



Ежемѣсячный популярный естественно-исторический  
журналъ для самообразования  
подъ редакціей  
проф. В. А. Вагнера и проф. Л. В. Писаржевскаго.

СОДЕРЖАНІЕ:

Проф. О. Д. Хвольсонъ. Принципъ отно-  
сительности.

Проф. Б. Ф. Вериго. Поль съ точки зрѣ-  
нія современной біологіи.

Прив.-доц. А. И. Юценко. Душа и матерія.

Ж. Шефферъ. Протоплазма и коллоиды.

Научныя новости и хроника.  
Смѣсь.

Астрономическія извѣстія.

Метеорологическія извѣстія.

Библиографія.

Книги, присланныя въ редакцію.

Цѣна отдѣльной книжки 50 коп.

1912

И. Соломоновъ fec.



ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1913 годъ

(2-й ГОДЪ ИЗДАНІЯ)

НА ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКІЙ  
СЪ ИЛЛЮСТРАЦІЯМИ ВЪ ТЕКСТЪ  
ЖУРНАЛЪ для САМООБРАЗОВАНІЯ

# „ПРИРОДА“

подъ редакціей проф. В. А. ВАГНЕРА (Спб.), проф. Л. В. ПИСАРЖЕВСКАГО  
(Спб.) и препод. В. Ж. К. Л. А. ТАРАСЕВИЧА (Москва).

## СО Д Е Р Ж А Н І Е :

Философія естествознанія. Астрономія. Физика. Химія. Геологія съ палеонтологіей. Ми-  
нералогія. Общая біологія. Зоологія. Ботаника. Человѣкъ и его мѣсто въ природѣ.

## ВЪ ЖУРНАЛЪ ПРИНИМАЮТЪ УЧАСТІЕ

Проф. С. В. Аверинцевъ, В. Агафоновъ, проф. Н. И. Андрусовъ, проф. В. М. Арнольди,  
лаб. Г. Ф. Арнольдъ, проф. Н. А. Артемьевъ, проф. И. И. Боргманъ, проф. П. И. Бах-  
метьевъ (Софія), А. Н. Бахъ (Женева), прив.-доц. А. И. Бачинскій, докт. геогр. Л. С.  
Бергъ, астр. С. И. Блажко, прив.-доц. В. А. Бородовскій, П. А. Бѣльскій, проф.  
В. А. Вагнеръ, проф. Ю. Н. Вагнеръ, акад. проф. П. И. Вальденъ, проф. Б. Ф. Вериго,  
акад. проф. В. И. Вернадскій, лаб. В. Н. Верховскій, проф. Г. В. Вульфъ, М. И. Голь-  
дсмитъ (Парижъ), проф. А. Г. Гурвичъ, проф. В. Я. Данилевскій, д-ръ П. Н. Дят-  
роптовъ, проф. А. С. Догель, В. А. Дубянскій, Е. А. Елачичъ, проф. В. В. Завья-  
ловъ, проф. В. Р. Заленскій, проф. А. А. Ивановъ, проф. В. Н. Ипатьевъ, лаб. П. В.  
Казанецкій, проф. А. В. Клоссовскій, проф. Н. К. Кольцовъ, преп. Инж. уч. Т. П.  
Кравецъ, проф. А. Н. Красновъ, проф. Н. И. Кузнецовъ, проф. Н. М. Кулагинъ, прив.-  
доц. Н. В. Култашевъ, проф. Н. С. Курнаковъ, проф. П. П. Лазаревъ, прив.-доц.  
М. Ю. Лахтинъ, Н. Н. Лебеденко, лабор. Г. А. Левитскій, І. Д. Лукашевичъ, д-ръ  
Е. И. Марциновскій, проф. А. К. Медвѣдевъ, проф. М. А. Мензбиръ, проф. П. Г. Ме-  
ликовъ, проф. С. И. Метальниковъ, Н. А. Морозовъ, проф. Г. Морозовъ, прив.-доц.  
А. В. Немилловъ, проф. А. В. Нечаевъ, проф. А. М. Никольскій, докт. зоол. М. М.  
Новиковъ, лаб. А. Г. Огородниковъ, В. Л. Омелянскій, проф. А. В. Павловъ, проф.  
Л. В. Писаржевскій, проф. В. В. Подвысоцкій, проф. К. Д. Покровскій, Б. Е.  
Райковъ, А. А. Рихтеръ, А. Рождественскій (Лондонъ), Н. А. Рубакинъ, проф.  
Д. П. Рузскій, Я. В. Самойловъ, проф. А. В. Сапожниковъ, Ю. Ф. Семеновъ,  
Л. Д. Сеницкій, асс. по кае. физ. геогр. С. А. Совѣтовъ, препод. С. И. Созоновъ,  
лаб. Н. Н. Соковнинъ, проф. А. Н. Сѣверцевъ, проф. С. М. Танатаръ, д-ръ Л. А.  
Тарасевичъ, маг. хим. А. А. Титовъ, астрономъ Пулк. observ. Г. А. Тиховъ,  
проф. М. М. Тихвинскій, проф. В. Е. Тищенко, проф. Н. А. Умовъ, прив.-доц. А. Е.  
Ферсманъ, проф. О. Д. Хвольсонъ, преп. А. А. Черновъ, проф. Л. А. Чугаевъ, А. Н.  
Чураковъ, прив.-доц. В. В. Шипчинскій, пр.-доц. П. Ю. Шмидтъ, проф. Е. А. Шульцъ,  
д-ръ С. М. Щастный, проф. А. Н. Щукаревъ, прив.-доц. А. И. Ющенко, преп. А. Н.  
Яницкій, проф. А. И. Яроцкій.

**УСЛОВІЯ ПОДПИСКИ:** цѣна въ годъ (съ доставкой и пересылкой) — 5 руб.: на  
 $\frac{1}{2}$  г. — 3 руб., на три мѣсяца — 1 руб. 50 коп., за границу на  
годъ — 7 руб. Допускается разсрочка: 3 руб. при подпискѣ и  
2 р. не позже 1 мая.

Подписка на  $\frac{1}{2}$  года, 3 мѣсяца и въ разсрочку принимается только въ главной  
конторѣ (Москва, Мясницкая, Гусятниковъ пер., 11).

Объявленія печатаются въ журналѣ по слѣдующей цѣнѣ: на обложкѣ: 4-я  
стр.—100 р.,  $\frac{1}{2}$  стр.—60 р.,  $\frac{1}{4}$  стр.—35 р.; 2-я и 3-я стр.—75 р.,  $\frac{1}{2}$  стр.—40 р.,  
 $\frac{1}{4}$  стр.—25 р.; Послѣ текста: стр.—60 р.,  $\frac{1}{2}$  стр.—35 р.,  $\frac{1}{4}$  стр.—20 р.

**ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА:** Въ конторѣ журнала „Природа“ (Москва), въ  
всѣхъ книжныхъ магазинахъ, земскихъ складахъ и почтовыхъ отдѣленіяхъ.

Адресъ главной конторы и редакціи: Москва, Мясницкая, Гусятниковъ пер., 11.  
Телефонъ № 4-10-81.



# ПРИРОДА.

ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ

ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛЪ ДЛЯ САМООБРАЗОВАНІЯ

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

*проф. В. А. Вагнера и проф. Л. В. Писаржевскаго.*

Философія естествознанія. Астрономія. Физика. Химія. Геологія съ палеонтологіей. Минералогія. Общая біологія. Зоологія. Ботаника. Человѣкъ и его мѣсто въ природѣ.

НОЯБРЬ.

МОСКВА.

1912 г.

## СОДЕРЖАНІЕ:

**Проф. О. Д. Хвольсонъ.** Принципъ относительности.

**Проф. Б. Ф. Вериго.** Поль съ точки зрѣнія современной біологіи. П. Явленія оплодотворенія.

**Прив.-доц. А. И. Юценко.** Душа и матерія.

**Ж. Шеффера.** Протоплазма и коллоиды.

### НАУЧНЫЯ НОВОСТИ и ХРОНИКА.

Образованіе новаго лакколита въ Японіи.

Чувствительность птицъ и мышей къ окиси углерода.

Красный фосфоръ.

Электрической зарядъ дождя.

Химическія реакціи при высокиихъ давленіяихъ.

Амміакъ и азотистая кислота изъ воздуха.

Лунные кратеры.

Искусственное полученіе каменнаго угля и торфа.

Изслѣдованіе каменнаго угля Х-лучами.

Взрывы радія.

### С М Ъ С Ъ.

Перерывъ электрической линіи силою 100000 есльтъ.

Высушиваніе дрожжей.

Золото въ природѣ.

Распредѣленіе азота въ пшеницѣ.

Новый суррогатъ каучука.

Двѣнадцать самыхъ тяжелыхъ мозговъ въ мірѣ.

Ночные колодцы.

Сѣверное сіяніе въ синематографѣ.

Черепъ Декарта.

Новый подводный вулканъ.

Новый способъ исчисленія воды, выпадающей въ видѣ дождя.

Производство жидкой угольной кислоты.

Жертвы авіаціи.

Землетрясеніе въ Бразиліи.

### АСТРОНОМИЧЕСКІЯ ИЗВѢСТІЯ.

Комета Галле.

Комета Шомассъ-Тутль.

Комета Боррелли.

Астрономическія явленія въ ноябрѣ—декабрѣ.

### МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКІЯ ИЗВѢСТІЯ.

Обзоръ погоды за октябрь мѣсяцъ по новому стилю въ Европейской Россіи.

### БИБЛИОГРАФІЯ.

Книги, присланныя въ редакцію.

## Принципъ относительности \*).

Проф. О. Д. Хвольсона.

§ 1. Введение. Изучая исторію науки (мы имѣемъ въ виду, главнымъ образомъ, физику и близкія къ ней дисциплины), мы замѣчаемъ, что научныя работы, благодаря которымъ она развивается и растетъ, бываютъ *трехъ родовъ*, отличающихся другъ отъ друга не по существу, но по характеру тѣхъ историческихъ событій, которыя они вызываютъ. По существу всѣ эти работы одинаковы: ученые долгимъ, кропотливымъ и настойчивымъ трудомъ накапливаютъ научный матеріалъ, открываютъ и изучаютъ новыя явленія путемъ наблюденій и опытовъ, или при посредствѣ теоретическихъ разсужденій. *Такъ* постепенное складывается, растетъ и ширится научное знаніе. Огромное большинство научныхъ работъ соотвѣтствуетъ какъ бы прибавкѣ новыхъ камней къ тѣмъ многимъ тысячамъ, изъ которыхъ это знаніе уже сложено. Ежегодно появляется въ научныхъ журналахъ болѣе двухъ тысячъ работъ по физикѣ, и ихъ совокупностью опредѣляется ежегодный ростъ этой великой и основной науки. Эти работы свободно укладываются въ рамки уже существующей науки.

Отъ времени до времени, въ рѣдкіе, но великіе моменты, появляются работы *другого рода*, творенія гениальныхъ людей, имена которыхъ проходятъ „вѣковъ завистливую даль“ и не забываются благодарнымъ потомствомъ. Весьма мало, или даже вовсе не затрагивая уже построеннаго научнаго знанія, эти работы кладутъ *рядомъ съ нимъ* новый фундаментъ для новой, иногда весьма обширной пристройки. Надъ этимъ фундаментомъ начинается возвышаться новый отдѣлъ науки, строится кропотливую работою ученыхъ въ теченіи долгаго времени новый флигель, своею грандіозностью и значеніемъ иногда превышающій всѣ ранѣе построенные. Про такія работы говорятъ, что съ нихъ начинается новая эпоха въ исторіи науки.

Приведемъ нѣсколько примѣровъ такой кладки новыхъ фундаментовъ. Сюда относится открытіе Ньютономъ закона всемірнаго тяготѣнія, этого фундамента теоретической астрономіи и небесной механики. Далѣе, открытіе метода спектральнаго ана-

лиза, приведшее къ построению грандіознаго знанія астрофизики, къ нахожденію новыхъ химическихъ элементовъ и т. д. Затѣмъ установка принципа сохраненія энергіи, раскрывшая новые широкіе горизонты для пониманія закономерностей, господствующихъ въ области физическихъ явленій, и не менѣе важное открытіе принципа возрастанія энтропіи (разсѣянія энергіи), показавшее, въ какомъ направленіи текутъ окружающія насъ явленія, и давшее въ руки ученыхъ наиболѣе могущественное орудіе для глубокаго ихъ анализа. Открытіе Вольта электрическаго тока, Эрстедтомъ дѣйствія этого тока на магнитную стрѣлку и цѣлый рядъ открытій величайшаго физика-экспериментатора всѣхъ временъ, Фарадея, могутъ служить дальнѣйшими примѣрами научныхъ работъ второго рода, кладки фундаментовъ новыхъ величайшихъ и важнѣйшихъ частей общаго научнаго знанія.

Однако, въ исторіи науки можно отмѣтить, хотя и въ небольшомъ числѣ, еще болѣе важные моменты, когда появлялись работы, имѣвшія стихійное, разрушающее дѣйствіе, распространенное на значительныя части научнаго знанія, давно построенныя и, казалось, незыблемыя на вѣчныя времена. Иногда и вся наука разрушалась; отъ гордаго знанія камня на камнѣ не оставалось, и на совершенно новомъ фундаментѣ приходилось все перестраивать, все переощѣивать. Это были моменты великихъ научныхъ переворотовъ, полной перемѣны основныхъ положеній и взглядовъ, на которыхъ строилась, которыми держалась наука и которыми руководились многочисленныя поколѣнія ученыхъ.

Само собою разумѣется, что тѣ камни, изъ которыхъ состояло старое, погибшее знаніе, оставались при такой катастрофѣ нетронутыми, по сколько ими выражались *факты*, собранные, какъ сырой матеріалъ, иногда вѣковыми трудами. Но ихъ смыслъ и значеніе, и то освѣщеніе, которое имъ давали основные взгляды и гипотезы, иногда существенно мѣнялись. Ими можно было пользоваться и при постройкѣ новаго знанія, но ихъ приходилось иначе складывать, придавать имъ иную группировку, присоединять къ нимъ тѣ новые камни, къ пріобрѣтенію которыхъ привели новые взгляды и гипотезы.

\* ) Вставки мелкимъ шрифтомъ могутъ быть пропущены читателями, незнакомыми съ алгеброй.

тезы, такъ что въ результатѣ получалось научное зданіе не только на новомъ фундаментѣ, но и съ новыми очертаніями, ни по деталямъ, ни по стилю, ни по устройству не похожее на старое, разрушенное.

О такихъ переворотахъ говорятъ намъ, напр., имена Коперника, Лавоазье, а также Фарадея, Максвелла и Герца. Коперникъ замѣнилъ геоцентрическое міровоззрѣніе, ставившее землю въ центрѣ вселенной, новымъ, гелиоцентрическимъ, сдѣлавшимъ солнце царицею нашего маленькаго міра, одного изъ безчисленныхъ міровъ, ему подобныхъ. Вѣками накопленные астрономическія наблюденія, при помощи которыхъ была построена старая астрономія Птолемея, остались, конечно, нетронутыми, но изъ нихъ было сложено новое зданіе—астрономія Коперника, Кеплера, Ньютона, Лапласа и Лавоазье.

Подъ вліяніемъ новыхъ идей великаго Лавоазье рухнула старая химія съ ея флогістономъ, этимъ огненнымъ веществомъ, выходящимъ изъ металловъ при ихъ окисленіи.

Подъ натискомъ смѣлыхъ идей Фарадея, гениальной теоріи Максвелла и безсмертныхъ опытовъ Герца развалилось то чудное зданіе оптики Гюйгенса и Френеля, которымъ гордилась наука девятнадцатаго столѣтія, и которое строилось на гипотезѣ, что свѣтъ есть результатъ механическихъ движеній упругой міровой среды, называемой эфиромъ. Было построено зданіе новой оптики, не только на новомъ фундаментѣ, которымъ служила мысль, что свѣтъ есть явленіе электромагнитное, но и на новомъ мѣстѣ, рядомъ съ обновленной наукой объ электричествѣ, такъ что оба ученія слились въ одно стройное цѣлое, въ которомъ оптика являлась уже только отдѣломъ, флигелемъ одного общаго, для электрическихъ, магнитныхъ и оптическихъ явленій, научнаго зданія. Не стояло оно и двухъ десятилѣтій, какъ пришлось подвергнуть его, хотя и не ломкѣ, но все же коренному ремонту, основательной, мѣстами, перестройкѣ подъ вліяніемъ тѣхъ новыхъ идей, которыя внесла въ науку электронная теорія.

*Въ настоящее время мы вновь переживаемъ время ломки стараго научнаго зданія, но такой ломки, которой не знаетъ исторія науки, и которая по обширности и основательности далеко оставляетъ за собою всѣ прежнія, всѣ, которыя выше были нами приведены въ видѣ примѣровъ. Эта ломка, этотъ неслыханный по своей грандіозности научный переворотъ, прежде всего, тѣмъ за-*

мѣчательнъ, что онъ почти одинаково затрагиваетъ всѣ отдѣлы физики. Ни одна изъ частей великаго научнаго зданія, сооруженнаго работою нѣсколькихъ столѣтій, не остается въ прежнемъ ея видѣ; всѣ они до основанія разрушаются, вся физика замѣняется новою. Но это еще не все! Разрушается не только наука, составляющая достояніе сравнительно немногихъ, но въ самомъ корнѣ переиначиваются самыя основныя, элементарнѣйшія представленія обыденной жизни, съ которыми мы свыклись съ малолѣтства, которыя казались не подлежащими никакой критикѣ, никакому сомнѣнію. Разрушаются даже такія истины, которыя никогда и никѣмъ не высказывались, не подчеркивались, потому что онѣ казались *самоочевидными*, и потому, что ими *безсознательно* пользовались всѣ и клали ихъ въ основу всевозможныхъ разсужденій. Мы имѣемъ, главнымъ образомъ, въ виду неслыханный, по своей смѣлости и по своей сокрушительной силѣ, взглядъ на понятіе о времени, о длинѣ и о пространствѣ.

Новое ученіе, возникшее въ 1905 г. по почину Эйнштейна (Einstein), и извѣстное подъ названіемъ *принципа относительности*, или, какъ иногда говорятъ, *релятивности*, переворачиваетъ вверхъ дномъ всю физику. Въ сравнительно немногіе, прошедшіе съ того времени годы появилась обширная, почти необозримая, вызванная имъ литература, и происходила дѣятельная постройка новаго научнаго зданія. За это же время появилось, пожалуй еще болѣе смѣлое ученіе безвременно скончавшагося Минковского, которое совершенно уничтожило отдѣльныя другъ отъ друга понятія о пространствѣ и времени, сковаль эти два понятія въ одно нераздѣльное и *однородное* цѣлое, и этимъ далъ самымъ основамъ принципа относительности новое толкованіе.

До чего глубоко идетъ разрушеніе старой науки и старыхъ ея основъ, видно изъ того, что она заставляетъ отказаться даже отъ основныхъ положеній механики, созданной Ньютономъ и выраженной всѣмъ извѣстными тремя законами движенія (*leges motus*). Механика Ньютона, которою жила физика въ теченіи двухъ столѣтій, на которой она строила всѣ свои разсужденія, какъ на вѣковѣчномъ фундаментѣ, уничтожена новымъ ученіемъ; отъ нея почти ничего не остается. Въмѣстѣ съ представленіемъ о пространствѣ и времени, измѣнились и понятія о скорости, силѣ и массѣ,

оказались невѣрными такія элементарныя вещи, какъ напр., законъ параллелограмма скоростей.

Особенно характерною чертою новаго ученія является неслыханная *парадоксальность* многихъ изъ ея, даже простѣйшихъ, выводовъ; они явно противорѣчатъ тому, что принято называть, хотя и далеко не всегда съ достаточною мотивировкою, «здравымъ смысломъ». Требуется не мало усилий надъ самимъ собою и продолжительная работа, чтобы вдуматься въ основы новаго ученія; но еще несравненно труднѣе принять, если можно такъ выразиться—переварить упомянутые, вытекающіе изъ него парадоксы. Пока занимаются новымъ ученіемъ еще сравнительно немногіе люди науки, и не мало имъ приходится работать, вдумываться, отказываться отъ всего, къ чему они привыкли, и мало по малу приучать себя мыслить и рассуждать по новому. Если бы новыя идеи добились всеобщаго признанія и пришло бы время сдѣлать ихъ обязательнымъ достояніемъ всѣхъ образованныхъ людей, то человѣчеству пришлось бы пережить такой интеллектуальный переворотъ, сравнительно съ которымъ уже упомянутый нами переходъ отъ геоцентрическаго міровоззрѣнія къ гелиоцентрическому показался бы совершенно простымъ и ничтожнымъ.

Хотя уже существуетъ огромное число попытокъ изложить принципъ относительности въ общедоступной формѣ, все же можно съ увѣренностью сказать, что онъ не скоро сдѣлается общимъ достояніемъ, и вотъ по какой причинѣ. Въ упомянутыхъ выше случаяхъ великихъ научныхъ переворотовъ разница между старымъ и новымъ была громадная, не только по существу основныхъ воззрѣній, но и по осязательности результатовъ. Кромѣ того переходъ отъ старыхъ идей къ новымъ былъ сравнительно простъ; задача вдуматься въ новое и начать мыслить и рассуждать по новому, не представляла чрезмѣрныхъ затрудненій. Современный же переворотъ характеренъ тѣмъ, что разница между новымъ и старымъ, громадная въ области отвлеченнаго мышленія, совершенно неосязательна на практикѣ. Дѣло въ томъ, что *количественныя* измѣненія, вводимыя новымъ ученіемъ въ численныя значенія всевозможныхъ физическихъ величинъ, зависятъ отъ *скоростей*, съ которыми тѣла движутся. *Если эта скорость мала сравнительно со скоростью свѣта* (300,000 километровъ въ секунду!), *то упомянутыя измѣненія ока-*

*зываются неизмѣримо малыми.* Но всѣ скорости, съ которыми мы имѣемъ дѣло на земной поверхности, ничтожно малы сравнительно со скоростью свѣта. Это относится даже къ скоростямъ небесныхъ свѣтилъ, рѣдко превышающихъ 100 килом. въ секунду. Скорость земли при ея движеніи вокругъ солнца (30 км. въ сек.) въ 10000 разъ меньше скорости свѣта. Къ этому нужно прибавить, что новое ученіе вводитъ для многихъ физическихъ величинъ такія измѣненія, которыя зависятъ не отъ весьма малаго отношенія скорости тѣла къ скорости свѣта (одна десятитысячная для скорости земли), но отъ квадрата этой маленькой дроби, т. е. отъ числа, получаемого, если эту дробь помножить самое на себя (одна стомилліонная для скорости земли). Такія измѣненія измѣрить почти невозможно, а потому—*практически все остается по старому.* Мы сказали, что старая механика разрушена. Но *практически* она остается неизмѣненной, и астрономы, инженеры, архитектора и т. д. *никогда* не перестанутъ ею пользоваться, какъ безошибочною основою своихъ разсужденій и вычисленій.

Только въ области электрическихъ и радиоактивныхъ явленій мы встрѣчаемся со скоростями, не только не малыми, но даже весьма близкими къ скорости свѣта, и въ этой области новое ученіе предсказываетъ результаты, весьма существенно отличающіеся отъ того, что можно ожидать на основаніи теории старой. Но изученіе этой области физическихъ явленій надолго, а можетъ быть и навсегда останется достояніемъ сравнительно небольшого числа ученыхъ; его результаты врядъ ли скоро проникнутъ въ широкую публику, и въ этомъ заключается причина того, что величайшій изъ всѣхъ научныхъ переворотовъ разыгрывается какъ бы за кулисами общезвѣстныхъ событій, и врядъ ли скоро появится на той сценѣ, съ которою долженъ быть знакомъ всякій образованный чело-вѣкъ.

Однако, истинное значеніе всякаго рода новыхъ мыслей вовсе не опредѣляется только тѣми *практически осязательными* результатами, къ которымъ онѣ приводятъ. Если эти мысли *вѣрны*, если въ нихъ отражается реально существующее, то онѣ должны возбудить огромный интересъ у всякаго, кому дорогъ прогрессъ пониманія окружающаго насъ міра, возникновеніе новаго міровоззрѣнія, какъ бы не были отвлеченны новыя завоеванія человѣческой мысли и неосязательны практическіе ихъ

результаты. Этимъ объясняется появленіе, за послѣдніе годы, несчетнаго числа попытокъ популярнаго изложенія принципа относительности во всевозможныхъ журналахъ, а также отдѣльными брошюрами, и на всѣхъ культурныхъ языкахъ.

Такою попыткойъ являются и нижеслѣдующія строки. Стремясь достигнуть цѣли и дать нѣчто дѣйствительно общепонятное, приходится встрѣчаться съ почти непреодолимыми затрудненіями вслѣдствіи того, что примѣненіе математики, и притомъ весьма серьезной, а также электромагнитной теоріи свѣта, совершенно недоступной не спеціалисту, играетъ весьма большую роль въ основахъ новаго ученія. Такія его важнѣйшія части, какъ вышеупомянутая теорія Минковскаго, принимающая четырехмѣрность пространства, въ которомъ время (да еще мнимое, т. е. помноженное на  $\sqrt{-1}$ ) играетъ роль четвертаго измѣренія, вовсе не могутъ быть затронуты въ популярномъ изложеніи.

Задача значительно облегчается при минимальномъ пользованіи математическими формулами, понятными всякому, кто знакомъ съ простѣйшими алгебраическими обозначеніями. Чтобы, однако, дать нѣчто цѣльное и тѣмъ читателямъ, которыхъ эти формулы могли бы затруднить, мы поступимъ слѣдующимъ образомъ. Въ основномъ текстѣ мы вовсе не будемъ пользоваться алгебраическими формулами, отнеся ихъ къ особымъ вставкамъ, *начало и конецъ которыхъ мы отмѣнимъ звѣздочками*. Мы надѣемся, что читатель, пропускающій всѣ эти вставки, всетаки получитъ ясное представленіе о сущности и о нѣкоторыхъ результатахъ величайшаго научнаго переворота, на которомъ нынѣ сосредоточено вниманіе ученыхъ спеціалистовъ, и которое занимаетъ и волнуетъ ихъ и раздѣляетъ ихъ на враждующія между собою группы.

**§ 2. Эфиръ.** Современная наука допускала, до недавняго времени безо всякихъ серьезныхъ возраженій, что все междузвѣздное пространство, а также все промежутки между молекулами обыкновенной вѣсмой матеріи, заполнены особымъ веществомъ, которое называется эфиромъ. Много было сдѣлано попытокъ разгадать свойства этой міровой среды, сдѣлать ихъ наглядными и понятными. Ученые старались опредѣлить ея плотность, разгадать тѣ движенія, которыя въ ней происходятъ и тѣ упругія измѣненія, или деформаціи, которымъ она подвергается. Эти попытки не увѣнчались успѣхомъ, ученые приходили къ самымъ

противорѣчивымъ результатамъ, тайна эфира не была разгадана. Однако, вопросъ о *свойствахъ эфира* для насъ сейчасъ значенія не имѣетъ. Достаточно вспомнить, что эфиръ считался передатчикомъ свѣта, подобно тому, какъ воздухъ служитъ передатчикомъ звука. Для дальнѣйшаго нашего разсужденія важно только, что наука допускала *существованіе эфира*, что она безъ него обойтись не могла, и въ этомъ его существованіи не сомнѣвалась.

**§ 3. Относительное и абсолютное движенія.** Мы назовемъ „*системою*“ такое тѣло, или такую совокупность многихъ тѣлъ, которая движется, *какъ ничто цѣлое*. Примѣрами могутъ служить корабль, поѣздъ, вся земля и т. д. Будемъ предполагать, что въ данной системѣ находится „*наблюдатель*“, который слѣдитъ за тѣмъ, что въ этой системѣ происходитъ. Допустимъ, что имѣются двѣ системы, ничѣмъ между собою не связанные; для удобства, чтобы не повторять однѣ и тѣ же опредѣленія, мы обозначимъ эти системы буквами  $S$  и  $S'$ , а соответствующихъ имъ наблюдателей черезъ  $A$  и  $A'$ . Предположимъ еще, что эти двѣ системы движутся по двумъ *путямъ*, весьма близкимъ другъ другу, на подобіе, напр., двухъ поѣздовъ, катящихся по двумъ параллельнымъ колеямъ одной и той же дороги. Однако мы нѣсколько отступимъ отъ послѣдней картины, не придавая значенія ширинѣ двухъ системъ, такъ что каждую систему мы *мысленно* простираемъ, какъ угодно далеко, такъ что и наблюдатель, *оставаясь въ своей системѣ*, можетъ перейти въ какую угодно, или нужно, точку пространства. Чтобы яснѣе понять, что это значитъ, мы представимъ себѣ въ системѣ  $S'$  какое нибудь тѣло  $M'$ , принадлежащее ей, а потому и движущееся вмѣстѣ съ ней. Наблюдателю  $A'$  въ системѣ  $S'$ , понятно, покажется, что тѣло  $M'$  *неподвижно*, какъ намъ представляется неподвижной гора, хотя она движется вмѣстѣ съ нами, принадлежитъ, какъ и мы, къ одной системѣ  $S'$ , роль которой въ этомъ случаѣ играетъ земной шаръ. Мы допустимъ, однако, что наблюдатель  $A$ , находящійся въ другой системѣ  $S$ , также можетъ наблюдать тѣло  $M'$ ; но оно очевидно представится ему уже не покоящимся, но *движущимся*, если только обѣ системы  $S$  и  $S'$  не обладаютъ полною одинаковымъ движеніемъ, каковой случай мы совершенно исключаемъ, полагая, что  $S$  и  $S'$  движутся различно. Если бы онѣ двигались одинаково, то онѣ составляли бы одну всего, общую систему.

Всякому извѣстно, что означаетъ *относительная скорость* двухъ системъ. Это та скорость, съ которою, напр.,  $S'$  удаляется отъ  $S$  и которую замѣчаетъ наблюдатель  $A$ , или та, съ которою  $S$  удаляется отъ  $S'$  и которую замѣчаетъ наблюдатель  $A'$ . Понятно, что относительная скорость имѣетъ сразу, какъ бы два противоположныхъ направления, ибо если наблюдатель  $A$  въ  $S$  видитъ, что  $S'$  уходитъ по направленію на востокъ, то наблюдателю  $A'$  въ  $S'$  покажется, что  $S$  удаляется отъ него по направленію на западъ. Направленіе относительнаго движенія дѣлается вполне опредѣленнымъ, если мы точно укажемъ ту систему, скорость которой относительно другой системы мы имѣемъ въ виду.

Особый интересъ представляетъ самый простой случай, когда одна система движется относительно другой *прямолинейно и равномерно*, т.-е. съ постоянною по величинѣ и по направленію скоростью, и мы въ дальнѣйшемъ почти только этотъ одинъ случай и будемъ разсматривать. Примѣровъ относительнаго движенія нетрудно привести сколько угодно. Когда корабль равномерно плыветъ по рѣкѣ, а на его палубѣ равномерно движется человекъ, то можно говорить о движеніи корабля относительно берега, берега относительно корабля, человека относительно корабля, корабля относительно человека, наконецъ, человека относительно берега и берега относительно человека. Последнее движеніе наблюдалъ бы, напр., человекъ, который катится въ колясочкѣ по палубѣ корабля, не зная, что корабль ѣдетъ, и что, кромѣ того, колясочка движется по палубѣ. Понятно, что всѣ движенія, которыя мы наблюдаемъ на землѣ, суть движенія относительныя, такъ какъ сама земля вращается около своей оси и, кромѣ того, движется вокругъ солнца.

Понятію объ относительномъ движеніи мы, почти невольно, противопоставляемъ понятіе о *движеніи абсолютномъ*, т.-е. какъ бы *истинномъ* въ пространствѣ и потому безотносительномъ, въ буквальномъ смыслѣ слова. И вотъ передъ нами возникаетъ фундаментальный вопросъ: Можно ли вообще говорить объ абсолютномъ движеніи? Имѣетъ ли таковое опредѣленный смыслъ? Существуетъ ли оно въ дѣйствительности и какъ его характеризовать, опредѣлить и, наконецъ, узнать? Вопросъ этотъ немедленно сводится къ другому: *существуетъ ли абсолютный покой*, хотя бы въ видѣ отвлеченнаго понятія, не имѣющаго реальнаго осуществленія въ природѣ? Можно ли дать

точное опредѣленіе понятія объ абсолютномъ покоѣ? Если мы найдемъ отвѣтъ на этотъ вопросъ, то вмѣстѣ съ тѣмъ будетъ рѣшенъ и вопросъ объ абсолютномъ движеніи. Дѣйствительно, положимъ, что система  $S$  находится въ абсолютномъ покоѣ; тогда движеніе системы  $S'$  относительно системы  $S$ , т.-е. то, которое замѣчаетъ абсолютно неподвижный наблюдатель  $A$ , очевидно и будетъ абсолютнымъ, истиннымъ движеніемъ системы  $S'$ .

Но откуда взять, какъ опредѣлить систему  $S$ , находящуюся въ абсолютномъ покоѣ? Ясно, что такую систему нельзя связать ни съ землею, ни съ солнцемъ, ни съ центромъ тяжести (инерціи) какой либо совокупности звѣздъ, такъ какъ все движется. Всѣ движенія, которыя мы наблюдаемъ, суть движенія относительныя. Но существуетъ весьма простой выходъ. *Вопросъ объ абсолютномъ покоѣ тѣсно связанъ съ вопросомъ о существованіи эфира*. Если существуетъ эфиръ, какъ субстанція, заполняющая міровое пространство, и если мы имѣемъ право считать его неподвижнымъ, по крайней мѣрѣ внѣ обыкновенной вѣсовой матеріи, то *покой относительно эфира и будетъ покоемъ абсолютнымъ, а всякое движеніе замѣчаемое наблюдателемъ, покоящимся въ эфирѣ, и составитъ то, что мы въ правѣ будемъ называть движеніемъ абсолютнымъ или истиннымъ*.

Оставимъ, пока, вопросъ объ эфирѣ и обратимся къ вопросу: *какія движенія системы  $S$  можетъ замѣтить наблюдатель  $A$ , находящийся внутри этой системы?* Мы можемъ себѣ, напр., вообразить, что система  $S$  представляетъ обширную физическую лабораторію, снабженную всѣми возможными тонкими измѣрительными приборами, и что ея размѣры достаточно велики, чтобы можно было произвести въ ней какой угодно опытъ. Вся эта лабораторія свободно движется въ пространствѣ. Окна, черезъ которыя наблюдатель  $A$  могъ бы видѣть внѣ находящіяся тѣла, никакой роли не играютъ, ибо, замѣчая, что эти тѣла движутся, наблюдатель не зналъ бы, кто движется, система  $S$  или тѣ внѣшнія тѣла. Оказывается, однако, что наблюдатель  $A$  *можетъ замѣтить наличность некоторыхъ опредѣленныхъ свойствъ движенія своей системы  $S$ , и притомъ такихъ, которыя явно имѣютъ характеръ чего то абсолютнаго* а именно: *онъ легко замѣтитъ всякое измѣненіе скорости движенія, какъ по величинѣ, такъ и по направленію, т.-е. измѣненіе скорости при прямолинейномъ дви-*



женіи (ускореніе или замедленіе), и всякую *криволинейность* пути движенія, въ частномъ случаѣ, всякое *вращеніе*. Вѣдь мы можемъ, сидя въ поѣздѣ, или въ каютѣ корабля вовсе не замѣчать его равномернаго движенія; но мы ясно чувствуемъ всякое измѣненіе скорости, напр., быструю остановку, или движеніе по кривой, когда, напр., поѣздъ быстро катится по крутому повороту пути. Можно придумать множество простыхъ приспособленій, которыя *объективно* укажутъ наблюдателю измѣненіе величины или направленія скорости движенія его лабораторіи S. Допустимъ, что въ S дѣйствуетъ сила тяжести. Простой маятникъ отклонится нижнимъ концомъ въ сторону движенія. при уменьшеніи, въ обратную сторону при увеличеніи скорости, и перпендикулярно къ скорости при криволинейномъ движеніи (центробѣжная сила). Вращеніе системы обнаружится цѣлымъ рядомъ различныхъ явленій, связанныхъ съ дѣйствіями центробѣжной силы. Такъ, напр., поверхность жидкости въ сосудѣ перестаетъ быть плоскою и принимаетъ, какъ бы воронкообразную (параболическую) форму. Не прибѣгая къ силѣ тяжести, можно построить разные приборы съ винтообразными пружинами, натяженіе которыхъ будетъ мѣняться при всякомъ неравномерномъ или непрямолинейномъ движеніи системы S.

Изъ сказаннаго явствуетъ, что *несомненно существуетъ абсолютная криволинейность пути движенія, а также абсолютныя ускоренія и замедленія движеній и, въ частномъ случаѣ, абсолютное вращеніе*. Вотъ почему насъ интересуетъ только вопросъ о существованіи *абсолютнаго равномернаго и прямолинейнаго движенія* и о возможности опредѣленія его скорости, и только такое движеніе мы будемъ далѣе разсматривать.

Обращаемся къ основному для насъ вопросу: *можетъ ли наблюдатель А, находясь въ системѣ S, замѣтить ея равномерное и прямолинейное движеніе, или даже опредѣлить ея скорость, путемъ изслѣдованія какихъ либо совершающихся въ этой системѣ физическихъ явленій*. Мы пока оставляемъ въ сторонѣ тѣ явленія, которыя совершаются въ *средѣ* наполняющей систему, какъ, напр., въ *воздухѣ* или въ *эфирѣ*. При такой оговоркѣ мы должны отвѣтить не только что поставленный вопросъ *безусловно отрицательно*. Даже если А замѣтитъ, что какое либо тѣло М движется равномерно и пря-

молиейно мимо системы S, или внутри ея, то это не даетъ ему никакого указанія относительно собственнаго движенія системы S, ибо наблюдаемое имъ относительное движеніе можетъ быть результатомъ безконечно разнообразныхъ, по величинѣ и по направленію „абсолютныхъ“ движеній системы S и тѣла М. Мы имѣемъ здѣсь частный случай гораздо болѣе общаго *стараго принципа относительности механики*, созданной Ньютономъ. Онъ учитъ: *всѣ механическіе процессы совершаются въ равномерномъ и прямолинейномъ движущейся системѣ совершенно такъ, какъ въ системѣ покоящейся*. Физика одна и та же въ обѣихъ системахъ, и никакими опытами или наблюденіями нельзя замѣтить, напр., *поступательнаго* движенія земли, по крайней мѣрѣ, если пока оставить въ силѣ нашу оговорку насчетъ среды. Вспомнимъ, что знаменитый опытъ съ маятникомъ Фуко (Foucault) обнаруживаетъ вращательное движеніе земли вокругъ ея оси.

§ 4. *Среда, передающая явленія. Воздухъ и эфиръ*. Перейдемъ къ разсмотрѣнію такихъ явленій, которыя передаются средою, наполняющею какую либо часть пространства; въ этой *средѣ* опредѣленное явленіе (звукъ, свѣтъ) „*распространяется*“. Чтобы выяснить какого рода вліяніе имѣетъ движеніе системы S на такого рода явленія, наблюдаемая внутри самой системы, мы разсмотримъ прежде всего тотъ случай, когда эта среда есть *воздухъ*, а распространяющееся въ ней явленіе—*звукъ*. Допустимъ, что наблюдатель въ S имѣетъ всѣ необходимые приборы, чтобы опредѣлить скорость w звука между двумя точками P и Q, лежащими на прямой, направленіе которой совпадаетъ съ направленіемъ предполагаемаго движенія самой системы S. Тутъ возможны два случая.

Положимъ сперва, что *воздухъ связанъ съ системой S*, которая представляетъ, напр., лабораторію, всѣ стѣны которой цѣлы, окна и наружныя двери закрыты. Ясно, что въ этомъ случаѣ наблюдаемая скорость звука совершенно не зависитъ отъ скорости движенія система S, и что звукъ въ одинаковыя времена пройдетъ путь отъ P къ Q и отъ Q къ P. Опредѣленіе скорости звука ничего не откроетъ наблюдателю относительно скорости его движенія. Движеніе земли вокругъ солнца, понятно, никакого вліянія не имѣетъ на скорость распространенія звука въ нашей атмосферѣ.

Нѣчто совершенно другое получится, если

предположить, что система движется въ неподвижномъ воздухѣ, причѣмъ, напр., двѣ стѣнки (передняя и задняя) лабораторіи вынуты, или что воздухъ свободно движется черезъ неподвижную лабораторію. Оставимъ въ сторонѣ возможность опредѣленія факта относительнаго движенія воздуха и системы S ощущеніемъ вѣтра или движеніемъ легкоподвижныхъ тѣлъ, и даже измѣренія относительной скорости при помощи, напр., анемометровъ, т.-е. приборовъ, которыми пользуются на метеорологическихъ обсерваторіяхъ для измѣренія скорости вѣтра. Легко сообразить, что наблюдатель, измѣряя время распространенія звука отъ Р къ Q, а потомъ отъ Q къ Р получить *неодинаковые результаты*, а потому *онъ и для величины скорости звука, т.-е. для разстоянія, которое звукъ проходитъ въ одну секунду, найдетъ различныя числа*. Дѣйствительно, положимъ сперва, что лабораторія S движется черезъ неподвижный воздухъ со скоростью  $v$  по направленію прямой, проведенной отъ Р къ Q. Скорость звука, идущаго отъ Р къ Q, окажется равною  $w-v$  (звукъ догоняетъ точку Q), а скорость звука, распространяющаяся отъ Q къ Р, будетъ равна  $w+v$  (точка Р идетъ навстрѣчу звуку). Измѣривъ величины  $w-v$  и  $w+v$ , наблюдатель легко вычислитъ отдѣльныя величины  $w$  (полусумма) и  $v$  (полуразность), т.-е. узнаетъ не только истинную скорость  $w$  звука въ покоящемся воздухѣ, но и *скорость  $v$  своего движенія*.

\* Пусть  $\lambda$  разстояніе точекъ Р и Q другъ отъ друга,  $t_1$  время прохожденія звука отъ Р къ Q,  $t_2$  время прохожденія звука отъ Q къ Р. Тогда

$$t_1 = \frac{\lambda}{w-v}, \quad t_2 = \frac{\lambda}{w+v}.$$

Отсюда разность времян прохожденія

$$t_1 - t_2 = \frac{2v}{w^2 - v^2} \lambda.$$

Первыя двѣ формулы даютъ легко

$$w = \frac{\lambda(t_1 + t_2)}{2 t_1 t_2}, \quad v = \frac{\lambda(t_1 - t_2)}{2 t_1 t_2}. \quad *$$

Однако, совершенно тотъ же результатъ получится, если лабораторія S неподвижна и воздухъ проходитъ черезъ нее со скоростью  $v$  по направленію отъ Q къ Р. Въ этомъ случаѣ звуковыя волны увлекаются воздухомъ и ихъ скорость отъ Q къ Р будетъ  $w+v$ , а отъ Р къ Q (воздухъ ихъ какъ бы уноситъ назадъ) равна  $w-v$ . Итакъ, неодинаковость скоростей звука въ двухъ другъ другу противоположныхъ направленіяхъ, даетъ наблюдателю возможность опредѣлить только *относительную*

*скорость* лабораторіи и воздуха, но оставляетъ открытымъ вопросъ, движется ли лабораторія въ спокойномъ воздухѣ, или воздухъ черезъ неподвижную лабораторію, или движутся оба, но съ различными скоростями.

Теперь мы перейдемъ къ фундаментальному вопросу о *явленіяхъ, происходящихъ въ эфирѣ*, и о томъ, какъ они должны были бы восприниматься наблюдателемъ А, помѣстившимся въ лабораторіи S. Единственное явленіе, съ которымъ здѣсь приходится имѣть дѣло, это *распространеніе свѣта*. Мы знаемъ, что свѣтъ распространяется въ „пустотѣ“, напр., въ междузвѣздномъ пространствѣ, со скоростью 300000 километровъ въ одну секунду. Для удобства мы обозначимъ эту скорость буквою  $c$ . Внутри прозрачныхъ тѣлъ скорость свѣта меньше  $c$ , напр. въ водѣ  $\frac{3}{4}c$ , въ стеклѣ около  $\frac{2}{3}c$ .

\* Скорость свѣта въ прозрачномъ тѣлѣ равна  $c/n$ , гдѣ  $n$  показатель преломленія лучей для этого тѣла. \*

Прежде всего мы должны рассмотреть вопросъ о томъ, *что происходитъ съ эфиромъ, находящимся внутри обыкновенныхъ (въсмысленныхъ) тѣлъ, когда эти тѣла движутся*. По этому вопросу были предложены три гипотезы, къ которымъ, однако, недавно прибавилась еще четвертая, весьма радикально устранившая самую постановку вопроса. Эти гипотезы слѣдующія.

