

11 110  
218  
Я. Перельманъ

# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА



ИЗДАНИЕ П. П. СОЙКИНА, С.-ПЕТЕРБУРГЪ

# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ

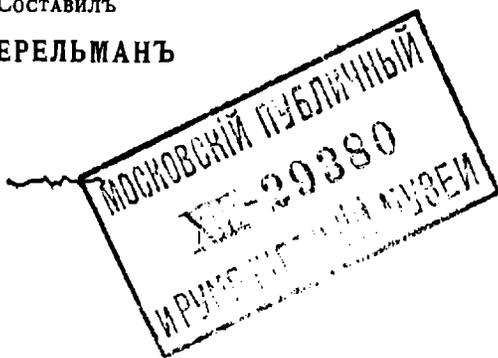
# ФИЗИКА

**140** ПАРАДОКСОВЪ, ЗАДАЧЪ, ОПЫТОВЪ,  
ЗАМЫСЛОВАТЫХЪ ВОПРОСОВЪ и пр.

Съ 160 рисунками въ текстѣ

Составилъ

**Я. ПЕРЕЛЬМАНЪ**

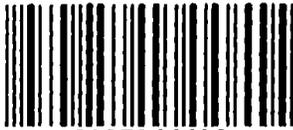


Издательство  П. П. Сойкина

Типографія

Спб. Стремянная, 12, собств. д.

1913,



2007044406

## ПРЕДИСЛОВІЕ.

Предлагаемая книга по характеру собраннаго въ ней матеріала нѣсколько отличается отъ другихъ сборниковъ подобнаго типа. Физическимъ опытамъ, въ тѣсномъ смыслѣ слова, въ ней отведено второстепенное мѣсто, на первый же планъ выдвинуты занимательныя задачи, замысловатыя вопросы и парадоксы изъ области начальной физики, могущіе служить цѣлямъ умственнаго развлеченія. Въ качествѣ подобнаго же матеріала привлечены, между прочимъ, нѣкоторыя беллетристическія произведенія (Жюль Верна, К. Фламмаріона, Э. Поэ и др.), затрагивающія вопросы физики. Въ сборникъ вошли также и статьи по нѣкоторымъ любопытнымъ вопросамъ элементарной физики, обычно не разсматриваемымъ въ учебникахъ.

Изъ опытовъ въ книгу включены преимущественно тѣ, которые не только поучительны, но и занимательны, и, къ тому же, могутъ быть выполнены при помощи предметовъ, всегда имѣющихся подъ рукою. Опыты и иллюстраціи къ нимъ заимствованы у Тома Тита, Тисандье, Бойса и др.

---

Считаю пріятнымъ долгомъ выразить свою признательность ученому лѣсоводу И. И. Полѣрову, который оказалъ мнѣ незамѣнимыя услуги при чтеніи послѣднихъ корректуръ.

*Я. Перельманъ.*



# ОГЛАВЛЕНИЕ.

ГЛАВА I.	СТР.	ГЛАВА III.	СТР.
<b>Сложение и разложение движений и силъ.</b>		<b>Вращательное движение.</b>	
Когда мы быстрее движемся вокруг солнца — днемъ или ночью? . . . . .	1	Трудная задача. . . . .	29
Загадка телѣжнаго колеса. . . . .	2	Какъ отличить вареное яйцо отъ сырого? . . . . .	30
Какая часть велосипеда движется медленнѣе всѣхъ другихъ? . . . . .	4	Центробѣжная карусель. . . . .	32
Загадка желѣзнодорожнаго колеса. . . . .	4	Сжатіе земного шара. . . . .	34
Откуда плыветъ лодка? . . . . .	4	Можемъ ли мы перемѣстить полюсы Земли? . . . . .	35
Можно ли поднять человѣка на семи пальцахъ? . . . . .	7	Задача о падающей кошкѣ. . . . .	38
Графинъ съ водой поднять солонинкой. . . . .	8	<b>ГЛАВА IV.</b>	
Проткнуть монету иглой. . . . .	9	<b>Борьба съ пространствомъ.</b>	
Почему заостренные предметы колючы? . . . . .	9	Какъ мы ходимъ? . . . . .	42
<b>ГЛАВА II.</b>		Надо ли съ конки прыгать впередъ? . . . . .	43
<b>Сила тяжести. Рычагъ. Вѣсы.</b>		Съ какой быстротой мы движемся? . . . . .	45
Вверхъ по уклону. . . . .	11	Машины, обгоняющія солнце. . . . .	46
Вопреки силѣ тяжести. . . . .	12	Скорость дирижаблей и аэроплановъ. . . . .	48
Неожиданный результатъ. . . . .	13	Быстрота мысли. . . . .	49
Можно ли послать ядро на Луну? . . . . .	14	Отчего происходятъ автомобильныя несчастія? . . . . .	49
Какъ Жюль Вернъ описалъ путешествіе на Луну, и какъ оно должно было бы происходить въ дѣйствительности. . . . .	17	Какъ быстро движутся животныя? . . . . .	50
Необыкновенная телѣжка. . . . .	21	<b>ГЛАВА V.</b>	
Веревочные вѣсы. . . . .	23	<b>Сопротивленіе среды.</b>	
Какъ на невѣрныхъ вѣсахъ взвѣсится вѣрно? . . . . .	24	Почему взлетаетъ бумажный змѣй? . . . . .	52
Какъ взвѣшивать, не имѣя гирь? . . . . .	25	Животныя-аэропланы. . . . .	53
Вѣчное движеніе. . . . .	26	Аэропланъ (планеръ) у растений. . . . .	55
Чудо—и не чудо. . . . .	28	Бумерангъ. . . . .	57

## ГЛАВА VI.

### Свойства жидкостей.

Стаканъ и ведро одинаково да- вать.	61
Давленіе жидкости снизу вверхъ.	62
Вѣсы для писемъ.	64
Свѣча въ водѣ.	65
Копейка, которая въ водѣ не то- нетъ.	66
Что тяжелѣе?	67
Вулканъ въ стаканѣ воды.	68
Магическое наполненіе бутылки.	69
Образованіе мировъ.	70
Жидкости въ Жюль-Вернов- скомъ ядрѣ.	71
Какъ выйти сухимъ изъ воды?	73
Какъ носить воду въ рѣшетѣ?	73
Мнимый «вѣчный двигатель».	74
Опыты съ надломанными спич- ками.	75
Самодвижущіяся фигуры.	76
Мыльные пузыри.	77

## ГЛАВА VII.

### Свойства газовъ.

Одинаково ли вѣсятъ пудъ воды и пудъ желѣза?	84
Какъ поднять тяжелый грузъ простымъ дуновеніемъ?	85
Непослушная пробка.	85
Неизякаемая пойлушка.	87
Еще способъ выйти сухимъ изъ воды.	87
Сложное объясненіе простого явленія. Пульверизаторъ.	89
Недоумѣніе автора.	91
Какъ мы пьемъ?	92

## ГЛАВА VIII.

### Теплота.

Когда Николаевская дорога длин- нѣе—лѣтомъ или зимою?	93
Безнаказанная кража телефон- ной проволоки.	94
Теплое тяжелѣе.	94
Качающаяся скала въ Аргентинѣ.	95
На ледъ или подъ ледъ?	96
Почему дуетъ отъ закрытаго окна?	97
Ученый споръ за чайнымъ сто- ломъ.	98
Поучительная сигара.	101

СТР.	Грѣтъ ли шуба?	101
	Какое время года у насъ подъ ногами?	102
	Какъ сварить яйцо на лампѣ?	103
	Несгораемая кисея.	105
	Ледъ, не талой въ кипяткѣ.	105
	Можно ли вскипятить воду снѣ- гомъ?	106
	Можно ли вскипятить воду ки- пяткомъ?	107
	Для чего Маркъ Твэнъ варилъ супъ изъ барометра?	109
	Почему вода тушитъ огонь?	110
	Какой ледъ болѣе скользокъ— гладкій или шероховатый?	111

## ГЛАВА IX.

### Распространеніе свѣта.

75	Какую пользу можно извлечь изъ своей тѣни.	113
76	Какъ измѣрить силу свѣта съ помощью тѣни?	117
77	Когда черный бархатъ свѣтлѣе снѣга?	118
	Скорость свѣта.	118
	По волнамъ безконечности.	
	Очевидецъ прошлаго.	119
	Десятилѣтія протекаютъ въ одинъ часъ.	122
	Обратный ходъ всемірной исторіи.	125
	Сраженіе навыворотъ.	128
	Вверхъ по рѣкѣ времени.	129
	Такъ ли все это?	131
	Отраженіе безъ зеркала.	133
	Неожиданное сопоставленіе.	134
	Задача о солнечномъ восходѣ.	135

## ГЛАВА X.

### Отраженіе и преломленіе свѣта.

94	Обходный путь свѣтовыхъ лу- чей.	137
95	Говорящая отрубленная голова.	138
96	Женская логика.	141
97	Кого мы видимъ, глядясь въ зер- кало?	141
98	Разсчетливая поспѣшность.	143
98	Задача о горящемъ гумнѣ.	145
101	Рисованіе передъ зеркаломъ.	146

	СТР.
Какъ относятся животныя къ своимъ отраженіямъ въ зеркалѣ. . . . .	147
Какъ наши дѣды воспѣвали калейдоскопъ. . . . .	148
Дворцы иллюзій и миражей. . . . .	150
Пытка зеркалѣ. . . . .	153
Для чего лучи свѣта преломляются? . . . . .	158
Появленіе и исчезновеніе монеты. . . . .	161
Къ свѣдѣнію купальщиковъ. . . . .	162
Какъ перерѣзать бечевку, не касаясь ея? . . . . .	162
Какъ видятъ рыбы? . . . . .	163

## ГЛАВА XI.

### Зрѣніе.

Можно ли видѣть черезъ ладонь? . . . . .	170
Для чего надо «смотреть въ оба»? . . . . .	171
Идея стереоскопа. . . . .	172
Какъ открывать поддѣлки съ помощью стереоскопа? . . . . .	174
Зрѣніе великановъ. . . . .	174
Вселенная въ стереоскопѣ. . . . .	176
Изобличеніе рекрута. . . . .	180

	СТР.
Анаглифы. . . . .	182
Почему на картины смотрятъ однимъ глазомъ? . . . . .	182
Какъ видятъ близорукие. . . . .	183
Вышина вашей шляпы. . . . .	186
Удлиненные надписи и картины. . . . .	187
Размѣры башенныхъ часовъ. . . . .	188
С ф и н к с ѣ . . . . .	189
Бѣлое больше чернаго. . . . .	194
Какая буква чернѣе? . . . . .	195
Живые портреты. . . . .	197
Загадочный крестъ . . . . .	197
Воткнутыя прямыя и другіе обманы зрѣнія. . . . .	198

## ГЛАВА XII.

### Звукъ.

Какъ разыскивать эхо? . . . . .	202
Звуковыя зеркала. . . . .	204
Оракуль. . . . .	205
Къ свѣдѣнію застѣнчивыхъ людей. . . . .	205
Что такое раскаты грома? . . . . .	206
Водяной микрофонъ. . . . .	207
Обманы слуха. . . . .	210
Гдѣ стрекочетъ кузнечикъ? . . . . .	211
Трамвай въ роли барометра. . . . .	212

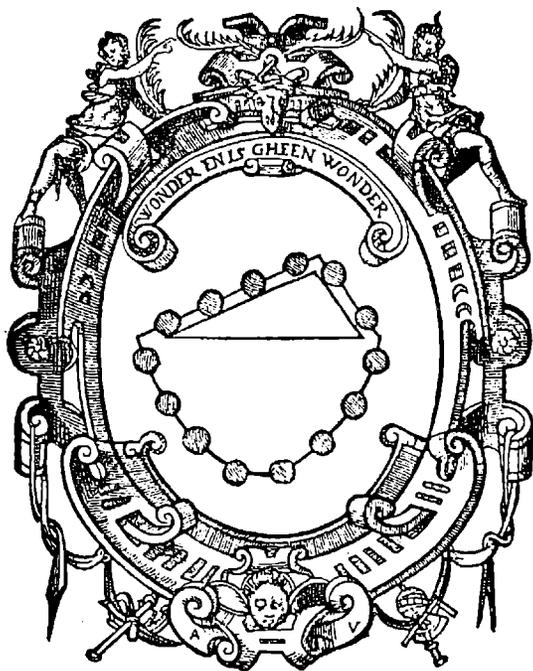


Рисунок Стевина на заглавной страницѣ его книги  
(«Чудо и не чудов»).

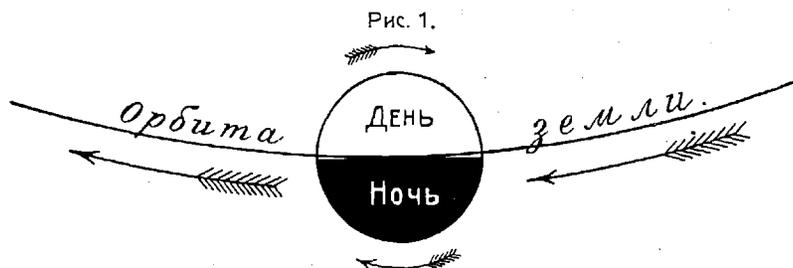
## ГЛАВА I.

### Сложение и разложение движений и сил.

Когда мы быстрее движемся вокруг Солнца—  
днем или ночью?

Странный вопрос! Скорость движения Земли вокруг Солнца никак, казалось бы, не может быть связана с смѣной дня и ночи. Къ тому же, на Землѣ всегда въ одной половинѣ день, въ другой — ночь, такъ что самый вопросъ, повидимому, лишенъ смысла.

Однако, это не такъ. Рѣчь идетъ не о томъ, когда Земля движется скорѣе, а о томъ, когда мы, люди, движемся скорѣе въ міровомъ пространствѣ. А это мѣняетъ дѣло. Не забывайте,



Люди на ночной половинѣ земного шара движутся вокругъ Солнца быстрѣе, нежели на дневной.

что мы совершаемъ два движениія: несемъ вокругъ Солнца и въ то же время обращаемся вокругъ земной оси. Оба эти движениія складываются—и результатъ получается различ-

ный, въ зависимости отъ того, находимся ли мы на дневной или ночной половинѣ Земли. Взгляните на чертежъ—и вы сразу увидите, что ночью скорость вращенія прибавляется къ поступательной скорости Земли, а днемъ, наоборотъ, отнимается отъ нея.

Значитъ, ночью мы быстрѣе движемся въ міровомъ пространствѣ, нежели днемъ.

Такъ какъ каждая точка экватора пробѣгаетъ въ секунду около полуверсты, то для экваторіальной полосы разница между полуденной и полуночной скоростью достигаетъ цѣлой версты въ секунду. Для Петербурга (находящагося на 60-й параллели) эта разница ровно вдвое меньше.

### Загадка телѣжнаго колеса.

Прикрѣпите сбоку къ ободу телѣжнаго колеса (или къ шинѣ велосипеднаго) бѣлую облатку и наблюдайте за ней во время движенія телѣги (или велосипеда). Вы замѣтите странное явленіе: пока облатка находится въ нижней части катящагося колеса, она видна совершенно отчетливо; напротивъ, въ верхней части колеса та же облатка мелькаетъ столь быстро, что вы не успѣваете ее разглядѣть. Что жъ это такое? Неужели верхняя часть колеса быстрѣе движется, нежели нижняя?

Ваше недоумѣніе еще возрастетъ, если вы станете сравнивать между собой верхнія и нижнія спицы катящагося колеса: окажется, что въ то время, какъ верхнія спицы сливаются въ одно сплошное цѣлое, нижнія остаются видимы довольно отчетливо. Дѣло опять-таки происходитъ такъ, словно верхняя часть колеса быстрѣе катится, чѣмъ нижняя. А между тѣмъ мы твердо убѣждены, что колесо во всѣхъ своихъ частяхъ движется равномерно.

Въ чемъ же разгадка этого страннаго явленія? Да просто въ томъ, что верхнія части всякаго катящагося колеса дѣйствительно движутся быстрѣе, нежели нижнія. Это кажется съ перваго взгляда совершенно невѣроятнымъ, а между тѣмъ это такъ и есть.

Простое разсужденіе убѣдитъ насъ въ этомъ. Вспомнимъ, что каждая точка катящагося колеса совершаетъ сразу два движенія: обращается вокругъ оси и въ то же время подвиг-

гается впередъ вмѣстѣ съ этой осью. Происходитъ сложене-  
ніе двухъ движеній—и результатъ этого сложенія вовсе не  
одинаковъ для верхней и нижней части колеса. А именно, въ  
верхней части колеса вращательное движеніе прибавляется  
къ поступательному, такъ какъ оба движенія направлены въ  
одну и ту же сторону. Въ нижней же части колеса вращатель-  
ное движеніе направлено въ обратную сторону и отнимается  
отъ поступательнаго. Первый результатъ, конечно, больше вто-  
рого—и вотъ почему верхнія части колеса быстрѣе перемѣ-  
щаются, нежели нижнія.

Что это дѣйствительно такъ, легко убѣдиться на простомъ  
опытѣ, который рекомендуемъ продѣлать при первомъ же

Рис. 2.

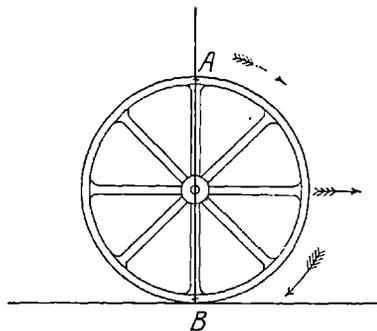
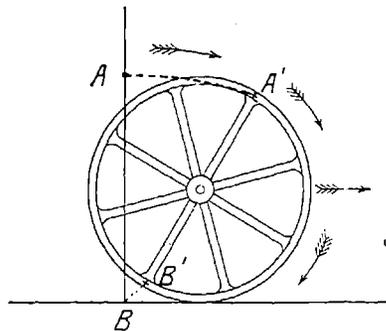


Рис. 3.



Верхняя часть катящагося колеса движется быстрѣе нижней. Сравните перемѣщенія  $AA'$  и  $BB'$ .

благопріятномъ случаѣ. Воткните въ землю палку рядомъ съ  
колесомъ стоящей телѣги такъ, чтобы эта палка приходилась  
противъ оси (см. черт. 2). На ободѣ колеса, въ самой верхней  
и въ самой нижней части, сдѣлайте помѣтку мѣломъ; по-  
мѣтки эти—точки  $A$  и  $B$  на чертежѣ—придутся, значить,  
противъ палки. Теперь откатите телѣгу немного впередъ  
(см. черт. 3), чтобы ось отошла отъ палки примѣрно на  
1 футъ,—и обратите вниманіе на то, какъ перемѣстились ваши  
помѣтки. Окажется, что верхняя помѣтка— $A$ —перемѣстилась  
значительно больше, нежели нижняя— $B$ , которая только чуть-  
чуть отодвинулась отъ палки косо вверхъ.

Словомъ, и разсужденіе и опытъ подтверждаютъ ту стран-  
ную на первый взглядъ мысль, что верхняя часть всякаго катя-  
щагося колеса движется быстрѣе, нежели нижняя.

## Какая часть велосипеда движется медленнѣе всѣхъ другихъ?

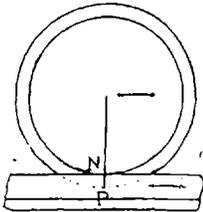
Вы знаете уже, что не всѣ точки движущейся телѣги или велосипеда перемѣщаются одинаково быстро, и что медленнѣе всего движутся тѣ точки колесъ, которыя въ данный моментъ соприкасаются съ землей.

Разумѣется, все это имѣетъ мѣсто только для катящагося колеса, а не для такого, которое вращается на неподвижной оси. Въ маховомъ колесѣ, напримѣръ, и верхнія и нижнія точки обода движутся съ одинаковою скоростью.

### Загадка желѣзнодорожнаго колеса.

Въ колесѣ желѣзнодорожномъ происходитъ еще болѣе неожиданное явленіе. Вы знаете, конечно, что эти колеса имѣютъ

Рис. 4.



Когда желѣзнодорожное колесо катится по рельсу направо, точка P его обода движется назадъ, налѣво.

на ободѣ выступающій край. И вотъ, самая нижняя точка такого обода при движеніи поѣзда перемѣщается вовсе не впередъ, а назадъ! Въ этомъ легко убѣдиться разсужденіемъ, подобнымъ предыдущему, — и мы предоставляемъ читателю самому дойти до неожиданнаго, но вполне правильнаго вывода, что въ быстро мчащемся поѣздѣ существуютъ точки, которыя движутся не впередъ, а назадъ. Правда, это обратное движеніе длится лишь ничтожную долю секунды, но дѣло отъ этого не мѣняется: обратное перемѣщеніе

(и при томъ довольно быстрое—раза въ два быстрѣе пѣшехода) все же существуетъ, наперекоръ нашимъ обычнымъ представленіямъ.

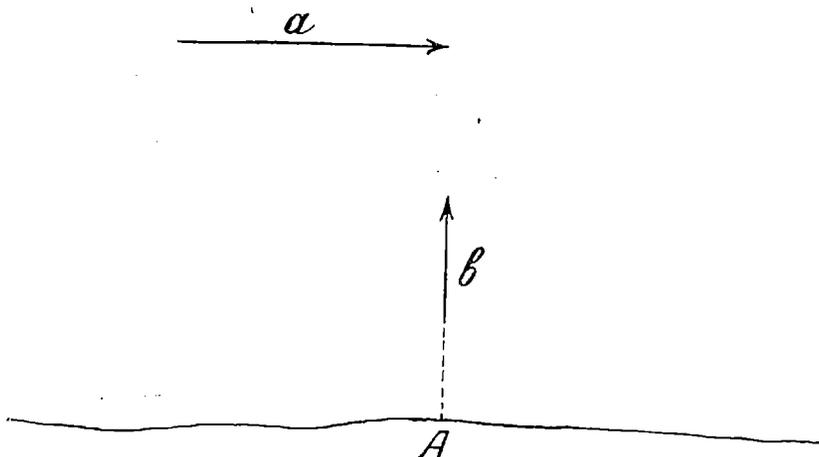
### Откуда плыветъ лодка?

Вообразите, что пароходъ плыветъ по озеру, и пусть стрѣлка *a* на нашемъ чертежѣ 5-мъ изображаетъ скорость и направленіе его движенія. Наперерѣзъ ему плыветъ лодка, и стрѣлка *b* изображаетъ ея скорость и направленіе. Если васъ спросятъ, откуда отчалила эта лодка, вы сразу укажете пунктъ *A* на бе-

регу. Но если съ тѣмъ же вопросомъ обратиться къ пассажирамъ плывущаго парохода, то они укажутъ совершенно другой пунктъ.

Происходитъ это оттого, что пассажиры парохода видятъ лодку движущейся вовсе не подъ прямымъ угломъ къ его движенію. Не слѣдуетъ забывать, что они не чувствуютъ своего собственнаго движенія. Имъ кажется, что сами они стоятъ на мѣстѣ, а лодка несется съ ихъ скоростью въ обрат-

Рис. 5.



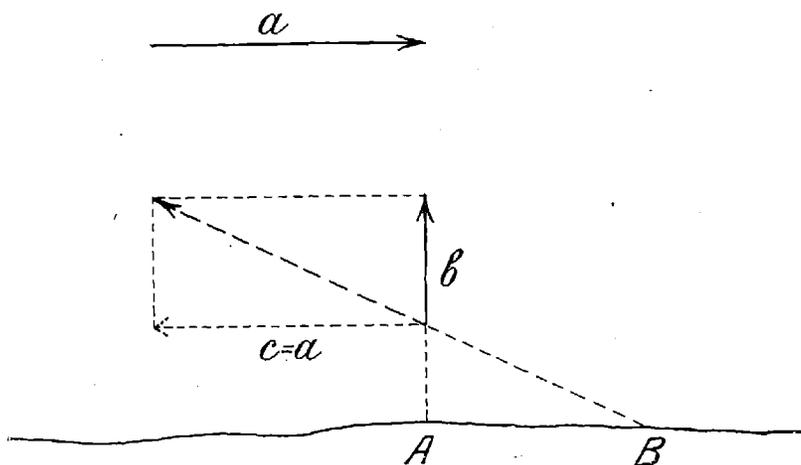
Лодка ( $b$ ) плыветъ наперерѣзъ пароходу ( $a$ ).

номъ направленіи (вспомните, что мы видимъ, когда ѣдемъ въ вагонѣ желѣзной дороги). Поэтому для нихъ лодка движется не только по направленію стрѣлки  $b$ , но и по направленію стрѣлки  $c$ ,—которая равна  $a$ , но обратно направлена (см. черт. 6-й). Оба эти движенія—дѣйствительное и кажущееся—складываются, и въ результатъ пассажирамъ парохода кажется, будто лодка движется по діагонали параллелограмма, построеннаго на  $b$  и  $c$ . Эта діагональ, обозначенная на черт. 6-мъ пунктиромъ, выражаетъ величину и направленіе кажущагося движенія.

Вотъ почему пассажиры будутъ утверждать, что лодка отчалила въ  $B$ , а не въ  $A$ .

Когда мы, несясь вмѣстѣ съ Землей по ея орбитѣ, встречаемъ лучи какой-нибудь звѣзды, то мы судимъ о мѣстѣ исхода этихъ лучей такъ же неправильно, какъ и вышеупомянутые пассажиры ошибаются въ опредѣленіи мѣста отплытія второй лодки. Поэтому всѣ звѣзды кажутся намъ немного перемѣщенными впередъ по пути движенія Земли. Но такъ какъ скорость движенія Земли ничтожна по сравненію съ скоростью свѣта (въ 10.000 разъ меньше),—то и перемѣщеніе это крайне

Рис. 6.



Пассажирамъ парохода (а) кажется, будто лодка (b) плыветъ изъ точки B.

ничтожно и улавливается только при помощи точнѣйшихъ астрономическихъ приборовъ. Явленіе это носитъ названіе „абераціи свѣта“.

Но вернемся къ разсмотрѣнной выше задачѣ о пароходѣ и лодкѣ.

Если васъ подобные вопросы заинтересовали, попробуйте, не измѣняя условій предыдущей задачи, отвѣтить на вопросы: по какому направленію перемѣщается пароходъ для пассажировъ въ лодкѣ? Къ какому пункту берега онъ направляется, по мнѣнію ея пассажировъ? Чтобы отвѣтить на эти вопросы, вамъ нужно на линіи *a* построить, какъ раньше, параллелограммъ скоростей. Діагональ его покажетъ, что для пасса-

жировъ лодки пароходъ кажется плывущимъ въ косомъ направленіи, словно собираясь причалить къ нѣкоторому пункту берега, лежащему (на рис. 6-мъ) правѣе *B*.

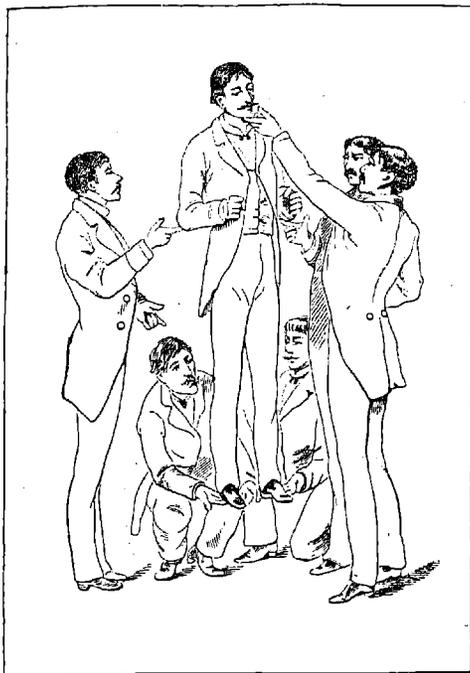
### Можно ли поднять человѣка на семи пальцахъ?

Кто никогда не пробовалъ дѣлать этого опыта, тотъ навѣрное скажетъ, что поднять взрослога человѣка на пальцахъ — невозможно.

Между тѣмъ это исполняется очень легко и просто. Въ опытѣ должно участвовать пять человѣкъ: двое подсовываютъ свои указательные пальцы (обѣихъ рукъ) подъ ступни поднимаемаго; двое другихъ подпираютъ указательнымъ пальцемъ правой руки его локти; наконецъ, пятый подкладываетъ свой указательный палецъ подъ подбородокъ поднимаемаго. Затѣмъ, по командѣ:—Разъ, два, три! всѣ пятеро дружно поднимаютъ своего товарища, безъ замѣтнаго напряженія.

Если вы продѣлываете этотъ опытъ впервые, то сами поразитесь, съ какой неожиданной легкостью онъ выполняется. Секретъ этой легкости кроется въ законѣ разложенія силъ. Всѣмъ взрослога человѣка равенъ въ среднемъ 170 фунтамъ; эти 170 фунтовъ давятъ сразу на семь пальцевъ, такъ что на каждый палецъ приходится всего только около 25-ти фунтовъ. Поднять же однимъ пальцемъ такой грузъ для взрослога человѣка сравнительно нетрудно.

Рис. 7.



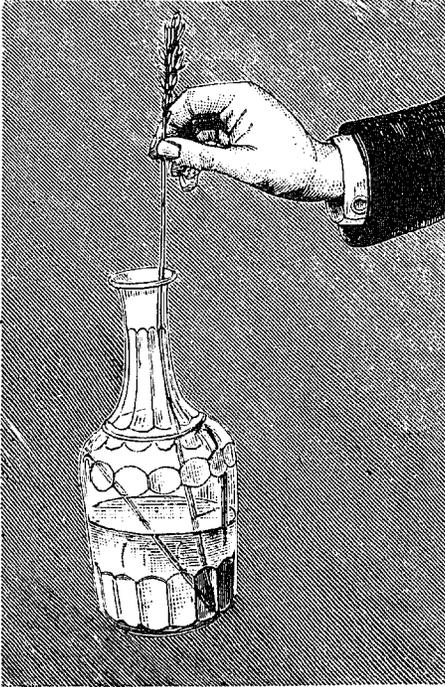
Семью пальцами можно поднять взрослога человѣка.

## Графинъ съ водой поднять соломинкой.

Этотъ опытъ тоже съ перваго взгляда кажется совершенно невозможнымъ. Но мы уже видѣли только что, какъ неосторожно довѣрять „первому взгляду“.

Возьмите длинную цѣльную, крѣпкую соломинку, согните ее и введите въ графинъ съ водой такъ, какъ показано

Рис. 8.



Графинъ съ водой виситъ на соломинкѣ.

на рисункѣ 8-мъ: конецъ ея долженъ упираться въ стѣнку графина. Теперь можете поднимать — соломинка удержитъ графинъ

Вводя соломинку, надо слѣдить за тѣмъ, чтобы часть ея, упирающаяся въ стѣнку графина, была совершенно пряма; въ противномъ случаѣ соломинка изогнется — и вся система рухнетъ. Здѣсь все дѣло въ томъ, чтобы сила (въсѣ графина) дѣйствовала строго по длинѣ соломинки: въ продольномъ направленіи солома обладаетъ большою прочностью, хотя легко ломается въ поперечномъ направленіи.

Лучше всего предварительно научиться производить этотъ опытъ съ бутылкой и лишь затѣмъ попробовать повторить его съ графиномъ.

Неопытнымъ экспериментаторамъ мы рекомендуемъ на всякій случай подстилать на полъ что-нибудь мягкое. Физика — великая наука, но графины ломать незачѣмъ...

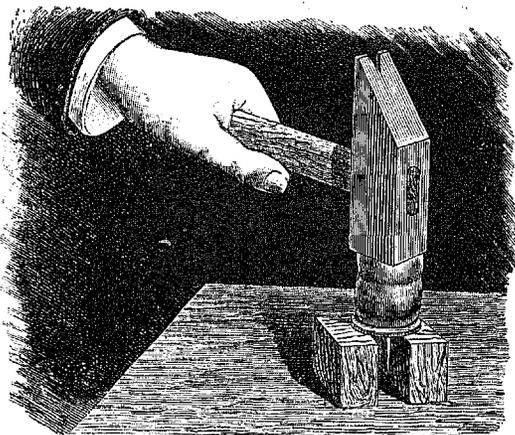
Слѣдующій опытъ имѣетъ съ описаннымъ большое сходство и основанъ на томъ же принципѣ.

## Проткнуть монету иглой.

Сталь тверже мѣди,—и слѣдовательно, подъ извѣстнымъ давленіемъ стальная игла должна пробить мѣдную монету. Бѣда

только въ томъ, что молотокъ, ударяя по иглѣ, согнетъ ее и сломастъ. Надо, значитъ, обставить опытъ такъ, чтобы не дать и глѣ возможности сгибаться. Это достигается очень просто: воткните иглу въ пробку по ея оси—и можете приступить къ дѣлу. Монету (копейку) положите на два деревянныхъ брусочка, какъ показано на рисункѣ, а на нее поставьте пробку съ иглой. Нѣсколько осторожныхъ ударовъ—и монета пробита. Пробку для опыта надо выбирать плотную и достаточно высокую.

Рис. 9.



Игла пробиваетъ мѣдную монету.

## Почему заостренные предметы колючи?

Задумывались ли вы надъ вопросомъ: отчего игла вообще такъ легко пронизываетъ разные предметы? Отчего сукно или картонъ легко проткнуть тонкой иглой и такъ трудно пробить толстымъ стержнемъ? Вѣдь, въ обоихъ случаяхъ дѣйствуетъ, казалось бы, одинаковая сила.

Въ томъ-то и дѣло, что сила не одинакова. Въ первомъ случаѣ все давленіе сосредоточивается на острей иглы, во второмъ же случаѣ та же сила распределяется на гораздо большую площадь конца стержня. Площадь острей иглы въ тысячи разъ менѣе площади конца стержня, а слѣдовательно, и давленіе иглы будетъ въ тысячи разъ болѣе, нежели давленіе стержня—при одномъ и томъ же усилии нашихъ мускуловъ.

Вообще, когда рѣчь идетъ о давленіи, всегда необходимо, кромѣ силы, принимать во вниманіе также и величину площади, на которую эта сила дѣйствуетъ. Когда намъ говорятъ, что кто-либо получаетъ 600 р. жалованья, то мы не знаемъ еще, много ли это, или мало: намъ нужно знать—въ годъ или въ мѣсяцъ? Точно такъ же и дѣйствіе силы зависитъ отъ того, распредѣляется ли сила на квадратный дюймъ или сосредоточивается на  $\frac{1}{100}$  кв. миллиметра.

Совершенно по той же причинѣ острый ножъ лучше рѣжетъ, нежели тупой.

Итакъ, заостренные предметы оттого колючи, а отточенные ножи оттого хорошо рѣжутъ, что на ихъ острияхъ и лезвияхъ сосредоточивается огромная сила.



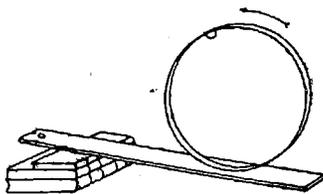
## Г Л А В А II.

### Сила тяжести. Рычагъ. Вѣсы.

#### Вверхъ по уклону.

Мы такъ привыкли видѣть вѣсомыя тѣла скатывающимися съ наклонной плоскости внизъ, что примѣръ тѣла, свободно катящагося по ней вверхъ, кажется съ перваго взгляда чуть не чудомъ. Однако, нѣтъ ничего легче, какъ устроить подобное мнимое чудо. Возьмите полоску гибкаго картона, изогните въ видѣ кружка и склейте концы— у васъ получится картонное кольцо. Къ внутренней сторонѣ этого кольца приклейте воскомъ тяжелую монету, напримѣръ, полтинникъ. Помѣстите теперь это кольцо у основанія наклонной дощечки такъ, чтобы монета приходилась впереди точки опоры, вверху. Отпустите кольцо—и оно само вкатится вверхъ по уклону (см. рис. 10).

Рис. 10.



Кольцо само вкатывается вверхъ.

Причина ясна: монета, въ силу своего вѣса, стремится занять низшее положеніе въ кольцѣ, но, двигаясь вмѣстѣ съ кольцомъ, она тѣмъ самымъ заставляеть его катиться вверхъ.

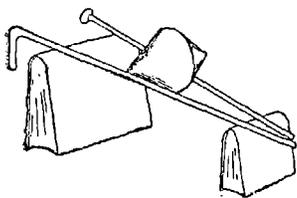
Если вы хотите превратить опытъ въ фокусъ и поразить вашихъ гостей, то должны обставить его нѣсколько иначе. Къ внутренней боковой сторонѣ пустой круглой коробки отъ шляпы прикрѣпите какой-нибудь тяжелый предметъ; затѣмъ, закрывъ

коробку и помѣстивъ ее надлежащимъ образомъ на середину наклонной доски, спросите гостей: куда покатится коробка, если ее не удерживать—вверхъ или внизъ? Разумѣется, всѣ въ одинъ голосъ скажутъ, что внизъ,—и будутъ не мало изумлены, когда коробка на ихъ глазахъ покатится вверхъ. Наклонъ доски долженъ быть для этого, конечно, не слишкомъ великъ.

### Вопреки силѣ тяжести.

Бильярдный шаръ и пара киевъ позволяютъ произвести подобный же фокусъ,—подобный, впрочемъ, лишь по внѣшности, а не по существу. Положите на столъ два кия такъ, чтобы ихъ острия соприкасались, а толстые концы отстояли другъ отъ друга на поперечникъ шара. Казалось бы, что шаръ, положенный у середины киевъ, долженъ былъ скатиться въ сторону тонкихъ концовъ, а не толстыхъ. Но стоитъ

Рис. 11.



Куда катится этотъ двойной конусъ?

вамъ продѣлать этотъ опытъ, чтобы убѣдиться въ противномъ: шаръ катится къ толстымъ концамъ, какъ бы подымаясь вверхъ!

Секретъ въ томъ, что здѣсь передъ нами любопытная иллюзія зрѣнія: такъ какъ кии по направленію къ толстымъ концамъ расходятся врозь, то шаръ, катясь по нимъ, опускается все глубже и глубже; поэтому въ дѣйствительности центръ тяжести его слѣдуетъ

по линіи, понижающейся къ толстымъ концамъ.

Тотъ же опытъ можно продѣлать и иначе. Приготовьте изъ картона два одинаковыхъ конуса и склейте ихъ основаніями. Затѣмъ поставьте на столъ двѣ книги—одну повыше, другую пониже. На спинки книгъ положите двѣ равныхъ палки,—не параллельно, а съ небольшимъ угломъ между ними. Вашъ двойной конусъ будетъ по этимъ палкамъ катиться не отъ высокой книги къ низкой, а какъ разъ наоборотъ (рис. 11).

Отличіе этихъ двухъ опытовъ отъ предыдущаго заключается въ томъ, что тамъ тѣло въ самомъ дѣлѣ катилось вверхъ по уклону; здѣсь же и шаръ и конусы катятся вверхъ

лишь кажущимся образом, — въ дѣйствительности-то они кажутся внизъ. Это лишь иллюзія зрѣнія. Впрочемъ, центръ тяжести во всѣхъ трехъ опытахъ перемѣщался внизъ, а не вверхъ.

Опыты эти, конечно, нисколько не противорѣчатъ законамъ паденія тѣлъ, — наоборотъ, они именно на нихъ и основаны. Но постановка опытовъ такова, что простой законъ тяжести въ нихъ маскируется, и на первый взглядъ можетъ показаться, что здѣсь, дѣйствительно, нарушаются строго установленные законы паденія тѣлъ.

### Неожиданный результатъ.

Если человѣкъ станетъ на площадку десятичныхъ вѣсовъ, попросить кого-нибудь уравновѣсить его гириями и затѣмъ быстро присядеть, — то что произойдетъ съ платформой вѣсовъ въ моментъ присѣданія?

Возможны три отвѣта:

- 1) вѣсы не выйдутъ изъ равновѣсія,
- 2) платформа опустится,
- 3) платформа поднимется.

Изъ ста человѣкъ, къ которымъ вы обратитесь съ этимъ вопросомъ, навѣрное девяносто дадутъ первый или второй отвѣтъ. Одни скажутъ: „Вѣсъ человѣка не измѣняется оттого, что онъ присѣдаетъ, — значитъ, вѣсы не выйдутъ изъ равновѣсія. Это вѣдь такъ ясно!“ Другіе скажутъ: „Разъ вы присѣдаете внизъ, то и платформа подъ вами опустится внизъ. Это вѣдь такъ ясно!“

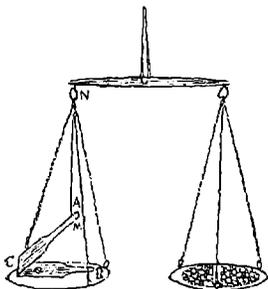
Однако, какъ это ни ясно, дѣло обстоитъ совсѣмъ иначе. Стоитъ лишь вамъ самимъ продѣлать этотъ простой опытъ, и вы убѣдитесь, что на дѣлѣ осуществляется именно третье предположеніе, которое никому не кажется „яснымъ“.

И все же, ничего неожиданнаго и непонятнаго здѣсь нѣтъ. Дѣло въ томъ, что пока вы стоите, верхняя часть вашего туловища давитъ на ваши ноги, которыя и передаютъ платформѣ полный вѣсъ тѣла. Въ моментъ же присѣданія ваше туловище находится въ движеніи и, слѣдовательно, не оказываетъ на ноги прежняго давленія. Другими словами, вѣсъ тѣла на это мгновеніе значительно уменьшается, — и вотъ по-

чему платформа поднимается вверх. Само собою разумеется, что когда вы окончательно сядете, то туловище опять будет давить на ноги, и равновѣсіе возстановится.

За неимѣніемъ десятичныхъ вѣсовъ, можно продѣлать другой опытъ въ томъ же родѣ. На одну чашку обыкновенныхъ торговыхъ вѣсовъ кладутъ щипцы для раскалыванія орѣховъ такъ, чтобы одно колѣно ихъ покоилось на чашкѣ, другое же привязываютъ за конецъ (М) бечевкой (А) къ крючку (N), какъ показано на чертежѣ 12-мъ. На другую чашку насыпаютъ столько дроби, чтобы вѣсы были въ равновѣсіи.

Рис. 12.



Что станеть съ вѣсами, если бечевку А пережечь?

Поднесите къ бечевкѣ зажженную спичку; бечевка перегоритъ, и верхнее колѣно щипцовъ упадетъ на чашку. Что произойдетъ съ вѣсами въ этотъ моментъ?

Теперь вы не удивитесь уже, если увидите, что чашка съ щипцами на мгновение поднимется вверх.

А что будетъ съ платформой десятичныхъ вѣсовъ, если человекъ, сидящій на ней, быстро встанетъ во весь ростъ? Да то же самое: движущееся туловище не передаетъ своего вѣса ногамъ, и платформа должна приподняться.

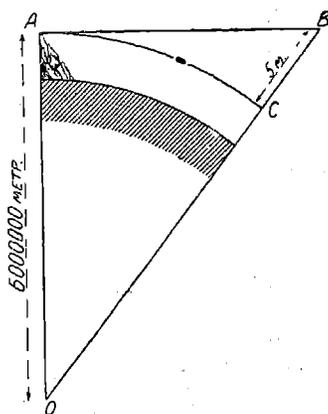
## Можно ли послать ядро на Луну?

Какъ извѣстно, Жюль Вернъ заставилъ членовъ американскаго „Пушечнаго клуба“ послать ядро на Луну и даже самимъ совершить въ немъ полетъ вокругъ нашего спутника. Вѣроятно, читателямъ увлекательнаго романа Жюля Верна небезынтересно узнать: возможно ли въ дѣйствительности подобное предпріятіе?

Сначала рассмотримъ другой вопросъ: можно ли выстрѣлить изъ пушки такъ, чтобы ядро никогда не упало на землю, а вѣчно кружилось вокругъ нашей планеты, наподобіе спутника? Оказывается, что это вполнѣ возможно. Въ самомъ дѣлѣ, почему ядро, выброшенное пушкой горизонтально, въ концѣ концовъ падаетъ на землю? Потому, что притяженіе земли

искривляетъ его путь; оно слѣдуетъ не по прямой линіи, а по кривой, и потому, наконецъ, встрѣчается съ землей. Земная поверхность, правда, тоже искривлена, но путь ядра изгибается круче, чѣмъ земная поверхность. Однако, кривизну пути ядра можно ослабить и сдѣлать ее одинаковой съ искривленіемъ земного шара. Какъ этого достигнуть, скажемъ послѣ,—а пока обратимъ вниманіе читателя на то, что при такомъ условіи ядро никогда не упадетъ на землю! Оно будетъ слѣдовать по кривой, концентрической съ окружностью земного шара, другими словами — сдѣлается его спутникомъ, какъ бы второй Луной.

