). Особенно явленія измѣненія направленія роста, т.-е. тропизмы, въ этомъ отношеніи чрезвычайно поучительны. Они зависятъ, съ одной стороны, отъ многообразныхъ свойствъ организма, съ другой стороны, отъ энергіи, дѣйствующей какъ раздражитель. Возьмемъ для примѣра прекрасно излѣдованный Пфефферомъ случай надъ зооспорами нѣкоторыхъ водорослей, женскіе цвѣты которыхъ выделяютъ яблочную кислоту и тѣмъ притягиваютъ къ себѣ зооспоры. Споры плывутъ всегда въ сторону наибольшей концентраціи яблочной кислоты. При нормальныхъ условіяхъ онѣ, такимъ образомъ, достигаютъ женскихъ цвѣтовъ, изъ внутренности которыхъ диффундируетъ кислота въ окружающую жидкость; такимъ образомъ, обеспечивается оплодотвореніе, а слѣдовательно размноженіе и сохраненіе вида. Но если въ жидкость внести стеклянную трубочку съ яблочной кислотой, то споры также увѣренно и настойчиво плывутъ въ трубочку и тамъ погибаютъ.

Причина этого цѣлесообразно нецѣлесообразнаго акта лежитъ въ слѣдующемъ. Яблочная кислота различно вліяетъ на двигательные снаряды зооспоръ въ зависимости отъ концентраціи. Если спора находится въ жидкости неодинаковой концентраціи, то различныя стороны ея тѣла испытываютъ различное вліяніе, слѣдствіемъ чего является несимметричное или вращательное движеніе, которое происходитъ до тѣхъ поръ, пока организмъ не повернетъ свою ось симметріи по направленію паденія концентраціи.

Когда симметричныя стороны его тѣла будутъ находиться подъ вліяніемъ равныхъ концентрацій, вращеніе прекратится и сохранится только прямолинейное движеніе. Въ зависимости отъ того, повернется ли передній конецъ тѣла къ источнику раздраженія или въ обратную отъ него сторону, намъ будетъ казаться, что организмъ ищетъ или избѣгаетъ его. Образъ дѣйствія споры совершенно сходенъ съ образомъ дѣйствія магнитной палочки въ неоднородномъ магнитномъ полѣ.

Если мы обобщимъ это объясненіе, какъ это было сдѣлано Лебомъ, то мы должны будемъ сказать, что неоднородное энергетическое поле заставляетъ всякое находящееся въ немъ тѣло ориентироваться въ томъ случаѣ, если оно вообще имѣетъ на тѣло пространственное

\*) J. Loeb, Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und vergleichende Psychologie, Leipzig 1899.

влияніе. Если предметъ имѣетъ ось симметріи, то она необходимымъ образомъ должна встать въ направленіи наибольшаго паденія, т.-е. параллельно такъ называемымъ линиямъ силы. Если на предметъ дѣйствуетъ внутренняя или внѣшняя приводящая въ движеніе причина, то слѣдствиемъ является движеніе по линіи силы, т.-е. мнимое исканіе источника энергіи или бѣгство отъ него, въ зависимости отъ отношенія направленія движенія къ источнику энергіи.

Я далъ такой подробный анализъ этихъ мнимо-волевыхъ актовъ живыхъ существъ, потому что онъ намъ будетъ весьма полезенъ при сужденіи о болѣе сложныхъ явленіяхъ. Онъ показываетъ намъ возможность существованія подобныхъ процессовъ безъ участія сознательнаго мышленія, но при участіи раздражимости организма, причемъ подъ раздражимостью слѣдуетъ понимать всякую правильную способность воспринимать влияніе.

Отсюда можно судить о весьма извѣстной и сильно преувеличенной машинообразной точности подобныхъ актовъ у животныхъ. Часто можно доказать, что цѣлый рядъ сложныхъ реакцій происходитъ при такихъ условіяхъ, когда возможность сознательнаго акта или предшествующаго выбора совершенно исключена; эти процессы мы объясняемъ дѣятельностью особенной полудуховной способности, которую мы называемъ инстинктомъ. Обычное воззрѣніе на нихъ — къ которому и я готовъ присоединиться — какъ на унаслѣдованные навыкъ и опытность прежнихъ поколѣній даннаго животнаго, въ настоящее время сильно оспаривается, особенно со стороны неовиталистовъ, поставившихъ себѣ задачей доказать во всѣхъ областяхъ біологіи непригодность объясненій, вытекающихъ изъ теоріи Дарвина. Но и здѣсь вопросъ, повидимому, заключается въ томъ, въ какомъ объемѣ можно провести эти воззрѣнія и гдѣ необходимо принять новыя теоріи, а не въ томъ, пригодна ли вообще теорія прогресса и естественнаго подбора. Общія ея положенія сохраняются и въ томъ случаѣ, если извѣстныя формы ея примѣненія должны будутъ естественно измѣниться съ измѣненіемъ объема и средствъ нашихъ знаній. Поэтому я считаю себя въ правѣ сводить цѣлесообразные свойства и процессы организмовъ къ этимъ причинамъ, но не отрицаю потребности въ болѣе глубокой и обстоятельной обработкѣ этого вопроса.

Инстинктивные акты какъ-разъ обладаютъ свойствомъ, согласующимся съ только-что высказаннымъ взглядомъ: они при нормальныхъ условіяхъ (т.-е. при такихъ, къ которымъ животное привыкло) вполне цѣлесообразны, но при измѣнившихся условіяхъ не только перестаютъ быть полезными, но становятся даже вредными. Примѣры можно найти въ вышеупомянутой книгѣ Леба.

Переходъ отъ бессознательныхъ или инстинктивныхъ актовъ къ

сознательнымъ представляетъ очень важный шагъ впередъ въ дѣлѣ сохраненія организмовъ. Не слѣдуетъ, конечно, представлять себѣ этотъ переходъ внезапнымъ, ибо элементы сознательныхъ актовъ — заключенія по извѣстнымъ существующимъ состояніямъ о возможныхъ опредѣленныхъ слѣдствіяхъ — вѣроятно существуютъ въ простѣйшей формѣ на очень низкой ступени развитія; опредѣлить, на какой ступени развитія впервые проявляется сознание, трудно, и такое опредѣленіе всегда будетъ заключать въ себѣ нѣкоторый произволь. Согласно съ вышеизложеннымъ (стр. 288) мы должны искать первые признаки сознания въ тѣхъ организмахъ, у которыхъ появляется отдѣльный центральный органъ, въ которомъ могутъ совершаться особые процессы нервной энергіи, присоединяющіеся къ рефлекторной дѣятельности энергіи.

Потребность въ такого рода осложненіяхъ возникаетъ по мѣрѣ осложненія условій жизни организма. Мы видѣли, какъ благодаря прогрессирующему дѣленію и дифференцированію клѣтокъ организмъ становится все болѣе приспособленнымъ къ разнообразнымъ проявленіямъ. Черезъ это жизненные условія организма становятся благоприятнѣе, но зато самъ организмъ становится болѣе доступнымъ поврежденіямъ, и взаимное выравниваніе его процессовъ легче можетъ быть нарушено; такимъ образомъ, выгода въ борьбѣ за существованіе сводится къ разности между преимуществами, даваемыми болѣе сложной организаціей, и неизбежнымъ вредомъ, вытекающимъ изъ нея, и часто эта разность имѣетъ отрицательную величину. Поэтому мы видимъ, что простѣйшіе организмы успѣшно развиваются въ сосѣдствѣ съ болѣе сложными, а иногда даже выходятъ побѣдителями въ борьбѣ за жизнь.

Участіе сознания въ работѣ по самосохраненію организма является чрезвычайно выгоднымъ для него. Цѣлесообразные рефлекторные и инстинктивные акты были выработаны, по всей вѣроятности, цѣною безчисленныхъ жертвъ индивидовъ прошлыхъ поколѣній, сопровождавшихъ какъ приспособленіе, такъ и подборъ; сознание же, а слѣдовательно и произвольное воспоминаніе прошлыхъ событій допускаютъ болѣе быстрый прогрессъ въ распознаваніи вреднаго и приобрѣтении или выработкѣ полезнаго. Мы видѣли въ самомъ началѣ нашихъ изслѣдованій, что способность опредѣлять будущее съ возможно болѣе вѣроятностью представляетъ важное средство для обезпеченія существованія. Отсюда мы видимъ, какое большое преимущество приобрѣтаетъ организмъ, обладающій способностью извлекать опытъ изъ отдѣльныхъ пережитыхъ состояній, независимо отъ времени и порядка ихъ, и дѣлать изъ нихъ эмпирическія заключенія.

Дѣятельность всякаго организма направлена прежде всего и непосредственно на поддержаніе его существованія, т.-е. на питаніе, размноженіе и защиту отъ враговъ. Это относится какъ къ бессо-

знательно живущимъ низшимъ организмамъ, такъ и къ самому развитому чловѣку. Поэтому на это прежде всего и непосредственно направлены сознательные акты и воля. Это единство стремлений всѣхъ отдѣльныхъ волевыхъ явленій въ природѣ придаетъ имъ особенный, согласный характеръ, что и побудило Шопенгауера и его послѣдователей указать волѣ особое положеніе среди всѣхъ другихъ духовныхъ явленій и объективировать, даже персонифицировать ее. Въ дѣйствительности мы очень близки къ истинѣ, если будемъ представлять себѣ дѣятельность воли въ формѣ дѣятельности чловѣка, преслѣдующаго опредѣленную и довольно грубую цѣль исключительнаго сохранения собственнаго существованія всѣми средствами и съ непреклоннымъ упорствомъ. И если мы вспомнимъ условія, при которыхъ образуется понятіе «я» (стр. 293), то мы можемъ въ этомъ единствѣ направленія дѣятельности всѣхъ организмовъ видѣть указаніе на нѣкоторое внутреннее единство или личность. Но это привело бы насъ только близко къ истинѣ, но не къ самой истинѣ и, принявъ гипотезу о личной дѣятельной волѣ, мы, вмѣстѣ съ тѣмъ, приняли бы и нѣкоторые входящіе въ это понятіе непровѣренные элементы, оказывающіеся, въ концѣ концовъ, ложными и неумѣстными. Такъ, полчище червяковъ, вышедшихъ изъ многихъ тысячъ личинокъ, или стадо овецъ, слѣпо слѣдующее за бараномъ-вожакомъ, производятъ впечатлѣніе одинаго совокупаго существа, преслѣдующаго опредѣленную цѣль съ помощью единой воли, въ дѣйствительности не единство воли, а равенство или согласованіе образа дѣйствія всѣхъ индивидовъ производитъ впечатлѣніе единой воли. И воля въ природѣ только потому кажется единой, что жизнь во всѣхъ своихъ проявленіяхъ имѣетъ одно и то же направленіе. Шиллеръ подчеркиваетъ не безъ ироніи неотразимость этихъ элементарныхъ мотивовъ въ противоположность ко второстепеннымъ мотивамъ, общительности и взаимной помощи, выставляемымъ современными ему философами-соціологами:

Но такъ какъ ихъ ученье намъ  
 Не всѣмъ узнать удастся,  
 Законъ природы смотреть самъ  
 За всѣмъ, и мировымъ связямъ  
 Не дастъ онъ разорваться.  
 Покуда міра строй и видъ  
 Намъ философія хранить,  
 Землею править всею  
 Любовь и голодъ съ нею \*)

\*) «Мудрецы», перев. Э. Миллера.