I. *Гипотеза Герца: Эфиръ вполне увлекается движущимися тѣлами*. Мы не станемъ разсматривать тѣхъ многочисленныхъ опытныхъ и теоретическихъ изслѣдованій, которыми эта гипотеза была опровергнута. Замѣтимъ только, что отъ нея пришлось безусловно отказаться.

II. *Гипотеза Лоренца (Н. А. Lorentz): Эфиръ абсолютно неподвиженъ*. Эфиръ, находящійся внутри движущихся тѣлъ, никакого участія въ этомъ движеніи не принимаетъ. Современная электронная теорія электричества допускаетъ, что электричество представляетъ особаго рода вещество, имѣющее атомистическое строеніе; атомы электричества и называются *электронами*. Эта, нынѣ общепринятая теорія цѣликомъ основана на предположеніи объ абсолютной неподвижности эфира.

III. *Гипотеза Френеля и Физо (Fresnel, Fizeau): Эфиръ отчасти увлекается движущеюся матеріей*. Это значитъ, что когда тѣло движется со скоростью  $v$ , та находящійся въ немъ эфиръ увлекается съ нѣкоторою скоростью  $v'$ , которая меньше  $v$ .

Френель далъ формулу, при помощи которой легко вычислить  $v'$ . Когда свѣтъ распространяется внутри прозрачнаго движущагося тѣла, и притомъ по направленію движенія, то скорость  $v'$  прибавляется къ той скорости, которую свѣтъ имѣетъ внутри покоющагося тѣла; а когда направленіе распространенія свѣта противоположно направленію движенія тѣла, то скорость свѣта уменьшается на величину  $v'$ . Физо произвелъ (1871) классическій опытъ, заставляя воду весьма быстро течь черезъ двѣ параллельно расположенныя трубы, и притомъ въ противоположныхъ направленіяхъ. Сравнивая скорости свѣта въ обѣихъ трубахъ, когда въ одной лучи распространялись по теченію, а въ другой противъ теченія воды, онъ нашелъ разность двухъ скоростей, вполне подтвердившую теоретическую формулу Френеля. Тотъ же результатъ получили, въ послѣдствіи, Майкельсонъ и Морлей (Michelson и Morley, 1886). Однако Лоренцъ показалъ, что его электронная теорія, предполагающая абсолютную неподвижность эфира, также приводитъ къ формулѣ Френеля, такъ что опытъ Физо нельзя считать рѣшающимъ вопросъ въ пользу теоріи частичнаго увлеченія эфира движущимися тѣлами.

\* Формула Френеля слѣдующая:

$$v' = \frac{n^2 - 1}{n^2} v,$$

гдѣ  $v$  скорость тѣла,  $v'$  скорость, съ которою увлекается эфиръ,  $n$  показатель преломленія тѣла. Мы упомянули, что скорость свѣта внутри покоющагося прозрачнаго тѣла равна  $c/n$ , гдѣ  $c$  скорость свѣта въ пустотѣ. Отсюда слѣдуетъ, что скорость  $c'$  свѣта въ движущемся тѣлѣ равна

$$c' = \frac{c}{n} \pm v' = \frac{c}{n} \pm \frac{n^2 - 1}{n^2} v \dots (1)$$

гдѣ верхній знакъ (+) относится къ случаю распространенія свѣта по направленію движенія тѣла (напр., по теченію жидкости), а нижній знакъ (—) къ распространенію въ противоположномъ направленіи (напр., противъ теченія). \*

Изъ изложеннаго явствуетъ, что гипотезы первая и третья въ современной наукѣ роли не играютъ и мы къ нимъ возвращаться не будемъ.

IV. *Гипотеза Эйнштейна и Планка: никакого эфира не существуетъ.* Какъ видно, эта гипотеза вовсе не отвѣчаетъ на поставленный вопросъ, но въ самомъ корнѣ его устраняетъ. Мы увидимъ, что эта гипотеза находится, однако, въ тѣсной связи съ тѣмъ *новымъ* принципомъ относительности, которому посвящена эта статья, и даже является неизбежнымъ слѣдствіемъ, или, если угодно, даже частью или спутникомъ этого принципа.

Допуская существованіе эфира, мы, какъ сказано, должны считать его *совершенно неподвижнымъ*, не принимающимъ никакого участія въ движеніяхъ обыкновенныхъ тѣлъ. Изъ гипотезы неподвижнаго эфира получаются, однако, немедленно важнѣйшія слѣдствія, которыя мы разбиваемъ на двѣ части.

*А. Если существуетъ неподвижный эфиръ, или, даже если вообще существуетъ эфиръ, вся междузвѣздная масса котораго неподвижна, то должны существовать и абсолютный покой и абсолютное прямолинейное и равномерное движеніе.* Тѣло, покоющееся относительно эфира, мы должны считать находящимся въ абсолютномъ покоѣ, и точно также мы должны считать прямолинейное и равномерное движеніе относительно покоющагося эфира за движеніе абсолютное. Объ этомъ уже было сказано выше. Отсюда получается такое слѣдствіе: *Безусловно отказываясь отъ мысли о существованіи абсолютнаго покоя и абсолютнаго прямолинейнаго и равномернаго движенія, мы принуждены отказаться и отъ мысли о существованіи эфира.*

*В. Допуская, что эфиръ абсолютно неподвиженъ и совершенно не увлекается тѣлами (гипотеза Лоренца), мы вправе ожидать, что абсолютное прямолинейное и равномерное движеніе тѣла, напр. земли, должно отпечатлѣться на тѣхъ явленіяхъ распространенія свѣта, которыя наблюдаются на этомъ тѣлѣ.*

Дѣйствительно: мы вѣдь имѣли бы нѣчто вполне аналогичное тому наблюденію скорости звука, произведенному въ системѣ (въ лабораторіи), движущейся въ воздухѣ, которое было нами подробно разсмотрѣно.

*Даже больше того:* измѣряя скорость звука въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ, мы всетаки не могли рѣшить вопроса о томъ, движется ли наблюдатель въ неподвижную воздухѣ, или воздухъ черезъ неподвижную лабораторію, или движутся оба, но съ неодинаковыми скоростями. Для случая эфира эти сомнѣнія совершенно отпадаютъ: если опыты обнаружатъ относительное движеніе, напр. земли и эфира, то уже не останется сомнѣнья въ томъ, что земля движется въ эфирѣ, а не эфиръ мимо земли. Итакъ, желательно измѣрить на движущейся землѣ скорость свѣта, и притомъ въ трехъ направленіяхъ:

1. По направленію, *перпендикулярно* къ направленію движенія земли, т. е. ея скорости  $v$ .

2. По направленію, совпадающему съ направлениемъ в.

3. По направленію, прямо противоположному направленію в.

Измѣренія производятся въ воздухѣ; известно, что въ покоящемся воздухѣ скорость свѣта можетъ быть принята равною скорости свѣта с въ пустотѣ.

Мы вовсе не станемъ описывать очень сложныхъ опытовъ, которые были произведены для рѣшенія указаннаго важнѣйшаго вопроса, такъ какъ для насъ важенъ только ихъ результатъ. Замѣтимъ лишь, что невозможно отдѣлать другъ отъ друга вышеуказанныя измѣренія второе и третье, но во всякомъ случаѣ возможно устроить опытъ такъ, что движеніе земли черезъ эфиръ должно было бы обнаружиться.

Оказывается, далѣе, что можно придумать еще длинный рядъ другихъ опытовъ, какъ со свѣтовыми, такъ и съ электрическими явленіями, которые, по теоріи, непременно должны были бы обнаружиться движеніе земли черезъ эфиръ, и всѣ эти опыты фактически были продѣланы многими учеными съ величайшею тщательностью.

И вотъ получилось нѣчто непостижимое: всѣ опыты дали отрицательный результатъ! Никакими опытами надъ явленіями, о которыхъ предполагалось, что они происходятъ въ эфирѣ, не удалось обнаружить движенія земли черезъ этотъ покоящійся эфиръ. Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда очень простое вычисленіе показывало, что на такомъ то опытѣ должно обнаружиться то и то, какъ слѣдствіе движенія земли черезъ эфиръ, опытъ не подтверждалъ умозаключенія ученыхъ и то, что предсказывалось, чего требовало и къ чему приводило элементарное разсужденіе, на опытѣ не обнаруживалось; оно точно куда то исчезало! И это отнюдь не происходило потому, что опыты были произведены недостаточно тщательно, или потому, что вліяніе движенія земли черезъ эфиръ на ходъ наблюдавшихся явленій было настолько мало, что наши инструменты не могли его обнаружить. Нѣтъ! Вычисленія всегда указывали величину необходимаго и неизбѣжнаго, какъ казалось, вліянія, и опыты всегда были устраиваемы такъ, что они обнаруживали бы даже вліяніе, во много разъ меньшее. Но опыты ничего не дали, кромѣ непостижимаго отрицательнаго результата, представлявшаго неразрѣшимую загадку. Земля вѣдь несомнѣнно движется въ пространствѣ, несомнѣнно, какъ всѣ полагали,

наполненномъ эфиромъ, передающимъ свѣтъ, какъ воздухъ передаетъ звукъ. Относительное движеніе воздуха и наблюдателя несомнѣнно легко обнаруживается: звукъ быстраго распространяется по вѣтру, чѣмъ противъ вѣтра. Почему же относительное движеніе земли и эфира не производитъ никакого вліянія хотя бы на скорость свѣта, наблюдаемую на землѣ?

\* Вычисляя, какое вліяніе должно имѣть движеніе земли на то или другое явленіе, мы почти всегда встречаемся съ нѣкоторою величиною, которую мы обозначимъ черезъ  $\beta$  и которая очень мало отличается отъ единицы. Эта величина равна

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (2)$$

гдѣ  $v$  скорость земли (30 килом. въ сек.), а  $c$  скорость свѣта (300,000 килом. въ сек.), такъ что

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{10^8}$$

Приблизительно можно принять

$$\beta = 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{5}{10^8} = 0,99999995$$

Отступленіемъ этой величины отъ единицы определяется, вообще говоря, порядкомъ тѣхъ весьма малыхъ физическихъ величинъ, которыми должно было обнаружиться ожидавшееся вліяніе движенія земли. Опыты всегда ставились такимъ образомъ, что они могли обнаружить еще значительно меньшія вліянія.

Выраженіе для  $\beta$  показываетъ, что  $\beta$  тѣмъ больше отступаетъ отъ единицы, чѣмъ больше скорость  $v$ . Если бы мы имѣли  $v=c$ , то  $\beta$  превратилось бы въ нуль, и это соответствовало бы безконечному вліянію на всѣ физическія явленія. Но въ нашемъ распоряженіи нѣтъ скоростей тѣлъ, которыя больше скорости земли, и потому приходится сосредоточить все вниманье и все экспериментаторское искусство на упомянутыхъ выше весьма малыхъ вліяніяхъ.

Выше уже были указаны случаи несравненно болѣе быстрыхъ движеній, но непосредственно ими воспользоваться для нашихъ цѣлей пока не оказалось возможнымъ.\*

§ 5. Гипотеза Лоренца и Фицджеральда. Ученіе Эйнштейна о времени и пространствѣ. Между различными опытами, на которые было указано въ § 4. играетъ особенно важную роль опытъ Майкельсона (Michelson, 1881), который затѣмъ повторили Майкельсонъ и Морлей (Morley, 1887), а также Морлей и Миллеръ (Miller, 1904). Въ этомъ классическомъ опытѣ непосредственно сравнивались времена прохожденія свѣта между двумя точками, туда и обратно, когда свѣтъ шель перпендикулярно къ направленію движенія земли, и когда онъ шель сперва по, а потомъ обратно движенію земли. Простое вычисленіе показываетъ, что и при такомъ сравненіи времени должна обнаружиться маленькая разница, и наблюденіе было такъ удивительно



шостроено, что, напр., въ опытахъ Майкельсона и Морлея можно было бы замѣтить разницу временъ, которая была бы въ 17 разъ, а въ опытахъ Морлея и Миллера даже такую, которая *была бы въ 190 разъ меньше той, которую предсказывало вычисленіе*. Между тѣмъ всѣ эти опыты не обнаружили никакой разницы между двумя указанными временами.

\* Пусть  $\lambda$  разстояніе двухъ точекъ;  $t_1$  время прохожденія свѣта пути  $\lambda$ , туда и обратно, когда  $\lambda$  имѣетъ направленіе движенія земли;  $t_2$  время въ томъ случаѣ, когда  $\lambda$  расположено перпендикулярно къ направленію движенія земли. Тогда легко показать, что

$$t_1 - t_2 = \frac{\lambda}{c} \cdot \frac{v^2}{c^2} \dots \dots \dots (3)$$

гдѣ  $c$ , какъ здѣсь нами принято, скорость свѣта въ воздухѣ. Опытъ былъ построенъ на наблюденіи интерференціонныхъ полосъ. Когда весь приборъ, плававшій на ртути, поворачивался на прямой уголъ, то два направленія распространенія свѣта обмѣнивались ролями, и это должно было вызвать смѣщеніе интерференціонныхъ полосъ на ширину  $N$  полосъ, причѣмъ

$$N = \frac{2\lambda}{p} \cdot \frac{v^2}{c^2}$$

гдѣ  $p$  длина волны примѣнявшихся лучей. Въ опытахъ Морлея и Миллера ожидалось смѣщеніе на  $N = 1,5$  полосъ, между тѣмъ не наблюдалось даже смѣщенія на 0,008 полосъ, которое могло быть замѣчено. \*

Чтобы объяснить удивительный отрицательный результатъ этихъ опытовъ, Лоренцъ (H. A. Lorents) и Фицджеральдъ (Fitzgerald) придумали, независимо другъ отъ друга, крайне странную гипотезу, заключающуюся въ предположеніи, что *размѣры обыкновенныхъ тѣлъ сами собою мѣняются, когда они движутся въ эфирѣ*, и притомъ по слѣдующему правилу: линейные размѣры, перпендикулярные къ направленію движенія тѣла черезъ эфиръ, не мѣняются; *линейные размѣры тѣла, которые параллельны движенію, претерпѣваютъ, исключительно только въ слѣдствіи этого движенія, нѣкоторое сокращеніе*. Итакъ, по этой гипотезѣ, движущіяся тѣла укорачиваются по направленію движенія. Но это укорачиваніе чрезвычайно мало, когда скорость  $v$  тѣла мала сравнительно со скоростью  $c$  свѣта. Положимъ, что длина стержня равна одному метру, когда его держать поперекъ направленія движенія земли; если его повернуть такъ, чтобы его длина была расположена по направленію движенія земли, то онъ укоротится на пять миллионныхъ долей миллиметра. Само собою разумѣется, что упомянутого измѣненія размѣровъ невозможно было бы измѣрить и въ томъ случаѣ,

если бы оно было гораздо больше, если бы, напримѣръ, длина уменьшилась до половины; это ясно изъ того, что въдь всѣ тѣла претерпѣвали бы одинаковое измѣненіе размѣровъ, а слѣдовательно и наши метры, аршины, измѣрительныя ленты и т. д. Оказывается, что гипотеза Лоренца и Фицджеральда могла бы вполне объяснить отрицательный результатъ опытовъ Майкельсона. При необходимомъ поворачиваніи всего прибора на прямой уголъ должно было, по этой гипотезѣ, произойти такое измѣненіе въ его размѣрахъ, которое какъ разъ уничтожало бы ожидавшееся измѣненіе наблюдаемаго явленія.

\* Пусть  $\lambda$  длина стержня, покоящагося, или движущагося по направленію, перпендикулярному къ его длинѣ. Если онъ станетъ двигаться со скоростью  $v$  по направленію длины, то, по гипотезѣ Лоренца и Фицджеральда, длина  $\lambda$  уменьшается до величины

$$\lambda' = \beta\lambda = \lambda \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \dots \dots \dots (4)$$

При малыхъ  $v$  (сравнительно съ  $c$ ) можно принять

$$\lambda' = \lambda \left(1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right).$$

Шаръ превращается въ сплюснутый эллипсоидъ вращенія, ось котораго имѣетъ направленіе движенія. Когда  $v$  растетъ до  $c$ , то  $\lambda'$  приближается къ нулю! Стержень, шаръ и вообще всякое тѣло превращается въ безконечно тонкую пластинку. Времена  $t_1$  и  $t_2$ , о которыхъ было сказано выше, дѣлаются равными, такъ какъ разстояніе  $\lambda$ , перпендикулярное къ движенію земли, укорачивается, когда мы весь приборъ поворачиваемъ на прямой уголъ. \*

Выходъ изъ затрудненія, выраженный гипотезою Лоренца и Фицджеральда, не можетъ считаться удовлетворительнымъ. Трудно допустить, что размѣры тѣлъ мѣняются въ зависимости отъ ихъ движенія, и нелегко подыскать причины такого измѣненія, хотя, напримѣръ, Лоренцъ указалъ на возможную причину, исходя изъ мысли, что силы сцѣпленія, дѣйствующія между молекулами вещества, суть силы электрическія.

*Въ 1905 г. Эйнштейнъ далъ новое объясненіе неудачи вышесюмянутыхъ опытовъ, исходя изъ такихъ мыслей, которыя, по своей смѣлости, не имѣютъ себѣ подобныхъ.* Выводя строго логично всѣ послѣдствія изъ факта, обнаруженнаго этими опытами, онъ создалъ новый, уже всеобъемлющій принципъ относительности, и тѣмъ положилъ фундаментъ новому міровоззрѣнію и тому великому научному перевороту, о которомъ мы уже говорили на предыдущихъ страницахъ.

Ученіе Эйнштейна основано на *двухъ постулатахъ*; но мы обратимся, прежде

всего, не къ нимъ, а къ той части ученія, которая представляется особенно поразительной, важной и непредѣльно смѣлой, а именно *ко взгляду Эйнштейна на время и пространство*. Этотъ, на первый взглядъ непостижимо странный взглядъ затрагиваетъ и переворачиваетъ элементарнѣйшія наши представленія, къ которымъ мы привыкли съ малолѣтства, которыми мы непрерывно пользуемся и которыя мы *никогда не считали нужнымъ формулировать*, убѣжденные въ томъ, что они какъ бы самоочевидны. Начнемъ съ ученія *о времени*.

Какъ мы представляемъ себѣ время? какъ нѣчто непрерывно и равномерно протекающее, съ вѣчно и **вездѣ** одинаковою скоростью. Одно и тоже время течетъ во всемъ мірѣ; нѣтъ и, повидимому, быть не можетъ двухъ временъ, которыя *въ различныхъ мѣстахъ вселенной* текли бы не одинаково быстро. Тѣсно съ этимъ связаны наши представленія *объ одновременности двухъ событій*, о „раньше“ и „позже“ и эти три элементарнѣйшихъ представленія, доступныя ребенку, имѣютъ одинаковый смыслъ, кто и гдѣ бы ими не пользовался. Въ понятіи о времени кроется для насъ нѣчто *абсолютное*, нѣчто *вполнѣ безотносительное*. Конечно, *счесть времени*, можетъ быть различный въ различныхъ мѣстахъ, т.-е., раздѣливъ непрерывный потокъ времени на равныя части, сутки, мы начало сутокъ устанавливаемъ въ различныхъ мѣстахъ не одинаково. Но это мы дѣлаемъ только для удобства, и безъ труда мы могли бы себѣ представить и такой счетъ времени, при которомъ на всей земной поверхности часы показывали бы одинаковое время. Отчасти мы къ этому уже приблизились, когда ввели, на примѣръ, во всей западной Европѣ, въ средней Европѣ и въ Европейской Россіи по одному счету времени.

Но, независимо отъ счета времени, мы ясно представляемъ себѣ, что означаютъ слова „одновременно“, „раньше“ и „позже“, относя ихъ къ *двумъ событіямъ*, происходящимъ гдѣ угодно. Обратимся къ тѣмъ двумъ системамъ  $S$  и  $S'$ , о которыхъ мы говорили раньше; изъ нихъ  $S'$  движется относительно  $S$  равномерно и прямолинейно со скоростью  $v$ . Если два событія, на примѣръ, испусканіе двухъ мгновенныхъ свѣтовыхъ сигналовъ, происходятъ для наблюдателя  $A$  въ  $S$  одновременно, то они и для наблюдателя  $A'$  въ  $S'$  одновременны; если одно изъ нихъ происходитъ для  $A$  раньше, или позже другого, то оно и для  $A'$  происходитъ, и

притомъ на столько же секундъ раньше или позже, *ибо мы полагали, что въ  $S$  и въ  $S'$  течетъ одно и то же общее, абсолютное мировое время*. Положимъ, что, изъ двухъ событій, одно происходитъ на землѣ, а другое на Сиріусѣ. Намъ кажутся ясными и вполнѣ понятными представленія о томъ, что эти два событія произошли одновременно, а также, что первое произошло раньше, или позже второго.

Все это оказывается, по теоріи Эйнштейна, не только совершенно невѣрнымъ, но даже лишеннымъ всякаго смысла. По этой теоріи **никакого абсолютнаго времени не существуетъ**. *Каждая изъ двухъ движущихся другъ относительно друга системъ  $S$  и  $S'$  фактически имѣетъ свое время, воспринимаемое и измѣряемое наблюдателемъ, который въ этой системѣ находится и съ нею движется*.

*Понятія о одновременности, въ общемъ смыслѣ, не существуютъ*. Два событія, которыя происходятъ въ одно и тоже время  $t$  системы  $S$ , происходятъ въ различные моменты времени  $t'$  системы  $S'$ . Если, изъ двухъ событій, первое происходитъ во времени  $t$  системы  $S$  *раньше* второго, то оно во времени  $t'$  системы  $S'$  фактически можетъ произойти *позже* второго.

*Ни объяснить, ни разъяснить мы тутъ ничего не можемъ*. Мы можемъ только пригласить нашихъ читателей, поработать надъ собою, постараться вникнуть въ эти идеи, настойчиво въ нихъ вдумываться и всѣми силами постараться отречься отъ обычныхъ и какъ будто самоочевидныхъ представлений. Отчасти это, можетъ быть, облегчается тѣмъ, что понятіе о времени, какъ ни какъ, довольно туманное, отвлеченное и мало осязательное. Слѣдуетъ, на примѣръ, спросить себя: что это значитъ, если мы утверждаемъ, что событія на землѣ и на Сиріусѣ произошли одновременно? И мы немедленно почувствуемъ, что это вовсе ужъ не такъ просто, какъ оно сперва кажется, и что формулировать эту одновременность, выяснить ея смыслъ довольно мудрено, или даже невозможно.

*На одной и той же системѣ, движущейся какъ цѣлое (на примѣръ, на землѣ), и по теоріи Эйнштейна существуетъ одно только время, и для двухъ событій, происходящихъ въ различныхъ мѣстахъ этой системы, конечно, существуетъ одновременность, какъ нѣчто вполнѣ опредѣленное, а слѣдовательно и слова „раньше“ и „позже“ имѣютъ вполнѣ опредѣленный, ясный смыслъ, не могущій вызвать никакихъ сомнѣ-*

ній или недоразумѣній. Мы увидимъ ниже, какимъ образомъ одновременность двухъ событій, происходящихъ въ различныхъ мѣстахъ одной и той же системы, можетъ быть точно установлена. При этомъ, однако, окажется, что эта установка понятія объ одновременности цѣликомъ построена на второмъ постулатѣ теоріи Эйнштейна, по своей парадоксальности не уступающемъ тому, что только что было высказано относительно понятія о времени.

Резюмируя, мы скажемъ, что *ученіе Эйнштейна отрицаетъ абсолютный характеръ времени, а потому и существованіе мифового времени*. Время переносится въ списокъ величинъ, имѣющихъ смыслъ только, если ихъ понимать, какъ величины относительныя. *Каждая изъ неодинаково движущихся системъ имѣетъ свое собственное время, и быстрота теченія времени на нихъ неодинаковая*.

Переходимъ ко взгляду Эйнштейна на пространство, или, точнѣе говоря, на *размѣры и форму пространства, занимаемаго даннымъ физическимъ тѣломъ*. Этотъ взглядъ, пожалуй, не менѣе парадоксаленъ, чѣмъ только что изложенное ученіе о времени; кромѣ того онъ, съ чисто фактической стороны, требуетъ болѣе подробнаго разъясненія.

Вообразимъ вновь наши двѣ системы  $S$  и  $S'$ , изъ которыхъ  $S'$  движется относительно  $S$  со скоростью  $v$ ; выше уже было сказано, что мы не приписываемъ этимъ системамъ опредѣленныхъ границъ, и допускаемъ, на примѣръ, что одно и тоже тѣло можетъ быть обслѣдовано наблюдателями, находящимися на той и на другой системѣ. Эйнштейнъ говоритъ, что для одного и того же тѣла слѣдуетъ отличать *форму геометрическую и форму кинематическую* (кинематика есть ученіе о движеніи). Намъ представлялось бы болѣе удобнымъ первую называть статической, а вторую—динамической; но мы сохранимъ терминологию Эйнштейна. Постараемся выяснить разницу между этими формами одного и того же тѣла.

Представимъ себѣ нѣкоторое тѣло  $M$ , на примѣръ, кубъ изъ какого-либо матеріала, одно ребро котораго расположено параллельно направленію относительнаго движенія системъ  $S$  и  $S'$ , т.-е., параллельно скорости  $v$ . Предположимъ, далѣе, что это тѣло принадлежитъ системѣ  $S'$  и, слѣдовательно, въ ней *покоится*. Наблюдатель  $A'$  въ  $S'$  видитъ передъ собою *неподвижное* тѣло; онъ спокойно измѣряетъ его раз-

мѣры, т.-е. опредѣляетъ, на примѣръ, всѣ разстоянія восьми вершинъ тѣла другъ отъ друга и углы между ребрами, и такимъ образомъ, онъ убѣждается, что передъ нимъ находится *кубъ*. Эту форму тѣла, которую воспринимаетъ наблюдатель  $A'$ , т.-е. форму тѣла, покоящуюся относительно него, Эйнштейнъ и называетъ его *геометрической формой*. *Скорость движенія системы  $S'$  при этомъ никакой роли не играетъ*. Существеннымъ является только то, что тѣло и наблюдатель принадлежатъ одной и той же системѣ, т.-е. не обладаютъ относительнымъ движеніемъ.

Теперь представимъ себѣ въ системѣ  $S$  цѣлый рядъ наблюдателей  $A$ ; полагая, что тѣло  $M$  въ  $S'$  есть кубъ, у котораго восемь вершинъ, мы предположимъ, что въ  $S$  находятся восемь наблюдателей. У всѣхъ этихъ наблюдателей, какъ мы видѣли, одно и тоже время и ихъ часы идутъ совершенно одинаково. Они видятъ тѣло, движущееся со скоростью  $v$  и имѣющее восемь вершинъ. Желая опредѣлить его размѣры, они поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Въ условленный моментъ, т.-е. *одновременно для системы  $S$* , они отмѣчаютъ въ своей системѣ  $S$  восемь точекъ  $N$ , съ которыми одновременно совпали, или черезъ которыя прошли вершины движущагося тѣла. Затѣмъ, когда тѣло удалилось, они спокойно опредѣляютъ разстоянія и взаимное расположеніе точекъ  $N$ . Такъ какъ вершины тѣла находились „*одновременно*“ (для системы  $S$ ) въ точкахъ  $N$ , и такъ какъ наблюдатель  $A'$  въ  $S'$  убѣдился, что это тѣло имѣетъ форму куба, то слѣдовало бы ожидать, что и въ системѣ  $S$  восемь точекъ  $N$  окажутся на равныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ и будутъ вообще такъ другъ относительно друга расположены, какъ расположены вершины куба. Въ дѣйствительности окажется совсѣмъ другое. Передняя и задняя стороны окажутся такими же квадратами, какъ и для наблюдателя  $A'$  въ  $S'$ . Но остальные четыре боковые стороны окажутся не квадратами, а прямоугольниками, четыре стороны которыхъ (четыре ребра), параллельныя скорости  $v$ , *меньше* восьми сторонъ, перпендикулярныхъ къ скорости  $v$  (т.-е. восьми сторонъ передняго и задняго квадратовъ). Тѣло уже не имѣетъ форму куба, оно кажется какъ бы *укороченнымъ, или сжатымъ* по направленію движенія. Такое же сжатіе по направленію движенія получается въ системѣ  $S$  для всѣхъ тѣлъ системы  $S'$ . Форму тѣла, опредѣленную указаннымъ спо-

собомъ наблюдателями  $A$  въ системѣ  $S$ , Эйнштейнъ называетъ *формой кинематической*. Изъ предыдущаго ясно, чѣмъ она отличается отъ *геометрической* формы того же тѣла, опредѣленной наблюдателемъ  $A'$  въ системѣ  $S'$ .

Легко сообразить, что между изложенными здѣсь взглядами на время и на пространственныя формы тѣлъ, существуетъ глубокая связь, которая, въ сущности, сводитъ два парадокса къ одному. Дѣйствительно, мы сказали, что наблюдатели  $A$  системы  $S$  отмѣчаютъ *одновременно* положенія вершинъ куба, т.-е. въ *одно и то же время  $t$  системы  $S$* . Но для наблюдателей  $A'$  системы  $S'$  это отмѣчаніе положенія точекъ происходитъ не одновременно, т.-е. *въ разныя времена системы  $S'$* . Глядя на свои часы, свѣренныя между собою и идущіе со скоростью теченія времени  $t'$  системы  $S'$ , они замѣчаютъ, что четыре наблюдателя  $A$ , отмѣчающіе положенія четырехъ заднихъ вершинъ, дѣйствительно дѣлаютъ свои отмѣтки одновременно, и что то же самое относится къ четыремъ другимъ наблюдателямъ  $A$ . Но эти послѣдніе дѣлаютъ свои отмѣтки *раньше* (по времени  $t'$ ) первыхъ четырехъ; этимъ для наблюдателей  $A'$  и объясняется полученное въ  $S$  сокращеніе размѣровъ тѣла.

Если бы *то же самое тѣло* покоилось въ  $S$ , то наблюдатели  $A$  въ  $S$  нашли бы, что это тѣло есть кубъ, а наблюдатели  $A'$  въ  $S'$  получили бы форму, сжатую по направленію движенія, т.-е. *ту же самую кинематическую форму*, которую нашли наблюдатели  $A$ , когда тѣло покоилось въ системѣ  $S'$ , ибо разница двухъ формъ зависитъ только отъ величины относительной скорости  $v$ , но не зависитъ отъ ея направленія.

Уменьшеніе линейныхъ размѣровъ кинематической формы тѣла сравнительно съ размѣрами формы геометрической, по величинѣ и по направленію (по направленію движенія) совершенно тождественно съ тѣмъ, которое предполагаетъ гипотеза Лоренца и Фицджеральда. *Но по существу дѣла разница огромная.*

Дѣйствительно! По гипотезѣ Лоренца и Фицджеральда, уменьшеніе линейныхъ размѣровъ тѣла зависитъ отъ его *абсолютной* скорости въ неподвижномъ эфирѣ. Покоющійся въ эфирѣ кубъ *фактически* сплющивается, когда онъ приходитъ въ движеніе. Въ ученіи Эйнштейна также говорится о покоющемся кубѣ, который при движеніи сплющивается, но здѣсь нѣтъ и

рѣчи о фактическомъ, реальномъ уменьшеніи размѣровъ тѣла, и все дѣло сводится къ измѣненію формы, воспринятой наблюдателемъ. Покой и движеніе имѣютъ здѣсь только *относительный* характеръ. Размѣры тѣла *не мѣняются* для наблюдателя, находящагося на одной съ этимъ тѣломъ системѣ, какъ бы ни мѣнялась скорость движенія этой системы. Но наблюдатели другихъ системъ воспринимаютъ другую форму и притомъ *всегда* сплюснутую по направленію ихъ движенія относительно первой системы.

Положимъ, что наше тѣло покоится въ  $S$ , и для наблюдателя въ  $S$  оказывается кубомъ; двѣ другія системы  $S'$  и  $S''$  движутся относительно  $S$  съ одинаковою скоростью  $v$ , но по направленіямъ *взаимно перпендикулярнымъ*. Тогда наблюдатели  $A'$  въ  $S'$  получаютъ вышеописаннымъ способомъ тѣло, сплюснутое по одному направленію, а наблюдатели  $A''$  въ системѣ  $S''$  тоже самое тѣло сплюснутымъ по направленію, перпендикулярному къ первому.

Вмѣсто куба, проще разсматривать стержень, длина котораго совпадаетъ съ направленіемъ относительной скорости  $v$ . Онъ покоится въ  $S'$ , гдѣ наблюдатель отмѣчаетъ его длину  $\lambda'$ . Въ  $S$  два наблюдателя  $A$  *одновременно* отмѣчаютъ точки, въ которыхъ находятся концы движущагося для нихъ стержня. Разстояніе  $\lambda$  этихъ точекъ *меньше* длины  $\lambda'$ .

**§ 6. Постулаты новой теоріи относительности.** Исходную мысль ученія Эйнштейна можно выразить весьма просто. Вспомнимъ, что несмотря на многочисленныя разнообразныя попытки не *удалось* путемъ опытовъ обнаружить прямолинейнаго и равномернаго движенія земли черезъ эфиръ. *Сущность теоріи Эйнштейна заключается въ замѣнѣ словъ „не удалось“ словами „не можетъ удасться“.* По существу эта замѣна совершенно измѣняетъ смыслъ и значеніе приведенныхъ словъ.

„*Не удалось*“—это исторически сложившійся *фактъ*, это—неожиданный результатъ многочисленныхъ опытныхъ изслѣдованій, могущій вызвать величайшее удивленіе и недоумѣніе. Этотъ фактъ можно попытаться объяснить, отыскивая возможныя причины страннаго несогласія результата опытовъ съ тѣмъ, что теоретически казалось безусловно вѣрнымъ и необходимымъ. Гипотеза Лоренца и Фицджеральда представляетъ смѣлую попытку такого объясненія.

„*Не можетъ удасться*“—это *априорно* вы-



ставленная аксіома, это постулатъ, положенный въ основу новаго міровоззрѣнія. Эти слова означаютъ, что міръ, насъ окружающій, такъ устроенъ, что прямолинейное и равномерное движеніе въ пространствѣ ни при какихъ условіяхъ и никакими наблюдениями не можетъ быть обнаружено. Это ни что иное, какъ *расширеніе принципа относительности старой механики* (см. выше), который училъ, что въ равномерно и прямолинейно движущейся системѣ (лабораторіи) всѣ физическія явленія происходятъ совершенно такъ, какъ въ покоящейся. Но этотъ принципъ не могъ относиться къ явленіямъ, происходящимъ въ *средѣ*, относительно которой система движется, и мы легко убѣдились, что онъ дѣйствительно неприменимъ къ звуковымъ явленіямъ. Новый принципъ утверждаетъ, что указанная невозможность распространяется на всѣ явленія, передатчикомъ которыхъ считался эфиръ, а слѣдовательно прежде всего къ явленіямъ свѣтовымъ. Никакими изслѣдованіями распространенія свѣта нельзя обнаружить прямолинейнаго и равномернаго движенія той системы (лабораторіи), въ которой находится наблюдатель. Это слѣдуетъ принять, какъ постулатъ, какъ уму непостижимое свойство міра. Ни о какомъ его доказательствѣ, ни о какой попыткѣ его объясненія не можетъ быть и рѣчи. Принявъ его, мы должны на немъ, какъ на главномъ фундаментѣ, построить физику; мы должны постараться вывести всевозможныя вытекающія изъ него слѣдствія, и, если это окажется возможнымъ, проверить на опытахъ справедливость полученныхъ выводовъ.

Окончательно мы получаемъ такую формулировку *перваго изъ двухъ постулатовъ теоріи Эйнштейна*: *Міръ, насъ окружающій, такъ устроенъ, что никакими наблюдениями, произведенными въ произвольной системѣ, напр., на землѣ, нельзя обнаружить прямолинейнаго и равномернаго движенія этой системы, и, тѣмъ болѣе, нельзя опредѣлить скорости этого движенія.*

Иначе говоря: *Законы явленій, происходящихъ въ любой системѣ, не зависятъ отъ этой системы, если только скорость ея движенія не мѣняется, ни по величинѣ, ни по направленію.*

Съ перваго взгляда можетъ показаться, что новый принципъ весьма мало отличается отъ стараго, который только распространяется еще и на явленія въ эфирѣ, прежде всего на явленія свѣтовыя. Но въ дѣйстви-

тельности это, на видъ небольшое, обобщеніе связано съ величайшимъ переворотомъ въ основныхъ нашихъ представленіяхъ. И это дѣлается понятнымъ, если вспомнить, что эфиръ, если онъ существуетъ, *неподвиженъ*, какъ мы выше считали неподвижнымъ воздухъ, въ которомъ движется открытая съ двухъ сторонъ лабораторія. Всѣ наши основныя понятія и т. наз. „здравый смыслъ“ безусловно требуютъ, чтобы движеніе системы въ неподвижномъ эфирѣ могло быть обнаружено. Нашъ постулатъ противорѣчитъ этому требованію, а потому и неудивительно, что вытекающія изъ него послѣдствія привели къ величайшему въ исторіи научному перевороту.

Второй постулатъ Эйнштейна тѣсно связанъ съ первымъ, такъ что нѣкоторые ученые считаютъ его за простое слѣдствіе, вытекающее изъ перваго. Этотъ *второй постулатъ Эйнштейна* гласитъ: *Гдѣ и при какихъ бы условіяхъ не измѣрялась бы скорость свѣта, для нея всегда получается одна и та же величина  $c$  (въ пустотѣ).*

Чтобы вполне понять все значеніе этого постулата, чтобы убѣдиться въ какой мѣрѣ онъ, повидимому, противорѣчитъ элементарной логикѣ, стоитъ только указать на два, вытекающія изъ него слѣдствія.

Во первыхъ, обращаемся къ нашимъ двумъ системамъ, изъ которыхъ  $S'$  движется со скоростью  $v$  относительно  $S$ . Эта скорость можетъ быть громадна, напр. равняться  $0,9c$ , такъ что  $S'$  удаляется отъ  $S$  со скоростью, почти равной скорости свѣта. Въ какой нибудь точкѣ прямолинейнаго пути испускается мгновенный свѣтовой сигналъ, лучи котораго проходятъ черезъ обѣ системы. Наблюдатели  $A$  въ  $S$  и другіе наблюдатели  $A'$  въ  $S'$  опредѣляютъ скорость распространенія этихъ лучей, и они находятъ одинаковую скорость  $c$ ! И это остается вѣрнымъ, хотя бы лучамъ приходилось догонять систему  $S'$ . Если-бы мы допустили, что  $S$  неподвижно въ эфирѣ, то скорость свѣта въ  $S$  должна была бы равняться  $c$ ; но въ  $S'$  мы были бы въ правѣ ожидать скорость свѣта  $c - v$ , т. е., въ нашемъ примѣрѣ,  $c - 0,9c = 0,1c$ , а не  $c$ . Второй постулатъ говоритъ, что и въ  $S'$  наблюдается скорость  $c$ !

Положимъ, во вторыхъ, что въ двухъ точкахъ  $P$  и  $Q$  системы  $S$  испускаются свѣтовые сигналы. Время, въ теченіи котораго свѣтъ распространяется отъ  $P$  къ  $Q$ , съ точностью равняется времени перехода свѣта отъ  $Q$  къ  $P$ , каково бы не было

состояніе движенія системы  $S$ , напр. и въ случаѣ, когда она движется по направленію прямой  $PQ$  или  $QP$  со скоростью, почти равную величинѣ  $c$ . Конечно, противъ этого можно возразить, что мы здѣсь говоримъ о какомъ то *абсолютномъ движеніи* системы  $S$ , смыслъ котораго не выясненъ. Но и это возраженіе отпадаетъ, если мы представимъ себѣ, что лучи исходятъ отъ двухъ внѣшнихъ источниковъ, изъ которыхъ одинъ расположенъ спереди, а другой сзади системы  $S$ , такъ что лучи одного идутъ навстрѣчу системѣ, а лучи другого ее догоняютъ; пронизывая систему, одни лучи идутъ (напр. отъ  $P$  къ  $Q$ ) по движенію, а другіе (отъ  $Q$  къ  $P$ ) противъ движенія. Однако, и тѣ и другіе обладаютъ въ системѣ одинаковою скоростью  $c$ , хотя бы система  $S$  двигалась *относительно двухъ источниковъ* со скоростью  $+0,9c$  и  $-0,9c$ .

Мы уже упомянули выше, что для каждой системы, отдѣльно взятой, существуетъ опредѣленное понятіе объ *одновременности*, такъ что всѣ часы, находящіеся въ различныхъ точкахъ системы, могутъ быть между собою свѣрены, и мы уже неоднократно пользовались этимъ обстоятельствомъ. Теперь мы можемъ объяснить, какимъ образомъ устанавливается „одновременность“, и производится вывѣрка часовъ. Положимъ, что въ точкахъ  $P$  и  $Q$  системы  $S$  находятся два наблюдателя съ часами. Разстояніе этихъ точекъ обозначимъ черезъ  $\lambda$ . Такъ какъ свѣтъ проходитъ въ одну секунду разстояніе  $c$ , то ясно, что онъ проходитъ разстояніе  $\lambda$  во столько секундъ, сколько разъ  $c$  содержится въ  $\lambda$ , т. е. въ  $\lambda : c$  секундъ. Наблюдатель въ  $P$  испускаетъ мгновенный свѣтовой сигналъ, когда его часы показываютъ *условленное* время, напр., 12 часовъ пополудни. Въ моментъ, когда свѣтъ достигаетъ наблюдателя въ  $Q$ , его часы должны показывать ровно  $\lambda : c$  секундъ больше этого условленного времени. Если они показываютъ другое время, то онъ ихъ соотвѣтственно переставляетъ. Если теперь наблюдатель въ  $Q$  испускаетъ свѣтовой сигналъ въ другое условленное время (напр. въ 1 ч. дня), то сигналъ уже *навѣрное* дойдетъ до наблюдателя въ  $P$ , когда его часы покажутъ ровно  $\lambda : c$  секундъ больше этого условленного времени. Сказанное остается вѣрнымъ, какія бы не были выбраны точки  $P$  и  $Q$ , т. е., напр., такія, что прямая  $PQ$  расположена параллельно, или перпендикулярно къ направленію движенія системы.

Второй постулатъ непосредственно при-

водитъ еще къ такимъ парадоксальнымъ слѣдствіямъ. Положимъ, что изъ нѣкоторой точки  $P$  начинаютъ исходить свѣтовые лучи съ одинаковою скоростью по всѣмъ направленіямъ. Всѣ точки, до которыхъ *одновременно* доходятъ лучи, очевидно расположены на одной шаровой поверхности, въ центрѣ которой находится точка  $P$ . Если бы эта точка была окружена *шаровымъ сводомъ*, то всѣ точки внутренней поверхности этого свода были бы одновременно освѣщены лучами, исходящими изъ его центра  $P$ . Вообразимъ опять наши двѣ системы  $S$  и  $S'$  и въ нихъ точки  $P$  и  $P'$ . Система  $S'$  движется относительно  $S$  со скоростью  $v$ . Каждая изъ точекъ  $P$  и  $P'$  окружена *полушаровымъ сводомъ*. Въ нѣкоторый моментъ времени точки  $P$  и  $P'$  двухъ системъ находятся рядомъ, весьма близко другъ отъ друга, причемъ два свода составляютъ какъ бы одинъ шаровой сводъ, около самаго центра котораго находятся точки  $P$  и  $P'$ . Въ этотъ моментъ изъ этой точки испускается свѣтовой сигналъ въ системѣ  $S$ . Чего мы должны ожидать? Во первыхъ, что лучи *одновременно* достигнутъ всѣхъ точекъ поверхности свода, находящагося въ  $S$ , въ чемъ могутъ убѣдиться многочисленные наблюдатели, расположившіеся по этой поверхности. Во вторыхъ, слѣдуетъ ожидать, что точки полушаровиднаго свода, находящагося въ  $S'$ , *неодновременно* будутъ достигаться лучами; раньше всего будутъ освѣщены заднія его части, а позже—переднія. Второй постулатъ Эйнштейна учитъ, что всѣ наблюдатели, находящіеся въ  $S'$  на поверхности свода, одновременно увидятъ свѣтъ, т. е. ихъ часы, свѣренные *въ системѣ  $S'$*  по вышеописанному способу, покажутъ одинаковое время. И это остается вѣрнымъ, хотя бы  $v$  равнялось, напр.,  $0,9c$ .