Рис. 13.

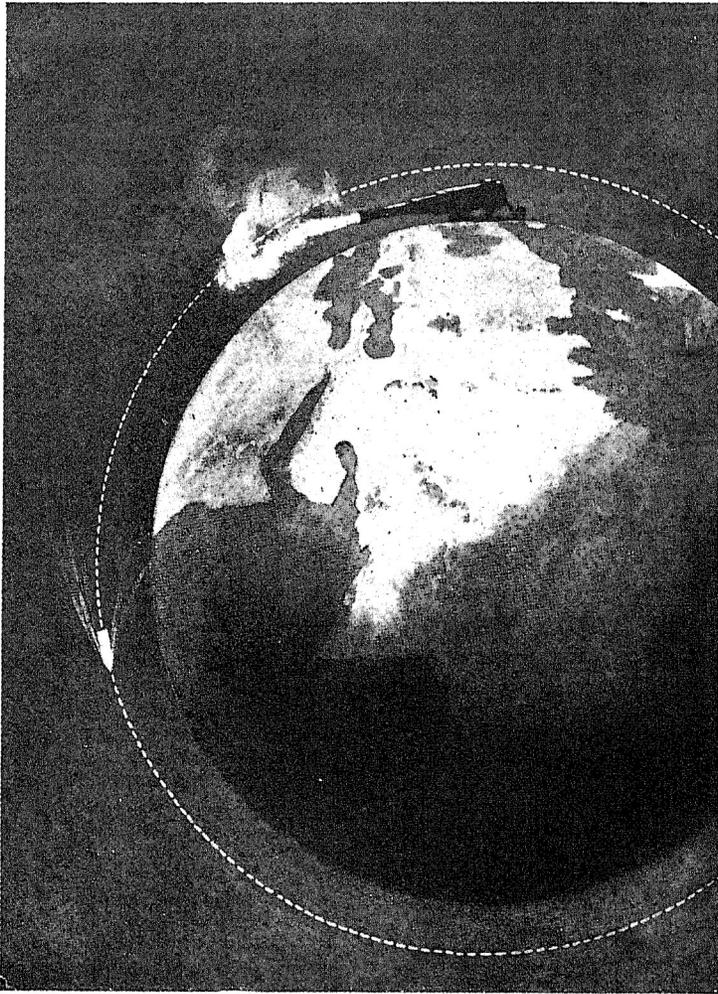


Какъ надо стрѣлять изъ пушки, чтобы ядро никогда не упало на землю.

Теперь рассмотримъ, какимъ образомъ добиться того, чтобы ядро, выброшенное пушкой, шло по пути, не менѣе искривленному, чѣмъ земная поверхность. Оказывается, что для этого необходимо только сообщить ядру достаточную скорость. Обратите вниманіе на чертежъ 13-й, изображающій разрѣзъ земного шара. На горѣ, въ точкѣ *A*, стоитъ пушка. Ядро, выброшенное ею по касательной, было бы черезъ секунду въ точкѣ *B*,—если бы не существовало пригаженія земли. Тяжесть мѣняетъ дѣло, и подъ вліяніемъ этой силы ядро черезъ секунду окажется не въ точкѣ *B*, а на 5 метровъ ниже, въ точкѣ *C*. Пять метровъ—это путь, проходимый всякимъ свободно падающимъ тѣломъ въ первую секунду подъ вліяніемъ силы тяжести, близъ поверхности земли \*). Если, опустившись на 5 метровъ, наше ядро окажется надъ уровнемъ земли ровно настолько же, насколько и въ точкѣ *A*,—то это значитъ, что оно слѣдуетъ по кривой, концентрической съ окружностью земного шара.

Теперь вопросъ въ томъ, чтобы вычислить отрѣзокъ *AB*—тотъ путь, какой проходитъ ядро въ секунду. Вычислить его

\*), Мы закруглили цифру; болѣе точная величина — 4,9 метра.



При скорости  $7\frac{1}{2}$  верстъ въ секунду пушечное ядро можетъ превратиться въ спутника земного шара.

нетрудно изъ треугольника  $AOB$ , въ которомъ  $OA$  = радиусу земного шара (6.000.000 метр.);  $OC = OA$ ;  $BC = 5$  метр., слѣд.,  $OB = 6.000.005$  метр. Отсюда, по теоремѣ Пифагора, имѣемъ:

$$AB = \sqrt{6.000.005^2 - 6.000.000^2} = 7740 \text{ м.},$$

т. е. около  $7\frac{1}{2}$  верстъ.

Итакъ, ядро, выброшенное изъ пушки со скоростью  $7\frac{1}{2}$  верстъ, никогда не упадетъ на землю, а будетъ вѣчно кружиться вокругъ нея, подобно спутнику. Такой скорости наши пушки дать пока не могутъ, но со временемъ, быть можетъ, мы этого и достигнемъ. Разница не такъ ужъ велика: современныя пушки сообщаютъ ядрамъ скорость (при выходѣ изъ орудія) всего десятикратную.

Что же станется съ ядромъ, выброшеннымъ изъ пушки съ еще большею скоростью? Въ небесной механикѣ доказывается, что ядро, при скорости въ 8, 9, даже 10 верстъ, вылетѣвъ изъ жерла пушки, будетъ описывать вокругъ земного шара эллипсъ тѣмъ болѣе вытянутый; чѣмъ больше начальная скорость ядра. И только при скорости  $7\frac{1}{2} \times \sqrt{2}$ , т. е. приблизительно при скорости въ  $10\frac{1}{2}$  верстъ, ядро, вмѣсто эллипса, опишетъ незамкнутую кривую—параболу; оно уйдетъ въ безконечный просторъ вселенной, навсегда удалившись отъ нашей солнечной системы.

Мы видимъ, слѣдовательно, что теоретически нѣтъ ничего невозможнаго въ идеѣ путешествовать по міровому пространству въ ядрѣ, выброшенномъ съ достаточно большой скоростью. Правда, на практикѣ это еще не осуществлено, но препятствія—чисто техническія; возможно, что въ будущемъ изобрѣтутъ взрывчатое вещество такой силы, которая достаточна будетъ для приданія снарядамъ секундной скорости въ 8—10 верстъ. Тогда отправка ядра на Луну не представитъ никакихъ затрудненій.

### **Какъ Жюль Вернъ описалъ путешествіе на Луну, и какъ оно должно было бы происходить въ дѣйствительности.**

Итакъ, послать ядро на Луну возможно—это не противорѣчитъ законамъ механики. Можно и помѣстить пассажировъ внутри ядра, обставивъ ихъ такъ, какъ описано у Жюль Верна въ романѣ „Вокругъ Луны“. Но не всѣ подробности этого воображаемаго путешествія описаны у французскаго романиста правильно. Фантазія Жюль Верна многое предусмотрѣла, многое угадала,—однако, не все. Объ одномъ изъ этихъ упущеній мы сейчасъ и поведемъ рѣчь.

Помните ли вы тотъ интересный моментъ путешествія, когда ядро пролетало нейтральную точку, одинаково притягиваемую Землей и Луной? Всѣ предметы внутри ядра утратили свой вѣсъ, и сами путешественники, подпрыгнувъ, повисли въ воздухѣ безъ всякой опоры...

Все это описано совершенно вѣрно,—но дѣло въ томъ, что то же самое было и до и послѣ перелета черезъ нейтральную точку. Путешественники, какъ и всѣ другіе предметы внутри ядра, сдѣлались невѣсомыми съ перваго же момента полета, и имъ вовсе не было нужды ждать нейтральной точки, чтобы испытать эти странныя ощущенія.

Это утвержденіе кажется невѣроятнымъ,—но читатель, мы увѣрены, скоро согласится съ нами и даже будетъ удивляться, какъ онъ самъ не замѣтилъ ранѣе столь явнаго упущенія.

Чтобы убѣдить читателя, возьмемъ примѣръ изъ того же романа „Вокругъ Луны“. Вы помните, конечно, какъ пассажиры ядра выбросили наружу трупъ ихъ собаки „Спутника“ и какъ они съ удивленіемъ замѣтили, что трупъ вовсе не падаетъ на Землю, а продолжаетъ нестись впередъ вмѣстѣ съ ядромъ. Жюль Вернъ совершенно вѣрно описалъ это явленіе и далъ ему вполнѣ правильное объясненіе. Дѣйствительно, въ пустотѣ, какъ извѣстно, всѣ тѣла падаютъ съ одинаковой скоростью—т. е. притяженіе Земли сообщаетъ всѣмъ тѣламъ одинаковое ускореніе. Въ данномъ случаѣ и ядро и трупъ собаки должны были подъ дѣйствіемъ силы земнаго притяженія пріобрѣсти одинаковую скорость паденія; или, иначе говоря, ихъ поступательная скорость, сообщенная имъ при вылетѣ изъ пушки, должна подъ дѣйствіемъ тяжести уменьшиться на одну и ту же величину. Это значитъ, что скорость ядра и скорость собаки во всѣхъ точкахъ пути должны оставаться равными,—вотъ почему трупъ собаки, выброшенный наружу ядра, продолжалъ слѣдовать за нимъ, нисколько не отставая.

Но если трупъ собаки, повидимому, не падаетъ къ землѣ, находясь внѣ ядра, то почему же будетъ онъ „падать“, находясь внутри его? Вѣдь, и тамъ и тутъ дѣйствуютъ одинаковыя силы, и тѣло собаки, помѣщенное внутри ядра безъ всякой опоры, должно оставаться висящимъ въ воздухѣ: оно имѣетъ совершенно ту же скорость, что и ядро, и, слѣдовательно, остается по отношенію къ нему въ покоѣ.

Что вѣрно для тѣла собаки, то вѣрно и для тѣлъ пассажировъ и для всѣхъ вообще предметовъ внутри ядра: всѣ они во всѣхъ точкахъ пути имѣютъ такую же поступательную скорость, какъ и само ядро, и, слѣдовательно, не нуждаются ни въ какой опорѣ, чтобы оставаться въ равновѣсіи. Стулъ, стоящій на полу летящаго ядра, можно помѣстить вверхъ ножками у потолка—и онъ вовсе не упадетъ „внизъ“, потому что будетъ продолжать нестись впередъ вмѣстѣ съ потолкомъ ядра. Пассажиръ можетъ усѣсться внизъ головой на этотъ стулъ и спокойно сидѣть на немъ, не испытывая ни малѣйшаго стремленія падать на полъ ядра. Какая сила можетъ заставить его упасть? Вѣдь, если бы онъ „упалъ“, то это значило бы, собственно говоря, что ядро мчится въ пространствѣ съ бѣльшею скоростью, чѣмъ онъ самъ (иначе онъ не приблизился бы къ полу). А между тѣмъ, это невозможно: мы знаемъ, что всѣ предметы внутри ядра участвуютъ въ его движеніи, движутся съ тою же скоростью, какъ и оно само.

Всего этого не замѣтилъ Жюль Вернъ: онъ полагалъ, что предметы внутри свободно несущагося ядра будутъ продолжать давить на свои опоры, какъ давили они тогда, когда ядро было неподвижно. Онъ упустилъ изъ виду, что вѣсомое тѣло давить на опору только потому, что опора неподвижна; если же и тѣло и опора движутся въ пространствѣ съ одинаковой скоростью, то онѣ другъ на друга давить не могутъ. Когда вы сидите въ вагонѣ лицомъ къ паровозу и опираетесь спиной о стѣнку вагона, развѣ вы чувствуете, что эта стѣнка несется впередъ съ огромною скоростью? Нѣтъ, вы не ощущаете никакого давленія, потому что сами несетесь впередъ съ точно такою же скоростью.

Для тѣхъ, кому это все еще кажется невѣроятнымъ, сдѣлаемъ дополнительное поясненіе. Допустимъ, что вмѣсто ядра, пушка извергла изъ себя двѣ монеты, лежащія одна на другой. Будетъ ли верхняя монета давить на нижнюю? Нѣтъ, не будетъ: обѣ понесутся съ одинаковою скоростью. Прекрасно. Теперь вообразите, вмѣсто нижней монеты, полъ нашего вагона—ядра, а вмѣсто верхней—нашихъ путешественниковъ: будутъ ли ихъ тѣла давить на полъ? Конечно, нѣтъ. А если они не будутъ давить на полъ, то, вѣдь, это и значитъ, что они невѣсомы!

Итакъ, пассажиры ядра съ перваго же момента путешествія не имѣли никакого вѣса и могли свободно „ходить по воздуху“ внутри ядра; точно также и всѣ предметы внутри него должны были казаться пассажирамъ совершенно невѣсомыми. Слѣдовательно, во все время путешествія (а не только въ моментъ перелета черезъ нейтральную точку) наши пассажиры находились въ совершенно необычайныхъ условіяхъ невѣсомости. По этому признаку они очень легко могли опредѣлить, движутся ли они, или продолжаютъ неподвижно оставаться на днѣ пушки. А между тѣмъ, Жюль Вернъ подробно описываетъ (во второй главѣ романа), какъ пассажиры въ первые полчаса путешествія тщетно ломали голову надъ вопросомъ: летятъ они или нѣтъ?

— „Николь, движемся ли мы?”

„Николь и Арданъ переглянулись: они не чувствовали колебаній ядра.

— „Дѣйствительно! Движемся ли мы?—повторилъ Арданъ.

— „Или спокойно лежимъ на почвѣ Флориды?—спросилъ Николь.

— „Или на днѣ Мексиканскаго залива?—прибавилъ Мишель“.

Такія сомнѣнія возможны у пассажировъ парохода, но немислимы, какъ мы видѣли, у пассажировъ свободно несущагося ядра: первые вполне сохраняютъ свой вѣсъ, вторые же не могутъ не замѣтить, что сдѣлались невѣсомыми.

Странное явленіе долженъ представлять собой этотъ фантастическій вагонъ-ядро! Передъ нами крошечный міръ, гдѣ тѣла лишены вѣса, гдѣ предметы, выпущенные изъ рукъ, спокойно остаются на мѣстѣ, гдѣ тѣла сохраняютъ равновѣсіе во всякомъ положеніи, гдѣ вода не выливается изъ опрокинутой бутылки... Все это упустилъ изъ виду авторъ „Путешествія вокругъ Луны“,—а между тѣмъ, какой просторъ эти неограниченныя возможности могли бы дать фантазіи романиста!

Между прочимъ, отсутствіе вѣсомости страннымъ образомъ сказалось бы на свойствахъ жидкостей,—но объ этомъ мы побесѣдуемъ особо—въ главѣ VI.

Прежде чѣмъ покончить съ этимъ, разрѣшимъ одно недоумѣніе, которое можетъ, пожалуй, еще возникнуть кой у кого изъ читателей. Насъ могутъ спросить: почему же не стано-

вятся невѣсомыми пассажиры аэростата? Да потому, что аэростатъ никогда не движется свободно, а преодолеваетъ сопротивление воздуха; пассажиры аэростата этого сопротивления не испытываютъ; поэтому сила тяжести сообщаетъ пассажирамъ большее ускореніе, нежели аэростату; различіе скоростей и сказывается въ ощущеніи вѣсомости (ноги пассажировъ давятъ на корзину аэростата). То же относится и къ плавающему судну, къ желѣзнодорожному вагону и т. п.

### Необыкновенная телѣжка.

Путешественники по Японіи не разъ выражали удивленіе безкорыстію японскихъ возницъ, которые безъ всякой добавочной платы охотно отвозятъ обратно сѣдоковъ, предпочитая везти свою „джинрикшу“ (возокъ) нагруженной, нежели пустой. Это изумительное безкорыстіе японскихъ возницъ станетъ понятнѣе, если мы докажемъ, что на ровной дорогѣ нагруженную джинрикшу легче вести, нежели пустую... Такое парадоксальное утвержденіе находитъ себѣ объясненіе въ законахъ рычага. Мы сейчасъ въ этомъ убѣдимся.

Рисунокъ 16-й упрощенно изображаетъ возницу, везущаго джинрикшу съ сѣдокомъ. Линія *AB*—между точкой приложенія рукъ возницы и точкой опоры сѣдока — есть не что иное,

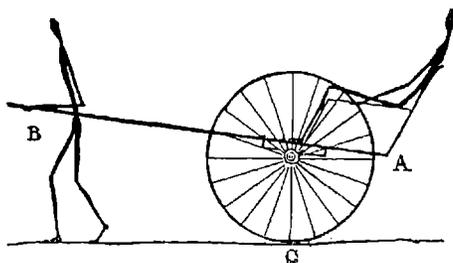
Рис. 15.



Японскіе возки—джинрикши, которые легче везти нагруженными, нежели пустыми.

какъ неравноплечій рычагъ, вращающійся вокругъ оси колесъ; возница напираетъ на длинное плечо, сѣдокъ—на вдвое короткое. Поэтому половина вѣса тѣла возницы уравнивается вѣсомъ сѣдока; а это все равно, какъ если бы возница

Рис. 16.



Равновѣсіе силъ на японскомъ возкѣ.

сталъ вдвое легче—вѣдь, ногамъ его приходится нести вдвое меньшій грузъ. Работа же по перемѣщенію вѣса сѣдока и другой половины вѣса возницы по ровной дорогѣ съ помощью легкихъ колесъ—крайне незначительна. Всѣхъ этихъ преимуществъ возница лишень, если его джинрикша пу-

ста,—такъ какъ тогда половина вѣса его собственнаго тѣла уже не уравнивается вѣсомъ пассажира.

Отсюда слѣдуетъ, что японскую джинрикшу—въ отличіе отъ всѣхъ иныхъ экипажей и повозокъ міра—дѣйствительно, легче вести нагруженной, нежели пустой.

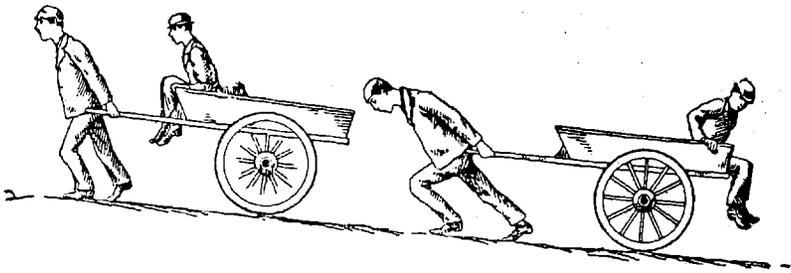
Но такъ происходитъ лишь на дорогѣ совершенно ровной и горизонтальной. Если же дорога имѣетъ наклонъ, и возокъ приходится тащить въ гору—дѣло мѣняется. Въмѣсто японскаго возка, мы для разнообразія рассмотримъ англійскую телѣжку или одноколку, при двухъ положеніяхъ сѣдока.

Разсмотрите рисунокъ 17-й и попробуйте, на основаніи законовъ рычага, объяснить, почему телѣжку съ сѣдокомъ легче везти въ гору, если сѣдокъ сидитъ въ передней, а не въ задней ея части.

Надо разсуждать такъ: если сѣдокъ расположенъ впереди оси колесъ, то вѣсъ его тѣла черезъ поручни телѣжки представляетъ къ вѣсу тѣла везущаго: послѣдній становится тяжелѣе, и ему не приходится прилагать большихъ усилій къ тому, чтобы мѣшать телѣжкѣ скатываться внизъ. Если же сѣдокъ располагается на заднемъ концѣ телѣжки, то, какъ мы уже видѣли, онъ облегчаетъ вѣсъ тѣла возницы; вотъ почему послѣднему приходится сильно наклоняться впередъ, напрягая мускулы, чтобы помѣшать обратному скатыванію телѣжки.

Другое дѣло, когда телѣжку съ сѣдокомъ катятъ внизъ по уклону: здѣсь уменьшеніе вѣса, какъ и въ случаѣ съ джип-

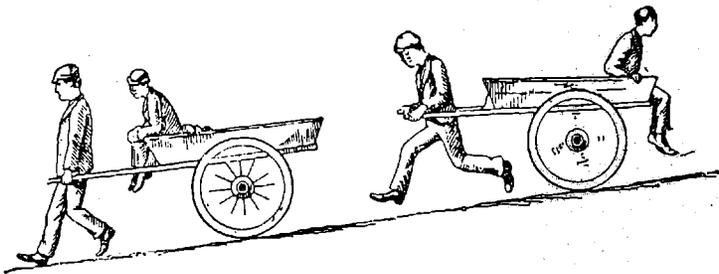
Рис. 17.



Какую телѣжку легче везти въ гору и почему?

рикшей, выгодно для возницы, а увеличеніе—невыгодно. Поэтому правый возница на нашемъ рисункѣ 18-мъ бѣгомъ катитъ

Рис. 18.



Кому труднѣе везти телѣжку подъ гору и почему?

телѣжку, между тѣмъ какъ лѣвый катитъ ее шагомъ и съ большимъ напряженіемъ.

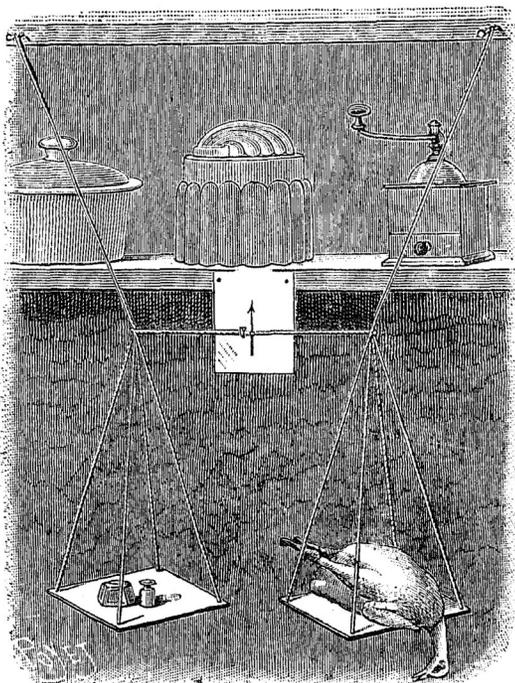
### Веревочные вѣсы.

Изъ веревокъ и картона нетрудно смастерить вѣсы, которыми можно пользоваться даже для хозяйственныхъ надобностей.

Въ горизонтальную полку вбейте два гвоздя на разстояніи полуаршина одинъ отъ другого. Къ нимъ привяжите концы крѣпкой двухъ-аршинной бечевки, предварительно завязавъ узелъ строго посрединѣ ея длины. Теперь приготовьте изъ

кусковъ картона „чашки“, которыя и подвѣжите на бечевкахъ на разстояніи 5—6 вершковъ въ обѣ стороны отъ узла. Къ

Рис. 19.



Самодѣльные вѣсы изъ веревокъ.

ихъ чрезвычайно тщательно: гвозди должны быть на одной горизонтальной линіи, узелъ долженъ быть строго посерединѣ и т. д. Достичь этого трудно, поэтому мы объяснимъ сейчасъ—

### какъ на невѣрныхъ вѣсахъ взвѣсить вѣрно.

Не думайте, что если у васъ имѣются невѣрные вѣсы, то съ ихъ помощью нельзя произвести вѣрнаго взвѣшиванія. Ничего нѣтъ легче, какъ взвѣсить вѣрно на невѣрныхъ вѣсахъ. Надо только знать, какъ взяться за дѣло.

А дѣло очень просто. Положивъ предметъ, подлежащій взвѣшиванію, на одну чашку вѣсовъ, насыпайте на другую песку

полкѣ прибейте кусокъ картона, на которомъ поставьте знакъ—стрѣлку, какъ разъ противъ того мѣста, гдѣ приходится узелъ.

Теперь вѣсы готовы. Когда „чашки“ нагружены одинаково, узелъ приходится противъ стрѣлки. Если же какая-либо изъ чашекъ перетягиваетъ, то средняя часть бечевки, отвѣчающая коромыслу вѣсовъ, наклоняется въ соответствующую сторону и тянетъ туда же узелъ.

Чтобы наши веревочные вѣсы дѣйствовали правильно, необходимо изготовить

(или дроби) до тѣхъ поръ, пока вѣсы не придуть въ равновѣсіе. Затѣмъ, снявъ съ чашки взвѣшиваемый предметъ (песокъ не трогаютъ), кладите на него гири до тѣхъ поръ, пока вѣсы снова не уравновѣсятся. Ясно, что теперь гири равны вѣсу снятаго съ чашки предмета, такъ какъ предметъ и гири вполнѣ замѣняютъ другъ друга. Отсюда и названіе способа—„взвѣшиваніе замѣной“.

На пружинныхъ вѣсахъ, имѣющихъ только одну чашку, этотъ простой приѣмъ также вполнѣ примѣнимъ. Здѣсь нѣтъ надобности запасаться пескомъ или дробью. Положите взвѣшиваемую вещь на чашку и замѣтте, у какого дѣленія остановится указатель. Затѣмъ, снявъ вещь съ безмена, поставьте на чашку столько гирь, сколько надобно для того, чтобы указатель остановился у того же дѣленія. Вѣсъ этихъ гирь, очевидно, долженъ равняться вѣсу вещи.

Такъ какъ пружинные вѣсы часто портятся, то мы советуемъ всегда примѣнять этотъ приѣмъ, который даетъ вѣрный результатъ даже на невѣрныхъ вѣсахъ. Онъ пригоденъ, конечно, для проверки всякаго рода иныхъ вѣсовъ, будутъ ли это вѣсы съ коромысломъ, вѣсы столовые, безмень и т. д.

Если, покупая товаръ въ магазинъ, вы сомнѣваетесь въ правильности вѣсовъ, заставьте продавца перевѣшать еще разъ по только что описанному способу—и недовѣсъ, если онъ былъ, сразу скажется. Разумѣется, при этомъ мы полагаемъ, что въ вашемъ распоряженіи имѣются вполнѣ вѣрныя гири.

### Какъ взвѣшивать, не имѣя гирь?

Гири далеко не всегда оказываются подъ руками, и потому всякому полезно запомнить, что за неимѣніемъ гирь, можно съ успѣхомъ пользоваться... деньгами! Въ самомъ дѣлѣ, монеты чеканятся вполнѣ опредѣленнаго вѣса, и зная это, можно въ случаѣ нужды (разумѣется—не денежной) обходиться безъ гирь. Кто читалъ романъ Жюль Верна „Гекторъ Сервадакъ“, тотъ знаетъ, какую услугу въ этомъ отношеніи могутъ оказать французскія деньги. Но многимъ неизвѣстно, что для тѣхъ же цѣлей можно употреблять и русскія деньги.

Для русскихъ мѣръ нужно пользоваться мѣдными монетами. Достоинство ихъ находится въ очень простомъ отношеніи

къ нашей вѣсовой единицѣ, а именно: на пудъ идетъ 50 рублей мѣдной монеты современнаго образца. Отсюда уже легко вывести, что на фунтъ идетъ мѣдной монеты на 125 копеекъ. При этомъ безразлично, возьмете ли вы 25 пятаковъ, 125 отдѣльныхъ копеекъ, или составите какія-либо иныя комбинаціи изъ монетъ 5-ти, 3-хъ, 2-хъ и 1-копеечнаго достоинства, такъ какъ вѣсъ мѣдныхъ монетъ пропорціоналенъ ихъ достоинству. Одинъ лотъ довольно близко отвѣчаетъ вѣсу 4 копеекъ.

Для мѣръ французскихъ (граммовъ), которыя часто указываются въ научныхъ сочиненіяхъ, физикъ-любитель можетъ пользоваться нашей серебряной монетой, зная, что

серебряный рубль вѣситъ ровно . . .	20	граммовъ
„ полтинникъ . . . . .	10	„
„ четвертакъ *) . . . . .	5	„

Что же касается мелкой серебряной размѣнной монеты (20, 15, 10 и 5 коп.), то вѣсъ ея не пропорціоналенъ достоинству, такъ какъ она чеканится изъ сплава болѣе низкой пробы, чѣмъ полноцѣнная. Не мѣшаетъ запомнить, на всякій случай, что серебряный пятачокъ вѣситъ 0,9 грамма, т. е. немногимъ меньше грамма.

Этихъ данныхъ достаточно, чтобы съ удовлетворительной точностью производить взвѣшиванія въ русскихъ и французскихъ мѣрахъ. Нужно только избѣгать пользоваться слишкомъ потертой монетой.

### Вѣчное движеніе.

Одинъ средневѣковый ученый предлагалъ устроить колесо, которое само вертѣлось бы, безъ всякой посторонней силы, и при томъ вѣчно.

На рисункѣ 20-мъ изображенъ его самодвижущійся механизмъ. Къ краямъ зубчатаго колеса прикрѣплены откидныя палочки съ грузами на концахъ. При всякомъ положеніи этого колеса грузы на правой его сторонѣ будутъ откинута дальше отъ центра, нежели на лѣвой; эта половина, слѣдовательно, будетъ перевѣшивать и увлекать колесо въ вращательное движеніе.

\*) Эта монета теперь больше не чеканится и въ обращеніи встрѣчается рѣдко.

Казалось бы, такое колесо должно вращаться вечно,— по крайней мѣрѣ, до тѣхъ поръ, пока не перетрется его ось. А между тѣмъ, если вы смастерите этотъ двигатель, то убѣдитесь, что онъ и не думаетъ двигаться.

Въ чѣмъ же дѣло?

Очень просто: грузы на лѣвой сторонѣ, дѣйствительно, дальше отъ центра—но это преимущество уничтожается тѣмъ, что самое число ихъ зато гораздо меньше. Взгляните на чертежъ: налѣво всего два шарика, а направо чуть не цѣлыхъ пять... Оттого-то нашъ двигатель и не трогается съ мѣста.

Уже болѣе полувѣка, какъ доказано, что невозможно построить механизмъ, который вечно двигался бы самъ собой. Поэтому не стоитъ и ломать голову надъ такой безнадежной задачей. Все равно ни до чего не додуматься. А въ прежнее время, особенно въ средніе вѣка, люди не мало таки потратили времени и труда на изобрѣтеніе „вѣчнаго движенія“—*perpetuum mobile* по-латыни. Это казалось имъ еще болѣе заманчивымъ, чѣмъ искусство дѣлать золото изъ дешевыхъ металловъ.

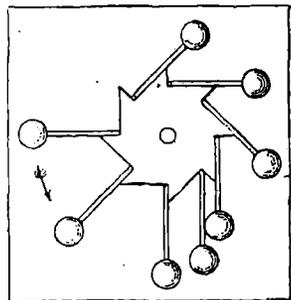
У Пушкина, въ „Сценахъ изъ рыцарскихъ временъ“, выведенъ такой мечтатель въ лицѣ Бертольда:

— „Что такое *perpetuum mobile*?“—спрашиваетъ Мартынъ.

— „*Perpetuum mobile*—отвѣчаетъ ему Бертольдъ,—есть вѣчное движеніе. Если найду вѣчное движеніе, то я не вижу границъ творчеству человѣческому... Видишь ли, добрый мой Мартынъ! дѣлать золото—задача заманчивая, открытіе, можетъ быть, любопытное и выгодное, но найти *perpetuum mobile*... о!..“

Выдумали цѣлыя сотни и тысячи „вѣчныхъ двигателей“—но всѣ они не двигались долѣе четверти часа. Въ каждомъ случаѣ, какъ и въ нашемъ примѣрѣ, изобрѣтатель упускалъ изъ виду какое-нибудь обстоятельство, которое и разрушало всѣ его планы.

Рис. 20.

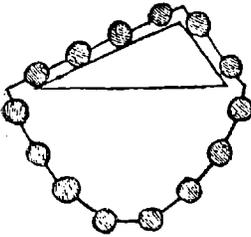


Будетъ ли это колесо вращаться само собой?

## «Чудо—и не чудо».

Чертежъ, который изображенъ на первой страницѣ нашей книги, взятъ изъ сочиненія Стевина, ученаго XVII вѣка. Этотъ бельгійскій математикъ сдѣлалъ много важныхъ открытій, которыми мы теперь постоянно пользуемся; такъ, онъ изобрѣлъ десятичные дроби, ввелъ въ алгебру употребленіе показателей, открылъ гидростатическій законъ, впоследствии вновь открытый Паскалемъ. Между прочимъ, Стевинъ открылъ также за-

Рис. 21.



Два шара уравниваютъ четыре.

конъ равновѣсія силъ на наклонной плоскости—и, съ помощью прилагаемаго чертежа, доказалъ этотъ законъ чрезвычайно остроумнымъ способомъ.

Здѣсь передъ нами, дѣйствительно, какъ бы чудо. Черезъ двѣ сходящіяся подъ угломъ наклонныя плоскости перекинута замкнутая цѣпь, которая, конечно, находится въ равновѣсіи—ибо нѣтъ причины ей придти въ движеніе. Но та часть этой цѣпи, которая полукругомъ свисаетъ внизъ, уравнивается сама собой. Значитъ, обѣ остающіяся части цѣпи—тѣ, что лежатъ на плоскостяхъ,—должны уравнивать одна другую. Получается какъ бы парадоксъ: два звена цѣпи уравниваютъ четыре.

Но Стевинъ изъ этого „чуда“ вывелъ важный законъ механики. Онъ рассуждалъ такъ. Обѣ цѣпи—и длинная и короткая—вѣсятъ различно: одна цѣпь тяжелѣе другой во столько же разъ, во сколько разъ длинная плоскость длиннѣе короткой. Отсюда прямо вытекаетъ, что два тѣла, связанные шнуромъ, уравниваютъ другъ друга на наклонныхъ плоскостяхъ, если вѣса ихъ пропорціональны длинамъ этихъ плоскостей. Въ томъ случаѣ, когда короткая плоскость отвѣсна, вы получаете извѣстный законъ механики: чтобы удержать тѣло на наклонной плоскости, надо дѣйствовать въ направленіи этой плоскости силою, которая во столько разъ меньше вѣса тѣла, во сколько разъ длина плоскости больше ея высоты.



## Г Л А В А Ш.

# Вращательное движеніе

### Трудная задача.

Обыкновенная бутылка съ плоскимъ дномъ затыкается наглухо пробкой съ пропущенной черезъ нее вязальной спицей, на которую надѣтъ небольшой пробковый кружокъ (см. рис. 22-й, на правой сторонѣ). Спица не должна доходить вплотную до дна, а отстоять отъ него приблизительно на вершокъ. Пробку, насаженную на спицу, лучше всего взять отъ горчишной банки; отверстіе въ пробковомъ кружкѣ должно быть достаточно велико, чтобы онъ свободно могъ скользить по спицѣ. Въ бутылку до половины наливаютъ воды, такъ что кружокъ будетъ лежать на ея поверхности.

Теперь предлагается задача: не раскупоривая бутылки, снять кружокъ со спицы.

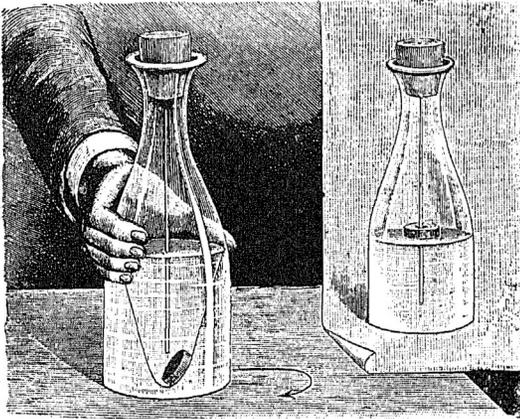
Дѣло оказывается мудренымъ: сколько ни наклонять, ни переворачивать бутылки, пробковый кружокъ не сойдетъ съ проволоки, такъ какъ не опустится при этомъ ниже конца спицы.

Давъ непосвященному достаточно помучиться и повозиться надъ разрѣшеніемъ головоломной задачи, вы, наконецъ, открываете ларчикъ очень просто. Быстро вращая бутылку вокругъ вертикальной оси, вы образуете внутри ея маленькій водоворотъ; поверхность воды пріобрѣтаетъ форму воронки, края которой высоко поднимаются вверхъ, а нижняя часть опускается, освобождая конецъ спицы. При этомъ пробка сама

соскальзываетъ со спицы и всплываетъ вверхъ—что и требовалось доказать.

Здѣсь насъ выручила такъ называемая „центробѣжная

Рис. 22.



Какъ снять кружокъ со спицы, не раскупоривая бутылки?

силу“, она стремится удалить вращающіяся частицы отъ оси вращенія. Въ механикѣ доказывается, что подъ вліяніемъ этой силы жидкость въ вращающемся сосудѣ должна принять на своей поверхности форму конуса съ закругленной вершиной (параболоида).

Ту же задачу можно и перевернуть, задавая ее въ такомъ видѣ: кружокъ, свободно плавающий въ бутылкѣ на поверхности воды, одѣтъ на спицу. Последний опытъ требуетъ гораздо большей сноровки и удается лишь послѣ долгихъ упражненій.

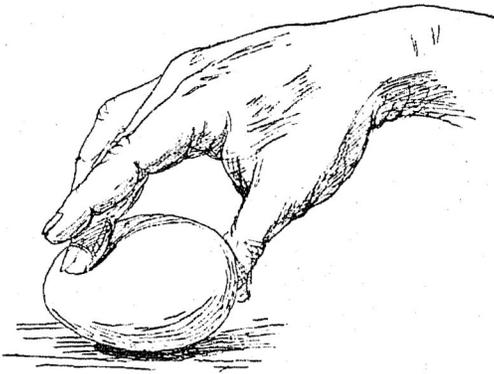
### Какъ отличить вареное яйцо отъ сырого?

Передъ вами яйцо. Извольте, не разбивая скорлупы, опредѣлить, сварено ли оно, или сырое? Самая опытная и свѣдущая хозяйка не разрѣшитъ такой задачи, если яйцо не „болтается“. Но знаніе законовъ механики поможетъ вамъ съ честью выйти изъ затруднительнаго положенія.

Дѣло въ томъ, что вареное (вкрутую) и сырое яйцо различнымъ образомъ вращаются. На этомъ и основанъ простой способъ отличать сырое яйцо отъ варенаго. Испытуемое яйцо кладутъ на столъ или на плоскую тарелку и двумя пальцами сообщаютъ ему вращательное движеніе. Сваренное (особенно крутое) яйцо вращается при этомъ замѣтно

быстрѣе и дольше сырого. Последнее настолько упрямо, что его не легко даже и заставить вращаться; между тѣмъ, круто

Рис. 23.



Яйцо заставляють вращаться.

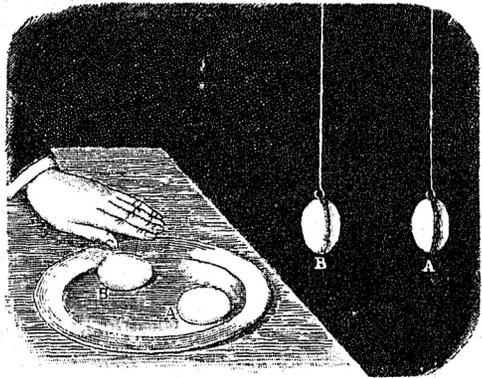
сваренное яйцо сразу приходитъ въ вращательное движенье и вращается такъ быстро, что очертанія его сливаются для глазъ въ одно сплошное тѣло — бѣлый сплюснутый шаръ. Яйца, сваренныя въ смятку или „въ мѣшочекъ“, занимають въ этомъ отношеніи среднее мѣсто—вращаются быстрѣе сырого, но медленнѣе крутого. При нѣкоторомъ навыкѣ можно даже научиться различать

по этому признаку не только сырое яйцо отъ варенаго, но и крутое отъ свареннаго въ смятку или въ такъ наз. „мѣшочекъ“.

Причина всѣхъ этихъ явленій кроется въ томъ, что круто сваренное яйцо вращается, какъ одно сплошное тѣло; въ сыромъ же яйцѣ внутренняя жидкость, не успѣвъ сразу получить вращательнаго движенья, задерживаетъ вслѣдствіе своей инерціи движенье твердой оболочки; она играетъ какъ бы роль тормоза.

Къ остановкѣ движенья варенныя и сырыя яйца также относятся различно. Если вращающееся вареное яйцо остановить прикосновеніемъ пальца, то оно останавливается сразу. Сырое же яйцо, остановившись на мгновенье,

Рис. 24.



Опыты съ вареными и сырыми яйцами.

будетъ еще немного вращаться послѣ отнятія руки. Это происходитъ оттого, что внутренняя жидкая масса еще продолжаетъ по инерціи двигаться послѣ того, какъ твердая оболочка пришла въ покой.

Тѣ же испытанія можно производить и при иныхъ условіяхъ. Возьмите сырое и сваренное яйцо, обтяните ихъ резиновымъ колечкомъ „по меридіану“ и подвѣсьте ихъ рядомъ на двухъ бечевкахъ. Теперь закрутите обѣ бечевки одинаковое число разъ и отпустите. Тогда сразу сдѣлается замѣтнымъ различіе между варенымъ и сырымъ яйцомъ. Первое, придя въ нормальное положеніе, начнетъ закручиваться въ обратную сторону, затѣмъ снова раскрутится,—и такъ нѣсколько разъ, постепенно уменьшая число оборотовъ. Сырое же яйцо ведетъ себя иначе: оно повернется разъ, другой—и остановится, задолго до того, какъ придетъ въ покой крутое яйцо.

Мы описываемъ этотъ приѣмъ лишь ради полноты; онъ гораздо хлопотливѣе предыдущаго, который, при всей своей простотѣ, всегда даетъ несомнѣнный результатъ, даже въ рукахъ неопытнаго экспериментатора.

### Центробѣжная карусель.

Раскройте зонтикъ, уприте его концомъ въ полъ и вращайте за ручку; вамъ нетрудно будетъ придать ему довольно быстрое движеніе. Теперь бросьте внутрь зонтика мячъ, скотканную бумагу или какой-нибудь другой легкой и неломкій предметъ: мячъ не останется въ зонтикѣ, а скоро будетъ выброшенъ изъ него центробѣжной силой.

На этомъ принципѣ основано устройство своеобразнаго развлечения—центробѣжной карусели, которая была сооружена на послѣдней всемірной выставкѣ въ Брюсселѣ.

Посѣтители выставки имѣли случай испытать на себѣ неотразимое дѣйствіе центробѣжной силы. Публика размѣщалась на круглой площадкѣ—стоя, сидя или лежа, кто какъ желалъ. Невидимый механизмъ плавно вращалъ площадку около ея центра, сначала медленно, потомъ все быстрѣе и быстрѣе, увеличивая скорость незамѣтно для публики. И вотъ, подѣ дѣйствіемъ центробѣжной силы, всѣ, находившіеся на платформѣ, начинали сползать къ ея краю. Сначала это дви-

жение едва замѣтно, но, по мѣрѣ того, какъ спортсмены удалялись отъ центра и попадали въ зоны все большаго и большаго радіуса, центробѣжная сила сказывалась все замѣтнѣе. Всѣ усилія удержаться на мѣстѣ не приводили ни къ чему, и группы одна за другой скатывались съ „центробѣжной карусели“.

Нашъ земной шаръ есть, въ сущности, такая же „центробѣжная карусель“, только гигантскихъ размѣровъ. Сами мы

Рис. 25.



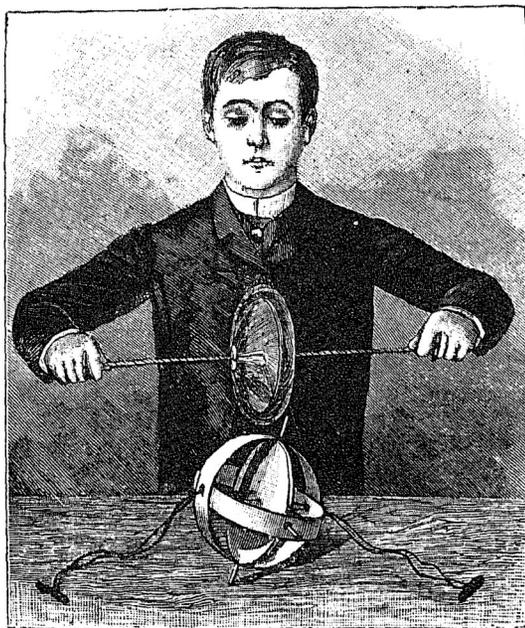
Центробѣжная карусель на Брюссельской всемирной выставкѣ.