Итакъ, мы можемъ принять всю чрезвычайно разработанную философію воли въ смыслѣ нашего энергетико-эволюціонистическаго мировоззрѣнія и видѣть въ волѣ только завершеніе чрезвычайно общаго, постояннаго и обыкновенно мощно обнаруживающагося совокупнаго явленія, особенно свойственнаго органическому міру, вслѣдствіе его стремленія къ самосохраненію; видѣть въ ней только сознательную дѣятельность высшихъ организмовъ, направленную къ цѣли жизни, развившуюся изъ бессознательной путемъ подбора выдающихся и закрѣпившихся качествъ рода, пригодныхъ для самосохраненія. То обстоятельство, что всякій организмъ есть стационарное, а не находящееся въ покоѣ образованіе, обуславливаетъ для него настоящую борьбу за существованіе, конкуренцію съ другими организмами изъ-за свободной энергіи. И среди неодушевленныхъ предметовъ существуетъ подборъ, поскольку одѣ не измѣняющіяся вещи образуютъ прочную составную часть дѣйствительнаго міра, измѣняющіяся же исчезаютъ. Но такъ какъ большинство неорганизованныхъ образований представляетъ дѣйствительныя состоянія равновѣсія (или такія, которыя очень медленно приближаются къ состоянію равновѣсія), то среди нихъ не можетъ существовать борьбы и конкуренціи. Кристаллы находятся въ такомъ состояніи, для поддержанія котораго не требуется какихъ-либо вліяній извнѣ, и онъ не требуетъ отъ внѣшняго міра ничего, кромѣ мѣста для своего существованія. Такое образованіе, какъ озеро, представляющее собственно не устойчивое, а стационарное состояніе, подобно организму, такъ какъ его сохраненіе зависитъ отъ сохраненія равновѣсія между притекающей, убывающей и испаряющейся водой, не выказываетъ стремленія добывать воду еще какимъ-нибудь путемъ въ случаѣ, если испареніе преобладаетъ; оно просто уменьшается, ничѣмъ не защищаясь отъ ущерба.

Теперь перейдемъ къ болѣе точному анализу волевыхъ явленій. Для этого, во-первыхъ, мы должны отличать волевое ощущеніе отъ акта. Первое, какъ не разъ было указано, есть сознательно протекающее въ центральномъ органѣ явленіе, сопровождающее актъ. При нормальномъ состояніи обдумывающаго чловѣка оно предшествуетъ акту, часто значительно предшествуетъ, а нерѣдко актъ остается не выполненнымъ, потому что явились другія мысли, измѣнившія первое движеніе воли. Съ другой стороны, существуютъ импульсивныя личности, особенно среди женщинъ и дѣтей, у которыхъ волевое впечатлѣніе и актъ такъ непосредственно слѣдуютъ одно за другимъ, что ихъ можно разсматривать какъ происходящіе одновременно. Въ дѣйствительности между ними существуетъ небольшая промежутокъ времени, тщательно изслѣдованный въ опытахъ экспериментальной психологіи, необходимый для взаимнаго замыканія сложныхъ духовныхъ или духовно-тѣ-

лесных процессов; но онъ въ большинствѣ случаевъ не превышаетъ одной сотой секунды.

Благодаря тому, что у обдуманно дѣйствующаго человѣка волевые ощущенія сопровождаются мыслительнымъ актомъ, достигается слѣдующее. Такъ какъ въ центральномъ органѣ заранѣе извѣстенъ, на основаніи опыта, результатъ акта, то является возможность имѣть о немъ предварительное сужденіе, что недостижимо при простомъ рефлекторномъ актѣ. Благодаря этому можно избѣгать непроеводительныхъ рефлекторныхъ актовъ. Далѣе, опытъ даетъ возможность болѣе или менѣе увѣренно предвидѣть пользу и результатъ новыхъ актовъ, которые вообще не могутъ быть произведены рефлекторнымъ путемъ. Благодаря этому чрезвычайно увеличивается разнообразіе цѣлесообразныхъ актовъ. Если сравнить монотонный способъ питанія нѣкоторыхъ червей, пропускающихъ черезъ тѣло лежащій передъ ними песокъ и извлекающихъ изъ него растворимыя питательныя части, съ разнообразными уловками, примѣняемыми лисицей для того, чтобы застигнуть врасплохъ добычу, а эти послѣднія съ чрезвычайно сложнымъ воспитаніемъ дѣтей родителями, съ дѣтскими садами, элементарными и народными школами, гимназіями, университетами, воинскою повинностью и т. д. со всѣмъ, что долженъ пройти современный культурный человѣкъ, прежде чѣмъ онъ начнетъ самостоятельно добывать себѣ пропитаніе, то можно получить до нѣкоторой степени наглядное представленіе о томъ, какъ чрезвычайно разнообразно проявленіе воли въ разрѣшеніи задачи самосохраненія организма.

Словомъ «волевое ощущеніе» обозначается, конечно, не совокупность этихъ процессовъ, потому что большая часть ихъ, очевидно, подпадаетъ подъ понятіе мышленія, и даже, главнымъ образомъ, сознательнаго мышленія. Волевымъ ощущеніемъ слѣдуетъ считать процессъ, происходящій въ центральномъ органѣ параллельно съ актомъ, подобно тому какъ ощущеніе (въ тѣсномъ смыслѣ) есть процессъ, происходящій въ центральномъ органѣ параллельно съ чувственнымъ впечатлѣніемъ. Слѣдовательно, чистыя волевые явленія имѣютъ мѣсто только при такъ называемыхъ импульсивныхъ актахъ, при которыхъ намѣреніе и дѣйствіе практически совпадаютъ. Если между ними вставляется мышленіе, то оно тормозитъ наступленіе дѣйствія, и волевое ощущеніе отдѣляется отъ акта, а иногда и совсѣмъ не сопровождается имъ. Это происходитъ тѣмъ чаще, чѣмъ богаче и обширнѣе участіе мышленія въ актѣ. Поэтому въ культурномъ человѣкѣ понятіе воли стремится все болѣе отдѣлится отъ понятія акта. Это происходитъ такимъ образомъ, что на мѣсто дѣйствительнаго результата становится мыслимый или выведенный изъ опыта результатъ, въ зависимости отъ котораго проявляются новыя волевые возбужденія въ другомъ направленіи, если

возникшія тормозящія причины будутъ достаточно велики; только въ томъ случаѣ, если этотъ мысленный результатъ повліяетъ на волю въ томъ же направленіи, какъ и первое возбужденіе, соответственный актъ будетъ произведенъ.

Поэтому слѣдуетъ отличать волю отъ мышленія, которое часто и разнообразнымъ образомъ бываетъ связано съ волей. Эти дѣятельности центральнаго органа различны не только по содержанию, но, весьма вѣроятно, протекаютъ въ различныхъ частяхъ мозга. Ибо при различныхъ болѣзняхъ, особенно при неврастеніи, воля страдаетъ сильнѣе, чѣмъ мышленіе. Даже можно сказать, что эти двѣ функціи имѣютъ тенденцію тормозить другъ друга и вредить другъ другу.

Заурядные люди съ сильной волею обладаютъ обыкновенно не очень развитыми мыслительными способностями, а большое развитіе этой послѣдней обыкновенно вредно отражается на волѣ; мы можемъ найти множество убѣдительныхъ примѣровъ, если сравнимъ выдающихся и дѣйствующихъ съ успѣхомъ дѣятелей на разныхъ поприщахъ, мы увидимъ, что у однихъ преобладающую роль играло мышленіе, у другихъ—воля. Это является важнымъ аргументомъ въ пользу признанія обособленныхъ органовъ для этихъ двухъ функцій. Но у необыкновенно даровитыхъ и пользующихся особеннымъ успѣхомъ людей обѣ стороны должны быть развиты приблизительно одинаково. Бисмаркъ не имѣлъ бы такого успѣха, если бы въ немъ сильная воля не была связана съ необыкновенно богато и разнообразно организованной мыслительной способностью.

Въ наше интеллектуальное время мыслительная способность вообще лучше развита, чѣмъ воля; поэтому воспитаніе должно, главнымъ образомъ, заботиться о выработкѣ этой послѣдней. Воспитаніе, къ сожалѣнію, бываетъ обыкновенно направлено на то, чтобы сдѣлать воспитанника возможно покорнымъ, а не на то, чтобы подготовить его къ борьбѣ за существованіе. Въ томъ же направленіи старается вліять на воспитаніе и правительство. Такъ, одной изъ главныхъ задачъ воспитанія считали и продолжаютъ считать выработку послушанія, т.-е. мы не только не развиваемъ воли, но даже вредимъ ей. Болѣе правильнѣе, конечно, и болѣе трудный способъ воспитанія заключается въ томъ, чтобы давать развиваться волѣ, но въ то же время дѣйствовать на разумъ и чувство такъ, чтобы дѣятельность воли направлялась къ плодотворной работѣ.

Вредныя послѣдствія недостатка воли проявляются тогда, когда требуется приложеніе значительнаго усилія. Конечно, воспитатель, внимательно наблюдающій за своими воспитанниками, знаетъ, что чаще можно встрѣтить умъ, способный къ опредѣленной работѣ, чѣмъ способность долго и энергично работать. Я самъ не разъ упустилъ

случай дать значительныя научныя изслѣдованія, которыя были затѣмъ исполнены другими, не потому, что у меня не хватало умственныхъ способностей для исполненія ихъ, но потому, что я не обладалъ достаточной энергіей, необходимой для выполненія доступной, хотя и трудной, умственной работы.

Дѣятельность воли наступаетъ, очевидно, въ тѣхъ случаяхъ, когда наличное состояніе должно быть измѣнено къ лучшему. Слѣдовательно, дѣло касается или устраненія непріятнаго состоянія, или продленія пріятнаго. Первая дѣятельность болѣе непосредственна, такъ какъ, непріятное состояніе фактически существуетъ и непосредственно вызываетъ соотвѣтственное движеніе воли. Выполненіе ея, конечно, предполагаетъ знаніе какъ достигнуть желаемаго результата; если же это неизвѣстно, то непріятность ощущенія усиливается, такъ какъ всякая безрезультатная дѣятельность связана съ непріятнымъ ощущеніемъ (стр. 277).