Этотъ парадоксальный результатъ можно представить и проще. Положимъ, что въ какой-либо точкѣ произвольной системы начинаютъ по всѣмъ направленіямъ выходить свѣтовые лучи. *Эта точка всегда будетъ находиться въ центрѣ той сферы, до которой лучи дошли въ данный моментъ, какова бы не была скорость прямолинейнаго и равномернаго движенія этой системы.*

**§ 7. Нѣкоторыя слѣдствія, вытекающія изъ постулатовъ теоріи относительности.** Мы видѣли, что два постулата новой теоріи, съ перваго взгляда представляютъ какъ будто весьма небольшое расширение стараго принципа относительности механики

Ньютона. То, что давно считалось вѣрнымъ для всѣхъ физическихъ явленій, за исключеніемъ тѣхъ, которыя происходятъ въ покоющемъ эфирѣ, признается вѣрнымъ и для этихъ послѣднихъ. Но мы достаточно старались выяснитъ, что это расширение, существенно противорѣча тому, что казалось элементарнымъ и логически безусловно необходимымъ слѣдствіемъ самыхъ элементарныхъ представлений, въ дѣйствительности вносить коренной переворотъ въ эти основные представления и понятія. Противорѣча „здравому смыслу“, оно заставляетъ насъ произвести полную переоцѣнку всѣхъ цѣнностей нашего міровоззрѣнія. Не удивительно, что большинство вытекающихъ изъ него слѣдствій поражаютъ своею парадоксальностью. Мы можемъ здѣсь упомянуть лишь о весьма немногихъ изъ этихъ слѣдствій, такъ какъ огромное ихъ большинство совершенно выходитъ изъ рамокъ того, что можетъ быть изложено элементарно.

Прежде всего, совершенно отпадаетъ необходимость искать объясненія тѣхъ отрицательныхъ результатовъ опытовъ, напр., Майкельсона, о которыхъ было сказано выше. Первый постулатъ принципа относительности, очевидно, дѣлаетъ такое исканіе совершенно излишнимъ.

Изъ принципа относительности вытекаетъ, что *ни абсолютнаго покоя, ни абсолютнаго прямолинейнаго и равномернаго движенія не существуетъ*. Если бы они существовали, то состояніе движенія чѣмъ-нибудь бы отличалось отъ состоянія покоя, и при томъ именно по отношенію къ свѣтовымъ явленіямъ. Но этого нѣтъ! Всѣ равномерныя и прямолинейныя движенія *равноцѣнны* и всѣ *безъ исключенія* явленія происходятъ во всѣхъ движущихся системахъ  $S$ ,  $S'$  и т. д. совершенно одинаково.

На основаніи сказаннаго выше, мы неминуемо должны заключить, что *эфира не существуетъ*, т. е. не существуетъ междузвѣздной среды. Замѣтимъ, что именно это заключеніе оспаривается большимъ числомъ ученыхъ, старающихся его избѣгать, хотя они и принимаютъ постулаты теоріи относительности.

Отрицаніе эфира привело къ обширному *новому ученію объ энергіи*. Мы должны здѣсь ограничиться весьма немногими намеками. Новое ученіе допускаетъ, что *энергія, напр. свѣтовая, можетъ имѣть вполне самостоятельное существованіе*, независимо отъ какого либо матеріальнаго, въ самомъ общемъ смыслѣ слова, суб-природа, ноябрь 1912 г.

страта. Она можетъ испускаться и поглощаться тѣлами, и можетъ распространяться въ пространствѣ, *которое абсолютно пусто* въ самомъ буквальномъ смыслѣ этого слова. Но это еще не все!

Въ тѣсной связи съ этимъ ученіемъ о самодовлѣющемъ характерѣ энергіи возникло ученіе объ атомномъ строеніи энергіи. Свѣтовая энергія не представляетъ *непрерывнаго* потока, но испускается прерывисто частями, атомами энергіи, которые получили названіе „кванты“. Это ученіе представляетъ какъ бы возвращеніе къ старой теоріи истеченія, данной Ньютономъ, хотя и въ существенно измѣненной формѣ. Ниже мы увидимъ, что принципъ относительности приводитъ къ необходимости приписать энергіи еще другое, еще болѣе паразитальное свойство.

Изъ принципа относительности вытекаютъ, какъ необходимыя слѣдствія, тѣ парадоксальныя *свойства времени и формы тѣлъ*, которыя мы сочли удобнымъ рассмотретьъ раньше самаго принципа относительности, и которымъ былъ посвященъ § 5.

Одно изъ самыхъ поразительныхъ слѣдствій принципа относительности заключается въ слѣдующемъ: *Относительная скорость никогда не можетъ превышать величины  $c$* . Это относится какъ къ движущимся тѣлами, такъ и къ передаваемымъ сигналамъ, напр. свѣтовымъ. *Скорость  $c$  играетъ, такимъ образомъ, въ нашемъ мірѣ, совершенно исключительную роль*; это величина предѣльная. Къ вытекающимъ отсюда парадоксамъ мы возвратимся ниже.

\*Выражая математически второй постулатъ, можно вполне элементарными вычисленіями получить двѣ основныя формулы принципа относительности. Положимъ, что скорость  $v$  системы  $S'$  относительно системы  $S$  имѣетъ направленіе нѣкоторой прямой (напр. координатной оси, но это не существенно). Такъ какъ точки плоскости, перпендикулярной къ  $v$ , никакими особыми свойствами другъ отъ друга не отличаются, мы можемъ ограничиться разсмотрѣніемъ *только тѣхъ точекъ, которыя лежатъ на этой прямой*. На этой прямой находится въ системѣ  $S$  точка  $O$ ; произвольная другая точка  $P$  той же системы, лежащая, какъ условлено (не будемъ далѣе этого повторять) на той же прямой, находится на разстояніи  $x$  отъ точки  $O$ . Время системы  $S$  обозначимъ черезъ  $t$ . Положимъ, что на той же прямой находится въ системѣ  $S'$  точка  $O'$ , а произвольную точку системы  $S'$  обозначимъ черезъ  $P'$ , разстояніе между  $P'$  и  $O'$  черезъ  $x'$ , время системы  $S'$  черезъ  $t'$ . Разстояніе  $x$  и время  $t$  воспринимаются и измѣряются наблюдателями  $A$  системы  $S$ , а разстояніе  $x'$  и время  $t'$ —наблюдателями  $A'$  системы  $S'$ . Наблюдателямъ  $A$  представляются точки  $O$  и  $P$  неподвижными, а точки  $O'$  и  $P'$  движущимися вдоль нашей прямой со скоростью  $v$ ; наблюдатели  $A'$ , наоборотъ, видятъ точки  $O'$  и  $P'$  неподвижными, а точки  $O$  и  $P$  движущимися

со скоростью  $v$  въ обратную сторону, или, что то же самое, со скоростью  $-v$ . Проще всего представить себѣ, что мы имѣемъ какъ бы двѣ совпадающія прямая линіи, изъ которыхъ одна принадлежитъ системѣ  $S$ , другая — системѣ  $S'$  и которыя какъ бы скользятъ одна по другой.

Разстоянія  $x$  и  $x'$  совершенно произвольныя. Но, очевидно, *должны настать моменты, когда точки  $O$  и  $O'$  совпадутъ*. Съ этого момента наблюдатели  $A$  и  $A'$  начинаютъ счетъ своихъ времени, т. е. въ этотъ моментъ они принимаютъ  $t=0$  и  $t'=0$ . Для упрощенія (чтобы не вводить отрицательнаго времени) предположимъ, что въ этотъ моментъ точка  $P'$  еще движется по направленію къ  $P$ , или, что то же самое, точка  $P$  по направленію къ  $P'$ . Тогда долженъ настать такой моментъ *когда точки  $P$  и  $P'$  совпадутъ*. Въ этотъ моментъ часы наблюдателей  $A$  показываютъ время  $t$ , а часы наблюдателей  $A'$  время  $t'$ . По обычнымъ предположеніямъ мы должны были бы имѣть равенства

$$\left. \begin{aligned} t' &= t \\ x' &= x - vt \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

такъ какъ  $O'$  удалилось отъ  $O$  на разстояніе  $vt$  и  $x' = P'O' = PO - OO' = x - vt$ .

Второй постулатъ приводитъ къ двумъ равенствамъ, связывающимъ величины  $x$ ,  $t$ ,  $x'$  и  $t'$  между собою, а именно

$$\left. \begin{aligned} x' &= \frac{1}{\beta} (x - vt) \\ t' &= \frac{1}{\beta} \left( t - \frac{vx}{c^2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

гдѣ, какъ и прежде,

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Вмѣсто равенствъ (5), требуемыхъ элементарною логикою, мы получаемъ, какъ неизбѣжное слѣдствіе второго постулата, равенства (6), которыя и представляютъ математическія основы принципа относительности. Въ наиболѣе сжатой формѣ они выражаютъ тотъ переворотъ, о которомъ мы неоднократно говорили, и на нихъ построены всѣ выводы, вся новая физика.

Когда  $v$  мало сравнительно съ  $c$ , мы можемъ пренебречь величинами  $v/c$  и  $v^2/c^2$ ; тогда  $\beta=1$  и равенства (6) переходятъ въ равенства (5). Но при большихъ  $v$  разница громадная. При  $v=c$  имѣемъ  $\beta=0$ , т. е.  $x'=0$  и  $t'=0$  при всякомъ  $t$  и  $x$ ! Это и показываетъ, что въ нашемъ мірѣ относительная скорость  $v=c$  играетъ такую же предѣльную роль, какую безконечность играетъ въ математикѣ.

Когда  $v$  больше  $c$ , то  $\beta$  дѣлается мнимымъ (нереальный корень изъ отрицательнаго числа); изъ этого и слѣдуетъ, что относительная скорость никогда не можетъ быть больше величины  $c$ .

Изъ равенствъ (6) весьма легко получаются равенства:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{1}{\beta} (x' + vt') \\ t &= \frac{1}{\beta} \left( t' + \frac{vx'}{c^2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Эти равенства по формѣ совершенно тождественны съ равенствами (6), съ тою только разницею, что вмѣсто  $+v$  стоитъ  $-v$ , какъ оно очевидно и должно быть, когда мы теперь отъ величинъ  $x'$  и  $t'$ , относящихся къ  $S'$ , переходимъ къ величинамъ  $x$  и  $t$ , относящимся къ  $S$ . Это и выражаетъ *равноцѣльность системъ  $S$  и  $S'$* , изъ которыхъ ни одна не имѣетъ преимущества передъ другою, и безусловно относительный характеръ ихъ движеній. Если бы одна изъ нихъ могла находиться въ аб-

солютномъ покоѣ, а другая бы двигалась, то такая равноцѣнность очевидно должна была бы исчезнуть, ибо покой и движеніе были бы не однимъ и тѣмъ же, и переходъ отъ величинъ, относящихся къ покоящейся системѣ, къ величинамъ, относящимся къ движущейся системѣ, былъ бы не одинаковъ съ переходомъ обратнымъ. *Вотъ почему новое ученіе безусловно отрицаетъ существованіе абсолютнаго покоя и абсолютнаго прямолинейнаго и равномернаго движенія, считая эти понятія лишними всякаго смысла*. Ясно, что новое ученіе должно отрицать и существованіе эфира.

Мы уже упомянули, что равенства (6) являются неизбѣжнымъ слѣдствіемъ второго постулата. Такимъ образомъ дѣлается понятнымъ источникъ того ученія о времени, которое было разсмотрѣно въ § 5. Второй постулатъ неизбѣжно приводитъ къ результату, что  $t'$  не равно  $t$ , что время неодинаково быстро течетъ въ двухъ системахъ, обладающихъ относительнымъ движеніемъ.

Другой результатъ, разсмотрѣнный въ § 5, также вытекаетъ изъ равенствъ (6). Положимъ что въ системѣ  $S'$  находятся двѣ точки  $P'$  и  $Q'$ , разстоянія которыхъ отъ  $O'$  наблюдатель  $A'$  находитъ равными  $x'_1$  и  $x'_2$ , а разстояніе  $\lambda'$  ихъ другъ отъ друга

$$\lambda' = x'_2 - x'_1.$$

Два наблюдателя  $A$  системы  $S$  находятъ, что эти точки одновременно, т. е. въ одно и тоже время  $t$  этой системы  $S$ , совпадаютъ съ двумя точками  $P$  и  $Q$  системы  $S$ , которыя находятся на разстояніи  $x_1$  и  $x_2$  отъ точки  $O$ , такъ что ихъ разстояніе  $\lambda$  другъ отъ друга равно

$$\lambda = x_2 - x_1$$

Первое изъ равенствъ (6) даетъ

$$\left. \begin{aligned} x'_2 &= \frac{1}{\beta} (x_2 - vt) \\ x'_1 &= \frac{1}{\beta} (x_1 - vt) \end{aligned} \right\}$$

Отсюда

$$x'_2 - x'_1 = \frac{1}{\beta} (x_2 - x_1)$$

т. е.

$$\lambda = \beta \lambda'$$

Длина  $\lambda'$ , напр., стержня, оказывается для наблюдателей  $A$  уменьшенной въ  $\beta$  разъ. Это выраженіе тождественно съ тѣмъ, которое выражаетъ гипотезу Лоренца и Фишеральда см. (4). Выше была указана глубокая между ними разница.

Если бы, наоборотъ,  $\lambda$  была длина  $PQ$  стержня въ  $S$ , то наблюдатели  $A'$  въ  $S'$  нашли бы аналогичнымъ способомъ длину  $\lambda'$ , опять таки уменьшенною,

$$\lambda' = \beta \lambda.$$

Легко понять, что послѣднее выраженіе вовсе не противорѣчитъ предыдущему ( $\lambda = \beta \lambda'$ ), ибо одновременность ( $t$ ) въ  $S$  и одновременность ( $t'$ ) въ  $S'$  не одно и тоже.\*

**§ 8. Дальнѣйшія слѣдствія принципа относительности. Относительная скорость, масса и энергія.** Изъ многочисленныхъ дальнѣйшихъ выводовъ, построенныхъ на принципѣ относительности, мы разсмотримъ только три, и прежде всего *наиболѣе парадоксальный изъ всѣхъ, относящихся къ вопросу объ относительной скорости*. Положимъ теперь, что мы имѣемъ три си-



стемы  $S$ ,  $S'$  и  $S''$ , напр., берег рѣки, пароходъ и человѣкъ, движущійся по его палубѣ. Пусть  $S'$  обладаетъ относительно  $S$  скоростью  $v$  по нѣкоторому направленію; въ то же время  $S''$  обладаетъ относительно  $S'$  скоростью  $v'$  по *тому же самому направленію*. Спрашивается: какова скорость  $u$  системы  $S''$  относительно системы  $S$ ? Это вопросъ изъ элементарнаго задачника ариеметики, и, понятно, всякій скажетъ, что

$$u = v + v' \quad (8)$$

т. е., что скорость системы  $S''$  относительно  $S$ , равна скорости  $S''$  относительно  $S'$ , сложенной со скоростью  $S'$  относительно  $S$ . Если человѣкъ ( $S''$ ) идетъ по палубѣ парохода ( $S'$ ) по направленію движенія парохода, то всякій скажетъ, что его скорость ( $u$ ) относительно берега ( $S$ ) равна скорости ( $v'$ ) его движенія по палубѣ, сложенной со скоростью ( $v$ ) парохода относительно берега. Принципъ относительности приводитъ къ результату, что это невѣрно! Скорость  $u$  выражается формулою, которая гораздо сложнѣе!

\*А именно

$$u = \frac{v + v'}{1 + \frac{v v'}{c^2}} \quad (9)$$

Когда  $v$  и  $v'$  малы сравнительно съ  $c$ , то второй членъ въ знаменателѣ исчезаетъ, и выраженіе (9) переходитъ въ (8)\*.

Поразительнѣе всего, что скорость  $u$  никогда не дѣлается равною  $c$ , какъ бы велики не были скорости  $v$  и  $v'$ , если только каждая изъ нихъ меньше  $c$ . Положимъ, напр., что  $v = 0,9c$  и  $v' = 0,9c$ , такъ что слѣдовало бы ожидать  $u = 1,8c$ . Но оказывается, что  $u = 0,9945c$ . Если одна изъ скоростей, напр.,  $v' = c$ , то все-таки  $u = c$ ; это значитъ, что какую бы мы скорость не прибавили къ скорости  $c$ , она остается равною  $c$ . И даже, если къ  $c$  прибавить еще  $c$ , все-таки получается  $u = c$ , вмѣсто ожидаемаго  $u = 2c$ !

\*Если въ формулѣ (9) принять  $v' = c$ , то при всякомъ  $v$  получается  $u = c$ . Даже если  $v' = c$  и  $v = c$ , получается  $u = c$ \*.

Этотъ результатъ ( $u = c$ , вмѣсто  $u = 2c$ ) можно обобщить. Представимъ себѣ произвольное число, хотя бы одну тысячу системъ, изъ которыхъ каждая слѣдующая движется относительно предыдущей со скоростью  $c$ , причемъ всѣ эти скорости имѣютъ одно и то же направленіе. Слѣдовало бы ожидать, что напр. 623-ья система движется относительно первой со скоростью 622с, а послѣдняя со скоростью 999с. Прин-

ципъ относительности приводитъ къ парадоксальному результату, что всѣ системы, до тысячной включительно движутся относительно первой со скоростью  $c$ , и что вообще относительная скорость какихъ либо двухъ изъ этихъ системъ, напр., 239-ой и 874-ой, тоже равняется  $c$ . Наблюдателю на *первой* системѣ кажется, что всѣ остальные 999 системъ движутся съ одинаковой скоростью  $c$ , т. е. нераздѣльно другъ отъ друга. Наблюдателю, находящемуся на произвольной изъ этихъ системъ, напр. на 512-ой, представляется, что всѣ системы, находящіяся съ одной стороны отъ него, отъ 1-ой до 511-ой удаляются отъ него съ общою скоростью  $c$ , а всѣ системы, расположенныя съ другой стороны (отъ 513-ой до 1000-ной) также удаляются съ общою скоростью  $c$ .

Противъ этого разсужденія можно возразить, что относительная скорость  $c$  представляетъ нѣчто предѣльное, реально несуществимое. Однако, дѣло весьма мало мѣняется, если предположить, что скорость каждой изъ 1000 системъ относительно предыдущей равняется, напр.,  $0,99c$ . Въ этомъ случаѣ все-таки всѣ относительныя скорости (напр. 1000-ной системы относительно первой, или 874-ой относительно 239-ой) оказываются даже не достигающими скорости  $c$ .

Если скорости  $v$  и  $v'$  составляютъ между собою уголъ, то элементарная физика учитъ, что скорость  $u$  по величинѣ и по направленію опредѣляется диагональю параллелограмма, построеннаго на скоростяхъ  $v$  и  $v'$ . Принципъ относительности приводитъ къ результату, что это можно считать вѣрнымъ только въ томъ случаѣ, когда  $v$  и  $v'$  малы сравнительно съ  $c$ .

\*Весьма интересно, что формула (9) приводитъ къ формулѣ (1) Френеля (см. выше), которую мы перепишемъ въ видѣ (вмѣсто  $v_0$  ставимъ  $v$ ):

$$c' = \frac{c}{n} + \frac{n^2 - 1}{n^2} v. \quad (10)$$

полагая, что свѣтъ распространяется по направленію теченія воды. Напомнимъ, что здѣсь  $n$  коэффициентъ преломленія воды,  $v$  скорость теченія воды,  $c/n$  скорость свѣта въ покоящейся водѣ, и  $c'$  скорость свѣта (относительно покоящагося наблюдателя) въ движущейся водѣ. Итакъ, вода ( $S'$ ) движется относительно наблюдателя ( $S$ ) со скоростью  $v$ ; свѣтъ ( $S''$ ) движется относительно воды ( $S'$ ) со скоростью  $v' = c/n$ . Скорость  $c'$  свѣта ( $S''$ ) относительно наблюдателя ( $S$ ) получится, если въ формулѣ (9) написать  $c/n$  вмѣсто  $v'$ , и  $c'$  вмѣсто  $u$ . Тогда она даетъ

$$c' = \frac{v + \frac{c}{n}}{1 + \frac{v}{cn}}$$

Когда  $v$  мало сравнительно въ  $c$ :  $n$ , мы получаемъ

$$c' = v + \frac{c}{n} \left(1 - \frac{v}{cn}\right) = \frac{c}{n} + \frac{n^2 - 1}{n^2} v,$$

т. е. формулу (10) Френеля.\*

Переходимъ къ не менѣе поразительному учению о массѣ и объ энергій. Вспомнимъ, что существуютъ два способа опредѣленія массы, и что соответственно отличаются *массу инертную* и *массу вѣсомую*. Первая проявляется, когда тѣло движется и, подъ вліяніемъ силы, приобретаетъ ускореніе, т. е. измѣненіе скорости. Чѣмъ больше масса тѣла, тѣмъ больше должна быть сила, вызывающая заданное ускореніе, или тѣмъ меньшее это тѣло получаетъ ускореніе подъ вліяніемъ заданной силы. Вѣсомая же масса тѣла измѣряется тѣмъ давленіемъ, которое это тѣло производитъ, когда оно въ состояніи покоя подвержено силѣ всемірнаго тяготѣнія, напр., силѣ тяжести, дѣйствующей на поверхности земли. Вѣсомая масса различныхъ тѣлъ пропорціональна ихъ инертной массѣ. Если, повтому, принять за единицы, какъ инертной, такъ и вѣсомой массы, инертную и вѣсомую массу одного и того же тѣла (грамма), то очевидно для всѣхъ тѣлъ инертная масса и вѣсомая масса будутъ имѣть одинаковыя численныя значенія. Ихъ можно обозначать одинаковой буквой и считать, хотя и не по существу, тождественными. Такъ всегда и поступаютъ.

Мы не имѣемъ возможности рассмотреть здѣсь тѣ измѣненія, которыя принципъ относительности вводитъ въ три закона движенія, которые лежатъ въ основѣ механики Ньютона. Мы должны ограничиться обзоромъ нѣкоторыхъ выводовъ, относящихся къ понятіямъ о массѣ и объ энергій.

Пусть  $m_0$  инертная масса тѣла, покоящагося въ системѣ  $S'$ , т. е. та масса, которую замѣчаетъ наблюдатель  $A'$ , принадлежащій той же системѣ  $S'$ . Наблюдатель  $A$  системы  $S$ , для котораго это тѣло представляется движущимся со скоростью  $v$ , замѣчаетъ другую инертную массу  $m$ , которая больше массы  $m_0$ . Это можно выразить словами: *движущееся тѣло обладаетъ большею инертною массою, чѣмъ тѣло покоящееся*, причемъ, однако, слѣдуетъ помнить, что эти двѣ массы одного и того же тѣла опредѣляются различными наблюдателями, принадлежащими различными системамъ. Разность массъ  $m$  и  $m_0$  обозначимъ черезъ  $\mu$ , т. е. положимъ

$$\mu = m - m_0 \dots \dots (11)$$

Когда скорость  $v$  мала сравнительно со

скоростью  $c$  свѣта, то разность  $\mu$  между  $m$  и  $m_0$  ничтожно мала. Но при громадныхъ  $v$  эта разность дѣлается большою, а въ предѣлѣ, при  $v = c$ , оказывается, что *инертная масса величина безконечно большая*, т. е. никакими силами уже нельзя измѣнить скорости такого тѣла по величинѣ, или по направленію.

Изъ элементарной физики извѣстно, что *энергія движущагося тѣла*, иногда называемая живою силою, равна  $\frac{1}{2} mv^2$ , т. е. полупроизведенію массы на квадратъ скорости.

Принципъ относительности приводитъ къ заключенію, что энергія движущагося тѣла можетъ быть принята равною этой величинѣ только въ томъ случаѣ, когда  $v$  весьма мало сравнительно съ  $c$ . Точное выраженіе, вѣрное для всякой скорости, имѣетъ болѣе сложный видъ, который мы здѣсь не выписываемъ (см. ниже вставку). Обозначимъ энергію движущагося тѣла буквою  $\eta$ . Весьма любопытно, что при  $v = c$  мы получаемъ для энергіи движенія  $\eta$  безконечно большую величину, т. е. такую, которая, по старому ученію, должна получиться только при безконечно большой скорости  $v$ . Здѣсь особенно ярко выступаетъ предѣльный характеръ скорости  $c$ ; тѣло, движущееся со скоростью  $c$ , обладаетъ безконечно большимъ запасомъ энергіи, т. е. работоспособности. Отсюда слѣдуетъ, что *необходимо затратить безконечно большую работу, чтобы довести тѣло до скорости  $c$* . Такая предѣльная скорость неосуществима.

Теперь мы можемъ выяснитъ одинъ изъ самыхъ поразительныхъ выводовъ принципа относительности. Мы видѣли, что масса  $m_0$  тѣла, покоящагося въ одной системѣ, увеличивается для другой системы на нѣкоторую величину  $\mu$ , зависящую отъ относительной скорости  $v$  обѣихъ системъ. *Въ то же время* это тѣло, не обладающее въ первой системѣ никакою энергіей движенія (живою силой), имѣетъ во второй системѣ энергію движенія, которую мы обозначили буквою  $\eta$ . Принципъ относительности приводитъ къ поразительной связи между приобретенной массой  $\mu$  и приобретенной энергіей  $\eta$ , а именно *увеличеніе  $\mu$  массы равняется возникшей энергіи движенія, дѣленной на квадратъ скорости свѣта*, т. е. на  $c^2 = c \times c$  (число  $c$ , помноженное само на себя). Въ видѣ формулы мы пишемъ

$$\left[ \mu = \frac{\eta}{c^2} \right] \quad (12)$$

Формула (11) даетъ

$$m = m_0 + \frac{\gamma_1}{c^2} \quad (13)$$

Это выраженіе показываетъ, что увеличеніе  $m$  массы (при переходѣ отъ покоя къ движенію) является слѣдствіемъ возникновенія энергіи  $\gamma_1$ , иначе говоря, мы должны заключить, что *сама кинетическая энергія  $\gamma_1$  движенія обладаетъ нѣкоторою инертною массою  $\mu$ , которая численно равна этой энергіи, дѣленной на огромное число  $c \times c$* . Это одна изъ самыхъ смѣлыхъ мыслей, когда либо возникавшихъ, но мы на ней не останавливаемся, но идемъ еще гораздо дальше

*Во первыхъ, мы знаемъ, что всѣ формы энергіи могутъ переходить одна въ другую. Нельзя же допустить, что только одна энергія движенія обладаетъ инертною массою, которая возникаетъ, когда эта энергія образуется изъ другихъ формъ энергіи (напр., изъ теплоты), и безслѣдно исчезаетъ, когда энергія движенія превращается въ другія формы энергіи (напр., при ударѣ, въ энергію тепловую). Поэтому мы заключаемъ, что всякая форма энергіи обладаетъ инертною массою, определяемой формулой (12). Такъ, напр., теплота и свѣтъ обладаютъ инертною массою!*

Формула (12) показываетъ, что инертная масса энергіи чрезвычайно мала, такъ какъ  $c^2$  весьма большое число, и мы не можемъ убѣдиться въ ея существованіи непосредственными измѣреніями. Но мы должны заключить, что *инертная масса тѣла зависитъ отъ его температуры; съ повышеніемъ температуры увеличивается запасъ тепловой энергіи тѣла, а слѣд. и его инертная масса.*

Когда система тѣлъ выдѣляетъ теплоту, его масса уменьшается. Когда 2 грамма водорода соединяются съ 16 граммами кислорода, то должны были бы образоваться 18 граммовъ воды. Но при химической реакціи соединенія выдѣляется большое количество теплоты, и по формулѣ (12) легко вычислить, что получается не 18 граммовъ воды, но меньше на 3,2 миллионныхъ миллиграмма. *Законъ постоянства массъ при химическихъ реакціяхъ оказывается не точнымъ!*

*Во вторыхъ, мы дѣлаемъ еще одинъ смѣлый шагъ. Если всякая энергія  $\gamma_1$  обладаетъ инертной массою  $\mu = \gamma_1 : c^2$ , то естественно заключить, что масса и энергія вообще эквивалентны другъ другу, и что слѣд. всякая покоящаяся масса  $m_0$  то-*

*ждественна съ колоссальнымъ запасомъ  $\Sigma$  энергіи, гдѣ*

$$\Sigma = m_0 c^2 \quad (14)$$

Эта энергія почти вся остается въ тѣлѣ при температурѣ абсолютнаго нуля ( $-273^\circ$  Ц.), при которой, какъ надо полагать, всѣ другія формы энергіи (напр., тепловая и химическая) уже исчезли. Вся *ощущимая* и *измѣримая* энергія, которую тѣло еще можетъ обладать при иныхъ, произвольныхъ физическихъ условіяхъ и при наиболѣе быстрыхъ осуществимыхъ движеніяхъ, ничтожно мала сравнительно съ энергіей, которая остается въ немъ при  $-273^\circ$  Ц., и которую Планкъ называетъ *скрытою энергіей* (latente Energie). Онъ полагаетъ, что теплота, которая непрерывно выдѣляется при распадѣ атомовъ *радиоактивныхъ тѣлъ* и есть эта скрытая энергія, и что *мы имѣемъ здѣсь дѣло съ фактически превращеніемъ матеріи въ теплоту*. Планкъ вычисляетъ, что 224 грамма радія теряютъ въ теченіи одного года 0,012 миллиграмма, которые превратились въ тепловую энергію.

Въ связи съ предыдущимъ находится еще одинъ удивительный результатъ: *температура тѣла въ системѣ, относительно которой оно движется, ниже, чѣмъ въ тѣлѣ, относительно которой оно покоится.*

Мы указали на то, что энергія обладаетъ инертною массою; является любопытный вопросъ: *обладаетъ ли она и въ своею массою, т. е. обладаетъ ли энергія (напр. теплота, свѣтъ и т. д.) въ своею?* Эйнштейнъ недавно (1907 и 1911) изслѣдовалъ и этотъ вопросъ и пришелъ, между прочимъ, къ слѣдующимъ двумъ результатамъ:

1. *Энергія обладаетъ не только инертною, но и въ своею массою, которая также выражается формулою  $\mu = \gamma : c^2$ .*
2. *Лучъ свѣта претерпѣваетъ подъ вліяніемъ силы всемірнаго тяготѣнія нѣкоторое отклоненіе отъ своего прямолинейнаго пути.* Когда лучъ, исходящій, напр., отъ какой либо звѣзды, проходитъ мимо поверхности солнца, то его направленіе мѣняется на уголъ, равный  $0,83''$ . Такой уголъ могъ бы быть измѣренъ, если наблюдать положеніе звѣзды, находящейся при полномъ солнечномъ затменіи близъ края солнца.

\*Принципъ относительности приводитъ къ результату, что масса  $m_0$ , покоящаяся въ системѣ  $S'$  оказывается въ системѣ  $S$  равною

$$m = \frac{m_0}{\beta} \quad (15)$$

гдѣ  $\beta$  имѣеть то же значеніе, какъ и прежде (см. выше). Отсюда слѣдуетъ, что разность

$$\mu = m - m_0 = m_0 \left( \frac{1}{\beta} - 1 \right). \quad (16)$$

Для кинетической энергіи  $\eta$  получается выраженіе

$$\eta = m_0 c^2 \left( \frac{1}{\beta} - 1 \right). \quad (17)$$

Приближенно выводится отсюда

$$\eta = \frac{1}{2} m_0 v^2 \left\{ 1 + \frac{3}{4} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right\} \quad (18)$$

Мы видимъ, что обычное выраженіе кинетической энергіи представляетъ лишь первое приближеніе, относящееся къ случаю, когда  $v$  весьма мало сравнительно съ  $c$ ; при большихъ  $v$  энергія можетъ быть гораздо больше  $\frac{1}{2} m v^2$ , а при  $v=c$ , когда  $\beta=0$ , она дѣлается безконечно большою. Сравнивая (16) и (17), мы видимъ, что  $\mu = \eta : c^2$ , откуда и получаются всѣ изложенныя выше слѣдствія.

Когда тѣло движется, то его масса  $m$ , а потому *весь запасъ  $\Sigma$  его энергіи равенъ*

$$\Sigma = m c^2 = \frac{m_0 c^2}{\beta} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

Отсюда

$$\Sigma = m_0 c^2 \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \dots \right\},$$

или

$$\Sigma = m_0 c^2 + \frac{1}{2} m_0 v^2 + \frac{3}{8} m_0 \frac{v^4}{c^2} + \dots$$

Эта формула и выражаетъ то, что выше было сказано о величинѣ  $\frac{1}{2} m_0 v^2$ .

Если тѣло обладаетъ въ системѣ  $S$  абсолютную

температуру  $T$ , то въ системѣ  $S'$  ея абсолютная температура  $T'$ , опредѣляется формулою

$$T' = T \beta = T \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. *$$

**Заключеніе.** На предыдущихъ страницахъ мы старались разъяснить общій характеръ, основы и нѣкоторыя слѣдствія новаго принципа относительности, который привлекъ къ себѣ вниманіе всѣхъ, занимающихся физикой. Картина современнаго положенія этого жгучаго вопроса была бы, однако, неполною, если бы мы не указали, въ заключеніе, на разногласія, существующія между учеными по вопросу о значеніи принципа относительности и о физической реальности его выводовъ. Многіе ученые считаютъ новое ученіе окончательнымъ, установленнымъ, не вызывающимъ никакихъ сомнѣній, и навсегда включеннымъ въ сокровищницу науки. Но не малое число ученыхъ относится къ нему скептически и даже безусловно отрицательно. Строго говоря, всѣ ученые, не отрицающіе существованія эфира, не могутъ *полностью* стоять на почвѣ принципа относительности. Слѣдуетъ, однако, не забывать, что этотъ принципъ даетъ выходъ изъ того страннаго положенія, въ которомъ очутилась наука, благодаря отрицательнымъ результатамъ опытовъ, о которыхъ мы упомянули на предыдущихъ страницахъ. Другого выхода, пока не найдено.

Отъ будущаго слѣдуетъ ожидать рѣшенія спорныхъ вопросовъ и окончательнаго выясненія *физическаго* значенія принципа относительности.

## Поль съ точки зрѣнія современной біологіи.

Проф. Б. Ф. Вериго.

### II. Явленія оплодотворенія.

Въ предыдущемъ очеркѣ, изучая положеніе полового размноженія среди различныхъ другихъ видовъ размноженія животныхъ и растений, мы пришли къ выводу, что для разгадки тайны пола необходимо предварительно разъяснить, что такое представляетъ собою оплодотвореніе.

Въ томъ же очеркѣ мною были уже сообщены нѣкоторыя фактическія данныя, касающіяся оплодотворенія. А именно, мы уже знаемъ, что какъ яйцо, такъ и сперматозоидъ суть клѣточные элементы, отличающіеся другъ отъ друга тѣмъ, что сперма-

тозоидъ, по крайней мѣрѣ принимающая участіе въ оплодотвореніи его головка, состоитъ почти исключительно изъ одного ядра, тогда какъ въ яйцѣ имѣется, кромѣ ядра, еще огромное количество протоплазмы. Далѣе, мы знаемъ, что главнымъ видимымъ нами при оплодотвореніи явленіемъ должно быть признано сліяніе ядра сперматозоида съ ядромъ яйца и проистекающее отсюда образование одного ядра оплодотворенной яйцевой клѣтки. Наконецъ, мы знаемъ также, что вслѣдъ за сліяніемъ обоихъ ядеръ происходитъ длинный рядъ дѣленій яйцевой

кѣтки, что и ведетъ къ продолжающемуся теперь непрерывно развитію сначала зародыша, а затѣмъ и взрослога организма.

Уже изъ этихъ фактовъ, получаемыхъ нами при самомъ поверхностномъ изученіи процесса оплодотворенія, непосредственно слѣдуетъ, что тутъ какая-то особенная роль должна принадлежать кѣточнымъ ядрамъ. Поэтому намъ необходимо предварительно ознакомиться съ тѣмъ, что намъ извѣстно въ настоящее время по отношенію къ ядрамъ.

При разсматриваніи подъ микроскопомъ ядеръ любыхъ кѣтокъ въ живомъ ихъ состояніи мы обыкновенно не замѣчаемъ въ нихъ никакой сколько нибудь опредѣленной структуры. Поэтому въ теченіе долгаго времени допускали, что кѣточное ядро представляетъ собою простой пузырекъ, наполненный какой-то жидкостью. Но мало-помалу, по мѣрѣ выработки все болѣе и болѣе точныхъ методовъ изслѣдованія, обнаружилось, что ядро имѣетъ на самомъ дѣлѣ сложное строеніе. Въ дѣлѣ выясненія этого строенія огромныя услуги оказало примѣненіе къ микроскопическимъ препаратамъ различныхъ красокъ. При этомъ прежде всего обнаружилось, что ядро имѣетъ какое-то особенное сродство къ нѣкоторымъ краскамъ, которыя впитываются веществомъ ядра въ большомъ количествѣ и сообщаютъ ему интенсивное окрашиваніе, вслѣдствіе чего на микроскопическихъ препаратахъ ядро становится видимымъ съ поразительной ясностью. Это показываетъ, что въ ядрѣ имѣются какія-то особенныя вещества, обладающія способностью соединяться съ опредѣленными красками. Такого рода краски, которыя впитываются въ вещество ядра, получили названіе *ядерныхъ красокъ*, а тѣ вещества въ ядрѣ, которыя способны соединяться съ этими красками, получили общее названіе *хроматина*.

При обычныхъ условіяхъ жизни кѣтки окрашиваніе ядра оказывается неравномернымъ, что и выражаютъ обыкновенно, говоря, что хроматинъ распределѣется въ ядрѣ неравномернымъ образомъ. Кѣточное ядро при этомъ имѣетъ видъ въ родѣ того, который представленъ схематически на рисункѣ 1. Основываясь на такихъ микроскопическихъ картинахъ, представляющихъ въ общемъ очень сложными и спутанными, мы не имѣли бы ни малѣйшей возможности составить себѣ сколько нибудь опредѣленное представленіе о строеніи ядра, тѣмъ болѣе, что видимыя нами картины въ ядрахъ различныхъ кѣтокъ сплошь да рядомъ бываютъ весьма разнообразны. Однако оказа-

лось, что въ жизни кѣтокъ существуютъ извѣстные періоды, въ теченіе которыхъ строеніе ядра приобретаетъ вполне опредѣленный и чрезвычайно характерный видъ. Этими періодами являются періоды кѣточного дѣленія.

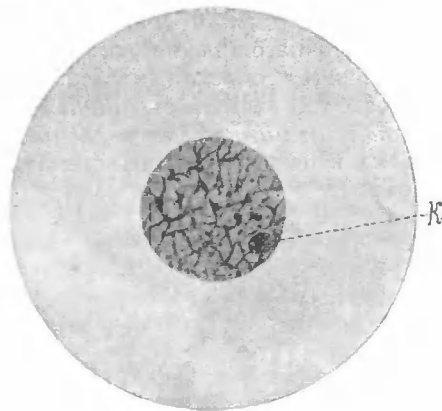


Рис. 1.

Когда кѣтка готовится къ дѣленію, ея ядро подвергается рѣзкимъ измѣненіямъ, которыя завершаются тѣмъ, что въ немъ окрашивающееся вещество, т. е. хроматинъ, собирается въ опредѣленное число простыхъ на видъ палочковидныхъ тѣлецъ въ родѣ того, какъ это схематически изображаетъ рисунокъ 2. Эти тѣльца получили названіе *хромозомъ*.

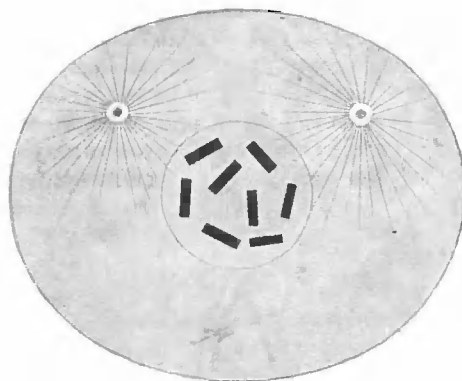


Рис. 2.

Эти хромозомы, будучи сначала распределены въ ядрѣ кѣтки болѣе или менѣе неправильнымъ образомъ, устанавливаются затѣмъ такъ, что всѣ онѣ оказываются расположенными въ одной плоскости, проходящей приблизительно по срединѣ кѣтки и раздѣляющей ее на двѣ равныя части (одновременно съ такимъ измѣненіемъ ядра

происходит также рядъ измѣненій въ протоплазмѣ, обнаруживающихся въ видѣ появленія ясно замѣтныхъ на нашемъ рисункѣ лучистыхъ фигуръ, но мы эти измѣненія, поскольку они для насъ не имѣютъ существеннаго значенія, оставимъ совершенно въ сторонѣ). Эту плоскость называютъ обыкновенно *экваторіальной плоскостью*, а ту стадію клѣточного дѣленія, когда хромозомы распределяются описаннымъ образомъ въ этой плоскости, называютъ *стадіей экваторіальной пластинки*. Такое распределение хромозомъ и поясняетъ нашъ схематическій рисунокъ 3.

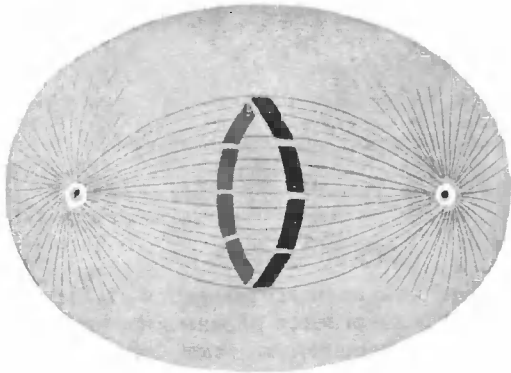


Рис. 3.

Вслѣдъ за описанной установкой хромозомъ мы замѣчаемъ въ нихъ чрезвычайно характерныя измѣненія. А именно, каждая изъ хромозомъ, имѣвшая до сихъ поръ видъ короткой толстой палочки, расщепляется по всей своей длинѣ на двѣ палочки, лежащія еще совместно въ экваторіальной плоскости клѣтки, но уже ясно отдѣленныя одна отъ другой тонкой прослойкой неокрашеннаго вещества, какъ это намъ и по-

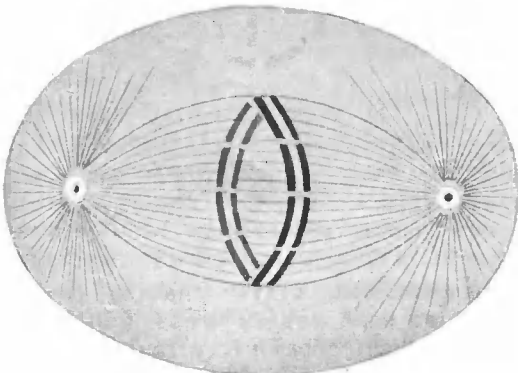


Рис. 4.

казываетъ схематическій рисунокъ 4. Такимъ образомъ теперь число хромозомъ въ

ядрѣ представляется удвоеннымъ по сравненію съ тѣмъ ихъ числомъ, какое мы находили на предыдущей стадіи.

Какъ только произошло такое удвоеніе числа хромозомъ, мы замѣчаемъ ихъ передвиженіе въ обѣ стороны отъ экваторіальной плоскости клѣтки, совершающееся такимъ образомъ, что изъ каждой двухъ хромозомъ, образовавшихся въ результатѣ раздѣленія одной первоначальной хромозомы, одна движется въ одну, а другая въ другую сторону по направленію къ соответствующимъ полюсамъ клѣтки. Въ результатѣ получается въ клѣткѣ, какъ это намъ показываетъ рисунокъ 5, двѣ самостоятельныя группы хромозомъ, составленныя изъ такого же числа хромозомъ, какое было въ ядрѣ первоначальной клѣтки. Одновременно съ этимъ на клѣткѣ, въ экваторіальной ея

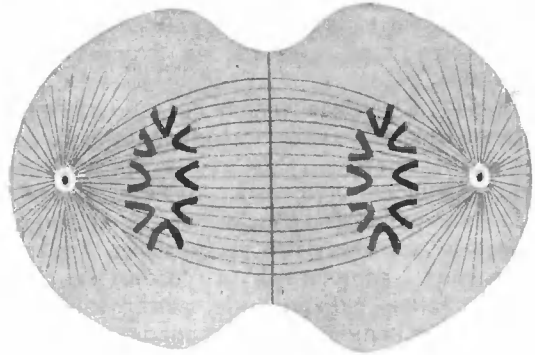


Рис. 5.

плоскости, мы видимъ появленіе перетяжки. Вдоль этой перетяжки и происходитъ раздѣленіе клѣточной протоплазмы на двѣ равныя части, изъ которыхъ каждая окружаетъ находящуюся въ ней группу хромозомъ.

Вслѣдъ за этимъ въ обѣихъ группахъ хромозомъ мы замѣчаемъ рядъ чрезвычайно характерныхъ измѣненій. Отдѣльныя хромозомы теряютъ свое правильное расположеніе, собираются въ одно мѣсто ближе къ центру ядра, постепенно удлиняются, утончаются, вѣтвятся и спутываются другъ съ другомъ. Въ результатѣ различіе отдѣльныхъ хромозомъ становится уже невозможнымъ, и ядра возникшихъ описаннымъ образомъ обѣихъ дочернихъ клѣтокъ приобретаютъ видъ, соответствующій вполне тому, что у насъ было изображено на рисунокѣ 1.