слишкомъ малы, чтобы центробѣжная сила могла проявляться на нашемъ тѣлѣ ощутительнымъ образомъ. Но на многихъ явленіяхъ природы мы это наблюдаемъ очень часто. У всѣхъ рѣкъ, текущихъ вдоль меридіановъ, одинъ берегъ нагорный, другой—низкій: вода, отступая вбокъ подѣйствіемъ центробѣжной силы, создаетъ это различіе. Тѣмъ же объясняется уклоненіе пассатныхъ вѣтровъ, закручиваніе циклоновъ и даже то странное обстоятельство, что рельсы желѣзныхъ дорогъ, направленныхъ съ сѣвера на югъ, изнашиваются не одинаково: подѣйствіемъ центробѣжной силы вагоны напираютъ на западный рельсъ сильнѣе, чѣмъ на восточный, вслѣдствіе чего первый больше стирается.

## Сжатіе земного шара.

Вращеніемъ земли объясняется и то, что она, строго говоря, не представляетъ собой шара, а сплющена по направлению съ сѣвера на югъ. Простой опытъ уяснить намъ, въ чемъ тутъ дѣло

Рис. 26.



Модель земного шара.

Вырѣжьте кружокъ изъ плотнаго и прочнаго картона—вершковъ 5—6 въ діаметрѣ — и просверлите по обѣ стороны его центра по дырочкѣ. Сквозь эти дырочки протяните бечевки. Такой кружокъ легко привести въ быстрое вращательное движеніе. Для этого нужно, слегка натянувъ бечевки, обернуть кружокъ нѣсколько разъ, — и затѣмъ, когда бечевки закрутятся, отпустить его, силь-

но натянувъ бечевки: кружокъ завертится довольно быстро.

Теперь мы можемъ устроить модель земного шара. Проведите на вашемъ кружкѣ два діаметра подъ прямымъ угломъ. По концамъ этихъ діаметровъ воткните въ кромку картона по иглѣ. Изъ плотной бумаги приготовьте два кольца, шириной въ палецъ и діаметромъ чуть побольше вашего кружка. Вставьте кольца одно въ другое перпендикулярно и склейте мѣста ихъ соприкосновенія. Это—„меридіаны“ вашей модели. Черезъ отверстія въ „полюсахъ“ (мѣстахъ соприкосновенія) пропустите бечевки отъ кружка; самый же кружокъ помѣстите на мѣстѣ „экватора“, проткнувъ ленты остreeями иголокъ.

Если вы теперь приведете кружокъ въ быстрое вращеніе, какъ было описано выше,—то увидите, что вашъ „земной шаръ“ замѣтно сожмется у „полюсовъ“ и раздуется у „экватора“.

### Можемъ ли мы перемѣстить полюсы Земли?

Члены американскаго „Пушечнаго клуба“, какъ извѣстно, не ограничились полетомъ въ ядрѣ вокругъ Луны. Фантазія Жюля Верна заставила ихъ продѣлать еще одинъ астрономическій опытъ—„выпрямленіе“ земной оси или, точнѣе говоря, измѣненіе угла ея наклона къ плоскости земной орбиты. Источникомъ силы при этомъ должна была служить „отдача“ колоссальнаго орудія: этотъ толчокъ и долженъ былъ измѣнить положеніе земной оси. Опытъ оказался на сей разъ неудачнымъ: несчастная случайность сдѣлала то, что была отлита пушка размѣромъ въ триллионъ разъ меньше надлежащаго...

Читателямъ, вѣроятно, небезынтересно было бы узнать возможно ли въ самомъ дѣлѣ такое предпріятіе. Этотъ вопросъ былъ лѣтъ 15 тому назадъ предметомъ обсужденія Парижской академіи наукъ. Результаты обсужденія очень любопытны, и мы постараемся познакомить съ ними читателей въ самыхъ общихъ чертахъ, безъ математическихъ выкладокъ.

Задача, которую обсуждали французскіе академики, была нѣсколько скромнѣе той, которую ставили себѣ американскіе артиллеристы. Рѣчь шла не о томъ, чтобы „выпрямить земную ось“, т. е. сдѣлать ее перпендикулярною къ плоскости эклиптики и вмѣстѣ съ тѣмъ отмѣнить времена года. Академики разсуждали лишь о перемѣщеніи полюсовъ, наклонъ же земной оси они оставляли неприкосновеннымъ; при этомъ Полярная звѣзда попрежнему останется полярной, времена года останутся тѣ же,—но положеніе полюсовъ измѣнится: вмѣсто того, чтобы находиться въ нынѣшнихъ арктической и антарктической областяхъ, они смѣстятся въ другія области—напр., въ Канаду и Австралію.

Возможно ли такое смѣщеніе полюсовъ? Мыслимо ли для человѣка добиться этого механическими силами?

Да, возможно. Чтобы сдѣлать понятной эту возможность, приведемъ рядъ примѣровъ изъ обыденной жизни.

Замѣтили ли вы, что дѣлается съ небольшою легкой лодкой, когда вы переходите по ней отъ кормы къ носу? Если лодка не привязана, то она замѣтно перемѣщается при этомъ въ обратную сторону. Здѣсь проявляется механическій законъ равенства дѣйствія и противодѣйствія: идя, вы отталкиваете свое тѣло отъ опоры, но вмѣстѣ съ тѣмъ отталкиваете назадъ и самоё опору. При ходьбѣ по неподвижному полу этого не замѣчается, потому что отталкивающее усиліе уничтожается сопротивленіемъ неподвижно закрѣпленной опоры. Не замѣтите вы обратнаго перемѣщенія лодки и тогда, когда лодка очень велика или тяжело нагружена. Это потому, что одна и та же сила даетъ различнымъ тѣламъ различное перемѣщеніе, въ зависимости отъ массы (вѣса): тяжелое тѣло она перемѣщаетъ на меньшее разстояніе, нежели легкое. Когда вы переходите по палубѣ парохода отъ кормы къ носу, то отталкиваете его ногами назадъ; но величина этого перемѣщенія ничтожна: она во столько разъ меньше вашего перемѣщенія, во сколько разъ пароходъ тяжелѣе вашего тѣла; оттого-то оно и не замѣтно.

Теперь вернемся къ нашей лодкѣ. Представьте себѣ, что она имѣетъ не обычную удлиненную форму, а форму большой плавающей тарелки. Вообразите, что ходите кругомъ близъ борта такой круглой лодки. Что при этомъ произойдетъ съ ней? Нетрудно догадаться: она придетъ въ вращательное движеніе въ обратномъ направленіи. Отталкиваясь ногами, вы приводите ее во вращеніе, на манеръ того, какъ дѣйствуетъ лошадь на топчакѣ. Продѣлавъ тотъ же маневръ на палубѣ большого парохода, вы, конечно, не приведете его во вращеніе: его масса слишкомъ велика по сравненію съ массой вашего тѣла; кромѣ того, усиліе вашихъ ногъ должно преодолѣть при этомъ не только инерцію тяжелаго парохода, но и сопротивленіе окружающаго его воздуха. Но все же, теоретически разсуждая, перемѣщеніе будетъ, и чѣмъ дольше вы будете кружиться по палубѣ (или даже въ своей каютѣ), тѣмъ на большій уголъ повернется пароходъ. Возможно, что сдѣлавъ миллионъ круговъ, вы повернете пароходъ на нѣкоторую долю градуса...

Теорія, какъ видите, обѣщаетъ вамъ награду за терпѣніе и усердный трудъ.

Чѣмъ значительнѣе грузъ, перемѣщаемый по палубѣ, тѣмъ сильнѣе его отталкивающее дѣйствіе. Запрягши слоновъ въ пушки и заставивъ ихъ въ теченіе многихъ сутокъ кружиться гуськомъ по палубѣ, вы добились бы, конечно, болѣе замѣтныхъ результатовъ.

Мы почти прямо подошли теперь къ интересующему насъ вопросу: можно-ли повернуть земной шаръ? Вообразите себѣ, что по экватору или по параллельнымъ кругамъ Земли съ запада на востокъ происходитъ непрерывное перемѣщеніе грузовъ: идутъ поѣзда, плывутъ пароходы, течетъ вода въ каналахъ, и т. п.—все въ одномъ и томъ же восточномъ направленіи. Какъ отразится это на вращеніи Земли? Послѣ всего сказаннаго отвѣтъ ясенъ: Земля сама вращается съ запада на востокъ; непрерывное же перемѣщеніе грузовъ по ея поверхности должно сообщить ей вращеніе въ обратную сторону; слѣдовательно, Земля будетъ вращаться медленнѣе. Другими словами, мы можемъ увеличить продолжительность сутокъ,—какъ можемъ и уменьшить ее, направивъ всѣ грузы въ обратномъ направленіи. Теоретически это, какъ видите, вполне въ нашей власти; практически же осуществить этотъ опытъ затруднительно, главнымъ образомъ, за недостаткомъ... времени. Масса тѣхъ паровозовъ, пароходовъ и воды, которые будутъ перемѣщаться по земной поверхности, такъ мала по сравненію съ массой земного шара, что пройдутъ тысячелѣтія, прежде чѣмъ длина сутокъ измѣнится (хотя бы на одну секунду).

Такимъ же способомъ могли бы мы, запасшись терпѣніемъ, перемѣстить и полюсы. Для этого нужно было бы передвигать грузы не по параллелямъ земного шара, а по какому-нибудь кругу, пересѣкающему параллели. Вообразите себѣ, напримѣръ, кругъ, описанный въ предѣлахъ Африки около какой-нибудь центральной точки, лежащей, скажемъ, въ Сахарѣ. Вдоль окружности можно выкопать каналъ, наполнить его водой, сдѣлать въ одномъ мѣстѣ плотину и насосами перекачивать воду съ одной ея стороны по другую. Вода будетъ непрерывно течь по круговому каналу все въ одномъ и томъ же направленіи,—а земной шаръ при этомъ будетъ стремиться вращаться въ обратномъ направленіи, вокругъ оси, проходящей черезъ центръ круговаго канала. Но вокругъ двухъ

осей сразу—старой и новой — земля вращаться не может: она будет вращаться вокруг третьей оси, занимающей среднее положение. Другими словами, произойдет как бы перемещение оси земного шара. Это перемещение будет ничтожно, но чемъ долше „проработаетъ“ нашъ каналъ, тѣмъ оно будетъ больше. Если бы древніе египтяне тысячи лѣтъ тому назадъ устроили подобное водяное сооруженіе и если бы оно непрерывно дѣйствовало до нашего времени—то, быть можетъ, человечеству удалось бы уже перемѣстить полюсы на небольшую долю градуса...

### **Задача о падающей кошкѣ.**

Всѣ знаютъ, что кошка всегда ухитряется упасть на ноги,—но мало кому извѣстно, что эта способность кошки въ теченіе долгаго времени интриговала ученыхъ математиковъ. Дѣло въ томъ, что способность кошекъ падать на ноги противорѣчитъ законамъ механики,—по крайней мѣрѣ, такъ думали до послѣдняго времени, когда удалось, наконецъ, благополучно разрѣшить „задачу о падающей кошкѣ“.

Эта знаменитая задача находится въ прямой связи съ только что разсмотрѣннымъ нами вопросомъ о перемѣщеніи полюсовъ. Связь какъ будто немного неожиданная, но, въ сущности, и тамъ и тутъ рѣчь идетъ объ одномъ и томъ же вопросѣ: можетъ ли свободное, безъ всякой опоры, тѣло повернуться дѣйствіемъ однѣхъ лишь внутреннихъ силъ?

Долгое время думали, согласно законамъ механики, что это невозможно,—какъ невозможно для свободно движущагося тѣла измѣнить внутренними силами скорость и направленіе движенія его центра тяжести. Для поступательнаго движенія это доказано неоспоримо: какіе-бы процессы ни происходили внутри летящаго ядра, центръ тяжести его продолжаетъ двигаться впередъ съ той же скоростью и въ томъ же направленіи, какъ если бы внутри ядра ничего не происходило. Даже взрывъ ядра не измѣняетъ пути и скорости центра тяжести: ядро разрывается на тысячу осколковъ — но общій центръ тяжести всѣхъ этихъ кусочковъ продолжаетъ слѣдовать по прежнему пути, пока ни одинъ осколокъ не упалъ на землю.

До послѣдняго времени полагали, что то же самое справедливо и по отношенію къ вращенію тѣла вокругъ оси, и что одними внутренними усиліями свободное (ни на что не опирающееся) тѣло не можетъ повернуться въ пространствѣ. Между тѣмъ, кошка, несомнѣнно, успѣваетъ во время паденія повернуться такъ, чтобы упасть на лапки. Какъ же она достигаетъ этого? Вотъ вопросъ, надъ которымъ ломалъ себѣ голову не одинъ ученый.

Предлагали такое рѣшеніе „кошачьей задачи“: кошка будто бы еще до начала прыжка успѣваетъ оттолкнуться отъ опоры, какъ это дѣлаетъ цирковый гимнастъ, переворачивающійся въ воздухѣ. Гимнастъ, спрыгивая съ трапеціи, отталкивается отъ нея такъ, чтобы тѣло его получило вращательное движеніе; затѣмъ, уже въ воздухѣ, онъ ускоряетъ это вращательное движеніе тѣмъ, что свертывается въ комочекъ, прижимая руки и ноги къ тѣлу: это и даетъ ему возможность перевернуться въ воздухѣ.

Точно такъ же, думали, поступаетъ и кошка.

Однако, простой опытъ показалъ, что кошка такъ не поступаетъ: привязывали кошку четырьмя шнурками за лапы къ потолку, на нѣкоторомъ разстояніи отъ пола, и затѣмъ разомъ разрѣзали шнурки. Кошка летѣла на полъ и, хотя ей, очевидно, не отъ чего было оттолкнуться, успѣвала все же упасть на ноги.

Итакъ, загадка „кошачьяго паденія“ долго оставалась загадкой. Она была окончательно разрѣшена лишь лѣтъ 15 тому назадъ въ связи съ вопросомъ объ искусственномъ перемѣщеніи полюсовъ, когда была выяснена ошибочность убѣжденія, будто тѣло не можетъ измѣнить положенія оси вращенія безъ участія внѣшней силы.

Механизмъ поворота кошки теперь понятенъ. У кошки есть два средства повернуть свое тѣло при паденіи. Первое средство, это—перемѣщеніе хвоста: когда кошка, держа хвостъ подъ угломъ къ своему тѣлу, производитъ имъ вращательное движеніе, то все тѣло немного поворачивается въ обратномъ направленіи. Почему? Потому, что мускулы, вращающіе хвостъ въ одну сторону, въ то же время отталкиваются отъ тѣла и тѣмъ заставляютъ его поворачиваться въ обратномъ направленіи. Рядомъ послѣдовательныхъ оборотовъ хвоста

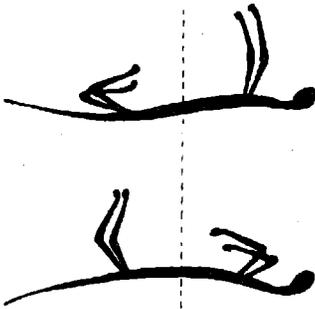
кошка может повернуть свое тѣло на желаемый уголъ; въ этомъ нѣтъ никакого нарушенія законовъ механики.

Опыты съ механическою моделью кошки вполне подтвердили это предположеніе. Нѣмецкій физикъ Гартманъ изготавилъ „искусственную кошку“ изъ картоннаго цилиндра и прилаженного къ нему картоннаго же хвоста. Роль мускуловъ, поворачивающихъ хвостъ, играла заводная пружина. При паденіи этой картонной кошки пружина пускалась въ ходъ, хвостъ вращался,—и цилиндръ (т. е. тѣло кошки) самъ собой поворачивался на болѣе или менѣе замѣтный уголъ.

Но вращеніе хвоста—не единственное средство, которымъ кошка можетъ повернуть свое тѣло при паденіи. Когда падающая кошка поворачиваетъ переднюю половину своего тѣла, то задняя половина на тотъ же уголъ поворачивается въ обратную сторону; если затѣмъ кошка повернетъ въ томъ же направленіи заднюю половину, то передняя вернется назадъ—

и тѣло кошки опять займетъ прежнее положеніе. Никакой поворотъ при такихъ условіяхъ не возможенъ. Но дѣло будетъ обстоять иначе, если кошка при поворотѣ будетъ соответствующимъ образомъ вытягивать и укорачивать переднія и заднія лапы: согласно такъ называемому закону площадей, часть тѣла съ вытянутыми лапами должна, при равныхъ прочихъ условіяхъ, повернуться на меньшей уголъ, нежели часть тѣла съ прижатыми лапами. Чередую надле-

Рис. 27.



Какъ кошка поворачивается при паденіи.

жащимъ образомъ вытягиваніе и прижатіе лапъ, кошка можетъ рядомъ тѣлодвиженій достигъ нужнаго поворота въ желаемомъ направленіи.

Пояснимъ это упрощеннымъ примѣромъ, расчленивъ каждый поворотъ на два отдѣльныхъ приѣма (см. черт. 27-й).

1-й приѣмъ: кошка, прижавъ заднія лапки и вытянувъ переднія, поворачиваетъ заднюю половину на  $35^\circ$  въ желательномъ направленіи; при этомъ передняя половина сама собой повернется въ обратномъ направленіи на меньшей уголъ,—скажемъ, на  $25^\circ$ .

2-й пріємъ: кошка, вытянувъ заднія лапки и прижавъ переднія, поворачиваетъ переднюю половину въ желательномъ направленіи на  $35^{\circ}$ ; тогда задняя половина сама повернется обратно на  $25^{\circ}$ .

Въ результатѣ обѣ половины оказываются повернутыми въ желательномъ направленіи на  $10^{\circ}$ ; все тѣло животнаго снова приведено въ прежнее состояніе, но повернуто въ пространствѣ на  $10^{\circ}$ . Теперь кошка, повторяя оба пріема, можетъ снова повернуться еще на  $10^{\circ}$ , и т. д.

Мы видимъ теперь, что „задача о падающей кошкѣ“ разрѣшается безъ всякаго нарушенія законовъ механики. Граціозный звѣрекъ заставилъ ученыхъ глубже разсмотрѣть основы ихъ науки и разрушилъ одно научное предубѣжденіе, раздѣлявшееся въ теченіе цѣлаго столѣтія.



## ГЛАВА IV.

# Борьба съ пространствомъ.

### Какъ мы ходимъ? \*).

По законамъ механики, тѣло остается въ равновѣсіи, т. е. неподвижно, только тогда, когда перпендикуляръ, проходящій черезъ его центръ тяжести, падаетъ внутри плоскости, образуемой точками опоры, т. е. тѣми точками, на которыхъ тѣло покоится на землѣ: плоскость эту называютъ основаніемъ опоры.

Предположимъ, что человѣкъ стоитъ на одной ногѣ, на примѣръ, на правой. Вообразимъ себѣ, что онъ приподнимаетъ пятку, наклоняя въ то же время туловище впередъ. При такомъ положеніи перпендикуляръ центра тяжести, понятно, выйдетъ изъ площади основанія опоры, и человѣкъ долженъ упасть впередъ. Но едва начинается это паденіе, какъ лѣвая нога его, остававшаяся въ воздухѣ, мы видимъ, быстро подвигается впередъ и становится на землю впереди перпендикуляра центра тяжести, такъ что послѣдній, т. е. перпендикуляръ, попадаетъ въ плоскость, образуемую линіями, которыми соединяются точки опоры обѣихъ ногъ. Равновѣсіе, такимъ образомъ, восстанавливается; человѣкъ ступилъ, сдѣлалъ шагъ.

Онъ можетъ и остановиться въ этомъ довольно утомительномъ положеніи. Но если хочетъ итти далѣе, то наклоняетъ свое тѣло еще болѣе впередъ, снова переноситъ перпендику-

\*.) Этотъ отрывокъ заимствованъ изъ „Лекцій зоологии“ профессора Поля Бера; въ немъ отчетливо и съ достаточной полнотой разсматривается ходьба и бѣгъ человѣка.

ляръ центра тяжести за предѣлы плоскости основанія опоры и, въ моментъ угрожающаго паденія, снова выдвигаетъ впередъ ногу, но уже не лѣвую, а правую,—новый шагъ, и т. д. Ходьба, поэтому, есть не что иное, какъ рядъ паденій впередъ, предупреждаемыхъ во-время подставленною опорою ноги, оставшейся до того позади.

Но рассмотримъ дѣло нѣсколько ближе. Предположимъ, что первый шагъ сдѣланъ. Въ этотъ моментъ правая нога еще касается земли, а лѣвая уже ступаетъ на землю. Но если только шагъ не очень коротокъ, правая пятка должна была приподняться, такъ какъ именно это-то приподнятіе пятки и позволяетъ тѣлу наклониться впередъ и нарушить равновѣсіе. Лѣвая нога ступаетъ на землю прежде всего пяткою. Когда, вслѣдъ затѣмъ, вся подошва ея становится на землю, правая нога поднимается совершенно на воздухъ. Въ то же самое время лѣвая нога, нѣсколько согнутая въ колѣнѣ, выпрямляется сокращеніемъ трехглавой бедражной мышцы и становится на мгновеніе вертикальной. Это позволяетъ полу-согнутой правой ногѣ продвинуться впередъ, не касаясь земли, и, слѣдующая за движеніемъ тѣла, поставить на землю свою пятку какъ разъ во-время для слѣдующаго шага.

Подобный же рядъ движеній начинается затѣмъ для лѣвой ноги, которая въ это время опирается на землю только пальцами и вскорѣ должна подняться на воздухъ.

Бѣганье отличается отъ ходьбы тѣмъ, что нога, стоящая на землѣ, внезапнымъ сокращеніемъ ея мышцъ энергично вытягивается и отбрасываетъ тѣло впередъ, такъ что послѣднее на одно мгновеніе совсѣмъ отдѣляется отъ земли. Затѣмъ оно снова упадетъ на землю на другую ногу, которая, пока тѣло было на воздухъ, быстро передвинулась впередъ. Такимъ образомъ, бѣганье состоитъ изъ ряда скачковъ съ одной ноги на другую.

### **Надо ли съ конки прыгать впередъ?**

Попробуйте кому-нибудь задать вопросъ: „почему съ конки надо прыгать впередъ?“ Онъ безъ запинки отвѣтитъ вамъ: „Вполнѣ понятно: по закону инерціи!“ Однако, вы не удовлетворяйтесь этимъ и попросите подробнѣе объяснить, при

чемъ тутъ законъ инерціи. Произойдетъ довольно любопытная и неожиданная вещь: вашъ собесѣдникъ начнетъ бойко и увѣренно доказывать свою мысль,—но если вы не будете его перебивать, онъ очень скоро самъ остановится въ недоумѣніи: выйдетъ, что именно вслѣдствіе инерціи-то и надо прыгать... назадъ!

На самомъ дѣлѣ законъ инерціи играетъ здѣсь лишь второстепенную роль, главная же причина совсѣмъ другая. И если про эту главную причину забыть, то, дѣйствительно, какъ мы сейчасъ увидимъ, выйдетъ, что надо прыгать назадъ, а не впередъ.

Когда мы прыгаемъ съ конки, то по инерціи тѣло наше, отдѣлившись отъ вагона, все еще обладаетъ извѣстной скоростью; оно стремится двигаться впередъ. Дѣлая прыжокъ впередъ, мы, конечно, не только не уничтожаемъ этой скорости, но, наоборотъ, еще увеличиваемъ ее. Отсюда слѣдуетъ, что надо прыгать... назадъ, а вовсе не впередъ по направленію движенія вагона. Ибо при прыжкѣ назадъ скорость, сообщаемая прыжкомъ, отнимается отъ скорости, присущей нашему тѣлу по инерціи: вслѣдствіе этого, коснувшись земли, тѣло наше, конечно, съ меньшей силой будетъ стремиться упасть.

Мы видимъ, что теорія здѣсь рѣзко расходится съ практикою; получается явное противорѣчіе, указывающее на то, что либо фактъ невѣренъ, либо невѣрно его объясненіе. Но фактъ вѣренъ, настолько вѣренъ, что мы настойчиво предостерегаемъ читателей отъ попытокъ практически испытывать неудобство прыганія назадъ съ движущагося вагона...

Такъ въ чемъ же дѣло?

Въ невѣрности объясненія, конечно, въ его неполнотѣ, недоговоренности. Будемъ ли прыгать впередъ, будемъ ли прыгать назадъ—и въ томъ и въ другомъ случаѣ намъ грозитъ опасность упасть, такъ какъ верхняя часть туловища будетъ еще двигаться, когда ноги останутся, коснувшись земли. Скорость этого движенія при прыганіи впередъ даже больше, чѣмъ при прыганіи назадъ. Но все дѣло въ томъ, что падать впередъ гораздо безопаснѣе, чѣмъ падать назадъ. Въ первомъ случаѣ мы привычнымъ, автоматическимъ движеніемъ выставляемъ ногу впередъ (а при большой скорости

вагона—пробѣгаемъ нѣсколько шаговъ) и этимъ предупреждаемъ паденіе. Это движеніе привычно, такъ какъ мы его всю жизнь совершаемъ при ходьбѣ: вѣдь, съ точки зрѣнія механики, ходьба есть не что иное, какъ рядъ паденій нашего тѣла впередъ, предупреждаемыхъ выставленіемъ ноги. При паденіи же назадъ нѣтъ этого спасительнаго движенія ногъ—и оттого здѣсь опасность гораздо значительнѣе. Наконецъ, важно и то, что когда мы даже и въ самомъ дѣлѣ упадемъ впередъ, то, выставляя руки, не такъ расшибемся, какъ при паденіи на спину.

Итакъ, причины того, что безопаснѣе прыгать съ конки впередъ, кроются не столько въ законѣ инерціи, сколько въ устройствѣ нашего тѣла. Вотъ почему для предметовъ неодушевленныхъ это правило непримѣнимо: бутылка, брошенная изъ вагона впередъ, скорѣе можетъ разбиться при паденіи, нежели та же бутылка, но брошенная въ обратномъ направленіи.

Поэтому, если у васъ съ собой много багажа, и вы желаете прыгать изъ вагона, выбросивъ предварительно багажъ,—то вамъ слѣдуетъ кидать багажъ назадъ, а самимъ прыгать впередъ.

### Съ какой быстротой мы движемся?

Отъ природы человѣкъ одаренъ не слишкомъ большою скоростью: средній пѣшеходъ проходитъ въ секунду  $\frac{3}{4}$  сажени. Это немного быстрѣе, чѣмъ движется вода въ большей части рѣкъ, но медленнѣе, чѣмъ самый умѣренный вѣтеръ (1 саж. въ сек.). По сравненію съ движеніемъ улитки, перемѣщающейся всего на  $1\frac{1}{2}$  миллиметра въ секунду, человѣкъ является скороходомъ,—но если онъ вздумаетъ состязаться съ другими живыми существами, то потерпитъ полное фіаско. Даже муха при спокойномъ полетѣ движется быстрѣе, чѣмъ пѣшеходъ (пролетаетъ около сажени въ секунду), а когда ее гонять, она можетъ перегнать не только бѣгущаго человѣка, но и лошадь, скачущую галопомъ.

Но уже такое простое, сравнительно, механическое приспособленіе, какъ коньки, даетъ человѣку огромное преимущество надъ его соперниками изъ міра животныхъ. Опыт-

ный конькобѣжець можетъ пробѣжать отъ 5 до 6 сажень въ секунду,—и тогда уже не многія изъ животныхъ смогутъ его догнать. Велосипедистъ мчится еще скорѣе: онъ дѣлаетъ на гонкахъ до 11 сажень въ секунду, соперничая съ быстротой лучшей скаковой лошади (7—9 саж.) и даже съ быстротой вѣтра, потому что при довольно сильномъ вѣтрѣ движеніе воздуха рѣдко превышаетъ скорость 8 саж. въ секунду. Мы видимъ, слѣдовательно, что выраженіе нашихъ народныхъ сказокъ и былинъ—конь быстрый, какъ буйный вѣтеръ—вовсе не является преувеличеніемъ. А хорошая охотничья гончая собака мчится даже гораздо быстрѣе вѣтра (12 сажень въ секунду).

О скорости передвиженія животныхъ мы побесѣдуемъ позднѣе, теперь же перейдемъ къ скоростямъ нашихъ автомобилей, паровозовъ и пароходовъ.

### Машины, обгоняющія Солнце.

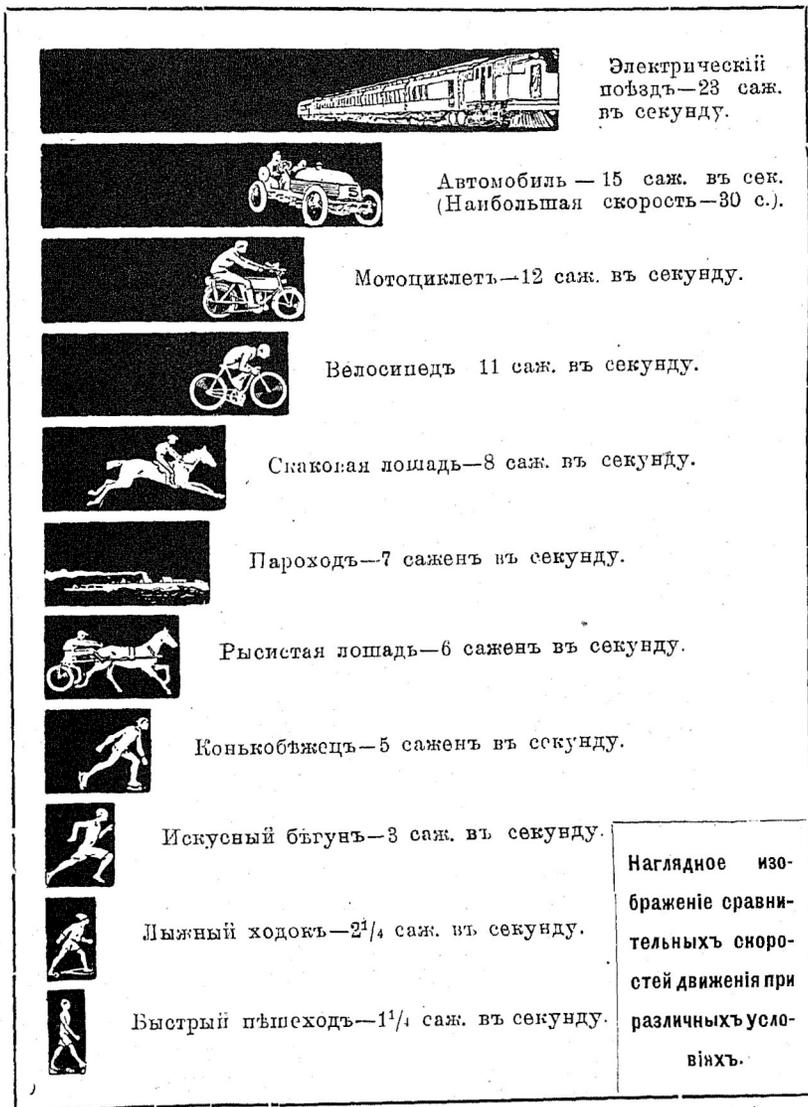
Когда въ 1896 году, при автомобильныхъ гонкахъ между Парижемъ и Брестомъ, достигнута была скорость 20 верстъ въ часъ, т. е. около 3 саж. въ секунду, то это считалось для автомобиля величайшимъ триумфомъ. Но уже черезъ годъ скорость автомобилей была удвоена, а въ 1909 г., на гонкахъ Парижъ—Мадридъ, автомобили развивали скорость впятеро большую—14 сажень въ секунду, или 105 верстъ въ часъ.

Чтобы яснѣе представить, какъ велика эта скорость—14 сажень въ секунду,—замѣтимъ, что камень, брошенный отъ руки изо всей силы, пролетаетъ въ первую секунду всего 8 сажень, т. е. почти вдвое менѣе!

Что касается желѣзнодорожныхъ поѣздовъ, то, кажется, паровозы теперь близки уже къ своей предѣльной скорости: больше 120 верстъ въ часъ, или 17 сажень въ секунду, едва ли удастся добиться. Впрочемъ, въ Германіи дѣлались опыты, въ которыхъ достигалась умопомрачительная скорость—200 верстъ въ часъ, или 27 сажень въ секунду! Ни одно живое существо во всемъ мірѣ не способно передвигаться съ такой быстротой. Даже передача ощущеній по нашимъ нервамъ (которая тоже требуетъ извѣстнаго времени) совершается вдвое медленнѣе, именно—со скоростью 14 сажень въ секунду.

Между тѣмъ, это еще не предѣльная скорость, какой способны достичь наши машины, потому что на состязаніи авто-

Рис. 28.



мобилей въ Англии была недавно достигнута скорость 235 версть въ часъ, или 30 сажень въ секунду!

На такомъ автомобилѣ можно „перегнать Солнце“ (вѣрнѣе, Землю)—по крайней мѣрѣ, въ полярныхъ широтахъ. На 82-й параллели этотъ автомобиль пробѣгаетъ больше, чѣмъ за тотъ же промежутокъ времени успѣваетъ пробѣжать точка земной поверхности при ея вращеніи вокругъ оси. Для такого автомобилиста, какъ нѣкогда для Іисуса Навина, солнце будетъ оставаться неподвижнымъ на небѣ...

Машины, движущіяся въ водѣ, не развиваютъ такихъ скоростей, какъ наземные автомобили и электрическіе поѣзда. Знаменитые трансатлантическіе гиганты-пароходы „Лузитанія“ и „Мавританія“ проходятъ въ среднемъ 49 верстъ въ часъ, т. е. 7 саж. въ секунду. Средняя же скорость обыкновеннаго морского парохода 25—35 верстъ въ часъ, т. е. 4—6 сажень въ секунду. Рекордъ быстроты въ водной стихіи побиваетъ одинъ истребитель миноносцевъ въ англійскомъ флотѣ, проходящій 67 верстъ въ часъ, т. е. 9 саж. въ секунду.

Такой же скорости достигаютъ и моторныя лодки, а также такъ наз. „гидропланы“.

### Скорость дирижаблей и аэроплановъ.

Въ воздушной стихіи остается сдѣлать еще многое въ смыслѣ достиженія большихъ скоростей. Достаточно вспомнить, что скорость умѣреннаго вѣтра—2 сажени въ секунду, и потому всякая летательная машина, не превышающая значительно этой скорости, не заслуживаетъ названія „управляемой“. Дирижабли Цепелина развиваютъ скорость до 8 саж. въ секунду. Гораздо большей скорости достигаютъ аэропланы; такъ, монопланъ Блеріо достигалъ скорости 15 сажень въ секунду (т. е. 110 верстъ въ часъ). Однако, и такая скорость далеко не всегда достаточна, потому что скорость вѣтра во время бур и можетъ достигать и болѣе 15 сажень въ секунду. Только аппаратъ, обладающій секундной скоростью въ 20 и болѣе саж., можетъ быть названъ вполнѣ управляемымъ, свободно летящимъ всегда и всюду, несмотря на самый сильный вѣтеръ.

Поучительный примѣръ представляютъ въ этомъ отношеніи птицы: быстрота ихъ полета часто далеко превышаетъ скорость сильнѣйшаго вѣтра. Почтовый голубь пролетаетъ

10—12 сажень въ секунду, орелъ—16 саж., а обыкновенная ласточка—самое быстрое существо во всемъ мірѣ—до 22 сажень въ секунду!

### Быстрота мысли.

Для того, чтобы внѣшнее впечатлѣніе дошло по нервамъ до нашего мозга, воспринялось сознаниемъ и вызвало съ нашей стороны отвѣтъ—потребно извѣстное время. Психологи давно уже измѣрили, сколько именно времени для этого нужно,—въ простѣйшихъ случаяхъ, конечно. Вообразите такую обстановку опыта. Вы сидите въ темной комнатѣ и держите руку на кнопкѣ электрическаго звонка; въ тотъ моментъ, когда экспериментаторъ зажжетъ свѣтъ, вы должны нажать кнопку. Это такъ называемая „простая реакція“ на зрительное впечатлѣніе. Измѣрено, что она требуетъ около  $\frac{1}{3}$  секунды:—столько времени протекаетъ съ момента появленія свѣтового сигнала до момента нажатія вами кнопки. Но возможенъ и болѣе сложный случай: если появится красный сигналъ, вы должны нажать кнопку подъ правой рукой, если зеленый—подъ лѣвой. Въ этомъ случаѣ, воспринявъ впечатлѣніе, вамъ еще нужно подумать, какой рукой отвѣчать. Время такой „сложной“ реакціи возрастаетъ до  $\frac{1}{2}$  секунды.

### Отчего происходятъ автомобильныя несчастія?

Теперь примѣнимъ эти наши психологическія познанія къ обстановкѣ автомобильной ѣзды. Быстрый автомобиль дѣлаетъ версты 60 въ часъ, т. е. четыре сажени въ полсекунды. Значитъ, если шофферъ увидитъ дерево на разстояніи, меньшемъ четырехъ сажений,—онъ уже не успѣетъ затормозить или повернуть руль автомобиля, такъ какъ ему нужно не меньше  $\frac{1}{2}$  секунды на реакцію (здѣсь имѣетъ мѣсто сложная, а не простая реакція, потому что шофферъ еще долженъ обдумать, какъ дѣйствовать—рулемъ ли, тормазомъ, или и тѣмъ и другимъ вмѣстѣ). Онъ неминуемо наскочитъ на такое препятствіе, какъ бы внимателенъ и проворенъ онъ ни былъ.

Это предѣльное разстояніе—4 сажени—надо, однако, еще увеличить, и вотъ почему.

Во-первыхъ,—вслѣдствіе опять-таки большой быстроты автомобиля, — невозможно моментально ни остановить его, ни измѣнить направленіе движенія. На это потребно время, не меньше секунды, — и роковое разстояніе, слѣдовательно, уже утраивается. Во-вторыхъ, продолжительность реакціи равна  $\frac{1}{2}$  секунды только у нормальнаго человѣка при нормальныхъ условіяхъ. Если же человѣкъ усталъ или выпилъ водки,—она удлинняется. Все это, вмѣстѣ взятое, доводитъ роковое разстояніе до довольно большой величины.

Предѣлъ этотъ поставленъ, такъ сказать, самой природой человѣка—нашей нервной системой, которой мы измѣнить не въ силахъ.

Нетрудно понять, почему вопросъ объ опасностяхъ быстраго передвиженія такъ обострился лишь въ послѣднее время. Самыя быстрыя лошади мчатъ экипажъ со скоростью 25—30 верстъ въ часъ,—т. е. значительно медленнѣе автомобилей. Паровозы не могли обострить этого вопроса, такъ какъ движутся по опредѣленному пути, съ котораго заранее удалены всѣ препятствія. На морѣ—нѣтъ дорогъ, и мѣста всѣмъ вдоволь. Автомобили (и мотоциклеты) были первыми экипажами, которые, двигаясь свободно по обычнымъ дорогамъ, превзошли предѣлъ безопасной скорости (велосипеды не многимъ превосходятъ скорость лошади).

## Какъ быстро движутся животныя?

Наши обычныя представленія о скорости различныхъ животныхъ, особенно дикихъ, живущихъ на свободѣ, очень сбивчивы и смутны. Охотники и путешественники часто рассказываютъ на этотъ счетъ исторіи, которыхъ нѣтъ возможности проверить. Только цифры способны внести ясность и опредѣленность въ этотъ туманъ. Но именно цифровыхъ-то данныхъ до сихъ поръ было очень мало, и лишь недавно удалось собрать кое-какія изъ нихъ.

Изъ наземныхъ животныхъ быстрѣе всѣхъ бѣгаетъ страусъ—16 саж. въ сек., или 120 верстъ въ часъ. Никакая лошадь не въ состояніи догнать страуса, и всѣ рассказы охотниковъ о такихъ своихъ подвигахъ—сущія небылицы. Зебра пробѣгаетъ 13 саж. въ секунду. Гончая собака пробѣгаетъ въ сек. 12 саж.

Заяцъ, котораго преслѣдуютъ, пробѣгаетъ до 9 саж. въ секунду. Козуля и левъ бѣгутъ со скоростью, средней между быстротой зебры и зайца. Жираффа и тигръ пробѣгаютъ  $7\frac{1}{2}$  сажень; за ними слѣдуютъ слонъ, дромадеръ, кенгуру.

Изъ водныхъ животныхъ самая быстрая—акула и дельфинъ, проплывающіе до 5 саж. въ секунду.

Самое медленное изъ всѣхъ животныхъ—улитка: она дѣлаетъ  $1\frac{1}{2}$  миллиметра въ секунду. При такой скорости, или, вѣрнѣе, при такой медленности, улиткѣ нужна цѣлая недѣля, чтобы проползти одну версту. Недаромъ же говорятъ: улитка ѣдетъ—когда-то будетъ!

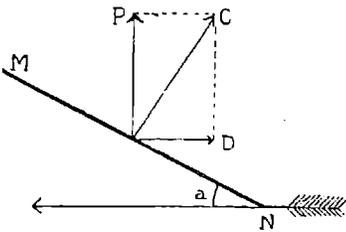


## Сопротивленіе среды.

### Почему взлетаетъ бумажный змѣй?

Задавали ли вы себѣ когда-нибудь вопросъ, почему бумажный змѣй взлетаетъ вверхъ, когда его тянуть за бечевку? Вопросъ не такъ ужъ простъ. Если вы сможете отвѣтить на него, вы поймете также, почему взлетаетъ аэропланъ, почему носятся по воздуху сѣмена клена, и даже до извѣстной степени уясните себѣ причину странныхъ движеній бумеранга.

Рис. 29.



Силы, дѣйствующія на бумажный змѣй.

Это—явленія одного порядка.

Чтобы объяснить все это, намъ придется прибѣгнуть къ упрощенному чертежу. Линія  $MN$  пусть изображаетъ у насъ разрѣзъ бумажнаго змѣя. Когда, запуская змѣй, мы тянемъ его за веревочку, онъ движется въ наклонномъ положеніи. Пусть это движеніе совершается въ направленіи справа налѣво. Уголъ наклона плоскости змѣя къ горизонту обозначимъ черезъ  $\alpha$ . Разсмотримъ, какія силы будутъ дѣйствовать на змѣй при этомъ движеніи. Воздухъ, естественно, будетъ мѣшать его движенію, оказывать на него нѣкоторое давленіе. Это давленіе изображено на чертежѣ 29-мъ въ видѣ прямой  $C$ ; такъ какъ воздухъ давитъ перпендикулярно къ плоскости  $MN$ , то линія  $C$  начерчена подъ прямымъ уг-

ломъ къ ней. Силу  $C$  можно разложить на двѣ другія, построивъ такъ наз. „параллелограммъ силъ“: получимъ, вмѣсто  $C$ , силы  $D$  и  $P$ . Изъ нихъ сила  $D$  толкаетъ нашъ змѣй назадъ и, слѣдовательно, уменьшаетъ первоначальную его скорость. Другая же сила,  $P$ , тянетъ весь снарядъ вверхъ; она, слѣдовательно, уменьшаетъ его вѣсъ; если она достаточно велика, то можетъ преодолѣть вѣсъ снаряда и поднять его. Вотъ почему змѣй подымается вверхъ, когда мы тянемъ его за веревочку.

Аэропланъ, въ сущности,—тотъ же змѣй, только движущая сила нашей руки замѣнена въ немъ моторомъ; моторъ приводитъ въ дѣйствіе винтъ (пропеллеръ), который, отталкивая снарядъ, сообщаетъ ему поступательное движеніе.

### Животныя-аэропланы.

Мы видѣли, что аэропланы устроены вовсе не по типу птицы, какъ обыкновенно думаютъ,—а скорѣе по типу бѣ-

Рис. 30.



Бѣлки-летяги.

локъ-лятягъ, шерстокрыловъ и летающихъ лягушекъ. Всѣ эти животныя пользуются своими летательными перепонками

Рис. 31.



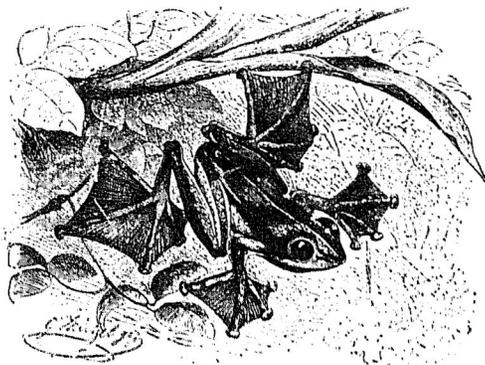
Шерстокрыль.