Съ другой стороны, дѣятельность воли, направленная на улучшеніе положенія, самого по себѣ сноснаго, проявляется только въ тѣхъ случаяхъ, когда представляется къ тому средство. Такъ, напримеръ, животное, не чувствующее голода, бросается на добычу, появившуюся въ полѣ его зрѣнія. Предполагаемое чувство удовольствія возбуждаетъ движеніе воли, потому что представляется случай непосредственно удовлетворить желаніе.

Всѣ эти хорошо извѣстные изъ опыта факты станутъ ясными, если разсмотримъ сопровождающія ихъ энергетическія отношенія. Возникновеніе волевого движенія требуетъ расхода энергіи, такъ какъ оно есть энергетическій процессъ, совершающійся въ соотвѣтственномъ органѣ. Этотъ процессъ возбуждается другими формами нервной энергіи, возникающими въ области ощущенія или въ области мышленія; отсюда протекаютъ два класса волевыхъ явленій. Какъ во всѣхъ подобныхъ случаяхъ, и при проявленіи волевой энергіи должно имѣть мѣсто относительное высвобожденіе, причѣмъ въ соотвѣтственномъ органѣ долженъ быть накопленъ требуемый запасъ энергіи (вѣроятно, въ формѣ химической энергіи), для того, чтобы могъ наступить результатъ, т. е. превращеніе. Высвобожденное количество зависитъ, съ одной стороны, отъ количества высвобождающей нервной энергіи, слѣдовательно, отъ силы ощущенія или мысли, съ другой — отъ количества запаса энергіи, который можетъ быть превращенъ въ энергію воли. Поэтому различной силы импульсы обуславливаютъ у одного и того же человѣка различной силы волевыя движенія, соотвѣтственно относительному высвобожденію (стр. 255). Съ другой стороны, одинаково сильныя импульсы у различныхъ людей даютъ различной силы волевые результаты, смотря по имѣющемуся запасу способной къ превра-

щенію энергіи. Индивиды, имѣющіе большой запасъ или скоро и легко пополняющіе его, имѣютъ сильную волю, и наоборотъ. При правильномъ употребленіи и соотвѣтственномъ упражненіи органа воли онъ можетъ, какъ и всякій другой органъ, стать дѣятельнѣе и способнѣе къ функционированію; если же имъ пренебрегать и не утилизировать его, онъ можетъ атрофироваться. Болѣзни и вредныя привычки, вѣсобоенно употребленіе алкоголя, опія и другихъ наркотическихъ средствъ, вредно отзываются на органѣ воли по большей части раньше, чѣмъ на другихъ частяхъ мозга; опасность этихъ вредныхъ привычекъ и заключается въ томъ, что вмѣстѣ съ волей уничтожается возможность сопротивленія этимъ привычкамъ. Особенно, повидимому, въ близкомъ отношеніи находится органъ воли съ половой жизнью, такъ какъ эта послѣдняя, съ одной стороны, способна вызывать наиболѣе сильныя движенія воли, съ другой стороны, вредныя привычки въ этомъ отношеніи особенно быстро отзываются на волю.

Подобныя же отношенія существуютъ, съ другой стороны, между волей и органами движенія. Волевая энергія дѣйствуетъ возбуждающимъ образомъ на эти органы, и достигаемый результатъ пропорціоналенъ, съ одной стороны, количеству сообщенной волевой энергіи, съ другой — запасу энергіи работы въ органѣ. Поэтому существуетъ двойнаго рода истощеніе: можетъ истощиться воля, а органъ остаться способнымъ къ работѣ, или истощиться работоспособность органа, когда воля способна еще къ работѣ. Первый случай рѣзко наблюдается у нѣкоторыхъ душевнобольныхъ, особенно меланхоликовъ; онъ встрѣчается болѣе или менѣе преходяще у неврастениковъ, у которыхъ можно наблюдать, какъ небольшое напряженіе воли дѣлаетъ ихъ надолго неспособными принять какое-нибудь рѣшеніе. Второй случай можно наблюдать у различныхъ спортсменовъ, у которыхъ въ большинствѣ случаевъ работоспособность истощается раньше воли. При такого рода истощеніи можно наблюдать каталитическое дѣйствіе воли: кажется, что силы совсѣмъ уже истощены, но новое внушеніе воли выжимаетъ изъ истощеннаго органа еще нѣкоторое количество работы. Но, въ концѣ концовъ, воля не можетъ идти противъ законовъ энергетики, и самое сильное напряженіе воли не можетъ заставить реагировать органъ, совершенно не содержащій свободной энергіи.

Замѣчательна способность вызывать напряженіемъ воли волевою дѣятельность въ другихъ людяхъ. Иными словами, слѣдствіе волевого процесса, происходящаго въ одномъ человѣкѣ, можетъ перейти на другого, освѣдомленнаго какимъ-нибудь образомъ объ этомъ процессѣ. Это явленіе наблюдается легко и часто и иногда ведетъ къ чрезвычайному усиленію результата; напримеръ, когда полководецъ побуждаетъ солдатъ къ выполненію особенно трудныхъ дѣлъ, выказывая самъ

непреклонную волю. О Либихъ, который былъ очень искуснымъ учителемъ, его ученики рассказываютъ, что онъ добивался необычайныхъ результатовъ съ ихъ стороны благодаря тому, что умѣлъ возбуждать ихъ мужество при возникновеніи новыхъ затрудненій.

Подобныя явленія принимаютъ иногда удивительныя формы, какъ, напримеръ, въ явленіяхъ гипнотизма, которыя трудно истолковать, такъ какъ они недостаточно изслѣдованы. Но само по себѣ влияние воли нисколько не удивительнѣе, чѣмъ влияние ума. Кто испыталъ, какъ слышанная или прочтенная чужая мысль можетъ вызвать рѣшеніе вопроса, долгое время занимавшаго умъ, тотъ можетъ понять, что сильная воля можетъ побудить къ дѣйствию волю, недостаточную саму по себѣ. Все умственное воспитаніе и развитіе, получаемое нами съ разныхъ сторонъ, основывается на томъ, что благодаря подражанію мы образуемъ идеи, къ которымъ мы не могли бы или не такъ скоро могли бы придти собственными силами. Точно также для развитія слабой воли очень полезно подражаніе сильной и развитой волѣ. Педагогика тоже съ давнихъ временъ признала, что мышленіе и воля хотя и сосуществуютъ, но представляютъ двѣ обособленныхъ, хотя и во многихъ отношеніяхъ сходныхъ области; но послѣдняя, какъ было упомянуто, была лишена правильнаго ухода.

Чтобы понять передачу воли, вспомнимъ, что подражаніе всякой дѣятельности легче, чѣмъ самостоятельная ея выработка. Поэтому намъ легче принять какое-нибудь рѣшеніе, если мы наблюдаемъ подобный же процессъ въ другомъ человѣкѣ. Если проявленіе воли является для даннаго человѣка трудной и неприятной работой, то онъ тѣмъ охотнѣе просто перейметъ волю другого и исполнитъ соответственный актъ.

Эти явленія не слѣдуетъ представлять себѣ такъ, что воля просто переходитъ съ одного человѣка на другого, подобно электрическому току, или, говоря безъ сравненій, какъ будто психическая или волевая энергія переходитъ съ одного человѣка на другого. Такое предположеніе опровергается тѣмъ, что передача не воспослѣдуетъ, если у воспринимающаго человѣка отсутствуетъ способный къ работѣ органъ воли. Кромѣ того, воспринимающій долженъ признать и понять наличность воли; всѣ телепатическіе опыты, при которыхъ отсутствуетъ это знаніе (которое часто можетъ вытекать изъ чрезвычайно незначительныхъ признаковъ), протекаютъ ментѣ увѣренно. Знаніе о волевомъ процессѣ возбуждаетъ въ воспринимающемъ соответственный ощущенія, которыя являются причиною даннаго волевого процесса и связаннаго съ нимъ акта. Такъ какъ при этомъ, по психологическимъ причинамъ, по большей части исключено промежуточное мышленіе, то отпадаетъ возможность задержки, и слѣдуетъ быстрое и опредѣленное дѣйствіе.

Здѣсь, конечно, не можетъ быть дана болѣе точная теорія этихъ явленій; я долженъ ограничиться указаніемъ, что и въ этой трудной области не исключена возможность энергетическаго толкованія фактовъ.

Мы не должны обойти молчаніемъ и вопроса о свободѣ воли, возбуждавшаго столько споровъ. Это настоящій философскій вопросъ, ибо въ дѣйствительности каждый человѣкъ, въ томъ числѣ и философъ, дѣйствуетъ такъ, какъ если бы его воля была свободна, хотя бы онъ и оспаривалъ свободу воли изъ теоретическихъ соображеній. Слѣдовательно, не зачѣмъ спрашивать, свободна воля или нѣтъ?—а только, какъ соединяется въ насъ ощущеніе свободной воли съ теоретическимъ требованіемъ, чтобы все происходило по «вѣчнымъ желѣзнымъ законамъ»?

Мнѣ кажется, что и здѣсь мы имѣемъ дѣло съ неправильнымъ употребленіемъ слова «законъ» для обозначенія согласныхъ частей естественныхъ явленій, приводящимъ къ заблужденію, содержащемуся не въ самой сути, а въ словѣ. Напомню (стр. 58), что на естественный законъ надо смотрѣть не какъ на повелѣніе, а какъ на свѣдѣніе; онъ не приказываетъ, что должно совершиться, а сообщаетъ, что въ дѣйствительности совершается. Такъ, мы безъ всякаго сомнѣнія можемъ признать, что всѣ наши духовные процессы, какъ сознательные, такъ и бессознательные, происходятъ вполне согласно законамъ природы, и при этомъ мы нисколько не посягаемъ на свободу воли. Ибо мы этимъ не говоримъ, что наша воля принуждается чѣмъ-то, лежачимъ внѣ ея, а только утверждаемъ, что, изслѣдуя большое число разнообразныхъ волевыхъ процессовъ, мы найдемъ въ нихъ нѣкоторыя одинаковыя части или признаки.

Къ тому же возрѣнію мы придемъ и съ другой точки зрѣнія, высказанной впервые К. Винеромъ. Винеръ утверждаетъ, что то, что само опредѣляетъ свое поведеніе, можетъ быть названо свободнымъ. Несвободно только то, чей образъ дѣйствія управляется причинами, лежащими внѣ его. Такъ какъ наши рѣшенія и поступки обусловлены тѣмъ, что мы знаемъ, мыслимъ и ощущаемъ, что, слѣдовательно, составляетъ часть нашего собственнаго существа, то мы въ дѣйствительности имѣемъ свободную волю.

Но что можно сказать о дѣйствительныхъ разнообразныхъ принужденіяхъ, которымъ подвергается человѣкъ? Въ этомъ случаѣ существуетъ дѣйствительная несвобода!