Мы знаемъ, что при развитіи организма изъ оплодотворенной яйцевой клѣтки происходятъ многократныя клѣточные дѣленія, въ результатѣ которыхъ изъ одной единственной яйцевой клѣтки могутъ возникать



милліарды клѣтокъ, какъ это мы видимъ при зародышевомъ развитіи сколько нибудь крупныхъ животныхъ. Оказывается, что всѣ наблюдаемыя нами при этомъ клѣточные дѣленія протекаютъ совершенно одинаковымъ образомъ, а именно такъ, какъ это было описано выше. При этомъ особенно замѣчательнымъ является то, что всякій разъ, когда какая либо клѣтка даннаго организма начинаетъ дѣлиться, мы въ ядрѣ ея находимъ всегда одно и то же число хромозомъ, точно соотвѣтствующее тому, какое находилось въ оплодотворенной яйцевой клѣткѣ, давшей организму начало. Это число хромозомъ, будучи такимъ образомъ совершенно постояннымъ для всѣхъ клѣтокъ даннаго организма, у различныхъ организмовъ бываетъ до нельзя различнымъ. Въ организмахъ различныхъ животныхъ и растений оно колеблется въ предѣлахъ между 2-мя и нѣсколькими сотнями. Впрочемъ число хромозомъ, соотвѣтствующее 100 и болѣе, встрѣчается сравнительно рѣдко. Въ организмѣ человѣка оно равняется, повидимому, 24-емъ (я говорю: повидимому, такъ какъ вслѣдствіе сравнительно небольшой величины клѣтокъ въ организмѣ человѣка точное сосчитываніе хромозомъ очень затруднительно).

Въ виду постоянства числа хромозомъ въ организмѣ каждаго вида животныхъ и растений трудно допустить, что каждая хромосома является лишь совершенно случайнымъ сочетаніемъ тѣхъ частичекъ хроматиноваго вещества, которыя распредѣлялись безъ всякаго порядка въ ядрѣ клѣтокъ внѣ періода ихъ дѣленія. Наоборотъ, является весьма вѣроятнымъ, что въ каждой хромозомѣ мы имѣемъ дѣло съ совершенно определеннымъ индивидуумомъ. И дѣйствительно, большинство біологовъ допускаетъ въ настоящее время, что каждая хромосома не образуется лишь въ то время, когда наступаетъ клѣточное дѣленіе, а существуетъ въ ядрѣ непрерывно въ качествѣ отдѣльнаго индивидуума, не смѣшивающагося съ другими одновременно съ нимъ въ ядрѣ находящимися хромозомами. При этомъ то обстоятельство, что въ теченіе всего періода жизни клѣтки, когда въ ней не замѣчается признаковъ дѣленія, мы въ ея ядрѣ не въ состояніи замѣтить ничего, что указывало бы на существованіе въ немъ отдѣльныхъ хромозомъ, истолковывается біологами слѣдующимъ образомъ. А именно, біологи допускаютъ, что хромозомы въ спокойномъ ядрѣ вытягиваются въ длину, вѣтвятся болѣе или менѣе сложнымъ образомъ, неравно-

мѣрно распредѣляютъ въ себѣ способное окрашиваться вещество и въ такомъ видѣ, перепутываясь одна съ другой, становятся для насъ неузнаваемыми, по крайней мѣрѣ при нашихъ современныхъ методахъ изслѣдованія. Лишь при наступленіи процесса клѣточного дѣленія, когда хромозомы концентрируются въ одно мѣсто свое вещество, онѣ опять становятся ясно видимыми и легко различимыми одна отъ другой.

Въ пользу такого допущенія индивидуальности хромозомъ существуютъ, кромѣ постоянства ихъ числа въ клѣткахъ даннаго вида, еще и другія весьма серьезныя доказательства. Укажу на одно изъ нихъ.

На нашихъ приведенныхъ выше схематическихъ рисункахъ я, ради избѣжанія особенныхъ усложненій, изобразилъ случай, когда въ клѣткахъ имѣется сравнительно незначительное число хромозомъ, а именно: 8. вмѣстѣ съ тѣмъ я допустилъ еще одно упрощеніе, состоящее въ томъ, что я всѣ хромозомы представилъ приблизительно одинаковыми какъ по величинѣ, такъ и по формѣ. Дѣйствительно, такіе случаи, когда микроскопъ не открываетъ намъ никакихъ замѣтныхъ различій между отдѣльными хромозомами, встрѣчаются очень часто. Но часто наблюдаются и такіе случаи, когда отдѣльные хромозомы обнаруживаютъ болѣе или менѣе рѣзкія различія, на примѣръ, въ родѣ тѣхъ, какія мы видимъ на рисункѣ 6.



Рис. 6.

На этомъ рисункѣ изображены хромозомы ядра одного насѣкомаго. Мы тутъ ясно видимъ, что какъ форма, такъ и величина отдѣльныхъ хромозомъ представляется до нельзя различными. И вотъ въ такихъ случаяхъ мы замѣчаемъ, что всѣ эти различія между отдѣльными хромозомами являются строго постоянными, повторяясь неизмѣнно каждый разъ при всякомъ клѣточномъ дѣленіи. Мало того. Въ такихъ случаяхъ мы находимъ, что и въ оплодотворенной яйцевой клѣткѣ находятся хромозомы точно такого же характера.

Допустивъ на основаніи всѣхъ приведенныхъ данныхъ, что каждая ядерная хромосома представляетъ собою совершенно самостоятельный индивидуумъ, перетерпѣвающий въ теченіе жизни клѣтки различныя измѣненія въ зависимости отъ своей способности

измѣнять и усложнять до неузнаваемости свою форму, мы вмѣстѣ съ тѣмъ должны признать, что этотъ индивидуумъ обладаетъ самостоятельной способностью къ росту и размноженію. Дѣйствительно, весь процессъ клѣточного дѣленія, поскольку онъ касается хромозомъ, мы можемъ, на основаніи даннаго выше описанія, естественнѣе всего представить себѣ слѣдующимъ образомъ.

Каждая хромосома въ молодой только что образовавшейся клѣткѣ мало-по-малу, подъ вліяніемъ процессовъ ассимиляціи, увеличивается количество находящагося въ ней вещества, растеть и въ тотъ моментъ, когда количество вещества въ ней удваивается, расщепляется на двѣ новыя хромозомы, которыя, поступая въ ядра двухъ новыхъ молодыхъ клѣтокъ, продѣлываютъ тамъ дальше тотъ же самый процессъ столько разъ, сколько происходитъ послѣдовательныхъ клѣточныхъ дѣленій. Другими словами, *хромозомы, которыя мы находимъ въ любой клѣткѣ организма, суть прямыя потомки тѣхъ хромозомъ, которыя существовали уже въ оплодотворенной яйцевой клѣткѣ.*

И такъ, изученіе клѣточныхъ ядеръ привело насъ къ признанію того, что ядра состоятъ изъ совокупности особенныхъ индивидуумовъ, такъ называемыхъ *хромозомъ*, сохраняющихъ внутри ядра свою самостоятельность въ теченіе всей жизни клѣтки. Попытаемся теперь примѣнить эти свѣдѣнія къ изученію явленій оплодотворенія, существенная сторона котораго, какъ мы знаемъ, состоитъ во взаимномъ сліяніи ядеръ яйцевой клѣтки и сперматозоида.

Сравнивая процессъ оплодотворенія въ томъ самомъ общемъ его видѣ, въ какомъ мы успѣли съ нимъ ознакомиться до сихъ поръ, съ процессомъ клѣточного дѣленія, мы видимъ, что процессъ оплодотворенія является до нѣкоторой степени противоположнымъ акту клѣточного дѣленія: въ то время какъ при клѣточномъ дѣленіи ядро материнской клѣтки раздѣляется на два дочернихъ ядра, при оплодотвореніи, наоборотъ, ядра двухъ клѣтокъ (яйцевой клѣтки и сперматозоида) сливаются другъ съ другомъ.

Изъ описанія процесса клѣточного дѣленія мы знаемъ, что многочисленныя и важныя его детали удалось изучить лишь тогда, когда стали примѣнять окраску клѣтокъ. Отсюда мы имѣемъ полное право ожидать, что примѣненіе окраски должно дать не мало новыхъ и интересныхъ результатовъ

и при изученіи деталей явленій оплодотворенія. Это ожиданіе оправдалось на дѣлѣ.

А именно оказалось, что въ то время, когда сперматозоидъ проникъ уже внутрь яйцевой клѣтки, мы отчетливо видимъ какъ въ отцовскомъ ядрѣ (ядрѣ сперматозоида), такъ и въ ядрѣ материнскомъ (ядрѣ яйцевой клѣтки) совершенно обособленныя хромозомы. Сосчитывая число этихъ хромозомъ, мы наталкиваемся на фактъ, который уже сразу долженъ быть признанъ имѣющимъ очень важное значеніе. Этотъ фактъ, поясняемый рисункомъ 7, состоитъ въ томъ,

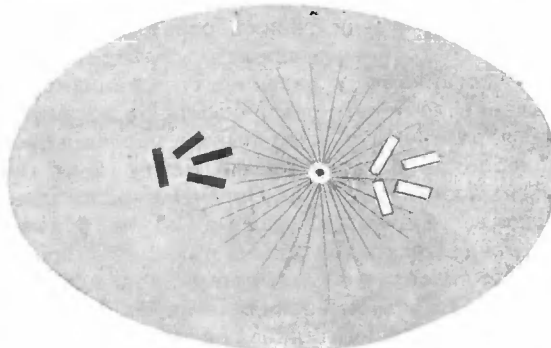


Рис. 7.

что число хромозомъ какъ въ отцовскомъ, такъ и въ материнскомъ ядрѣ оказывается равнымъ какъ разъ половинѣ того ихъ числа, которое является характернымъ для всѣхъ клѣтокъ даннаго организма. Такъ, на нашемъ рисункѣ, изображающемъ яйцевую клѣтку организма, для котораго число хромозомъ въ ядрахъ всѣхъ клѣтокъ его тѣла равняется 8, мы видимъ, что какъ материнское, такъ и отцовское ядро содержатъ въ себѣ всего лишь по четыре хромозомы (вслѣдствіе огромной величины протоплазматической массы яйцевой клѣтки, я изображаю на этомъ и на послѣдующихъ рисункахъ лишь часть этой клѣтки, содержащую въ себѣ оба ядра). При этомъ ради наглядности отцовскія хромозомы изображены въ видѣ бѣлыхъ, а материнскія въ видѣ черныхъ фигуръ.

Уже по поводу этого рисунка я долженъ сдѣлать одно важное замѣчаніе.

А именно, я обращаю вниманіе читателя на то, что хромозомы, которыя мы находимъ въ отцовскомъ ядрѣ, и хромозомы материнскаго ядра по своей величинѣ точно соотвѣтствуютъ другъ другу. Принимая во вниманіе, что до наступленія оплодотворенія ядро сперматозоида имѣетъ значительно меньшую видимую величину, чѣмъ ядро яйцевой клѣтки, мы должны придти къ выводу,

что эта разница зависит исключительно отъ значительной конденсаціи вещества въ ядрѣ сперматозоида и что на самомъ дѣлѣ *отцовское и материнское ядра, по числу и по величинѣ находящихся въ нихъ хромозомъ, совершенно равноцѣнны другъ другу.*

То обстоятельство, что отцовское и материнское ядра содержатъ въ себѣ лишь половину того числа хромозомъ, которое содержатъ въ себѣ ядра всѣхъ клѣтокъ даннаго организма, показываетъ намъ, что ядра *яйцевой клѣтки и сперматозоида являются, по отношенію къ числу заключающихся въ нихъ хромозомъ, не цѣльными, а половинными ядрами.*

Огромное значеніе этого факта выясняется съ особенной наглядностью изъ дальнѣйшихъ наблюденій надъ процессомъ оплодотворенія. А именно, оказалось, что отцовское и материнское ядра, когда они, соединяясь другъ съ другомъ, образуютъ одно ядро оплодотворенной яйцевой клѣтки, соединяются на самомъ дѣлѣ такъ, что хромозомы каждаго ядра сохраняютъ полную свою самостоятельность, какъ это намъ и поясняетъ схематическій рисунокъ 8. Другими

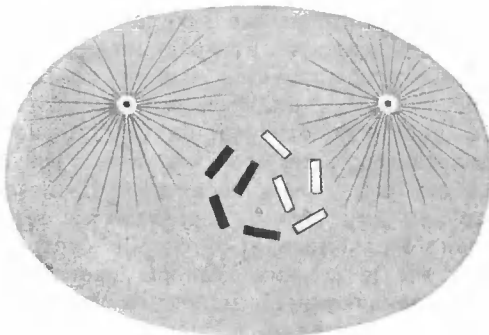


Рис. 8.

словами, *хромозомы отцовскаго ядра не обнаруживаютъ ни малѣйшей тенденціи къ слянію съ хромозомами материнскаго ядра, но тѣ и другія просто ложатся во вновь образовавшемся ядрѣ оплодотворенной яйцевой клѣтки рядомъ другъ съ другомъ.* Такимъ образомъ ядро оплодотворенной яйцевой клѣтки содержитъ въ себѣ уже совершенно нормальное для даннаго организма число хромозомъ, т. е. въ данномъ случаѣ 8. Отсюда слѣдуетъ, что *въ то время какъ яйцевая клѣтка и сперматозоидъ являются клѣтками лишь съ половинными ядрами, оплодотворенное яйцо оказывается уже полной клѣткой.*

Непосредственно послѣ образованія полнаго ядра оплодотворенной яйцевой клѣтки мы замѣчаемъ наступленіе въ ней акта клѣточного дѣленія.

Мы видимъ, что хромозомы устанавливаются по отношенію другъ къ другу такъ, какъ онѣ устанавливаются обыкновенно въ той стадіи клѣточного дѣленія, которая намъ извѣстна подъ названіемъ *экваторіальной пластинки*, что и изображено на рисунокѣ 9. Затѣмъ каждая изъ имѣющихся

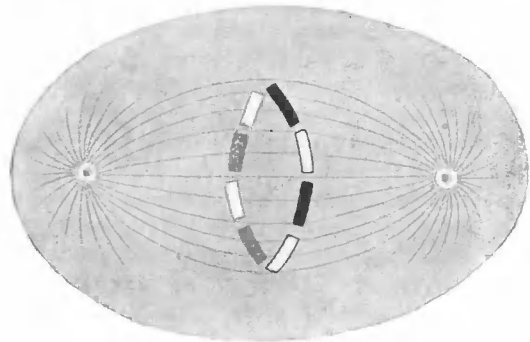


Рис. 9.

на лицо хромозомъ, т. е. каждая отцовская и каждая материнская хромозома, расщепляется вдоль на двѣ новыя хромозомы, вслѣдствіе чего и образуется 8 паръ хромозомъ (рис. 10). Изъ каждой пары образовавшихся такимъ образомъ хромозомъ одна хромозома движется въ одну, а другая въ

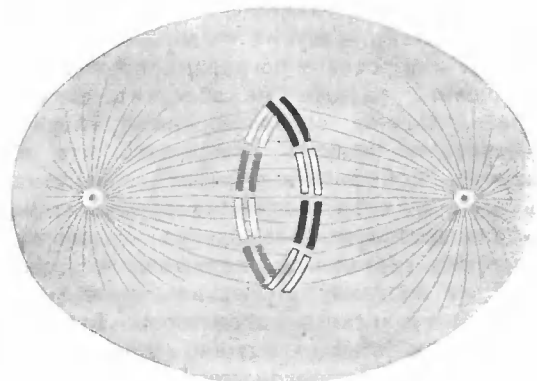


Рис. 10.

другую сторону, образуя этимъ два новыя дочернихъ ядра (рис. 11). Однимъ словомъ, дѣленіе протекаетъ тутъ точно такимъ же образомъ, какъ оно протекаетъ при дѣленіи любой клѣтки даннаго организма.

Описанное первое послѣ оплодотворенія дѣленіе яйцевой клѣтки представляетъ намъ

уже первую стадію зародышевого развитія, такъ какъ вскорѣ послѣ перваго дѣленія, раздѣлившаго яйцо на двѣ клѣтки, происходитъ второе, затѣмъ третье и многочисленный рядъ дальнѣйшихъ дѣленій, въ результатѣ которыхъ и происходитъ постепенное образование сначала зародыша, а затѣмъ взрослого организма.

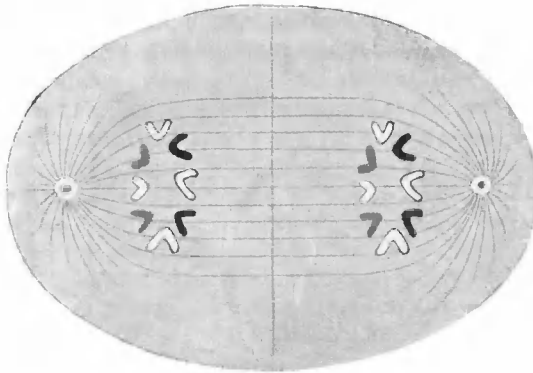


Рис. 11.

На нашихъ схематическихъ рисункахъ, поясняющихъ первое дѣленіе оплодотворенной яйцевой клѣтки, мы видимъ, что хромозомы ядеръ дочернихъ клѣтокъ являются, подобно хромозомамъ оплодотворенной яйцевой клѣтки, на половину хромозомами, происшедшими отъ дѣленія отцовскихъ (бѣлыя хромозомы) и на половину хромозомами, происшедшими отъ дѣленія материнскихъ хромозомъ (черныя хромозомы). Такъ какъ всѣ дальнѣйшія дѣленія этихъ первыхъ двухъ клѣтокъ, ведущія къ образованію зародыша и взрослого организма, протекаютъ совершенно такимъ же образомъ, какъ и первое дѣленіе оплодотворенной яйцевой клѣтки, мы можемъ утверждать, что въ каждомъ клѣточномъ элементѣ организма, въ теченіе всѣхъ стадій его жизни, мы имѣемъ всегда дѣло съ ядромъ, составленнымъ изъ хромозомъ, являющихся потомками на половину отцовскихъ и на половину материнскихъ хромозомъ. Другими словами, *организмъ каждого животного и растенія, происшедшаго изъ оплодотворенной яйцевой клѣтки, во всѣхъ частяхъ своего тѣла представляетъ, по отношенію къ устройству ядеръ всѣхъ составляющихъ его клѣтокъ, двойственнымъ, поскольку ядерныя хромозомы всюду являются потомками на половину отцовскихъ и на половину материнскихъ хромозомъ.* Хотя въ настоящее время насъ интересуютъ лишь вопросы, имѣющіе то

или иное отношеніе къ тайнѣ пола, я тѣмъ не менѣ воспользуюсь случаемъ, чтобы упомянуть, что такая двойственность хромозомъ во всѣхъ клѣткахъ организма даетъ намъ важныя указанія по отношенію къ явленіямъ наслѣдственности. А именно, мы получаемъ тутъ до нѣкоторой степени возможность понять, почему въ организмѣ потомковъ мы встрѣчаемся обыкновенно съ признаками, переданными по наслѣдству отъ обоихъ родителей.

Изложенные факты ставятъ передъ нами настоятельно требующій разрѣшенія вопросъ, какимъ образомъ происходитъ то, что въ яйцевыхъ клѣткахъ (неоплодотворенныхъ) и сперматозоидахъ находится лишь половинное число хромозомъ по сравненію съ ихъ числомъ во всѣхъ остальныхъ клѣткахъ даннаго организма.

Нѣтъ сомнѣнія, что половыя клѣтки, подобно всѣмъ другимъ клѣткамъ организма, суть болѣе или менѣе отдаленные потомки той оплодотворенной яйцевой клѣтки, изъ которой возникъ организмъ въ результатѣ своего зародышевого развитія. Мы знаемъ, что всѣ клѣточные дѣленія, изъ которыхъ слагается зародышевое развитіе, протекаютъ, какъ правило, такимъ образомъ, что дочернія клѣтки содержатъ въ своихъ ядрахъ точно такое же число хромозомъ, какое содержалось и въ материнскихъ клѣткахъ. Отсюда слѣдуетъ, что при возникновеніи половыхъ клѣтокъ должны происходить какія то отступленія отъ процесса типическаго клѣточного дѣленія, въ результатѣ которыхъ число хромозомъ, заключающихся въ ихъ ядрахъ, уменьшается вдвое. Желая ознакомиться съ этими отступленіями, мы и должны теперь прослѣдить, какъ развиваются въ молодомъ организмѣ его яйцевыя клѣтки и сперматозоиды. Для этого мы и должны, очевидно, направить наши изслѣдованія на тѣ органы, въ которыхъ они развиваются, т. е. на *яичники* у самокъ и на *мужскія половыя железы* у самцовъ.

Въ виду важности вопроса такими изслѣдованіями занимались многочисленные биологи, трудами которыхъ вопросъ о развитіи яйцевыхъ клѣтокъ и сперматозоидовъ представляется въ настоящее время выясненнымъ, по крайней мѣрѣ въ своихъ основныхъ чертахъ. Установленные изслѣдованіями детали протекающихъ тутъ процессовъ представляются однако столь сложными, что сколько нибудь точное изложеніе ихъ въ популярной статьѣ является въ высшей степени затруднительнымъ. Вслѣд-

ствіе этого мнѣ и придется при дальнѣйшемъ изложеніи прибѣгать къ такимъ упрощеннымъ схемамъ, въ которыхъ я сохранию лишь тѣ детали, которыя имѣютъ непосредственное отношеніе къ занимающимъ насъ въ настоящее время вопросамъ. Съ этой необходимой оговоркой я и приступаю къ дальнѣйшему изложенію.

Изучая развитіе половыхъ органовъ у животныхъ, не достигшихъ еще половой зрѣлости, и слѣдя за происходящими въ нихъ процессами клѣточныхъ дѣлений, мы легко убѣждаемся, что всѣ ихъ клѣтки содержатъ въ своихъ ядрахъ нормальное свойственное данному организму число хромозомъ. Это нормальное число хромозомъ сохраняется въ нихъ и въ то время, когда, по мѣрѣ приближенія половой зрѣлости, мы наблюдаемъ какъ въ яичникахъ, такъ и въ мужскихъ половыхъ железахъ, наступленіе чрезвычайно энергично протекающихъ процессовъ клѣточного дѣленія. Въ результатѣ этихъ процессовъ возникаетъ въ половыхъ железахъ, какъ мужскихъ,

питанія. Это увеличеніе въ концѣ концовъ достигаетъ прямо-таки колоссальныхъ размѣровъ и обусловливается главнымъ образомъ тѣмъ, что въ протоплазмѣ оогоніи скопляется огромное количество мертваго питательнаго матеріала. Нѣкоторое увеличеніе размѣровъ мы наблюдаемъ и въ сперматогоніяхъ, но это увеличеніе сравнительно весьма незначительно.

Выросшія описаннымъ образомъ оогоніи и сперматогоніи продѣлываютъ затѣмъ дальнѣйшій процессъ развитія, который собственно и получилъ названіе процесса созрѣванія. Существенная сторона этого процесса созрѣванія состоитъ въ слѣдующемъ.

Оогоніи и сперматогоніи обнаруживаютъ ясные признаки подготовленія къ дѣленію. Въ ихъ ядрахъ становятся видимыми отдѣльныя хромозомы въ томъ числѣ, которое является нормальнымъ для данного организма, т. е. въ томъ случаѣ, который намъ всюду служилъ для поясненія описываемыхъ явленій, въ числѣ 8-ми. Но эти восемь хромозомъ оказываются теперь размѣщен-

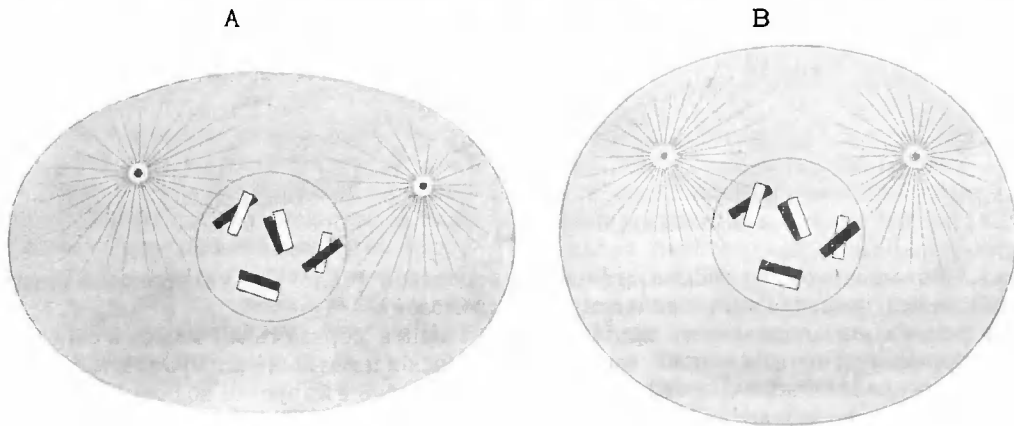


Рис. 12.

такъ и женскихъ, значительное число клѣтокъ, которыя вскорѣ предназначены стать готовыми или, какъ обыкновенно говорятъ, *зрѣлыми* яйцевыми клѣтками и сперматозоидами.

Клѣтки, которыя предназначены стать яйцевыми клѣтками, получили названіе *оогоній*, тогда какъ клѣтки, изъ которыхъ произойдутъ сперматозоиды, называются *сперматогоніями*. Съ самаго начала оогоніи и сперматогоніи не отличаются ничѣмъ существеннымъ ни другъ отъ друга, ни отъ остальныхъ клѣтокъ тѣла животнаго. Но затѣмъ мы видимъ, что оогоніи начинаютъ сильно увеличиваться въ объемѣ, очевидно, подъ вліяніемъ усиленія процессовъ ихъ

ними въ ядрѣ своеобразнымъ образомъ, какъ это намъ и показываетъ рисунокъ 12, на которомъ изображены оогонія (подъ буквой А) и сперматогонія (подъ буквой В) въ тотъ моментъ, когда въ ихъ ядрахъ стали видны хромозомы. Въ виду того, что оогонія, вслѣдствіе колоссальной величины ея протоплазматической массы, не можетъ быть изображена цѣликомъ на рисункѣ, я изображаю лишь ту ея часть, въ которой находится ея ядро, и въ знакъ неполнаго ея изображенія не обвожу ея рѣзкимъ контуромъ.

Мы видимъ, что въ нашихъ дѣлящихся оогоніи и сперматогоніи имѣется нормальное число, т. е. 8 хромозомъ, но эти хромозомы расположены не беспорядочнымъ образомъ,

какъ мы это наблюдаемъ въ обыкновенныхъ подготовляющихся къ дѣленію клѣткахъ, а группируются отчетливымъ образомъ въ видѣ четырехъ паръ.

На слѣдующей затѣмъ стадіи мы видимъ, что хромозомы, входящія въ составъ каждой пары, сливаются другъ съ другомъ, такъ что теперь вмѣсто 8-ми хромозомъ нормальной величины мы находимъ въ клѣткахъ всего лишь 4, но зато большія (двойныя) хромозомы. Эти двойныя хромозомы и устанавливаются теперь въ клѣткахъ такъ, какъ обыкновенно устанавливаются хромозомы въ той стадіи дѣленія, которая извѣстна намъ подъ названіемъ *экваторіальной пластинки*, что у насъ и изображено на рисункѣ 13.

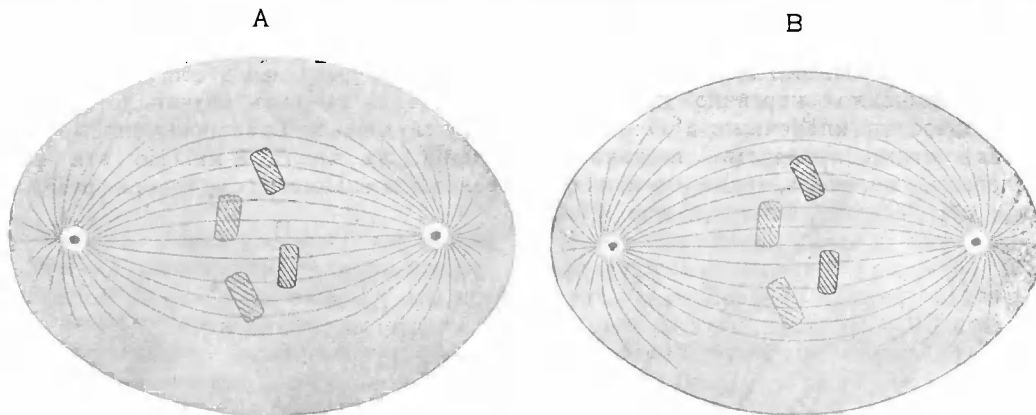


Рис. 13.

Итакъ, въ оогоніяхъ и сперматогоніяхъ мы наблюдаемъ своеобразный процессъ попарнаго слиянія находящихся въ ядрѣ хромозомъ, уменьшающей ихъ число вдвое по сравненію съ нормальнымъ ихъ числомъ. Вслѣдствіе этого *каждую изъ находимыхъ нами въ оогоніи и сперматогоніи четырехъ хромозомъ мы должны считать равнозначной не одной обычной, а двумъ обычнымъ слившимся между собою хромозомамъ.*

Эту стадію явленій созрѣванія яйцевыхъ клѣтокъ и сперматозоидовъ, на которой происходитъ подобное попарное слияніе хромозомъ, называютъ обыкновенно *стадіей синансиса*.

Въ поясненіе къ нашимъ схематическимъ рисункамъ 12 и 13 я долженъ прибавить еще слѣдующее.

Мы уже знаемъ на основаніи предыдущаго, что въ каждой клѣткѣ организма половина всѣхъ хромозомъ имѣетъ отцовское и половина материнское происхожденіе. Соответственно этому мы на нашемъ рисункѣ 12 и нарисовали четыре хромозомы въ видѣ

черныхъ (материнскія хромозомы) и четыре въ видѣ бѣлыхъ палочекъ (отцовскія хромозомы). При этомъ въ основу построенія нашей схемы мы положили допускаемое большинствомъ біологовъ предположеніе, что изъ установившихся попарно и впоследствии сливающихся другъ съ другомъ хромозомъ одна является материнской, а другая отцовской (въ пользу такого допущенія въ настоящее время можетъ быть приведенъ рядъ доказательствъ, на которыхъ я здѣсь однако не могу останавливаться). Это же самое предположеніе положено и въ основу нашего рисунка 13, на которомъ каждая изъ большихъ (двойныхъ) хромозомъ представлена заштрихованной, что и должно условно показывать на ея образованіе изъ слиянія

отцовской (бѣлой) и материнской (черной) хромозомы.

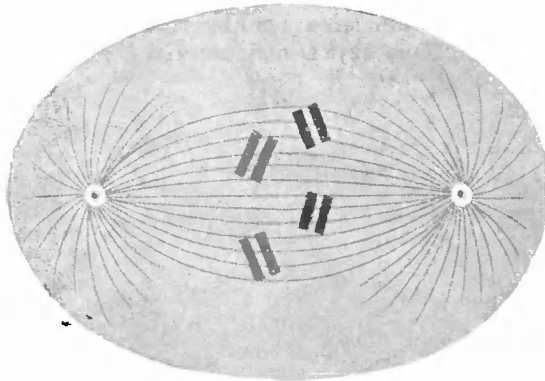
Такимъ образомъ мы можемъ сказать, что отцовскія и материнскія хромозомы, не соединяясь другъ съ другомъ во время акта оплодотворенія и сохраняя затѣмъ во всѣхъ клѣткахъ возникшаго изъ оплодотвореннаго яйца организма полную самостоятельность, соединяются наконецъ тѣснымъ образомъ въ созрѣвающихъ яйцевыхъ клѣткахъ и сперматозоидахъ, въ результатѣ чего и должно конечно произойти интимное перемѣшиваніе ихъ вещества.

Описанное слияніе хромозомъ въ стадіи синансиса длится лишь короткое время. А именно, какъ только двойныя хромозомы размѣстились въ клѣткѣ въ видѣ изображенной на рисункѣ 13 экваторіальной пластинки, какъ сейчасъ же мы замѣчаемъ наступленіе ихъ разъединенія, которое проявляется такъ, какъ это изображено у насъ на рисункѣ 14: каждая двойная хромозома расщепляется вдоль на двѣ простыя хромозомы. Опять въ оогоніи и сперматогоніи мы имѣемъ



по 8 хромозомъ, но теперь нельзя уже признавать ихъ отцовскими или материнскими хромозомами, такъ какъ стадія синапсиса должна была придать имъ смѣшанный характеръ. Вслѣдствіе этого я и изображаю всѣ хромозомы въ каждой изъ клѣтокъ одинаковымъ образомъ, черными въ оогоніи, чтобы указать на то, что изъ нихъ произойдутъ хромозомы яйцевой клѣтки, и бѣлыми въ сперматогоніи, поскольку изъ нихъ возникнутъ хромозомы сперматозоида.

А



В

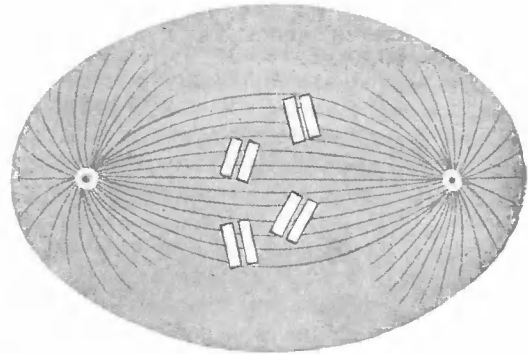


Рис. 14.

Теперь наступаетъ дальнѣйшая стадія дѣленія, которая и изображена на рисункѣ 15. Мы видимъ, что разъединившіяся хромозомы расходятся, причемъ изъ каждой пары одна хромозома идетъ въ одну, а другая въ другую сторону. Въ результатъ получаются два дочернихъ ядра, изъ которыхъ каждое содержитъ въ себѣ, по сравненію съ обычными клѣтками, лишь половинное число (четыре) хромозомы. Одновременно съ такимъ дѣленіемъ ядеръ происходитъ и дѣленіе протоплазмы. Въ сравнительно небольшой сперматогоніи дѣленіе протоплазмы происходитъ совершенно нормальнымъ образомъ (В на нашемъ рисункѣ), и въ результатъ мы получаемъ двѣ клѣтки совершенно одинаковой величины. Но въ огромной оогоніи (А на нашемъ рисункѣ) происходитъ, вмѣсто обычнаго раздѣленія всей протоплазмы клѣтки на двѣ равныя части, обособленіе нѣкотораго количества протоплазмы вокругъ одного изъ дочернихъ ядеръ, вслѣдствіе чего образуется клѣтка, по величинѣ своей приблизительно соответствующая клѣткамъ, полученнымъ при дѣленіи сперматогоніи. Эта клѣтка получила названіе *полярнаго тѣльца*. Она выталкивается изъ огромной оогоніи вонъ и не принимаетъ никакого дальнѣйшаго участія

въ одну, а другая въ другую дочернюю клѣтку, такъ что дочернія клѣтки оказываются содержащими въ себѣ точно такое же число хромозомъ, какое содержалось и въ клѣткѣ материнской. При описанномъ же нами дѣленіи собственно раздѣленія хромозомъ не произошло, а произошло лишь распредѣленіе наличнаго ихъ числа между двумя дочерними клѣтками, изъ которыхъ каждая оказалась такимъ образомъ содержащей въ себѣ лишь половину того числа хромозомъ, какое содержала въ себѣ материнская клѣтка. Другими словами, *существеннымъ въ описанномъ процессѣ дѣленія оогоній и сперматогоній является редукція, т. е. уменьшеніе вдвое числа ихъ ядерныхъ хромозомъ*. Вслѣдствіе этого и самый процессъ дѣленія получилъ названіе *редукціоннаго дѣленія*.

Констатированіемъ этого процесса мы, очевидно, уже даемъ отвѣтъ на поставленный нами вопросъ, какимъ образомъ достигается то, что въ половыхъ клѣткахъ число хромозомъ оказывается уменьшеннымъ вдвое по сравненію съ ихъ нормальнымъ числомъ въ остальныхъ клѣткахъ организма.

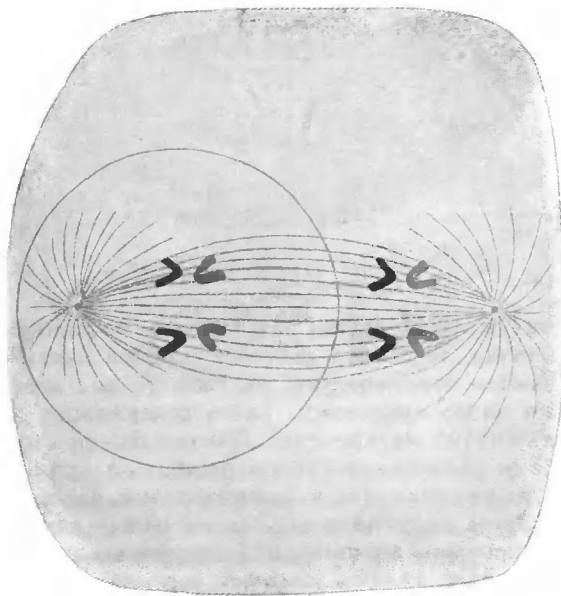
Этимъ редукціоннымъ дѣленіемъ еще не заканчивается процессъ созрѣванія яйцевыхъ клѣтокъ и сперматозоидовъ. Для до-

вершения этого созрѣванія происходитъ еще одно дѣленіе возникшихъ клѣтокъ, но уже дѣленіе, происходящее совершенно обычнымъ образомъ. Послѣ такого дѣленія мы имѣемъ уже передъ собою совершенно зрѣлыя яйцевыя клѣтки и сперматозоиды, способные непосредственно принять участіе въ актѣ оплодотворенія.

До сихъ поръ я говорилъ исключительно о возникновеніи половыхъ клѣтокъ въ тѣлѣ животныхъ. Но всѣ существующія въ настоящее время ботаническія изслѣдованія показываютъ яснымъ образомъ, что и въ растительномъ царствѣ процессъ созрѣванія мужскихъ и женскихъ половыхъ эле-

конъюгаціи обмѣнъ ядрами происходитъ лишь послѣ того, какъ ядро каждой изъ соединяющихся между собою инфузорій подраздѣлилось на два половинныхъ ядра, причемъ половина ядра одной инфузоріи переходитъ въ тѣло другой. Другими словами, и здѣсь ядра, сливающіяся другъ съ другомъ при конъюгаціи, являются не полными, а лишь половинными ядрами, возникшими въ результатѣ процесса, весьма напоминающаго описанное нами выше редуціонное дѣленіе, такъ что полныя ядра завершившихъ свою конъюгацію особей образуются лишь какъ послѣдствіе соединенія между собою двухъ половинныхъ ядеръ.

А



В

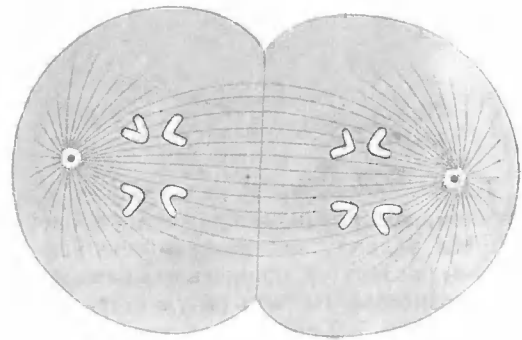


Рис. 15.

ментовъ совершается такимъ же самымъ образомъ, т.-е. всюду для образованія половыхъ элементовъ выступаетъ на сцену своеобразное редуціонное дѣленіе, въ результатѣ котораго число ядерныхъ хромозомъ уменьшается вдвое по сравненію съ ихъ нормальнымъ числомъ въ ядрахъ клѣтокъ даннаго организма.

Мало того, явленія сохраняютъ приблизительно такой же видъ и у одноклѣточныхъ организмовъ. Вспомнимъ въ самомъ дѣлѣ то, что было сказано нами въ первомъ нашемъ очеркѣ по поводу такъ называемой *конъюгаціи* инфузорій и было пояснено тамъ воспроизводимыми мною и тутъ рисунками 16 и 17. На этихъ рисункахъ мы видимъ, что характерный для

Таковы главнѣйшія фактическія данныя, которыя были получены биологами при тщательномъ изученіи акта оплодотворенія, равно какъ и тѣхъ процессовъ, которые ему непосредственно предшествуютъ (явленія созрѣванія половыхъ клѣтокъ).

Изъ этихъ данныхъ уже непосредственно могутъ быть сдѣланы нѣкоторые важные выводы.

Такъ, мы можемъ на основаніи ихъ сдѣлать заключеніе, что при актѣ оплодотворенія какая-то важная роль выпадаетъ на долю ядерныхъ хромозомъ. Дѣйствительно, при всѣхъ явленіяхъ, которыя мы наблюдаемъ во время оплодотворенія, равно какъ и при явленіяхъ созрѣванія яйцевыхъ клѣтокъ и сперматозоидовъ, всюду на первый

планъ выступают процессы, въ которыхъ самое ближайшее участіе принимаютъ хромозомы. При этомъ наблюдаемые нами процессы очевиднымъ образомъ направлены къ тому, чтобы обезпечить оплодотворенной яйцевой клѣткѣ то нормальное число хромозомъ, которое она затѣмъ, при послѣдующемъ своемъ развитіи, должна будетъ передать всѣмъ клѣткамъ будущаго организма.

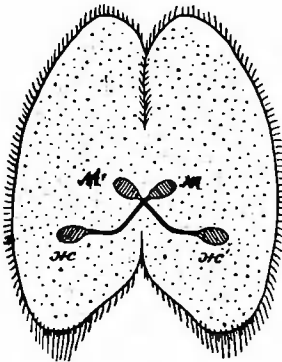


Рис. 16.

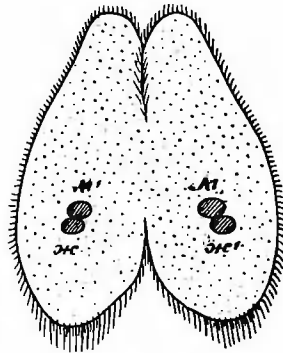


Рис. 17.

Вслѣдствіе этого поневолѣ возникаетъ у насъ мысль, что важныя функціи яйцевыхъ клѣтокъ и сперматозоидовъ сосредоточены главнымъ образомъ, если, можетъ быть, и не исключительно, въ ихъ хромозомахъ. Эта мысль встрѣчаетъ себѣ важное подтвержденіе въ томъ обстоятельстве, что головка сперматозоида, которая одна принимаетъ матеріальное участіе въ актѣ оплодотворенія, состоитъ почти исключительно изъ ядра, а ядро состоитъ почти исключительно, а во всякомъ случаѣ главнымъ образомъ изъ хромозомъ.

Какова же главная функція яйцевыхъ клѣтокъ и сперматозоидовъ?

Нѣтъ сомнѣнія, что этой главной функціей является образованіе оплодотворенной яйцевой клѣтки, обладающей способностью воспроизвести затѣмъ полностью новый организмъ, подобный тѣмъ, отъ которыхъ были получены яйцевая клѣтка и сперматозоидъ. Для того чтобы оплодотворенная яйцевая клѣтка могла получить эту способность, представляется необходимымъ присутствіе въ ней какого-то намъ неизвѣстнаго носителя неизвѣстной намъ таинственной силы, дѣятельностью которой и обуславливается весь процессъ зародышеваго развитія. Придадимъ, по примѣру большинства биологовъ, этому неизвѣстному намъ носителю силы, который, конечно, долженъ быть представляемъ въ видѣ тѣхъ

ПРИРОДА, НОЯБРЬ 1912 Г.

или иныхъ матеріальныхъ составныхъ частей оплодотворенной яйцевой клѣтки, получившее обширное примѣненіе въ современной биологіи названіе *идіоплазмы*. Тогда мы должны будемъ сказать, что наступленіе и весь ходъ зародышеваго развитія находится въ непосредственной зависимости отъ дѣятельности идіоплазмы оплодотворенной яйцевой клѣтки. вмѣстѣ съ тѣмъ мы должны будемъ сказать также, что идіоплазма оплодотворенной яйцевой клѣтки представляетъ собою ничто иное, какъ сумму идіоплазмъ неоплодотвореннаго яйца и оплодотворившаго его сперматозоида. Принимая же во вниманіе выяснившееся выше огромное значеніе хромозомъ для процесса оплодотворенія, мы можемъ легко заподозрить, что эти хромозомы и представляютъ собою по крайней мѣрѣ главное, а можетъ быть и единственное мѣстопробываніе идіоплазмы.

Наблюденія надъ развитіемъ зародыша и взрослого организма изъ оплодотворенной яйцевой клѣтки показываютъ намъ, что изъ оплодотворенной яйцевой клѣтки каждаго даннаго вида животнаго или растенія способно развиваться лишь животное или растеніе того же самаго вида со всѣми мельчайшими, для него характерными признаками. Мы можемъ выразить это, сказавъ, что въ идіоплазмѣ оплодотвореннаго яйца находятся въ невидимой для насъ формѣ зачатки всѣхъ признаковъ, которые впоследствии, при окончаніи процесса развитія, окажутся присутствующими у развивающагося организма.