лятяги перепрыгиваютъ разстоянія въ 10—15 сажень, съ верхушки одного дерева къ нижнимъ вѣтвямъ другого. Въ Остѣ-Индіи и на Цейлонѣ водится гораздо болѣе крупный видъ летучей бѣлки—тагуанъ—величиной, примѣрно, съ нашу кошку, т. е. вершковъ 12-ти длинной, съ такимъ же хвостомъ. Когда онъ развертываетъ свой „планеръ“, то ширина его около  $\frac{3}{4}$  аршина. Такіе размѣры летательной перепонки позволяютъ животному совершать, несмотря на большой вѣсъ, прыжки въ 25 сажень.

А шерстокрыль, который водится на Зондскихъ и Филиппинскихъ островахъ, дѣлаетъ прыжки въ 35 сажень!

не для того, чтобы подняться вверхъ, а лишь для того, чтобы совершать большіе прыжки—„планирующие спуски“, какъ выражаются авіаторы. Сила *P* у нихъ не достаточна для того, чтобы уравновѣсить грузъ ихъ тѣла, она лишь болѣе или менѣе облегчаетъ ихъ вѣсъ и тѣмъ помогаетъ животнымъ совершать огромные прыжки съ высокихъ предметовъ. Бѣлки-

Рис. 32.



Летающая лягушка.

## Аэропланъ (планеръ) у растеній.

Растенія также часто прибѣгаютъ къ услугамъ аэроплановъ (вѣтрнѣ, планеровъ)—для распространенія плодовъ и сѣмянъ. Природа заботливо снабжаетъ многіе плоды и сѣмена либо пучками волосковъ (хохолки у одуванчика, ивы, кипрея, хлопчатника), либо же поддерживающими плоскостями въ формѣ крыловидныхъ отростковъ, выступовъ и т. п. Такіе „растительные планеры“, можно наблюдать у хвойныхъ, у кленовъ, ильмовъ, березъ, граба, липы, многихъ зонтичныхъ и т. д.

О роли всѣхъ этихъ придатковъ для распространенія растеній ботаникъ Кернеръ-фонъ-Марилаунъ въ своей „Жизни растеній“ пишетъ, между прочимъ, слѣдующее:

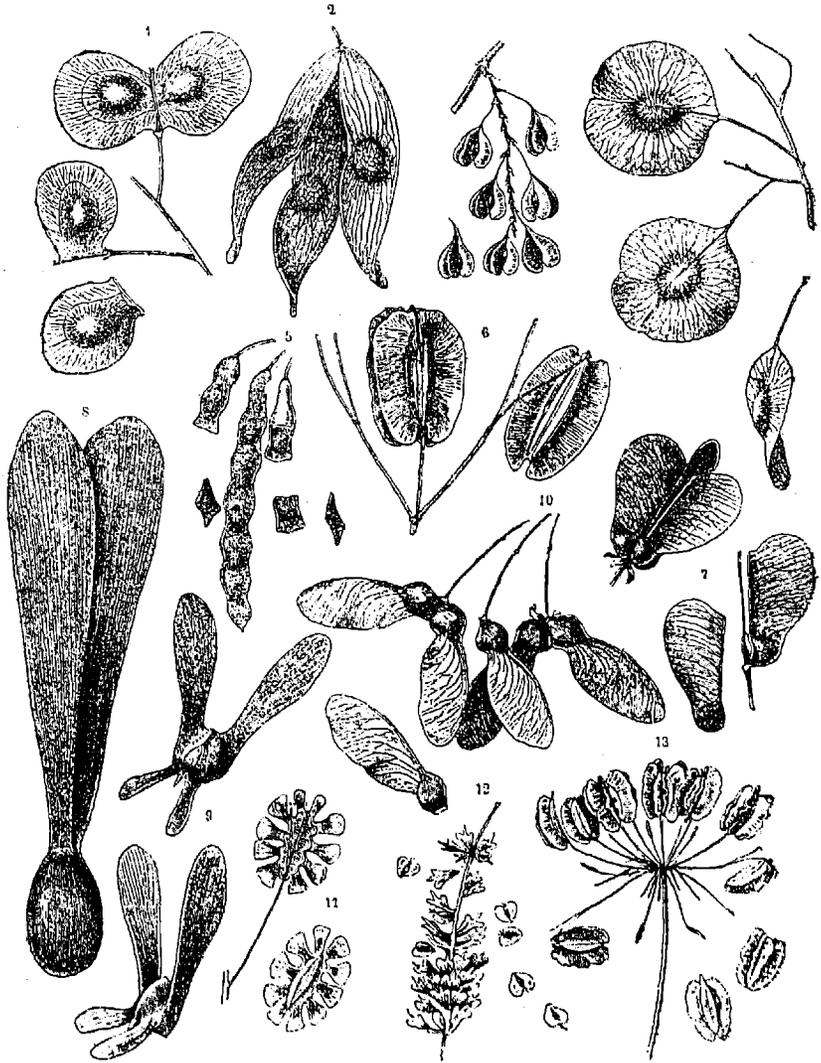
„Какъ далеко разносятся вѣтромъ плоды и сѣмена—зависитъ отъ совершенства летательныхъ аппаратовъ, отъ влажности воздуха и отъ силы воздушныхъ теченій. При безвѣтріи, въ солнечные дни, множество плодовъ и сѣмянъ поднимается вертикальнымъ воздушнымъ теченіемъ на значительную высоту, но послѣ захода солнца они обыкновенно снова опускаются неподалеку. Такіе полеты важны не столько для распространенія растеній вширь, сколько для поселенія на карнизахъ и въ трещинахъ крутыхъ склоновъ и отвѣсныхъ скалъ, куда сѣмена не могли бы попасть инымъ путемъ. Горизонтально текущія воздушныя массы способны переносить держащіяся въ воздухѣ плоды и сѣмена на весьма большія разстоянія.

„У нѣкоторыхъ растеній крылья и парашюты остаются въ соединеніи съ сѣменами только на время перелета. Когда, напр., крылатое сѣмя сосны гдѣ-либо осядетъ, то пленчатое крыло отдѣляется, и сѣмя болѣе не уносится. Сѣмянки татарника спокойно плывутъ по воздуху, но, какъ только встрѣтятъ препятствіе, сѣмя отдѣляется отъ парашюта и падаетъ на землю. Этимъ объясняется столь частое произрастаніе татарниковъ вдоль стѣнъ и заборовъ. Въ другихъ случаяхъ сѣмя остается все время соединеннымъ съ парашютомъ“.

На рисункѣ 33-мъ изображены нѣкоторые плоды и сѣмена, снабженные парашютами и планерами. Растительные аэропланы во многихъ отношеніяхъ совершеннѣе нашихъ. Они поднимаютъ гораздо большій грузъ,—относительно, конечно. Вы-

числено, что если бы наши „фарманы“ были устроены такъ же совершенно, какъ пленки летающихъ сѣмянъ, напр., индѣйскаго жасмина, то они поднимали бы грузъ въ 180 пудовъ!

Рис. 33.



Планеры у сѣмянъ растений.

- 1.—Черноплодникъ. 2.—Китайскій ясени. 3.—Зибольдова гречиха. 4.—Трехлистая попелья. 5.—Эшiomеиа. 6.—Критскій ополонаксъ. 7.—Бонистеря. 8.—Гирокарпусъ. 9.—Триоптерисъ. 10.—Французскій клень. 11.—Дртегя. 12.—Береза бородавчатая. 13.—Гладышь.

На самомъ же дѣлѣ современные аэропланы поднимаютъ всего 20 пудовъ—почти въ десять разъ меньше. Кромѣ того, этотъ растительный аэропланъ отличается еще однимъ драгоценнымъ свойствомъ, котораго тщетно добиваются наши инженеры—автоматической устойчивостью: если сѣмячко индѣйскаго жасмина перевернуть — оно опять перевернется выпуклой стороной внизъ; если при полетѣ оно встрѣтитъ преграду—оно все же не теряетъ равновѣсія, не падаетъ, а плавно спускается внизъ. Сколько несчастій было бы избѣгнуто, если бы наши аэропланы обладали такой автоматической устойчивостью въ воздухѣ!

### Бумерангъ.

Это оригинальное орудіе дикарей долгое время вызывало изумленіе ученыхъ. Дѣйствительно, странныя, запутанныя фигуры, описываемыя бумерангомъ въ воздухѣ, способны озадачить всякаго.

Въ настоящее время теорія полета бумеранга уже разработана весьма подробно, и чудеса перестали быть чудесами. Вдаваться въ эту интересную теорію мы здѣсь не станемъ; скажемъ лишь, что необычайная форма путей полета бумеранга объясняется взаимодействиемъ трехъ силъ: силы метанія, силы вращенія бумеранга и силы сопротивленія воздуха, т. е. той самой силы, которая заставляетъ подниматься воздушный змѣй и аэропланъ. Дикарь инстинктивно и при томъ необыкновенно точно умѣетъ сочетать эти три силы — и

Рис. 34.

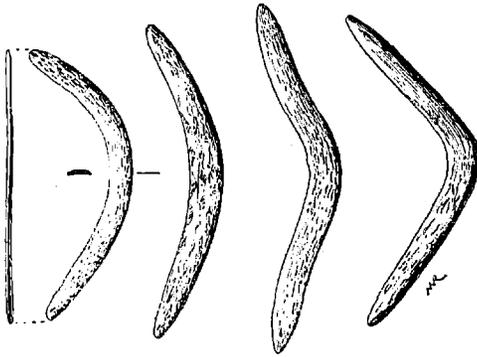


Австраліецъ, метаящій бумерангъ.

искусно измѣняетъ уголъ наклона бумеранга, силу и направле-  
ніе, толчка, чтобы получить желаемый эффектъ.

Напрактиковаться въ этомъ искусствѣ можетъ, конечно, и

Рис. 35.



Бумеранги австралійцы. Налѣво—видъ сбоку.

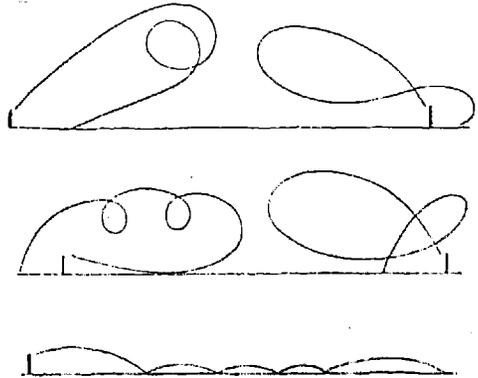
цивилизованный чело-  
вѣкъ—при наличіи тер-  
пѣнія. Теперь бумеранги  
продаются во всѣхъ  
большихъ магазинахъ  
игрушекъ и принадле-  
жностей спорта. Но уп-  
ражаться съ такимъ  
бумерангомъ, пожалуй,  
не всегда удобно; это  
необходимо дѣлать на  
открытомъ воздухѣ, при-  
нявъ мѣры къ тому,  
чтобы отъ австралій-

скаго орудія не пострадалъ какой-нибудь ни въ чемъ не по-  
винный блѣднолицый.

Для упражненія въ комнатахъ приходится ограничиваться  
бумажнымъ бумерангомъ, который можно вырѣзать изъ визитной  
карточки. Положивъ его  
на ладонь лѣвой руки  
или на книгу, ему да-  
ютъ сильный щелчокъ  
большимъ и указатель-  
нымъ пальцами правой  
руки: бумерангъ летитъ  
косо вверхъ—сажени  
на двѣ-полторы, описы-  
вая подчасъ довольно  
затѣйливыя кривыя.

Той же цѣли можетъ  
служить слѣдующій ма-  
ленькій снарядецъ—нѣ-  
что въ родѣ самострѣ-  
ла,—который легко смастерить домашними средствами. Онъ  
изготавливается изъ доски, толщиной въ  $\frac{1}{3}$  дюйма, длиною въ  
10 дюймовъ и шириною въ 5 дюймовъ. Часть ея выпи-

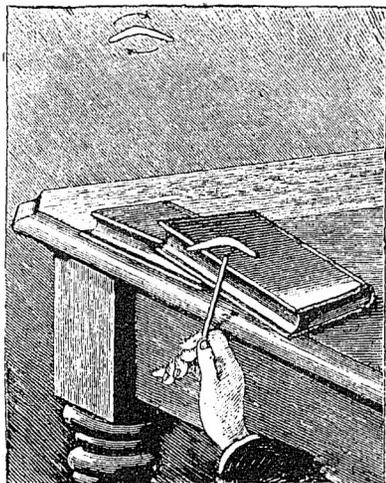
Рис. 36.



Такія кривыя описываетъ бумерангъ при полетѣ.

вается, какъ показано на рисункѣ 38-мъ. Линія *AB* изображаетъ полоску китоваго уса или стали, прикрепленную къ

Рис. 37.



Бумажный бумерангъ.

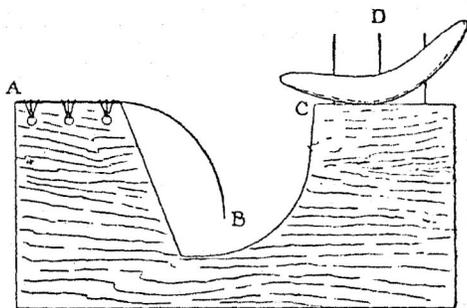
Измѣняя размѣры, форму и вѣсъ нашего бумажнаго бумеранга, а также силу стальной пружины, можно на описанномъ снарядѣ изучить всѣ особенности полета бумеранга.

Кстати отмѣтимъ, что относительно бумеранга въ широкой публикѣ (да и не только въ ней) распространены совершенно превратныя представленія. Во-первыхъ, самое названіе „бумерангъ“ не вѣрно. То орудіе, которое извѣстно у насъ подъ этимъ названіемъ, носитъ у австралійцевъ разныя наименованія: „парканъ“, „вагно“, „книли“—но только не бумерангъ. Во-вторыхъ, это орудіе вовсе не составляетъ исключительной осо-

доскѣ проволоками (въ части *A*). Другой конецъ *B* свободенъ; полоска имѣетъ такую длину, чтобы конецъ ея *B*, когда его отпускаютъ (на рис. полоска изображена въ согнутомъ положеніи), достигалъ точки *C*, гдѣ находится конецъ бумажнаго бумеранга: ударяясь о него, стальная полоска сообщаетъ ему сильный толчокъ, приводя его этимъ сразу въ поступательное и вращательное движеніе.

Самый бумерангъ покоится на трехъ короткихъ кускахъ проволоки или гвоздяхъ безъ шляпокъ (*D*), воткнутыхъ въ толщу доски.

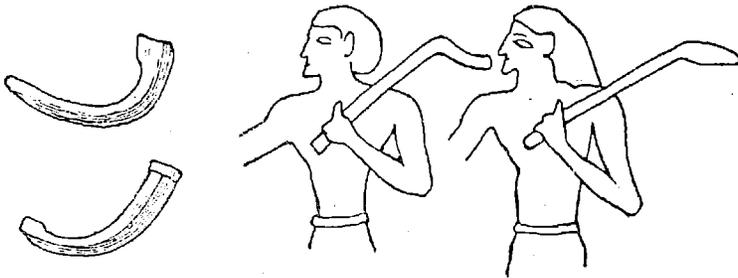
Рис. 38.



Самострѣлъ для бумажнаго бумеранга.

бенности обитателей Австраліи. Оно употребляется въ различныхъ мѣстахъ передней Индіи и, судя по остаткамъ стѣнной живописи, было нѣкогда обычнымъ вооруженіемъ ассирійскихъ воиновъ. Въ древнемъ Египтѣ и Нубіи бумерангъ также былъ хорошо извѣстенъ. Есть даже основаніе полагать, что съ нимъ были знакомы древнѣйшіе обитатели Европы. Единственное, что исключительно свойственно Австраліи—это винтообразный изгибъ, придаваемый бумерангу.

Рис. 39.



Древне-египетскіе воины съ бумерангами. Мальво—индіискіе бумеранги.

Вотъ почему австралійскіе бумеранги наиболѣе совершенны: они взлетаютъ вверхъ, описываютъ сложныя кривыя и—въ случаѣ промаха—возвращаются къ ногамъ метателя. Мы подчеркиваемъ слова „въ случаѣ промаха“, такъ какъ въ обществѣ распространено мнѣніе, будто бумерангъ всегда возвращается къ ногамъ австрайлійца. Это не вѣрно: поразивъ жертву, бумерангъ падаетъ вмѣстѣ съ ней.

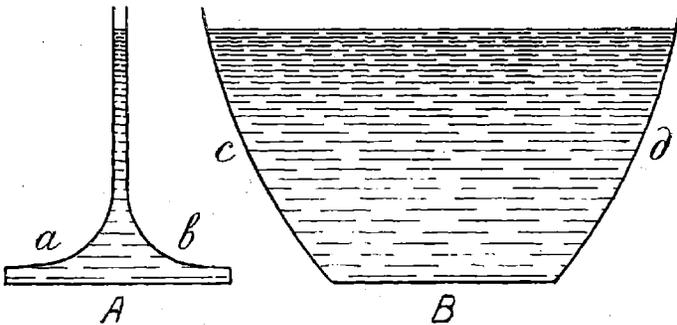


## Свойства жидкостей.

## Стаканъ и ведро одинаково давятъ!

Паскаль, а еще до него Стевинъ, доказали, что давленіе жидкости на дно сосуда зависитъ только отъ площади дна и отъ высоты уровня надъ дномъ; ни отъ чего другого оно не зависитъ. Въ сосудѣ *A* налить стаканъ воды, въ сосудѣ *B*—

Рис. 40.



Основазія обоихъ сосудовъ испытываютъ одинаковое давленіе.

чуть не цѣлое ведро. И все-таки, по закону Паскаля, донья обѣихъ сосудовъ испытываютъ одинаковое давленіе, если только площади ихъ равны и вода налита до одного уровня.

Это представляется совершенно невѣроятнымъ. Въ самомъ дѣлѣ, если [вода въ] обоихъ сосудахъ одинаково давить на дно, то, значить, поставивъ оба сосуда на чашки вѣсовъ, мы должны ожидать, что вѣсы не выйдутъ изъ рав-

новѣсія! А можетъ ли быть, чтобы стаканъ воды и ведро воды одинаково вѣсили? Ясно, что законъ Паскаля не вѣренъ.

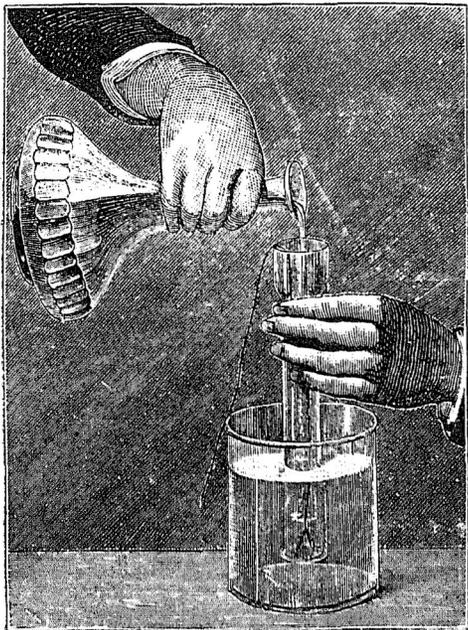
Нѣтъ, не законъ Паскаля ошибоченъ, а ошибочно это разсужденіе.

Въ сосудѣ *B* на чашку вѣсовъ будетъ давить не только его дно, но передается также и давленіе воды на боковыя стѣнки *c* и *d*. На другой же чашкѣ вѣсовъ не только не будетъ этого добавочнаго давленія, но наоборотъ, еще отнимется давленіе жидкости снизу вверхъ на стѣнки *a* и *b*. Поэтому общій вѣсъ сосуда *A* будетъ меньше вѣса сосуда *B*, — и этимъ устраняется смутившее насъ противорѣчіе.

### Давленіе жидкости снизу вверхъ.

Мы только что говорили о давленіе жидкости снизу вверхъ. Простое ламповое стекло даетъ вамъ возможность убѣдиться,

Рис. 41.



Давленіе жидкости снизу вверхъ.

что такое давленіе, дѣйствительно, существуетъ. Вырѣжьте изъ плотнаго картона кружокъ такихъ размѣровъ, чтобы онъ закрывалъ отверстіе ламповаго стекла. Приложите кружокъ къ краямъ стекла и погрузите въ воду, какъ показано на рисункѣ. Чтобы кружокъ не отпадалъ при погруженіи, его можно придержать веревочкой или просто прижимать пальцемъ. Погрузивъ стекло до опредѣленной глубины, вы замѣтите, что кружокъ держится самъ, не будучи прижимаемъ ни давленіемъ пальца, ни натяженіемъ

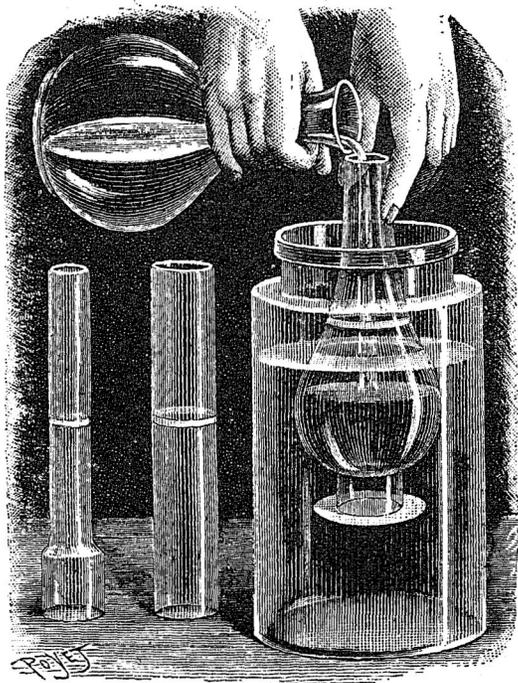
бечевки: его поддерживает вода, надавливающая на него снизу вверх.

Нетрудно измерить и силу этого давления снизу вверх. Для этого стоит только налить в наше стекло воды: как только уровень воды внутри стекла сравняется с уровнем ее в сосуде—кружок отпадет. Значит, давление воды снизу вверх уравновешивается давлением столба воды, которого основание равно площади кружка, а высота—глубина кружка под водой.

Имѣя нѣсколько ламповыхъ стеколъ разной формы, но съ одинаковыми отверстиями, мы сможемъ проверить законъ Паскаля; онъ состоитъ, какъ известно, въ томъ, что давление жидкости на дно сосуда зависитъ только отъ площади дна и

высоты уровня, отъ формы же сосуда совершенно не зависитъ. Проверка будетъ состоять въ томъ, что вы продѣлаете описанный раньше опытъ съ разными стеклами, погружая ихъ на одну и ту же глубину (для чего надо предварительно наклеить на стеклахъ бумажныя полоски на одной высотѣ). Вы замѣтите при этомъ, что кружокъ всякій разъ будетъ отпадать при одномъ и томъ же уровнѣ стоянія воды въ стеклахъ. Это показываетъ, что давление водяныхъ столбовъ различной формы одинаково, если только одинаковы ихъ основанія и высоты (именно высоты, а не длины, потому

Рис. 42.



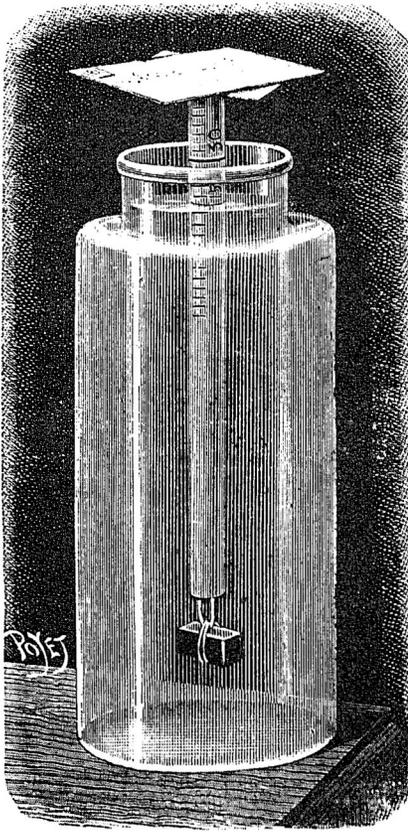
Какъ проверить законъ Паскаля.

что длинный наклонный столбъ давить такъ же, какъ и короткій столбъ одинаковой съ нимъ высоты, при равныхъ основа- нияхъ).

### Вѣсы для писемъ.

Давленіемъ воды снизу вверхъ вы можете воспользоваться, чтобы устроить себѣ кое-какіе полезные въ хозяйствѣ пред- меты. Такъ, вы безъ большихъ хлопотъ можете смастерить вѣсы для взвѣшиванія пи- семъ и другихъ легкихъ предметовъ. Такіе вѣсы— весьма полезный предметъ домашняго обихода, объ от- сутствіи котораго часто со- жалѣютъ. Рисунокъ 43-й изо- бражаетъ подобные самодѣль- ные вѣсы простѣйшаго типа.

Рис. 43.



Самодѣльные вѣсы для писемъ.

Деревянный брусокъ, гладко обструганный (отрѣзанный, хотя бы отъ сломаной тро- сти), длиною вершковъ въ 6—7, погружаютъ стоймя въ банку съ водой, привязавъ къ концу его грузъ, чтобы брусокъ сохранялъ равновѣ- сіе въ водѣ. Къ верхнему, выступающему надъ водой концу его приклеиваютъ го- ризонтально плотную визит- ную карточку. Теперь остае- тся лишь нанести дѣленія на брускъ — и наши вѣсы го- товы. Дѣленія наносятся, ко- нечно, испытаніемъ: накла- дывая [разновѣски въ 1, 2, 3, 4 и т. д. лота, дѣлаютъ черточки на соответствую-

щихъ мѣстахъ бруска у поверхности воды. Затѣмъ, положивъ письмо на верхнюю „чашку“ нашихъ вѣсовъ, мы прямо

узнаемъ вѣсь его по тому дѣленію, до котораго брусокъ погрузится въ воду.

За неимѣніемъ гирь, можно пользоваться мѣдной монетой, зная, что 1 коп. вѣситъ приблизительно  $\frac{1}{4}$  лота.

Когда деревянный брусокъ пропитается водой, онъ станетъ тяжелѣе; поэтому не слѣдуетъ оставлять его подолгу въ водѣ послѣ употребленія, а необходимо каждый разъ вынимать изъ банки и высушивать. Въ случаѣ сомнѣнія можно примѣнять описанный на стр. 24-й приѣмъ „взвѣшиванія замѣной“.

### Свѣча въ водѣ.

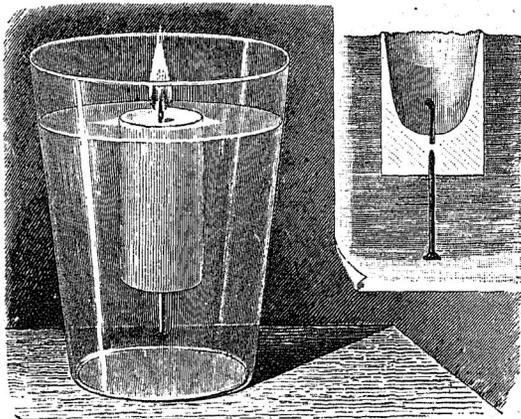
Воткнувъ гвоздь въ основаніе стеариновой свѣчки (надо взять небольшой кусокъ) и погрузивъ такую свѣчку въ стаканъ съ водой, мы получимъ простой и практичный ночникъ.

Свѣча, плавающая въ водѣ, должна, по мѣрѣ сгоранія, выступать изъ воды, и такъ будетъ продолжаться почти до полного сгоранія свѣчи. Это кажется неправдоподобнымъ, а между тѣмъ, легко убѣдиться въ справедливости нашего утвержденія. Дѣло въ томъ, что части свѣчи, прилегающія къ водѣ, охлаждаются ею и потому не растапливаются отъ дѣйствія пламени.

Вслѣдствіе этого въ свѣчѣ образуется бокалообразное углубленіе, на днѣ котораго фитиль продолжаетъ горѣть, даже находясь ниже уровня воды.

Практичность этого ночника заключается въ его безопасности: въ случаѣ паденія стакана со свѣчей, вода, вылившись, сама затушитъ пламя.

Рис. 44.

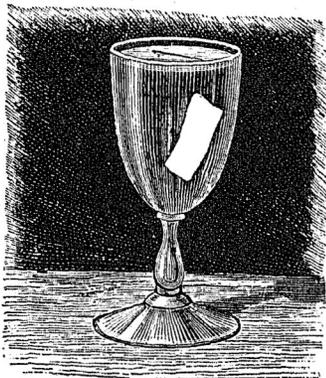


Практичный ночникъ.

## Копейка, которая въ водѣ не тонетъ.

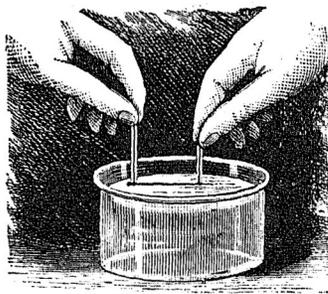
Начнемъ наши опыты съ болѣ легкихъ предметовъ—съ иголокъ. Кажется невозможнымъ заставить иглу плавать по поверхности воды, а между тѣмъ, это нетрудно сдѣлать. Положите на поверхность воды лоскутокъ папиросной бумаги, а на него—совершенно сухую иглу. Теперь остается только осторожно удалить папиросную бумагу изъ-подъ иглы. Дѣлается это такъ: вооружившись иглой или булавкой, слегка погружаютъ въ воду

Рис. 45.



Какъ заставить иглу плавать съ помощью бумажки.

Рис. 46.



Можно осторожно положить иглу на воду съ помощью двухъ петьель.

края лоскутка, постепенно подбираясь къ серединѣ. Когда лоскутокъ весь промокнетъ, онъ упадетъ на дно, игла же будетъ продолжать плавать. При помощи магнита, подносимаго къ стѣнкамъ стакана (на уровнѣ воды), вы можете даже управлять ея движеніями.

Вмѣсто иглы, можно заставить плавать булавку, серебряный пяточокъ и т. п. мелкіе металлическіе предметы. Наловчившись въ этомъ, попробуйте заставить плавать и копейку.

При извѣстной ловкости можно обойтись и безъ папиросной бумаги, кладя иглу прямо на поверхность воды, непосредственно пальцами, либо же посредствомъ нитяныхъ петель или вилокъ, какъ изображено на прилагаемыхъ рисункахъ. Вода не особенно сильно смачиваетъ сухое желѣзо, поэтому вокругъ плавающей иглы образуется на поверхности воды

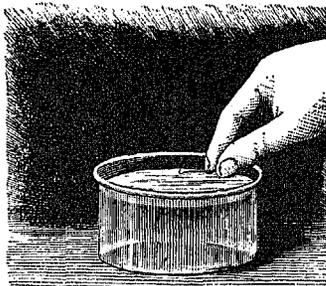
вдавление (его можно даже видѣть). Вѣсъ иголки меньше вѣса того объема воды, который она при этомъ выдавливаетъ—слѣдовательно, по закону Архимеда, игла должна плавать.

Рис. 47.



Можно заставить иглу плавать съ помощью вилки.

Рис. 48.



Смазанную жиромъ иглу можно прямо класть на воду.

Всего проще добиться этого результата, если смазать иголку масломъ; такая игла совѣмъ не смачивается водой, и ее можно смѣло класть на поверхность воды, не опасаясь, что она утонетъ.

### Что тяжелѣе?

На одну чашку вѣсовъ поставлено ведро, до краевъ наполненное водой. На другую чашку помѣщено точно такое же ведро, тоже полное до краевъ, но въ немъ плаваетъ кусокъ дерева. Спрашивается, какое ведро перетянетъ?

Одни скажутъ, что должно перетянуть то ведро, въ которомъ плаваетъ дерево. Другіе же скажутъ, что, наоборотъ, перетянетъ первое ведро, такъ какъ вода тяжелѣе дерева.

Но ни то ни другое не вѣрно: оба ведра, какъ ни странно, имѣютъ одинаковый вѣсъ. Во второмъ ведрѣ, правда, меньше воды, нежели въ первомъ, потому что плавающій кусокъ дѣрева вытѣсняетъ нѣкоторый ея объемъ. Но, по законамъ физики, плавающее тѣло вытѣсняетъ своей погруженной частью ровно столько жидкости, сколько вѣситъ все это тѣло. Вотъ почему вѣсы и остаются въ равновѣсіи.

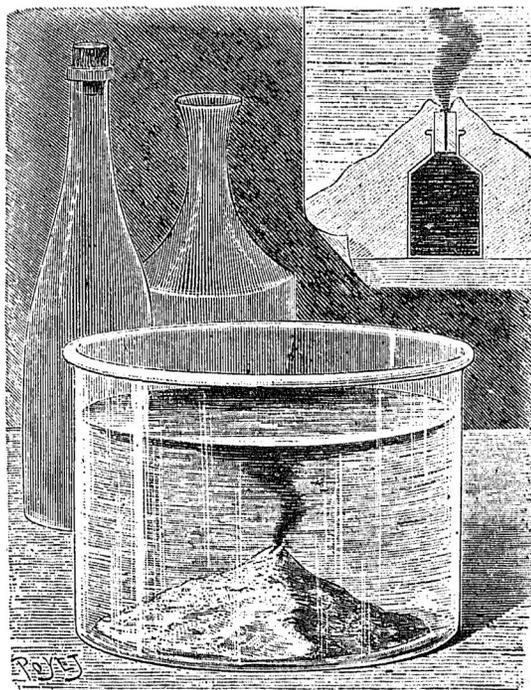
## Вулканъ въ стаканѣ воды.

Жидкія тѣла плаваютъ и тонутъ по тѣмъ же законамъ, что и твердыя: если они тяжелѣе той жидкости, въ которую погружены, они тонутъ; если легче—всплываютъ вверхъ.

На плаваніи жидкостей (краснаго вина въ водѣ—спиртъ легче воды) основанъ слѣдующій, довольно хлопотливый,

но зато очень эффектный опытъ.

Возьмите широкую банку, въ родѣ тѣхъ, что употребляются для небольшихъ аквариумовъ. Въ этомъ сосудѣ устройте изъ гипса коническое возвышеніе, долженствующее изображать вулканическую гору. Внутри горы задѣлайте небольшую узкогорлую бутылочку (пузырекъ) съ краснымъ виномъ такъ, чтобы отверстіе пузырька служило „кратеромъ“ вулкана. Обращаться съ гипсомъ очень легко;



Искусственный вулканъ.

купивъ его въ видѣ порошка въ москательной лавкѣ, высыпьте его на черепокъ и размѣшайте деревяшкой съ равнымъ количествомъ воды; когда гипсъ начнетъ густѣть, обложите имъ пузырекъ, поставленный на дно банки.

Теперь вулканъ готовъ, но онъ еще въ покоѣ и не дѣйствуетъ. Чтобы пробудить его къ дѣятельности, достаточно просто наполнить банку водой. При этомъ вино, какъ болѣе

легкая жидкость, будетъ подыматься изъ замурованного въ гипсъ пузырька и стоять надъ кратеромъ въ видѣ красноватаго дыма. Для вящаго эффекта слѣдуетъ слегка мѣшать воду въ сосудѣ, отчего красный „дымъ“ будетъ клубиться, какъ бы отъ вѣтра, до иллюзиіи напоминая картину дѣйствующаго вулкана.

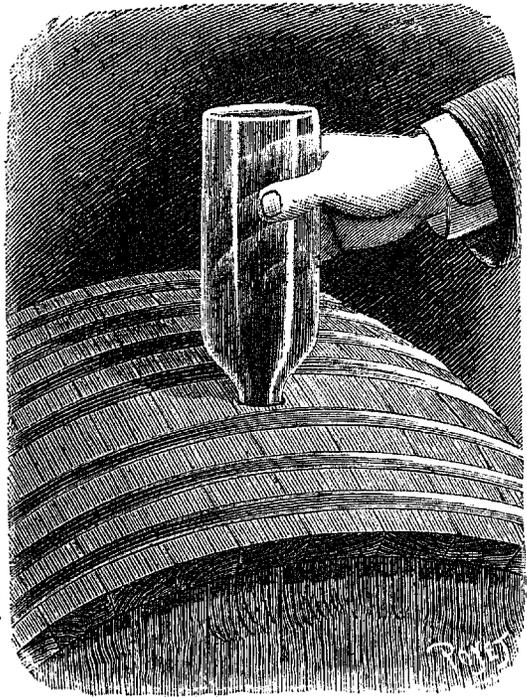
### Магическое наполненіе бутылки.

На томъ же свойствѣ жидкостей располагаться по ихъ удѣльному вѣсу основанъ слѣдующій опытъ. Имѣется боченокъ, наполненный виномъ, безъ крана; онъ закрытъ со всѣхъ сторонъ и снабженъ лишь однимъ отверстіемъ наверху. Требуется наполнить этимъ виномъ пустую бутылку, не измѣняя положенія боченка и не прибѣгая ни къ какимъ приспособленіямъ.

Рис. 50.

Задача эта можетъ поставить втуликъ самаго находчиваго человѣка, если онъ недостаточно знакомъ съ физикой. А между тѣмъ, разрѣшается она почти такъ же просто, какъ пресловутая Колумбова задача о яйцѣ.

Зная, что вода тяжелѣ вина, наполните бутылку водой, заткните пальцемъ, переверните, погрузите горлышко въ вино и, когда отверстіе бутылки будетъ подъ виномъ, уберите палецъ. Легко понять,



Простое рѣшеніе мудреной задачи.

что должно произойти: вода будет выходить изъ бутылки а на ея мѣсто будетъ подниматься вино. Черезъ нѣкоторое время вся бутылка наполнится виномъ.

Если отверстие въ бочкѣ очень мало, такъ что въ него можно просунуть только горлышко, для пальца же не остается мѣста, то поступаютъ нѣсколько иначе. Вырѣзаютъ изъ бумаги небольшой кружокъ и накрываютъ имъ горлышко бутылки, наполненной водой до самыхъ краевъ, такъ чтобы бумажка вплотную прилежала къ водѣ. Теперь можно перевернуть бутылку—вода не вылетитъ. Вставивъ ее въ отверстие боченка, удаляютъ кружокъ боковымъ движеніемъ бутылки.

### Образованіе міровъ.

Мы только что видѣли, что одна жидкость можетъ плавать и тонуть въ другой. Но она можетъ также находиться въ

Рис. 51.



Масляный шарикъ виситъ внутри стакана съ разбавленнымъ спиртомъ.

равновѣсїи внутри другой жидкости, не всплывая вверхъ и не опускаясь внизъ. При этомъ, однако, наблюдается одно довольно неожиданное и любопытное явленіе.

Вы легко можете наблюдать его сами, если дадите себѣ трудъ продѣлать слѣдующій опытъ. Зная, что прованское масло плаваетъ въ водѣ, но тонетъ въ чистомъ спиртѣ, вы можете приготовить такую смѣсь, въ которой масло не тонуло бы и не всплывало. Введите въ эту смѣсь посредствомъ шприца немного масла—и вы увидите, что масло соберется въ большую, совершенно круглую каплю, которая будетъ неподвижно ви-

сѣтъ внутри жидкости. Опытъ надо продѣлывать съ извѣстной сноровкой—иначе у васъ получится не одна большая капля, а нѣсколько шариковъ поменьше. Но и въ такомъ видѣ опытъ достаточно интересенъ.

Это, однако, еще не все. Пропустите черезъ центръ жидкаго маслянаго шара длинную деревянную зубочистку или проволоку и вращайте ее, какъ ось. Масляный шаръ приметъ участіе въ этомъ вращеніи; опытъ удастся лучше, если насадить на ось небольшой смоченный масломъ картонный кружочекъ, который бы весь оставался внутри шара. При вращеніи шаръ начнетъ сначала сплющиваться, подѣйствию центробѣжной силы, — а затѣмъ, черезъ нѣсколько секундъ, отдѣлится отъ себя кольцо. Разрываясь на части, кольцо образуетъ не безформенные куски, а шарообразныя капли, которыя продолжаютъ обращаться вокругъ центрального шара, какъ планеты вокругъ солнца.

Это не простое сравненіе: то, что вы здѣсь видите, есть точное подобіе процесса образованія планетъ изъ первичной туманности...

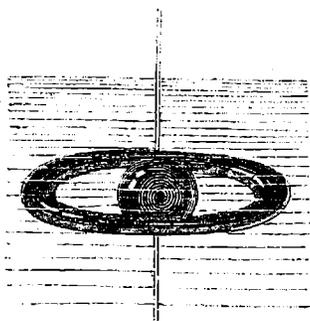
Впервые этотъ прекрасный и поучительный опытъ произвелъ физикъ Плато.

### Жидкости въ Жюль-Верновскомъ ядрѣ.

Мы уже убѣдились, что всѣ тѣла внутри летящаго вагона-ядра, изобрѣтеннаго фантазіей Жюля Верна, должны утратить свой вѣсъ. Жидкости, разумѣется, не составляютъ исключенія, — и читатель, вѣроятно, легко догадается, что произойдетъ съ ними при подобныхъ условіяхъ. Впрочемъ, вопросъ такъ любопытенъ, что стоитъ разсмотрѣть его поближе.

Жюль Вернъ описываетъ, какъ пассажиры ядра праздновали свой перелетъ черезъ нейтральную зону: разставивъ въ воздухѣ стаканы, они налили въ нихъ вина и выпили.

Рис. 52.



Опытъ Плато.

Едва-ли это могло быть такъ. Въ самомъ дѣлѣ: какъ они извлекли вино изъ бутылки? Простого опрокидыванія бутылки недостаточно, такъ какъ невѣсомая жидкость при этомъ не выльется. Вы скажете, что они вытряхивали вино, ударяя ладонью по дну бутылки. Мы сейчасъ убѣдимся, что и это едва ли вѣрно,—но пока займемся вопросомъ: что станется съ невѣсомой жидкостью внѣ бутылки. Опытъ Плато, только что описанный, даетъ намъ отвѣтъ: она соберется въ формѣ шара и будетъ въ такомъ видѣ висѣть въ воздухѣ. Пассажирамъ придется глотать эти шары, какъ мы глотаемъ капсули касторки. Какъ видите, никакой надобности въ стаканахъ нѣтъ: можно прекрасно обойтись безъ нихъ.

Мало того: въ данномъ случаѣ стаканы, пожалуй, испортили бы все празднество. Попробуемъ разобратъ, что сдѣлается съ невѣсомымъ виномъ, если его „вытряхнуть“ изъ бутылки въ стаканъ. Извѣстно, что спиртъ смачиваетъ стекло; это значитъ, что притяженіе между спиртомъ и стекломъ больше, чѣмъ взаимное притяженіе частицъ спирта между собой. Вино въ этомъ отношеніи мало отличается отъ спирта. Поэтому, если мы „втрясемъ“ невѣсомое вино въ стаканъ, то оно вовсе не будетъ оставаться внутри его, а растечется по его внутренней и наружной поверхности, окруживъ стаканъ со всѣхъ сторонъ жидкой оболочкой. Эту оболочку пассажирамъ ядра и пришлось бы слизывать: прямо пить вино изъ стакана при такихъ условіяхъ невозможно.

Теперь понятно, что и „вытряхивать“ вино изъ бутылки не пришлось бы: едва только пробка будетъ извлечена, вино само вытечетъ изъ бутылки, окруживъ со всѣхъ сторонъ ея наружныя стѣнки. Пассажирамъ пришлось бы не мало повозиться, прежде чѣмъ „разлить“ это невѣсомое вино по стаканамъ. Да и то еще хорошо, что бутылка и стаканы „стоятъ въ воздухѣ“: если бы они находились на столѣ, вино растеклось бы по столу, затѣмъ по полу и по стѣнкамъ вагона,—и бравымъ пассажирамъ пришлось бы праздновать переходъ чрезъ нейтральную зону, съ пустыми стаканами.

Впрочемъ, мы уже доказали выше, что предметы внутри ядра становятся невѣсомыми съ перваго же момента полета, и, слѣдовательно, нашимъ путешественникамъ пришлось бы все время считаться съ подобными неприятностями.

## Какъ выйти сухимъ изъ воды?

Оказывается, что это возможно въ буквальномъ смыслѣ слова. По крайней мѣрѣ, можно, не замочивъ рукъ, вынуть кольцо со дна сосуда, полного воды. Для этого вамъ при-

Рис. 53.

дется заготовить баночку особаго порошкообразнаго вещества — такъ наз. лycopодія, или плауноваго сѣмени, которое вы можете достать въ любой аптекѣ. Посыпьте этого порошка на поверхность воды, — а затѣмъ проворно погрузите руку въ сосудъ и смѣло берите кольцо. Когда вы вынете руку изъ воды, вы, къ изумленію сво-



Рука остается сухой!