Это можетъ быть вполне допущено, ибо въ утвержденіи свободы воли не заключается утвержденія, что никакіе факторы не вліяютъ на волю, а только утвержденіе, что всякое вліяніе на волю проходитъ черезъ духовную дѣятельность того, на кого произведено вліяніе. Элементы, способствующіе рѣшенію, не всѣ лежатъ въ нашей власти, но то, какъ мы пользуемся этими элементами для окончательнаго волевого



процесса, есть дѣятельность нашей собственной сущности. То обстоятельство, что другіе люди заранее знаютъ, какое мы въ данномъ случаѣ примемъ рѣшеніе, не указываетъ на несвободу, а только на правильность.

Въ заключеніе слѣдуетъ еще указать тѣсную связь между развитіемъ свободной воли и развитіемъ ума. Обыкновенно предполагаютъ, что въ промежутки, когда мышленіе бездѣйствуетъ или сильно ослаблено, человѣкъ совсѣмъ не имѣетъ свободной воли или владѣетъ ею въ очень ограниченной степени, хотя бы въ другое время онъ былъ вполне нормальнымъ человѣкомъ. То же согласованіе мы наблюдаемъ и у животныхъ (хотя наши сужденія въ этихъ случаяхъ гипотетичны); мы не приписываемъ свободной воли ни растенію, ни гусеницѣ, ни рыбѣ, умственные способности которыхъ чрезвычайно малы; но съ хорошо дрессированной охотничьей собакой или съ овчаркой хозяинъ обращается такъ, какъ если бы онѣ были существами со свободной волей, и животное отвѣчаетъ на это обращеніе такъ, что такое отношеніе къ нему представляется вполне естественнымъ.

Связь между волей и разсудкомъ заключается въ томъ, что выборъ дѣйствія, являющійся признакомъ свободной воли, есть въ то же время и признакъ разсудка. Дѣйствующее существо только потому и можетъ проявить свободную волю, т.-е. сдѣлать выборъ дѣйствія, что оно представляетъ себѣ возможность различнаго образа дѣйствія съ соответственными различными послѣдствіями, что оно, слѣдовательно, способно дѣлать заключенія изъ прошлаго опыта о предстоящемъ будущемъ. Гусеница реагируетъ на исходящее отъ листа раздраженіе и поѣдаетъ его, и такъ она переходитъ съ листа на листъ, не обдумывая и не выбирая. Собака же выбираетъ между импульсомъ къ преслѣдованію выбѣжавшаго зайца и страхомъ наказанія за этотъ поступокъ, и ея образъ дѣйствія даетъ намъ право предполагать, что она прекрасно представляетъ себѣ послѣдствія того и другого поступка.

Изъ самой природы вещей вытекаетъ, что случай къ выбору представляется тѣмъ рѣже, чѣмъ проще организовано существо и чѣмъ, слѣдовательно, монотоннѣе его отношенія къ окружающей средѣ. По мѣрѣ того какъ возрастаетъ сложность этихъ отношеній, возрастаетъ и необходимость разумной дѣятельности, т.-е. сравненія и заключенія. Въ то же время возможные способы дѣйствія для каждаго случая становятся все разнообразнѣе, и выборъ между ними оказываетъ незначительное вліяніе на благосостояніе организма. Слѣдовательно, съ возрастаніемъ разнообразія мотивы для опредѣленнаго образа дѣйствія становятся слабѣе и выборъ затруднителнѣе. Это насъ снова приводитъ къ высказанному на стр. 303 предположенію объ ослабленіи воли съ развитіемъ интеллекта.

## Двадцать первая лекція.

### КРАСОТА И ДОВО.

Сегодня мы подвергнемъ самому грудному испытанію развитія нами идеи и посмотримъ, насколько онѣ окажутся примѣнимыми. Мы должны будемъ рѣшить вопросъ, окажутся ли основныя понятія: энергія и прогрессъ, давшія намъ возможность проникнуть въ физическіе и простѣйшіе духовные процессы, достаточными для классифицированія и выясненія той области душевной жизни, которую мы находимъ только въ человѣкѣ и которая заставляетъ самыхъ убѣжденныхъ сторонниковъ теоріи прогресса признать, что между человѣкомъ и самымъ развитымъ животнымъ существуетъ чрезвычайно важное и глубокое различіе.

Примѣнимость этихъ понятій можно доказать прежде всего на искусствѣ.

Не совсѣмъ еще, пожалуй, прошло время, когда для возбужденія восторга профановъ разсужденія объ искусствѣ и красотѣ слѣдовало писать непременно въ цвѣтистомъ стилѣ, тщательно избѣгая придавать мыслямъ опредѣленное содержаніе. Ничего подобнаго мы здѣсь не предполагаемъ дѣлать. Мы знаемъ отъ самихъ художниковъ, что всякое порядочное произведеніе искусства требуетъ серьезной и глубокой умственной работы, и что величайшіе результаты достигаются не съ помощью бессознательнаго вдохновенія, но съ помощью вполне сознательнаго распоряженія умственными и техническими средствами искусства.

Во-первыхъ, поищемъ общей точки зрѣнія. Въ чемъ состоитъ цѣль или долгъ искусства?

Обыкновенно отвѣчаютъ: въ изображеніи прекраснаго. Такой отвѣтъ ничего намъ не даетъ. Конечно, изображеніе или воспроизведеніе составляютъ сущность искусства; но что такое красота?

Пусть передъ вашимъ умственнымъ взоромъ пройдетъ рядъ произведеній искусства изъ различныхъ областей его; вы тотчасъ же замѣтите, что понятіе красоты, вмѣщающее всѣ несомнѣнно великія произведенія искусства, весьма обширно и неопредѣленно. Этимъ путемъ мы и не придемъ къ сущности дѣла. Поэтому попытаемся произвести непосредственный анализъ.

Всякое произведеніе искусства дѣйствуетъ на наши органы чувствъ и въ этомъ отношеніи находится въ одинаковомъ положеніи со всякими другими внѣшними состояніями. Оно отличается отъ нихъ тѣмъ, что вызываемыя имъ впечатлѣнія не случайны, но выбраны и согласованы цѣлесообразно и остроумно. Они вызываютъ соответственныя ощущенія и мысли.

Теперь мы у порога искусства. Оно заключается въ произвольномъ вызовѣ чувственныхъ впечатлѣній, возбуждающихъ опредѣленныя преднамѣренныя ощущенія и мысли.

Здѣсь искусство прежде всего соприкасается съ приѣмомъ подчиненія знаку, съ которымъ мы познакомились (стр. 23) какъ со средствомъ общенія между различными индивидами. Далѣе, мы увидимъ, что со всѣми этими средствами: съ пространственнымъ, образнымъ и звуковымъ изображеніемъ мыслей и ощущеній связаны соответственныя художественныя промышленности, давшія начало произведеніямъ искусствъ: архитектуры, скульптуры, поэзіи и др. Но мы тотчасъ же видимъ и различіе между ними. Одни изъ произведеній преслѣдуютъ исключительно цѣль пользы; они вообще не суть настоящія произведенія искусства. Другія воспроизводятся потому, что съ возбуждаемыми ими ощущеніями и мыслями связано удовольствіе или, болѣе обще, непосредственный интересъ. Это суть настоящія произведенія искусства.

Слѣдовательно, произведеніе искусства опредѣляется двумя факторами: во-первыхъ, средствами, служащими для произведенія желаемыхъ чувственныхъ впечатлѣній; во-вторыхъ, ощущеніями и мыслями, возбуждаемыми этими средствами черезъ посредство чувственныхъ впечатлѣній. Отсюда вытекаетъ двойная классификація искусствъ: по средствамъ и по результатамъ. Согласно первой они раздѣляются на архитектуру, скульптуру, музыку, поэзію и т. д.; согласно второй—на комическія, сентиментальныя, трагическія и т. д. произведенія.

На основаніи этихъ точекъ зрѣнія нетрудно получить общее представленіе объ области искусствъ. Согласно самымъ общимъ образованіямъ понятія (стр. 59), мы будемъ различать пространственныя искусства и временныя искусства (Raum- und Zeitkünste); къ первымъ относятся архитектура и всякаго рода-художество, ко вторымъ—музыка и поэзія. Для воспріятія пространственныхъ отношеній мы почти исключительно пользуемся глазомъ, такъ какъ объемъ и связь пространственныхъ отношеній, даваемые осязаніемъ, слишкомъ незначительны. Поэтому пространственныя искусства почти исключительно обращаются къ глазу и пользуются, какъ средствомъ, тѣми чувственными впечатлѣніями, которыя мы воспринимаемъ съ помощью зрѣнія. Къ таковымъ слѣдуетъ причислять не только свѣтъ и окраску; въ распоряженіи

этихъ искусствъ находится совокупность нашихъ пространственныхъ свѣдѣній, которыми они и пользуются. Слѣдовательно, пространственныя искусства обращаются, главнымъ образомъ, въ кругу многообразій внѣшняго міра, въ которомъ они находятъ себѣ почву. Оттуда они дѣйствуютъ на нашъ внутренній міръ при посредствѣ связи, которую установилъ опытъ между вещами внѣшняго міра и нашей духовной и чувственной жизнью.

Временныя искусства дѣйствуютъ непосредственно. Кантъ опредѣлилъ время, какъ форму созерцанія внутренняго сознанія; мы уже видѣли, какое основаніе и освѣщеніе получаетъ съ нашей точки зрѣнія это положеніе. Слѣдовательно, временныя искусства обращаются непосредственно къ нашему внутреннему сознанію. Поэтому хотя ихъ многообразіе и ограниченнѣе, но ихъ дѣйствіе тѣмъ вѣрнѣе; вообще музыка и поэзія легче проникаютъ въ нашъ внутренній міръ и воздѣйствуютъ на него, чѣмъ архитектурныя и художественныя произведенія.

Благодаря тому, что временныя искусства обращаются къ внутреннему сознанію, они менѣе зависятъ отъ природы органа чувствъ. По большей части они пользуются органомъ слуха, какъ, на примѣръ, музыка и поэтическая декламация. Но мы можемъ наслаждаться стихотвореніями и читая ихъ; это указываетъ на то, что путь, которымъ получаются впечатлѣнія отъ произведенія искусства, не имѣетъ рѣшающаго значенія. Мы можемъ даже наслаждаться стихотвореніемъ и безъ посредства какого либо органа чувствъ, воспроизводя его мысленно; тогда какъ мысленное воспроизведеніе картины или зданія, какъ бы ни было сильно и живо воспоминаніе о нихъ, несравненно слабѣе впечатлѣнія отъ непосредственнаго созерцанія ихъ. Поэтому художнику приходится приложить много труда на техническое воспроизведеніе созданнаго имъ въ душѣ образа, для поэта же записываніе его творенія является чисто внѣшней работой.

Справедливость такого дѣленія искусствъ яснѣе всего видна на природномъ родствѣ между ними. Пространственныя искусства, архитектура и художество такъ же легко соединяются въ совокупное произведеніе искусства, какъ временныя искусства: поэзія и музыка. Переkreщиваніе же ихъ трудно удается. Вспомнимъ, на примѣръ, чрезвычайно второстепенную роль живописи въ драмѣ. «Разбойники» Шиллера немного потеряютъ въ самой бѣдной обстановкѣ, и прекраснѣйшія декорации не спасутъ плохо разыгранной драмы.