Въ чемъ состоятъ эти зачатки или, какъ ихъ теперь часто называютъ, *гены*, мы этого до сихъ поръ совершенно не знаемъ. На этотъ счетъ существуютъ лишь болѣе или менѣ произвольныя гипотезы, которыя не имѣютъ особеннаго значенія для основной темы нашего очерка и на которыхъ поэтому я и не стану тутъ останавливаться. Ограничимся лишь утверженіемъ, что въ идіоплазмѣ яйца, подвергшагося оплодотворенію, имѣются въ наличности зачатки или гены всѣхъ признаковъ будущаго организма.

Введя въ кругъ нашихъ разсужденій это представленіе о зачаткахъ или генахъ, мы можемъ сказать, что въ идіоплазмѣ оплодотворенной яйцевой клѣтки мы имѣемъ передъ собою сумму тѣхъ зачатковъ, которые находились раньше въ неоплодотворенномъ яйцѣ и въ сперматозоидѣ. При этомъ самый процессъ оплодотворенія мы можемъ разсматривать, какъ процессъ соединенія въ одно мѣсто этихъ зачатковъ.

Передъ нами теперь выдвигается вопросъ, чѣмъ же отличаются другъ отъ друга зачатки, находящіяся въ идиоплазмѣ неоплодотвореннаго яйца, и оплодотворяющаго его сперматозоида?

Если бы мы имѣли возможность отвѣтить опредѣленнымъ образомъ на этотъ вопросъ, то мы тѣмъ самымъ подошли бы уже довольно близко къ выясненію загадки пола. Въдѣ несомнѣнно, что существованіе половъ опредѣляется необходимостью соединить вмѣстѣ находящіяся въ идиоплазмѣ половыхъ клѣтокъ зачатки такъ, чтобы въ результатѣ этого соединенія могъ возникнуть новый организмъ. Если бы мы знали, какіе за-

чатки вырабатываются индивидуумами каждаго пола, то мы отсюда съ большой долей вѣроятности могли бы сдѣлать заключеніе и о тѣхъ различіяхъ, которыя существуютъ между полами.

Въ настоящее время мы имѣемъ въ распоряженіи цѣлый рядъ разнообразныхъ данныхъ, которыя позволяютъ намъ составить болѣе или менѣе опредѣленное представленіе объ отношеніяхъ, существующихъ между зачатками или генами въ идиолазмѣ мужскихъ и женскихъ половыхъ клѣтокъ.

Изложенію этихъ данныхъ мы и посвятимъ слѣдующій очеркъ.

---

## Душа и матерія.

Прив.-доц. А. И. Ющенко.

Вопросъ о взаимоотношеніи между духомъ и матеріей уже давно вышелъ за предѣлы умозрительной философіи и разрѣшается нынѣ наряду съ другими основными проблемами біологіи и естествознанія.

Исторія культуры учитъ, что непосредственно воспринимаящій природу человекъ сливается съ ней, надѣляя матеріальные предметы и физическія явленія внѣшняго міра тѣми же свойствами, какими обладаетъ и самъ, и наоборотъ. Душа для такихъ людей является также матеріальной, вродѣ воздуха, пара, дуновения, пламени, теплоты и т. п. Подобныя же воззрѣнія мы встрѣтимъ и у нѣкоторыхъ древнихъ философовъ. Такъ, напримѣръ, греческіе философы — Фалесъ, жившій за 6 вѣковъ до нашей эры, считалъ основой всего сущаго воду, а нѣсколько позже — Анаксименъ — воздухъ. По ученію Анаксимена изъ воздуха образуется все сущее и затѣмъ все и переходитъ въ воздухъ. Вдыхая воздухъ, человекъ вбираетъ въ себя частицу вселенной, дающей ему и силу и жизнь. Противоположное ученіе о душѣ, какъ о сущности нематеріальной, наиболѣе опредѣленно было выражено Платономъ. Христіанская философія окончательно противопоставила матеріальное духовному, подчинивъ первое послѣднему, и съ тѣхъ поръ вопросъ о взаимоотношеніи матеріи и души вызывалъ разногласія не только философовъ-метафизиковъ, но и психологовъ и натуралистовъ.

Прежде, чѣмъ приступить къ предмету

сегодняшней бесѣды, нужно условиться относительно нѣкоторыхъ, относящихся сюда, общихъ понятій. Сначала опредѣлимъ нашу гносеологическую точку зрѣнія на міръ. Она наиболѣе соотвѣтствуетъ критическому реализму. На языкѣ философовъ это значитъ вотъ что: ученіе, называемое гносеологическимъ идеализмомъ, утверждаетъ, что безусловно существуетъ только наше сознание, а матеріальныя явленія внѣшняго міра сводятся къ представленіямъ о нихъ, составляющимъ нашу душевную жизнь. Реалистическая точка зрѣнія, въ противоположность идеалистической, кромѣ нашего сознанія признаетъ еще и объективное существованіе внѣшняго міра. Если реализмъ допускаетъ, что внѣшній міръ таковъ на самомъ дѣлѣ, какимъ онъ вступаетъ въ наше сознание, то такой реализмъ называется наивнымъ. Вамъ, конечно, не нужно объяснять, что мы познаемъ окружающее не такимъ, какъ оно есть на самомъ дѣлѣ, что солнце существуетъ такимъ, какъ оно намъ кажется, пока его видитъ глазъ. Внѣ нашего глаза солнца нѣтъ. Всѣ дивныя цвѣта окружающаго міра суть только отраженія различной длины свѣтовыхъ волнъ, всѣ самые чарующіе звуки суть только различныя движенія воздушныхъ волнъ и т. д. Словомъ, мы признаемъ, что кромѣ нашего сознанія существуетъ внѣ его еще нѣчто, но это нѣчто воспринимается нами инымъ, чѣмъ оно есть. Такая реалистическая точка зрѣнія, или такой реализмъ, является продуктомъ критическаго разсмотрѣнія и потому назы-

вается критическимъ реализмомъ.

Далѣе, необходимо условиться, что мы будемъ понимать подъ именемъ психики или психическихъ процессовъ. Это спорный вопросъ. Въ то время, какъ одни психическимъ называютъ только сознательное, другіе сливаютъ психическое то съ нервными процессами, то съ процессами жизни вообще, а третьи склонны приписывать психизмъ даже неорганическимъ процессамъ. Въ нашей бесѣдѣ мы будемъ пока считать критеріемъ психическаго—сознательность. Всѣ наши ощущенія, представленія и чувствованія мы знаемъ постольку, поскольку онѣ доходятъ до нашего сознанія. Далѣе, мы считаемъ твердо установленнымъ, что физико-химическіе процессы являются непосредственнымъ источникомъ психики. Съ другой стороны, и психическіе процессы черезъ посредство центробѣжныхъ нервовъ могутъ вліять на матеріальные процессы, какъ внѣшняго міра, такъ и нашего тѣла. Несомнѣнно, огромное значеніе для психической организаціи наследственности, затѣмъ, вообще, состояніе организма, его питаніе и т. п.

Чтобы подойти еще ближе къ предмету нашей бесѣды, вспомнимъ на слѣдующемъ примѣрѣ нѣкоторыя психофизиологическія данныя: задумавшись, вы идете по саду и натываетесь на розовый кустъ. Получивъ нѣсколько уколовъ въ руку, и увидѣвъ много цвѣтовъ на кустѣ, вы останавливаетесь и срываете цвѣтокъ или отталкиваете кустъ и идете дальше. Въ указанномъ примѣрѣ произошелъ рядъ очень сложныхъ явленій. Съ одной стороны, рядъ внѣшнихъ, физическихъ процессовъ, доступныхъ и объективному наблюденію, а съ другой стороны, рядъ внутреннихъ, психическихъ явленій, воспринятыхъ только вами субъективно. Начнемъ съ физическаго ряда. Находящійся внѣ васъ матеріальный предметъ—кустъ, произвелъ физическое раздраженіе двухъ воспринимающихъ органовъ—глаза и кожи; получилось физическое же нервное возбужденіе въ зрительныхъ и кожныхъ чувствительныхъ нервахъ. Это возбужденіе передалось на нѣкоторыя опредѣленныя группы клѣтокъ мозговой коры, а оттуда—другимъ группамъ, достигло клѣтокъ, дающихъ начало центробѣжнымъ нервамъ, вызвало возбужденіе этихъ послѣднихъ и по нимъ передалось мускульнымъ группамъ, причѣмъ произошелъ рядъ координированныхъ, сложныхъ сокращеній мускуловъ, или цѣлесообразныхъ дѣйствій. Вы имѣете передъ собою замкнутый физическій рядъ:

внѣшній предметъ, раздраженіе чувствительныхъ нервовъ воспринимающихъ аппаратовъ, нервное возбужденіе въ корѣ мозга, возбужденіе двигательныхъ нервовъ и мышечныя сокращенія. Но съ того момента, какъ возбужденіе достигло до чувствительныхъ клѣтокъ мозговой коры, параллельно съ физическимъ возбужденіемъ въ этихъ клѣткахъ появилось новое явленіе, воспринятое только вами субъективно—ощущенія. Ощущенія являются первымъ и основнымъ элементомъ психическихъ процессовъ. Съ того момента, какъ наряду съ физико-химическими процессами въ клѣткѣ, появилось субъективное ощущеніе, или элементъ психики и начинается предметъ сегодняшней нашей бесѣды. Разсмотримъ теперь въ нашемъ примѣрѣ психическое. Рядъ воспринятыхъ вами субъективныхъ зрительныхъ и кожныхъ ощущеній вызвалъ соответствующія ассоціаціи съ прежде бывшими подобными ощущеніями-представленіями, въ вашемъ сознаніи явилось понятіе о розовомъ кустѣ и розахъ, сужденіе о нихъ и, наконецъ, желаніе сорвать цвѣтокъ, закончившееся доступнымъ и объективному наблюденію цѣлесообразнымъ поступкомъ. Здѣсь передъ вами второй—психическій рядъ: ощущеніе, представленіе, ассоціативные процессы (понятіе, сужденіе, умозаключеніе) и хотѣніе. Обратите вниманіе, что физическій рядъ гораздо длиннѣе, чѣмъ соответствующій ему психическій рядъ. Психическое сопровождаетъ физическое только въ предѣлахъ процессовъ мозговой коры.

Изученіе взаимоотношенія физическаго и психическаго осложняется тѣмъ извѣстнымъ фактомъ, что въ организмѣ совершается много сложныхъ, высоко-координированныхъ и цѣлесообразныхъ актовъ, совершенно несопровождающихся психическими явленіями. Напримѣръ: при приближеніи къ глазу свѣта, зрачекъ суживается, при раздраженіи подошвы нога отдергивается и т. п. Всѣ такія цѣлесообразныя движенія называются рефлекторными и психическими явленіями не сопровождаются. Кромѣ рефлекторныхъ движеній существуютъ еще болѣе сложныя и совершенныя, такъ называемыя автоматическія движенія, дѣйствія и поступки. Эти послѣдніе ничѣмъ, кромѣ отсутствія психическаго, не отличаются отъ такъ называемыхъ волевыхъ и разумныхъ поступковъ. лягушка, у которой удалены только мозговья полушарія, стираетъ вещества, раздражающія кожу, обходить препятствія и т. п. Мы поднимаемся

и спускаемся съ лѣстницы, обыкновенно, совершенно не думая объ этомъ и т. п. При нѣкоторыхъ болѣзненныхъ состояніяхъ болыные совершаютъ самыя сложныя и цѣлесообразныя дѣйствія, не сопровождающіяся никакими психическими явленіями.

Даже въ указанномъ примѣрѣ столкновѣнія съ розовымъ кустомъ могло случиться, что человѣкъ, скажемъ, совершенно охваченный какой-либо идеей, спѣшитъ скорѣе ее выполнить. Въ такомъ состояніи онъ, и натолкнувшись на кустъ и даже оцарапавъ руку, можетъ оттолкнуть кустъ или отдернуть руку и ни одного субъективнаго ощущенія при этомъ не получить и никогда не знать, что онъ коснулся куста и совершилъ цѣлесообразное дѣйствіе. Однимъ словомъ, чувствительные нервы могутъ получать возбужденія, посылать ихъ къ центру, оттуда возбужденія могутъ передаваться черезъ двигательные нервы на мышечныя группы, могутъ происходить сложныя дѣйствія и все это не сопровождается ни однимъ сознательнымъ ощущеніемъ.

Указанные и многіе другіе подобныя факты служатъ для нѣкоторыхъ авторовъ основаніемъ или совершенно отрицать объективное существованіе психическихъ процессовъ или, что бываетъ чаще, смотрѣть на психическое, какъ на случайное явленіе, ибо и безъ него въ организмѣ могутъ совершаться дѣйствія цѣлесообразныя и выгодныя для организма.

Нѣкоторые склонны именно такъ относиться къ психическимъ явленіямъ, не замѣчая того, что ихъ взглядъ нарушаетъ основныя законы біологіи, по которымъ всѣ признаки ненужныя и случайныя атрофируются. Между тѣмъ психическія явленія, по мѣрѣ усложненія животной организаціи, совершенствуются.

Благодаря именно совершенству своей психики, человѣкъ восторжествовалъ надъ существами, обладающими болѣе низкой психической организаціей, и такъ властно распоряжается матеріальными предметами и многими физическими явленіями окружающей природы.

Никто не осмѣлится упрекнуть въ склонности къ метафизикѣ знаменитаго физиолога Дюбоа-Раймона, а онъ между прочимъ говоритъ: „на неизвѣстной для насъ стадіи развитія жизни на землѣ выступаетъ что-то новое, прежде неслышанное и подобно сущности матеріи и движенія непостижимое. Это непостижимое есть сознание... Съ первымъ возбужденіемъ удовольствія или неудовольствія, которое ощутило наипро-

стѣйшее существо на землѣ, съ первымъ воспріятіемъ качества уже разверзается пропасть и міръ становится вдвойнѣ непонятнымъ“.

Надъ тѣмъ, чтобы перекинуть мостъ черезъ пропасть, разъединяющую физическое и психическое, работали и продолжаютъ работать и философы и естествоиспытатели, но существованіе по этому вопросу множества гипотезъ лучше всего доказываетъ, какъ мы еще далеки отъ окончательнаго его разрѣшенія.

Всѣ существующія и существовавшія по этому вопросу воззрѣнія можно размѣстить въ двѣ основныя группы. По первому воззрѣнію, называемому дуализмомъ (duo = два), въ мірѣ существуютъ два несоизмѣримыхъ и несравнимыхъ начала или сущности—матерія и духъ, или матеріальные процессы и психическіе. По второму воззрѣнію, называемому монизмомъ (monos = одинъ), существуетъ только одно міровое начало, одна сущность.

Всѣ разновидности монистическихъ воззрѣній можно сгруппировать въ три ученія: по первому монистическому ученію—міровая сущность едина, но проявляется въ двухъ различныхъ формахъ—матеріальной и духовной. Это будетъ психофизическій монизмъ. Если монизмъ признаетъ началомъ и сущностью вселенной только духовное, то онъ называется спиритуализмомъ и, наконецъ, тотъ монизмъ, который основой міра считаетъ матеріальные или физическіе процессы, называется матеріализмомъ.

Въ короткой бесѣдѣ мы только слегка коснемся различныхъ ученій о душѣ и матеріи. Больше всего остановимся на матеріалистическомъ и механическомъ воззрѣніи и на новѣйшемъ ученіи объ энергіи, какъ единой основѣ вселенной.

Начнемъ съ дуалистическихъ ученій, признающихъ существованіе двухъ разнородныхъ сущностей—матеріальнаго и духовнаго. Определенно формулировалъ это ученіе извѣстный философъ XVII столѣтія Декартъ. Онъ училъ, что между матеріальнымъ и духовнымъ существуетъ полное различіе и несравнимость. Основное свойство матеріальной субстанціи — протяженность, т.-е. она измѣрима и занимаетъ определенное мѣсто въ пространствѣ, но матеріальное лишено способности мыслить. Основное свойство духовной субстанціи есть мышленіе, но она непротяженна, т.-е. непространственна. Взаимоотношеніе между матеріальнымъ и духовнымъ, какъ сущностями разнородны-



ми,—невозможно. Но такъ какъ повседневная жизнь говорила о постоянномъ взаимодействіи между матеріальнымъ и духовнымъ и обратно, то послѣдователямъ ученія Декарта пришлось объяснять каждый случай взаимодействія чудеснымъ вмѣшательствомъ Бога. Я, напримѣръ, хочу двинуть рукой. Такъ какъ желаніе, явленіе духовное, не можетъ вліять на органы движенія, какъ сущность матеріальную, то и движеніе это было бы невозможно, если бы не вмѣшался Богъ. Только благодаря чудесному вмѣшательству я и могъ двинуть рукой. Другой извѣстный философъ Лейбницъ сравниваетъ душу и тѣло съ двумя ничѣмъ несоединенными часами, изъ которыхъ одни бьютъ, а другіе въ это время точно показывают пробитый часъ. Чтобы объяснить взаимодействие между матеріальнымъ и духовнымъ, Лейбницъ создалъ свою знаменитую теорію о „предустановленной гармоніи“. По этой теоріи Богъ такъ создалъ человѣка, что душа его всегда знаетъ всѣ измѣненія совершающіяся въ тѣлѣ, а тѣло всегда само дѣлаетъ то, чего желаетъ душа. Современная научная мысль, понятно, не мирится съ такими объясненіями и въ наше время даже видоизмѣненныя дуалистическія ученія уже успѣхомъ не пользуются, особенно у біологовъ.

Довольно близко къ дуализму примыкаютъ нѣкоторыя развѣтвленія психофизическаго монизма. Это ученіе носить еще названіе тождества, или, чаще въ послѣднее время, психофизическаго параллелизма. Ученіе это нужно признать самымъ распространеннымъ въ наше время. Оно допускаетъ самое широкое разнообразіе толкованій физическаго и психическаго, на немъ останавливаются нерѣдко и умозрительные метафизики, врачи и біологи.

Родоначальникомъ ученія о тождествѣ духовнаго и матеріальнаго былъ извѣстный философъ XVII столѣтія Спиноза. Онъ признавалъ несравнимость физическаго и психическаго и подчиненность ихъ различнымъ законамъ: психическое обладаетъ свойствомъ мышленія, а матеріальное.—пространственной протяженностью. Но въ то же время для Спинозы была несомнѣнна близкая связь между этими двумя сущностями. Спиноза объяснилъ это тѣмъ, что и матеріальное и духовное суть проявленія или атрибуты одной и той же субстанціи. Эта міровая сущность, единая безконечная субстанція, всемірное существо, абсолютъ, Богъ. Все же остальное суть только проявленія этой субстанціи.

Человѣческому познанію доступны два свойства или атрибута міровой субстанціи—мышленіе и протяженность, которыя тождественны, потому что онѣ свойства одной и той же субстанціи.

Тѣлесное и духовное въ человѣкѣ тождественны и являются отдѣльнымъ членомъ всеобщаго міроваго тождества между матеріальнымъ и духовнымъ. Вездѣ въ мірѣ, гдѣ есть внѣшнее, матеріальное бытіе, тамъ есть и внутреннее, духовное, потому что и формы и идеи суть атрибуты одной субстанціи. Спиноза считается родоначальникомъ пантеизма, который пользуется значительнымъ распространеніемъ и среди нашего современнаго образованнаго общества.

Близко къ Спинозѣ стоитъ одинъ изъ новѣйшихъ философовъ, имя котораго хорошо извѣстно и у насъ, это—Спенсеръ. Онъ признаетъ существованіе и взаимодействие матеріальнаго и духовнаго, но оба они суть только проявленія лежащей позади нихъ абсолютной и непознаваемой силы или реальности. Это непознаваемое есть Богъ. По Спенсеру божество можетъ и не обладать личностью, потому что понятіе личности есть понятіе человѣческое. Божеству слѣдуетъ приписать нѣчто высшее—сверхчеловѣчность. Но не будемъ уклоняться отъ предмета нашей бесѣды, перейдемъ къ основнымъ типамъ современнаго психофизическаго монизма или психофизическаго параллелизма, причѣмъ будемъ ихъ отличать опять три: эмпирической, матеріалистической и идеалистической. Эмпирической параллелизмъ довольствуется только тѣмъ, что констатируетъ опредѣленную закономѣрную связь между физическими и психическими процессами. Такъ приблизительно смотрѣлъ Фехнеръ, сдѣлавшій много для психофизиологіи въ прошломъ столѣтіи. Для Фехнера матеріальное и духовное одно и то же, но только разсматриваемое съ двухъ точекъ зрѣнія: психическое изнутри, а физическое извнѣ. Напримѣръ, наблюдатель, находящійся внутри круга, всегда видитъ поверхность вогнутой, а находящаяся внѣ того же круга поверхность представляется всегда выпуклой. При этомъ существуетъ нѣсколько взглядовъ на ближайшую зависимость между психическимъ и физическимъ. Параллелисты чаще всего останавливаются на причинной зависимости или функциональной. Признающіе причинную зависимость тѣмъ самымъ отдають какимъ-либо процессамъ преимущество. Если я, напримѣръ, утверждаю, что физическіе процессы

являются причиной психических, то, значит, я ставлю психическое въ подчиненіе физическому. Функціональная зависимость, или функціональность, выражается въ слѣдующемъ: въ математикѣ существуютъ такія равенства— $K$  (поверхность круга)  $= \pi r^2$  и такая зависимость, какъ между  $K$  и  $r$  называется функціональной. Опредѣливъ  $K$ , вы тѣмъ опредѣляете  $r$ , и наоборотъ. Если измѣняется  $r$ , вы найдете измѣненнымъ и  $K$ . На функціональной зависимости останавливаются нѣкоторые психологи, биологи и многіе психіатры.

Для насъ вліяніе психическаго на физическое и наоборотъ есть научный фактъ. Поразительныя завоеванія человѣческаго генія надъ окружающей природой, явленія гипноза и мн. др. объективные факты опредѣленно говорятъ за вліяніе психическаго на физическое. Съ другой стороны, физиологія и психіатрія обладаютъ многими несомнѣнными фактами, устанавливающими ближайшую зависимость психики даннаго субъекта отъ тѣлеснаго его состоянія. Эксперименты на животныхъ, патолого-анатомическія изслѣдованія, клиническія изслѣдованія обмѣна веществъ, вліяніе на психику различныхъ ядовъ и т. п. многіе факты говорятъ за зависимость психики отъ тѣла. Даже, останавливаясь на функціональной связи психическихъ и физическихъ процессовъ человѣческаго организма, современному психіатру нетрудно разрѣшить вопросъ, въ какую сторону направить свои изысканія—заниматься ли преимущественно психологическими и психопатологическими изслѣдованіями, или отдать предпочтеніе биологическому и физико-химическому направленію?

Такъ какъ, несмотря на значительныя успѣхи психофизиологій, познаніе душевныхъ процессовъ и до сихъ поръ еще остается удѣломъ преимущественно самонаблюденія, то нѣкоторые изъ современныхъ психіатровъ и отдають предпочтеніе экспериментальнымъ изслѣдованіямъ биологическихъ и физико-химическихъ процессовъ организма, сопровождающихся душевными расстройствами.

Тѣмъ болѣе должны такъ поступать психіатры, если они разсматриваютъ физическіе процессы, какъ причину психическихъ, и стоятъ на точкѣ зрѣнія материалистическаго параллелизма. По этому послѣднему ученію физическіе процессы находятся между собой въ причинной связи, психическое же является случайнымъ придаткомъ—эпифеноменомъ физическаго. Достаточно из-

учить одинъ физическій рядъ, чтобы объяснить всѣ жизненныя явленія и поступки человѣка.

Крайнимъ представителемъ материалистическаго параллелизма, граничащимъ уже съ чистымъ материализмомъ, можно считать очень извѣстнаго у насъ Геккеля, приписывающаго атомамъ матеріи и материальныя и духовныя свойства. Третій видъ психофизическаго параллелизма противоположенъ предыдущему, т. е. материальному и называется идеалистическимъ параллелизмомъ. Его защищаютъ нѣкоторые современные философы и психологи, между прочимъ и извѣстный психіатръ Цигенъ. Это ученіе основывается на томъ, что познаніе сущности матеріи выходитъ за предѣлы опыта и нашему непосредственному наблюденію доступны только психическіе процессы. О материальныхъ предметахъ мы имѣемъ только представленія и ощущенія, т. е. чисто психическія явленія. Нѣкоторые представители идеалистическаго параллелизма недалеко уже отъ чистаго спиритуализма, по которому начало и сущность міра есть только духъ. Матерія же и тѣло суть особыя проявленія духа, воспринимаемая сознаниемъ. Мы не будемъ подробно останавливаться на этомъ ученіи и разновидностяхъ его, какъ очень далекихъ отъ современнаго естествознанія.

Переходимъ къ слѣдующему монистическому міровоззрѣнію—къ атомистическому материализму и современному энергетизму.

Собственно, материализмъ достигъ особенно широкаго распространенія въ срединѣ прошлаго столѣтія и многіе думаютъ, что материалистическое ученіе явилось слѣдствіемъ быстраго развитія естествознанія въ XIX вѣкѣ, но это большая ошибка. Родоначальниками атомистическаго материализма были древніе греческіе философы. Напримѣръ, Демокритъ училъ, что все сущее состоитъ изъ невидимыхъ и неосязаемыхъ атомовъ, которые обладаютъ способностью къ движенію. Въ зависимости отъ формы, сочетанія и положенія атомовъ завязать особенности материальныхъ вещей. Огонь и душа также состоятъ изъ атомовъ, только болѣе гладкихъ и подвижныхъ. Мы не будемъ останавливаться на другихъ древнихъ философахъ того же направленія и прямо перейдемъ къ Ламетри, который въ половинѣ XVIII столѣтія написалъ книгу „Человѣкъ машина“, доказывающую, что душевныя способности являются материальной сущностью, потому что мышленіе есть свойство матеріи, изъ которой состоитъ и

вся вселенная. Въ концѣ того же столѣтія врачъ Кабани училъ, что какъ желудокъ перевариваетъ пищу и печень выдѣляетъ желчь, такъ мозгъ вырабатываетъ мысль.

Изъ матеріалистовъ XIX столѣтія, извѣстныхъ въ широкихъ кругахъ русскаго общества, назовемъ Фогта, Молешотта и Бюхнера.

Наиболѣе ортодоксальнымъ матеріалистомъ можно считать Фогта, который училъ, что всѣ душевныя способности суть функціи мозга. Каждый органъ животнаго организма имѣетъ особое назначеніе: назначеніе мускула — сокращаться, назначеніе печени — выдѣлять желчь, а мозга — производить мысль. Остановимся еще нѣсколько на ученіи Бюхнера, книга котораго „Сила и матерія“, вышедшая въ 1855 г., имѣла колоссальный успѣхъ и распространеніе во всей Европѣ. У насъ еще не особенно давно исповѣдываніе ученія Бюхнера считалось мѣриломъ умственнаго развитія и даже гражданской доблести. Эту именно книгу совѣтуетъ читать Базаровъ вмѣсто Пушкина въ романѣ Тургенева „Отцы и дѣти“. Прежде, чѣмъ излагать взгляды Бюхнера на матеріальное и духовное, мы должны вспомнить основы господствовавшей въ то время атомистической гипотезы о сущности матеріи. Вы всѣ съ ней знакомы. Въ мірѣ существуютъ только матерія и движеніе. Всѣ сложныя матеріальныя тѣла состоятъ изъ простыхъ или элементовъ. Эти послѣдніе, числомъ около сотни, состоятъ изъ атомовъ, которые отличаются индивидуальными и неизмѣнными качествами, занимаютъ опредѣленное мѣсто въ пространствѣ, но дальше уже неразрушимы и недѣлимы. Теплота, электричество и другія извѣстныя тогда силы или энергіи объяснялись движеніемъ матеріальныхъ атомовъ. Внѣ матеріи энергіи не существуетъ. Индивидуумы матеріи раздѣлены между собой пустотой. Далѣе, пришлось еще допустить для объясненія нѣкоторыхъ явленій, существованіе невѣсомой матеріи, наполняющей всю вселенную и названной міровымъ эфиромъ.

Стоя на только что указанной точкѣ зрѣнія на сущность міра, Бюхнеръ училъ, что и мышленіе нужно разсматривать, какъ особую форму общаго движенія матеріи и что психическое не является исключеніемъ и ничѣмъ не отличается отъ физическихъ силъ.

Подобно тому, какъ физическія силы природы превращаются одна въ другую, такъ и мысль можетъ превращаться въ другія

физическія силы. Сами матеріальные атомы не обладаютъ психическими свойствами, о которыхъ говоритъ Геккель, только сложныя соединенія ихъ могутъ сопровождаться созиданіемъ мысли. „Мысль является продуктомъ движенія матеріальныхъ частицъ“. Обмѣнъ матеріи, совершающійся въ организмъ и поддерживаемый приемами пищи, даетъ возможность нервной ткани накапливать извѣстное количество напряженной энергіи, которая всегда можетъ перейти въ движеніе. „Мысль или психическая дѣятельность есть только форма или способъ проявленія великаго движенія природы, которое поддерживаетъ вѣчное кругообращеніе силъ и обнаруживается то въ видѣ механической энергіи, то въ видѣ духовной силы. Будетъ ли обмѣнъ матеріи доставлять силы дровосѣку или ученому, мыслителю и поэту, онъ проявляется у нихъ тождественно, но въ различной формѣ, въ зависимости отъ различія органовъ“. Изъ многихъ другихъ подобныхъ ученій приведемъ еще мнѣніе извѣстнаго физиолога Ковалевскаго, который въ 1873 году опредѣленно заявилъ, что психическіе процессы, какъ и матеріальные, совершаются въ пространствѣ и во времени и что физиологія владѣетъ методами и средствами для изученія этихъ процессовъ. Физиологія и идетъ по этому пути. Мы не можемъ остановиться здѣсь на выдающихся открытіяхъ по физиологіи мозга, установившихъ нераздѣльность психическихъ процессовъ съ дѣятельностью центральной нервной системы. Успѣхи физиологіи оказали уже большое вліяніе и на психологію, создавъ въ ней новое направленіе, называемое обычно экспериментальной психофизиологіей. Современный біологъ и врачъ только и можетъ стоять на точкѣ зрѣнія объективнаго изученія всѣхъ явленій жизни помощью естественно-научныхъ методовъ изслѣдованія.

Подобными изслѣдованіями доказано, между прочимъ, что усиленная психическая дѣятельность сопровождается опредѣленными анатомическими измѣненіями въ клеткахъ коры мозга и характерными электрическими явленіями въ корѣ. Затѣмъ доказано, что повышенная психическая дѣятельность сопровождается усиленнымъ распаденіемъ нѣкоторыхъ веществъ, составляющихъ мозговую ткань, особенно — содержащихъ фосфоръ, повышеніемъ температуры мозга и т. п. Наконецъ, есть изслѣдованія, указывающія, что во время усиленной мыслительной дѣятельности нерв-

ная система является источником выдѣленія какихъ-то особыхъ лучей, которые можно обнаружить соотвѣтствующими чувствительными приборами, находящимися внѣ субъекта.

Все это факты, которые не отрицаютъ и метафизики-философы, но они говорятъ: „хорошо, мы согласны съ вами о несомнѣнной зависимости между матеріальными измѣненіями въ мозгу и психическими процессами, но въ чемъ же заключается, какъ ближе выражается эта связь?“ Понять эту связь и объяснить ее движеніемъ атомовъ рѣшительно невозможно. Даже если бы мы могли увидѣть сами атомы и изучить системы и законы ихъ движенія, мы никогда не представили бы себѣ, какъ изъ движенія матеріальныхъ частицъ могутъ появиться психическіе процессы.

Съ конца первой половины прошлаго столѣтія возникаетъ благодаря Майеру, Джоулю и Гольмгольцу ученіе объ энергіи и матеріалистическое ученіе о мірѣ, сводится, какъ я уже говорилъ, къ тому что рядомъ съ матеріей признается и объективное существованіе различныхъ энергій, которыя являются дѣйствующимъ началомъ міра, а инертная матерія носителемъ этого дѣйствующаго начала. И вотъ, мало-помалу создается ученіе, сводящее и психическіе процессы къ существованію особой энергіи. При этомъ одни авторы не высказывались болѣе опредѣленно о сущности этой энергіи и называли ее различно. Бюхнеръ, напримѣръ, ее называетъ напряженной, Бехтеревъ — то скрытой, то нервной энергіей и т. п., а другіе современные естествоиспытатели и психологи признаютъ существованіе особой психической энергіи.

Принятіемъ психической энергіи старый вопросъ объ отношеніи духа и тѣла, духовныхъ и матеріальныхъ процессовъ сводится, такимъ образомъ, на вопросъ объ отношеніи энергіи и матеріи. Дуализмъ души и матеріи замѣнился дуализмомъ энергіи и матеріи. Дальше этого атомистической матеріализмъ идти не могъ. Это ученіе, носящее еще названіе научнаго матеріализма, господствовавшее въ теченіе второй половины XIX столѣтія и не потерявшее своего значенія и нынѣ является одной изъ плодотворныхъ гипотезъ за все время чело-вѣческой культуры, но это не должно намъ помѣшать сознаться, что это ученіе чисто метафизическое. Еще со времени знаменитаго философа XVIII ст. Канта извѣстно, что нашему познанію доступны только

свойства матеріи, свойства вещей, а сущность матеріи, сама „вещь въ себѣ“, непосредственному познанію недоступна. Матеріалистической атомизмъ есть только одна изъ служебныхъ гипотезъ, сослужившихъ наукѣ великую службу, расширившихъ нашъ научный кругозоръ и вмѣстѣ съ тѣмъ подготовившихъ крушеніе самому себѣ.

Нынѣ уже можно считать доказаннымъ, что механическое и матеріалистическое ученіе поколеблено въ корнѣ. Многіе естествоиспытатели приходятъ къ справедливому выводу, что понятіе о матеріи нужно изгнать изъ естествознанія, что всѣ извѣстныя намъ явленія природы гораздо лучше объясняются съ энергетической точки зрѣнія. Пояснимъ это примѣромъ.

Вотъ передъ нами лежитъ матеріальный кусокъ, скажемъ, серебра.

Мы видимъ цвѣтъ его, испытываемъ температуру, опредѣляемъ объемъ, форму и наконецъ вѣсъ и массу. Разберемся во всемъ этомъ. Что такое цвѣтъ? Это колебаніе извѣстной длины свѣтовыхъ волнъ, отраженныхъ кускомъ серебра и достигшихъ нашего глаза, т. е. энергіи. Температура предмета опредѣляется нами благодаря разницѣ теплоты куска и кожной поверхности нашего тѣла. Опять энергія. Остаются еще четыре фактора, считавшіеся наиболѣе характерными для матеріальныхъ тѣлъ: объемъ, форма, вѣсъ и масса.

Нашъ матеріальный предметъ имѣетъ опредѣленный объемъ, но начнемъ его подгрѣвать. Поглотивъ тепловую энергію, количество которой можно измѣрить, объемъ матеріи увеличился. Это было бы невозможно, если бы объемъ опредѣлялся только матеріей и былъ характеренъ для нея. Дѣйствительно всѣ, напримѣръ, газообразныя тѣла объемомъ не характеризуются. Будемъ нагрѣвать нашъ предметъ дальше. Поглотивъ еще больше тепловой энергіи, кусокъ серебра расплавится, перейдетъ въ жидкость и потеряетъ форму. Энергетика утверждаетъ, что и форма тѣла есть видъ энергіи, измѣняющаяся въ зависимости отъ поглощенія или отдачи какъ тепловой такъ и другихъ энергій.

Остались вѣсъ и масса. Что такое мы опредѣляемъ, взвѣсивая тѣло? Мы опредѣляемъ энергію тяготѣнія, или, какъ ее еще теперь называютъ, энергію разстоянія. Что мы знаемъ о массѣ? Прежде всего то что масса пропорціональна вѣсу тѣла причѣмъ, вы знаете, что и вѣсъ и масса измѣряются одной и той же единицей—

граммомъ. Изучая дальше свойства матеріи, описываемая подъ именемъ массы, энергетисты утверждаютъ, что понятіе массы есть выраженіе кинетической энергіи или энергіи движенія и больше ничего. Такимъ образомъ вы видите, что отъ нашего матеріальнаго куска серебра не осталось ничего, кромѣ различныхъ энергій: свѣтовой, тепловой, объема, формы, разстоянія и движенія. *Ничего въ міръ кромѣ энергіи нѣтъ*, говоритъ энергетическое ученіе. Все, что мы знаемъ о мірѣ мы можемъ изобразить только понятіемъ энергіи. Весь міръ, вся вселенная, представляется системой энергій, распредѣленныхъ опредѣленнымъ образомъ. Матеріальныя тѣла съ этой точки зрѣнія являются только скопленіями различныхъ энергій въ опредѣленномъ пространствѣ.

Энергіи существуютъ или равномерно распредѣленными или скопляясь въ электроны, атомы, молекулы, различныя тѣла, планеты, кометы, солнца и міры. Гипотетическій съ точки зрѣнія атомистическаго матеріализма міровая эфиръ въ дѣйствительности есть безконечная міровая энергія, количество которой неизмѣнно, но различныя виды ея могутъ превращаться другъ въ друга, подчиняясь опредѣленнымъ законамъ. Законы эти говорятъ, что количество энергіи неизмѣнно и гдѣ исчезаетъ одинъ видъ энергіи, тамъ получается эквивалентное количество другой и потокъ, разсѣиваніе энергіи, идетъ отъ большаго напряженія къ меньшему.

Кромѣ энергій, извѣстныхъ наукѣ, имѣется основаніе предполагать существованіе въ мірѣ многихъ другихъ энергій, для непосредственнаго познанія которыхъ нашъ организмъ не обладаетъ соответствующими органами чувствъ, а наука еще не изобрѣла аппаратовъ для посредственнаго обнаруженія этихъ энергій, но научной изобрѣтательности предѣлъ не положенъ. Назовемъ слѣдующія извѣстныя энергіи: энергіи— движенія, разстоянія, формы, объема и поверхности; затѣмъ энергіи— тепловая, электромагнитная и лучистая энергія солнца, химическая энергія и, наконецъ, психофизическая или психическая. Ученіе о психической энергіи, какъ одного изъ видоизмѣненій міровой энергіи, принимается уже многими. Выдвинуто оно преимущественно Махомъ и Оствальдомъ и нѣкоторыми философами, напр., Лясвицемъ. Оно у насъ выдвигается Гротомъ, Краинскимъ и др. Подобно другимъ видамъ хорошо извѣстныхъ энергій и къ психической энергіи

природа, ноябрь 1912 г.

должны быть примѣнены общіе факторы, опредѣляющіе емкость или количество и интенсивность или напряженіе энергіи.

Съ точки зрѣнія энергетической гипотезы міра, организмъ нашъ является скопленіемъ въ очень ограниченномъ пространствѣ большаго количества міровой энергіи, преимущественно въ видѣ химической энергіи, а также энергій формы и поверхности. Энергія поверхности накоплена въ коллоидальныхъ растворахъ, составляющихъ жидкости и протоплазму клѣтокъ организма. Много миллионъ лѣтъ прошло, пока накопился тотъ интересный комплексъ энергій, какимъ является наше тѣло и особенно центральная нервная система, органъ, въ которомъ обмѣнъ физическихъ энергій при нѣкоторыхъ относительно рѣдкихъ условіяхъ сопровождается значительнымъ образованіемъ психической энергіи. Если „жизнь есть мало вѣроятное событіе Вселенной“, то тѣмъ болѣе исключительно развитіе психической энергіи.

Жизнь организма есть выраженіе сложнаго обмѣна энергій въ комплексъ ихъ, составляющихъ индивидуумъ. Наиболѣе существеннымъ условіемъ жизни организма является саморегуляція, самосохраненіе стаціонарности формъ энергій, его составляющихъ, что достигается пріобрѣтеніемъ и возстановленіемъ утраченнаго. Стаціонарность энергій, составляющихъ организмъ, поддерживается, главнымъ образомъ, пріемомъ пищи, которая, въ свою очередь, является скопленіемъ лучистой энергіи солнца.

Вся дѣятельность, развиваемая живымъ организмомъ, всѣ его функціи обусловлены различными превращеніями составляющихъ его энергій.

„Все разнообразіе явленій жизни не содержитъ ничего выходящаго за предѣлы энергіи“,—говоритъ Оствальдъ.

Ничтожная часть свободныхъ физическихъ энергій внѣшняго міра, дѣйствуя на наши воспринимающіе органы чувствъ, доходитъ до клѣтокъ центральной нервной системы и по принципу резонанса вызываетъ въ нихъ освобожденіе запасныхъ энергій, преимущественно энергіи поверхности и химической энергіи. Превращеніе этихъ энергій выражается въ сложной жизнедѣятельности организма, въ различныхъ движеніяхъ и дѣйствіяхъ, въ видѣ теплоты, электричества и т. п. и, наконецъ, образованіемъ психической энергіи, достигающей у высшихъ представителей животнаго царства высокаго напряженія сознательности. Въ

относительно большому количеству образуется психическая энергия только при особо определенных условиях, данных в последовательном развитии живых существ. Эта психическая энергия, как выше сказано, есть наиболее редкая из всех известных нам энергий. У высших существ органом преимущественного образования психической энергии является головной мозг. Он есть трансформатор, аккумулятор и регистратор психической энергии. У более низших животных, обладающих только нервными узлами, образование психической энергии более чем вероятно. Допустима возможность образования некоторых количеств ее, недостигающих, однако, заметной напряженности и у живых существ, не обладающих ясно дифференцированной нервной системой.

Нет твердых оснований для абсолютного отрицания возможного образования психической энергии и при некоторых чисто физических процессах в природе, но там нет аппаратов для восприятия и регистрации психической энергии, что пока возможно только в сложной системе головного мозга или по меньшей мере в нервных узлах.

Из этих кратких сведений вы видите, что энергетическая гипотеза мира может дать цельное чисто монистическое философское мировоззрение, наиболее просто позволяющее подойти к разрешению спорного вопроса о душе и материи. Заметим еще, что эта же энергетическая гипотеза в связи с законами эволюции жизни на земле дает возможность построить естественно-научно-обоснованное учение о добре, альтуизме и других этических понятиях человека.

За неимением места мы обойдем последний вопрос, как и интересное учение о накоплении психической энергии в мире, о передаче ее и т. п.; но прежде, чем кончить, я хотел бы ответить еще на один вопрос, который нередко ставится и в настоящее время. Какое значение имеет образование психической энергии?

Все говорит за то, что психика полезна в индивидуальной и родовой борьбе за существование. Всем ясно огромное значение памяти и опыта, а ведь только сознательные психические явления могут быть вновь вызваны в памяти. Психическое способствует накоплению знания и всех вытекающих отсюда последствий. Разум является наиболее могучим фактором в борьбе за жизнь, это интерес-

нейшее явление мира. Мысль, по учению Маха, существует, чтобы предсказывать явления. Изучая эволюцию мышления и науки, Мах нашел в них сходство с эволюцией животного мира и поэтому он применяет к изучению мышления эволюционное учение Дарвина. Мысли, как и индивидуумы, стремятся к самосохранению и побуждают наиболее приспособленные к данным условиям. Огромное значение в экономии мысли играют различные условные знаки, на первом плане — речь.

Подводя итог, следует сказать, что, с точки зрения энергетики. Вселенная представляется безпредельным и неизменным океаном энергии, неограниченным ни временем, ни пространством, не имеющим ни прошедшего, ни будущего. Изменяются в этом неизменном океане только индивидуальные скопления энергии.

Одно из бесконечно-малых скоплений мировой энергии называется человеком. Обмен или поток энергии в этом малом, но редком комплексе энергии при некоторых условиях сопровождается образованием особенно редкой энергии — психической. По крайней мере, высшие живые организмы устроены так, что все, что, не угрожая стационарности индивидуального скопления энергии, способствует току и обновлению ее, сопровождается чувствованием положительным или приятным. Всякое обратное явление сопровождается отрицательным чувствованием или неприятным.

По основным биологическим законам положительные и отрицательные чувствования служат средствами самосохранения. Одни процессы в организме сопровождаются слабыми чувствованиями, другие — более сильными. Особенно интенсивными чувствованиями, например, сопровождаются процессы, связанные с продолжением рода и опозитизированные человеком в слова — любовь.