ему, убѣдитесь, что она такъ же суха, какъ была и до погруженія. Разгадка опыта въ томъ, что лycopодіева пленка обволакиваетъ руку наподобіе перчатки, которая и защищаетъ ее отъ смачиванія.

## Какъ носить воду въ рѣшетѣ?

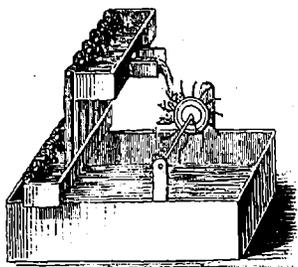
Знаніе физики можетъ помочь не только „выйти сухимъ изъ воды“, но и исполнить такое, повидимому, невозможное дѣло, какъ „ношеніе воды въ рѣшетѣ“. Для этого возьмите проволочное рѣшето съ довольно крупными ячейками и окуните его сѣтку въ растопленный парафинъ. Затѣмъ выньте рѣшето изъ парафина и дайте ему обсохнуть; проволока при этомъ покроется тонкимъ, едва замѣтнымъ для глазъ слоемъ парафина. Рѣшето осталось рѣшетомъ, но теперь вы можете, въ буквальномъ смыслѣ слова, носить въ немъ воду: въ такомъ рѣшетѣ удерживается довольно высокій слой воды, не проливаясь сквозь ячейки.

Почему же вода не проливается? По той же причинѣ, по какой вода не выливается изъ капиллярной трубки: она прилипаетъ къ парафину, образуя водяную пленку, способную удержать на себѣ слой воды. Такое рѣшето можно уподобить большому пучку очень короткихъ тонкихъ трубочекъ, въ каждой изъ которыхъ удерживается столбикъ воды.

### Мнимый «вѣчный двигатель».

Во многихъ книгахъ описывается, какъ настоящій „вѣчный двигатель“, приборъ слѣдующаго устройства. Масло (или вода), налитое въ ванну, поднимается фитилями сначала въ нижній резервуаръ, а оттуда, другими фитилями, поднимается еще выше; верхній резервуаръ имѣетъ жолобъ для стока масла, которое падаетъ на лопатки колеса, приводя его въ вращеніе.

Рис. 54.



Будетъ ли дѣйствовать эта вертушка?

Струя масла, стекающая по желобку на колесо, ни на секунду не прерывается,—и колесо вѣчно должно находиться въ движеніи... Заманчивая вертушка, не правда ли?

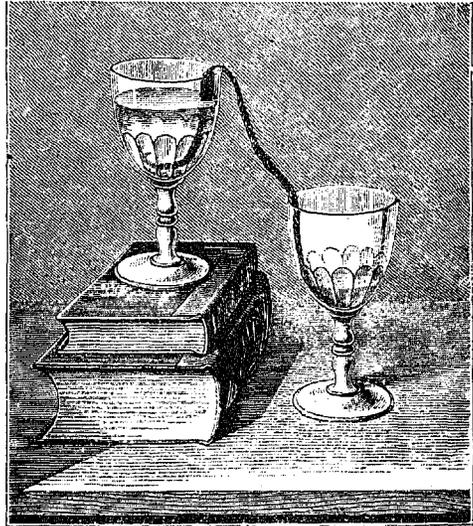
Если бы лица, прославляющія эту вертушку, дали себѣ трудъ изготовить ее, они убѣдились бы, что колесо не только не вертится, но ни одна капля жидкости не достигаетъ верхнихъ резервуаровъ.

Въ этомъ можно убѣдиться и простымъ разсужденіемъ, не приступая даже къ изготовленію вертушки. Въ самомъ дѣлѣ, почему это масло должно стекать съ верхней части фитиля, загнутаго внизъ? Вѣдь, та самая сила, которая, преодолевъ тяжесть, подняла жидкость вверхъ по фитилю, удержитъ жидкость въ порахъ намокшаго фитиля, не давая ей капать съ него. Фитили могутъ перемѣщать жидкость лишь съ высшаго уровня на низшій, а никакъ не наоборотъ; и если бы въ верхнемъ резервуарѣ нашей мнимой вертушки какимъ-нибудь образомъ оказалась жидкость, то тѣ же фитили, которые будто

бы доставили ее сюда, сами же и перенесли бы ее въ нижній, а оттуда въ ванну.

Рис. 55.

На опытъ легко провѣрить эту способность фитилей переносить жидкости съ высшаго уровня на низшій. Простая полоска сукна, предварительно смоченная водой, замѣнитъ вамъ фитиль, а роль резервуаровъ исполнятъ двѣ рюмки, размѣщенные, какъ показано на рисункѣ. Менѣе чѣмъ въ часъ суконная полоска перетянетъ содержимое верхней рюмки въ нижнюю. Но обратно, изъ нижней рюмки въ верхнюю, вода переходить не будетъ — по причинѣ, на которую мы уже указали.



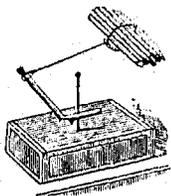
Откуда и куда переходитъ вода?

### Опыты съ надломанными спичками.

Надломанная спичка обыкновенно считается ни на что не годной,—а между тѣмъ, она можетъ служить для ряда занимательныхъ опытовъ. Эти опыты основаны на свойствахъ древесныхъ волоконъ всасывать въ себя воду и распрямляться подъ давленіемъ воды, проникшей въ эти волокна. Стоитъ капнуть воды на мѣсто излома, чтобы спичка начала медленно распрямляться. Съ какою силой совершается это распрямленіе, видно изъ слѣдующаго опыта (рис. 56-й). Надломанную спичку

Рис. 56.

Рис. 57.



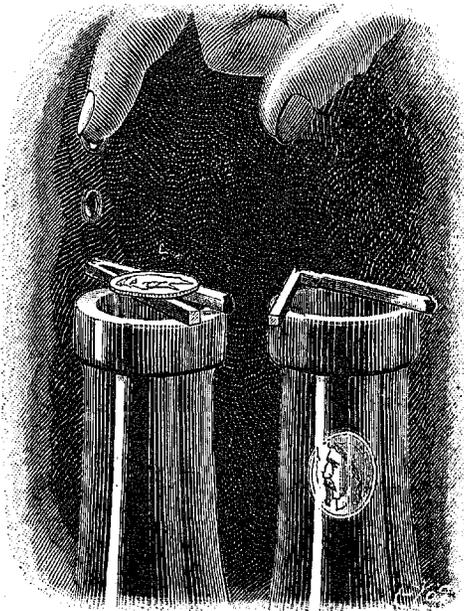
Съ какою силою выпрямляется смоченная спичка.



Какъ зажечь спичку каплей воды.

прикрѣпляютъ къ коробкѣ булавкой, какъ показано на рисункѣ, и къ концу ея привязываютъ нитку, обхватывающую 5 или 6 спичекъ. Если капнуть на изломъ воды, то спичка, выпрямляясь, повлечетъ за собой всю связку.

Рис. 58.



Какъ при помощи капли воды бросить монету на дно бутылки.

Изъ многочисленныхъ опытовъ, основанныхъ на этомъ свойствѣ, укажемъ хотя бы на такой. Надломивъ спичку у конца безъ головки, прикалываютъ ее булавкой къ пробкѣ (рис. 57-й). Возлѣ пробки ставятъ зажженную свѣчу. Пустивъ водяную каплю на изломъ, заставляютъ спичку, распрямляясь, зажечься о пламя свѣчи.

Вотъ еще одинъ любопытный опытъ. Положите переломанную

спичку на отверстіе бутылки, а на нее—монету, какъ показано на нашемъ рисункѣ,—и предложите гостямъ перемѣстить монету на дно бутылки... при помощи капли воды!

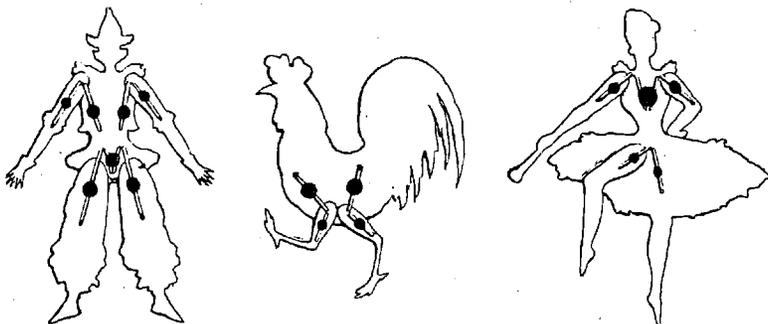
Непосвященный человекъ въ недоумѣніи остановится передъ такой задачей. Но ларчикъ открывается просто: капля воды, попавъ на мѣсто излома, раздвинетъ обѣ половины спички, и монета сама упадетъ въ бутылку.

### Самодвижущіяся фигуры.

Рисунокъ 59-й показываетъ, какъ можно воспользоваться этимъ свойствомъ надломанныхъ спичекъ для приготовления движущихся фигуръ. Корпусъ и отдѣльныя части фигуры вырѣзаются изъ плотной бумаги; лицевую сторону разрисовы-

вають и раскрашиваютъ, а на оборотной прикрѣпляютъ сургучомъ надломанныя спички, придавъ членамъ тѣла спокойное положеніе. Теперь стоитъ положить фигуры задней стороной на мокрую тарелку, чтобы онѣ начали двигаться.

Рис. 59.



Какъ устроены самодвижущіяся фигуры

На способности волокнистыхъ и иныхъ тѣлъ вбирать въ себя влагу изъ воздуха основано устройство простѣйшихъ „гигроскоповъ“,—т. е. показателей влажности. Измѣняя свою форму подъ вліяніемъ влаги, эти тѣла приводятъ въ движеніе соединенныя съ ними части фигуръ: надѣваютъ монаху капюшонъ, поднимаютъ руку съ зонтикомъ и т. п.

### Мыльные пузыри.

Въ общежитіи мыльные пузыри не пользуются хорошей репутаціей,—по крайней мѣрѣ, въ разговорѣ мы употребляемъ ихъ для неособенно лестныхъ уподобленій. Совсѣмъ иначе смотритъ на нихъ физикъ. „Выдуйте мыльный пузырь,—говорилъ великій англійскій ученый лордъ Кельвинъ—и смотрите на него; вы можете заниматься всю свою жизнь его изученіемъ, не переставая извлекать изъ него уроки физики“. Дѣйствительно, восхитительные переливы красокъ на поверхности тончайшихъ мыльныхъ пленокъ дали физикамъ возможность измѣрить длину свѣтовыхъ волнъ, а изученіе натяженія этихъ пленокъ раскрыло законы дѣйствія молекулярныхъ силъ. Труднѣйшіе отдѣлы физики были разработаны на опытахъ съ этими нѣжными игрушками.

Тѣ немногіе опыты, которые описаны ниже, не преслѣдуютъ столь серьезныхъ задачъ. Это просто интересное развлеченіе, которое лишь познакомятъ насъ съ искусствомъ выдуванія мыльныхъ пузырей,—искусствомъ, требующимъ извѣстной сноровки. Приобрѣтя надлежащую ловкость, читатель сможетъ перейти къ производству дѣйствительно научныхъ опытовъ съ пузырями. Англійскій физикъ Бойсъ подробно описалъ нѣсколько десятковъ разнообразныхъ систематическихъ опытовъ съ мыльными пузырями. Его книга „Мыльные пузыри“ имѣется въ

Рис. 60.



Мыльный пузырь вокругъ цвѣтка  
(начало и конецъ опыта).

русскомъ переводѣ \*), и мы отсылаемъ къ ней тѣхъ изъ нашихъ читателей, которыхъ заинтересуютъ описанные здѣсь простѣйшіе опыты.

Всѣ нижеописанные опыты можно производить и съ растворомъ простого жирнаго желтаго мыла, но для желающихъ мы укажемъ на такъ называемое бѣлое кастильское мыло, какъ на наиболѣе пригодное для полученія крупныхъ и красивыхъ мыльныхъ пузырей. Раздобывъ кусокъ такого мыла (въ аптекѣ или аптекарскомъ магазинѣ), разводятъ его осторожно въ чистой холодной водѣ, пока не получится довольно густой растворъ. Всего лучше пользоваться мягкой дождевой или снѣговой водой. Чтобы пузыри держались долго, Плато совѣтуетъ прибавлять къ мыльному раствору  $\frac{1}{3}$  глицерина (по объему). Съ поверхности раствора ложкой удаляютъ пѣну и

\*) Цѣна 40 коп. Спб., 1894 г.

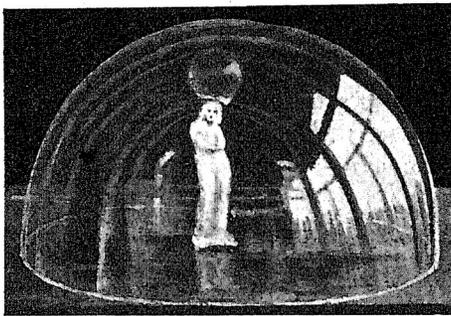
пузырьки, а затѣмъ погружаютъ въ него тонкую глиняную трубочку, конецъ которой изнутри и извнѣ вымазываютъ предварительно мыломъ. Достигаютъ хорошихъ результатовъ и съ помощью соломинки длиною вершка въ 2—3, съ крестообразнымъ расщепомъ на концѣ.

Кромѣ глиняныхъ, такъ называемыхъ голландскихъ, и соломенныхъ трубокъ, можно употреблять свернутыя бумажныя трубки, толщиною, приблизительно, съ карандашъ; онѣ

также должны быть крестообразно расщеплены на концѣ.

Выдуваютъ пузырь такъ: всосавъ въ трубку немного раствора (сколько—покажетъ практика), осторожно дуютъ въ трубку, держа ее вертикально. Такъ какъ пузырь наполняется при этомъ теплымъ воздухомъ нашихъ легкихъ, который легче окружающаго комнатнаго воздуха, то выдутый пузырь стремится подняться вверхъ.

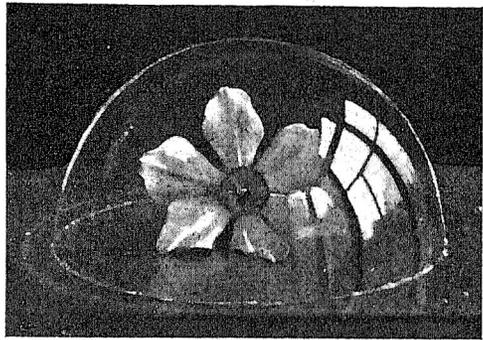
Рис. 62.



Пузырь надъ статуэткой и вокругъ нея.

Если удастся сразу выдуть пузырь, примѣрно, въ 3 вершка діаметромъ, то растворъ годенъ; въ противномъ случаѣ прибавляютъ въ жидкость еще мыла до тѣхъ поръ, пока можно будетъ выдуть пузырь указанныхъ размѣровъ. Но этого мало. Выдувъ пузырь, обмакиваютъ указательный палецъ въ мыльный растворъ и стараются проткнуть этимъ пальцемъ пузырь; если послѣдній при этомъ не лопнетъ, то можно приступить

Рис. 61.



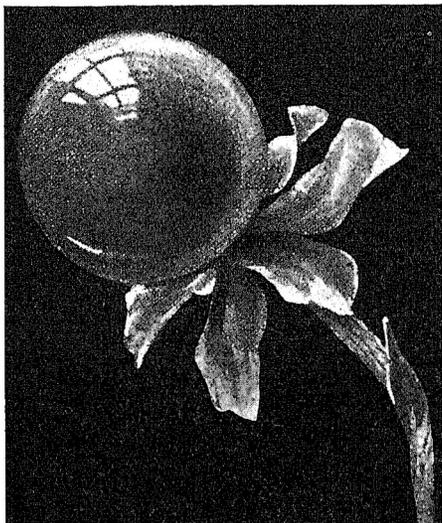
Цветокъ подѣ мыльнымъ колпакомъ.

къ опытамъ; если же пузырь не выдержитъ такого натяженія его стѣнокъ, то надо будетъ прибавить еще мыла.

Производить опыты нужно медленно, осторожно и спокойно—только при такомъ условіи они могутъ вполнѣ удался. Освѣщеніе должно быть по возможности яркое: иначе пузыри не покажутъ своихъ великолѣпныхъ радужныхъ переливовъ.

Перейдемъ теперь къ описанію нѣкоторыхъ опытовъ.

Рис. 63.



Мыльный пузырь на цвѣткѣ.

Образованіе мыльнаго пузыря вокругъ цвѣтка. Въ пустую чашку или блюдце наливаютъ мыльнаго раствора настолько, чтобы дно чашки было покрыто слоемъ жидкости въ 2—3 миллиметра вышины; въ середину кладутъ водяную лилію или какой-нибудь другой крупный цвѣтокъ и накрываютъ его стеклянной воронкой. Затѣмъ, медленно подымая воронку, дуютъ въ ея узкую трубочку — образуется мыльный пузырь; когда же онъ достигнетъ достаточныхъ размѣровъ, поворачиваютъ

воронку, какъ указано на рисункѣ, высвобождая изъ-подъ нея пузырь. Тогда цвѣтокъ окажется лежащимъ подъ прозрачнымъ колпакомъ изъ тончайшей мыльной пленки (см. рис. 60-й и 61-й).

Вмѣсто цвѣтка, можно употреблять статуэтку, увѣнчавъ ея голову пузырькомъ, какъ показано на рисункѣ 62-мъ. Для этого необходимо предварительно капнуть на голову статуэтки немного раствора, а затѣмъ, когда большой пузырь выдутъ, проткнуть его трубкой и выдуть внутри его маленькій.

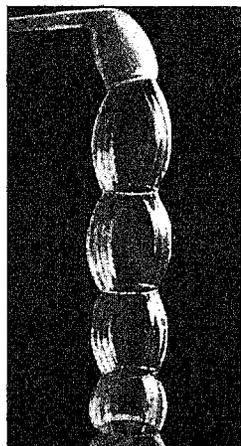
Помѣстить мыльный пузырь на цвѣтокъ. Для этого берутъ астру или какой-нибудь другой цвѣтокъ съ упругими лепестками; его слегка погружаютъ въ мыльный

растворъ, пока середина его не будетъ смазана жидкостью. Держа цвѣтокъ за стебель въ лѣвой рукѣ, выдувають въ трубочкѣ правой руки мыльный пузырь и тотчасъ же осторожно перекладываютъ его на цвѣтокъ (рис. 63-й). Если цвѣтокъ былъ погруженъ въ растворъ цѣликомъ, то пузырь облетитъ его со всѣхъ сторонъ.

Нѣсколько концентрическихъ мыльных пузырей (рис. 64-й). Изъ чашки, употребленной для перваго опыта, выдувають, какъ и въ

томъ случаѣ, большой мыльный пузырь. Затѣмъ погружаютъ соломинку совершенно въ мыльный растворъ такъ, чтобы только кончикъ ея, который придется взять въ ротъ, остался сухъ, и просовываютъ ее осторожно черезъ стѣнку перваго пузыря до центра; медленно вытягивая затѣмъ соломинку обратно, не доводя ея, однако, до края, выдувають второй пузырь, заключенный въ первомъ; въ немъ—третій, четвертый и т. д., до 5—7 разъ.

Рис. 65.

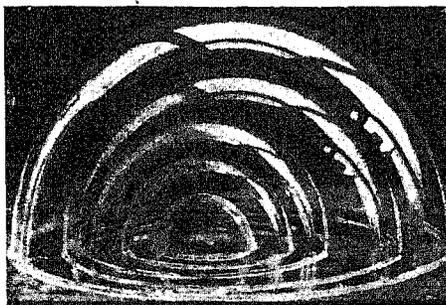


Цѣпь изъ мыльных пузырей.

Цѣпь изъ пузырей. Чтобы составить изображенную на рисункѣ 65-мъ цѣпь изъ пузырей, нужно быстро сбрасывать въ воздухъ, одинъ за другимъ, нѣсколько пузырей, по возможности одинаковыхъ размѣровъ. Чѣмъ искуснѣе экспериментаторъ, тѣмъ болѣе длинную цѣпь ему удастся устроить.

Съ помощью проволочныхъ рамокъ и остововъ можно получать мыльные пузыри самой разнообразной формы. Проволока отнюдь не должна быть гладкой: заржавленная—самая подходящая. Фигура, изображенная на рисункѣ 66-мъ вверху направо, получается,

Рис. 64.

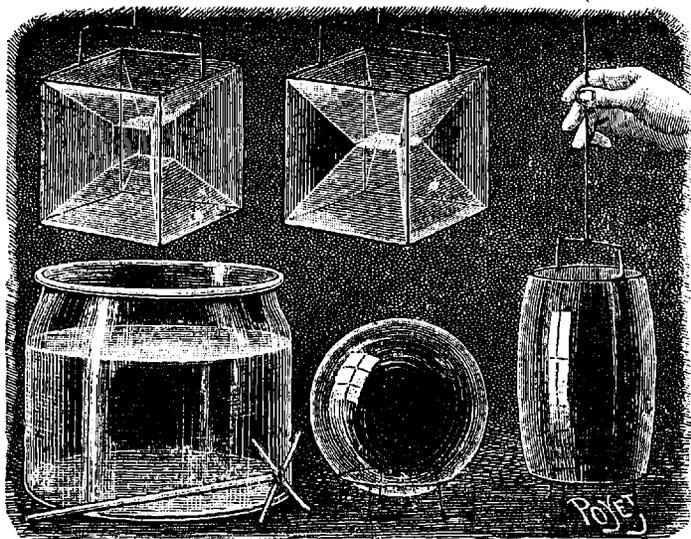


Концентрической рядъ мыльных пузырей.

если погрузить цѣликомъ проволочный кубъ въ мыльный растворъ и затѣмъ вынуть его. При вторичномъ погруженіи куба (на этотъ разъ — только нижней стороной) вы получите фигуру, изображенную вверху налѣво: кубъ внутри куба.

Цилиндрическій пузырь, изображенный на правой сторонѣ рис. 66-го, получается между двумя проволочными кольцами. Для этого на нижнее кольцо (установленное на трехъ ножкахъ и имѣющее форму тагана) спускаютъ обык-

Рис. 66.



Полученіе мыльныхъ пузырей при помощи проволочныхъ остововъ.

новенный шарообразный пузырь (см. средній рис. внизу, на нашей таблицѣ). Затѣмъ сверху къ пузырю прикладываютъ смоченное второе кольцо и, подымая его вверхъ, растягиваютъ пузырь, пока онъ не сдѣлается цилиндрическимъ.

Любопытно, что если вы подымете верхнее кольцо на высоту бѣльшую, чѣмъ длина окружности кольца, то цилиндръ въ одной половинѣ сузится, въ другой — расширится, и затѣмъ распадется на два цилиндра неравной величины.

Пленка мыльнаго пузыря все время находится въ натяженіи и давитъ на заключенный въ ней воздухъ; направивъ

соломинку къ пламени свѣчи, вы легко можете убѣдиться, что сила тончайшихъ пленокъ не такъ ужъ ничтожна: пламя рѣзко уклоняется въ сторону (рис. 67-й и 68-й).

Любопытно наблюдать за пузыремъ, когда онъ изъ теплаго помѣщенія попадаетъ въ холодное: онъ замѣтно уменьшается въ объемѣ и, наоборотъ, раздувается, попадая изъ холодной комнаты въ теплую. Причина заключается, конечно, въ сжатіи и расширеніи заключеннаго въ пузырь воздуха.

Красивые переливы цвѣтовъ пузырей приобрѣтаютъ особенную эффектность, если, выдуть пузырь, втянуть его обратно въ трубку и затѣмъ выдуть вторично.

Рис. 67.

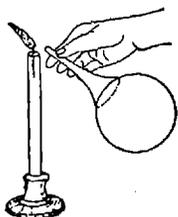
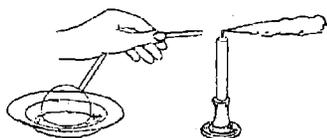
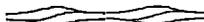


Рис. 68.



Напряженіе стѣнокъ мыльнаго пузыря.

На этомъ мы и покончимъ съ мыльными пузырями и вообще съ опытами, основанными на физическихъ свойствахъ жидкостей. Въ слѣдующей главѣ мы будемъ имѣть дѣло съ тѣлами газообразными.



## ГЛАВА VII.

### Свойства газовъ.

---

#### Одинаково ли вѣсятъ пудъ воды и пудъ желѣза?

Несообразительныхъ людей принято „ловить“ на вопросѣ: „Что тяжелѣе—пудъ воды или пудъ желѣза?“ Простакъ обыкновенно отвѣчаетъ, что пудъ желѣза, разумѣется, тяжелѣе,— чѣмъ и вызываетъ громкій взрывъ смѣха.

Шутники, вѣроятно, еще громче расхохочутся, если простакъ, растерявшись, отвѣтитъ, что пудъ воды тяжелѣе, чѣмъ пудъ желѣза. Такое заявленіе кажется ни съ чѣмъ не сообразнымъ,— и однако, строго говоря, это единственно вѣрный отвѣтъ!

Наше странное утвержденіе основывается на Архимедовомъ законѣ, который, какъ извѣстно, примѣнимъ не только къ жидкостямъ, но и къ газамъ,— въ томъ числѣ, конечно, и къ воздуху. Каждое тѣло, находящееся въ воздухѣ, теряетъ въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ вытѣсненный имъ объемъ воздуха.

Вода и желѣзо тоже, конечно, теряютъ въ воздухѣ часть своего вѣса, и чтобы получить ихъ истинные вѣса, нужно прибавить эту потерю.

Слѣдовательно, истинный вѣсъ воды, въ нашемъ случаѣ, равенъ 1 пуду + вѣсъ воздуха въ объемѣ воды; истинный вѣсъ желѣза = 1 пуду + вѣсъ воздуха въ объемѣ желѣза.

Но вода занимаетъ большій объемъ, нежели желѣзо; поэтому истинный вѣсъ нашего пуда воды больше истиннаго вѣса

пуда желѣза! Выражаясь точнѣе, мы должны были бы сказать: истинный вѣсъ того количества воды, которое въ воздухѣ вѣситъ одинъ пудъ, больше истиннаго вѣса того количества желѣза, которое вѣситъ въ воздухѣ также одинъ пудъ.

### Какъ поднять тяжелый грузъ простымъ дуновеніемъ?

Склейте изъ бумаги длинный прямоугольный мѣшокъ, положите его передъ собой на столъ, на него поставьте толстую, тяжелую книгу — и

Рис. 69.

попытайтесь раздуть мѣшокъ, какъ изображено на рисункѣ. Съ перваго взгляда кажется, что та часть мѣшка, которая зажата между столемъ и книгой, не раздуется. Однако, сдѣлайте опытъ—и вы сразу убѣдитесь, что силою вашего дуновенія вамъ удастся приподнять и опрокинуть довольно увѣсистый томъ, а то и цѣлыхъ два. Подобнымъ образомъ можно поднять не только тяжелую книгу, но даже и взрослого человѣка.



Дуновеніемъ можно опрокинуть тяжелую книгу.

### Непослушная пробка.

Предыдущій опытъ убѣдилъ васъ, что упругость воздуха есть сила и при томъ—весьма солидная. Слѣдующій опытъ еще болѣе утвердить васъ въ этомъ убѣжденіи.

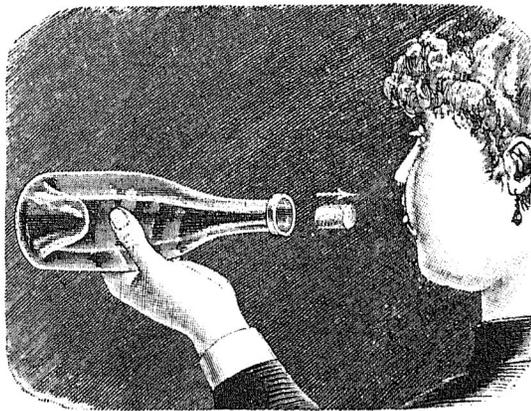
Для опыта вамъ нужна лишь обыкновенная бутылка и такая пробка, которая была бы меньше отверстія бутылки. Держите бутылку горизонтально, вложите въ горлышко пробку и предложите кому-нибудь вдуть пробку внутрь бутылки.

Казалось бы, ничего нѣтъ легче, какъ выполнить эту задачу. Но вотъ попробуйте на дѣлѣ: дуньте посильнѣе на такую пробку — и вы будете поражены результатомъ. Пробка не только не войдетъ внутрь бутылки, но... полетитъ прямо вамъ въ лицо!

Чѣмъ крѣпче подуть, тѣмъ сильнѣе вылетаетъ пробка обратно.

Для того же, чтобы заставить капризную пробку проскользнуть внутрь бутылки, вамъ надо поступить какъ разъ наоборотъ: не дуть на пробку, а втянуть въ себя воздухъ изъ отверстія надъ ней.

Рис. 70.



Неожиданный результатъ дуновенія.

Эти неожиданныя явленія объясняются крайне просто. Когда вы дуете въ горлышко бутылки, вы, собственно говоря, вдуваете въ бутылку воздухъ черезъ отверстіе между пробкой и стѣнками горлышка. Этимъ вы увеличиваете упругость воздуха въ бутылкѣ, и онъ съ силою выбрасываетъ пробку наружу. Когда же втягиваете воздухъ въ себя, вы, напротивъ, разрѣжаете воздухъ въ бутылкѣ, — и тогда пробка вталкивается внутрь давленіемъ наружнаго воздуха.

Опытъ удастся хорошо лишь тогда, когда горлышко совершенно сухо.

Въ связи съ этимъ опытомъ находится тотъ извѣстный всякой хозяйкѣ фактъ, что при наполненіи бутылки черезъ воронку необходимо, время отъ времени, приподнимать воронку, — иначе жидкость не стекаетъ въ бутылку. Здѣсь препятствіемъ является опять-таки воздухъ, который, не имѣя выхода изъ бутылки, мѣшаетъ жидкости стекать внизъ. Подвигъ же воронки открываетъ ему выходъ между ея наруж-

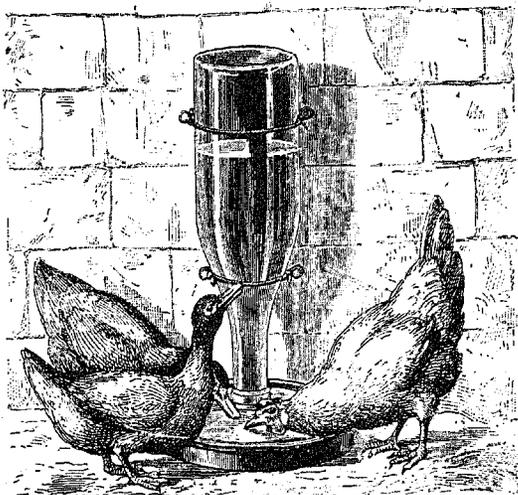
истятіе же воронки открываетъ ему выходъ между ея наруж-

ными стѣнками и стѣнками горлышка. Было бы поэтому весьма практично устраивать воронки такъ, чтобы ихъ суженная часть имѣла продольные выступы, мѣшающіе ей вплотную приставать къ горлышку. Обращаемъ на это вниманіе гг. стеклянныхъ фабрикантовъ.

### Неиззякаямая пойлушка.

Возьмите миску съ водой и погрузите въ нее полную воды бутылку горлышкомъ внизъ; вы убѣдитесь, что хотя бутылка и откупорена, но вода изъ нея не выливается: ее поддерживаетъ атмосферное давленіе.

Рис. 71.



Практичная пойлушка.

Пользуясь этимъ, вы можете устроить въ высшей степени практичную пойлушку для домашней птицы. Устройство ея настолько просто, что прямо видно изъ рисунка, безъ всякихъ поясненій.

Особенность же ея состоитъ въ томъ, что уровень воды въ мискѣ все время

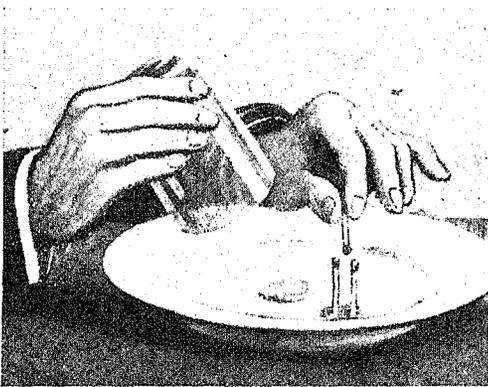
остаётся неизмѣннымъ, пока въ бутылкѣ имѣется вода; какъ только уровень воды въ мискѣ станетъ ниже горлышка, изъ бутылки польется вода и снова закупоритъ бутылку.

### Еще способъ выйти сухимъ изъ воды.

Положите монету на большую плоскую тарелку, налейте воды настолько, чтобы она покрыла монету,—и тогда предложите гостямъ взять монету голыми руками, не замочивъ пальцевъ.

Для рѣшенія этой задачи вамъ придется воспользоваться стаканомъ и горящей бумажкой. Зажгите бумажку, положите ее, горящую, внутрь стакана и быстро поставьте стаканъ на тарелку внѣ монеты, опрокинувъ его дномъ вверхъ. Бумажка скорѣ потухнетъ, стаканъ наполнится бѣлымъ дымомъ, а затѣмъ подъ него сама собой соберется вся вода съ тарелки. Монета же, конечно, останется на мѣстѣ, и когда она обсохнетъ, вы сможете взять ее, не замочивъ пальцевъ.

Рис. 72.



Какъ собрать всю воду изъ тарелки подъ опрокинутый стаканъ.

Какая же сила вогнала воду въ стаканъ и поддерживаетъ ее на опредѣленной высотѣ? Сила атмосфернаго давленія. Горящая бумажка нагрѣла воздухъ въ стаканѣ; воздухъ отъ нагрѣванія расширился, и часть его вышла наружу. Когда бумажка потухла, воздухъ понемногу снова остылъ, но при охлажденіи онъ уменьшился въ объ-

емѣ,—и на мѣсто недостающаго воздуха вошла вода, вгоняемая въ стаканъ давленіемъ наружнаго воздуха.

Что здѣсь главная причина именно въ нагрѣваніи воздуха, а не въ поглощеніи части кислорода горящей бумажкой (какъ приходится иногда слышать и читать)—это видно хотя бы изъ слѣдующихъ фактовъ: 1) Вы можете, вмѣсто того, чтобы класть въ стаканъ горящую бумажку, просто нагрѣть его—напримѣръ, сполоснувъ его кипяткомъ. 2) Если, вмѣсто бумажки, взять смоченную спиртомъ вату, которая горитъ дольше и, слѣдовательно, сильнѣе нагрѣваетъ воздухъ,—то вода поднимется чуть не до половины стакана; между тѣмъ извѣстно, что кислородъ составляетъ по объему только  $\frac{1}{5}$  всего объема воздуха.

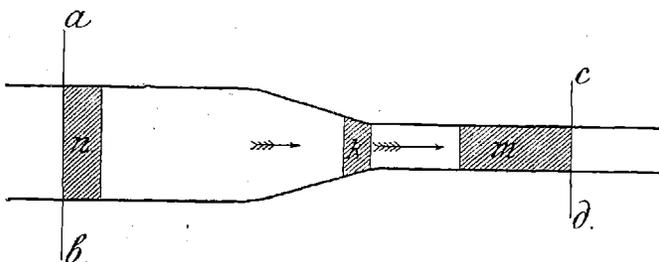
Вмѣсто бумажки, можно пользоваться спичками, воткнутыми въ пробочный кружокъ,—какъ и показано на нашемъ рисункѣ.

## Сложное объяснение простого явления. Пульверизаторъ.

До сихъ поръ мы все время встрѣчали простыя объясненія для болѣе или менѣе сложныхъ явленій. Теперь передъ нами обратный случай: явленіе на взглядъ крайне просто, а объясненіе его очень сложно.

Мы говоримъ о пульверизаторѣ, о вѣсѣмъ извѣстномъ, обыкновенномъ колѣнчатомъ пульверизаторѣ. Каждый изъ насъ знакомъ съ его употребленіемъ, но едва ли найдется много людей, которые могли бы правильно объяснить механизмъ

Рис. 73.



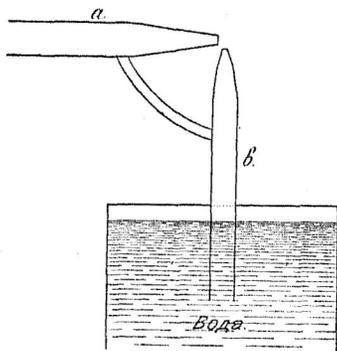
Какъ течетъ газъ по трубкѣ.

его дѣйствія. Въ школьныхъ курсахъ физики дѣйствіе пульверизатора объясняется черезчуръ въ общихъ чертахъ, — не потому, что оно само собой понятно, а наоборотъ: потому что оно очень сложно. Для физика-любителя, однако, обидно не знать, на чемъ основано устройство столь обыкновеннаго и вѣсѣмъ извѣстнаго снаряда. Постараемся же разобраться въ этомъ.

Прежде всего намъ придется сдѣлать маленькое отступленіе и побесѣдовать о скорости теченія газа въ трубкѣ, имѣющей неодинаковую ширину. Легко показать, что количество газа, проходящее въ 1 секунду черезъ поперечное сѣченіе трубки, должно быть одинаково какъ въ узкихъ, такъ и въ широкихъ частяхъ трубки. Дѣйствительно, если бы (рис. 73) въ какой-нибудь промежутокъ времени черезъ сѣченіе  $ab$  проходило большее количество газа, нежели черезъ сѣченіе  $cd$ , то это значило бы, что часть газа застреваетъ въ промежуткѣ между  $ab$  и  $cd$ ; въ этомъ промежуткѣ все время происходило бы накопленіе газа, — а это не отвѣчаетъ дѣйствительности.

Но если количество газа, протекающее через поперечное сѣченіе, одинаково и въ узкой и широкой части трубки,

Рис. 74.



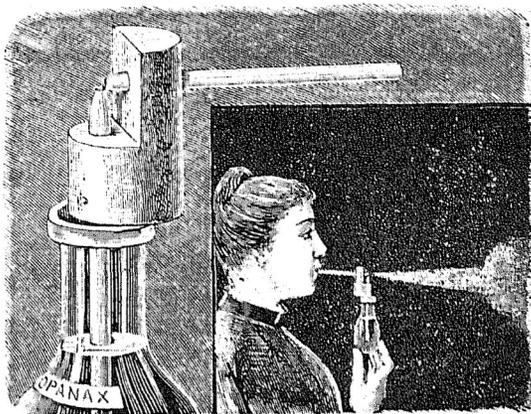
Пульверизаторъ въ разрѣзѣ.

то ясно, что скорость теченія должна быть неодинакова, а именно: она должна быть больше въ узкой части, и меньше—въ широкой. Ясно это изъ того, что столбикъ *n* широкой трубки превратится въ ея узкой части въ столбикъ *m*, имѣющій меньшую ширину, но большую длину; между тѣмъ, согласно предыдущему, время прохожденія обоихъ столбиковъ черезъ поперечныя сѣченія должно быть одинаково,—ибо они заключаютъ равные объемы газа.

Теперь рассмотримъ, какъ измѣняется давленіе (или упругость) газа при переходѣ изъ широкой трубки въ узкую. Возьмемъ тонкій слой газа *k* на самой границѣ. Въ широкой

Рис. 75

части онъ двигался медленно, теперь же будетъ двигаться быстрѣе; ясно, что сзади онъ испытываетъ большій напоръ, нежели спереди,—иначе онъ не стремился бы ускорять свое движеніе. Отсюда прямо слѣдуетъ, что сзади нашего слоя, т. е. въ широкой части трубки, давленіе (упругость) больше, нежели впереди его, т. е. въ узкой ея части.



Самодѣльный пульверизаторъ изъ гусиныхъ перьевъ.

Тутъ мы и подошли къ самой сути дѣла: мы логически доказали, что газъ, переходя изъ широкой части трубки въ узкую, уменьшаетъ свою упругость.

Зная эту особенность, уже легко объяснить дѣйствіе пульверизатора.

Когда мы дуемъ въ колѣно *a*, заканчивающееся суженіемъ (рис. 74), то воздухъ, переходя въ это суженіе, уменьшаетъ свою упругость. Съ этой уменьшенной упругостью онъ и выходитъ изъ трубки. Такимъ образомъ, надъ трубкой *b* оказывается воздухъ съ уменьшенной упругостью, и потому давленіе атмосферы гонитъ жидкость вверхъ по трубкѣ; у отверстія жидкость попадаетъ въ струю выдуваемого воздуха и подъ ея дѣйствіемъ распыляется.

Таковъ довольно сложный механизмъ дѣйствія столь простаго на видъ прибора. Въ заключеніе, укажемъ, какъ самому устроить пульверизаторъ изъ двухъ гусиныхъ перьевъ и пробки. Описывать здѣсь нечего—все ясно изъ рисунка 75-го.

### Недоумѣніе автора.

Объясненіе дѣйствія пульверизатора изложено выше по курсу физики Г. Лоренца, профессора Лейденскаго университета, одного изъ величайшихъ физиковъ нашего времени.

Познакомившись съ этимъ объясненіемъ, я увидѣлъ какъ-то въ магазинѣ цѣлую партію пульверизаторовъ, трубки которыхъ не имѣли и намѣка на то суженіе у конца, которое, согласно теоріи, необходимо для дѣйствія пульверизатора: онѣ были равны по всей длинѣ.

— Вы продаете эти пульверизаторы?—спросилъ я продавца.

— Конечно.

— Но вѣдь они никуда не годятся!

И я объяснилъ продавцу, какой недостатокъ имѣютъ эти пульверизаторы и почему они совершенно негодны къ употребленію.

Вмѣсто отвѣта, продавецъ молча взялъ въ ротъ раскритикованный мною пульверизаторъ и, погрузивъ другое колѣно въ стаканъ съ водой, извлекъ изъ него цѣлое облако водяныхъ брызгъ.

Я былъ пораженъ: предо мной вопіющее нарушеніе теоріи! Рѣшивъ разслѣдовать дѣло поближе, я приобрѣлъ одинъ изъ посрамившихъ меня пульверизаторовъ и отправился домой, чтобы на досугѣ обдумать, гдѣ кроется ошибка въ теоріи

знаменитаго физика. Вѣдь, если трубка не имѣетъ на концѣ суженія, то воздухъ, согласно теоріи, долженъ выходить изъ нея неразрѣженнымъ, и слѣдовательно, водѣ нѣтъ никакихъ причинъ подниматься...

Прежде чѣмъ я успѣлъ дойти до дому, мои сомнѣнія были разрѣшены. Ларчикъ открывался просто: нашъ собственный ротъ есть широкій резервуаръ, а вставленная въ него трубка — суженіе. Воздухъ, переходя изо рта въ трубку лувверизатора, разрѣжается въ ней и въ такомъ разрѣженномъ состояніи выходитъ наружу. Суженіе на концѣ трубки вовсе не необходимо для полученія этого эффекта.

### Какъ мы пьемъ?

Неужели и надъ этимъ можно задуматься? Конечно. Мы приставляемъ стаканъ или ложку съ жидкостью ко рту и „втягиваемъ“ въ себя ихъ содержимое. Вотъ это-то простое „втягиваніе“ жидкости, къ которому мы такъ привыкли, и надо объяснить. Почему, въ самомъ дѣлѣ, жидкость устремляется къ намъ въ ротъ? Физическая причина такова: при питьѣ мы расширеніемъ нашихъ легкихъ разрѣжаемъ воздухъ во рту; наружный воздухъ стремится уравновѣсить это уменьшеніе упругости; онъ проникаетъ въ нашъ ротъ и толкаетъ передъ собою жидкость. Здѣсь происходитъ то же самое, что произошло бы съ жидкостью въ сообщающихся сосудахъ, если бы мы стали разрѣжать воздухъ надъ однимъ изъ этихъ сосудовъ: жидкость давленіемъ атмосферы перешла бы въ этотъ сосудъ.

Итакъ, не совсѣмъ неправъ будетъ тотъ, кто вздумаетъ утверждать, что мы пьемъ легкими: вѣдь расширеніе легкихъ—главная причина того, что жидкость сама устремляется въ нашъ ротъ.

Отсюда слѣдуетъ также, что если бы воздухъ не обладалъ упругостью, мы не могли бы пить; по крайней мѣрѣ, приемы питья должны были бы быть совершенно иные.



Теплота.

Когда Николаевская дорога длиннѣе—лѣтомъ  
или зимой?