На второй вопросъ, какія вещи должно изображать искусство, т.-е. какія мысли и ощущенія возбуждаютъ въ насъ пріятное чувство (въ самомъ обширномъ смыслѣ), мы найдемъ отвѣтъ въ соображеніяхъ о пріятныхъ и непріятныхъ ощущеніяхъ, высказанныхъ на стр. 277.

Источникомъ пріятныхъ впечатлѣній мы признали успѣшную дѣятельность излишней энергіи организма. Такъ, въ первыхъ проявленіяхъ искусства пространственный и временной ритмъ являются достаточнымъ моментомъ для возбужденія удовольствія. Дитя съ увлеченіемъ повторяетъ одну и ту же пѣсенку; правильное пространственное повтореніе какого-нибудь примитивнаго рисунка образуетъ орнаментъ, примѣнявшійся на первыхъ ступеняхъ развитія народовъ. Въ первомъ случаѣ художественное наслажденіе вызывается связаннымъ съ повтореніемъ какой-нибудь дѣятельности ощущеніемъ легкости ея исполненія. То же ощущеніе, благодаря повторяющейся формѣ, возбуждаетъ орнаментъ \*).

Въ дальнѣйшемъ своемъ развитіи временныя и пространственныя искусства значительно расходятся. Въ музыкѣ долго сохраняетъ значеніе принципъ успѣшной дѣятельности. Кромѣ ритма въ европейской музыкѣ важную роль играютъ гармонія и мелодія. Первая имѣетъ преимущественное значеніе, такъ какъ на образованіе мелодіи рѣшительно вліяютъ гармоническія отношенія. Это происходитъ такимъ образомъ, что тоны, принадлежащіе одной гармоніи, извлекаются одинъ за другимъ, образуя примитивную мелодію; примѣромъ могутъ служить сигналы охотниковъ и солдатъ \*\*). И дальнѣйшее развитіе мелодіи происходитъ, главнымъ образомъ, такъ, что послѣдовательно извлекаются тоны такихъ гармоній, которыя связаны между собою законами гармоніи.

Какъ извѣстно, гармонически звучащіе тоны взаимно связаны простымъ отношеніемъ числа колебаній. И здѣсь причина вызываемаго ими удовольствія заключается въ успѣшной дѣятельности. Ибо такъ какъ гармоничность тоновъ характеризуется исключительно числомъ ихъ колебаній, то связать одновременные различные тоны возможно только благодаря существованію такихъ простыхъ отношеній. При этомъ образуется, какъ въ случаѣ орнамента, все одна и та же сложная звуковая волна; между тѣмъ какъ диссонирующіе тоны образуютъ постоянно измѣняющуюся сложную волну.

Музыка, какъ искусство, служитъ для изображенія и тѣмъ самымъ

\*) О важномъ отношеніи между ритмомъ и работой можно прочесть въ очень интересной книгѣ Бюхера (Bücher, Arbeit und Rhythmus, Leipzig 1900), который показалъ, какъ ритмическое регулированіе облегчаетъ работу; поэтому для выдѣленія и поддержанія ритма создавалась нѣкоторая чрезвычайно распространенная примитивная форма поэзіи, рабочія пѣсни. Съ нашей общей точки зрѣнія для той же цѣли могутъ служить не только пѣсни, но и другія формы временныхъ искусствъ.

\*\*\*) Образованіе этихъ мелодій технически обусловлено тѣмъ, что природныя тоны роговъ и барабановъ совпадаютъ съ тонами основной гармоніи, мажорнаго аккорда. Но такое совпаденіе не случайно, а обусловлено сущностью дѣла.

для возбужденія чувствъ. Такъ какъ при этомъ матеріалъ, служащій для изображенія, имѣетъ незначительную непосредственную связь съ явленіями природы, то онъ остается замкнутымъ въ весьма тѣсномъ кругу. Для ритма это счетъ во вторыхъ и въ третьихъ доляхъ и въ доляхъ, образующихся изъ нихъ; ритмъ въ пятыхъ доляхъ употребляется очень рѣдко и то въ видѣ попытокъ. Числовыя значенія гармоническихъ отношеній нѣсколько разнообразнѣе, такъ какъ употребляются отношенія числа колебаній, равныя двумъ (октава), тремъ (квинта) и пяти (большая терція) и получающіяся черезъ перемноженіе этихъ факторовъ. Но уже число семь не примѣняется для гармоническихъ тоновъ. Этотъ-то ограниченный матеріалъ, къ которому присоединяется еще разнообразіе темпа, тембра и силы звука, и образуетъ все содержаніе музыкальныхъ произведеній искусства.

Причина возбужденія чувства музыкаю заключается, главнымъ образомъ, въ воспроизведеніи временной и интенсивной смѣны чувствъ посредствомъ соотвѣтственнаго теченія музыкальнаго произведенія. Слушая симфонію Бетховена, мы переживаемъ рядъ ощущеній, подобно тому, какъ если бы мы переживали какое-нибудь великое событіе. Эти процессы въ отдѣльности еще не были подвергнуты достаточно глубокому психологическому анализу.

Поэзія представляетъ въ нѣкоторомъ родѣ противоположность музыкѣ. Въ музыкѣ многообразіе внѣшняго міра не играло никакой роли, въ поэзіи же оно является главнымъ матеріаломъ, изъ котораго она черпаетъ свои средства. Поэтому музыка можетъ изображать внѣшніе процессы только осторожно и въ узкомъ объемѣ; настоящая же ея область есть воспроизведеніе внутренняго міра. Поэзіи, напротивъ, приходится превозмогать нѣкоторыя трудности, когда ей надо изобразить тонкость, силу и многообразіе внутреннихъ ощущеній; для этой цѣли она заимствуетъ у музыки звучность и ритмъ. За то она непосредственно словами можетъ изображать внѣшнія событія, изображеніе которыхъ и составляетъ главное содержаніе произведеній этого искусства.

Поэтому опасность для музыки заключается въ увлеченіи одной формой (контрапунктъ и fuga); для поэзіи—въ преобладаніи рассудочнаго и созерцательнаго матеріала. Съ другой стороны, опасность для музыки заключается въ слишкомъ большой спеціализаціи ощущенія, дающей въ результатъ неуверенность или полную неудачу репродукціи въ слушатель; для поэзіи соотвѣтственная опасность заключается въ слишкомъ большой спеціализаціи случайныхъ явленій, связь которыхъ съ типичными формами не ощущается уже читателемъ или слушателемъ.

Но послѣдняя опасность только относительно велика, ибо въ каждомъ искусствѣ существуетъ непрестанное взаимное приспособленіе

между творцомъ и слушателемъ или зрителемъ. Всякій оригинальный художникъ непремѣнно вращается около крайнихъ границъ средствъ и содержанія, находящихся въ распоряженіи современнаго ему искусства, и старается перешагнуть эти границы. Но всякое подобнаго рода расширеніе границъ кажется воспринимающему сначала тѣмъ болѣе чуждымъ, чѣмъ оно значительнѣе. Результатомъ этого является конфликтъ, отъ котораго страдаютъ всѣ великіе художники; ихъ сначала не понимаютъ, т.-е. воспринимающій еще неспособенъ и не склоненъ слѣдовать за художникомъ. Однако, если это нарушеніе границы произошло въ органической связи съ существующимъ, то рано или поздно воспринимающій находитъ эту связь и бываетъ благодаренъ художнику за расширеніе ощущеній. Слава, которую, такимъ образомъ, пріобрѣтаетъ художникъ, представляетъ значительное преимущество для большинства воспринимающихъ, такъ какъ она является нѣкотораго рода гарантіей за то, что сдѣланное ими усиліе принесетъ цѣнный результатъ. И самому художнику слава значительно облегчаетъ трудъ, ибо разъ онъ успѣшно ввелъ своихъ зрителей или слушателей въ новую область, онъ можетъ рассчитывать на болѣе съ ихъ стороны довѣріе въ его дальнѣйшемъ исканіи новыхъ путей.

Въ пространственныхъ искусствахъ не существуетъ той симметрической противоположности, какая существуетъ во временныхъ искусствахъ. Во-первыхъ, архитектура даже едва ли можетъ быть названа искусствомъ въ тѣсномъ смыслѣ слова, ибо она не можетъ быть отдѣлена отъ техническихъ цѣлей. Зданіе, выстроенное исключительно въ цѣляхъ красоты или для возбужденія опредѣленныхъ ощущеній, врядъ ли непосредственно достигнетъ желаемой цѣли. Архитектуру вмѣстѣ съ художественной промышленностью слѣдуетъ скорѣе отнести къ переходнымъ областямъ, въ которыхъ дѣло идетъ о художественномъ выполненіи практическихъ вещей, и преслѣдуются въ одно и то же время и возбужденіе пріятныхъ ощущеній, и польза, которая, однако, имѣетъ преобладающее значеніе.

Чистое искусство мы встрѣчаемъ въ скульптурѣ и живописи, которыя черпаютъ матеріалъ изъ той же области, что и поэзія. Искусство, параллельное музыкѣ, должно было бы принять видъ безпредметнаго искусства формы, начало котораго мы встрѣчаемъ въ орнаментикѣ. Можно ли рассчитывать, что это искусство, которому въ настоящее время придаютъ особенное значеніе, разовьется такъ, какъ развилась музыка,—нельзя заранѣе рѣшить въ утвердительномъ или отрицательномъ смыслѣ. Въ настоящее время таковое ея развитіе представляется намъ невыполнимымъ, потому что пространственные формы и цвѣта не могутъ, согласно съ бывшимъ до сихъ поръ опытомъ, достигать такого увѣреннаго возбужденія опредѣленныхъ ощу-

щеній, какъ музыкальныя произведенія. И мнѣ кажется, что существуетъ внутреннее основаніе, мѣшавшее до сихъ поръ подобнаго рода развитію, которое вѣроятно и въ будущемъ будетъ его стѣснять, а именно то, что форму можно разсматривать въ какой угодно произвольной послѣдовательности. А такъ какъ для большинства ощущеній имѣетъ существенное значеніе опредѣленное теченіе ряда слѣдующихъ одна за другой частей ощущенія, то очевидно, что такого рода ощущенія не могутъ быть выражены средствами, доступными искусству формы. Поэтому то, что можетъ быть выражено этимъ путемъ, должно будетъ и на будущее время довольствоваться усиленіемъ и отгѣненіемъ опредѣленныхъ тоновъ ощущенія, возбужденныхъ какимъ-нибудь инымъ способомъ.

Живопись сходна съ поэзіей въ томъ отношеніи, что она беретъ матеріалъ изъ внѣшняго міра. Но поэзія можетъ и должна изображать непосредственно и внутренний міръ; область живописи безусловно ограничена міромъ явленій, и только съ помощью его она можетъ изображать внутреннюю жизнь, воспроизводя такія явленія, съ которыми возможно тѣсно связаны чувства, которыя она желаетъ возбудить.