Положительными чувствованиями в зловомом человеческом организме обычно сопровождаются процессы познания, т. е., тот поток энергии, который приобщает человека к явлениям, дотол ему неизвестным. Самая же высокая и благородная переживания выпадают на долю тех, кому удастся светом вспыхнувшей в них психической энергии зажечь духовно других, или заглянуть за грань неизвестного, или хотя бы способствовать освещению явлений, дотол неизвестных челове-



честву. Въ такія и другія подобныя минуты и рождаются высокіе, благородныя порывы, когда человѣкъ уже не является одинокимъ, эгоистичнымъ саморегуляторомъ индивидуальнаго скопленія энергіи. При посредствѣ психики онъ объединяется не

только съ близкими, со своимъ народомъ и со всѣмъ человѣчествомъ, но сливается въ потокъ энергіи съ безконечной энергіей Вселенной. Въ такія минуты, какъ выражаются метафизики, человѣческій духъ вступаетъ въ общеніе съ Абсолютнымъ.

## Протоплазма и коллоиды.

Ж. Шеффера.

(Парижская Высшая Школа).

Съ давнихъ поръ біологовъ чрезвычайно занималъ вопросъ о строеніи протоплазмы. Въ какомъ состояніи особаго равновѣсія находятся химическіе элементы, слагающіе это вещество? Какъ можно охарактеризовать матеріальное строеніе протоплазмы — состоитъ ли она изъ мельчайшихъ элементарныхъ элементовъ, мицоллъ или біобластовъ, являющихся носителями жизни? Наконецъ, какъ должно представлять себѣ морфологически ея строеніе?

Каждый изъ біологовъ по-своему описывалъ тонкую организацію этого студнеобразнаго бѣлковаго вещества, являющагося источникомъ жизни. *Бюкли* находилъ, что строеніе его „ячеистое“; *Клейнъ*, *Карнуа*, *Ванъ-Бенеденъ* считали это строеніе „сѣтчатымъ“, тогда какъ *Флеммингъ* признавалъ его „волоконистымъ“, а *Альтманнъ* думалъ, что оно „гранулярное“, т.-е. зернистое. Самые лучшіе учебники наши полны еще до сихъ поръ послѣдними отзвуками этихъ, почти схоластическихъ споровъ о строеніи протоплазмы, весьма ожесточенныхъ, но совершенно безплодныхъ. Если, однако, въ недавнія времена и изобиловали такъ называемыя „теоріи строенія протоплазмы“, то, надо сказать, что лишь немногo ученыхъ было занято экспериментальной провѣркой этихъ теорій. Впрочемъ, творецъ наиболѣе распространенной теоріи строенія протоплазмы, проф. *Бюкли*, создалъ вполне ясно необходимость экспериментальной провѣрки для созданія прочнаго научнаго основанія теоріи. Чтобы подтвердить свою „теорію ячеистаго строенія протоплазмы“, онъ воспользовался изслѣдованіями *Квинке* надъ эмульсіями и пѣнами и описалъ и изобразилъ въ своемъ произведеніи цѣлый рядъ искусственно полученныхъ смѣсей, которыя подъ микроскопомъ представлялись въ высшей степени сходными по строенію съ протоплазмой;

однимъ словомъ, онъ примѣнилъ въ широкой степени экспериментальный методъ. Если тотъ путь, которымъ онъ слѣдовалъ, и не былъ вполне удачнымъ, то во всякомъ случаѣ идеи, которыя имъ руководили, были превосходны, — онъ понялъ, что строеніе протоплазмы должно опредѣляться непосредственно цѣлымъ рядомъ неизбѣжныхъ условій чисто физико-химическаго характера.

Изслѣдованія *Бюкли* открыли особую эру экспериментальныхъ изслѣдованій, и результатовъ ихъ пришлось ждать недолго. Отдавая полностью дань удивленія работамъ проф. *Фишера*, нельзя не признать, что англійскому ученому *Гарди* должна быть приписана заслуга перваго признанія того факта, что протоплазму слѣдуетъ разсматривать, по существу, какъ смѣсь бѣлковыхъ веществъ, находящихся въ коллоидальномъ состояніи и способныхъ свертываться. *Густавъ Маннъ* всталъ на ту же самую точку зрѣнія въ своей „Физиологической гистологіи“ — однимъ изъ наиболѣе замѣчательныхъ произведеній, касающихся гистологическихъ методовъ.

Правильно ли и плодотворно ли такое воззрѣніе на живую матерію — этотъ вопросъ мы и имѣемъ въ виду разсмотрѣть въ нашей статьѣ, на основаніи ряда примѣровъ, причѣмъ ограничимся почти исключительно „статической“ стороной вопроса. Протоплазма представляетъ собою *коллоидальное вещество*, и всѣ тѣ виды ея, о которыхъ трактуютъ морфологи, являются не болѣе, какъ слѣдствіями, то прямыми, то косвенными этого молекулярнаго состоянія.

Прежде всего мы должны выяснитъ, что такое коллоидальное вещество и что означаетъ выраженіе, что вещество находится въ коллоидальномъ состояніи. Чтобы не

выходить из поставленных намъ границъ, мы не будемъ касаться вопроса о томъ, каковы свойства коллоидальныхъ гѣлъ,—это читатель найдетъ въ специальныхъ изслѣдованіяхъ по этому вопросу. Мы удовольствуемся тѣмъ, что возьмемъ въ качествѣ какъ бы схемы, воспроизводящей свойства протоплазмы, бѣлокъ куриного яйца. Это вещество мы избираемъ не потому, чтобы приписывали какое-либо значеніе старинному положенію—„бѣлокъ единственное вещество, въ которомъ проявляется жизнь“. Мы избираемъ это вещество въ виду того, что оно можетъ служить образцомъ органическаго коллоидальнаго вещества и обнаруживаетъ полный параллелизмъ въ свойствахъ со свойствами протоплазмы. Возьмемъ яичный

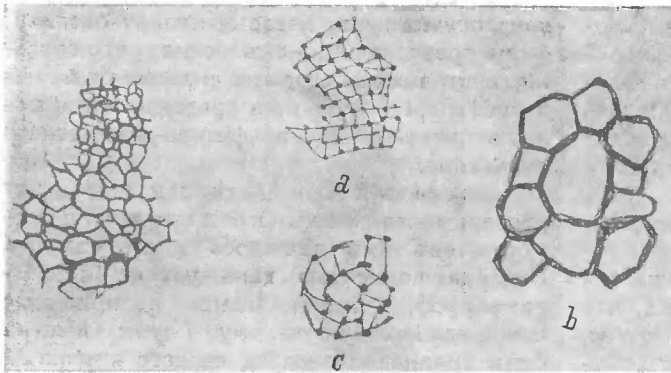


Рис. 1.

Рис. 1. Пѣна, приготовленная изъ оливковаго масла и морской соли. Часть ячеистой сѣточки. По *Бючли*. Увеличено въ 1800 разъ.

Рис. 2.

Рис. 2. *a.* Открытая сѣточка свернушагося альбумина. *b.* Замкнутая сѣточка 10% желатины свернутой сулемою. *c.* Открытая сѣточка 40% желатины свернутой сулемою. По *Гарди*.

бѣлокъ, разбавимъ его 6-ю объемами дистиллированной воды и приведемъ въ быстрое движеніе. Тотчасъ же образуется осадокъ глобулиновъ, нерастворимыхъ при этихъ условіяхъ. Отфильтруемъ смѣсь,—осадокъ останется на фильтрѣ, а жидкость, прошедшая сквозь фильтръ, будетъ представлять собою прозрачный растворъ альбумина въ дистиллированной водѣ. Если налить этотъ растворъ въ діализаторъ, то онъ утратитъ мало-по-малу содержащіяся въ немъ кристаллизующіяся составныя части (электролиты), но самъ не пройдетъ черезъ органическую перепонку,—это, слѣдовательно, типичный коллоидъ. Начнемъ теперь нагревать растворъ на водяной банѣ, постепенно повышая температуру: изъ про-

зрачнаго онъ превратится сперва въ голубоватый, затѣмъ въ слегка опалесцирующій. Эта опалесценція будетъ все увеличиваться и перейдетъ въ полное помутнѣніе, когда образуются настоящіе хлопья бѣлка. Мы имѣемъ здѣсь передъ собою явленіе *свертыванія* бѣлка; вліяніе температуры совершенно также сказывается и на протоплазмѣ и совершенно такой же эффектъ получается при дѣйствіи кислотъ, солей тяжелыхъ металловъ и такихъ обезвоживающихъ жидкостей, какъ алкоголь и ацетонъ,—вообще говоря, такое свертывающее дѣйствіе обнаруживаютъ всѣ соединенія, которыя гистологами подводятся подъ понятіе „*фиксирующихъ веществъ*“.

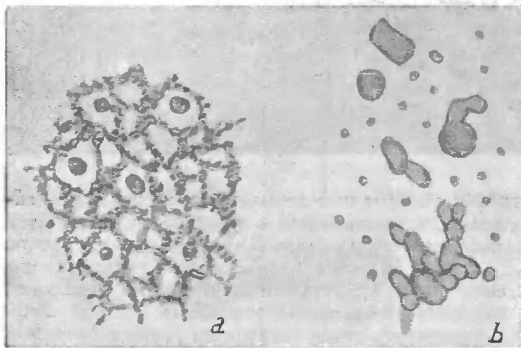
На куриномъ бѣлкѣ дѣйствіе всѣхъ этихъ факторовъ можетъ быть прекрасно прослѣжено, какъ подъ микроскопомъ, такъ и простымъ глазомъ. Въ зависимости отъ интенсивности и быстроты дѣйствія этихъ веществъ на бѣлокъ, можно, безъ сомнѣнія, получить хлопья различной формы и различнаго вида, производящія подъ микроскопомъ впечатлѣніе препаратовъ весьма разнообразныхъ съ „морфологической“ точки зрѣнія. Присутствіе или отсутствіе электролитовъ, реакція внѣшней среды, степень диссоціаціи кислоты, если реакція происходитъ въ кислой средѣ,—всѣ эти факторы имѣютъ значеніе для опредѣленія морфологическаго характера хлопьевъ свернушагося бѣлка. Гистологи уже съ давнихъ поръ эмпирически знакомы съ этими фактами, и именно такія наблюденія заставляютъ

ихъ фиксировать тѣ объекты, которые ими изслѣдуются, нѣсколькими различными фиксирующими жидкостями, прежде чѣмъ описывать морфологическія особенности ихъ. Приводимый нами рис. 3, заимствованный отъ *Форэ-Фремье* даетъ типичный примѣръ внѣшняго вида одной и той же протоплазмы, фиксированной тремя различными жидкостями.

Какъ только явленія свертыванія или коагуляціи проявятся и станутъ замѣтны подъ микроскопомъ, или простымъ глазомъ, такъ они сдѣлаются „необратимыми, т.-е. такой свернувшійся бѣлокъ нельзя уже обратно сдѣлать несвернувшимся, вернуть его къ прежнему состоянію. Такое возвращеніе къ первоначальному состоянію воз-

можно лишь при свертывании, вызванном некоторыми электролитами, например, концентрированными растворами солей щелочных металлов. Изучение явлений коагуляции простым глазом или изучение их даже с помощью микроскопа, дает нам весьма немного в смысле тонкого внутреннего анализа этого явления, а когда приходится пользоваться такими большими увеличениями, какия применял, например, Бюкли—увеличениями до 1800 раз, то приходится относиться с большою осторожностью к толкованию наблюдаемых изображений. Пользование ультрамикроскопом позволяет нам, однако, сделать еще несколько шагов в сторону выяснения этого явления.

Возьмем опять только что приготовленный раствор альбумина и нагрем его в течение нескольких мгновений на водяной бане до  $56^{\circ}$  С. Поместим затем его в стеклянную чашечку и пропустим сквозь него луч света,—мы увидим тогда следующее явление: весь путь светового луча в жидкости станет замечным; на всем протяжении раствора осветится. Это



можно формулировать словами, что растворы кристаллоидов оптически однородны, тогда как растворы коллоидов оптически неоднородны. Причиной этого различия являются размеры молекул растворенных веществ. Раствор хлористаго натрия содержит растворенную соль в состоянии неразъединенных молекул и ионов чрезвычайно малого порядка величины; в растворе коллоида это вещество находится в состоянии разделения на чрезвычайно мелкие частицы, которые обуславливают явление дифракции света. Это уже не раствор, в настоящем смысле слова, а как бы жид-

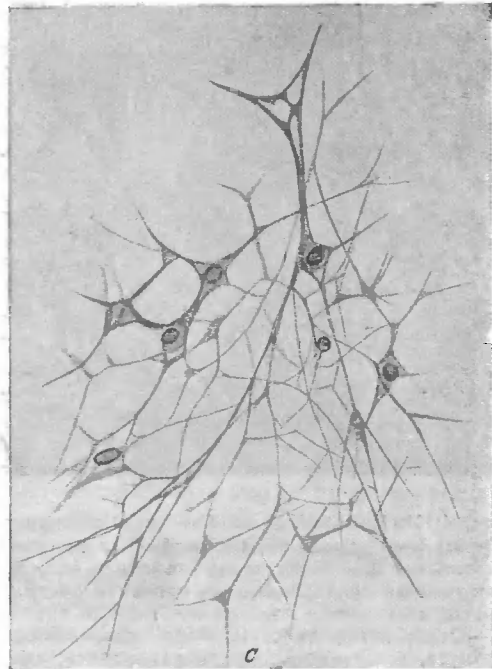


Рис. 3. Протоплазма *Campanella* фиксированная в *a* слабою жидкостью Буэна, в *b* — слабою жидкостью Тельестицкаю, в *c*—уксусной кислотой, и затем осмиевой кислотой.

явление совершенно тождественное с тем, какое представляет солнечный луч, врывающийся в темную комнату и становящийся замечным, благодаря безчисленному множеству пылинок, движущихся в воздух. Замечим стеклянную чашку с раствором альбумина такую же точно с раствором какого-нибудь кристаллоида,—ход светового луча делается незамечным, точно так же, как незамечен луч солнца в темной комнате, воздух которой не содержит пыли. Эти оптические свойства являются характерными для коллоидов и для кристаллоидов; их мо-

кость, содержащая частицы в взвешенном состоянии.

Частицы, которые дают нашему раствору альбумина его особый оптический характер, невидимы под микроскопом, каковы бы ни были те увеличения, которые применяются, так как для этого все же слишком малы. Теория микроскопа, разработанная Аббе, свидетельствует, что на самом деле имеется известная граница микроскопической видимости,—частицы нашего нагретого раствора альбумина находятся за этими пределами. Принцип ультрамикроскопа коренным образом отли-

чается отъ такового микроскопа. Онъ состоитъ, по существу, въ томъ, что пользуется дифракционнымъ свѣтовымъ пятномъ, даваемымъ ярко освѣщенной частицею, которая сама по себѣ не свѣтится и притомъ разсматривается на полѣ зрѣнія возможно болѣе черномъ. Ни одинъ лучъ свѣта не долженъ попасть въ глазъ наблюдателя.

Помѣстимъ каплю нашего раствора альбумина, нагрѣтаго до  $56^{\circ}$  С., на стеклянную пластинку и будемъ ее разсматривать съ помощью ультра-микроскопа, снабженнаго параболическимъ освѣтителемъ. Мы

коллоидальнаго серебра, эмульсія смолы въ смѣси воды со спиртомъ.

Если мы будемъ разсматривать растворъ альбумина до нагрѣванія его до  $56^{\circ}$ , мы не увидимъ такихъ зернышекъ въ этихъ условіяхъ. Дѣло въ томъ, что альбуминъ представляетъ собою, въ данномъ случаѣ, какъ бы жидкій студень или набухающій коллоидъ, зернышки котораго имѣютъ значительную способность соединенія съ водою и нѣкоторымъ образомъ имѣютъ такой же показатель преломленія, какъ жидкость, располагающаяся между ними. Это же самое можно видѣть на протоплазмѣ обыкно-

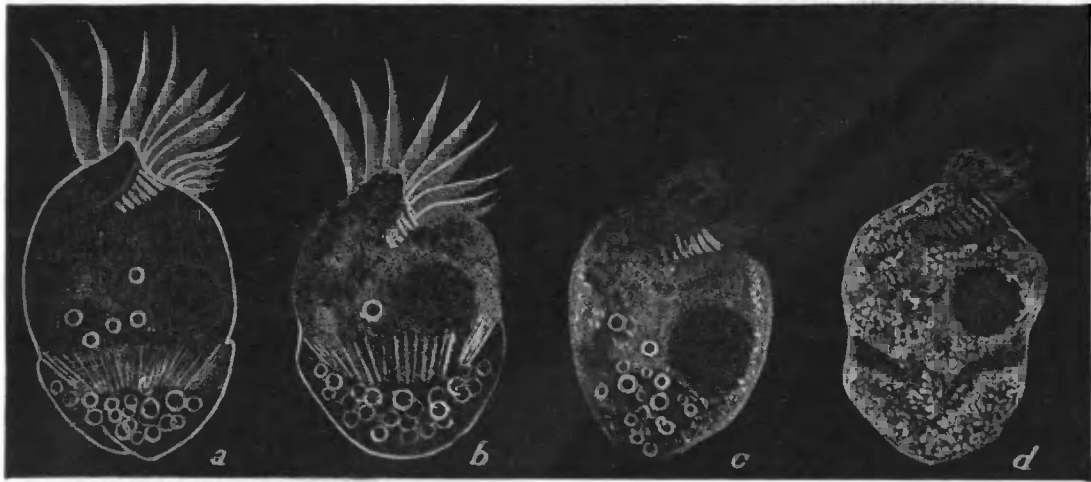


Рис. 4. Инфузорія *Strombidium sulcatum* при разсмотрѣніи съ помощью зеркальнаго конденсора *Рейгертта*. *a.*—Нормальная особь. Темная протоплазма содержитъ митохондрии и жировые шарики; ядро незамѣтно. *b.*—Особь послѣ дѣйствія насыщеннаго раствора сѣрнокислата марганца; частичное свертываніе протоплазмы въ передней части. *c.*—Особь послѣ дѣйствія очень слабой уксусной кислоты; содержимое ядра не проявляетъ оптическихъ свойствъ и представляется темнымъ пятномъ. *d.*—Особь послѣ дѣйствія болѣе концентрированной уксусной кислоты. Протоплазма сильно свертута; содержимое ядра опалесцируетъ; палочки кольца вокругъ тѣла инфузоріи растворились.

увидимъ передъ собою какъ бы небо, устѣянное звѣздами, находящимися въ движеніи вполне замѣтномъ для наблюдателя. Милліоны мельчайшихъ зернышекъ перемѣщаются на нашихъ глазахъ двумя способами,—огромными массами, такъ какъ они захватываются токами жидкости, и, кромѣ того, каждое зернышко движется самостоятельно. Особенно характерно ихъ самостоятельное движеніе,—это, такъ называемое, Броуново движеніе. Зернышки вращаются вокругъ самихъ себя, обнаруживая въ то же время непрерывное дрожаніе съ весьма незначительною амплитудою. Таковымъ является внѣшній видъ раствора яичнаго бѣлка подъ ультра микроскопомъ и такой же точно видъ даетъ всякій другой коллоидъ—водный растворъ мыла, растворъ

венныхъ инфузорій, на примѣръ, хотя бы на протоплазмѣ инфузоріи *Strombidium*, изображенной на рис. 4а. Подогрѣвая постепенно протоплазму или подогрѣвая нашъ растворъ яичнаго бѣлка, мы будемъ наблюдать тѣ явленія, которыя были прекрасно описаны *А. Майеромъ*. Поле зрѣнія въ микроскопѣ, являвшееся первоначально чернымъ, постепенно принимаетъ бѣловатый оттѣнокъ, затѣмъ становится молочно-бѣлымъ. Это состояніе *Майеръ* называетъ стадіей „неразбившейся на зернышки туманности“—отдѣльныя зернышки видны лишь съ помощью большаго ультра-микроскопа *Зидентонфа* и *Сигмонди* съ боковымъ освѣщеніемъ. Если мы будемъ продолжать повышать температуру, мы вскорѣ увидимъ, что зернышки выдѣляются и ихъ Броуново дви-

женіе становится хорошо замѣтнымъ. Эта стадія хорошо замѣтна для альбумина при температурѣ около  $56^{\circ}$ , но мы могли получить ультра-микроскопическую картину совершенно тождественнаго свойства и просто при прибавленіи къ нашему раствору ничтожнаго количества кислоты или алкоголя, или же при прибавленіи раствора сѣрно-кислаго аммонія и т. п. Въ чемъ же заключается значеніе этого явленія? Для того, чтобы понять его, будемъ повышать постепенно температуру водяной бани, на которой находится нашъ растворъ альбумина съ  $56^{\circ}$  до  $100^{\circ}$ , беря отъ времени до времени каплю раствора и рассматривая ее подъ ультра-микроскопомъ. Зернышки, которыя колебались каждое въ отдѣльности, начинаютъ вскорѣ склеиваться небольшими группами по два, по три, продолжая тѣ же колебанія; затѣмъ въ такихъ скопленіяхъ оказывается уже 6—7 зеренъ. Они располагаются цѣпочками и, пока эти цѣпочки не слишкомъ длинны, онѣ продолжаютъ производить тѣ же Броуновы движенія; вскорѣ онѣ склеиваются, образуя формы, напоминающія буквы V, X, Y, движенія ихъ останавливаются и постепенно къ нимъ присоединяются новыя зернышки. Затѣмъ очень быстро начинаютъ образовываться небольшія скопленія, которыя все увеличиваются, тогда какъ число зернышекъ уменьшается. Наконецъ, появляются хлопья—альбуминъ оказывается свернувшимся. Явленіе, при которомъ мы присутствуемъ,—свертываніе протоплазмы, составляетъ въ то же время и смерть протоплазмы. Свертываніе—явленіе постепенное, которое начинается даже до того, какъ ультра-микроскопическія зернышки становятся замѣтными при помощи того аппарата, которымъ мы пользовались; это явленіе представляетъ серію непрерывныхъ стадій, описанныхъ нами и оканчивается тѣми, уже болѣе грубыми, проявленіями, которыя могутъ быть замѣчены съ помощью микроскопа или даже простымъ глазомъ. Такимъ образомъ, это, наблюдавшееся нами явленіе—свертываніе бѣлка. Но оно же представляетъ собою и „гистологическую фиксировку“, и мы можемъ сказать въ настоящее время, что протоплазма клѣтки, свернутая энергичнымъ фиксирующимъ веществомъ, обезвоженная, пропитанная парафиномъ, окрашенная и разложенная на разрѣзы, не представляетъ уже собою болѣе того, чѣмъ она была первоначально—она не болѣе похожа на это первоначальное состояніе, какъ бѣлокъ свареннаго въ крутую яйца похожъ на тотъ

растворъ бѣлка съ мельчайшими невидимыми подъ микроскопомъ зернами, изъ котораго мы исходили.

Для того, чтобы показать, какъ далеко заходитъ аналогія между растворомъ альбумина и протоплазмой, возьмемъ другой примѣръ. Будемъ прибавлять къ нашему раствору все большее и большее количество сѣрно-кислаго аммонія; при достаточной концентраціи мы увидимъ, что подъ ультра-микроскопомъ появятся зернышки, указывающія на начало свертыванія. Но если въ этотъ моментъ мы понизимъ концентрацію соли, вызывающей свертываніе, прибавленіемъ чистой воды, то зернышки исчезнутъ,—осажденіе или свертываніе бѣлка при помощи  $(NH_4)_2SO_4$  явленіе обратное. Возьмемъ теперь инфузорию *Strombidium sulcatum*, протоплазма которой не обнаруживаетъ зернышекъ подъ ультра-микроскопомъ, помѣстимъ ее также въ растворъ насыщенной сѣрно-кислой магнезій, какъ это дѣлалъ Форэ-Фремье. Инфузорія обнаружитъ признаки видимой смерти, часть ея клѣточного тѣла сдѣлается непрозрачною—это начало свертыванія. Немедленно помѣстимъ нашу инфузорию въ чистую морскую воду,—она тотчасъ же возобновитъ свои движенія, тогда какъ ея протоплазма снова выйдеть изъ свернутого состоянія и будетъ обнаруживать подъ ультра-микроскопомъ свой первоначальный внѣшній видъ.

Нельзя требовать болѣе полнаго параллелизма всѣхъ свойствъ между протоплазмой инфузории и обыкновеннымъ бѣлкомъ куринаго яйца.

Среди общихъ свойствъ коллоидовъ, отмѣченныхъ нами выше, имѣется одно, о которомъ мы умышленно еще не говорили и на которомъ теперь слѣдуетъ остановиться.

Возьмемъ стеклянную пластинку и наложимъ на нее два листочка фольги такимъ образомъ, чтобы края ихъ отстояли другъ отъ друга на нѣсколько миллиметровъ; положимъ эту пластинку на столикъ ультра-микроскопа и соединимъ одинъ изъ листовъ фольги съ положительнымъ, другой—съ отрицательнымъ полюсомъ какого-нибудь источника постоянного электрическаго тока. Помѣстимъ затѣмъ каплю нашего раствора альбумина съ колеблющимися зернышками на эту пластинку такимъ образомъ, чтобы она прикасалась къ обоимъ краямъ фольговыхъ листочковъ и прикроемъ покровнымъ стекломъ. При наблюденіи подъ ультра-микроскопомъ мы видимъ, что какъ только начинается проходить токъ, такъ зернышки

перемѣщаются по направленію къ положительному полюсу. Если мы съ помощью коммутатора внезапно измѣнимъ направленіе тока, наши зернышки внезапно остановятся и затѣмъ направятся назадъ, для того, чтобы снова обратиться къ новому положительному полюсу. Замѣнимъ нашу каплю альбумина растворомъ коллоидальнаго желѣза—зернышки этого коллоида будутъ переноситься по направленію къ отрицательному полюсу. Эти явленія зависятъ отъ того, что каждое коллоидальное зернышко несетъ электрической зарядъ; зарядъ этотъ отрицательный у зернышекъ альбумина, которая перемѣщаются по направле-

вызываетъ еще одно чрезвычайно интересное для насъ явленіе. Наша капелька альбумина, рассматриваемая подъ ультра-микроскопомъ, при прибавленіи ничтожнѣйшихъ слѣдовъ кислоты обнаруживаетъ, что зернышки становятся болѣе многочисленными и болѣе замѣтными. Если же, наоборотъ, мы прибавимъ слѣды щелочи, зернышки сдѣлаются менѣе многочисленны и величина ихъ уменьшится,—поле зрѣнія въ микроскопъ станетъ болѣе темнымъ,—принимая во вниманіе, что разъединяющая способность нашего аппарата осталась такою же, частички получили размѣры другого порядка, сдѣлались значительно болѣе мел-

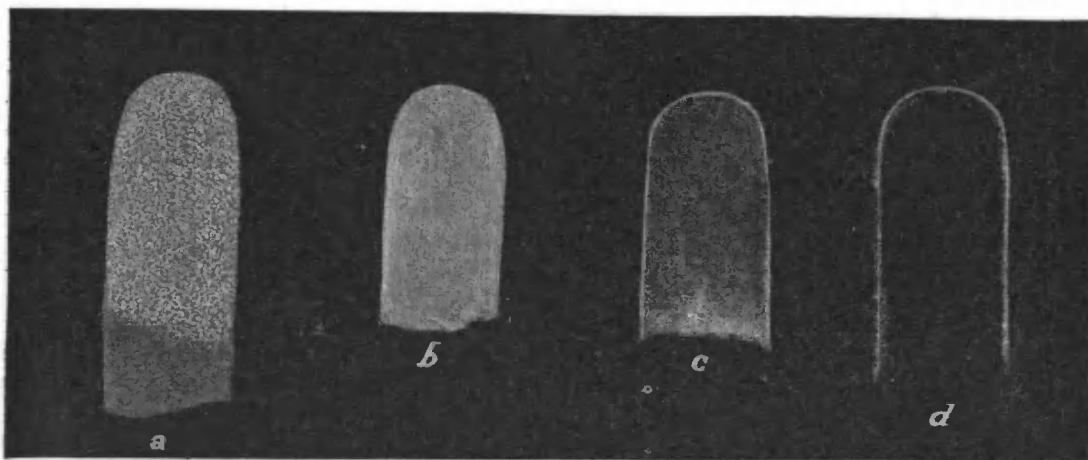


Рис 5. Макронуклеусъ инфузоріи при разсмотрѣніи съ помощью зеркальнаго конденсора *Рейзера*. *a.*—Нормальное состояніе. *b, c, d.*—Послѣдовательныя стадіи при дѣйствіи щелочной среды, щелочность которой постепенно повышается.

нію къ положительному полюсу, и онъ положительный у зернышекъ коллоидальнаго желѣза, направляющихся обратно. Вслѣдствіе этого говорятъ, что альбуминъ куриного яйца представляетъ собою отрицательный коллоидъ, а коллоидальное желѣзо—коллоидъ положительный; дѣйствіе тока на эти коллоиды образуетъ то, что называется „электрическимъ переносомъ“.

Теперь, если мы нейтрализуемъ электрической зарядъ зернышекъ нашего альбумина, либо съ помощью кислоты, водный растворъ которой содержитъ іоны *H*, заряженные положительно, либо съ помощью такого положительнаго коллоида, какъ коллоидальное желѣзо, то альбуминъ свернется и осядетъ. Если же, наоборотъ, мы будемъ прибавлять щелочь, которая въ водѣ даетъ іоны *OH*, заряженные положительно, мы нѣкоторымъ образомъ сдѣлаемъ альбуминъ стойкимъ. вмѣстѣ съ тѣмъ, однако, это

ими. Эти факты, наблюдавшіеся *Майеромъ*, *Шефферомъ* и *Терруаномъ* даже у минеральныхъ коллоидовъ, указываютъ на дѣйствіе реакціи окружающей среды на порядокъ величины коллоидальныхъ частицъ, которая изъ замѣтныхъ подъ ультра-микроскопомъ могутъ сдѣлаться незамѣтными и обратно. Вполнѣ тождественныя явленія могутъ наблюдаться и у коллоидовъ живыхъ существъ, на примѣръ, у коллоидовъ, составляющихъ большое ядро (макронуклеусъ) инфузорій.

Чѣмъ болѣе мы будемъ дѣйствовать щелочью на отрицательные коллоиды, составляющіе макронуклеусъ, тѣмъ болѣе коллоидальныя зернышки становятся мелкими, нераздѣлимыми; при достаточной концентрации щелочи можно получить растворъ, который въ оптическомъ отношеніи кажется, при примѣненіи зеркальнаго конденсатора (параболическаго освѣтителя), совершенно

пустымъ. Если мы будемъ прибавлять кислоту, то передъ нашими глазами данныя явленія пройдутъ въ обратномъ порядкѣ.

Можно, слѣдовательно, вообще сказать, что протоплазма ведетъ себя во всемъ рѣшительно такъ, какъ отрицательный коллоидъ—она осаждается кислотами и приводится въ однородное состояніе щелочами. То обстоятельство, что въ гистологической практикѣ не имѣется вовсе фиксирующихъ жидкостей щелочного характера, представляеть собою не болѣе какъ простую иллюстрацію того, что мы сейчасъ видѣли.

Съ самаго начала этой статьи мы рассматривали протоплазму, какъ студенистую однородную массу, представляющую собою смѣсь коллоидальныхъ бѣлковъ. Это схематическое представленіе, принятое произвольно, просто для упрощенія изложенія, далеко не соотвѣтствуетъ дѣйствительности. Живое вещество на самомъ дѣлѣ является смѣсью весьма различныхъ коллоидовъ, но, спрашивается, какого рода эта смѣсь?

Вернемся къ нашему раствору альбумина и возьмемъ рядъ пробирокъ, пронумерованныхъ отъ № 1 до № 8, причемъ въ каждую изъ нихъ нальемъ по 2 куб. сант. альбумина. Съ помощью градуированной пипетки прибавимъ затѣмъ въ эти пробирки 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0, 2,0, 3,0 куб. сант. коллоидальной водной окиси желѣза. Смѣсь этихъ двухъ коллоидовъ—положительнаго и отрицательнаго—обуславливаетъ, благодаря нейтрализаціи электрическаго заряда, образование осадка. Этотъ осадокъ не увеличивается, однако, пропорціонально количеству прибавленной окиси желѣза. Онъ увеличивается, напримѣръ, отъ пробирки № 1 до пробирки № 5, въ которой является наибольшимъ, затѣмъ въ пробиркахъ № 6, 7 и 8 можно наблюдать постепенное обратное раствореніе осадка. Мы можемъ опредѣлить эти результаты такимъ образомъ, что образовавшійся осадокъ или комплексъ коллоидальныхъ веществъ, способенъ снова растворяться въ избыткѣ той или другой изъ составныхъ частей. Осажденіе или новое раствореніе соотвѣтствуютъ извѣстнымъ состояніямъ равновѣсія.

Осадокъ, растворенный снова въ избыткѣ коллоидальнаго желѣза, относится какъ положительный коллоидъ; растворенный же въ избыткѣ альбумина, онъ относился бы, какъ коллоидъ отрицательный.

Этотъ простой опытъ показываетъ намъ, какимъ образомъ въ протоплазмѣ возможно смѣшеніе коллоидовъ одинаковыхъ знаковъ

или знаковъ противоположныхъ. Но, спрашивается, какимъ образомъ зернышки коллоидовъ величины такого порядка, что они видимы съ помощью ультра-микроскопа, могутъ проходить въ организмѣ черезъ оболочки клѣтокъ? Такое проникновеніе ихъ возможно, благодаря явленіямъ еще мало изученнымъ физиологами, но которые въ физической химіи оказались уже имѣющими большое значеніе,—это факты изъ области такъ называемой взаимной растворимости или „взаимнаго вліянія на растворимость“ (Löslichkeitsbeeinflussung) какъ называютъ нѣмецкіе ученые. Приведемъ простой примѣръ,—возьмемъ хотя бы лецитинъ; это вещество нерастворимое въ водѣ и дающее съ нею даже при слабыхъ концентраціяхъ лишь довольно мутныя коллоидальныя эмульсіи. Прибавимъ къ такой эмульсіи нѣкоторое количество гликолево-кислаго или таурохолево-кислаго натра и нагрѣемъ до 40°, жидкость будетъ дѣлаться все болѣе и болѣе чистой и, наконецъ, совершенно прозрачной. Соли, которыя были нами прибавлены и которыя чрезвычайно понижаютъ поверхностное натяженіе ихъ водныхъ растворовъ, превратили нашъ растворъ съ зернышками, видными подъ ультра-микроскопомъ, въ растворъ, въ которомъ нельзя различить такихъ зернышекъ, такъ какъ частицы его чрезвычайно низкаго порядка. Лецитинъ, растворимый въ спирту, нерастворимъ въ водѣ; обѣ указанныя соли, содержащаяся въ желчи, растворимы въ обѣихъ жидкостяхъ, и эта двойная растворимость ихъ вызываетъ и растворимость лецитина въ водныхъ растворахъ желчныхъ солей,—это типичный примѣръ взаимной растворимости. Благодаря явленіямъ такого характера, объясняется присутствіе въ тканяхъ и сокахъ организма веществъ, которыя оказывались бы совершенно нерастворимыми иначе въ жидкостяхъ, имѣющихъ неорганической составъ, вродѣ сыворотки крови, если бы мы попытались растворить ихъ непосредственно, безъ всякаго прибавленія солей желчи.

Живое вещество представляетъ собою, слѣдовательно, комплексъ коллоидальныхъ веществъ, содержащій, кромѣ альбуминовъ, глобулиновъ, муциновъ, нуклеопротеиновъ и т. п., также большое количество соединений, нерастворимыхъ въ водѣ. Самыми интересными изъ этихъ соединений являются, безъ сомнѣнія, тѣ, которыя подверглись за послѣднее время детальному изученію подъ названіемъ „липоидовъ“, — извѣстно то большое значеніе, которое получили эти



вещества въ патологию, въ виду той значительной роли, которая приписывается холестерину въ развитіи альбуминури.

Слѣдую *Овертоу*, *Гансу*, *Мейеру* и др. мы можемъ соединить подъ названіемъ липоидовъ категорію тѣлъ, которыя по своимъ физико-химическимъ свойствамъ представляютъ нѣкоторую аналогію съ жирами. Липоиды можно, напримѣръ, получить, обрабатывая животную или растительную протоплазму эфиромъ. Эти вещества, къ которымъ относятся лецитины, протагоны, холестеринъ, существуютъ фактически во всѣхъ живыхъ клѣткахъ, какъ въ этомъ могло убѣдиться большинство біологовъ и какъ недавно еще это доказали *Гарднеръ* и *Дорэ*. Въ настоящее время не подлежитъ сомнѣнію, что тѣла эти играютъ наиважнѣйшую роль во внутреннемъ механизмѣ жизненныхъ процессовъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ мы можемъ утверждать, съ другой стороны, что простымъ своимъ присутствіемъ въ клѣткѣ эти тѣла могутъ сильнѣйшимъ образомъ вмѣшиваться въ жизнь клѣтки, видоизмѣнять морфологическій характеръ, принимаемый живымъ веществомъ во время свертыванія при дѣйствіи гистологическихъ реактивовъ.

Различныя ткани одного и того же организма далеко не въ одинаковой степени богаты липоидами; въ нѣкоторыхъ тканяхъ, какъ напримѣръ въ нервной ткани и въ надпочечныхъ желѣзахъ, эти жирныя тѣла могутъ составлять  $\frac{1}{3}$  протоплазмы. Современная гистологическая техника нерѣдко мало заботилась объ этихъ тѣлахъ, столь важныхъ по общему своему распространенію и по количеству ихъ въ нѣкоторыхъ клѣткахъ. Не обращая вниманія на то, въ достаточной ли степени липоиды, находящіеся въ тканяхъ, сдѣланы нерастворимыми съ помощью примѣненныхъ фиксирующихъ жидкостей, эти ткани часто обрабатывали абсолютнымъ алкоголемъ, ксилоломъ и другими жидкостями, растворяющими липоиды. Въ виду этого, мы отнюдь не можемъ быть увѣрены въ томъ, что видимость нашихъ препаратовъ, дѣйствительно, совпадаетъ съ тѣмъ, что существуетъ на самомъ дѣлѣ.

Спрашивается, какія пустоты и какіе промежутки должны остаться на разрѣзахъ послѣ удаленія этихъ веществъ путемъ растворенія, и могутъ ли въ такомъ случаѣ разрѣзы претендовать на правильное изображеніе живой матеріи? Имѣются, впрочемъ, еще и другіе источники „искусственныхъ образованій“, изъ нихъ объ одномъ

необходимо сказать нѣсколько словъ, такъ какъ это обстоятельство было источникомъ немалыхъ ошибокъ цитологовъ, въ особенности при изученіи тканей, богатыхъ липоидами, тканей, въ которыя фиксирующія жидкости проникаютъ крайне медленно, — такую тканьъ является, напримѣръ, нервная. Этимъ источникомъ ошибокъ были явленія періодическаго образованія осадковъ, описанныя *Лизегангомъ* въ 1898 г. и изученныя позднѣе *Оствальдомъ*, *Морзе* и *Пирсомъ*, *Берхольдомъ* и *Циглеромъ*. Весьма простой опытъ можетъ дать намъ ясное представленіе объ этихъ явленіяхъ, происходящихъ при примѣненіи методовъ, называемыхъ „импрегнированіемъ металловъ“, методовъ, столь часто примѣняемыхъ въ гистологии нервной системы. Растворимъ небольшое количество азотнокислаго серебра въ растворѣ еще теплой желатины, оставимъ эту желатину затвердѣть въ трубкѣ при охлажденіи, затѣмъ нальемъ на ея поверхность растворъ двухромокислаго аммонія. Диффундируя внутрь желатины, этотъ второй растворъ не дастъ, какъ можно было бы ожидать, осадка хромокислаго серебра, равномерно распределеннаго во всей массѣ желатины, — этотъ осадокъ представится въ видѣ колець, становящихся постепенно все менѣе и менѣе толстыми и повторяющихся со все болѣе и болѣе короткими интервалами, начиная отъ верхней поверхности трубки до дна. Эти кольца оказываются раздѣленными зонами, въ которыхъ желатина остается совершенно прозрачной. Если бы мы налили растворъ желатины на стеклянную пластинку и затѣмъ помѣстили бы на него каплю раствора двухромокислаго аммонія, то мы получили бы то же самое явленіе — осадокъ имѣлъ бы форму колець, раздѣленныхъ все болѣе и болѣе узкими промежутками. Всѣ эти кольца имѣли бы своимъ центромъ каплю двухромокислой соли. Такія картины могутъ заставить думать, что существуетъ нѣкоторая структура тамъ, гдѣ намъ доподлинно извѣстно, что никакой структуры не существуетъ. Гистологическая литература полна превосходными описаніями морфологическихъ структуръ, основанныхъ на этомъ физико-химическомъ явленіи, оказывающемся тѣмъ болѣе опаснымъ, что оно имѣетъ мѣсто по отношенію къ самымъ различнымъ тѣламъ и въ самыхъ различныхъ видахъ.

Даже изученіе ткани въ свѣжемъ состояніи лишь до нѣкоторой степени позволяетъ намъ избѣгать такихъ ошибокъ. Ме-

тодь разрѣзовъ тканей, подвергаемыхъ замораживанію, оказывается непригоднымъ, благодаря элементарнѣйшимъ законамъ замерзанія жидкостей, механическое разединеніе подъ микроскопомъ тканей въ болѣе или менѣе изотоническихъ растворахъ оказывается чрезвычайно труднымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда протоплазма богата липоидами, благодаря возникновенію такъ называемыхъ міолиновыхъ фигуръ. *Фаминцынъ, Гадъ, Брюкке, О. Леманъ* и др. описали эту замѣчательную форму, принимаемую часто жирными тѣлами или производными отъ нихъ, особенно, когда они отдѣляются въ водѣ отъ веществъ, съ которыми смѣшаны. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ липиды собираются въ капельки, затѣмъ въ длинныя нити, врастаютъ другъ въ друга, представляютъ видъ какъ бы пакетовъ вермишели. Это внѣшнее строеніе рѣзко отличается отъ того, что представляетъ собою данное вещество, когда клѣтка была незатронута. Таковы нѣкоторыя изъ тѣхъ трудностей, какія встрѣчаются при желаніи дать точное описаніе живого вещества, — онѣ основываются на богатствѣ протоплазмы сложными коллоидами, кромѣ которыхъ имѣются еще липонды.

Теперь, въ заключеніе этой статьи, спрашивается, какой отвѣтъ мы можемъ дать на вопросъ, поставленный въ самомъ началѣ? Можемъ ли мы дать вполне точное описаніе строенія протоплазмы? Скажемъ прежде всего, что имѣется не одна протоплазма, а много протоплазмъ. Совершенно нелѣпо считать одинаковымъ строеніе, напримѣръ, такихъ клѣтокъ, какъ клѣтки морскихъ пелагическихъ животныхъ, содержащія 95% воды или даже болѣе, и клѣтокъ, встрѣчаемыхъ въ плотныхъ мозолистыхъ наростахъ. Затѣмъ мы можемъ сказать, что нѣтъ протоплазмы ни волокнистой, ни ячеистой, ни зернистой, — чаще всего протоплазма имѣетъ то строеніе, которое мы ей придали обработкой. Протоплазма представляетъ собою сложный отрицательный коллоидъ, о которомъ мы не можемъ получить сколько нибудь точнаго морфологическаго представленія, если подѣйствуемъ на него какимъ-либо реак-

тивомъ. За исключеніемъ нѣкоторыхъ, особенно привилегированныхъ случаевъ, напримѣръ лейкоцитовъ, прозрачныхъ, одноклѣточныхъ животныхъ и т. п. объектовъ, пригодныхъ для непосредственнаго изслѣдованія подъ ультра-микроскопомъ, мы не должны дѣлать никакихъ иллюзій относительно цѣнности тѣхъ описаній, которыя мы получаемъ отъ специалистовъ, изслѣдующихъ строеніе протоплазмы. Тѣ картины, которыя даетъ намъ ультра-микроскопъ, являются всегда весьма ограниченными въ смыслѣ полноты представленія, — онѣ не могутъ дать матеріала для такихъ красивыхъ цвѣтныхъ таблицъ, какія составляютъ истинную радость цитологовъ. На нихъ не видно того безконечнаго разнообразія различныхъ элементовъ структуры плазмы, сѣточекъ, зернистостей, палочекъ и т. п., которыя, послѣ примѣненія красивой краски, могутъ быть приняты биологами, къ полному ихъ удовольствію, за носителей наслѣдственности или за исполнителей какой нибудь столь же возвышенной цѣли. Будущее покажетъ, утратимъ ли мы, дѣйствительно, что нибудь серьезное. Въ настоящее время, во всякомъ случаѣ, казалось бы, болѣе цѣлесообразнымъ разсматривать фиксирующія жидкости, какъ простые реактивы, осаждающіе различнымъ образомъ свернувшіеся бѣлки, а вовсе не какъ какія-то таинственныя жидкости, составъ которыхъ мы получаемъ путемъ особаго откровенія, жидкости, оказывающіяся тѣмъ болѣе совершенными, „чѣмъ болѣе онѣ даютъ деталей“. Мы не хотѣли бы, однако, быть невѣрно понятыми, — мы отнюдь не предлагаемъ на усмотрѣніе биологовъ „теорію коллоидальнаго строенія протоплазмы!“ Мы просто указываемъ на то, что въ цѣляхъ изслѣдованія чрезвычайно интересно разсматривать протоплазму какъ нѣкоторый комплексъ коллоидальныхъ веществъ. Мы имѣемъ въ данномъ случаѣ въ виду лишь эту точку зрѣнія, и когда мы извлечемъ изъ разсмотрѣнія съ этой точки зрѣнія всѣ тѣ результаты, которые могутъ быть такимъ способомъ получены, мы будемъ считать себя вполне удовлетворенными, особенно если результатовъ этихъ будетъ достаточно большое количество.