Одинъ шутникъ на вопросъ о длинѣ Николаевской желѣзной дороги отвѣтилъ такъ:

— Лѣтомъ 604 версты, а зимой—603<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

Этотъ странный отвѣтъ вовсе не такъ нелѣпъ, какъ можетъ показаться съ перваго взгляда. Если подѣлить длину желѣзной дороги разумѣть длину сплошного рельсоваго пути, то, дѣйствительно, онъ у Николаевской дороги лѣтомъ на <sup>1</sup>/<sub>2</sub> версты длиннѣе, нежели зимой. Происходитъ это,—какъ читатель, вѣроятно, уже догадался,—вслѣдствіе расширенія желѣза при нагрѣваніи. Коэффициентъ расширенія желѣза равенъ 0,000015; это значитъ, что каждая сажень желѣзнаго бруса удлинится на 0,000015 сажени при нагрѣваніи на 1° (Реомюра). Въ знойные дни температура часто доходитъ до 30° Ц., въ морозы она нерѣдко понижается до—25°. Это даетъ разницу въ 55°. Умножьте теперь длину рельсоваго пути, 609 верстъ, на 0,000015 и на 55—вы получите почти ровно полверсты:

$$609 \times 0,000015 \times 55 = 0,502425$$

Разумѣется, длина дороги при этомъ не мѣняется, измѣняется лишь сумма длинъ всѣхъ рельсовъ. Читатель замѣтилъ, вѣроятно, что рельсы желѣзнодорожнаго пути не примыкаютъ одна къ другой вплотную: между стыками двухъ со-

сѣднихъ рельсовъ нарочно оставляются такъ наз. зазоръ, чтобы дать рельсамъ возможность свободно удлиняться при повышеніи температуры. Наше вычисленіе показываетъ, что зимой общая сумма длинъ всѣхъ рельсовъ уменьшается за счетъ длины этихъ пустыхъ промежутковъ; убыль эта въ морозы достигаетъ  $\frac{1}{2}$  версты, по сравненію съ величиной ея въ знойные лѣтніе дни. Другими словами, желѣзная часть дороги, дѣйствительно, зимой на полверсты короче, нежели лѣтомъ.

### **Безнаказанная кража телефонной проволоки.**

Намъ часто приходится слышать о кражѣ телефонной проволоки на междугородныхъ линіяхъ, и полиція ведетъ противъ этихъ воровъ жестокую кампанію. Однако, на линіи Петербургъ-Москва каждый годъ пропадаетъ около полуверсты телефонной проволоки,—и полиція не предпринимаетъ противъ виновника кражи ровно никакихъ мѣръ, хотя хорошо знаетъ, кто онъ такой.

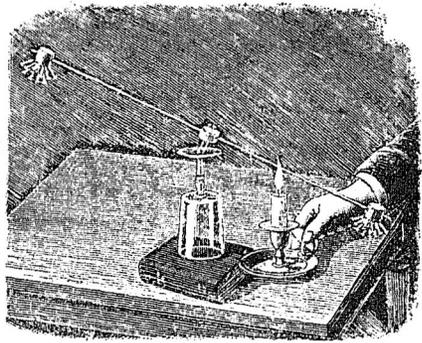
Впрочемъ, теперь и вы, читатель, знаете его: этотъ воръ—морозъ. Все, что мы выше говорили о рельсахъ, въ той же мѣрѣ примѣнимо къ телефоннымъ и телеграфнымъ проводамъ. Но здѣсь уже нѣтъ никакихъ пустыхъ промежутковъ,—и потому мы безъ всякихъ оговорокъ можемъ утверждать, что телефонная линія Петербургъ-Москва зимой на полверсты короче, нежели лѣтомъ! Морозъ безнаказанно каждую зиму похищаетъ полверсты телефонной проволоки,—не внося, впрочемъ, никакого разстройства въ работу телефона.

### **Теплое тяжелѣ!**

При помощи чрезвычайно простаго приспособленія можно сдѣлать нагляднымъ и видимымъ удлиненіе металлическаго, даже очень короткаго, прута при нагрѣваніи. Возьмите прямой пруть (напр., отъ оконной шторы) и проткните имъ пробку, какъ показано на рисункѣ. Въ пробку воткните двѣ булавки: у васъ получится какъ бы коромысло вѣсовъ, если вы помѣстите пруть такъ, чтобы булавки остreeями опирались на донышко рюмки. Для уравновѣшенія этого коромысла, надѣньте

на концы его по пробкѣ и втыкайте въ нихъ булавки до тѣхъ поръ, пока пруть не расположится горизонтально; само собою разумѣется, что сначала вы должны пробовать хотя бы приблизительно уравновѣсить его соответствующимъ перемѣщеніемъ средней пробки,—иначе вамъ придется, пожалуй, воткнуть въ концевыя пробки черезчуръ много булавокъ.

Рис. 76.



Нагрѣтая половина перетягиваетъ холодную.

Теперь вы можете приступить къ опыту. Поднеся свѣчку или лампу къ одному плечу коромысла, вы нагрѣете его,—и оно, расширяясь, вскорѣ опустится внизъ. Ничтожное удлиненіе, которое прямо для глазъ неуловимо, становится замѣтнымъ, благодаря вліянію силы тяжести.

### Качающаяся скала въ Аргентинѣ.

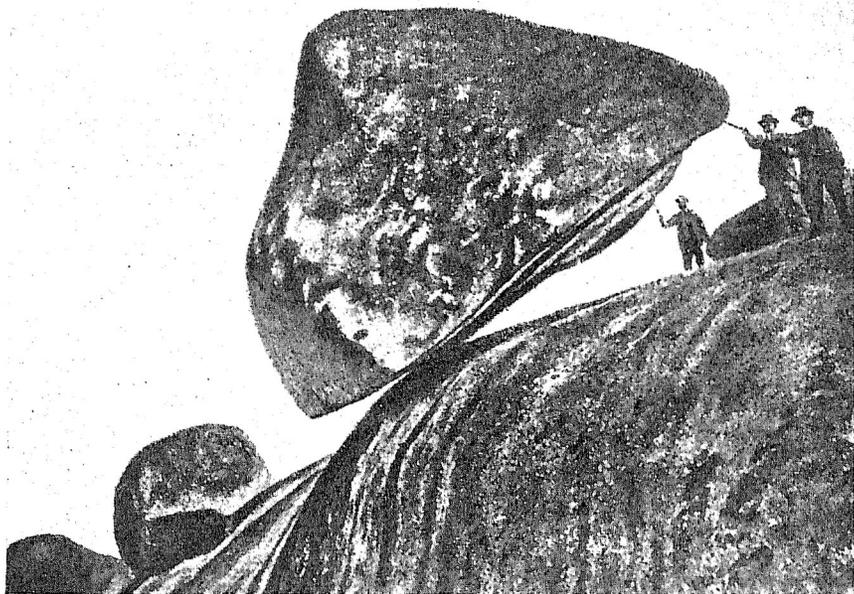
Только что описанный опытъ даетъ намъ возможность до извѣстной стѣпени понять одну загадку природы: въ окрестностяхъ отъ Бахія-Бланки, морского порта Аргентины, на склонѣ гранитнаго холма лежитъ, опираясь всего въ одной точкѣ, огромная каменная глыба, имѣющая три сажени въ вышину. Основаніе скалы замѣчательно ровно, и вся она имѣетъ довольно правильную форму.

Скала эта не остается неподвижной, а постоянно качается, какъ маятникъ, изъ стороны въ сторону. Колебанія ея плавны и до того медленны, что, находясь вблизи, у самой скалы, ихъ почти нельзя замѣтить непосредственно; но достаточно положить подъ скалу стеклянную бутылку невдалекѣ отъ точки опоры—и не пройдетъ и нѣсколькихъ минутъ, какъ раздастся трескъ: бутылка лопнетъ отъ надавливающей на нее тяжелой скалы.

Въ чемъ слѣдуетъ искать причину такихъ самопроизвольныхъ колебаній, продолжающихся, къ тому же, безъ перерыва

много вѣковъ—въ точности неизвѣстно. По всей вѣроятности, эти движенія вызываются неравномѣрнымъ нагрѣваніемъ скалы солнечными лучами,—нагрѣваніемъ, влекущимъ за собой неодинаковое расширеніе различныхъ частей камня. Такое неравномѣрное расширеніе вызываетъ перемѣщеніе цен-

Рис. 77.



Качающаяся скала въ Аргентинѣ.

тра тяжести, и такъ какъ скала подперта только въ одномъ пунктѣ, то она, естественно, наклоняется въ ту сторону, куда перемѣстился центръ тяжести; но лишь только равновѣсіе успѣетъ установиться, дальнѣйшее нагрѣваніе вызываетъ новое перемѣщеніе центра тяжести,—и скала опять начинаетъ двигаться.

### На ледъ или подъ ледъ?

Желая нагрѣть воду, мы помѣщаемъ сосудъ надъ пламенемъ, а не сбоку его. Это вполне правильно, потому что воздухъ, нагрѣваемый пламенемъ со всѣхъ сторонъ, устремляется.

какъ болѣ легкій, кверху: здѣсь всегда протекаетъ нагрѣтый воздухъ; съ боковъ же пламени онъ тотчасъ вытѣсняется холоднымъ воздухомъ.

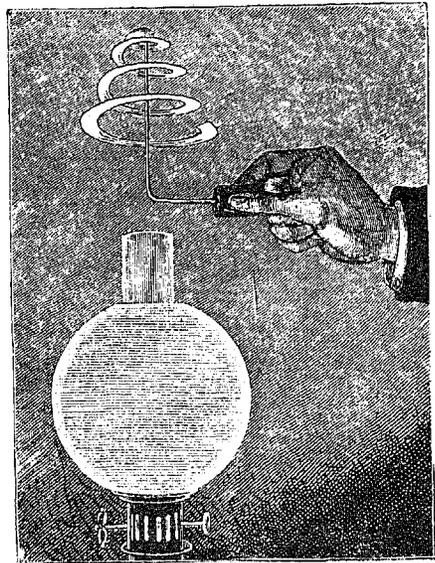
Итакъ, помѣщая нагрѣваемое тѣло надъ пламенемъ, мы используемъ его теплоту самымъ выгоднымъ образомъ.

Но какъ слѣдуетъ поступать, если нужно охладить какое-либо тѣло съ помощью льда? Хозяйки, по привычкѣ, помѣщаютъ тѣло надъ льдомъ,—ставятъ, напр., бутылки съ лимонадомъ на ледъ. Это совершенно неправильно: воздухъ надъ льдомъ, охладившись, опускается внизъ и замѣняется свѣжимъ теплымъ воздухомъ. Отсюда—полезный для всякой хозяйки выводъ: если хотите остудить напитокъ или кушанье, помѣщайте его подъ ледъ, а не на ледъ.

### Почему дуетъ отъ закрытаго окна?

Воздухъ нашей комнаты почти никогда не находится въ покоѣ; въ ней существуютъ невидимыя для глаза теченія, обусловленныя нагрѣваніемъ и охлажденіемъ воздуха. Отъ нагрѣванія воздухъ, какъ извѣстно, расширяется и, слѣдовательно, становится легче; отъ охлажденія онъ, напротивъ, уплотняется и становится тяжелѣе. Легкій нагрѣтый воздухъ возлѣ лампы или печи стремится вверхъ, къ потолку, а тяжелый охлажденный воздухъ возлѣ оконъ или холодныхъ стѣнъ стекаетъ внизъ, къ полу. Вотъ почему зимой мы чувствуемъ, какъ „дуетъ отъ окна“, хотя рама настолько плотно закрыта, что наружный воздухъ не можетъ черезъ нее проникнуть.

Рис. 78.



Какъ обнаружить воздушное теченіе надъ лампой.

## Ученый споръ за чайнымъ столомъ.

Профессоръ физики Иксъ пригласилъ въ гости своего пріятеля, профессора термодинамики Игрека. Супруга физика подала чай гостю и мужу. Иксъ размѣшалъ сахаръ, налилъ въ стаканъ сливокъ и сталъ ждать, чтобы горячій чай остылъ.

— Вы нераціонально поступаете, дорогой коллега,—обратился къ нему гость.—Я держусь правила сначала выждать, чтобы чай немного остылъ, а затѣмъ окончательно остужаю его холодными сливками. Такъ гораздо скорѣе получается чай достаточной низкой температуры.

— Почему же скорѣе, коллега? Вѣдь и вамъ приходится дожидаться, чтобы чай остылъ.

— Совершенно справедливо. Но позвольте вамъ напомнить о Ньютоновомъ законѣ охлажденія: „количество тепла, переходящее въ единицу времени, пропорціонально разности температуръ“. Другими словами, горячее тѣло остываетъ быстрѣе нежели тепловатое. Отсюда прямой расчетъ выждать остыванія чая, покуда онъ еще горячъ, а не тогда, когда онъ уже немного остылъ: въ одинъ и тотъ же промежутокъ времени чай горячій остынетъ болѣе, нежели чай тепловатый. Вотъ почему выгоднѣе раньше дать чаю остыть и лишь потомъ долить сливокъ,—а отнюдь не наоборотъ, какъ поступаете вы, дорогой коллега.

— Къ сожалѣнію, не могу съ вами вполне согласиться. Ваше указаніе на Ньютоновъ законъ охлажденія совершенно правильно и умѣстно. Но вы упустили изъ виду одно простое слѣдствіе правила Рихмана. Вы, конечно, помните формулу, по которой опредѣляется средняя температура смѣси двухъ жидкостей одинаковой теплоемкости, но разныхъ температуръ?

Профессоръ Иксъ вырвалъ листокъ изъ книжки и быстро начерталъ на ней формулу:

$$\theta = \frac{MT' + mt}{M + m}$$

— Температура смѣси  $\theta$  равна этой дроби, такъ?—продолжалъ профессоръ физики.—Подъ  $M$  и  $m$  разумѣются количества жидкостей, а подъ  $T'$  и  $t$ —ихъ температуры.

— Понимаю, понимаю, дорогой коллега. Но о какомъ слѣдствіи изъ этой формулы вы говорите?

— А вотъ о какомъ. Если мы вычтемъ изъ первоначальной температуры болѣе горячей жидкости окончательную температуру смѣси, то разность  $T - \theta$  будетъ означать пониженіе температуры. Вѣдь, такъ?

— Конечно. Въмѣсто  $\theta$ , можно подставить соотвѣтствующее выраженіе изъ формулы, и мы получимъ...

— Получимъ:  $T - \frac{MT + mt}{M + m}$ , или, приводя къ одному знаменателю,  $\frac{MT + mT - MT - mt}{M + m}$ , или, наконецъ,  $\frac{mT - mt}{M + m}$ , что, впрочемъ, можно представить въ видѣ  $\frac{m(T - t)}{M + m}$ . Вотъ на ка-

кую величину понизится температура горячей жидкости, если къ ней прилить холодной. Вы видите, коллега, что это пониженіе тѣмъ болѣе, чѣмъ больше  $T$ , т. е. чѣмъ выше температура горячей жидкости. Если примѣнить этотъ выводъ къ нашему случаю, то ясно, что, приливая холодныхъ сливокъ къ чаю, мы понизимъ его температуру тѣмъ сильнѣе, чѣмъ она была выше. Вотъ почему я остаюсь при своемъ мнѣніи: надо раньше прилить сливокъ, а потомъ ждать остыванія, а не наоборотъ, какъ рекомендуете вы, коллега. Ради простоты я считаю теплоемкости сливокъ и воды одинаковыми.

— Ваше замѣчаніе, дорогой коллега, о слѣдствіи изъ правила Рихмана очень остроумно и убѣдительно. Но окончательный вашъ выводъ все же нельзя признать вполне приемлемымъ. Оба способа охлажденія чая—какъ методъ предварительнаго, такъ и методъ послѣдующаго доливанія сливокъ,—имѣютъ свои выгоды и свои недостатки. За вашъ методъ говоритъ правило Рихмана, за мой—законъ Ньютона. У меня первая стадія остуживанія протекаетъ быстрѣе, нежели вторая у васъ, напротивъ, болѣе энергичное охлажденіе происходитъ сначала. Одними разсужденіями, безъ вычисленій, нельзя опредѣлить, какимъ приемомъ достигается болѣе быстрое охлажденіе.

— Прекрасно, коллега! Кто же мѣшаетъ намъ произвести это вычисленіе? Давайте же вычислять. Въ стаканѣ, скажемъ, 15 куб. дюймовъ горячаго чаю—вѣдь, такъ, приблизительно? Температура чая, когда Марья Павловна его налила, была, допустимъ, 80° Цельзія. Значитъ, наше  $MT = 15 \times 80 = 1200$ .

Я приливаю 1 кб. дюймъ сливокъ комнатной температуры, т. е.  $20^{\circ}$ . Получаемъ  $mt = 20$ . Подставляя эти величины въ формулу и принимая во вниманіе, что  $M + m = 16$ , имѣемъ окончательную температуру смѣси  $= \frac{1220}{16} = 76\frac{1}{4}$  градусовъ.

Такого чая пить, натурально, нельзя, прежде чѣмъ онъ не остынетъ до  $50^{\circ}$  градусовъ, т. е. не охладится на  $26\frac{1}{4}$  градусовъ.

— Теперь позвольте, коллега, продолжать выкладки мнѣ. Итакъ, вамъ приходится ждать нѣкоторое время,—напр., пять минутъ, чтобы чай со сливками остылъ на  $26\frac{1}{4}$  градусовъ. Мнѣ также приходится ждать, но въ тѣ же пять минутъ мой горячій 80-тиградусный чай остынетъ болѣе, чѣмъ вашъ 76-тиградусный. По закону Ньютона, количество переходящаго тепла пропорціонально разности температуръ. Разность между температурою вашего чая и окружающей комнатной, которую я принимаю въ  $20^{\circ}$ , равна  $76^{\circ} - 20^{\circ} = 56^{\circ}$ ; разность же между температурой моего чая и комнатной:  $80^{\circ} - 20^{\circ} = 60^{\circ}$ . Значить, въ тѣ же пять минутъ мой чай потеряетъ не  $26\frac{1}{4}$  калорій, а больше въ отношеніи  $60 : 56$ . Другими словами, онъ охладится на  $\frac{26 \times 60}{56}$ , т. е. почти ровно на 28 градусовъ. Итакъ,

дорогой коллега, послѣ пятиминутнаго ожиданія я получаю чай температурой въ  $80 - 28 = 52$  градуса.

— Совершенно вѣрно. Теперь вы приливаете къ этимъ 15 кб. дюймамъ 52-градуснаго чая 1 кб. дюймъ 20-градусныхъ сливокъ. Окончательная температура смѣси у васъ получается:  $\frac{52 \times 15 + 20}{16} = \frac{800}{16} = 50$  градусовъ... Что это? Оказывается, коллега, что въ результатѣ вашего приема получается чай совершенно той же температуры, какъ и у меня! Вотъ любопытный результатъ! Марья Павловна, понимаешь, какая исторія: мы съ коллегой спорили, какимъ приемомъ всего выгоднѣе остудить чай, и оказывается...

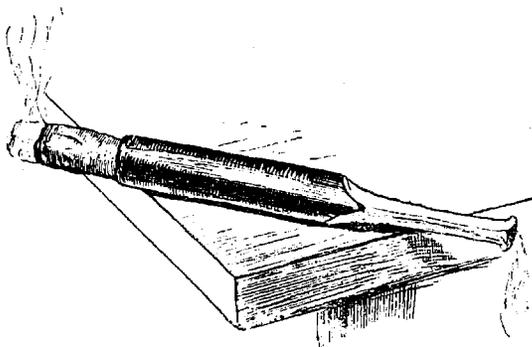
— Да ужъ чего проще, господа? Стоитъ только завести горячій споръ! Я тебѣ съ Кириллъ Никитичемъ налью другой чай: вѣдь вашъ совѣтъ простылъ.

— Но замѣтъ, простылъ совершенно одинаково, несмотря на различіе приемовъ!

## Поучительная сигара.

На краю стола лежит сигара, воткнутая в мундштукъ. Она курится съ обоихъ концовъ,—но разрѣшите задачу: почему дымъ, выходящій черезъ мундштукъ, опускается внизъ, между тѣмъ, какъ съ другого конца онъ восходитъ вверхъ? Казалось бы, съ той и съ другой стороны выдѣляется одинъ и тотъ же дымъ.

Рис. 79.



Задача о сигарномъ дымѣ.

Да, дымъ одинъ и тотъ же, но надъ тлѣющимъ концомъ сигары находится восходящее теченіе воздуха, которое и увлекаетъ съ собой частицы дыма. Воздухъ же, проходящій вмѣстѣ съ дымомъ черезъ мундштукъ, успѣваетъ охладиться, и не стремится уже вверхъ; а такъ какъ частицы дыма сами по себѣ тяжелѣе воздуха, то онѣ и опускаются внизъ.

## Грѣть ли шуба?

Одинъ господинъ, имѣвшій привычку отрицать самыя очевидныя вещи, утверждалъ, что шуба, вопреки общему убѣжденію, вовсе не грѣетъ. Онъ доказывалъ свое мнѣніе рядомъ опытовъ—а что можетъ быть убѣдительнѣе опытовъ?

Вотъ одинъ изъ нихъ. Возьмите термометръ,—говорилъ онъ,—замѣтите, сколько градусовъ онъ показываетъ, и закатайте его хорошенько въ самую теплую шубу. Черезъ нѣсколько часовъ выньте термометръ: вы убѣдитесь, что онъ не нагрѣлся даже и на  $\frac{1}{4}$  градуса! Сколько показывалъ онъ раньше, столько показываетъ и теперь. Ясно, что шубы нисколько не грѣютъ, и что общая увѣренность въ спасительное дѣйствіе ихъ—просто предразсудокъ. Правда, въ шубѣ мы чувствуемъ себя теплѣе—но это лишь обманъ чувствъ, и опытъ съ тер-

мометромъ,—который, конечно, никакому обману чувствъ поддаться не можетъ,—воочию убѣждаетъ насъ, насколько мы заблуждаемся...

Мало того,—продолжалъ разоблачитель, — шубы не только не грѣютъ, онѣ даже прямо холодятъ! Въ этомъ также легко убѣдиться опытомъ. Возьмите два пузыря со льдомъ; одинъ закутайте въ шубу, другой просто оставьте въ комнатѣ. Когда ледъ въ этомъ пузырьѣ растаетъ, разверните шубу: вы увидите, что здѣсь онъ почти еще и не начиналъ таять. Ясно, что шуба не только не согрѣла льда, но даже все время холодила его, мѣшая ему таять.

Рядомъ подобныхъ, казалось бы, неопровержимыхъ доказательствъ, этотъ господинъ доказывалъ полную несостоятельность всеобщей вѣры въ шубы.

Что можно возразить ему на это, чѣмъ опровергнуть его оказательства?

Да ничѣмъ. Онъ правъ: шубы, дѣйствительно, не грѣютъ,—если подъ словомъ „грѣть“ разумѣть сообщеніе теплоты. Лампа грѣетъ, печка грѣетъ, человѣческое тѣло грѣетъ,—но шуба, въ этомъ смыслѣ слова, нисколько не грѣетъ. Она только мѣшаетъ теплотѣ нашего тѣла уходить изъ него. Вотъ почему всякое живое существо, тѣло котораго само является источникомъ тепла, будетъ себя чувствовать въ шубѣ теплѣе, чѣмъ безъ нея. Но термометръ собственнаго тепла не выдѣляетъ,—и его температура не измѣнится оттого, что мы закутаемъ его въ шубу. Ледъ, закутанный въ шубу, дольше сохраняетъ свою низкую температуру, такъ какъ шуба замедляетъ доступъ къ нему внѣшняго тепла.

Итакъ, на вопросъ, грѣетъ ли насъ шуба, надо отвѣтить, что шуба только помогаетъ намъ самимъ грѣть себя. Правильнѣе поэтому говорить, что мы грѣемъ шубы, а не онѣ грѣютъ насъ.

### Какое время года у насъ подъ ногами?

Когда на поверхности земли лѣто, то какое время года въ землѣ, на глубинѣ, на примѣръ, пяти аршинъ?

Вы думаете, что и тамъ лѣто? Ничуть не бывало! Времена года на поверхности земли и въ почвѣ вовсе не идутъ па-

раллельно, какъ мы привыкли думать. Почва—чрезвычайно дурной проводникъ теплоты; поэтому всѣ колебанія температуры, происходящія на поверхности земли, распространяются вглубь почвы очень медленно и достигаютъ разныхъ слоевъ ея съ большимъ опозданіемъ. Непосредственныя измѣренія въ Павловскѣ (Петербургской губерніи) показали, что на глубину трехъ метровъ (4<sup>1</sup>/<sub>4</sub> арш.) годичный максимумъ температуры приходитъ съ опозданіемъ въ 76 дней, а годичный минимумъ—съ опозданіемъ въ 108 дней. Это значитъ, что если самый жаркій день у насъ былъ, скажемъ, 25 іюля, то на глубинѣ 4<sup>1</sup>/<sub>4</sub> аршинъ онъ наступитъ лишь 1 сентября; если самый холодный день былъ 15 января, то на глубинѣ 4<sup>1</sup>/<sub>4</sub> аршинъ онъ наступитъ—3 мая! Для еще болѣе глубокихъ слоевъ почвы запозданія будутъ еще значительнѣе,—но надо имѣть въ виду, что съ углубленіемъ въ почву температурныя колебанія все ослабляются, а на извѣстной глубинѣ затухаютъ совершенно: здѣсь всегда царитъ одна и та же постоянная температура.

Итакъ, въ томъ слоѣ почвы, который мы попираемъ ногами, никогда не бываетъ то же самое время года, какое стоитъ на его поверхности. Когда у насъ зима, на глубинѣ 5 аршинъ еще осень, а когда у насъ лѣто,—туда достигаютъ отголоски нашихъ зимнихъ морозовъ.

Это важное обстоятельство необходимо имѣть въ виду всякій разъ, когда заходитъ рѣчь объ условіяхъ жизни подземныхъ животныхъ (напр., личинки майскаго жука) и подземныхъ частей растений. Ботаники часто забываютъ объ этомъ и удивляются, напримѣръ, тому, что камбій въ корняхъ нашихъ деревьевъ дѣятеленъ именно въ холодную половину года и замираетъ почти на весь теплый сезонъ,—какъ разъ наоборотъ, чѣмъ въ стволѣ. Читатель понимаетъ теперь, что это не такъ ужъ загадочно, какъ представляется съ перваго взгляда.

### Какъ сварить яйцо въ бумагѣ?

Секретъ сразу разгадывается, если вы взглянете на прилагаемый рисунокъ 80-й: яйцо варятъ въ водѣ, налитой въ бумажный колпакъ. Но вѣдь бумага загорится, и вода зальетъ лампу! Нисколько. Попробуйте сдѣлать опытъ, и вы убѣди-

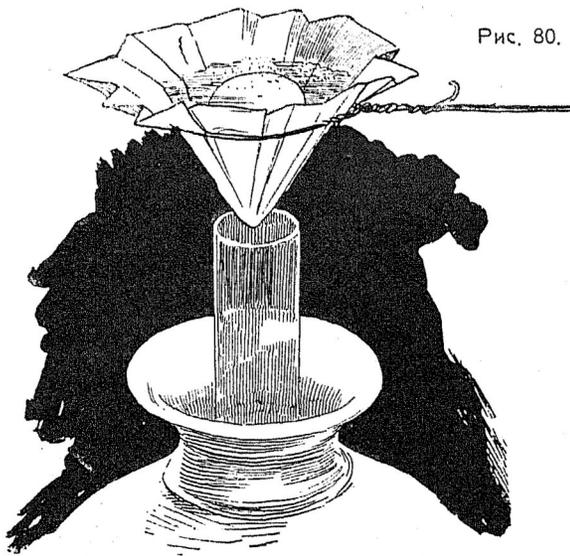


Рис. 80.

Варка яйца на лампѣ.

Рис. 81.



Какъ расплавить свинець на игральной картѣ.

тесъ, что бумага нисколько не пострадаетъ отъ огня. Причина кроется въ томъ, что вода поглощаетъ всю теплоту бумаги и не даетъ ей нагрѣться настолько, чтобы она могла загорѣться.

Мало того: вы не только можете довести воду въ бумажномъ колпакѣ до кипѣнія, но даже расплавить металлъ въ такой непрочной бумажной посудѣ. Нашъ рис. 81 изображаетъ плавленіе свинцовой пломбы въ корбочкѣ, сдѣланной изъ игральной карты. Весь секретъ этого искусства въ томъ, чтобы нагрѣвать именно тѣ мѣста бумаги, которыя непосредственно соприкасаются съ свинцомъ: металлъ быстро отнимаетъ отъ бумаги тепло, не давая ей сильно нагрѣться. Опытъ кажется невѣроятнымъ: съ одной стороны пламя, съ другой — расплавленный металлъ, а бумага даже не обугливается!

Въ сущности, въ этомъ нѣтъ ничего для насъ новаго. Здѣсь дѣйствуетъ та же самая причина, въ силу которой металлическіе предметы при обычныхъ условіяхъ кажутся намъ холоднѣе, чѣмъ деревянные, хотя и тѣ и другіе находятся въ одной и той же комнатѣ: металлъ хорошо проводитъ тепло и быстро охлаждаетъ поверхность нашей руки.

### Несгораемая кисея.

Къ той же категоріи опытовъ принадлежитъ и слѣдующій. Берутъ какую-нибудь полированную металлическую вещь и плотно обтягиваютъ ее кускомъ тонкой матеріи, — полотна или кисеи. Теперь вы можете смѣло положить на такую кисею горячіе уголья: она не загорится и вообще останется неповрежденной, даже если вы будете усиленно раздувать уголья.

Послѣ всего, сказаннаго выше, читатель, конечно, не затруднится объяснить этотъ эффектный опытъ. Непонятно развѣ лишь то, почему необходимо дѣлать опытъ непременно съ полированной вещью. Но и это станетъ яснымъ, если вы вспомните, что гладкія металлическія вещи кажутся въ комнатѣ замѣтно холоднѣе шероховатыхъ: въ данномъ случаѣ наша кожа (а въ опытѣ—кисея) соприкасается съ металломъ въ большемъ числѣ точекъ.

Рис. 82.



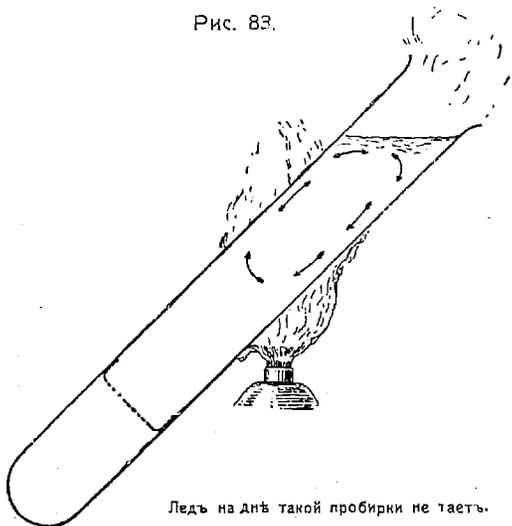
Почему кисея не загорается?

### Ледъ, не тающій въ кипяткѣ.

Возьмите обыкновенную пробирку, наполните водой, погрузите въ нее кусочекъ льда, а чтобы онъ не всплывалъ наверхъ (ледъ легче воды), придавите его кусочкомъ свинца, мѣдной монетой и т. п.; при этомъ, однако, вода должна

имѣть свободный доступъ ко льду. Теперь приблизьте пробирку къ спиртовой лампочкѣ такъ, чтобы пламя касалось лишь верхней части пробирки (см. рис. 83). Вскорѣ вода:

Рис. 83.



Ледъ на днѣ такой пробирки не таетъ.

начнетъ кипѣть, отдѣляя клубы пара,—но ледъ на днѣ пробирки долго еще не будетъ таять. Такимъ образомъ мы имѣемъ передъ собой настоящій парадоксъ природы: ледъ, не тающій въ кипящей водѣ!

Объясненіе этого парадокса кроется въ томъ, что вода на днѣ пробирки остается холодной, несмотря на то, что вверху вода кипитъ. Расширяясь отъ тепла, вода становится легче и не

опускается на дно, а остается въ верхней части пробирки. Теченія теплой воды будутъ ограничиваться лишь верхней частью пробирки, не захватывая нижнихъ, болѣе плотныхъ слоевъ. Внизъ нагрѣваніе можетъ передаваться лишь теплопроводностью,—но теплопроводность воды очень мала.

### Можно ли вскипятить воду кипяткомъ?

Возьмите небольшую бутылку, баночку или пузырекъ, налейте въ него воды и помѣстите въ стоящую на огнѣ кастрюлю съ чистой водой—такъ, чтобы онъ не касалась дна кастрюли; вамъ придется подвѣсить этотъ пузырекъ на проволочной или нитяной петлѣ. Скоро вода въ кастрюлѣ закипитъ,—и, казалось бы, вслѣдъ затѣмъ должна закипѣть и вода въ пузырькѣ. Однако, можете ждать, сколько вамъ угодно—вы этого не дождетесь: вода въ пузырькѣ будетъ горяча, очень горяча, но кипѣть все-таки не будетъ.

Результатъ какъ будто неожиданный, а между тѣмъ его легко можно было предвидѣть. Въ самомъ дѣлѣ: чистая

вода кипитъ при  $100^{\circ}$  Цельзія, и выше этой точки ея температура, при обычныхъ условіяхъ, не поднимается, сколько бы ея ни кипятить. Значитъ, источникъ теплоты для воды въ пузырькѣ въ данномъ случаѣ имѣетъ температуру  $100^{\circ}$ ; поэтому онъ можетъ довести воду въ пузырькѣ также до  $100^{\circ}$ ,—но не можетъ доставить ей того избытка теплоты, который необходимъ для перехода ея въ паръ при этой температурѣ ( $540$  калорій на каждый граммъ). Вотъ почему вода въ пузырькѣ нагрѣвается, но не кипитъ.

При этомъ, естественно, возникаетъ вопросъ: чѣмъ же отличается вода въ пузырькѣ отъ воды въ кастрюлѣ? Вѣдь это та же вода, только отдѣленная отъ остальной массы стеклянной перегородкой; почему же съ ней не происходитъ того же, что и съ остальной водой?

Потому именно, что она отдѣлена отъ остальной массы. Перегородка мѣшаетъ водѣ пузырька участвовать въ общихъ теченіяхъ, которыя перемѣшиваютъ всю массу воды кастрюли. Каждая частица воды въ кастрюлѣ можетъ непосредственно коснуться накаленного дна ея, частицы же воды въ пузырькѣ лишены этого преимущества.

Итакъ, чистымъ кипяткомъ вскипятить воду нельзя. Но если въ кастрюлю всыпать горсть соли, картина измѣнится: соленая вода кипитъ уже не при  $100^{\circ}$ , а немного выше,—и, слѣдовательно, можетъ въ свою очередь довести до кипѣнія чистую воду въ стеклянномъ пузырькѣ.

### **Можно ли вскипятить воду снѣгомъ?**

„Если ужъ крутой кипяткомъ оказался для этой цѣли не пригоденъ, то о снѣгѣ и рѣчи быть не можетъ“,—скажетъ, вѣроятно, читатель. Не торопитесь съ отвѣтомъ, а лучше продолжайте опытъ съ тѣмъ самымъ стекляннымъ пузырькомъ, который вы только что употребляли.

Налейте въ него воды на  $\frac{3}{4}$  и погрузите въ кипящую соленую воду. Когда вода въ пузырькѣ закипитъ, выньте его изъ кастрюли и быстро закупорьте заранѣе приготовленной плотной пробкой. Теперь переверните пузырекъ и ждите, пока кипѣніе внутри его прекратится. Выждавъ этотъ моментъ, облейте пузырекъ кипяткомъ—вода не закипитъ. Но положите на

его донышко немного снѣгу,—и вы увидите, что вода сразу бурно закипитъ! Снѣгъ сдѣлалъ то, чего не могъ сдѣлать кипятокъ!

Рис. 84.



Какъ дуновеніемъ вскипятить воду.

стился въ водяныя капли. А такъ какъ весь воздухъ изъ стекляннаго пузырька былъ выгнанъ еще при кипяченіи, то теперь вода въ немъ испытываетъ гораздо меньшее давленіе. Изъ физики же извѣстно, что съ уменьшеніемъ давленія на поверхность жидкости, она кипитъ при температурѣ болѣе низкой, чѣмъ точка кипѣнія. Мы имѣемъ, слѣдовательно, въ нашемъ пузырькѣ хотя и кипятокъ, но кипятокъ не горячій,—если можно такъ выразиться.

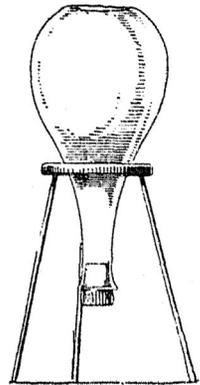
Вмѣсто снѣга, мы могли употребить холодную воду или даже просто могли дуть на пузырекъ черезъ соломинку: дуновеніе, охладивъ стѣнки пузырька, вызвало бы сгущеніе паровъ и, какъ слѣдствіе этого — кипѣніе. Рисунокъ 84-й изображаетъ это любопытное кипяченіе воды простымъ дуновеніемъ.

Замѣтимъ тутъ же, что если бы пузырекъ былъ налитъ водой не на  $\frac{3}{4}$ , а гораздо меньше, то внезапное сгущеніе паровъ внутри него могло бы вызвать настоящій взрывъ:

Явленіе это тѣмъ болѣе загадочно, что пузырекъ на ощупь нисколько не горячъ, развѣ лишь чуть тепелъ. А между тѣмъ вода въ немъ кипитъ: вы видите кипѣніе собственными глазами...

Разгадка роется въ томъ, что снѣгъ охладилъ стѣнки пузырька, вслѣдствіе чего паръ внутри сгу-

Рис. 85.



Какъ раздавить бутылку посредствомъ охлажденія.

давленіе внѣшняго воздуха, не находя себѣ противодавленія изнутри пузыря, раздавило бы его (вы видите, между прочимъ, что слово „взрывъ“ здѣсь неумѣстно). Такой опытъ лучше производить съ тонкостѣнной бутылкой въ томъ видѣ, какъ показано на рисункѣ,—но при этомъ надо прикрывать ее салфеткой, чтобы разлетающіеся осколки васъ не поранили.

### Для чего Маркъ Твэнъ варилъ супъ изъ барометра?

Въ книгѣ „Странствованія за границей“ извѣстный американскій юмористъ Маркъ Твэнъ такъ рассказываетъ объ одномъ эпизодѣ своего альпійскаго путешествія,—эпизодѣ, разумѣется, вымышленномъ:

„Непріятности наши кончились; поэтому люди могли отдохнуть, а у меня, наконецъ, явилась возможность обратить вниманіе на научную сторону экспедиціи. Прежде всего я хотѣлъ опредѣлить посредствомъ барометра высоту мѣста, гдѣ мы находились, — но, къ сожалѣнію, не получилъ никакихъ результатовъ. Изъ моихъ научныхъ чтеній я узналъ, что не то термометръ, не то барометръ слѣдуетъ кипятить для точности показаній. Который именно изъ двухъ — я не зналъ навѣрное, и потому рѣшилъ прокипятить оба. И все-таки не получилъ никакихъ результатовъ. Осмотрѣвъ оба инструмента, я увидалъ, что они испорчены—у барометра была только одна мѣдная стрѣлка, а въ шарикѣ термометра болтался комокъ ртути.

„Я отыскалъ другой барометръ; онъ былъ совершенно новый и очень хорошій. Полчаса кипятить я его въ горшкѣ съ бобовой похлебкой, которую варилъ поваръ. Результатъ получился неожиданный: инструментъ совершенно пересталъ

Рис. 86.



Кулинарно-научные опыты Марка Твэна.

дѣйствовать, но супъ приобрѣлъ такой сильный привкусъ барометра, что главный поварь—человѣкъ очень умный—измѣнилъ его названіе въ списокѣ кушаній. Новое блюдо заслужило всеобщее одобреніе, такъ что я приказалъ готовить каждый день супъ изъ барометра. Конечно, барометръ былъ совершенно испорченъ, но я не особенно жалѣлъ о немъ. Разъ онъ не помогъ мнѣ опредѣлить высоту мѣстности, значить, онъ больше мнѣ не нуженъ“.

Однако, что же въ самомъ дѣлѣ слѣдовало „кипятить“—термометръ или барометръ?

Термометръ,—и вотъ почему. Изъ предыдущаго опыта мы видѣли, что чѣмъ меньше давленіе на поверхность воды, тѣмъ при болѣе низкой температурѣ она кипитъ. Такъ какъ съ поднятіемъ на горы атмосферное давленіе уменьшается, то вмѣстѣ съ тѣмъ должна понижаться и температура кипѣнія воды. Значить, если мы измѣримъ температуру, при которой кипитъ вода (по выраженію Твэна,—„будемъ кипятить термометръ“), то, свѣрившись съ соотвѣтствующей таблицей, можемъ узнать высоту мѣста. Для этого необходимо имѣть въ распоряженіи заранѣе составленныя, на основаніи ряда опытовъ, таблицы,—о чемъ Маркъ Твэнъ будто бы забылъ.

Разумѣется, и барометръ можетъ служить для опредѣленія высоты мѣста, такъ какъ онъ прямо, безъ всякаго „кипяченія“ показываетъ давленіе атмосферы; но и тутъ необходимы таблицы, показывающія, какъ уменьшается давленіе воздуха по мѣрѣ поднятія надъ уровнемъ моря. Все это будто бы смѣшалось въ головѣ американскаго юмориста и заставило его „готовить супъ изъ барометра“.

### Почему вода тушитъ огонь?

На этотъ простой вопросъ не всегда умѣютъ толково отвѣтить даже люди, проходившіе курсъ физики,—и читатель, надѣемся, не постѣуетъ на насъ, если мы объяснимъ здѣсь вкратцѣ механизмъ дѣйствія воды на огонь.

Во-первыхъ, прикасаясь къ горящему тѣлу, вода превращается въ паръ, отнимая при этомъ много теплоты у горящаго тѣла (чтобы превратить крутой кипятокъ въ паръ,

нужно вшестеро больше теплоты, чѣмъ для нагрѣванія того же количества холодной воды до 100 градусовъ <sup>1)</sup>). Во-вторыхъ, пары, образующіеся при этомъ, занимаютъ объемъ въ сотни разъ большій, чѣмъ породившая ихъ вода; окружая горящее тѣло, пары вытѣсняютъ воздухъ, а безъ воздуха, какъ извѣстно, горѣніе невозможно. Отсюда понятно, между прочимъ, что нельзя тушить водой тѣ горящія жидкости, которыя легче ея,—напр., керосинъ, нефть, жиръ, масло; это обыкновенно приноситъ даже вредъ, такъ какъ вода, погружаясь въ горящую жидкость, быстро превращается тамъ въ паръ, а затѣмъ, стремительно поднимаясь вверхъ, разбрызгиваетъ горящую жидкость во всѣ стороны, содѣйствуя распространенію пожара. Въ такихъ случаяхъ надо употреблять песокъ, глину, землю, забрасывать огонь рогожами, одеялами и т. п.

Чтобы усилить огнегасительную силу воды, часто примѣшиваютъ къ ней... порошокъ! Это можетъ показаться несообразнымъ—и, однако, вполне рационально: порошокъ быстро сгораетъ, выдѣляя большое количество негорючихъ газовъ, которые, отѣсняя окружающій тѣло воздухъ, затрудняютъ горѣніе.

### Какой ледъ болѣе скользокъ — гладкій или шероховатый?

Казалось бы, отвѣтъ ясенъ: на гладко-натертомъ полу легче поскользнуться, нежели на обыкновенномъ,—значить, то же будетъ и на льду.

Но это не вѣрно. Скользкость льда зависитъ вовсе не отъ гладкости, а отъ совершенно особой причины, которая составляетъ его исключительную особенность среди всѣхъ тѣлъ природы. Эта особенность—пониженіе температуры плавленія при усиленіи давленія и близость точки плавленія къ обычнымъ температурамъ воздуха.

Разберемъ, что происходитъ, когда мы катаемся на конькахъ. Стоя на конькахъ, мы опираемся на очень маленькую площадь—всего въ нѣсколько квадратныхъ сантиметровъ. И на эту небольшую площадь давитъ весь вѣсъ нашего тѣла. Если вы вспомните, что говорилось на стр. 10-й, вы пой-

<sup>1)</sup> Скрытая теплота кипѣнія воды = 540 калоріямъ.