Въ развитіи живописи играютъ роль техническія и умственные трудности, вытекающія изъ ея задачи—изображеніе внѣшняго міра. Совокупность свойствъ даннаго образованія, напримѣръ, человѣка, нельзя передать, ибо невозможно создать снимка, во всѣхъ отношеніяхъ совпадающаго съ натурой. Поэтому и здѣсь, подобно какъ при образованіи понятій, необходимо выбрать опредѣленные стороны или состоянія изображаемаго явленія, а отъ изображенія остальныхъ отказаться. Отъ рода этого ограниченія зависятъ различные виды пространственнаго искусства.

Ближе всего къ дѣйствительности стоитъ пластика, такъ какъ она передаетъ тѣлесный видъ модели и отказывается передать только движеніе. Въ наше время принято не передавать также и красокъ; это произошло отъ того, что дошедшія до насъ скульптурныя произведенія классической древности потеряли вслѣдствіе претерпѣнныхъ ими въ продолженіи двухъ тысячъ лѣтъ невзгодъ ту окраску, которая была наложена на нихъ. Но мы имѣемъ многочисленныя свѣдѣнія, а отчасти и оригиналы, о пластическихъ произведеніяхъ изъ цвѣтнаго матеріала, какъ-то: слоновой кости, золота, янтаря и всякаго рода цвѣтныхъ камней; это заставляетъ насъ предполагать, что древне художники пользовались красками при пластическихъ изображеніяхъ. Поэтому замѣчающееся въ настоящее время движеніе въ пользу цвѣтной скульптуры имѣетъ полное оправданіе; противники примѣненія красокъ въ скульптурѣ называютъ его нехудожественнымъ, опираясь при этомъ на какія-то непреложныя нормы, которыя должны быть

предписаны искусству; они такъ же не правы, какъ тѣ ученые, которые считаютъ примѣненіе математики къ изслѣдованію химическихъ явленій «противнымъ духу химіи».

Вообще, слѣдуетъ сказать, что исторически выработанныя формы изображенія не должны быть навязываемы искусству (или наукѣ), какъ непреложныя нормы для всякой дальнѣйшей дѣятельности. Изъ истории искусства мы ясно видимъ, что чѣмъ безусловнѣе было преклоненіе передъ образцами, напримѣръ, антиками, тѣмъ бесплоднѣе и несамостоятельнѣе были оригинальныя произведенія искусства. Мы съ большою убѣждаемся въ этомъ на неудачныхъ и безуспѣшныхъ стремленіяхъ Гете оживить современную ему живопись посредствомъ премій и заказовъ, предметы которыхъ выбирались изъ античнаго міра. Великій поэтъ, сила котораго всецѣло заключалась въ постиженіи дѣйствительнаго и живого, не понималъ, что, желая изобразить жизнь, которую современные ему художники не могли наблюдать, они необходимо должны были дать произведенія, лишеныя жизни.

Поэтому мы считаемъ основнымъ положеніемъ для всякаго искусства, что всѣ средства годятся, разъ они способствуютъ цѣли художника. Примѣненіе красокъ въ пластикѣ можно будетъ назвать «нехудожественнымъ» въ томъ случаѣ, если оно не усилитъ, а ослабитъ впечатлѣніе. Такъ, напримѣръ, если положить густыя, непрозрачныя краски на мраморъ, то будетъ уничтожена свойственная ему прозрачность, благодаря которой онъ производитъ впечатлѣніе живого тѣла. Слѣдуетъ такъ развить техническое приготовленіе красокъ, чтобы можно было окрашивать мраморъ, не закрывая его, что можетъ быть достигнуто съ помощью прозрачныхъ, проникающихъ въ матеріалъ красокъ.

Къ пластическому изображенію прибѣгаютъ въ тѣхъ случаяхъ, когда зритель можетъ разсматривать его съ разныхъ сторонъ; картина же, т.-е. изображеніе на плоскости, имѣетъ мѣсто въ тѣхъ случаяхъ, когда дана до нѣкоторой степени опредѣленная точка зрѣнія. Получающаяся въ глазу картина всегда можетъ быть изображена на плоскости. Въ глазу поверхность картины представляетъ приблизительно часть вогнутой поверхности шара, и мы могли бы дать во многихъ отношеніяхъ совершенное изображеніе дѣйствительности, если бы воспроизвели ее на вогнутой поверхности, въ центрѣ которой находится зритель. На практикѣ вмѣсто вогнутой поверхности берется плоскость. Этотъ выборъ обуславливается отчасти болѣе легкимъ техническимъ полученіемъ этой послѣдней, чѣмъ вогнутой поверхности шара, главнымъ же образомъ тѣмъ, что въ случаѣ вогнутой поверхности отклоненія отъ дѣйствительности будутъ очень велики, если зритель не будетъ находиться въ центрѣ ея; между тѣмъ какъ при изображеніи на

плоскости глазъ можетъ значительно уклоняться отъ опредѣленной точки зрѣнія, безъ вреда для картины. Преимущество изображенія на плоскости заключается особенно въ томъ, что прямыя линіи остаются прямыми. Ибо такъ какъ изъ всѣхъ другихъ линейныхъ фигуръ прямая линія наиболѣе запечатлѣна въ нашемъ сознаніи, мы особенно чувствительны къ отклоненіямъ отъ нея.

При изображеніи картины на плоскости выступаетъ новое затрудненіе, не существующее для пластики,—перспектива. Въ пластикѣ пространственныя измѣренія переносятся на изображеніе или непосредственно, или пропорціонально уменьшенными или увеличенными; при изображеніи на плоскости приходится принимать въ расчетъ оптическія измѣненія величины предмета, связанныя съ удаленіемъ его отъ глаза. Какъ извѣстно, разрѣшеніе этой задачи удалось только въ сравнительно недавнее время. Для Дюрера и Рафаэля перспективныя задачи были наитруднѣйшими въ искусствѣ. Этимъ объясняется, почему пластика, несмотря на большія техническія трудности, развилась гораздо раньше, чѣмъ живопись, и почему въ дошедшихъ до насъ попыткахъ изображеній на плоскости художники по возможности избѣгаютъ перспективныхъ трудностей, стараясь уложить изображаемое въ одну плоскость, а тамъ, гдѣ это имъ не удавалось, встрѣчаются грубыя ошибки.

Въ обоихъ областяхъ, скульптурѣ и живописи, мы видимъ, какъ постепенное завоеваніе новыхъ средствъ и новаго содержанія обуславливаетъ ихъ развитие. Въ древнихъ скульптурныхъ произведеніяхъ человѣческія фигуры изображались неподвижными съ стиснутыми членами, это зависѣло отчасти отъ техническаго неумѣнья обращаться съ камнемъ, особенно же отъ неумѣнья изображать свободно выступающія части, а также отъ незнакомства съ разнообразіемъ движенія человѣческихъ фигуръ. Художники рѣшались изображать только наиболѣе простое и доступное въ обоихъ отношеніяхъ.

Только, научившись пользоваться этими средствами и содержаніемъ, благодаря многократному ихъ повторенію, художники рѣшались на новые шаги въ обоихъ направленіяхъ. Возрастающая увѣренность въ техническомъ обращеніи съ матеріаломъ позволяетъ болѣе разнообразить изображаемыя типы.

Образованіе типовъ на первыхъ ступеняхъ пластическаго искусства обусловлено тѣмъ, что сначала изображаются только вещи, наиболѣе различныя. Въ искусствѣ наблюдается то же, что и въ наукѣ: ея развитіе зависитъ оттого, чѣмъ она можетъ раньше овладѣть. Ибо задачи науки и искусства можно опредѣлить какъ подчиненіе безконечнаго многообразія явленій съ помощью образованія соответственныхъ понятій; только наука образуетъ логическія понятія, а

искусство—наглядныя. Въ обоихъ случаяхъ сущность работы заключается въ выдѣленіи общаго и повторяющагося и въ пренебреженіи частнымъ и случайнымъ.

Образованіе такихъ наглядныхъ понятій или типовъ считается столь важнымъ, что даже неправильно образованные типы пользуются почти неуязвимымъ существованіемъ. Такъ и теперь еще молнія изображается въ видѣ зигзага, между тѣмъ изъ фотографическихъ снимковъ намъ извѣстно, что въ дѣйствительности она змѣеобразна.

Въ дальнѣйшемъ развитіи искусства замѣчается волнообразное движеніе, смѣна противоположныхъ, повидимому, направлений. Ихъ обыкновенно различаютъ какъ реалистическое и идеалистическое направленія, въ дѣйствительности же въ одномъ на первый планъ выступаютъ средства изображенія, въ другомъ—предметъ изображенія. Каждый разъ, когда сдѣлано значительное техническое приобрѣтеніе, благодаря которому достигается приближеніе изображенія къ дѣйствительности, интересъ художниковъ направляется, главнымъ образомъ, на примѣненіе этого новаго средства къ возможно большому числу явленій. Вслѣдствіе этого центръ тяжести работы перемѣщается въ сторону средствъ, а вопросъ о сюжетѣ отступаетъ на задній планъ. Когда благодаря примѣненію этого средства ко всевозможнымъ случаямъ его сила и примѣнимость твердо устанавливается, эта задача теряетъ интересъ и значеніе, и возникаетъ новая задача—примѣнить приобретенное средство къ завоеванію новаго содержанія.

Первый періодъ обыкновенно называютъ реалистическимъ, второй—идеалистическимъ. Второму наступаетъ конецъ вслѣдствіе того, что во время исканія новаго содержанія начинаютъ пренебрегать средствомъ (подъ которымъ слѣдуетъ подразумѣвать не только механическую технику, но и точное знаніе свойствъ формы и красокъ), что ведетъ къ несоотвѣтствію между содержаніемъ и средствомъ, и происходитъ новая революція въ искусствѣ въ реалистическомъ направленіи.

Эти колебанія тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше былъ успѣхъ, достигнутый въ томъ или другомъ направленіи, что зависитъ рѣшительно отъ отдѣльныхъ дѣйствующихъ лицъ. Чѣмъ больше будетъ число художниковъ, занимающихся одновременно въ одной области, и чѣмъ различнѣе они будутъ, тѣмъ меньше будетъ влияние каждаго въ отдѣльности, тѣмъ непрерывнѣе развивается искусство въ смыслѣ одновременнаго развитія и расширенія обѣихъ его сторонъ.

Я не буду останавливаться на частностяхъ, вытекающихъ изъ нашего общаго разсмотрѣнія искусства. Здѣсь можетъ быть данъ только эскизъ, только указаніе на то, что наше образованіе общихъ

понятій можетъ и въ этой области духовной дѣятельности дать объясненіе и указать связь. Я удовольствуюсь тѣмъ, что укажу еще на одинъ пунктъ, въ которомъ наука можетъ помочь искусству.