Перев. П. Ю. Шмидтъ.

## НАУЧНЫЯ НОВОСТИ и ХРОНИКА.

### Образование новаго лакнолита въ Японіи.

Передвиженія въ земной корѣ, при землетрясеніяхъ, замѣтныя для наблюдателя происходятъ сравнительно рѣдко. Еще рѣже наблюдается такое поднятіе или опусканіе участковъ земной поверхности подъ вліяніемъ вулканическихъ силъ. Наиболѣе извѣстнымъ фактомъ этого рода является возникновение Monte Nuovo на берегу Неаполитанскаго залива. Возникла она изъ продуктовъ вулканическаго изверженія въ видѣ конуса значительной высоты.

Тѣмъ интереснѣе констатированіе всякаго новаго поднятія, обязаннаго вулканическимъ силамъ своимъ происхожденіемъ. Недавно это сдѣлано г. Симотомайемъ въ Японіи.

Вулканъ Узу находится на островѣ Иезо между озеромъ круглой формы въ 12 кил. діаметромъ и такой же морской бухтой въ 50 кил. діаметромъ. Происхожденіе и того и другого несомнѣнно вулканическое. Озеро, вѣроятно, вулканической провалъ въ почвѣ, такъ называемая caldeira, залитая водой, а бухта—кратеръ вулкана, тоже затопленный моремъ. Этотъ вулканъ имѣлъ уже 3 изверженія въ историческую эпоху; четвертое происходило въ іюль 1910 г. послѣ пятидесятилѣтняго перерыва и продолжалось съ іюля до ноября. Началу его предшествовало землетрясеніе. Во время этого изверженія появилось 45 маленькихъ паразитныхъ кратеровъ. Кромѣ того у сѣверной подошвы вулкана произошло образованіе вздутія въ почвѣ на 150 метровъ высоты, длиною въ 2 кил. и шириною въ 1 километръ.

Поднятіе происходило со скоростью 4—5 метровъ въ день. Г. Симотомай высказалъ предположеніе, что это явленіе обязано вліянію между слоями горныхъ породъ вулканической магмы, которая не нашла трещины, чтобы излиться на поверхность. Другими словами здѣсь произошло образованіе, такъ называемаго, лакнолита. Поднятая часть достигла теперь высоты прежнихъ кратеровъ, и изъ этого авторъ замѣчаетъ, что давленіе пришло въ равновѣсіе и, слѣдовательно, движеніе окончилось.

П. Б.



### Чувствительность птицъ и мышей къ окиси углерода.

Бюро рудниковъ въ Вашингтонѣ, только что опубликовало работу г-на Барреля. Въ этой работѣ авторъ указываетъ, что образованіе колпачка надъ пламенемъ въ предохранительной лампѣ не является надежнымъ методомъ для открытія присутствія окиси углерода въ газѣхъ рудниковъ послѣ взрывовъ или пожаровъ. Болѣе чувствительнымъ средствомъ является изслѣдованіе воздуха растворомъ хлорной мѣди или растворомъ крови, хотя оба эти метода уступаютъ методу пользованія мышами и маленькими птичками, какъ показателями присутствія окиси углерода. Въ подтвержденіе приводится примѣръ, когда самъ Баррель пробывъ свыше двадцати минутъ въ комнатѣ, атмосфера кото-

рой содержала 0.25% окиси углерода, и въ то же время не испытывалъ никакихъ дурныхъ послѣдствій, развѣ лишь потомъ небольшую головную боль; находившаяся же здѣсь канарейка чрезъ минуту уже обнаружила всѣ признаки предсмертныхъ страданій и чрезъ пять минутъ свалилась замертво. Мыши также гораздо болѣе чувствительны, чѣмъ человекъ, къ дѣйствію газа, хотя онѣ въ свою очередь не обнаруживаютъ дурныхъ послѣдствій такъ быстро, какъ птичка. Предложенный методъ уже обнаружилъ свою необыкновенную цѣнность на практикѣ въ слѣдующемъ случаѣ:

Большая партія людей, изслѣдовавшая рудникъ, взяла съ собой канарейку и по достиженіи извѣстнаго мѣста, птичка вдругъ упала съ своей жердочки. Партія сейчасъ же ретировалась безъ какихъ-либо дурныхъ послѣдствій, хотя послѣдующій анализъ воздуха въ этомъ мѣстѣ показалъ, что въ немъ находилось отъ 0.25% до 0.3% окиси углерода.



### Красный фосфоръ.

Извѣстія нѣмецкаго химическаго общества содержать интересный отчетъ объ опытахъ, произведенныхъ Штокомъ, Шрадеромъ и Штоммомъ, относительно условій превращенія обыкновеннаго фосфора въ красную модификацію посредствомъ радіаціи. Вліяніе красныхъ лучей и ультра-фіолетовыхъ, оказалось очень слабымъ, наибольшій эффектъ былъ произведенъ видимыми лучами въ фіолетовой части спектра. Подвергнутой дѣйствію излученій ртутной лампы, фосфоръ измѣнялся изъ желтаго въ красный и потомъ сдѣлался темнымъ и непрозрачнымъ, вѣроятно въ зависимости отъ свертыванія коллоидальнаго раствора сперва образовавшагося.

Красный фосфоръ, образовавшійся подъ вліяніемъ радіаціи, загорался при 430°--440° С., вѣроятно, передъ загораніемъ сперва образовывался обыкновенный фосфоръ. Чѣмъ темнѣе была взята проба, тѣмъ больш. удѣльнымъ вѣсомъ обладала она, колеблясь вообще между 1.95 и 2.25; значительная разница также наблюдалась въ различныхъ пробахъ относительно скорости, съ какой фосфоръ соединялся кислородомъ. Очевидно, всѣ пробы являлись аморфными по структурѣ.

Когда пары обыкновеннаго фосфора были нагрѣты до температуры около 1000° С. и потомъ сразу охлаждены, тогда получалась аморфная красная модификація, въ то время, какъ при медленномъ охлажденіи подобнаго измѣненія не происходило. Предположенное объясненіе этому заключается въ томъ, что высокая температура вызываетъ разложеніе  $P_4$  молекулъ, и что влѣзавшее охлажденіе заставляетъ болѣе малыя молекулы соединяться или вмѣстѣ или съ неразложившимися  $P_4$  молекулами, образуя этимъ красную модификацію.

Фосфоръ этотъ краснаго цвѣта и въ тонкихъ слояхъ прозрачнаго, но въ большихъ массахъ кажется темно-фіолетовымъ. Онъ имѣетъ нѣсколько меньшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ обыкновенный красный фосфоръ, а также болѣе устой-

чивъ на воздухъ. Онъ обнаруживаетъ также большое сопротивленіе дѣйствию кипящаго раствора ѣдкаго натрія.



### Электрическій зарядъ дождя.

А. Балдигъ, своими изслѣдованіями подтвердилъ наблюденія Симпсона и Келера о томъ, что дождевые осадки обычно несутъ съ собою положительное электричество; случаи же, когда наблюдались отрицательные заряды, были сравнительно рѣдки. Дальнѣйшія наблюденія на Puu-en-Velay дали слѣдующіе результаты:

Отношеніе продолжительности положительно заряженнаго дождя къ таковой отрицательно заряженнаго 2.86; отношеніе количества дождя положительно заряженнаго къ отрицательно заряженному 2.38; и отношеніе всего положительнаго заряда дождя ко всему отрицательному заряду 1.36.

Всѣ дожди были раздѣлены на три класса: (1) негрозовые, (2) грозовые и (3) дожди съ порывистомъ вѣтромъ и выше данныя отношенія были высчитаны для каждаго класса.

Классъ (1) далъ высшее отношеніе, именно 5.3 4.3 и 2.3 соотвѣтственно. Классъ (3) наимнзшія отношенія, именно: 1.1, 1.2 и 1.1. Отношенія эти показываютъ, что дождь при такой погодѣ соединенъ съ положительнымъ электричествомъ, а дождь съ порывистымъ вѣтромъ часто заряженъ отрицательно. Дальше оказывается, что средній отрицательный зарядъ, приносимый на землю единицею объема дождя, значительно больше, чѣмъ средній положительный зарядъ. Послѣ молнія происходятъ большія колебанія въ зарядѣ, приносимомъ на землю, знакъ заряда часто мѣняется.



### Химическія реакціи при высокихъ давленіяхъ.

Д-ръ Бергиусъ даетъ описаніе аппарата для изученія процесса химическихъ реакцій подъ давленіями свыше 150 атмосферъ, удерживаемыхъ въ теченіе нѣсколькихъ недель и при высокихъ температурахъ (300° до 400° Ц.). При этихъ условіяхъ углеродъ реагируетъ съ водой при 350° Ц. въ присутствіи катализаторовъ (съ образованіемъ водорода и двуокиси углерода). Гидроксильныя производныя ароматическихъ углеводородовъ, какъ, напримѣръ, нафтоль и феноль были получены здѣсь при давленіи въ 150 атмосферъ дѣйствіемъ растворовъ щелочей на хлорныя производныя соотвѣтствующихъ углеводородовъ; въ то время, какъ кислородъ можно было заставить соединяться прямо съ окисью кальція для образованія перекиси кальція.

Но, можетъ быть наиболѣе интересной реакціей было полученіе искусственнаго каменнаго угля весьма сходнаго по составу съ естественнымъ. Это было получено нагрѣваніемъ или торфа или клѣтчатки съ водою, приблизительно до 340° Ц. при высокомъ давленіи. Этотъ методъ кажется весьма правдоподобнымъ и можетъ пролить свѣтъ на способъ образованія нефти и ея производныхъ въ природѣ.



### Амміакъ и азотистая кислота изъ воздуха.

Подъ такимъ заглавіемъ профес. А. Крослей далъ въ англійскомъ журналѣ (Engineering XCIII, 2418, 599) статью. Это выдержка изъ двухъ его лекцій, читанныхъ въ Королевскомъ институтѣ въ Лондонѣ. Статья заслуживаетъ большого вниманія, главные пункты ея слѣдующіе:

Кругъ измѣненія азотистыхъ веществъ въ хозяйствѣ природы такой: растенія воспринимаютъ азотно-кислыя и амміачныя соли изъ почвы и строятъ изъ нихъ органическія соединенія, которыя образуютъ пищу животныхъ. Въ системѣ животнаго азотистыя вещества превращаются въ протенины, чтобы образовывать ткань, а часть азота выдѣляется въ видѣ мочевины и возвращается въ почву; тамъ соединенія эти разлагаются и опять переходятъ въ азотно-кислыя соли и амміакъ, дѣйствіемъ бактерій. Потеря азота въ этомъ кругѣ огромна на разныхъ ступеняхъ, особенно же когда жидкости стекаютъ по сточнымъ трубамъ, азотъ частью освобождается, какъ таковой, и уходитъ въ атмосферу. Электрическій разрядъ въ атмосферѣ и извѣстныя бактеріи могутъ зафиксировать часть атмосфернаго азота, но эти источники снабженія со всѣмъ недостаточны и необходимо искать другихъ. Эксплуатируемые въ настоящее время источники азота, напр. залежи гуано и чилийская селитра могутъ хватить не болѣе какъ на 20—40 лѣтъ. Сѣрниокислый аммоній теперь производится въ большомъ количествѣ, но все еще очень недостаточномъ. Атмосфера содержитъ около 250.000 билліоновъ пудовъ азота и надъ каждой десятиной земли находится около 2.000.000 пудовъ азота, который можно утилизировать. Систематическое производство амміака изъ воздуха до сихъ поръ не казалось много подающимъ надеждъ дѣломъ. Извѣстно, что магній поглощаетъ атмосферный азотъ, образуя азотистый магній, который при разложеніи паромъ даетъ амміакъ; алюминій, вѣроятно, годился бы для этой же цѣли. Азотъ удерживается также карбидами щелочныхъ земель, образуя нитролимъ, который представляетъ изъ себя смѣсь углерода и цианалида кальція. Этотъ нитролимъ утилизировался, какъ удобреніе почвы или же превращался въ другіе химическіе продукты. Много атмосфернаго азота непосредственно окисляется съ помощью электрическаго разряда.

А. Р.



### Лунные кратеры.

За послѣдніе годы геологи пытаются экспериментальнымъ путемъ выяснитъ образованіе лунныхъ кратеровъ и мааровъ. Среди цѣлаго ряда интересныхъ работъ по этому вопросу приходится отвѣтить любопытныя замѣтки *Дамера*, который далъ очень простой способъ искусственнаго воспроизведенія ландшафта луны. *Дамеръ* пользуется расплавленнымъ парафиномъ, въ который онъ постепенно примѣшиваетъ мелко истолченный порошокъ гипса. Послѣ прибавленія достаточнаго количества гипса и осторожнаго помѣшиванія палочкой, на поверхности сплава начинаютъ появляться типичные вулканы, кратеры, маары, вызванные поднимающимися пузырьками воздуха. По охлажденіи вся смѣсь затвердѣваетъ и сохраняетъ всю рѣз-

кость контуровъ полученныхъ формъ лунной поверхности. Этотъ способъ, который можетъ быть повторенъ каждымъ въ домашней обстановкѣ, съ исключительнымъ изяществомъ иллюстрируетъ и объясняетъ отдѣльную явленія сложной геологической картины поверхности луны.

А. Ф.



## Искусственное получение каменного угля и торфа.

Вопросъ объ искусственомъ полученіи каменнаго угля, былъ рѣшенъ въ положительномъ смыслѣ еще въ 1841 году Александромъ Пецольдтомъ.

Замѣтимъ, что различіе въ содержаніи кислорода, наблюдаемое въ рядѣ: торфъ—бурый уголь—каменный уголь—антрацитъ, оказывая, безъ сомнѣнія, вліяніе на горючесть матеріала, не даетъ, однако, никакого основанія говорить о принципиальной разницѣ между торфомъ и т. д.—до антрацита. Въ этомъ рядѣ имѣетъ мѣсто естественный процессъ разложенія, происходитъ постоянное обогащеніе углеродомъ, а по-этому само собой является мысль объ искусственомъ полученіи угля: напимѣръ, при помощи давленія и жара, исключивъ по возможности, соприкосновеніе съ атмосферными газами, чтобы удержать продукты перегонки и чтобы не наступало полного сторанія. Это было бы способомъ ускорить естественный процессъ превращенія растений въ уголь.

Ал. Пецольдтъ, помощью точныхъ опытовъ достигъ этой цѣли; онъ изъ сѣвжаго дерева получилъ искусственомъ каменный уголь, а затѣмъ, въ 1882 году описалъ полученные имъ искусственомъ путемъ бурый уголь и антрацитъ. Къ сожалѣнію, на эти важныя и вполне заслуживающія признанія работы Пецольдта было обращено слишкомъ мало вниманія.

Опыты полученія искусственомъ каменнаго угля были поставлены Пецольдтомъ такъ, что время, необходимое обычно для образованія каменнаго угля, возмѣщалось искусственомъ дѣйствіемъ жара. Пецольдтъ пользовался полыми толстостѣнными, чугунными цилиндрами, которые могли герметически закрываться. Въ каждый изъ цилиндровъ помѣщался кусокъ дерева (отъ обыкновеннаго граба). Цилиндры закрывались, вкладывались въ особое углубленіе, съ выложенными желѣзными плитками параллельными стѣнами, и зажимались въ этихъ углубленіяхъ такъ, чтобы крышки ихъ не могли отойти; послѣ этого подъ цилиндрами разводился огонь. По окончаніи опыта въ цилиндрахъ оказывалась черная, блестящая масса, занимавшая только около половины того объема, который имѣло дерево; эта масса, съ удѣльнымъ вѣсомъ въ 1.18, заключала въ себѣ небольшую пустоту и совершенно не имѣла органической структуры; при сухой перегонкѣ она обнаруживала свойства каменнаго угля.

Въ дополненіе къ этимъ опытамъ можетъ служить сдѣланное Пецольдтомъ въ 1882 году наблюденіе надъ деревянными сваями при забивкѣ ихъ паровыми копрами (на постройкѣ желѣзно-дорожнаго моста при Альтбрейзахѣ). Еловыя сваи, снабженныя на нижнемъ концѣ желѣзнымъ башмакомъ, обуглились непосредственно надъ нимъ. Снаружи это измѣненіе

не было замѣтно, по внутри въ центрѣ, оказался комокъ угля; между нимъ и неизмѣненными частями послѣдовательно располагалось дерево—почернѣвшее, темно-коричневое, светло-коричневое и, наконецъ, желтоватое. Особенно интересно то, что самая внутренняя часть оказалась антрацитомъ и была окружена бурымъ углемъ.

Подобныя же наблюденія были сдѣланы и другими изслѣдователями, которые указываютъ, что дерево, которое внезапно подвергалось сильному давленію и было окружено средой, оказывавшей большое сопротивленіе (напр., каменемъ), становилось подобнымъ бурому или каменному углю. Такія же измѣненія наблюдались и въ томъ случаѣ, когда дерево долго испытывало сильное давленіе (напр., подпорки въ рудникахъ).

На основаніи вышезложеннаго можно вывести слѣдующія заключенія: 1) Бурый уголь, каменный уголь и антрацитъ—только стадіи одного и того же процесса и являются продуктами разложенія матеріала, имѣваго по существу одинъ и тотъ же составъ. 2) Образованіе каждаго послѣдующаго члена ряда: торфъ—бурый уголь—каменный уголь—антрацитъ указываетъ на болѣе сильное воздѣйствіе внѣшнихъ вліяній или на большую продолжительность процесса, чѣмъ это имѣло мѣсто для предыдущаго.

Что касается искусственомъ полученія торфа, то предпринимавшіеся въ этомъ направленіи попытки не увѣнчивались успѣхомъ по причинамъ, яснымъ изъ постановки самихъ опытовъ. Для этого части растений погружались въ воду, и все закрывалось. Торфа при этомъ не получалось, такъ какъ была исключена важная предварительная стадія тлѣнія и оставалась лишь стадія гніенія (исключеніе вліянія атмосферы). Необходимо было сохранить въ опытѣ, по возможности, всѣ условія естественнаго образованія торфа. Этотъ опытъ и былъ выполненъ недавно слѣдующимъ образомъ: были взяты различныя, опавшіе листья; нѣкоторое время они то сохранялись въ водѣ, то только влажными, то—почти сухими. Такимъ образомъ воспроизводились условія, въ которыхъ находится листва на поверхности болотъ или упавшая въ воду, гдѣ она плавающая первое время на поверхности, соприкасается съ воздухомъ. Приготовленные такъ листья помѣщались въ стеклянный сосудъ (объемомъ въ комнатный аквариумъ), который затѣмъ наполнялся водой настолько, что подъ ней оказывались почти всѣ листья. По мѣрѣ испаренія, въ сосудѣ добавлялась вода, но не въ одинаковомъ количествѣ, чѣмъ поддерживался перемѣнный уровень, и опытъ и въ этомъ отношеніи приближался къ естественнымъ условіямъ.

Лѣтомъ сосудъ выставлялся на воздухъ, такъ что испаряющаяся вода возмѣщалась дождевой. Въ сосудѣ были помѣщены нѣкоторыя травы (полевица, мятлики) и посяны сѣмена полевицы. Это обусловливало развитіе корней и тѣмъ приближало опытъ къ условіямъ естественнаго образованія торфа, при которыхъ подземные органы населяющихъ торфъ растений способствуютъ передвиженію воздуха. Для многихъ видовъ растений этого воздуха совершенно недостаточно, но его можетъ быть достаточно для того, чтобы ускорить дальнѣйшее разложеніе и способствовать образованію торфа. При этихъ условіяхъ—а именно такія и

имѣють мѣсто при образованіи торфа—и былъ, дѣйствительно, полученъ торфъ.

Опытъ былъ начатъ въ исходѣ лѣта 1909 г. и уже въ декабрѣ 1910 года получился торфъ, ничѣмъ не отличающійся отъ естественнаго, кромѣ развѣ только того, что онъ образовался изъ другого первоначальнаго матеріала. Послѣдній и былъ взятъ для того, чтобы попутно доказать, что торфъ при соответствующихъ условіяхъ, можетъ быть полученъ изъ всякаго рода растений.

• ○ •

### Исслѣдованіе каменнаго угля х—лучами.

Рентгенографія была примѣнена къ распознаванію закона распредѣленія минеральныхъ солей въ углѣ.

Многочисленные опыты показали, что если вещество угля почти прозрачно подѣ дѣйствіемъ х—лучей, то замѣчается тѣмъ не менѣе значительная разница между различными образцами каменнаго угля и, болѣе того, даже между различными частями одного и того же образца; слѣдовательно, помощью рентгенографіи можно изучитъ и структуру, и происхожденіе различнаго по своимъ качествамъ каменнаго угля.

Въ каменномъ углѣ отмѣчено два или три вида минеральныхъ солей: во-первыхъ, вещества, принесенныя дождемъ или вѣтромъ на деревья лѣсовъ, дающихъ начало каменному углю;—это можетъ быть названо «пылевой» разновидностью минеральныхъ солей; во-вторыхъ, минеральное вещество, входящее въ составъ живущихъ растений; содержаніе и характеръ этого вещества, которое можетъ быть названо «природнымъ», измѣняется сообразно съ измѣненіемъ относительнаго количества тѣхъ или другихъ растений; и, наконецъ, въ-третьихъ, обыкновенно имѣется большее или меньшее количество минеральнаго вещества, возникшаго изъ новыхъ соединеній, въ свою очередь происшедшихъ благодаря разложенію и восстановленію «пылевыхъ» и «природныхъ» разновидностей. Исслѣдованіе угля х—лучами поведетъ вѣроятно, къ разграниченію этихъ трехъ формъ и позволитъ одновременно освѣтитъ образованіе жилъ угля.

### Взрывы радія.

Jost рассказываетъ о несчастіи, неоднократно постигавшемъ его при работахъ съ бромистымъ соединеніемъ радія.

Авторъ изготовляетъ спинтарископы, т.-е. приборы, имѣющіе форму маленькой луны, снабженной флуоресцирующимъ экраномъ, который начинаетъ свѣтиться въ различныхъ мѣстахъ каждый разъ—какъ только маленькая радиоактивная крупица, расположенная на нѣкоторомъ разстояніи передъ экраномъ, посылаетъ на него «—частицу. Jost въ качествѣ такого радиоактивнаго вещества беретъ бромистое соединеніе радія. Ввиду того, что достаточно очень малаго количества его, то Jost беретъ иголкой, слегка смоченной на концѣ, маленькую крупицу.

Когда онъ приближалъ эту крупицу къ спинтарископу, то она распадалась съ замѣтнымъ трескомъ на части, испуская во всѣ стороны очень маленькія пылинки радиоактивной соли, флуоресцирующей экранъ былъ подобенъ небу, усыпанному слабо свѣтящимися звѣздами. Зрѣлище было прекрасно. Но однажды нѣсколько такихъ радиоактивныхъ частицъ попали Jost'у въ лѣвый глазъ, породивъ тамъ довольно сильное воспаленіе, которое оставило послѣ себя уменьшеніе остроты зрѣнія.

Jost такъ объясняетъ происшедшее: твердая соль радія, давно уже полученная, наполнилась внутри нѣкоторымъ количествомъ газообразной эманации (*нитонъ* Рамзая—радиоактивный газъ, происшедшій отъ распадена атома радія), когда же маленькая капелка воды, внесенная остриемъ иголки частью разрушила стѣнки, то этотъ маленькій резервуаръ, наполненный сжатымъ газомъ,—взорвался.

Аналогичный, но болѣе серьезный случай произошелъ въ 1906 году съ Прехтомъ: взорвалась закупоренная стеклянная трубка (со внутреннимъ діаметромъ въ 2 миллиметра), въ которой было 25 миллиграммовъ бромистаго соединенія радія въ порошокъ; взрывъ произошелъ благодаря тому, что эманация, выдѣляемая радиоактивной солью и собиравшаяся въ трубкѣ въ теченіе 11-ти мѣсяцевъ, подвергла стѣнки трубки давленію въ 20 атмосферъ.

С. п.

## С М Ъ С Ъ .

### Перерывъ электрической линіи силою 100000 вольтъ.

14-го апрѣля с. г. одинъ изъ кабелей Central Colorado Power Co, передававшій электрическій токъ при напряженіи въ 100000 вольтъ между фабрикой Бульдеръ и г. Данверомъ, оборвался на разстояніи 3 км. отъ жилья. Оба конца кабеля упали на вспаханное поле. Это было въ 1 часъ ночи.

Какія же были послѣдствія этого случая?

Линія продолжала дѣйствовать, какъ-будто ничего не произошло; электрическій токъ замыкался черезъ почву по меньшей мѣрѣ въ теченіе 7 часовъ; мало-по-малу, одинъ изъ проводовъ загорѣлся и вольтовы дуги, возникшія

между этимъ проводомъ и землей, послужили причиной измѣненій въ цѣпи и колебанія въ измѣрительныхъ аппаратахъ на станціяхъ. Это привлекло вниманіе служащихъ.

На мѣстѣ происшествія по всей длинѣ горѣвшаго провода въ глиняной почвѣ нашли фульгуриты въ формѣ конуса, образованные изъ оплавленной массы. Нѣкоторые изъ этихъ фульгуритовъ имѣли до 20 см. въ діаметрѣ; острие конуса въ нѣкоторыхъ случаяхъ углубилось въ землю на 45 см. Поверхность казалась какъ бы спяной ежа отъ множества иглъ, воткнутыхъ въ землю. Три часа спустя послѣ прекращенія тока, почва еще горѣла на мѣстахъ, занятыхъ проводами.

• ○ •

### Высушивание дрожжей.

До сих пор способы, употребляемые для высушивания дрожжей, неизбежно вызывали разрушение большого количества живых клѣтокъ, и высушенный продуктъ имѣлъ много меньше энзимной активности, чѣмъ свѣжія дрожжи. Въ способѣ, недавно опубликованномъ г-номъ Гойдукомъ, это неудобство оказалось устраненнымъ и были получены высушенные дрожжи съ 90% содержащихся въ нихъ живыхъ клѣтокъ.

Прежде всего дрожжи были помѣщены на два, три дня въ воду чрезъ которую пропускался токъ воздуха; дѣйствіе этого обнаружилось въ томъ, что протейны въ клѣткахъ измѣнились такимъ образомъ, что они потомъ могли быть высушенными безъ вреда для нихъ. Употреблялся также и другой процессъ, именно дрожжи, смѣшанныя съ сахаромъ прессовались и потомъ высушивались при 53° С.

• ○ •

### Золото въ природѣ.

Отличительной чертой золота въ земной корѣ является его разсѣяное, диффузное состояніе, какъ въ растворахъ океановъ и рѣкъ, такъ и въ видѣ мелкихъ частицъ въ различныхъ горныхъ породахъ. Какъ извѣстно, золото лишь рѣдко образуетъ значительныя скопленія и, оставаясь всюду, разсѣяннымъ въ мелко раздробленномъ состояніи, оно легко исчезаетъ изъ рукъ человѣка.

Горный журналъ въ Калифорніи въ интересной статьѣ перечисляетъ тѣ исключительные случаи, когда золото встрѣчается въ большомъ количествѣ, при чемъ самымъ большимъ самородкомъ этого элемента онъ считаетъ глыбу, найденную въ 1869 г. въ Австраліи и вѣсившую около 85 килогр. Однако, эта справка является несовѣтъ правильной, такъ какъ въ 1872 г. въ Нов. Юж. Валисѣ была найдена огромная пластина золота, вѣсившая вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ породы болѣе 250 килогр. Въ сравненіи съ этими цифрами вѣса русскихъ самородковъ являются довольно незначительными, такъ какъ самый болѣе болѣе самородокъ, встрѣченный въ 1837 г. въ Царево-Александровскомъ приискѣ, вѣсилъ всего 2 п. 7 ф. 92 зол. (т.-е. около 36 килогр.).

Чаще въ природѣ наблюдается значительныя скопленія мелкихъ самородковъ на одномъ и томъ же участкѣ земли. Такъ, вскорѣ послѣ открытія знаменитаго Клондайка, одинъ владѣлецъ участка въ 200 кв. метровъ въ короткое время добылъ золота на 1 миллионъ рублей, причемъ первые дни его добыча превышала 75 тысячъ. Такія мѣстныя обогащенія металломъ являются совершенно исключительными явленіями и могутъ быть объяснены лишь особыми мѣстными сочетаніями условій, благоприятныхъ выпаденію и концентраціи золота изъ растворовъ и изъ коллоидальныхъ или мелко-раздробленныхъ массъ.

• ○ •

### Распределение азота въ пшеницѣ.

Гривсомъ и Стюартомъ были произведены рядъ опытовъ надъ распределеніемъ азота въ различныхъ частяхъ пшеничнаго зерна. Пшеница

измалывалась на маленькой мельничкѣ. Изъ результатовъ, полученныхъ съ 58 различными видами пшеницы, было выведено заключеніе, что количество азота во всей пшеницѣ не даетъ мѣры для опредѣленія количества азота, остающагося въ мукѣ.

Такъ, пропорція протенновъ въ мукѣ составляла отъ 56.84 до 65.56% первоначально присутствующихъ протенновъ въ зернѣ, въ то время какъ пропорція въ высѣвкахъ показала колебанія отъ 25% до 32.7%. Пшеницы, богатая протейнами, даютъ муку содержащую азота не больше, чѣмъ мука полученная изъ пшеницы съ сравнительно меньшимъ количествомъ азота. Изъ среднихъ данныхъ результатовъ, полученныхъ съ 42 разновидностями пшеницы, было высчитано, что протейны были распределены между мукой, высѣвками и отрубями въ пропорціяхъ 61.87, 27.98 и 9.92%.

• ○ •

### Новый суррогатъ каучука.

Вопросъ о синтетическомъ полученіи каучука виситъ въ воздухѣ и поэтому небезынтересно будетъ знать, что недавно образовалось новое голландское общество съ цѣлью утилизировать морскую рыбу для приготовленія каучука. Въ настоящее время для этого воздвигается громадная фабрика при Имудигѣ, которая будетъ находиться подъ руководствомъ австрійскаго эксперта д-ра Адлера. Способъ, который думаютъ примѣнять на этой фабрицѣ, является изобрѣтеніемъ д-ра Ванъ-деръ-Гейдена, первоначально преподавателя въ одномъ японскомъ университетѣ. Подробности процесса, понятны секретъ. Приблизительно онъ состоитъ въ смѣшеніи рыбы съ 15% или 16% естественнаго каучука, въ результатѣ получается матеріалъ, который также эластиченъ и крѣпокъ, какъ настоящая резина, но стоитъ значительно дешевле. Въ дѣйствительности онъ будетъ стоить въ 8 разъ дешевле настоящей резины. Другое преимущество новаго продукта состоитъ въ болѣе выносливости противъ жара, бензола и др.; поэтому его вулканизация много легче и быстрее. Изобрѣтатель также намѣренъ производить альбуминъ, какъ побочный продуктъ изъ мяса рыбъ. Новое общество намѣрено производить въ широкихъ размѣрахъ также искусственное оплодотвореніе рыбъ.

• ○ •

### Двѣнадцать самыхъ тяжелыхъ мозговъ въ мірѣ.

Слѣдующіе двѣнадцать лицъ обладали самыми тяжелыми по вѣсу мозгами. Вѣсъ мозга данъ въ граммахъ: Иванъ Сергѣевичъ Тургеневъ 2102 грамма; Джозефъ Буни, французскій юристъ 1935; Жоржъ Кювье, франко-германскій натуралистъ 1830; Е. Г. Найтъ, американскій инженеръ-механикъ 1814; Францъ Краусъ, нѣмецкій богословъ 1800; Джонъ Аберкромби, шотландскій докторъ 1786; Вениаминъ Бутлеръ, американскій государственный дѣятель 1758; Эдуардъ Ольвей, американскій математикъ 1701; Германъ Леви, германскій композиторъ 1690; А. Винчель, американскій гео-



логъ 1666: Вильямъ Теккерей, англійскій романистъ 1658; Рудольфъ Ленцъ, германскій композиторъ 1636.



### Ночные колодцы.

Въ пустыняхъ западной Австраліи существуютъ своеобразные колодцы, которые въ засуху во все время путешествія, снабжаютъ путешественника водою въ изобиліи, но только по ночамъ. Появленіе воды въ этихъ колодцахъ вызвѣщается свистомъ воздуха, выходящаго изъ-подъ земли, которая потомъ станетъ дномъ колодца. Д-ръ Малькольмъ Макларенъ, который изучалъ одинъ изъ этихъ курьезныхъ геологическихъ феноменовъ, устанавливаетъ, что вода приходитъ въ эти колодцы по длинной и узкой трубѣ, идущей отъ подземной впадины. Впадина образована изъ известняка и отдѣлена отъ скалы, на которой она находится; изслѣдователь думаетъ, что дневная теплота заставляетъ известнякъ расширяться, впадина дѣлается больше и запираетъ въ себѣ воду; ночная свѣжесть заставляетъ известнякъ сжиматься, впадина уменьшается и гонитъ сперва воздухъ, а потомъ воду по трубѣ идущей къ колодцу.



### Сѣверное сіяніе въ синематографѣ.

Для Карла Стормера, профессора въ университетѣ въ Христіаніи, только что построена новая камера для фотографированія сѣвернаго сіянія. Аппаратъ будетъ употребляться для измѣренія относительной яркости сѣверныхъ сіяній въ различные періоды, а потомъ для синематографическаго воспроизведенія этого явленія. Картины будутъ запечатлѣваться по ночамъ, и, слѣдовательно, время экспозиціи должно быть довольно продолжительнымъ для каждаго отдѣльнаго снимка. Рассчитываютъ, что потребуется въ зависимости отъ разныхъ причинъ времени отъ 2½ минутъ до 18 даже для каждаго снимка. Отъ синематографическаго воспроизведенія сѣвернаго сіянія ожидаютъ результаты огромнаго научнаго интереса и важности.



### Черепъ Декарта.

Парижской академіей наукъ въ послѣднее время еще разъ поднятъ вопросъ о черепѣ, хранящемся въ одномъ изъ шкафовъ музея академіи и приписывавшимся въ 1821 году Берцелиусомъ знаменитому философу Декарту. Декартъ, какъ извѣстно, умеръ въ Стокгольмѣ въ 1651 г. Въ 1666 году гробъ его былъ вырытъ изъ могилы для отправки во Францію. Въ этотъ самый моментъ капитанъ стражи, надзиравшей за операціей вскрытія гроба съ останками, самовольно отдѣлилъ отъ скелета черепъ философа. Въ теченіе 85 лѣтъ никто не говорилъ объ этомъ. Никакого вопроса объ этомъ не существовало до 1751 года. Виновникъ этого изувѣченія между тѣмъ начерталъ на черепѣ латинское четверостишіе, указывающее на происхожденіе черепа, а затѣмъ помѣстилъ здѣсь же свою подпись. Каждый изъ послѣдующихъ обладателей этого черепа тоже помѣщалъ на немъ свою под-

пись. Позднѣе черепъ попалъ въ обладаніе къ Берцелиусу, а послѣдній препроводилъ его къ Бертолле. Бертолле въ свою очередь передалъ реликвию Парижской Академіи Наукъ.

Изслѣдованіе и на этотъ разъ вполне подтвердило идентичность черепа, хранящагося въ музеѣ, съ Декартовымъ. Г-нъ Дарбу въ засѣданіи Академіи Наукъ, 30-го сентября сего года, представилъ собранію вызвавшій сомнѣніе черепъ. Черепъ представляетъ собственно только верхнюю часть черноватаго цвѣта. Съ замѣтнымъ волненіемъ г-нъ Дарбу взялъ въ свои руки цѣнную реликвию и съ благоговѣніемъ осматривалъ ее. Потомъ онъ сообщилъ, что онъ произвелъ строгое изслѣдованіе. Были взвѣшены всѣ рго и согга. Сомнѣнія въ принадлежности этого черепа Декарту не можетъ быть. Гробъ открытъ не былъ потому, что скелетъ теперь уже рассыпался въ прахъ.



### Новый подводный вулканъ.

Капитанъ англійскаго парохода Тонга, находясь 29-го апрѣля 1912 г. въ Архипелагѣ Тонга въ Океаніи, наблюдалъ подводное изверженіе неизвѣстнаго до сихъ поръ вулкана. На поверхности моря образовался какъ бы гейзеръ, выбрасывающій изъ глубины пары воды и дымъ, а иногда прямо цѣлые столбы воды. Этотъ вулканъ расположенъ на днѣ океана, въ 2 миляхъ къ югу-востоку отъ острова Honga-Narai.



### Новый способъ исчисленія воды, выпадающей въ видѣ дождя.

Обыкновенно количество выпавшей въ видѣ дождя или снѣга воды опредѣляютъ высотой въ миллиметрахъ воднаго слоя. Г. Линдсей изъ Санъ-Луи (С. Ш.) предлагаетъ вычислять эту величину другимъ образомъ. Онъ опредѣляетъ объемъ воды, выпавшей на опредѣленную поверхность. Этотъ новый способъ гораздо нагляднѣе, по его словамъ и больше говоритъ уму. Излагая въ академіи наукъ въ Санъ-Луи вопросъ о выпаденіи дождя въ Соединенныхъ Штатахъ, онъ привелъ примѣръ наглядности его способа. По обыкновенному методу количество выпавшаго дождя въ 1896 г. въ Штатѣ Миссури опредѣляется высотой воднаго слоя въ 101,5 мм. тогда какъ по его методу это же количество выражается 184 куб. клм. воды! Количество воды, выпавшей въ видѣ дождя въ Соединенныхъ Штатахъ въ теченіе года въ среднемъ даетъ 600000000000 тоннъ!

Не слѣдуетъ думать, что вся эта вода возвращается въ море посредствомъ ручьевъ и рѣкъ. Большая часть ея испаряется съ поверхности или просачивается въ глубь земной коры. Г. Линдсей доказываетъ послѣднее тѣмъ, что запасъ воды въ Миссисипи у Санъ-Луи представляетъ объемъ воды лишь немного большій, чѣмъ объемъ выпадающей въ видѣ дождя только въ одномъ штатѣ Миссури; вся остальная вода теряется раньше, чѣмъ достигаетъ моря.



## Производство жидкой угольной кислоты.

Chronique des ingénieurs civils излагает доклад г. Уго Баума о размѣрѣ производства угольной кислоты въ жидкомъ видѣ, съ тѣхъ поръ, какъ въ 1875 г. Барберъ предложилъ употреблять ее для борьбы съ пожарами на бортахъ судовъ и для приведенія въ дѣйствіе морскихъ минъ.

Для прекращенія въ жидкое состояніе угольной кислоты съ промышленными цѣлями съ 1878 года употреблялся паровой прессъ, дающій давленіе въ 36 атмосферъ при 0° С. и въ 50—60 при 20 и 40° С. Одна стальная бутылъ вмѣстимостью 11 литр. могла включить въ себя объемъ газа въ 5400 литр.

Первое практическое примѣненіе жидкой угольной кислоты, какъ кажется было произведено въ порту г. Киля 27-го авг. 1879 года для поднятія со дна камня вѣсомъ въ 40 килогр. по способу, изобрѣтенному Райдтомъ, котораго можно считать инициаторомъ этого промысла.

На заводахъ Круппа пользуются жидкой угольной кислотой для полученія потока жидкаго металла подъ давленіемъ. Но наиболѣе широкое примѣненіе это вещество находитъ въ пивныхъ лавкахъ для поднятія и разливанія пива въ кружки и для приготовленія газовыхъ водъ.

Изъ всего количества угольной кислоты, производимаго въ настоящее время 95% употребляется для выработки шипучихъ минеральныхъ водъ и въ пивныхъ лавкахъ. Кромѣ того онъ употребляется при поднятій затонувшихъ предметовъ, для приготовленія цѣлебныхъ ваннъ, шипучихъ винъ, а также для снаряженія снарядовъ для тушенія пожаровъ. Производство ея все увеличивается: такъ въ 1884 г. оно достигло 122000 килогр., въ 1889 г.—1000000 килогр. въ 1909 г.—15000000 клгр.; въ 1910—34000000 клгр. Изъ нихъ 31500000 были выработаны въ Германіи. Стоимость всей жидкой угольной кислоты равняется приблизительно 8.750.000 фр. 45% угольной кислоты производится искусственно на 24 фабрикахъ. 30 другихъ фабрикъ добываютъ остальное количество изъ натуральныхъ источниковъ.

При настоящихъ цѣнахъ на это вещество приготовленіе угольной кислоты посредствомъ обжиганія магнезита становится слишкомъ дорогимъ и убыточнымъ, приходится пользоваться другими способами. Напр., пользуются образующимся при горѣніи кокса газомъ, или угольную кислоту поглощаютъ содой и затѣмъ разлагаютъ послѣднюю при нагреваніи.

Нѣ надо забывать, что это интересное производство требуетъ очень большого капитала, заключающагося въ стальныхъ бутылкахъ, цѣна которыхъ въ 6 или 7 разъ больше заключающейся въ нихъ жидкой угольной кислоты.

## Жертвы авіаціи.

Съ 1908 года, годъ первыхъ большихъ полетовъ, и до 21-го только что минуваго сентября день, когда погибъ знаменитый англійскій пилотъ Астлей, въ списокъ жертвъ авіаціи насчитывалось 202 человѣка, въ среднемъ по 50 человѣкъ на годъ. Первой жертвой сдѣлался американскій лейтенантъ Селфриджъ, пассажиръ Орвилля Райта (17-го сент. 1908 г.). Вотъ какъ представлены по національностямъ, погибшіе 202 человѣка:

Франція: 57, изъ нихъ 31 штатскихъ, 25 офицеровъ, (2 авіаторши, 5 пассажировъ).

Германія: 42, изъ нихъ 28 штатскихъ и 14 офицеровъ, (5 пассажировъ).

Америка: 30, изъ нихъ 27 штатскихъ и 3 офицера, (1 авіаторша, 3 пассажира).

Англія: 22; изъ нихъ 15 штатскихъ и 7 офицеровъ, (1 авіаторша, 3 пассажира).

Италія: 15, изъ нихъ 9 штатскихъ и 6 офицеровъ, (1 пассажиръ).

Россия: 13, изъ нихъ 9 штатскихъ и 4 офицера, (1 авіаторша, 3 пассажира).

Бельгія: 5 штатскихъ, (1 пассажиръ).

Испанія: 4, изъ нихъ 3 штатскихъ и 1 офицеръ (2 пассажира).

Австрія: 3 штатскихъ, (1 пассажиръ).

Швейцарія: 3 штатскихъ, (1 пассажиръ).

Румынія: 3, изъ нихъ 2 штатскихъ и 1 офицеръ.

Греція, Голландія, Черногорія, Перу, Бразилія и Австралія каждая по одной жертвѣ пилота-штатскаго.

• ○ •

## Землетрясеніе въ Бразиліи.

Въ „Bulletin de la Société Sismologique americaine“ опубликованъ отчетъ профессора Браннера, въ которомъ указывается, что Бразилія не вполне свободна отъ землетрясеній, какъ это думаютъ обыкновенно. Проф. Браннеръ приводитъ списокъ 50 подземныхъ толчковъ болѣе или менѣе хорошо установленныхъ, изъ которыхъ первый наблюдался въ 1560 г. Впрочемъ достовѣрность именно этого перваго толчка подвергается сомнѣнію. Почти всѣ эти толчки были незначительны по силѣ, но два были настолько сильными, что причинили вредъ постройкамъ. Проф. перечисляетъ 6 округовъ, которые пострадали отъ толчковъ. Такъ какъ Бразилія занимаетъ огромное пространство болѣе 8000 кв. километр., то приведенныя числа нельзя считать слишкомъ значительными и, слѣдовательно, можно причислить ее къ привилегированнымъ странамъ, гдѣ землетрясенія чрезвычайно рѣдки.