мете, что конькобѣжець оказываетъ на ледъ огромное давлєніе. Подъ дѣйствіемъ же давлєнія ледъ таетъ при болѣе низкой температурѣ; если, напр., ледъ имѣетъ температуру— $5^{\circ}$ , а давлєніе коньковъ достаточно понизило точку плавлєнія льда, лежащаго подъ коньками, то эти части льда будутъ таять. Что же получается? Теперь между полозьями коньковъ и льдомъ находится тонкій слой воды, —неудивительно, что конькобѣжець скользитъ. А какъ только онъ перемѣститъ ноги въ другое мѣсто, тамъ произойдетъ то же самое. Всюду подъ ногами конькобѣжца ледъ превращается въ тонкій слой воды, такъ что, строго говоря, онъ скользитъ не по льду, а по водѣ. Въ большіе морозы, когда температура льда настолько понижается, что даже усиленное давлєніе недостаточно, чтобы заставить его таять,—тогда и кататься на конькахъ бываетъ трудно. Это знаетъ всякій конькобѣжець. Знаменитый полярный путешественникъ Хансенъ рассказываетъ, что въ Гренландіи ледъ совсѣмъ не скользокъ; оно и вполнѣ понятно, если вспомнить, какіе морозы стоятъ въ этой забытой Богомъ землѣ.

Теперь мы можемъ вернуться къ тому вопросу, который поставленъ въ заголовкѣ. Мы знаемъ, что одинъ и тотъ же грузъ давитъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ на меньшую площадь онъ опирается. Въ какомъ же случаѣ человекъ оказываетъ на опору большее давлєніе—когда онъ стоитъ на зеркально-гладкомъ или шероховатомъ льду?

Ясно, что во второмъ случаѣ: вѣдь, здѣсь онъ опирается лишь на немногіе выступы, бугорки. А чѣмъ больше давлєніе на ледъ, тѣмъ быстрѣе его плавлєніе, и, слѣдовательно, тѣмъ онъ болѣе скользокъ.



## ГЛАВА IX.

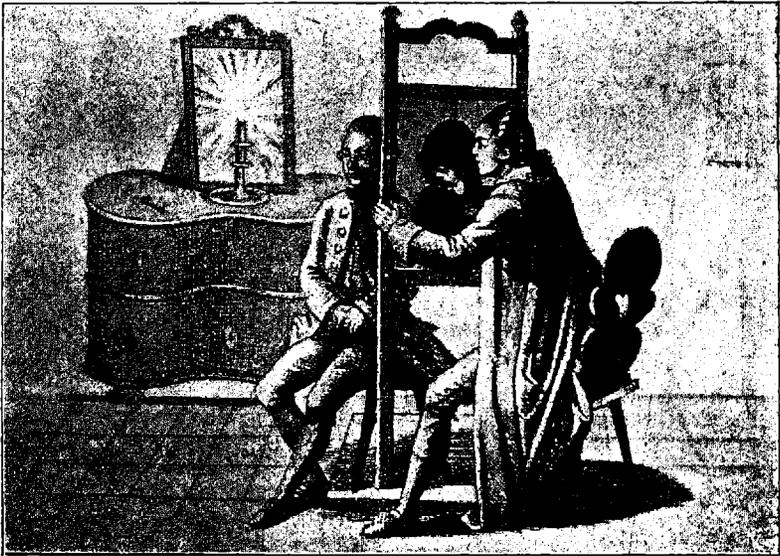
### Распространение свѣта.

---

#### Какую пользу можно извлечь изъ своей тѣни?

Говорятъ, наша тѣнь—бесполезнѣйшая вещь въ мірѣ. Какую, въ самомъ дѣлѣ, пользу можемъ мы извлечь изъ нашей тѣни, которую, къ тому жг, и поймать нельзя?

Рис. 87.



Какъ наши прадѣды рисовали силуэты.—(Со старинной гравюры).

Однако, наши прадеды умѣли ловить свои тѣни и извлекать изъ нихъ нѣкоторую пользу.

Мы говоримъ о рисованіи силуэтовъ,—тѣневыхъ изображеніяхъ профиля.

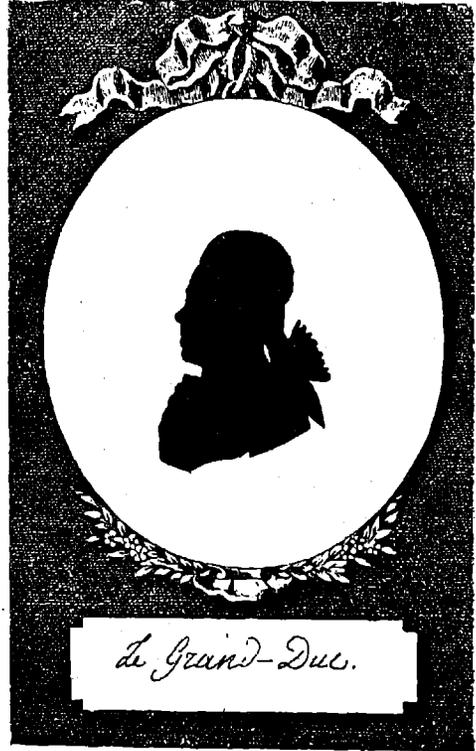
Въ нашъ вѣкъ, благодаря фотографіи, всякій имѣетъ возможность получить свой портретъ или запечатлѣть черты доро-

Рис. 88.



Шиллеръ.

Рис. 89.



Наслѣдникъ Цесаревичъ Павелъ Петровичъ.

гихъ ему людей. Наши прадеды въ XVIII вѣкѣ не были такъ счастливы: портреты, заказываемые художникамъ, стоили большихъ денегъ и были доступны лишь немногимъ. Но у нихъ зато весьма распространены были силуэты; до известной степени они замѣняли имъ наши современные фотографіи. Это—какъ бы пойманныя и закрѣпленные тѣни. Силуэты получались

механическимъ путемъ и въ этомъ отношеніи напоминаютъ столь противоположную имъ свѣтопись. Мы пользуемся свѣтомъ, предки наши пользовались, напротивъ, тѣнью.

Рис. 90.



Императоръ Вильгельмъ II.

Рис. 91.



Станиславъ Понятовскій.

Какъ именно производилось зарисовываніе силуэтовъ, видно изъ прилагаемаго рисунка 87-го. Тотъ, съ котораго дѣлался силуэтъ, садился между свѣчей (для усиленія яркости поставленной

Рис. 92.



Вольфгангъ Гете.

передъ зеркаломъ) и натянутой на раму прозрачной бумагой. Голова поворачивалась такъ, чтобы тѣнь давала характерный, выразительный профиль — и тогда ея очертанія обводились карандашомъ. Затѣмъ контуръ заливался тушью и наклеивался на бѣлую бумагу: силуэтъ готовъ. При желаніи, его уменьшали съ помощью пантографа.

Вы легко можете сами, не будучи вовсе хорошимъ рисовальщикомъ, пригото- вить силуэты вашихъ зна- комыхъ. Для этого ничего не надо, кромѣ терпѣнія и любви къ дѣлу. Не думай- те, что простой черный абрисъ не можетъ дать представленія о характер- ныхъ чертахъ оригинала. Напротивъ, удачно изго- товленный силуэтъ отли- чается иногда поразитель- нымъ сходствомъ съ ори- гиналомъ.

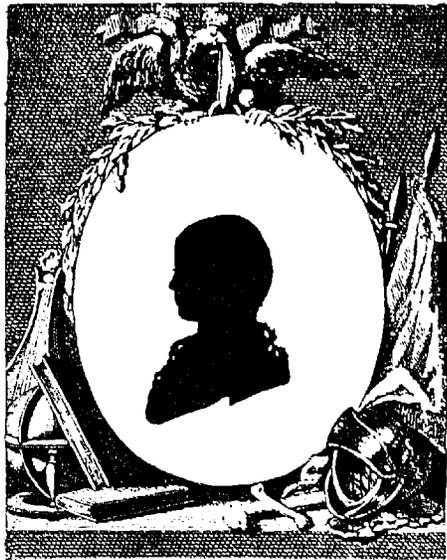
Эта особенность тѣне- выхъ изображеній — при простотѣ контуровъ давать

Рис. 94.



Императрица Екатерина Вторая.

Рис. 93.



Великій Князь Александръ Павловичъ.

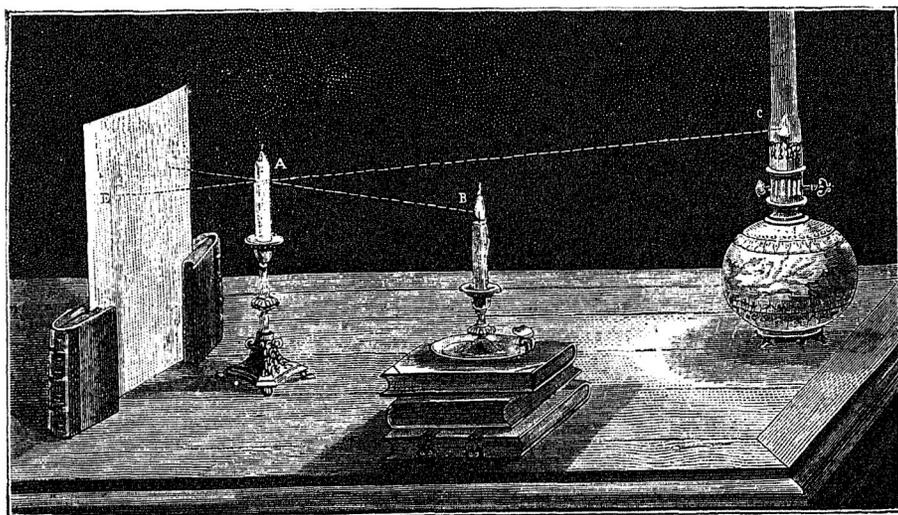
сходство съ оригиналомъ — заинтересовало нѣкото- рыхъ художниковъ, кото- рые стали рисовать въ такомъ родѣ цѣлыя сцены, ландшафты и т. п. Въ па- рижскихъ салонахъ сере- дины XVIII вѣка рисованіе силуэтовъ стало моднымъ занятіемъ, увлекшимъ все аристократическое обще- ство. Оттуда мода на си- луэты перешли сначала въ Берлинъ, а потомъ и къ намъ, въ Петербургъ: еще до сей поры сохранились два альбома съ 200 чер- ными профилями знатнѣй- шихъ особъ двора Екате- рины Великой. Вообще, си-

луэтъ, какъ и все въ мірѣ, имѣетъ свою исторію, которой мы здѣсь касаться не станемъ. Скажемъ только, что рисованіе силуэтовъ превратилось мало-по-малу въ особое искусство, создало цѣлую школу художниковъ; таковы, напримѣръ, у насъ, въ Россіи, Елизавета Бемъ, а за границей — нѣмецкій художникъ Коневка.

### Какъ измѣрить силу свѣта съ помощью тѣни?

Какъ ни странно, но для измѣренія силы свѣта можно пользоваться тѣнью,—т. е. тѣмъ, что противоположно свѣту. Впрочемъ, здѣсь имѣютъ дѣло съ освѣщенною, а не абсолютною

Рис. 95.



При помощи тѣни можно измѣрить силу свѣта.

тѣнью. Освѣщенная тѣнь... Опять какъ будто соединеніе противоположностей! Казалось бы, если тѣнь освѣщена, то это уже не тѣнь. Однако, мы въ дѣйствительности гораздо чаще имѣемъ дѣло именно съ такими освѣщенными тѣнями. Здѣсь нѣтъ никакого противорѣчія: тѣнь только менѣ освѣщена, чѣмъ окружающее ее пространство, и этого достаточно, чтобы она казалась намъ тѣнью.

Итакъ, пусть требуется узнать, во сколько разъ ваша рабочая лампа ярче обыкновенной свѣчи. Чтобы произвести сравненіе, вы располагаете оба источника свѣта передъ экраномъ такъ, какъ показано на рисункѣ 95-мъ. У экрана ставите незажженную свѣчу или какой-нибудь другой предметъ, который и бросаетъ на поверхность экрана двѣ тѣни. Одна будетъ освѣщена свѣтомъ лампы, другая—свѣтомъ зажженной свѣчи. Лампу вы отодвигаете подальше, до тѣхъ поръ, пока обѣ тѣни достигнутъ одинаковой густоты, другими словами—будутъ одинаково освѣщены. Если лампа при этомъ вчетверо дальше отъ экрана, нежели свѣча (зажженная), то это значитъ, что свѣтъ ея ярче свѣчи въ  $4 \times 4 = 16$  разъ (свѣтъ убываетъ обратно пропорціонально квадрату разстоянія).

### Когда черный бархатъ свѣтлѣе снѣга?

Не думайте, что у васъ есть возможность непосредственно, безъ всякихъ приспособленій, сравнивать силу свѣта разныхъ источниковъ. Полагаться на непосредственное впечатлѣніе въ этомъ отношеніи нельзя. Знаете ли вы, что бѣлый снѣгъ въ свѣтлую лунную ночь темнѣе чернаго бархата, освѣщеннаго солнцемъ? Это кажется невѣроятнымъ, а между тѣмъ, таковы результаты точныхъ измѣреній при помощи фотометровъ.

Вообще, мы не имѣемъ вполнѣ правильнаго представленія о силѣ солнечнаго свѣта. Мы, напримѣръ, и не подозреваемъ, что днемъ въ такъ называемыхъ темныхъ углахъ комнаты нерѣдко бываетъ все-таки свѣтлѣе, чѣмъ въ свѣтлыхъ частяхъ той же комнаты вечеромъ при лампѣ.

### Скорость свѣта.

„Свѣтъ распространяется со скоростью 280.000 верстъ въ секунду“. Это положеніе, конечно, извѣстно всякому, кто хоть немного знакомъ съ начатками физики. Однако, мало кто подозреваетъ, какія неожиданныя, изумительныя, почти чудесныя слѣдствія можно вывести изъ столь простаго факта. На нихъ впервые указалъ знаменитый французскій астрономъ К. Фламаріонъ; въ своемъ сочиненіи „По волнамъ безконечности“

онъ изложилъ ихъ въ формѣ бесѣды между ученымъ Кверенсомъ и духомъ его учителя Люмена, умершаго въ 1864-мъ году и рассказывающаго ученику о томъ, что онъ пережилъ послѣ смерти. Эту бесѣду мы и приводимъ ниже въ сжатомъ извлеченіи <sup>1)</sup>).

## ПО ВОЛНАМЪ БЕЗКОНЕЧНОСТИ.

### Очевидецъ прошлаго.

ЛЮМЕНЪ. — Не могу объяснить, какая сила заставила меня мчаться съ непостижимой быстротой въ небесномъ пространствѣ. Вскорѣ я замѣтилъ, что приближаюсь къ великолѣльному солнцу, сіяющему чисто бѣлымъ свѣтомъ. Солнце это было окружено множествомъ планетъ, изъ которыхъ каждая была охвачена однимъ или нѣсколькими кольцами. Подъ вліяніемъ той же таинственной силы, я очутился на одномъ изъ этихъ колецъ.

Я остановилъ свое вниманіе преимущественно на маленькомъ земномъ шарѣ, возлѣ котораго я узналъ луну. Вскорѣ я замѣтилъ бѣлые снѣга сѣвернаго полюса, желтый треугольникъ Африки, общее очертаніе океана. Затѣмъ я сталъ послѣдовательно различать на краю лазури океана какой-то фестонъ темно-бурого цвѣта. При дальнѣйшемъ изслѣдованіи передо мной выступилъ посреди его городъ. Безъ труда узналъ я, что этотъ клочокъ материка—Франція, а видимый мною городъ—Парижъ. Бульвары опоясывали городъ, и вся эта картина освѣщалась яркимъ солнцемъ,—но, къ моему удивленію, холмы были покрыты снѣгомъ, какъ будто въ январѣ мѣсяцѣ, между тѣмъ какъ я оставилъ землю въ октябрѣ. Я остановилъ взоръ свой на обсерваторіи. Каково же было мое удивленіе, когда, вглядываясь пристальнѣе, я замѣтилъ, что аллея, которая вела къ обсерваторіи, уже не существуетъ, и что тамъ разбиты какіе-то маленькіе садики! Продолжая изслѣдованія, я все болѣе убѣждался въ томъ, что Парижъ сильно измѣнился. Однако, свыкаясь постепенно съ видомъ города, я сталъ узнавать кварталы, улицы и зданія такими,

<sup>1)</sup> По переводу В. Ранцева. Заголовки отрывкамъ даны составителемъ.

какими они были во время моей молодости. Вскорѣ я окончательно убѣдился, что видѣлъ передъ собою не новый Парижъ, какимъ онъ могъ сдѣлаться послѣ моей смерти, а старый, — какимъ онъ былъ въ началѣ XIX или въ концѣ XVIII столѣтія. Съ напряженнымъ вниманіемъ продолжалъ я свои наблюденія. Посреди площади Согласія я увидѣлъ эшафотъ, окруженный грознымъ отрядомъ войска. Телѣга, возница которой былъ одѣтъ въ красное, увозила останки Людовика XVI; многіе были обезглавлены, и тачки съ трепетавшими тѣлами двигались по направленію къ предмѣстью Сень-Оноре. Чернь словно опьянѣла отъ крови. Конные солдаты съ саблями наголо медленно развѣзжали въ толпѣ...

Мнѣ было крайне интересно прослѣдить собственными глазами великую драму 1793 года,—драму, о которой такъ много говорится въ исторіи. Тѣмъ не менѣе, желаніе это блѣднѣло передъ сознаніемъ того, что я въ 1864 году вижу передъ собой въ настоящемъ происшествіи, случившіяся въ концѣ минувшаго столѣтія.

**КВЕРЕНСЪ.**—Можетъ быть, это было созданіе взволнованнаго воображенія или воскресшее въ вашемъ умѣ воспоминаніе? Увѣрены ли вы, что передъ вами была дѣйствительность, а не странная игра памяти?

**ЛЮМЕНЪ.**—Я думалъ сначала то же самое. Однако, очевидность того, что предо мною Парижъ 21 января 1793 года, была до такой степени осязательна, что я не могъ болѣе сомнѣваться. Убѣдившись въ этомъ, я тотчасъ же пришелъ къ заключенію, что фактъ этотъ не можетъ итти въ разрѣзъ съ наукой. Я обратился къ физикѣ, которая должна была дать мнѣ разъясненіе загадки.

**КВЕРЕНСЪ.**—Какъ? Вы утверждаете, что фактъ представлявшагося вамъ видѣнія принадлежитъ къ области дѣйствительности?

**ЛЮМЕНЪ.**—Разумѣется. Его даже можно доказать самымъ положительнымъ образомъ. Я сейчасъ приведу вамъ его объясненіе. Прежде всего я обратилъ вниманіе на положеніе Земли. Я опредѣлилъ, что точка, гдѣ виднѣлась группа Солнца Земли и прочихъ планетъ, соответствовала семнадцатому часу и отстояла на 44 градуса отъ южнаго полюса. Эти данныя помогли мнѣ узнать звѣзду, въ системѣ которой я находился.

Этой звѣздой могла быть единственно лишь Альфа Возничаго, называемая также Капеллой. Я былъ на одной изъ планетъ, принадлежащихъ къ системѣ этой звѣзды. Я могъ вспомнить разстояніе, отдѣляющее эту звѣзду отъ Земли: оно составляло 638 билліоновъ 900 милліардовъ верстъ.

Теперь прошу васъ сосредоточить вниманіе на весьма важномъ обстоятельствѣ, на которомъ основывается объясненіе одного изъ самыхъ странныхъ фактовъ дѣйствительности. Извѣстно, что свѣтъ движется въ пространствѣ не мгновенно, а лишь послѣдовательно. Онъ проходитъ въ секунду 280.000 верстъ. Зная разстояніе, въ которомъ находится отъ насъ Капелла, нетрудно вычислить, въ какое время пробѣжитъ его свѣтъ. Сдѣлавъ это вычисленіе, мы убѣдимся, что свѣтовой лучъ, исходящій отъ Капеллы, достигнетъ Земли не ранѣе какъ черезъ 71 годъ 8 мѣсяцевъ и 24 дня. Понятно, что и лучъ, исходящій отъ Земли, употребитъ какъ разъ такое же время, чтобы достигнуть Капеллы.

**КВЕРЕНСЪ.**—Но если свѣтъ этой звѣзды доходитъ до насъ почти черезъ 72 года, то, значитъ, мы видимъ это свѣтило въ томъ положеніи, въ какомъ оно находилось 72 года тому назадъ?

**ЛЮМЕНЪ.**—Вы какъ нельзя лучше поняли меня. Ни одного небеснаго тѣла не видимъ мы такимъ, каково оно въ дѣйствительности. Напротивъ того, всякое тѣло представляется такимъ, какимъ оно было, когда исходилъ отъ него лучъ свѣта, достигшій нашего глаза въ моментъ наблюденія. Поэтому мы видимъ историческую картину минувшаго состоянія неба, а не то положеніе, въ которомъ оно находится въ настоящее время. Есть такія звѣзды, которыя не существуютъ уже въ продолженіе десятковъ тысячъ лѣтъ, между тѣмъ какъ мы все еще ихъ видимъ, потому что лучъ, достигающій до насъ лишь въ настоящее время, отправился со звѣзды задолго до ея разрушенія. Если бы видимыя нами небесныя тѣла были сегодня разрушены вслѣдствіе какой-либо катастрофы, мы все еще продолжали бы ихъ видѣть не только на другой день, или въ продолженіе всего слѣдующаго года, но въ теченіе еще многихъ столѣтій,—за исключеніемъ лишь самыхъ близкихъ отъ насъ звѣздъ, которыя угасли бы немедленно послѣ того, какъ послѣдній ихъ лучъ достигъ до Земли. Альфа Центавра угасла

бы первая, черезъ три года и восемь мѣсяцевъ; Сиріусъ исчезъ бы черезъ десять лѣтъ, и т. п.

Теперь, мой другъ, легко примѣнить эти теоріи къ разъясненію страннаго факта, очевидцемъ котораго я былъ. Вѣдь, если съ Земли Капелла кажется такою, какова она была семьдесятъ два года тому назадъ, то, наоборотъ—съ Капеллы Земля видна въ томъ положеніи, въ какомъ она находилась за семьдесятъ два года до наблюденія! Конечно, съ перваго взгляда кажется невѣроятной возможность для насъ, удаляясь въ пространство, сдѣлаться очевидцами событій давно-минувшихъ вѣковъ и, такъ сказать, подыматься вверхъ противъ теченія по рѣкѣ прошедшаго: но все же это не производитъ такого подавляющаго впечатлѣнія, какъ то, что я сейчасъ сообщу,—если только вамъ желательно будетъ слушать продолженіе моего разсказа.

**КВЕРЕНСЪ.**—Продолжайте, я горю нетерпѣніемъ васъ слушать.

### Десятилѣтія протекаютъ въ одинъ часъ.

**ЛЮМЕНЪ.**—Отвернувшись отъ кровавыхъ сценъ, совершавшихся на площади, я почувствовалъ, что мое вниманіе инстинктивно привлекается къ одному зданію въ старинномъ стилѣ. Передъ боковою его дверью я замѣтилъ группу изъ пяти человекъ. Я узналъ между ними моего отца, но такимъ, какимъ я его никогда не видалъ; узналъ я также мою мать, бывшую моложе отца, и одного изъ двоюродныхъ братьевъ, который умеръ сорокъ лѣтъ тому назадъ въ одинъ годъ съ отцомъ. Не могу описать, насколько сильно я былъ пораженъ удивленіемъ. Въ глазахъ у меня какъ бы помутилось, и я пересталъ различать предметы, словно облако застило отъ меня Парижъ. Съ минуту казалось, что меня увлекаетъ какой-то вихрь. Впрочемъ, я не имѣлъ тогда опредѣленнаго представленія о времени. Когда я снова сталъ ясно различать предметы, то замѣтилъ толпу дѣтей, бѣгущихъ по площади Пантеона. Это были ученики, вѣроятно, шедшіе изъ школы, такъ какъ они несли съ собой книги и тетради. Двое изъ нихъ привлекали къ себѣ мое вниманіе; они, казалось, вели между собой жаркій споръ, который грозилъ окончиться дракой.

Третій приблизился, чтобы разнять ихъ, но его оттолкнули такъ, что онъ повалился наземь...

Въ ту же минуту къ упавшему ребенку подбѣжала женщина. Женщина эта была моя мать... Въ продолженіе моей семидесятилѣтней жизни мнѣ приходилось испытывать много неожиданнаго, но никогда еще не чувствовалъ я такого волненія, какое испытывалъ, когда узналъ въ этомъ ребенкѣ—самого себя!

КВЕРЕНСЪ.—Какъ? Вы узнали въ немъ самого себя?

ЛЮМЕНЪ.—Вы можете себѣ представить, какъ я былъ пораженъ этимъ обстоятельствомъ. Въ особенности смущало меня слѣдующее соображеніе. Дитя это, очевидно, я самъ. Оно видимо существуетъ, растетъ и должно еще прожить шестьдесятъ шесть лѣтъ. Съ другой стороны, я нахожусь здѣсь, имѣя семьдесятъ два года отъ роду,—я, который все это вижу и передумываю. Итакъ, я нахожусь въ двухъ видахъ: тамъ, на Землѣ, и здѣсь, въ пространствѣ. Одна и та же собственная моя душа, чувствующая себя единой и нераздѣльною, находится въ обоихъ этихъ существахъ. Какая странная дѣйствительность!

Что же остается мнѣ прибавить къ этому разсказу? Последовательно шли передо мною всѣ годы, проведенные мною въ Парижѣ. Я видѣлъ, какъ я поступилъ въ университетъ и выдержалъ первый мой экзаменъ почти въ то же самое время, когда Первый Консулъ увѣнчанъ былъ короной императора. Я увидалъ себя на выпускномъ экзаменѣ въ Политехнической школѣ. Мнѣ пришлось вновь присутствовать при битвѣ у Монмартрскихъ холмовъ, видѣть вступленіе побѣдоносныхъ войскъ въ столицу Франціи и паденіе Вандомской статуи, которую влачили съ радостными криками по улицамъ.

Такимъ образомъ проходили передо мною годъ за годомъ. Я видѣлъ себя во время женитьбы, путешествій, ученыхъ занятій и т. д. Въстѣ съ тѣмъ я присутствовалъ при последовательной смѣнѣ картинъ современной исторіи.

КВЕРЕНСЪ. Что же, эти событія быстро проходили передъ вашими глазами?

ЛЮМЕНЪ.—Я не имѣлъ возможности съ точностью опредѣлять время, но, во всякомъ случаѣ, эта панорама промелькнула передо мной менѣе, чѣмъ въ сутки.

КВЕРЕНСЬ.—Въ такомъ случаѣ я ничего не понимаю! Для свѣта, безспорно, необходимо нѣкоторое время, чтобы пробѣжать пространство, отдѣляющее его отъ наблюдателя; не мудрено, что дѣйствительныя происшествія видны позже того момента, въ который они совершались. Тѣмъ не менѣе, если вы видѣли передъ собою происшествія всѣхъ 72 лѣтъ вашей жизни, то вы должны были употребить на это тоже 72 года, а не нѣсколько часовъ. Если вы увидѣли 1793-й годъ только въ 1864-мъ году, то 1764-й годъ вы могли увидѣть лишь въ 1936 году.

ЛЮМЕНЬ.—Возраженіе ваше основательно и доказываетъ, что вы вполне усвоили теорію факта. Но я сейчасъ объясню, отчего мнѣ вовсе не нужно было ждать еще 72 года для того, чтобы прослѣдить всѣ происшествія моей жизни.

Продолжая слѣдить за моимъ существованіемъ, я пришелъ къ послѣднимъ годамъ. Я увидѣлъ друзей, съ которыми сошелся за послѣднее время, въ томъ числѣ также и васъ. Я увидѣлъ также свою дочь, ея дѣтей, мое семейство и весь кружокъ знакомыхъ. Наконецъ, пришла минута, когда я увидѣлъ себя лежащимъ на смертномъ одрѣ и присутствовалъ въ качествѣ зрителя при собственной своей смерти...

Оказалось, что мой духъ, поглощенный созерцаніемъ, позабылъ Капеллу и быстро уносился къ Землѣ. Не могу рассказать, въ силу какого закона душа можетъ такъ быстро переноситься съ одного мѣста на другое,—но я вернулся на Землю и проникъ въ свою комнату въ тотъ самый моментъ, когда меня собирались хоронить. Такъ какъ въ этомъ обратномъ путешествіи я шелъ навстрѣчу свѣтовымъ лучамъ, то разстояніе, отдѣлявшее меня отъ Земли, безпрестанно уменьшалось. Свѣтовые лучи, исходившіе отъ Земли, должны были пробѣгать до меня все меньшее и меньшее пространство, и такимъ образомъ промежутки времени послѣдовательныхъ явленій все болѣе и болѣе сокращались...

Когда входъ въ склепъ былъ заваленъ камнемъ, я сказалъ послѣднее „прости“ бѣдному моему уснувшему тѣлу. Солнце въ то время уже погасло въ пурпурно-золотыхъ своихъ лучахъ. Я увидѣлъ сверкающую Капеллу, которая блистала чистымъ, яркимъ сіяніемъ, я различалъ также и сонмъ вращавшихся около нея небесныхъ тѣлъ.

Тогда я снова позабылъ про Землю и всецѣло поддался очарованію манившей меня Капеллы. Я понесся къ ней съ быстротой, значительно превосходившей скорость свѣта.

### Обратный ходъ всемірной исторіи.

Спустя нѣсколько времени, я захотѣлъ опять взглянуть на Землю и, послѣ внимательнаго изслѣдованія, увидѣлъ полуостровъ, который въ видѣ треугольника сѣроватаго цвѣта врѣзался въ Черное море. На западномъ берегу его я различилъ войска, состоящія изъ земныхъ моихъ братьевъ и умерщвляющія другъ друга съ яростнымъ ожесточеніемъ. Я сталъ размышлять о варварскомъ обычаѣ войны и съ грустью подумалъ, что въ этомъ уголкѣ Крыма пало 800,000 человѣкъ... Затѣмъ облака закрыли отъ меня Европу.

Я находился въ пространствѣ между Капеллой и Землей. Спустя немного, я взглянулъ на Парижъ и былъ весьма удивленъ, видя, что на улицахъ его происходитъ возстаніе. Всматриваясь внимательнѣе, я различилъ баррикады, построенныя на улицахъ. Здѣсь шла дѣятельная перестрѣлка. Взоръ мой обратился къ одной баррикадѣ—и я увидѣлъ тамъ распростертымъ на землѣ архіепископа Дениса Аугуста Аффра, съ которымъ я былъ знакомъ. Передо мною, слѣдовательно, были іюльскіе дни 1848 года! Мой разумъ тщетно старался пріискать объясненіе того, какимъ образомъ могло случиться, что я видѣлъ событія 1848 года послѣ событій 1854 года. Затѣмъ мой взоръ обратился опять на Землю, и я замѣтилъ, что на главной площади города Ліона происходила раздача трехцвѣтныхъ знаменъ. Я безъ труда узналъ молодого герцога Орлеанскаго и вспомнилъ, что послѣ восшествія на престолъ Людовика Филиппа, принцъ былъ посланъ въ Ліонъ.

Было очевидно, что послѣ 1854 и 1848 годовъ я имѣлъ передъ глазами фактъ, происшедшій въ 1831 году!

Немного позже я увидѣлъ Парижъ въ день торжественнаго праздника. Толстый краснощекій король проѣзжалъ въ великолѣпной коляскѣ черезъ Новый мостъ. Стояла чудная погода. Молодые дѣвушки, одѣтыя въ бѣлыя платья, стояли на тротуарахъ моста. Странныя животныя бѣгали надъ Парижемъ. Это было, очевидно, возвращеніе Бурбоновъ во Францію: я

вспомнилъ, что тогда пущено было на воздухъ множество аэростатовъ, которымъ были приданы формы различныхъ животныхъ. Съ высоты, на которой я находился, казалось, будто животныя эти неловко бѣгали по крышамъ.

Я понималъ возможность видѣть давно минувшее событіе— но видѣть событія въ обратномъ порядкѣ казалось мнѣ черезчуръ фантастическимъ. Между тѣмъ, факты были передъ глазами, и я старался отыскать гипотезу, которая могла бы дать имъ хоть какое-нибудь объясненіе. Принимая въ соображеніе безчисленное множество звѣздъ и планетъ, можно задать вопросомъ: какова вѣроятность существованія въ пространствѣ небеснаго тѣла, совершенно подобнаго Землѣ? Затѣмъ я сталъ соображать, не можетъ ли существовать міръ, совершенно обратный Землѣ. Въ концѣ концовъ, я рѣшилъ, что вижу передъ собою не Землю, но другое, подобное ей тѣло, исторія котораго протекала какъ разъ въ обратномъ порядкѣ.

Предо мною былъ совершенно особый міръ, который не имѣлъ ничего общаго съ Землею, но тѣмъ болѣе интересный, что его исторія представляла картины земной исторіи въ обратномъ порядкѣ.

Общій видъ разсматриваемой мной планеты тѣмъ временемъ значительно измѣнился. Парижъ, Ліонъ, Марсель и Гавръ до чрезвычайности перемѣнились. Населеніе въ нихъ значительно уменьшилось, и всѣ они стали гораздо менѣ шумными. Зато Версаль достигъ какъ-будто апогея своего величія. Предо мною, повторяю, развертывалась вся исторія Франціи, хотя и въ обратной послѣдовательности событій. Послѣ республики наступило самодержавіе, а затѣмъ эпоха феодализма. На террасѣ Бастиліи я увидѣлъ Людовика XI. Я узналъ его по статуэткамъ святыхъ, украшавшимъ его шляпу, и по его неразлучнымъ спутникамъ—палачу и брадобрею. Нѣсколько позже, взглянувъ на площадь въ городѣ Руанѣ, я замѣтилъ тамъ густой дымъ и увидѣлъ пламя, пожирающее Орлеанскую Дѣву.

Зная, что здѣсь все совершается въ обратномъ порядкѣ, чѣмъ на Землѣ, я предугадывалъ, какое событіе предстоитъ мнѣ увидѣть. Послѣ того, какъ я видѣлъ Людовика Святого, умирающаго неподалеку отъ Туниса, я не удивился уже, что мнѣ пришлось быть сперва свидѣтелемъ Восьмого крестоваго

похода, а затѣмъ увидѣть Третій крестовый походъ, гдѣ я узналъ Фридриха Барбароссу по его бородѣ. Послѣ того я присутствовалъ при Первомъ крестовомъ походѣ. Такимъ образомъ я былъ очевидцемъ событій древнѣйшихъ временъ исторіи Франціи. Парижа болѣе не существовало, а воды Сены мирно струились мимо береговъ, поросшихъ травой и ивами.

Я замѣтилъ, что въ то время центръ цивилизаціи перемѣстился на югъ. Я увидѣлъ Римъ императорскихъ временъ, во всемъ его величіи. Позже пришлось мнѣ быть свидѣтелемъ грандіознаго изверженія Везувія, которое засыпало Геркуланъ и Помпею. Затѣмъ я увидѣлъ Римъ, охваченный пламенемъ, и хотя не могъ различить Нерона на террасѣ дворца, тѣмъ не менѣе былъ убѣжденъ, что это тотъ самый пожаръ 64-го года, который послужилъ поводомъ къ первому гоненію христіанъ.

Немного позже внезапно моему взору представилась Іудея, въ которой я различилъ Іерусалимъ и гору Голгофу. Иисусъ Христосъ всходилъ на эту гору подъ прикрытіемъ отряда солдатъ, за которымъ слѣдовала толпа черни. Это было зрѣлище, которое никогда не изгладится изъ моей памяти...

Возвратившись опять къ Риму, я увидѣлъ трупъ Юлія Цезаря на кострѣ. Послѣ временъ Цезаря предо мною предсталъ періодъ консуловъ, а затѣмъ царей Лаціума. Затѣмъ мнѣ представилось вторженіе эѳіоповъ въ Египетъ, олигархическая республика Коринѳа, восьмая олимпіада Греціи и пророкъ Исаія, проповѣдующій въ Іудеѣ. Я видѣлъ, какъ толпы рабовъ строили пирамиды. Передо мною прошелъ длинный рядъ бактріанскихъ и индійскихъ государей... Галлія была покрыта сплошными болотами, и жители ея сильно походили на дикарей, населяющихъ острова Океаніи. Передо мною былъ каменный вѣкъ...

Еще позже я увидѣлъ, что число людей уменьшается, и вмѣстѣ съ тѣмъ владычество надъ природою переходитъ къ какой-то крупной породѣ обезьянъ, къ медвѣдямъ, лвамъ, гіенамъ и носорогамъ. Наконецъ, пришло время, когда я не только не могъ разсмотрѣть ни одного человѣка на поверхности этого небеснаго тѣла, но даже не встрѣтилъ нигдѣ и слѣда, что тамъ существовала когда-то человѣческая раса. Все исчезло. Землетрясенія, изверженія вулкановъ, потопаы

господствовали на поверхности планеты и не допускали возможности присутствия человека посреди этого хаоса. Объемъ Земли увеличился, а скорость вращения уменьшилась. Таинственный міръ походилъ на огромный шаръ изъ расплавленного металла, окруженный металлическими-же парами. Солнце, которое прежде освѣщало его, теперь уже не превосходило его блескомъ и само начало увеличиваться въ объемъ, такъ что для меня стало ясно, что планета должна будетъ закончить свое существованіе тѣмъ, что сольется съ солнечной атмосферой.

Быть очевидцемъ кончины міра удается довольно рѣдко. Мысль эта привела меня въ такой экстазъ, что я не могъ удержаться, чтобы не воскликнуть: „Такъ вотъ онъ, конецъ міра! Вотъ судьба, предназначенная всему несмѣтному множеству обитаемыхъ міровъ“. — „Это не конецъ, — возразилъ мнѣ какой-то внутренній голосъ, — а начало, начало Земли. Ты видѣлъ передъ собою всю исторію Земли, постоянно удаляясь отъ этой планеты съ быстротой, превосходящей скорость свѣта“...

Сознаніе это не произвело на меня такого поражающаго впечатлѣнія, какъ первый эпизодъ моей внѣземной жизни. Освоюсь съ удивительнымъ дѣйствіемъ законовъ свѣта, я былъ готовъ ко всякимъ случайностямъ. Притомъ же, нѣкоторыя подробности событій заставили меня давно уже смутно подозревать нѣчто подобное. Я нарочно умалчивалъ о нихъ, чтобы не нарушилось единство повѣствованія, а между тѣмъ, подробности эти несравненно болѣе странны, чѣмъ даже вся обратная послѣдовательность событій сама по себѣ.

### Сраженіе навыворотъ.

Одно изъ нихъ касается сраженія при Ватерлоо. Какъ только я различилъ Ватерлооское поле сраженія, то прежде всего замѣтилъ груды распростертыхъ на землѣ труповъ, зловѣщую жатву смерти. Вдалекѣ сквозь туманъ я увидалъ Наполеона, державшаго подъ уздцы свою лошадь и приближавшагося къ полю битвы, двигаясь задомъ напередъ. Всѣ сопровождавшіе его офицеры пятились подобнымъ же образомъ. Нѣкоторыя орудія открыли уже огонь, такъ какъ по временамъ

сверкали отблески ихъ выстрѣловъ. Освоившись съ мѣстностью, я сталъ замѣчать, что мертвые солдаты начинаютъ оживать и сразу бодро становятся на ноги. Солдаты воскресали иногда цѣлыми рядами, и вскорѣ число ожившихъ стало уже довольно значительнымъ. Мертвые лошади послѣдовали примѣру людей, и на воскресшихъ коняхъ тотчасъ же появлялись всадники. Какъ только двѣ или три тысячи солдатъ возвращались къ жизни, они немедленно устанавливались въ правильные ряды. Обѣ враждебныя арміи, наконецъ, сошлись вмѣстѣ, и сраженіе началось съ остервенѣніемъ. Когда началась битва, то солдаты съ обѣихъ сторонъ стали быстро воскресать. Французы, англичане, пруссаки, нѣмцы, ганноверцы, бельгійцы—сѣрые шинели, синіе, красные, зеленые, бѣлые мундиры встаютъ съ поля смерти и также начинаютъ сражаться. Посреди французской арміи я вижу императора. Его окружалъ батальонъ, построенный въ каре. Императорская гвардія воскресла!

Это было, дѣйствительно, сраженіе при Ватерлоо, но, такъ сказать, загробное Ватерлоо, потому что значительная часть сражающихся только что воскресла изъ мертвыхъ. Всего страннѣе было то, что чѣмъ ожесточеннѣе и грознѣе разгоралось сраженіе, тѣмъ болѣе увеличивалось число сражающихся. При каждомъ удачномъ пушечномъ выстрѣлѣ куча мертвыхъ немедленно воскресала и тотчасъ же становилась въ ряды. Обѣ непріятельскія арміи въ продолженіе цѣлаго дня громили другъ друга картечью, ядрами, гранатами, пулями, штыками, прикладами, шпагами и саблями, и, наконецъ, когда битва прекратилась,—съ обѣихъ сторонъ не оказалось ни одного мертваго и ни одного раненаго! Разодранные мундиры сами собой пришли въ порядокъ, и войска построились въ колонны. Затѣмъ обѣ арміи медленно удалились одна отъ другой.

### Вверхъ по рѣкѣ времянь.

КВЕРЕНСЪ.—Я не вполне еще понимаю, Люмень, это явленіе и буду вамъ очень благодаренъ, если вы мнѣ объясните его причину.

ЛЮМЕНЪ.—Вы могли бы сами догадаться, такъ какъ вамъ извѣстно, что я удалялся отъ Земли съ быстротою, превышающею скорость свѣта.

Представьте себѣ сначала, что вы удаляетесь отъ Земли со скоростью, равною скорости свѣта. Тогда вы будете постоянно имѣть передъ глазами изображеніе Земли въ томъ видѣ, въ которомъ она находилась въ моментъ еяшаго стравленія. Если бы вы путешествовали такимъ образомъ въ продолженіе тысячи и даже ста тысячъ лѣтъ, все же васъ всегда сопровождало бы то же самое изображеніе; его можно сравнить съ фотографіей, остающейся всегда въ томъ же видѣ, тогда какъ самъ оригиналъ давно уже измѣнился и состарѣлся.

Потрудитесь же теперь предположить, что вы удаляетесь отъ Земли съ быстротой, превышающей скорость свѣта. Что произойдетъ тогда? По мѣрѣ того, какъ вы будете двигаться впередъ, вы будете обгонять лучи свѣта, отправившіеся съ Земли раньше васъ, т. е. будете настигать ежесекундно улетающія въ пространство фотографіи всего, что происходило на земномъ шарѣ. Если вы будете двигаться скорѣе свѣта, то встрѣтите на пути лучи, отправившіеся съ Земли въ предшествовавшіе годы и несущіе съ собой, такъ сказать, фотографическія изображенія, соотвѣтствующія этими предшествовавшимъ годамъ.

Чтобы яснѣе представить себѣ это, обратите вниманіе на нѣсколько свѣтовыхъ лучей, отправившихся съ Земли въ разныя эпохи. Положимъ, что первый лучъ отправился перваго января 1867 года. Въ тотъ моментъ, когда я говорю, лучъ свѣта уже прошелъ нѣкоторое пространство и находится отъ Земли въ пунктѣ, который я обозначу буквой *A*. Второй лучъ отправился съ Земли за сто лѣтъ ранѣе перваго, то-есть перваго января 1767 года; онъ движется далеко впереди перваго луча и, слѣдовательно, находится на еще большемъ разстояніи отъ Земли. Этотъ пунктъ я назову буквой *B*. Третій лучъ, отъ 1 января 1667 года, будетъ еще болѣе впереди, на такомъ же разстояніи отъ второго луча, на какомъ второй лучъ находится отъ перваго. Разстояніе это равно длинѣ пути, пройденнаго свѣтомъ въ теченіе ста лѣтъ. Мѣсто, гдѣ находится въ данный моментъ этотъ лучъ, обозначимъ буквой *C*. Наконецъ, четвертый, пятый и шестой лучъ, отправившіеся послѣдовательно 1 января 1567 года, 1467, 1367 и т. д., будутъ соотвѣтственно находиться въ точкахъ *D*, *E*, *F*. Всѣ эти свѣтовые

лучи, двигаясь съ одинаковой скоростью, сохраняютъ между собою неизмѣнно одно и то же разстояніе и все болѣе удаляются отъ Земли въ безпредѣльное пространство. Изображенія того, что происходило на Землѣ въ моменты ихъ отпращиванія, движутся, такимъ образомъ, въ пространствѣ со скоростью свѣта, какъ бы эшелонами въ равномъ разстояніи другъ отъ друга. Мыслящее духовное существо, проходя постепенно чрезъ точки *A, B, C, D, E*, послѣдовательно встрѣчаетъ тамъ изображенія исторіи Земли въ эпохи, соответствующія этимъ точкамъ. Путешествуя по эфирному пространству со скоростью, превосходящей быстроту свѣта, духъ послѣдовательно встрѣчаетъ изображенія все болѣе и болѣе древнихъ временъ.