Въ настоящее время художникъ при передачѣ явленій природы чувствуетъ большое затрудненіе въ томъ отношеніи, что рядъ переходовъ отъ ярко-бѣлаго къ самому темному черному въ краскахъ, которыми онъ располагаетъ, напримѣръ, въ масляныхъ краскахъ, значительно короче, чѣмъ въ природѣ. Конечно, художникъ можетъ отказаться отъ передачи блестящаго полуденнаго солнца, такъ какъ видъ его намъ и въ дѣйствительности недоступенъ, вслѣдствіе своей ослѣпительности, но живопись далеко не можетъ передать и яркаго свѣта, переносимаго глазомъ, такъ что въ этомъ отношеніи было бы очень желательно расширеніе средствъ, а, слѣдовательно, и области, изображаемой живописью.

Для этого существуютъ два физическихъ средства. Во-первыхъ, можно попытаться усилить рефлексы самыхъ свѣтлыхъ мѣстъ. Этого можно было бы, напримѣръ, достигнуть, если писать прозрачными красками на хорошо отражающемъ зеркалѣ, причемъ ставить картину такъ, чтобы очень яркій бѣлый свѣтъ отбрасывался зеркаломъ въ глазъ зрителя.

Второе средство для достиженія этой цѣли заключается въ работѣ техники прозрачныхъ картинъ. Кому знакомъ неподражаемый цвѣтовой эффектъ церковныхъ оконъ, тотъ знаетъ, насколько онѣ превосходятъ самую яркую картину. Письмо на прозрачныхъ стеклянныхъ, желатиновыхъ или целлулоидныхъ доскахъ прозрачными красками не представляетъ большихъ техническихъ затрудненій. Въ такихъ картинахъ можно получать какія угодно глубокия тѣни, устраняя освѣщеніе спереди; яркость же самыхъ свѣтлыхъ мѣстъ зависитъ только отъ интенсивности наружнаго освѣщенія.

Не слѣдуетъ презрительно отказываться отъ примѣненія подобнаго рода техники въ живописи, какъ отъ «нехудожественной». До сихъ поръ этимъ именемъ называли всякое новшество въ художественныхъ средствахъ; такъ, Бетховену хотѣли запретить введеніе хора въ его девятую симфонию, какъ нехудожественное, а Вагнеру—непривычно богатое употребленіе духовыхъ инструментовъ. Эти упреки вызываются тѣмъ, что подобнаго рода новыя средства достигаютъ безъ большаго труда желаемаго эффекта, для достиженія котораго старая техника должна была напрягать всѣ свои силы, и вотъ все, что можетъ быть легко достигнуто на новомъ пути, считается «нехудожественнымъ». Между тѣмъ, видя, какъ легко можно достигнуть прелестныхъ и выразительныхъ свѣтовыхъ и цвѣтовыхъ эффектовъ съ помощью прозрачныхъ картинъ, для производства кото-

рыхъ не требуется чрезвычайно большого художественнаго умѣнья, слѣдовало бы только сказать: при помощи этого средства художникъ, богатый умѣньемъ и желаньемъ, можетъ эффектно и полне выразить свою идею.

Мы приближаемся къ концу нашихъ разсужденій. Мнѣ остается еще только указать на связь, въ смыслѣ энергетико-эволюціонныхъ воззрѣній, между разсмотрѣнными нами областями физическихъ явленій и тѣми высшими областями, на которыхъ мы находимъ глубочайшее и лучшее,—то, что придаетъ цѣну жизни. Здѣсь не мѣсто изслѣдовать эти вещи во всѣхъ отношеніяхъ, и мнѣ приходится удовольствоваться указаніемъ, что эту связь возможно найти безъ натяжки.

Начнемъ съ вопроса, возможно ли вывести правила этики изъ тѣхъ воззрѣній на отношенія между людьми, которыя были нами выше изложены. Согласно съ вѣрнымъ опредѣленіемъ Канта, не существуетъ ничего, что въ такой мѣрѣ безусловно могло бы быть названо добромъ, какъ добрая воля. Это значитъ, что добро выражается въ актахъ человѣка по отношенію къ другимъ существамъ, и именно въ той части акта, которая не зависитъ отъ возможныхъ внѣшнихъ ограниченій его при выполненіи намѣренія. Что же мы назовемъ добромъ въ нашемъ смыслѣ?

Во всякаго рода живыхъ существахъ мы нашли одно единственное общее стремленіе, это стремленіе къ приобрѣтенію и обезпеченію долговѣчности. Пока въ мірѣ, т.-е. въ области вліянія и опыта какаго-нибудь существа, нѣтъ никакого другого существа, не существуетъ и понятія добра, ибо существованіе этого одинокаго существа зависитъ только отъ его свойствъ и свойствъ окружающей его среды. Оно существуетъ въ зависимости отъ отношенія между этими свойствами, и ни одно изъ его жизненныхъ проявленій не приноситъ ни вреда, ни пользы какому-нибудь другому существу.

Мы не будемъ говорить о добрѣ или злѣ и для неорганическаго міра, въ которомъ отдѣльные образования существуютъ въ содѣйствіи другъ съ другомъ и взаимно вліяютъ и ограничиваютъ другъ друга, потому что мы не видимъ возможности для каждаго отдѣльнаго образования въ каждомъ данномъ случаѣ поступать иначе, чѣмъ оно въ дѣйствительности поступаетъ; а разъ отсутствуетъ свобода выбора, отпадаетъ и отвѣтственность и осужденіе съ точки зрѣнія морали.

Явленія, къ которымъ можно примѣнить этическую точку зрѣнія, начинаются только тогда, когда соприкасаются жизненные пути нѣсколькихъ существъ. Сначала эти явленія очень неопредѣленны, но становятся тѣмъ опредѣленнѣе, чѣмъ развитѣе существо, чѣмъ съ боль-

шимъ правомъ можемъ мы ему приписать самосознаніе и свободу выбора.

У человѣка мы называемъ дурными всѣ тѣ произвольные поступки, которые вредятъ жизни другихъ людей. Напротивъ, хорошими мы называемъ всѣ тѣ поступки, которые облегчаютъ существованіе другимъ людямъ, и вообще мы ставимъ поступокъ тѣмъ выше въ моральномъ отношеніи, чѣмъ больше совершающій его жертвуетъ собственнымъ благомъ.

Область добра нетрудно характеризовать въ общихъ чертахъ; трудности возникаютъ тогда, когда результатъ жертвы очень незначителенъ сравнительно съ принесенной жертвой. Такъ, если человѣкъ голодаетъ для того, чтобы имѣть возможность сдѣлать подарокъ другому человѣку и тѣмъ доставить ему мимолетное удовольствіе — что дѣлаютъ иногда матери, балующія своихъ дѣтей,—то мы, можетъ-быть, назовемъ такой поступокъ трогательнымъ, но никакъ не безусловно хорошимъ.

Что же побуждаетъ насъ дѣлать добро, и почему мы цѣнимъ добрые поступки, даже если мы сами и не извлекаемъ изъ нихъ пользы?

Мы не можемъ принять грубой утилитарной точки зрѣнія, согласно которой мы потому цѣнимъ хорошій поступокъ, не касающійся насъ, что рассчитываемъ сами при случаѣ извлечь изъ него пользу. Вспомнимъ глубокое чувство, которое мы испытываемъ, когда слышимъ о подобнаго рода поступкѣ; оно рѣзко отличается отъ значительно болѣе слабого и совершенно иного рода удовольствія, которое мы испытываемъ при непосредственномъ наслажденіи результатомъ этого поступка. Наша радость по поводу хорошаго поступка скорѣе сопровождается чувствомъ, какъ-будто случилось нѣчто особенно близкое духу правильнаго и общаго міроваго порядка.

Попытаемся проникнуть въ пониманіе этихъ поступковъ. Прежде всего мы ихъ встрѣчаемъ въ отношеніяхъ матери къ ребенку. На самыхъ низшихъ ступеняхъ развитія мы наблюдаемъ у матери готовность принести себя въ жертву своему потомству, что возбуждаетъ въ насъ глубокое сочувствіе. И у человѣка материнскую любовь мы считаемъ естественной формой добра; мы рассчитываемъ встрѣтиться съ ней во всѣхъ подобныхъ случаяхъ и бываемъ разочарованы и возмущены, когда намъ приходится ошибиться въ нашихъ ожиданіяхъ.

Вспомнимъ, что мы рѣшили смотрѣть на размноженіе, какъ на продолженіе или продолженіе индивидуальнаго существованія. Въ этомъ смыслѣ любовь матери къ ребенку есть не что иное, какъ выраженіе прищущаго всякому живому существу стремленія къ самосохраненію, которое перенесено съ собственного тѣла на тѣло ребенка. Пока будущій ребенокъ составляетъ часть матери, намъ кажется вполне понят-

нымъ, что мать относится къ этой своей части съ такой же заботливостью, съ какой каждый относится къ самому себѣ; усиленное вниманіе и бережность оправдываются большей хрупкостью здоровья при этихъ условіяхъ. Какъ можетъ быть это отношеніе вполнѣ порвано только потому, что эта часть начинаетъ проявлять самостоятельное дыханіе и кровообращеніе, тѣмъ болѣе, что она продолжаетъ еще быть связанной съ материнскимъ организмомъ, получая отъ него пищу и уходъ?

Итакъ, мы видимъ: общее стремленіе къ самосохраненію, являющееся необходимымъ условіемъ существованія каждаго организма, въ этомъ случаѣ распространяется на часть собственнаго организма, которая понемногу отдѣляется отъ главной части и развивается въ самостоятельное существо. Всѣ поступки, казавшіеся вполнѣ естественными по отношенію къ собственному тѣлу и именно поэтому не заслуживающими похвалы и не возбуждающими восторга, приобретаютъ характеръ добра, когда они проявляются по отношенію къ отдѣлившейся части.

Кромѣ матери добро молодому существу оказываетъ обыкновенно и отецъ, т.-е. онъ содѣйствуетъ его благу въ ущербъ собственной пользѣ или собственнаго удобства. И это явленіе намъ представляется нормальнымъ, и, хотя тѣлесная связь между отцомъ и ребенкомъ не такъ ясна, тѣмъ не менѣе въ основѣ этихъ одинаковыхъ чувствъ лежитъ одинаковая причина. Отецъ, мать и дитя, естественно и не разсуждая, считаютъ себя частями одного и того же совокупнаго существа, и поэтому взаимная помощь и споспѣшествованіе, взаимная доброта вполнѣ естественны и нормальны, такъ какъ онѣ суть только выраженіе общаго стремленія къ самосохраненію.