# АСТРОНОМИЧЕСКІЯ ИЗВѢСТІЯ.

## Комета Галле.

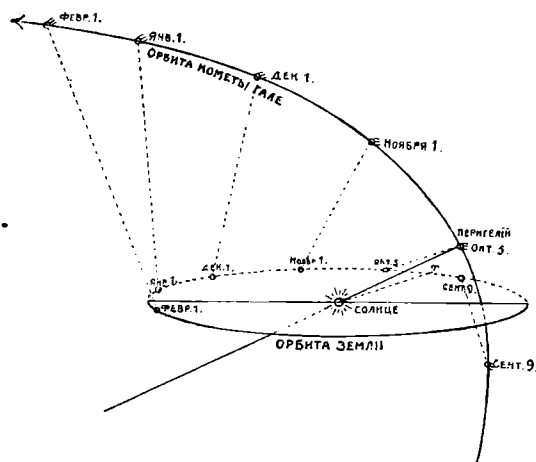
Комета Галле, продолжая подниматься къ северу по созвѣздіямъ Геркулеса и Дракона, остается по яркости въ предѣлахъ 7—8 величины. Она имѣетъ видъ круглой туманности съ уплот-

неніемъ въ центрѣ и легко можетъ быть наблюдаема въ трубу, діаметромъ 2—2½ дюйма. Къ сожалѣнію, наблюденію ея мѣшаютъ облачныя, осенняя погода. Фотографія обнаружила два хвоста—одинъ прямой, длиной до 7<sup>0</sup> другой болѣе короткій, подъ угломъ около 70° къ первому.

Положеніе кометы для берлин. полночи:

	α	δ
Ноября 28 нов. ст. 16 час. 27 м. 37 с.	+42° 45'	
Декабря 3	32 22	45 31
8	38 59	49 6
13	46 30	52 49
18	55 9	56 42
23	17 5	18 60 43

Прилагаемый чертежъ даетъ расположеніе орбиты кометы Галле относительно орбиты земли и соответственныя положенія кометы и земли за время отъ 9-го сент. до 1-го февраля.



### Комета Шоммась.—Тутль.

Элементы кометы Schaumasse, вычисленные по первымъ наблюденіямъ, оказались весьма близкими къ элементамъ періодической кометы Tuttle, которая наблюдалась въ 1790, 1858 и 1899 г. наблюдалась въ 1790, 1858, 1871 и 1899 г.

Правда, замѣчается большое расхожденіе во времени прохожденія черезъ перигелій, но астрономъ Fayet, заподозрѣвшій тождество кометъ, показалъ, что комета Tuttle довольно близко подходила къ Юпитеру въ 1900—1901 г. и должна была претерпѣть большія возмущенія въ своемъ движеніи. Онъ вычислилъ вліяніе планеты и далъ новые элементы кометы Tuttle которые уже не оставляютъ сомнѣнія въ тождествѣ ея съ вновь открытой кометой Schaumasse.

Элементы кометъ. Schaumasse Tuttle.

Время прохожденія черезъ перигелій. 1912 окт. 28,41 ср. Пет. вр.

Долгота узла . . . . .	269° 32' 57''	—	—	—	269° 53'
Долгота перигелія . . . . .	116 25 26	—	—	—	116 29
Наклоненіе . . . . .	55 0 24	—	—	—	55 14
Эксцентриситетъ . . . . .	0.80551	—	—	—	0.81809
Разстояніе перигелія отъ солнца . . . . .	1.0278	—	—	—	1.0285

Комета Tuttle ожидалась въ концѣ текущаго года, но положенія ея были вычислены по элементамъ 1899 года и возмущенія Юпитера въ 1900—1901 не были приняты во вниманіе, а между тѣмъ, какъ оказалось, они имѣли огромное значеніе, такъ какъ положеніе кометы по эфемеридѣ на 90° отличается отъ истиннаго. Такимъ образомъ, если бы Schaumasse не открылъ кометы вновь, то она, вѣроятно, была бы для насъ потеряна, такъ какъ найти ея по указанію эфемериды было невозможно.

Постепенно спускаясь въ южное полушаріе,

комета Tuttle становится въ ноябрѣ недоступной для наблюденій сѣверныхъ обсерваторій.

### Комета Боррелли.

Новая комета открыта 2-го ноября нов. ст. астрономомъ Borellу въ Марсель. Она находилась на границѣ созвѣздія Геркулеса, и Лирь и имѣла видъ круглой туманности, по яркости 8-ой величины, безъ хвоста.

По наблюденіямъ 3, 4 и 5 ноября элементы кометы оказались:

Время прохожденія черезъ перигелій . . . 1912 окт. 21.99 ср. Берл. вр.

Долгота узла . . . . .	144° 53'
Долгота перигелія . . . . .	246 24
Наклоненіе . . . . .	124 9

Разстояніе перигелія отъ солнца . . . . . 1.111

Комета движется на юго-востокъ по созвѣздіямъ Геркулеса и Орла.

Ея положенія для берлинской полночи:

	α	δ
Ноября 28-го н. ст. 19 час. 50 м. 33 с.	+5° 27'	
30	55 33	3 55
Дек. 2	20 0 17	2 30
4	4 45	1 11
6	9 1	—0 3
8	13 4	—1 12
10	16 58	—2 15

### Астрономическія явленія въ ноябрѣ—декабрѣ \*).

Покрытія звѣздъ луною:

1) δ Льва (4.1 велич.) ноябрѣ 18-го

	Начало.	Конечъ.
въ Спб	14 час. 13.6 мин.	14 час. 52.2 мин
„ Москвѣ	14 38.8	15 28.5
„ Одессѣ	13 54.6	14 59.4

2) ζ Тельца (5-ой велич.), декабрѣ 10-го.

въ Спб.	10 час. 9.2 мин.	10 час. 58.2 мин.
„ Москвѣ	10 59.5	11 18.4

3) γ Льва (4.8 велич.) декабрѣ 15-го

въ Спб.	13 час. 10.9 мин.	13 час. 56.3 мин.
„ Москвѣ	13 50.0	14 26.0

Падающія звѣзды. 1) Потокъ Геменидъ можно наблюдать съ 19-го ноября, по 3-ье декабрѣ, максимумъ 27—28 ноября, метеоры короткіе и быстрые. 2) Потокъ Квадрантидъ съ 15-го по 23 декабрѣ, метеоры длинныя.

Начало зимы—8 декабрѣ въ 18 час. 46 мин.

Перемѣнныя звѣзды:

1) Минимумъ Mira Ceti —7-го декабрѣ, (8—9-й ниже велич.).

2) Альголь (2.3—3.5) измѣненіе блеска въ продолженіе 9-ти часовъ.

Минимумъ 18-го ноябрѣ въ 6 час. 41 мин.		
21	3	30
29	17	57
2 декабря	14	46
5	11	35
8	8	24
11	5	13
14	2	02

3) δ Тельца (3.4—4.2) измѣненіе блеска въ продолженіи 10 часовъ.

\*) Числа по стар. стилю, время среднее петерб. счетъ отъ полудня.

Минимумъ I черезъ два періода.

23 ноября	въ 19 час.	40 мин.
1 декабря	17	25
9	15	09
17	12	54

4)  $\beta$  Лиры (3.4—4.5), періодъ 12 дн. 22 часа.

Максимумъ II. Минимумъ I.

декабря 3-го	въ 21 час.	ноября 24-го	въ 3 час.
16	19	декабря 7	1
29	17	19	23

Максимумъ I наступаетъ черезъ 3 дн. 8 ч. } Послѣ  
Минимумъ II 6 12 } I-го ми-  
нимума.

5)  $\gamma$  Орла (3.5—4.1), періодъ 7 дн. 4 часа.

Максимумъ I. Минимумъ II.

ноября 23-го	въ 9 час.	ноября 21-го	въ 0 час.
" 30-го	" 14 "	" 28-го	" 4 "
декабря 7-го	" 18 "	декабря 5-го	" 9 "
" 14-го	" 22 "	" 12-го	" 13 "

Минимумъ II наступ. черезъ 3 дн. 23 ч. } Послѣ мини-  
Максимумъ II " " 4 " 14 " } мума I.

6)  $\delta$  Цефея [3.7—4.9] періодъ 5 дн. 9 час.

Максимумъ		Минимумъ	
ноября 20-го	въ 7 час.	ноября 18-го	въ 22 часа
" 25-го	" 15 "	" 24-го	" 6 "
декабря 1-го	" 0 "	" 29-го	" 15 "
" 6-го	" 9 "	декабря 5-го	" 0 "
" 11-го	" 18 "	" 10-го	" 9 "
" 17-го	" 3 "	" 15-го	" 18 "

Планеты:

Марсъ }  
Юпитерь } невидны.  
Уранъ }

Меркурій—въ концѣ ноября и въ началѣ декабря можетъ быть съ трудомъ найденъ передъ закатомъ солнца на востокъ низко надъ горизонтомъ въ созв. Змѣедеержца.

Венера—въ созв. Стрѣльца и Козерога, видна послѣ захода солнца на западѣ.

Сатурнъ—въ созв. Тельца, можетъ быть наблюдаемъ всю ночь.

Нептунъ—въ созв. Близнецовъ, можетъ быть наблюдаемъ хорошо около полуночи, его полдженіе для 1-го декабря:

$$\alpha = 7 \text{ час. } 49 \text{ мин.}, \delta = + 20^{\circ}33'$$

Проф. К. Понровскій.

## МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКІЯ ИЗВѢСТІЯ.

### Обзоръ погоды за октябрь мѣсяцъ по новому стилю въ Европ. Россіи.

По нормальному расположенію изобаръ октябрь мѣсяцъ уже рѣзительно приближается къ зимнему типу: рѣзко обозначены среднеазиатскій максимумъ и минимумъ въ предѣлахъ Ледовитаго океана. Въ сѣверной части Европейской Россіи изобары имѣютъ направленіе близкое къ параллелямъ. Среднія мѣсячныя изотермы уже ограничиваются на крайнемъ сѣверѣ область съ температурами ниже нуля (до—4° у устьевъ Печеры, въ средней полосо Россіи проходитъ изотерма +5°, на югѣ у береговъ Чернаго моря +12°. Воздухъ надъ материками холоднѣе, чѣмъ надъ морями, что ясно доказывается въ ходѣ изотермы.

Истекшій октябрь представляетъ случай рѣзко выраженнаго уклоненія отъ нормальнаго типа и во многомъ отношеніи является рекорднымъ. Въ нижеслѣдующей обычной табличкѣ даны для важнѣйшихъ пунктовъ въ различныхъ частяхъ Европейской Россіи среднія величины приведеннаго къ уровню моря давления и ихъ отклоненія отъ нормы, среднія мѣсячныя температуры и ихъ отклоненія отъ нормы.

	Сред. давл. на у. м.	Откл. отъ нормы.	Сред. темп. нормы.	Откл. отъ нормы.
Архангельскъ	763.0	+6.6	-3.5	-6.0
Петербургъ	763.5	+3.2	1.5	-3.0
Москва	765.8	+2.2	0.4	-4.0
Варшава	764.1	+2.0	5.2	-2.7
Кіевъ	766.3	+2.1	3.0	-4.7
Севастополь	763.5	+1.5	10.5	-3.3
Астрахань	767.1	+0.9	7.8	-2.5
Казань	766.2	+1.7	0.1	-3.6

Барометрическое давленіе оказалось выше нормы во всей Европ. Россіи; особенно велики

положительныя отклоненія на сѣверѣ и сѣверо-востокѣ. Среднія мѣсячныя изобары истекшаго октября оказались близко параллельны не параллелямъ, а меридіанамъ; на Ледовитомъ океанѣ вмѣсто минимума получился максимумъ. При такомъ распределеніи давленія предѣлы Европейской Россіи оказались не при нормально господствующихъ вѣтрахъ съ южной составляющей, которыми приносится теплый воздухъ съ Атлантическаго океана, а при преобладающихъ восточныхъ теченіяхъ, приносившихъ холодныя массы воздуха изъ предѣловъ континента сѣверной Сибири.

Наиболѣе значительныя отклоненія температуры отъ нормы въ среднемъ за мѣсяцъ получились на крайнемъ сѣверѣ и сѣверо-востокѣ (до—6° откл. отъ нормы въ Архангельскѣ и до—7.0 у устьевъ Печеры, въ районѣ Черниговской и Курской губерніи (болѣе—5°), а также въ степной полосо отъ Кишинева до Луганска (также болѣе—5°). По своимъ низкимъ температурамъ истекшій октябрь оказался въ южной полосо Россіи болѣе холоднымъ за все время наблюденій съ 1836 года. Такъ напр., въ Кіевѣ болѣе холоднымъ до сихъ поръ считается октябрь 1866 года, давшій среднюю мѣсячную температуру 3.94 (на 4.93 ниже нормы); температура же нынѣшняго октября здѣсь была 3° (на 4.7 ниже нормы).

Общая картина измѣненій погоды на пространствѣ Европ. Россіи представляется въ слѣдующемъ видѣ. Первые дни октября ознаменовались прохожденіемъ въ предѣлахъ сѣверной полосы Россіи рѣзко выраженнаго циклона, центръ котораго черезъ Балтійское море и южную часть Финляндіи прошелъ въ направленіи на сѣверо-востокъ. Утромъ 2-го октября давленіе въ центральной части возлѣ Ганге упало до

725 мм. Прохождение циклона сопровождалось бурями (мѣстами снѣжными) на Балтійскомъ морѣ и его заливахъ; въ Петербургѣ же въ ночь на 3-е число онъ вызвалъ подъемъ воды въ Невѣ почти до 6 футовъ выше ординара, что уже даетъ картину бѣдствія для нѣкоторыхъ болѣе низменныхъ районовъ столицы. Сопровождавшая наводнение буря надѣлала не мало бѣдъ на рѣкахъ и каналахъ, въ окрестностяхъ же Петербурга было повалено много деревьевъ, заборовъ телефонныхъ столбовъ и т. п.

Слѣдомъ за этимъ циклономъ въ предѣлы южной Россіи вошла съ запада область высокаго давления, вызвавшая при сухой и ясной погодѣ ночные заморозки въ значительномъ районѣ и сильный нордъ-остовый штормъ на Крымскомъ побережьи. 8-го числа эта область продвинулась въ предѣлы Туркестанскаго края, на сѣверѣ Европы прошелъ слабо выраженный циклонъ и въ массовой его части быстро начала формироваться новая область высокаго давления, которая 10-го охватывала уже большую часть Европ. Россіи. Этотъ моментъ оказался рѣшающимъ въ отношеніи поворота къ холодамъ. Въ послѣдующіе дни вышеуказанная область высокаго давления, вытесняя все болѣе и болѣе, медленно отодвигалась въ предѣлы Сибири и здѣсь сразу установила морозную погоду, явившуюся для всей Сибири началомъ зимняго періода. Въ предѣлахъ Европ. Россіи на смѣну отошедшей области 14-го съ сѣвера спустилась другая, которая и заняла крайне прочное положеніе на сѣверо-востокѣ, преградивши на долго путь циклонамъ. Уже 17-го числа морозы установились на сѣверо-востокѣ и верховьяхъ Камы; въ Сибири температура упала ниже—10°—15° и здѣсь на рѣкахъ начался ледоходъ, очень скоро смѣнившійся ледоставомъ. Навигация прекратилась настолько неожиданно, что караваны судовъ и пароходы останавливались, гдѣ попало и грузы не могли дойти до мѣста назначенія.

Въ послѣдующіе дни нѣсколько циклоновъ какъ бы пытались, поднимаясь къ сѣверу отъ Чернаго и Каспійскаго морей, прорвать сѣверо-восточную область высокаго давления, но встрѣчая неблагоприятныя для своего существованія условія, замирали и развивая тягу съ сѣвера, только способствовали проникновенію морозовъ все дальше и дальше къ югу. 20-го числа заморозки появились въ Финляндіи и на верхней Волгѣ; 21-го закрылась навигация на верхней Коми, гдѣ наступили настоящіе морозы и температура упала ниже—15°. Прошедшіе циклоны сопровождалась въ восточной части Европ. Россіи, снѣгопадомъ, мѣстами и метелями, такъ что здѣсь установился въ значительномъ районѣ прочный санный путь.

22-го и 23-го числа еще одинъ циклонъ поднялся къ Уралу отъ Каспійскаго моря, и въ его тыловой части область высокаго давления съ морозами опустилась до крайняго юга.

Слѣдомъ за этимъ циклономъ, 24-го на Черномъ морѣ обрисовался новый, вызвавшій по всему побережью сильныя бури и въ значительномъ районѣ южной полосы Россіи метели, нарушившія мѣстами правильное желѣзнодорож-

ное движеніе. Рѣзкая смѣна такой погоды морозами въ районѣ Ростова-на-Дону сопровождалась гололедицей, порвавшей телеграфныя ліи, сломавшей деревья и столбы электрическаго освѣщенія. Ростовъ, Новочеркасскъ и Таганрогъ, оставались нѣсколько дней безъ освѣщенія и лишенные сообщенія съ остальнымъ міромъ.

Окрѣпшіе повсюду морозы вызвали ледоходъ на рѣкахъ бассейна Ледовитаго океана и верхней Волги. 24-го стала С. Двина у Архангельска (ранѣе чѣмъ когда-либо за 50 лѣтъ), 25-го встала Волга у Романова-Борисоглѣбска, 26-го появилось сало на рѣкѣ Бѣлой у Уфы, произошла остановка льда у Рыбинска, начался ледоходъ на Волгѣ у Казани. Тогда же появилась ледъ и на Невѣ у Шлиссельбурга.

27-го и 28-го пронеслась новая буря на Черноморскомъ побережьи, сопровождавшаяся метелями во всей южной полосѣ Россіи. Температура упала ниже нуля на всемъ пространствѣ Европ. Россіи вплоть до южнаго побережья Крыма (Севастополь утромъ—3,5, Керчь—1,8). Наконецъ, 29-го морозы достигли своей наибольшей интенсивности. Такъ въ Земетчинѣ утромъ температура была—23,8 на 23,09 ниже нормы, въ Елисаветградѣ—13,8 на 17,2 ниже нормы, въ Севастополѣ—2,0 на 1,3 ниже нормы. Начался ледоходъ на Днѣпру и навигация прекратилась; Волга стала до Нижняго, да-ле до устья—ледоходъ.

Никогда еще рѣчное судоходженіе не переживало болѣе труднаго положенія! Засушливое лѣто и бѣдная осадками осень, обусловили сильное мелководье на всей Волжской системѣ и Сибирскихъ рѣкахъ. При такихъ условіяхъ внезапно и столь рано наступившіе холода сразу вселили большое опасеніе за возможность управиться съ осенней интенсивной перевозкой грузовъ. Обычные по осени запросы въ Николаевскую Главную физическую обсерваторію о видахъ на прекращеніе навигаций, достигли благодаря этому небывалой интенсивности. Первые запросы еще въ срединѣ мѣсяца посыпались съ Сибирскихъ рѣкъ, куда и были посланы указанія на полную безнадежность положенія. Мало утѣшительныя свѣдѣнія приходилось давать въ послѣдующій періодъ и для Волги: морозы устойчивы, видовъ на скорое тепло не имѣется. Только 28-го числа показались первые признаки наступающаго потеплѣнія, на западѣ обнаружилось пробужденіе циклонической дѣятельности. Не успѣвшія еще замерзнуть рѣчныя системы, тогда же были оповѣщены обсерваторіей о наступленіи теплаго періода. Конецъ мѣсяца дѣйствительно сопровождался оттепелями въ предѣлахъ всей Европ. Россіи кромѣ крайняго сѣвера и востока.

Благодаря выпаденію снѣга, ранніе морозы едва ли вредно отразятся на состояніи озимыхъ хлѣбовъ. Большой вредъ былъ причиненъ свекловицѣ, которая благодаря холодному лѣту долго оставалась на поляхъ, и до 50% урожая не было убрано ко времени наступленія морозовъ.

В. Шипчинскій.

# БИБЛІОГРАФІЯ.

**Камчатская, экспедиція Федора Павловича Рябушинскаго снаряженная при содѣйствіи Императорскаго Русскаго Географическаго Общества. Ботанической отдѣлъ. Вып. I. В. Л. Комаровъ. Путешествіе по Камчаткѣ въ 1908—1910 г. Москва Цѣна 5 руб.**

Подъ такимъ заглавіемъ только что вышла книга въ четыреста слишкомъ страницъ, большого формата. Оглавленіе книги носить сухой перечень мѣстъ, лежавшихъ на пути экспедиціи—отъ и до такого-то мѣстечка, рѣки, горы, озера. На первое впечатлѣніе—сухо и специально. Стоитъ однако, хотя бы бѣгло перелистовать самую книгу, чтобы убѣдиться въ правѣ ея на широкое общественное вниманіе.

Специалистъ ботаники сказался въ ней со стороны, способной заинтересовать и не ботаниковъ\*), а очерки видѣннаго и слышаннаго читаются съ большимъ интересомъ: въ нихъ чувствуется правда и совершенно отсутствуютъ обычные «лирическія отступленія», такъ надоѣдливыя и скучныя.

Путешествіе проф. В. Л. Комарова относится къ 1908—1909 годамъ. Въ теченіе этого времени, какъ это видно на приложенной къ книгѣ картѣ, Камчатка пройдена имъ можно сказать вдоль и поперекъ. Книга знакомитъ насъ (попутно съ движеніемъ экспедиціи) какъ съ физическомъ міромъ страны, такъ съ ея флорой, отчасти съ фауной и населеніемъ Камчатки, его бытомъ, дѣятельностью и характеромъ. Описанія сопровождаются обильными и большею частью прекрасно сдѣланными фотографіями.

Для интересующихся отдаленнымъ краемъ нашей страны книга проф. Комарова является незамѣнимой.

**В. Вагнеръ.**

• ○ •

**И. И. Мечниковъ. Сорожъ мѣтъ исканія рационального міровоззрѣнія. Москва. Научное слово. 1913. 291 стр. Ц. 2 р.**

Это сборникъ. Сборникъ статей, написанныхъ И. И. Мечниковымъ и помѣщенныхъ въ Вѣстникъ Европы съ 1871 по 1909 годъ.

Если всякое переизданіе какой-либо книги находить оправданіе въ простомъ исчезновеніи даннаго сочиненія съ книжнаго рынка, то переизданіе въ видѣ сборника статей, вышедшихъ въ отдѣльности и въ разное время, нерѣдко имѣетъ и другія и притомъ солидныя основанія: желаніе дать цѣльное представленіе о ходѣ развитія мысли автора, поскольку оно нашло выраженіе въ цѣломъ рядѣ отдѣльныхъ статей, желаніе дать такое же представленіе о длительномъ историческомъ событіи или о какомъ-либо постепенно вырабатывающемся научномъ взглядѣ, частичнымъ отраженіемъ которыхъ является каждая изъ статей, вошедшая въ сборникъ. И въ первомъ и во второмъ случаѣ какая-либо основная, общая мысль должна проходить черезъ всѣ статьи.

Передъ нами сборникъ перваго типа. Самъ авторъ въ предисловіи говоритъ, что это: «Исто-

\*) Специальныя ботаническія изслѣдованія выйдутъ особымъ выпускомъ.

рія развитія міровоззрѣнія человѣка, задававшаяся цѣлью найти ключъ къ рациональному пониманію жизни и къ рѣшенію столь полного противорѣчіями вопроса о смерти». Появленіе такого сборника именно въ данное время нельзя не признать вполне своевременнымъ, ибо именно теперь усиливается теченіе прочь отъ точнаго знанія и увлеченіе метафизической философій, спиритизмомъ, общеніемъ съ загробнымъ міромъ и т. п. тайнами.

Слова строгаго позитивиста, подошедшаго даже къ вопросу о смерти исключительно съ точки зрѣнія положительной науки и рѣшающаго этотъ вопросъ при помощи ея методовъ, несомнѣнно представляютъ огромный научный интересъ. Этотъ интересъ еще болѣе увеличивается тѣмъ, что авторъ—человѣкъ, признающій единственнымъ руководителемъ жизни точную науку, и въ тоже время именно благодаря этому сохранившій оптимистическій взглядъ на жизнь—можетъ служить самымъ лучшимъ примѣромъ доказательства полную живость молодущихъ сѣтованій, будто наука творитъ писимистовъ, будто оставаясь въ согласіи съ наукой, можно лишь разочароваться въ жизни и придти къ выводу о ея безсмысленности.

Рядъ статей сборника указываетъ даже на большее. Первая статья «Воспитаніе съ антропологической точки зрѣнія» написана молодымъ человѣкомъ, настроеннымъ рѣзко пессимистически. «Человѣческой организмъ устроенъ настолько дурно, что приспособленіе его къ окружающимъ условіямъ является чрезвычайно труднымъ или даже вовсе невозможнымъ»—такова главная мысль статьи. Та же мысль проповѣдуется и во второй статьѣ. Третья статья написана въ еще болѣе мрачныхъ тонахъ, въ ней проглядываетъ даже проповѣдь самоубійства.

Но мало-по-малу съ переходомъ въ зрѣлый возрастъ пессимизмъ начинаетъ блѣднѣть, у автора начинается проглядывать новое миропониманіе. Онъ признаетъ возможность рациональной этики и свою надежду возлагаетъ на развитіе теоретической науки. Юпошескій пессимизмъ—настоящая болѣзнь молодости—сгладился и на его мѣсто выступилъ болѣе спокойный и радостный взглядъ на жизнь». Авторъ выступаетъ съ критикой ученія Л. Толстого о непротивленію злу и съ проповѣдью активной дѣятельности («Законъ жизни»).

Въ сборникъ не вошли два наиболее крупныхъ произведенія Мечникова послѣдняго времени—«Этюды о природѣ человѣка» и «Этюды оптимизма», являющіеся апофеозомъ жизни. Но вмѣсто нихъ помѣщенъ краткій очеркъ «Міросозерцаніе и медицина» достаточно ярко резюмирующей оптимистическое пониманіе жизни и смерти. Вообще вся книга производитъ замѣчательное свѣжее, бодрое впечатлѣніе.

Старый позитивистъ-оптимистъ учитъ молодое поколѣніе, увлекающееся метафизикой и пессимизмомъ, радостямъ жизни и указываетъ ему путь точной науки для пріобрѣтенія оптимистическаго міросозерцанія.

**П. Бѣльскій.**

• ○ •

**Библиотека элементарной математики под общей редакцией прив.-доц. С. О. Шатуновскаго. В. Литцманъ. Теорема Пифагора. Пер. съ немецкаго. Изд. *Mathesis*. Одесса 1912 г. 80 стр. Ц. 40 к.**

Задуманная книгоиздательствомъ Матезисъ «Библиотека элементарной математики» должна состоять изъ ряда книжекъ, посвященныхъ разработкѣ наиболее важныхъ и интересныхъ вопросовъ элементарной математики. Первый вопросъ этой библиотеки слѣдуетъ признать весьма удачнымъ. Книжка Литцманна трактуетъ о знаменитой Пифагоровой теоремѣ. Авторъ даетъ, прежде всего, очеркъ исторіи этой теоремы, далѣе слѣдуетъ собраніе различныхъ доказательствъ ея. Это собраніе отнюдь не претендуетъ на исчерпывающую полноту. Изъ безчисленной массы доказательствъ, авторъ выбралъ наиболее характерныя и интересныя. Послѣдніи главы посвящены вопросамъ связаннымъ съ теоремой Пифагора: такъ наз. пифагоровымъ числомъ и теоремѣ Ферма. Заканчивается книжка обзоромъ литературы, относящейся къ затронутымъ вопросамъ.

Языкъ изложения—мастерской: ясный, точный и необыкновенно живой. Запасъ свѣдѣній предполагающійся у читателя не великъ: книжка доступна всѣмъ знакомымъ съ основами элементарной математики. Многочисленные вопросы, которыми повсюду сопровождается изложенье даютъ обширный матеріалъ для самостоятельной работы.

Въ общемъ идею изданія «Библиотеки элементарной математики» можно только приветствовать, а первый выпускъ ея—горячо рекомендовать всѣмъ интересующимся вопросамъ элементарной математики.

• ○ •

Э. Ш.

**Русскіе субтропики. Журналъ Батумскаго Общества Сельскаго Хозяйства.**

Съ VII-й книжки этого журнала, его редакция перешла къ профессору А. Н. Красноу, завѣдующему въ настоящее время только что основаннымъ «Ботаническимъ Садамъ» въ Батумѣ. Съ этимъ вмѣстѣ къ специальнымъ задачамъ органа обслуживать сельско-хозяйственные интересы Батумскаго побережья, присоединилось еще одно: сообщать широкому кругу читателей о дѣятельности Ботаническаго сада. Послѣдній имѣетъ въ виду съ одной стороны задачи чисто научныя: знакомить русскую публику съ растительностью влажныхъ субтропическихъ странъ, родственныхъ по климату съ Батумскимъ побережьемъ (Новой Зеландіи, Ю. В. Австраліи, Ю. В. Штатовъ Америки, Чили и вершинъ тропическихъ горь); съ другой стороны задачи практическія: научить воздѣлывать тѣ полезныя растенія этихъ областей, культура которыхъ могла бы поднять благосостояніе края.

Привѣтствуемъ новое направленіе журнала и отъ души желаемъ ему успѣха.

В. Вагнеръ.

## Книги, присланныя въ редакцію.

— Книгоиздательство «Віос». Москва. Л. Донхастеръ. «Наслѣдственность въ свѣтѣ новѣйшихъ изслѣдованій» 1913 г. 80 к. Р. Е. Пеннеттъ. «Менделизмъ» 1913 г. 1 р. 50 коп.

— Изданіе Н. П. Карбасникова. Спб. Б. А. Евдокимовъ. Цвѣтная фотографія. Упрощенные способы получения цвѣтныхъ снимковъ обыкновенной камерой. 1912 г. 85 к.

Р. О. Рабиновичъ. Курсъ электричества и вспомогательныя свѣдѣнія изъ физики, механики и химіи применительно къ телеграфіи и телефоніи, 1913 г. 1 р. 10 к.

— В. Нойссъ и Г. Смитъ. Элементы качественного анализа. Переработанный и дополненный переводъ М. П. Дукельскаго. Кіевъ. 1912 г. 1 р. 10 к.

— Книгоиздательство «Творчество». Москва. Философія Бергсона въ популярномъ изложеніи Г. Уильдона Карра. Перев. И. Румеръ. 1913 г. 30 коп.

— С. Н. Прокоповичъ. Прерванная рѣчь (на диспутѣ проф. Чистякова). Москва, 1912 г. 20 коп.

Д. А. Марковъ. Сборникъ вопросовъ и задачъ по всеобщей исторіи. I Древняя исторія. Москва. 1913 г. 40 к.

— Книгоиздательство «Сотрудникъ». Кіевъ. Медицинская микробиологія. Подъ редакц. д-ра мед. Л. А. Тарасевича. Т. II—Часть специальная.

Съ таблицами и 35 рисунк. въ текстѣ. 1913 г. За оба тома съ атласомъ 7 р.

— Издательство «Метезисъ» Одесса. В. Литцманъ. Теорема Пифагора. 1912 г. 40 к. А. О. Филипповъ. Четыре ариметическія дѣйствія. Числа натуральныя. 1912 г. 70 к. Борель-Штеккель. Элементарная математика. Ч. II. Геометрія. Подъ редакц. прив.-доц. В. Ф. Кагана. 1912 г. 2 руб.

— Философія техники. Вып. I. Общій обзоръ. Вып. 2-ой. Современная философія. Вып. 3-ий. Наша жизнь. Москва. 1912 г. по 20 коп. вып.

— М. Ф. Короткій. Пашенная растительность въ отношеніи сообществъ. Спб. 1912 г. 50 к.

— П. О. Янковскій. Всмірное тяготѣніе какъ слѣдствіе образования вѣсомой матеріи внутри небесныхъ тѣлъ. 2-ое доп. изданіе. Ч. I. Спб. 1912 г. 2 р. 50 к.

— Проф. В. Оствальдъ. Организациія и организаторы. I ч. (обобщающая теорія). Перев. Г. Э. Вуттке. Москва. 30 к.

— Изданіе С. Дороватовскаго и А. Чарушниковъ. Москва. Андръ Дикшенберже. Мой маленький Тротъ. 1912 г. 60 к.

— Книгоиздательство К. И. Тихомірѣва. Москва. С и В. Сокульскія. Работы изъ глинны, перев. съ польск. М. А. Н. 1912 г. 60 к. Н. И. Лебедевъ. Простыя слова съ простымъ пчелякамъ



Вып. 2 и 3, 1912 г. 7 к. *С. Шлотниковъ*. Грунто-  
вая культура арбузовъ въ сѣвер. полосѣ наше-  
го черноземья. 1912 г. 7 к.

— Школьный аквариумъ и террариумъ, какъ  
пособіе при изуч. природовѣдѣнія въ средн.  
и низшей школахъ. Составлено членами школ.  
ком. при М. О. Л. А и К. Р. Москва. 1912 г.  
30 коп.

— Книгоиздательство «Естествоиспытатель».  
Спб. *Эдвинъ Эдсгеръ*. Общая физика. Основныя

свойства матеріи. Перев. подъ редакц. проф.  
И. И. Боргмана. 1913 г. 3 р. 80 к.

— *В. С. Смирновъ*. Краткій курсъ химіи, не-  
органической и органической, для среднихъ об-  
щественныхъ и низшихъ профес. школъ. 2-ое изд.  
Москва. 1913 г. 85 к.

— Изданіе М. и С. Сабашниковыхъ. Москва.  
*Н. Кабановъ*. Очерки по физиологій здороваго  
и больнаго человѣческаго организма. 1912 г.  
2 р. 40 к.

## Отъ Распорядительнаго Комитета XIII Съезда Русскихъ Естество- испытателей и Врачей,

имѣющаго состояться съ 16 по 24 іюня 1913 г. въ г. Тифлисъ.

Настоящимъ доводится до свѣдѣнія всѣхъ желающихъ принять участіе въ работахъ Съезда въ каче-  
ствѣ членовъ его, что всѣ необходимыя справки о предстоящемъ Съездѣ, равно какъ „Правила“ Съезда,  
бланки подписныхъ листовъ и свѣдѣнія объ экскурсіяхъ, предложенныхъ во время Съезда, можно полу-  
чить въ Распорядительномъ Комитетѣ Съезда (Тифлисъ, Канцелярія Попечителя Кавказскаго учебнаго  
округа), для чего на имя Распорядительнаго Комитета слѣдуетъ сообщить свой адресъ.

## „НАУКА“

Книгоиздательство и книжный складъ. Москва, Б. Ни-  
нитская, 10с. близъ университета.

*А. Н. Свѣрцовъ*. Этюды по теоріи эволюціи.  
Ц. 2 р. 50.

*Пенкинъ*. Меандризмъ (теорія наследственности).  
Ц. 1 р. 50 к.

*Донкастеръ*. Наследственность въ свѣтѣ повѣй-  
шихъ излѣдованій. Ц. 80 к.

*Калкинъ*. Протозоология. Ц. 2 р. 50 к.

*Тамаркъ*. Философія зоологій. Ц. 2 р.

*Герташъ*. Развѣтіе біологій въ XIX столѣтіи.  
Современное положеніе дарвинизма. Ц. 35 к.

*Щелкановцевъ*. Краткій курсъ зоологій. Ц. 2 р. 50 к.

*Фридманъ*. Свѣтъ и матеріи (общедоступный очеркъ  
спектральнаго анализа). Ц. 1 р. 25 к.

*Челтицевъ*. Основныя химическія понятія, законы  
и теоріи въ популярномъ изложеніи. Ц. 35 к.

*Остальдъ*. Колесо жизни. Ц. 40 к.

*Тиндъ*. Практическое руководство къ опредѣленію  
звѣрей, водящихся въ Европейской Россіи. Ц. 35 к.

*Эдвинъ Эдсгеръ*. Общая физика. Основныя свойства  
матеріи. Ц. 3 р. 80 к.

*Чукавъ, А. А.* Периодическая система химическихъ  
элементовъ. Ц. 1 р. 75 к.

*Новыя идеи въ математикѣ*. Математика. Проб-  
лемы и значеніе ея. Ц. 80 к.

*Новыя идеи въ философіи*. Что такое психологій?  
Ц. 80 к.

Издатели: Кн-во „ПРИРОДА“.

Тип. т./д. „печатное дѣло“. Москва.

Поступилъ въ продажу

## УКАЗАТЕЛЬ

УЧЕБНЫХЪ РУКОВОДСТВЪ И ПОСОБІЙ ДЛЯ  
НИЗШИХЪ И СРЕД. УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ.

съ указаніемъ допущенныхъ къ употреб-  
ленію ученымъ комитетомъ министерства  
народнаго просвѣщенія.

ВЪ ДВУХЪ ЧАСТЯХЪ:

ч. 1-я книги для учащихся.

ч. 2-я книги для преподавателей.

Составленъ и изданъ Педагогическимъ Книж-  
нымъ Магазиномъ

В. И. ПЕНКИНА въ Кіевѣ.

396 страницъ. Цѣна 40 коп.

(Съ перес. 57 к., вал. плат. 67 к.).

Редакторы: проф. В. Л. Вагнеръ.  
проф. Л. В. Писаржевскій.

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА  
ЗА 1912 ГОДЪ ○ ○ ○

# „ПРИРОДА“

Проф. Л. В. Писаржевскій. Памяти Н. Н. Бекетова. Проф. К. Д. Покровский. О наблюдающихся падающих звѣздъ. Проф. И. И. Боргманъ. Послѣдніе успѣхи въ физикѣ. Проф. Г. В. Вульфъ. Есть ли что-либо общее у кристалловъ и растений? Проф. В. А. Вагнеръ. Общественность у животныхъ и человѣка (біосоціологической очеркъ). Прив.-доц. А. В. Немиловъ. Новый взглядъ на строеніе живого вещества. Проф. Л. В. Писаржевскій. Къ портрету Д. И. Менделѣева. Анад. П. И. Вальденъ. Ломоносовъ какъ химикъ. Проф. А. В. Нечаевъ. Успѣхи геологіи. Проф. Е. А. Шульцъ. Регенерація, какъ одна изъ существенныхъ особенностей жизни. Проф. С. В. Аверинцевъ. По побережью Чернаго континента (изъ записной книжки натуралиста). Прив.-доц. П. Каммереръ. Къ вопросу о наслѣдованіи приобрѣтенныхъ признаковъ. Къ кончинѣ П. Н. Лебедева. Проф. Н. А. Умовъ. Роль человѣка въ познаваемомъ имъ мірѣ. Н. А. Морозовъ. Прошедшее и будущее міровъ съ современной геофизической и астрофизической точки зрѣнія. Проф. Л. В. Писаржевскій. Энергетическое міровоззрѣніе. I. Матерія и энергія. Проф. А. В. Гурвичъ. Проблемы и успѣхи ученія о наслѣдственности. Проф. Н. И. Андрусовъ. О возрастѣ земли. Проф. П. П. Лазаревъ. Памяти великаго русскаго физика (П. Н. Лебедевъ). Проф. А. А. Ивановъ. Солнечныя пятна. Проф. С. М. Танатаръ. Что такое термохимія? Проф. К. Гизенгагенъ. Данныя для эволюціонной теоріи въ исторіи развитія и строенія растений. Проф. В. А. Вагнеръ. Звѣриный островъ. Жуссе-де-Беллессмъ. Воздухоплаваніе и наслѣкомья. Проф. О. Д. Хвольсонъ. Сохраненіе и разсѣяніе энергіи. Проф. П. И. Бахметьевъ. Какъ я нашель анабіозъ у млекопитающихъ. А. Е. Ферсманъ. Алмазь, его кристаллизація и происхожденіе. Проф. В. А. Вагнеръ. Біологія и общественныя науки. Проф. Б. Ф. Вериго. Поль съ точки зрѣнія современной біологіи. Проф. Ш. Лэреть. Расщепленіе зародыша. Жизнь безъ микробовъ. Прив.-доц. М. Ю. Лахтинъ. Методъ положительнаго знанія. Астрон. пулк. обсерв. Г. А. Тиховъ. Новая изслѣдованія планетъ Марса и Сатурна. Проф. Жакъ Лебъ. Жизнь. Выдѣленіе ядовитой крови наслѣкомьями. Проф. А. Н. Красновъ. Современная географія и ея новыя теченія. Н. А. Рубанинъ. Литература современного научно-философскаго міросозерцанія. А. Рождественскій. Ледъ, вода и паръ. А. Е. Ферсманъ. Очерки по геохиміи. Задачи современной минералогіи. Сванте Аррениусъ. Млечный путь. Проф. А. Ринно. Роль воды при вулканическихъ изверженіяхъ. Г. Виньеронъ. О вихревыхъ кольцахъ. А. Дестъ. Резина. Ф. Лиммеръ. О цвѣтной фотографіи (способъ выцвѣтанія). Эмиль Гадесо. Законъ Менделя. Проф. А. Абдергальденъ. Искусственное приготовленіе пищевыхъ веществъ. Д-ръ Э. Бордажъ. Вольтеръ и Бернаденъ де-Сенъ-Пьерръ, какъ предшественники современныхъ біологическихъ ученій. Прив.-доц. Г. Асноли и д-ръ Т. Ленъяни. Результаты удаленія мозгового придатка. Гермафродитизмъ и опредѣленіе пола у лягушекъ. Е. Рудольфи. Радиоактивность. А. Рождественскій. Пыль. А. Е. Ферсманъ. За цвѣтными камнями. В. А. Вагнеръ. Соціологія въ ботаникѣ. Проф. С. И. Метальниковъ. О причинахъ старости. Проф. А. В. Сапонниковъ. Азотная кислота и селитра изъ воздуха. В. Воганъ. Философія естествоиспытателя. Н. К. Кольцовъ. Малярія. І. Лукашевичъ. Уголокъ тропическаго лѣса. Э. Р. Фонъ-Вреденъ. Симбіозъ раковъ отшельниковъ. Е. Ш. Минотавръ Тифей. Н. Каменьщиковъ. Аэрологія. Г. Бугге. Электрическое освѣщеніе. Проф. О. Д. Хвольсонъ. Принципъ относительности. Проф. Е. А. Шеферъ: Природа, происхожденіе и сохраненіе жизни. Г. А. Томсонъ. Планъ превращенія Сахары въ море. Прив.-доц. А. И. Ющенко. Душа и матерія. Проф. П. И. Бахметьевъ. Теоретическія и практическія слѣдствія изъ моихъ изслѣдованій анабіоза у животныхъ. Ж. Шефферъ. Протоплазма и коллоиды. А. Рождественскій. Воздухъ.

Кромѣ вышеназванныхъ статей въ журналъ „Природа“ отведено значительное мѣсто постояннымъ отдѣламъ: изъ лабораторной практики. Научныя новости и хроника. Смѣсь. Астрономическія извѣстія. Метеорологическія извѣстія. Библиографія.

Комплектъ всѣхъ №№ за 1912 г. высылается по полученіи пяти рублей.

Адресъ конторы: Москва, Мясницкая, Гусятниковъ пер., 11.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1913 годъ.

ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛЪ

Естественно-историческая

# БИБЛИОТЕКА-ПРИРОДА

подъ редак. проф. Л. В. Писаржевскаго. При ближайшемъ участіи сотрудниковъ журнала „Природа“.

За годъ подписчикамъ будетъ дано 12 книгъ (объемомъ свыше 1200 страницъ обычнаго книжнаго формата), посвященныхъ отдѣльнымъ наиболѣе интереснымъ вопросамъ естествознанія. „Библиотека Природа“ ставитъ своей задачей популярное изложеніе въ болѣе глубокой и расширенной формѣ тѣхъ естественно-историческихъ вопросовъ, которые разсматриваются въ обычныхъ журнальныхъ статьяхъ лишь въ общихъ чертахъ.

Подписная плата (съ доставкой и пересылкой): за годъ — 4 р.  $\frac{1}{2}$  г. — 2 р. 40 к.; 3 мѣс.—1 р. 20 к.; за границу годъ—6 руб.

Допускается разсрочка: 2 р. 50 к. при подпискѣ и 1 р. 50 к. не позже 1 мая.

Открыта подписка на 1913 годъ.

ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛЪ

„Популярная бібліотека для самообразованія

# ОСНОВНЫЯ НАЧАЛА

# ЕСТЕСТВОЗНАНІЯ

подъ редак. проф. Л. В. Писаржевскаго. При ближайшемъ участіи сотрудниковъ журнала „Природа“.

Библиотека „Основныя начала естествознанія“ предназначена для лицъ, не получившихъ систематическихъ естественно-историческихъ знаній и желающихъ пополнить этотъ пробѣлъ самообразованіемъ. Въ 1913 году всѣ 12 книгъ бібліотеки (свыше 1200 страницъ обычнаго книжнаго формата) будутъ посвящены популярному изложенію основъ наиболѣе важныхъ отдѣловъ естествознанія.

Подписная плата (съ доставкой и пересылкой): за годъ — 4 р.;  $\frac{1}{2}$  г.— 2 р. 40 к.; 3 мѣс.—1 р. 20 к.; за границу—6 р.

Допускается разсрочка: 2 р. 50 к. при подпискѣ и 1 р. 50 к. не позже 1 мая.

Подписка принимается въ конторѣ журнала „Природа“, во всѣхъ книжныхъ магазинахъ, земскихъ складахъ и почтовыхъ отдѣленіяхъ.

Подписка на  $\frac{1}{2}$  года, 3 мѣсяца и въ разсрочку принимается исключительно главной конторой (Москва, Мясницкая, Гусятниковъ пер., 11).