Нетрудно распространить эти соображенія на семью, родъ, народъ; взаимную помощь между членами семьи, народа мы тоже считаемъ естественной, а всякое отклоненіе отъ этой нормы мы считаемъ противорѣчимъ. Чѣмъ-то недолжнымъ. Эгоистическое пренебреженіе желаніями или притязаніями родственниковъ считается аномаліей, ибо оно указываетъ на гипертрофію нѣкоторой части цѣльнаго организма. А такое состояніе можетъ потрясти или повредить совокупности, и потому всѣ члены ея чувствуютъ противорѣчіе. При этомъ обыкновенно наступаетъ реакція, и совокупность остальныхъ членовъ воздѣйствуетъ на этотъ членъ въ смыслѣ возстановленія равновѣсія. Въ этомъ, по-моему, лежитъ источникъ понятій права и наказанія.

Если мы обобщимъ эти соображенія, то увидимъ, что отъ грубѣйшаго эгоизма до самой безкорыстной доброты существуетъ непрерывный переходъ. Мотивъ, лежащій въ основаніи всѣхъ поступковъ, остается все тотъ же: стремленіе къ самосохраненію. Различіе заклю-

чается только въ объемѣ круга, обнимающаго это «само». Чѣмъ онъ шире, тѣмъ похвальнѣе, лучше, нравственнѣе мы считаемъ соотвѣтственный поступокъ. Библейское «люби своего ближняго, какъ самого себя» получаетъ неожиданную поддержку со стороны теоріи прогресса. То же можно сказать и о защищаемой Шопенгауеромъ индійской морали съ ея ученіемъ о единствѣ всего видимаго и постояннымъ повтореніемъ словъ: «это и есть ты!».

Какъ же великъ долженъ быть кругъ своего «я»? Всякій признаетъ, что онъ обнимаетъ семью и народъ. Что онъ долженъ обнимать все человѣчество, кажется большинству скорѣе теоретическимъ, чѣмъ практическимъ требованіемъ. Точно также мы считаемъ менѣе обязательнымъ для себя соотвѣтственное этому требованію поведеніе относительно людей низшаго положенія, чѣмъ относительно людей, занимающихъ одинаковое съ нами положеніе. Мы совершенно не распространяемъ этого круга на животныхъ и на растенія и ничего не видимъ дурнаго въ лишеніи жизни безчисленныхъ индивидовъ ради доставленія себѣ пищи, одежды и другихъ удобствъ. Мы безъ зазрѣнія совѣсти убиваемъ муху, которая намъ мѣшаетъ, ни одной минуты не останавливаясь на вопросѣ, имѣемъ ли мы на это право и не поступаемъ ли мы дурно, а если бы мы сравнили вредъ, приносимый нами мухѣ, съ вредомъ, претерпѣваемымъ нами отъ нея, то мы пришли бы къ заключенію, что простое признаніе всѣхъ существъ за равноправныхъ братьевъ,—признаніе, которое пытались провести на практикѣ индійскіе жрецы — привело бы насъ къ самоуничтоженію, вслѣдствіе несоотвѣтствія между числомъ людей и числомъ другихъ живыхъ организмовъ и вытекающихъ изъ этого несоотвѣтствія послѣдствій.

Слѣдовательно, необходимо взвѣсить права требованій, предъявляемыхъ другъ другу различными членами совокупности всего живущаго. Если мы вернемся къ одинокому организму, то увидимъ, что въ этомъ отношеніи существуютъ различія между его частями. Мы охотно жертвуемъ пальцемъ, чтобы спасти руку, и отказываемся отъ ноги, чтобы сохранить жизнь. Ученый даетъ безъ колебанія, хотя можетъ быть и не безъ сожалѣнія, атрофироваться части мускуловъ, вслѣдствіе того, что оставляетъ ихъ безъ употребленія, потому что не можетъ соединить ихъ развитія съ развитіемъ мозга, къ которому онъ стремится, а помѣщикъ или солдатъ точно также отказывается отъ развитія нѣкоторыхъ умственныхъ способностей, чтобы развить тѣ части своего организма, которыя наиболѣе важны для его профессіи.

Отсюда вытекаетъ слѣдующее. Мы, не колеблясь, жертвуемъ въ свою пользу всѣми вещами неорганическаго міра и считаемъ себя въ правѣ вводить эти безжизненные вещи въ кругъ вліянія жизни и употреблять ихъ на ея улучшеніе. Тѣмъ же правомъ мы можемъ пользоваться,



хотя и съ осторожностью, и по отношенію къ живымъ существамъ и жертвовать низшими формами жизни на пользу высшихъ формъ. При этомъ прежде всего исключается бесполезная жертва жизнью; этическое чувство развитого человѣка возмущается противъ такого образа дѣйствія. Но здѣсь возникаетъ другой очень трудный вопросъ: по какимъ признакамъ мы можемъ отличить высшую форму жизни отъ низшей?

По обыкновенію легко дать отвѣтъ относительно крайнихъ случаевъ. Если рѣчь идетъ о томъ, долженъ ли человѣкъ пожертвовать своимъ тѣломъ для питанія тифозныхъ или холерныхъ бактерій, то всякій скажетъ, не колеблясь, что пусть погибнутъ миллионы этихъ созданий, лишь бы сохранить жизнь одного человѣка, и что было бы вообще желательнымъ полное уничтоженіе этихъ организмовъ. Но и въ томъ случаѣ, если на человѣка нападетъ левъ или стая волковъ, не существуетъ ни малѣйшаго сомнѣнія въ томъ, что человѣкъ имѣетъ право пожертвовать жизнью этихъ сравнительно высоко стоящихъ существъ для спасенія своей жизни. Даже въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣло касается не жизни человѣка, а жизни какого-нибудь домашнего животнаго, мы безъ церемоніи убиваемъ всякое хищное животное, нападающее на него, и чувствуемъ, что мы сдѣлали доброе дѣло.

Слѣдовательно, мы вообще не допускаемъ сравненія между жизнью человѣка и жизнью животнаго, и жизнь какого угодно большого числа животныхъ мы оцѣниваемъ ниже, чѣмъ жизнь одного человѣка. Во всякомъ случаѣ, и здѣсь иногда мы впадаемъ въ конфликтъ; мы, на примѣръ, не считаемъ ничего не стоящей жизнь развитого животнаго, на примѣръ, благородной и вѣрной собаки, по сравненію съ жизнью испорченнаго и дурного человѣка; иногда даже мы ставимъ первую выше второй. Но здѣсь принимаются въ расчетъ практическія соображенія, имѣющія рѣшающее значеніе въ образованіи права; не принимая въ расчетъ этихъ возможныхъ исключеній, было установлено общее основное правило, что жизнь животнаго всегда цѣнится ниже, чѣмъ жизнь человѣка, потому что нельзя предполагать, что всякій человѣкъ будетъ во всякомъ частномъ случаѣ рѣшать правильно, т.-е. имѣя въ виду пользу всѣхъ.

Затрудненія увеличиваются, когда дѣло касается не жизни человѣка, а большихъ или меньшихъ для него преимуществъ. Въ этомъ случаѣ границы опредѣляются обычаемъ и привычкой, неопредѣленность которыхъ необходимо ведетъ къ несогласіямъ и конфликтамъ между представителями различныхъ возрѣній. При этомъ оказывается, что соображенія, заставляющія насъ видѣть во всѣхъ живыхъ существахъ нашихъ ближнихъ, заставляютъ насъ относиться равнодушнѣе къ сохраненію индивидовъ. Ибо индивидъ продолжаетъ жить въ своемъ

потомствѣ; и если мы позаботимся о томъ, чтобы онъ имѣлъ возможно большое потомство, мы можемъ, не особенно смущаясь, уничтожить его индивидуальную жизнь въ нашихъ интересахъ. Этотъ образъ дѣйствія лежитъ въ основаніи всего нашего питанія; земледѣлецъ, снабжающій всѣ остальные сословія химической энергіей, убиваетъ безчисленное количество растительныхъ и животныхъ организмовъ, заботясь въ то же время о непрерывномъ размноженіи ихъ. А мы смотримъ на его трудъ безъ нравственнаго содроганія, но, напротивъ, съ чувствомъ внутреннего удовлетворенія и считаемъ его вполне отвѣчающимъ требованіямъ совокупной живой общины. Мы даже склонны полагать, что въ этомъ выравниваніи жизни и смерти мы слѣдуемъ примѣру вселенной.

Эти соображенія наводятъ насъ на мысль, что въ своемъ настоящемъ развитіи человѣкъ вѣроятно придаетъ слишкомъ большое значеніе индивиду. При этомъ, очевидно, не подразумевается выдающійся индивидъ; въ этомъ послѣднемъ бываетъ сконцентрировано столько жизни и пользы для жизни, что вполне умѣстны значительныя жертвы для его развитія и сохраненія. Но заурядный человѣкъ, исчезновеніе котораго не оставило бы особеннаго пробѣла, не можетъ имѣть такихъ же притязаній на жизнь. У нѣкоторыхъ народовъ, ближе стоящихъ къ природѣ, подобный взглядъ составляетъ правило жизни, потому-то такое глубокое впечатлѣніе производитъ на насъ непривычная и чуждая намъ низкая оцѣнка значенія личнаго существованія, съ которой мы знакомимся въ талантливыхъ описаніяхъ жизни русскаго народа; мы чувствуемъ, какъ-будто этотъ народъ обладаетъ недоступной для насъ истиной, которая тѣснѣе связываетъ его съ природой, чѣмъ насъ.

Еще одно практическое слѣдствіе, вытекающее изъ нашихъ размышленій, заслуживаетъ упоминанія. Если подумать о томъ, какое глубокое разстройство вноситъ смерть одного человѣка въ семью, члены которой особенно тѣсно связаны, если взвѣсить, что нерѣдко такая смерть, на примѣръ, смерть жениха, совершенно уничтожаетъ въ пережившемъ человѣкѣ способность къ дѣятельности на пользу другихъ людей, то нельзя скрыть отъ себя сознанія, что здѣсь что-то неладно. Какъ животный эгоизмъ есть результатъ гипертрофіи и является вреднымъ, такъ же вредно, хотя и въ болѣе легкой степени, чувство связи и любви, исключительно направленное на одно лицо или на небольшое число лицъ.

Слѣдовательно, требованіе, чтобы человѣкъ не слишкомъ узко отиѣривалъ кругъ лицъ, которымъ онъ посвящаетъ свою любовь, есть не только теоретическое слѣдствіе общаго взгляда на жизнь, но имѣетъ еще очень серьезное практическое значеніе. Ибо чѣмъ обширнѣе та-

кой кругъ, тѣмъ труднѣе его разрушить смерти, разлукъ или какому-нибудь другому несчастію. Съ расширеніемъ этого круга увеличивается и увѣренность въ прочности личнаго счастья; слѣдовательно, человекъ лучше всего заботится о себѣ, заботясь, въ возможно широкомъ объемѣ, о другихъ. Отсюда берутъ начало, по большей, безсознательно, части великія дѣянія, которыми одинъ человекъ приноситъ пользу очень многимъ; возникающее при этомъ мощное расширение собственнаго «я» вызываетъ чувство величайшаго счастья, испытываемаго тѣмъ, на чью долю выпало совершеніе этого дѣянія.



25 СЕН 1920

1971