Такимъ образомъ, духъ можетъ странствовать по рѣкѣ временъ вверхъ по теченію. Сознаніе возможности подобнаго факта должно озарить для васъ новымъ свѣтомъ представленіе о безпредѣльномъ пространствѣ.

### Такъ ли все это?

Мы привели выше съ возможною полнотою разсужденія К. Фламмаріона. Какъ ни убѣдительны они, однако, если вдуматься въ нихъ поглубже, нельзя согласиться со всѣми выводами французскаго астронома. Въ нихъ вполнѣ вѣрно лишь то, что утверждается относительно наблюдателя неподвижнаго. Но тамъ, гдѣ рѣчь идетъ о наблюдателѣ движущемся, приходится внести довольно существенныя поправки. Читателямъ, прослѣдившимъ за оригинальными разсужденіями и остроумными выводами Фламмаріона, небезынтересно будетъ подвергнуть ихъ критикѣ. Для удобства перечислимъ сначала вкратцѣ, по пунктамъ, то, что Фламмаріонъ утверждаетъ относительно движущагося въ міровомъ пространствѣ наблюдателя, и разсмотримъ каждый пунктъ отдѣльно.

1) Наблюдателю, приближающемуся къ Землѣ, всѣ земныя явленія кажутся ускоренными.

2) Наблюдателю, удаляющемуся отъ Земли со скоростью меньшею, чѣмъ скорость свѣта, всѣ земныя явленія кажутся замедленными.

3) Наблюдателю, удаляющемуся отъ Земли со скоростью, равной скорости свѣта, всѣ земныя явленія представляются въ застывшемъ, неподвижномъ видѣ.

4) Наблюдатель, удаляющійся отъ Земли со скоростью большей, нежели скорость свѣта, видитъ земныя явленія въ порядкѣ, обратномъ тому, въ которомъ они дѣйствительно происходили.

Первые два пункта вѣрны по существу, но невѣрны въ подробностяхъ. Фламмаріонъ нигдѣ не упоминаетъ о томъ, что наблюдатель, несущійся навстрѣчу свѣту, видитъ земные предметы совершенно иначе окрашенными, чѣмъ въ дѣйствительности. Въ самомъ дѣлѣ, цвѣтъ, какъ извѣстно, зависитъ отъ числа свѣтовыхъ волнъ, входящихъ въ нашъ глазъ въ единицу времени. Если наблюдатель несется навстрѣчу свѣтовымъ волнамъ, то ежесекундно онъ встрѣчаетъ несравненно больше волнъ, чѣмъ встрѣтилъ бы, стоя на мѣстѣ. Если бы Люменъ несся къ Землѣ со скоростью равной лишь половинѣ скорости свѣта, онъ встрѣчалъ бы ежесекундно въ полтора раза больше волнъ, нежели оставаясь неподвижнымъ; а это значить, что черная земля казалась бы ему красной, зеленый лугъ—ярко-фіолетовымъ, и т. п. Но Люменъ несся къ Землѣ со скоростью гораздо большею, чѣмъ скорость свѣта, и потому всѣ земные предметы измѣнились бы въ окраскѣ до неузнаваемости..

Что же касается до 3-го пункта, то онъ невѣренъ по существу. Наблюдатель, удаляющійся отъ Земли со скоростью свѣта—вовсе не будетъ видѣть Земли! Здѣсь, вѣдь, важны не абсолютныя скорости свѣта и наблюдателя, а ихъ скорости относительно другъ друга. Если и свѣтъ и наблюдатель движутся съ одинаковой скоростью, то это все равно, какъ если бы и тотъ и другой находились въ покоѣ. Свѣтвыя волны не окажутъ на наблюдателя никакого дѣйствія. Когда мы сидимъ въ вагонѣ движущагося поѣзда, опираясь о его стѣнку, то наша спина испытываетъ съ ея стороны точно такое же давленіе, что и въ спокойно стоящемъ вагонѣ; правда, эта стѣнка несется съ огромною скоростью,—но, вѣдь, и мы несемся съ точно такою же скоростью и, слѣдовательно, относительно нея находимся въ покоѣ.

## Отраженіе безъ зеркала.

Не совсѣмъ вѣренъ и пунктъ 4-й. Наблюдатель, удаляющійся отъ Земли со скоростью большей, чѣмъ скорость свѣта, не можетъ видѣть Земли,—по крайней мѣрѣ въ той сторонѣ, гдѣ она находится. Но онъ можетъ ее увидѣть,—какъ это ни странно,—въ противоположной сторонѣ!

Чтобы пояснить это, приведемъ слѣдующій грубый примѣръ. Представьте себѣ пушку, которая ежесекундно выбрасываетъ по ядру, и вообразите, что эти ядра не падаютъ на Землю, а несутся въ пространство все далѣе и далѣе съ равномерной скоростью. Тогда по нѣкоторой прямой линіи будутъ непрерывно двигаться ядра, отдѣленные другъ отъ друга одинаковыми промежутками. Теперь представьте себѣ, что вы сами несетесь впередъ по этой линіи съ скоростью большей, чѣмъ скорость ядеръ. Развѣ ядра будутъ ударять въ васъ сзади, со стороны пушки? Нѣтъ, они будутъ ударять въ васъ спереди, или вѣрнѣе—вы будете налетать на нихъ, встрѣчая сначала тѣ ядра, которыя выпущены недавно, потомъ тѣ, которыя выпущены ранѣе. Если вы при этомъ не знаете, гдѣ находится пушка, и не чувствуете своего собственного движенія, то вамъ покажется, что ядра налетаютъ на васъ спереди—и вы вообразите, будто тамъ, впереди, находится извергающее ихъ орудіе...

Замѣните теперь ядра—свѣтовыми волнами, а себя—Люменомъ. Вы легко поймете, что Люмень долженъ былъ, при разсматриваемыхъ условіяхъ, видѣть Землю не тамъ, гдѣ она находится, а какъ разъ въ противоположной точкѣ! Происходитъ совершенно необычайное явленіе: отраженіе безъ всякаго зеркала. И такъ какъ Люмень встрѣтитъ сначала тѣ волны, которыя недавно покинули Землю, а затѣмъ тѣ, которыя покинули ее ранѣе,—то земныя явленія предстанутъ предъ нимъ въ обратной послѣдовательности. Фламмаріонъ, значить, правъ относительно обратнаго хода событій, онъ упустилъ только изъ виду, что Земля будетъ видна совсѣмъ не тамъ, гдѣ Люмень ожидалъ ее увидѣть.

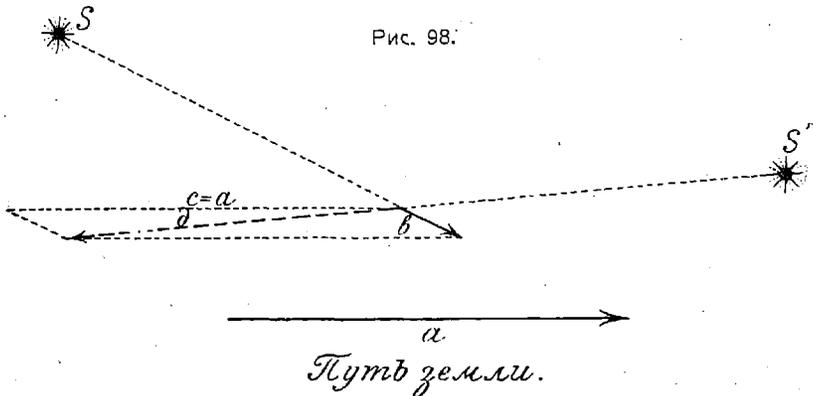
Добавимъ еще, что Люмень увидитъ эти „обратныя“ явленія замедленными, нормальными или ускоренными, въ зависимости отъ того, будетъ ли скорость его движенія меньше,

равна или больше двойной скорости свѣта. При этомъ, въ случаѣ замедленія или ускоренія, будутъ наблюдаться и тѣ измѣненія цвѣтовъ, о которыхъ мы уже упоминали при разборѣ 1-го пункта <sup>1)</sup>).

### Неожиданное сопоставленіе.

Выводъ, что наблюдатель, удаляющійся отъ Земли быстрѣе свѣта, увидитъ ее какъ разъ въ противоположной точкѣ—этотъ выводъ кажется намъ какимъ-то нелѣпымъ и, во всякомъ случаѣ, очень неправдоподобнымъ. Между тѣмъ, по существу, здѣсь нѣтъ ничего новаго: мы уже познакомились съ подобнымъ явленіемъ въ первой главѣ нашей книги, въ томъ мѣстѣ, гдѣ упоминалось объ абераціи свѣта (см. стр. 6-ю).

Вы помните, что вслѣдствіе нашего перемѣщенія въ міровомъ пространствѣ, всѣ звѣзды кажутся намъ не на своихъ



Если бы Земля двигалась быстрѣе свѣта, то звѣзда S казалась бы намъ перемѣщенной въ S'.

мѣстахъ, а немного сдвинутыми впередъ по направленію нашего движенія. Сдвигъ этотъ ничтоженъ только потому, что Земля несется гораздо медленнѣе свѣта. Вообразите же, что существуетъ иное соотношеніе, и что мы съ нашей планетой движемся скорѣе свѣта. Какъ тогда перемѣстятся звѣзды?

<sup>1)</sup> Во всѣхъ предыдущихъ разсужденіяхъ мы не касались вопроса о томъ, возможна ли вообще скорость, превышающая скорость свѣта. Недавно дознано, что такая скорость невозможна (какъ невозможень, на примѣръ, морозъ въ 500 градусовъ).

Пусть стрѣлка  $a$  изображаетъ эту новую скорость Земли, а стрѣлка  $b$ —скорость движенія свѣта, испускаемаго нѣкоторой звѣздой  $S$ , которая лежитъ позади насъ. Чтобы узнать, гдѣ мы, мчащіеся вмѣстѣ съ Землей, увидимъ эту звѣзду, нужно построить параллелограммъ на скоростяхъ  $b$  и  $c$  ( $=a$ ); діагональ  $d$  показываетъ, по какому направленію будутъ намъ казаться приходящими лучи звѣзды. Ясно, что мы увидимъ звѣзду не позади себя, въ точкѣ  $S$ , а впереди себя—въ точкѣ  $S'$ .

Если теперь вы представите себѣ, что уголъ между стрѣлками  $a$  и  $b$  очень близокъ къ нулю, то вы поймете, почему, удаляясь отъ звѣзды быстрее свѣта, мы увидѣли бы ее въ діаметрально противоположной точкѣ.

### Задача о солнечномъ восходѣ.

Нѣкто наблюдалъ восходъ солнца ровно въ 7 часовъ. Въ которомъ часу наблюдалъ бы онъ тотъ же восходъ, если бы свѣтъ распространялся мгновенно?

Зная, что свѣтъ проходитъ отъ солнца до Земли въ 8 минутъ, отвѣчаютъ обыкновенно, что наблюдатель при мгновенномъ распространеніи свѣта увидѣлъ бы восходъ солнца на 8 минутъ ранѣе—т. е. въ 6 ч. 52 минуты.

Однако такое рѣшеніе невѣрно: разстояніе отъ солнца до Земли и скорость свѣта тутъ совершенно не при чемъ.

Восходъ солнца надъ горизонтомъ происходитъ не вслѣдствіе дѣйствительнаго движенія солнца, а вслѣдствіе вращенія земного шара, который повертываетъ въ уже освѣщенное пространство разныя точки своей поверхности. Поэтому наблюдатель и при мгновенномъ распространенія свѣта замѣтилъ бы восходъ солнца въ тотъ же самый физическій моментъ, что и при немгновенномъ распространеніи свѣта,—т. е. ровно въ 7 часовъ.

Если же принять во вниманіе такъ называемую атмосферическую рефракцію, то дѣло измѣнится. Рефракція искривляетъ путь лучей въ воздухѣ и тѣмъ самымъ позволяетъ намъ видѣть восходъ солнца ранѣе его появленія надъ геометрическимъ горизонтомъ.

При мгновенномъ распространеніи свѣта рефракціи не бу-

детъ,—такъ какъ преломленіе обуславливается различіемъ скоростей свѣта въ разныхъ срединахъ. Отсутствіе же рефракціи повлечетъ за собой то, что наблюдатель увидитъ восходъ солнца немного позже, чѣмъ при немгновенномъ распространеніи свѣта; эта разница, въ зависимости отъ широты мѣста наблюденія, температуры воздуха и др. условій, колеблется отъ 2 минутъ до нѣсколькихъ дней и даже болѣе (въ полярныхъ широтахъ).

Такимъ образомъ, получается парадоксъ: при мгновенномъ (т. е. бесконечно быстромъ) распространеніи свѣта мы увидимъ восходъ солнца позднѣе, чѣмъ при немгновенномъ!..



## Г Л А В А X.

### Отраженіе и преломленіе свѣта.

---

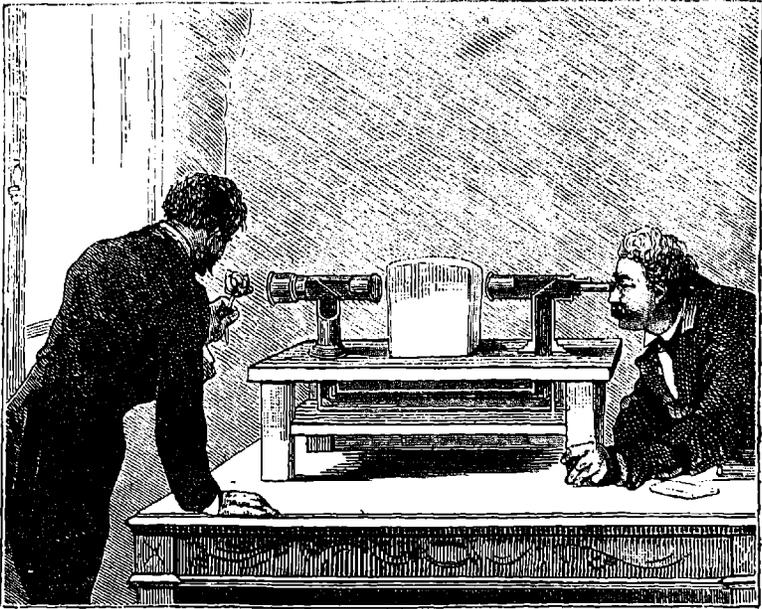
#### Обходный путь свѣтовыхъ лучей.

Пользуясь зеркалами, можно заставить свѣтъ итти не прямо, а по ломанной линіи, обходя непрозрачные предметы. Это свойство свѣта пока не получило примѣненія въ практической жизни,—если не считать игрушекъ и фокусовъ.

Среди дѣтскихъ игрушекъ съ недавняго времени появился въ продажѣ любопытный приборъ, носящій у торговцевъ громкое названіе „аппарата съ лучами Рентгена“. Поводомъ къ такому названію послужило то, что приборъ этотъ даетъ возможность какъ бы видѣть сквозь непрозрачныя тѣла. Устройство игрушки, съ перваго раза способной озадачить самаго догадливаго человѣка, видно изъ нашего рис. 99, изображающаго старинный прототипъ описываемой игрушки — „загадочную трубу“. Четыре зеркала, наклоненныхъ подъ угломъ въ  $45^\circ$ , отражаютъ лучи нѣсколько разъ, ведя ихъ, такъ сказать, въ обходъ непрозрачнаго тѣла.

На томъ же принципѣ основана и другая игрушка, продававшаяся на петербургскихъ балаганахъ четверть вѣка тому назадъ, во время русско-турецкой войны. Это „прозрачный турокъ“: половина трубы прикрѣплена къ груди куклы-турка, а другая къ его спинѣ; искусно скрытая обходная труба съ зеркалами позволяетъ видѣть какъ бы черезъ куклу.

Какъ недавно выяснилось, этотъ принципъ обходной передачи лучей свѣта былъ извѣстенъ еще древнимъ египтянамъ. Одинъ американскій археологъ обратилъ вниманіе на то загадочное обстоятельство, что на стѣнахъ самыхъ темныхъ под-



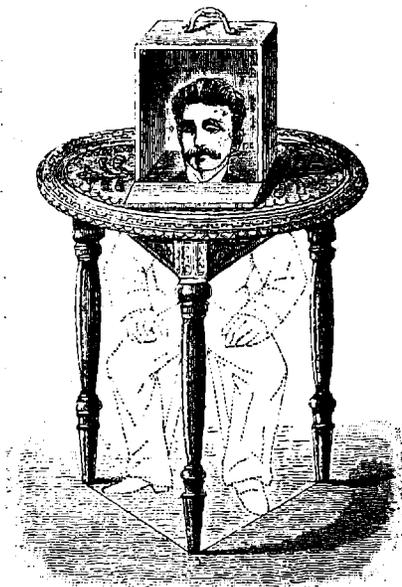
Цветокъ виденъ черезъ непрозрачный камень.

земелій Нильской долины попадаетъ множество древнихъ рисунковъ и барельефовъ, необычайно тонко и тщательно отдѣланныхъ. Исполнить столь деликатную художественную работу при свѣтѣ факеловъ — совершенно не мыслимо. Археологъ былъ такъ пораженъ этимъ обстоятельствомъ, что не могъ подыскать ему сколько-нибудь правдоподобнаго объясненія. Нѣмецкій журналъ „Космосъ“ указалъ, что все это станетъ вполне понятнымъ, если допустить мысль объ употребленіи египтянами системы металлическихъ зеркалъ, наподобіе вышеописанной.

### Говорящая отрубленная голова.

Это чудо еще теперъ показывается въ странствующихъ по провинціи „музеяхъ“ и „паноптикумахъ“. На непосвященнаго оно дѣйствуетъ прямо ошеломляюще: вы видите передъ собой небольшой столикъ съ тарелкой, а на тарелкѣ лежитъ... живая

Рис. 100.



„Говорящая голова въ ящикъ“.

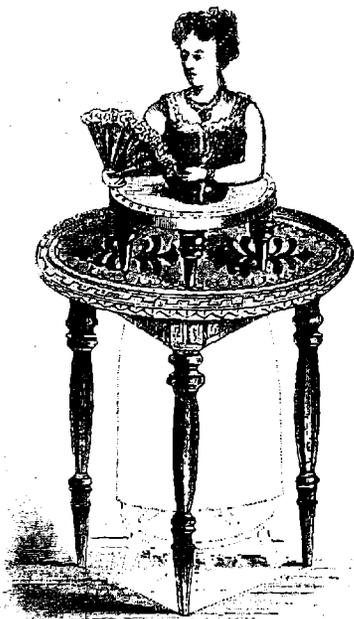
Загадка сразу разъяснится: бумажка отскочить отъ... зеркала! Если она и не долетитъ до стола, то все же вы догадаетесь о существованіи зеркала, такъ какъ увидите въ немъ отраженіе бумажки.

Дѣйствительно, достаточно поставить по зеркалу между ножками стола, чтобы пространство подъ нимъ казалось издали пустымъ,—разумѣется, въ томъ лишь случаѣ, если въ зеркалѣ не отражается обстановка комнаты или публика. Вотъ почему комната должна быть пуста, всѣ стѣны совершенно одинаковы, полъ выкра-

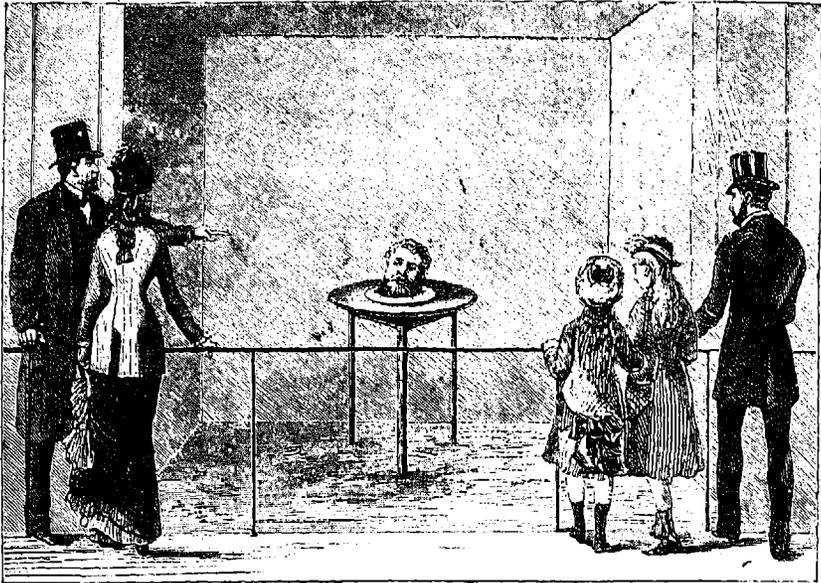
человѣческая голова, которая двигаетъ глазами, ѣсть, говорить. Подъ столикомъ пусто, и спрятаться туловищу положительно негдѣ. Впрочемъ, вплотную къ столу подойти нельзя: васъ отдѣляетъ отъ него низкая перегородка. Но все же, вы ясно видите, что подъ столикомъ ровно ничего нѣтъ.

Если вамъ придется быть свидѣтелемъ такого „чуда“, попробуйте бросить въ пустое мѣсто подъ столикомъ плотно скомканную бумажку.

Рис. 101.



„Живая половина женщины“.



Говорящая голова на тарелкѣ.

шенъ въ однообразный, безъ узоровъ, цвѣтъ, а публика удалена отъ зеркалъ на достаточное разстояніе.

Секретъ до-нельзя простъ, но пока не узнаешь, въ чемъ онъ заключается, прямо теряешься въ догадкахъ.

Иногда фокусъ обставляется еще эффектнѣе. Фокусникъ показываетъ сначала пустой столикъ: ни подъ нимъ, ни надъ нимъ ничего нѣтъ. Затѣмъ приноситъ изъ-за сцены закрытый ящикъ (разумѣется пустой), въ которомъ будто бы и заключается „живая голова безъ туловища“. Этотъ ящикъ фокусникъ ставитъ на столъ, откидываетъ переднюю стѣнку— и изумленной публикѣ представляется говорящая человѣческая голова (см. рис. 100-й). Само собою разумѣется, что въ столешницѣ имѣется откидная доска, закрывающая отверстие, черезъ которое сидящій подъ столомъ просовываетъ свою голову, когда на столъ ставятъ ящикъ.

Столь же незамысловато объясняется нехитрый секретъ и „живой половины женщины“, изображенной у насъ на рис. 101-мъ.

## Женская логика.

Умѣютъ ли дамы обращаться съ зеркаломъ? Казалось бы, имъ ли не умѣть! Законы отраженія свѣта должны бы имъ быть извѣстны лучше, чѣмъ любому физику. А между тѣмъ, обратите вниманіе, какъ онѣ помѣщаютъ лампу, когда хотятъ хорошо разглядѣть себя въ зеркалѣ: онѣ ставятъ лампу, позади себя, чтобы „освѣтить свое отраженіе“, вмѣсто того, чтобы освѣтить самихъ себя! Изъ 100 дамъ 99 поступаютъ такимъ образомъ; но, конечно, наша читательница не изъ ихъ числа.

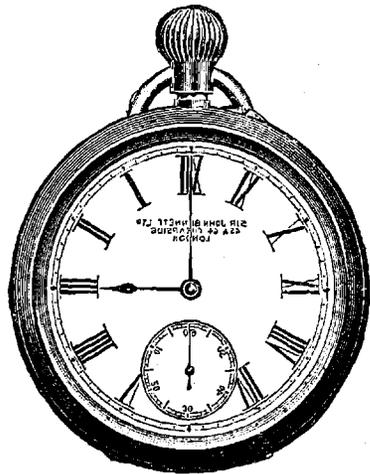
### Кого мы видимъ, глядясь въ зеркало?

„Разумѣется, самихъ себя“—скажетъ всякій:—„вѣдь, наше изображеніе въ зеркалѣ есть точнѣйшая копія насъ самихъ, сходная съ нами во всѣхъ подробностяхъ“.

Однако, не угодно ли полюбоваться на это сходство. У васъ на правой щекѣ родинка,—у вашего двойника правая щека совершенно чистая, зато есть родинка на лѣвой щекѣ,

и у васъ на лѣвой щекѣ и въ поминѣ нѣтъ. Вы зачесываете волосы направо; вашъ визави, словно нарочно, зачесываетъ ихъ налево. У васъ правая бровь выше и гуще лѣвой,—у него, напротивъ, эта бровь ниже и рѣже, нежели лѣвая. Вы носите часы въ правомъ карманѣ жилета, а бумажникъ—въ лѣвомъ карманѣ пиджака; вашъ же зеркальный двойникъ имѣетъ совершенно иныя привычки: его бумажникъ хранится въ правомъ карманѣ пиджака, а часы—въ лѣвомъ жилетномъ. Обратите заодно вниманіе и на его часы; у васъ такихъ никогда еще не бывало: расположеніе и начертаніе

Рис. 103.



Такіе часы носятъ люди, которыхъ мы видимъ въ зеркалѣ.

цифръ необычайное (напр., восемь изображено такъ, какъ его никогда нигдѣ не изображаютъ—IIХ и помѣщено на мѣстѣ двѣнадцати; двѣнадцати же совсѣмъ нѣтъ; послѣ шести слѣдуетъ V, и т. п.); кромѣ того, самое движеніе стрѣлокъ на этихъ часахъ обратно обычному.

Наконецъ, у вашего зеркальнаго двойника есть серіозный органическій недостатокъ, отъ котораго вы, надо думать, свободны: онъ лѣвша. Онъ пишетъ, пьетъ, ѣстъ лѣвой рукой, и если бы вы вздумали съ нимъ поздороваться за руку, онъ протянулъ бы вамъ лѣвую руку.

Вы видите, что вашъ паспортъ совсѣмъ не отвѣчаетъ примѣтамъ вашего двойника.

Трудно сказать, грамотенъ ли вашъ двойникъ. Если и грамотенъ, то какъ-то по особенному, по своему. Вамъ едва ли удастся прочесть хоть одну строку изъ той книги, которую онъ держитъ въ рукѣ, или хоть одно слово изъ тѣхъ, которыя онъ выводитъ своей лѣвой рукой.

И этотъ-то человѣкъ претендуетъ на полное сходство съ вами! Да вѣдь первый встрѣчный, пожалуй, имѣетъ съ вами больше сходства, чѣмъ этотъ лѣвша, поступающій во всемъ наперекоръ вамъ. А вы были такъ наивны, что по этому самозванцу судили о внѣшнемъ видѣ васъ самихъ!

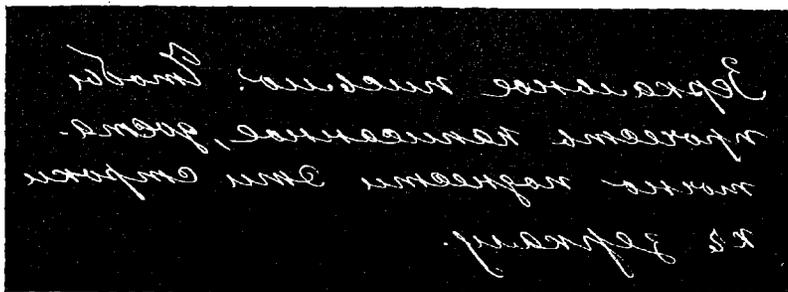
Шутки въ сторону: если вы думаете, что, глядя въ зеркало, вы видите самихъ себя,—вы заблуждаетесь. Наше лицо, — не говоря уже о нашемъ туловищѣ и одеждѣ,—не строго симметрично: правая его половина не вполне сходна съ лѣвой. Въ зеркалѣ же всѣ особенности правой половины переходятъ къ лѣвой и наоборотъ, такъ что передъ вами является лицо, производящее совсѣмъ иное впечатлѣніе, чѣмъ ваше собственное.

Чтобы убѣдиться въ нетождественности обѣихъ половинокъ человѣческаго лица, поступаютъ такимъ образомъ. Фотографируютъ лицо человѣка въ анфасъ и приготавливаютъ съ негатива, кромѣ обыкновеннаго отпечатка, еще и другой, симметричный ему отпечатокъ, переложивъ пленку на обратную сторону. Затѣмъ разрѣзаютъ каждый отпечатокъ вдоль пополамъ; сопоставляя соответствующія половины, получаютъ два снимка съ даннаго лица—„правый“, составленный изъ двухъ правыхъ половинокъ, и „лѣвый“, —изъ двухъ лѣвыхъ половинокъ.

Мы получаемъ возможность познакомиться отдѣльно съ „правымъ“ и „лѣвымъ“ выраженіями лица каждаго человѣка.

Оба выраженія замѣтно различны, даже въ томъ случаѣ, когда при прямомъ взглядѣ на лицо отказываешься допустить какую-нибудь разницу между обѣими его половинами. И при этомъ, любопытно, что почти во всѣхъ случаяхъ „правое“ лицо кажется болѣе осмысленнымъ, энергичнымъ, вырази-

Рис. 104.



Чтобы прочесть написанное здѣсь, достаточно поднести эти строки къ зеркалу.

тельнымъ, нежели „лѣвое“. При сравненіи же обоихъ искусственныхъ лицъ съ оригиналомъ, „правое“ всегда имѣетъ съ нимъ больше сходства, нежели „лѣвое“. Это показываетъ, что въ томъ смѣшанномъ впечатлѣніи, которое мы получаемъ отъ всякаго лица, преобладаютъ черты именно правой половины: какъ болѣе выразительныя и осмысленныя, онѣ рѣзче запечатлѣваются въ памяти.

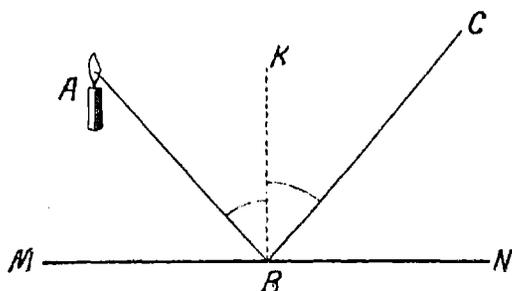
Любителямъ фотографіи мы советуемъ производить подобные опыты надъ своими знакомыми. Необходимый для этого навыкъ пріобрѣтается очень скоро,—а результаты достаточно любопытны, чтобы стоило потрудиться.

### Разсчетливая поспѣшность.

Вѣроятно, не многіе изъ нашихъ читателей знаютъ, что свѣтъ избираетъ кратчайшій путь не только тогда, когда онъ распространяется прямолинейно, но и тогда, когда онъ отражается отъ зеркала. Въ самомъ дѣлѣ, прослѣдимъ за его лу-

темь. Пусть буква  $A$  на рис. 105-мъ обозначаетъ источникъ свѣта, линія  $MN$ —зеркало, а прямыя  $AB$  и  $BC$ —путь луча отъ свѣчи до глаза.

Рис. 105.

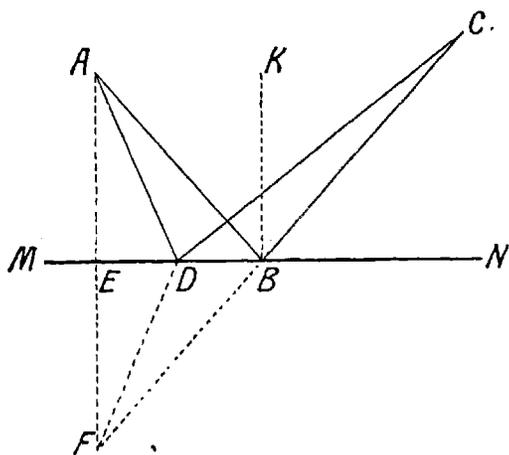


Уголъ паденія равенъ углу отраженія.

По законамъ оптики, уголъ паденія  $ABK$  = углу отраженія  $KBC$ . Зная это, легко доказать, что изъ всѣхъ возможныхъ путей отъ  $A$  до  $C$  (съ попутнымъ достиженіемъ зеркала  $MN$ ) путь  $ABC$ —самый короткій.

Сравнимъ путь луча  $ABC$  съ какимъ-нибудь другимъ, напр., съ  $ADC$  (рис. 106). Опустимъ перпендикуляръ  $AE$  изъ точки  $A$  на  $MN$  и продолжимъ его далѣе до пересѣченія съ продолженіемъ луча  $BC$  въ точкѣ  $F$ . Соединимъ также точки  $F$  и  $D$ .

Рис. 106.



Путь  $ABC$  короче Пути  $ADC$ .

Теперь докажемъ прежде всего равенство треугольниковъ  $ABE$  и  $EBF$ . Они прямоугольные, и у нихъ общій катетъ  $BE$ ; кромѣ того, углы  $EBF$  и  $EAB$  равны между собой, такъ какъ они соответственно равны угламъ  $KBC$  и  $KBA$  (линіи  $KB$  и  $AE$  параллельны). Значитъ,  $AE = EF$ . Отсюда

вытекаетъ равенство прямоугольныхъ треугольниковъ  $AED$  и  $EDF$  (по двумъ катетамъ), и, слѣд., равенство  $AD$  и  $DF$ .

Теперь мы можемъ путь  $ABC$  замѣнить равнымъ ему путемъ  $CBF$  (такъ какъ  $AB = FB$ ), а путь  $ADC$ —путемъ  $CDF$ . Сравнивая же между собой длины  $CBF$  и  $CDF$ , мы ви-

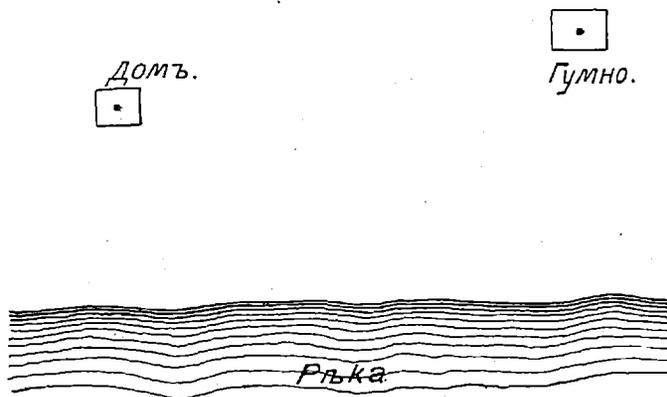
димъ, что линия  $CBF$ , какъ прямая, короче ломанной  $CDF$ , проведенной между ея концами. Значить, и ломаная  $ABC$  короче  $ADC$ ,—что и требовалось доказать.

Это доказательство сохраняетъ силу при всякомъ положеніи точки  $D$ , — и, значить, свѣтъ, дѣйствительно, избираетъ самый короткій путь изъ всѣхъ возможныхъ между источникомъ, зеркаломъ и глазомъ \*).

### Задача о горящемъ гумнѣ.

Въ обиходѣ жизни это знаніе кратчайшаго пути можетъ сослужить намъ иногда хорошую службу. Представьте себѣ, на примѣръ, что человекъ изъ своего дома (рис. 107) на берегу

Рис. 107.



Какъ найти кратчайшій путь отъ дома къ гумну, если при этомъ необходимо по дорогѣ зачерпнуть воды въ рѣкѣ?

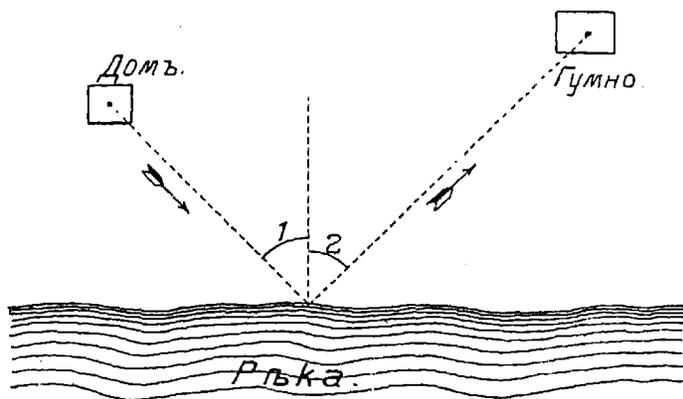
рѣки замѣтилъ, что сѣно, помѣщенное въ гумнѣ, загорѣлось. Онъ долженъ, захвативъ ведро, добѣжать до рѣки, зачерпнуть воды и спѣшить къ гумну.

По какому пути слѣдуетъ ему бѣжать, чтобы поспѣть на пожаръ возможно ранѣе?

\*) На это обстоятельство впервые указалъ Геронъ Александрійскій, греческій ученый II вѣка по Р. Хр.

Задача эта сходна съ той, которую мы только что разсмотрѣли, но, такъ сказать, перевернута. Рѣшается она просто:

Рис. 108.



Рѣшеніе задачи о горящемъ гумнѣ.

владѣлецъ гумна долженъ подражать лучу свѣта, т. е. бѣжать къ берегу такъ, чтобы уголъ 1 былъ равенъ углу 2 (рис. 108); тогда, какъ мы уже доказали, его путь будетъ кратчайшимъ.

### Рисованіе передъ зеркаломъ.

Поставьте передъ собой на столѣ вертикально зеркало, положите передъ нимъ бумажку и попробуйте нарисовать на ней какую-нибудь фигуру (напр., прямоугольникъ съ діагоналями),—слѣдя при этомъ за движеніями руки по ея отраженію въ зеркалѣ.

Вы убѣдитесь, что эта, казалось бы, столь легкая задача, почти невыполнима. Наши зрительныя впечатлѣнія и двигательныя ощущенія въ теченіе многихъ лѣтъ успѣли притти въ опредѣленное соотвѣтствіе,—зеркало же нарушаетъ эту привычную гармонию, такъ какъ представляетъ глазамъ движенія нашей руки въ искаженномъ видѣ. Ваши привычки будутъ, такъ сказать, протестовать противъ каждаго вашего движенія. Вы хотите повести линію внизъ, а рука, словно наперекоръ, тянется вверхъ, и т. п.

Для успѣшности опыта полезно чѣмъ-нибудь заслонять свою руку и чертежъ отъ глазъ, но такъ, чтобы ихъ отраженіе было все же ясно видно.

Еще больше неожиданныхъ странностей вы встрѣтите, если, вмѣсто простого геометрическаго чертежа, попробуете рисовать передъ зеркаломъ болѣе сложныя фигуры или даже просто писать, глядя на строки въ зеркало.

Тѣ отпечатки, которыя получаются на пропускной бумагѣ, суть также зеркальныя изображенія. Разсмотрите надписи, испещряющія вашу пропускную бумагу, и попробуйте прочесть ихъ. Вамъ не разобрать ни одного слова, даже самаго отчетливаго. Буквы имѣютъ необычайный наклонъ вправо, но, главное, послѣдовательность штриховъ въ нихъ не та, къ которой вы привыкли.

Однако, не думайте, что ихъ такъ и невозможно прочесть. Существуетъ чрезвычайно простой способъ разгадать эти іероглифы: поставьте къ бумагѣ зеркало подъ прямымъ угломъ. Въ зеркалѣ вы увидите ту же пропускную бумагу, но всѣ буквы будутъ написаны такъ, какъ вы привыкли ихъ видѣть. Зеркало дастъ вамъ симметричное изображеніе узора, который въ свою очередь есть симметричное изображеніе нормальнаго письма. Вы можете продѣлать этотъ опытъ и съ „зеркальною“ надписью рис. 104 го.

Рис. 109.



Рисованіе передъ зеркаломъ.

### Какъ относятся животныя къ своимъ отраженіямъ въ зеркалѣ?

Вотъ что пишетъ по этому поводу нѣмецкій ученый, проф. Т. Цель, извѣстный своими трудами о душевной жизни животныхъ.

„Зрѣніе является главнымъ внѣшнимъ чувствомъ не только у человѣка, но и у многихъ животныхъ. Когда животныя

этой категории подходить къ зеркалу, они всегда заинтересовываются своимъ отраженіемъ. Напротивъ, тѣ животныя, у которыхъ однимъ изъ главныхъ чувствъ является не зрѣніе, а обоняніе, не обращаютъ на зеркало никакого вниманія.

„Это различіе въ отношеніи животныхъ къ одному и тому же предмету весьма понятно. Человѣкъ старается подойти къ интересующему его предмету, чтобы лучше его рассмотретьъ; такъ поступаютъ и обезьяны, кошки, птицы, узнающія предметы зрѣніемъ, а не обоняніемъ. Наоборотъ, собака, свинья, слонъ—больше полагаются на свое чувство обонянія; поэтому, понятно, отраженіе въ зеркалѣ мало интересуетъ ихъ. Правда, собака, очутившись передъ зеркаломъ и увидя свое отраженіе, начинаетъ лаять и ворчать; но, обнюхавъ зеркало и удостоившись при помощи своего чутья, что тутъ нѣтъ мнимаго врага,—сейчасъ же отворачивается отъ своего изображенія и уже не обращаетъ на него никакого вниманія. Точно такъ же поступаетъ и лошадь,— и потому напрасно арабы восхищаются сообразительностью своихъ скакуновъ, которыхъ будто бы никакой миражъ не можетъ ввести въ заблужденіе. Дѣло объясняется гораздо проще: тонкое обоняніе лошади не улавливаетъ при миражѣ близости воды и деревьевъ,— и она не дается въ обманъ“.

### Какъ наши дѣды воспѣвали калейдоскопъ.

Изящная игрушка, извѣстная подъ именемъ калейдоскопа, теперь уже выходитъ изъ моды, и мы не можемъ себѣ представить, какъ увлекались ею наши дѣды. Калейдоскопъ воспѣвали и въ прозѣ и въ стихахъ. Снарядъ этотъ изобрѣтенъ былъ въ Англіи въ 1816 году и черезъ годъ-полтора уже проникъ въ Россію, гдѣ былъ встрѣченъ съ восхищеніемъ. Извѣстный баснописецъ А. Измайловъ въ своемъ журналѣ „Благонамѣренный“ (іюнь 1818 г.) писалъ о калейдоскопѣ въ слѣдующихъ выраженіяхъ:

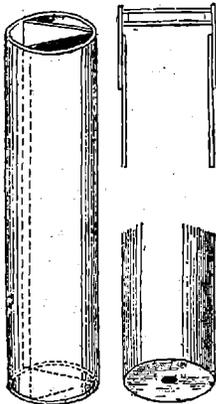
„Прочитавъ объявленія о калейдоскопѣ, достаю сіе чудесное орудіе—

Смотрю--и что-жь въ моихъ глазахъ?  
Въ фигурахъ разныхъ и звѣздахъ  
Сапфиры, яхонты, топазы,  
И изумруды, и алмазы,

И аметисты, и жемчугъ,  
И перламутръ—все вижу вдругъ!  
Лишь сдѣлаю рукой движенье —  
И новое въ глазахъ явлень!

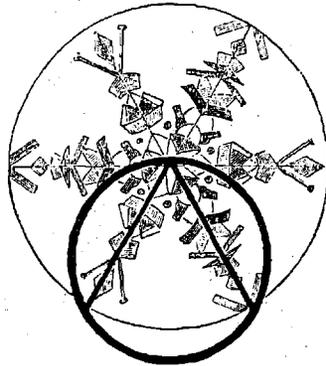
„Не только въ стихахъ, но и въ прозѣ невозможно описать того, что видишь въ калейдоскопѣ. Фигуры перемѣняются при каждомъ движеніи руки и одна на другую не походятъ. Какіе прелестные узоры! Ахъ! если бы можно было вышивать по ихъ канвѣ! Но гдѣ взять такихъ яркихъ шелковъ? Вотъ самое пріятное занятіе отъ бездѣлья и отъ скуки! Гораздо лучше смо-

Рис. 110.



Какъ устроенъ калейдоскопъ.

Рис. 111.



Отраженія въ калейдоскопѣ.

трѣть въ калейдоскопѣ, нежели раскладывать грандъ-пассьянсъ. По калейдоскопу можно загадывать, какъ по картамъ.

„Утверждаютъ, будто калейдоскопъ извѣстенъ былъ еще въ XVII столѣтіи. Нынѣ недавно онъ возобновленъ и усовершенствованъ въ Англии, оттуда мѣсяца два назадъ перешель во Францію. Одинъ изъ тамошнихъ богачей заказалъ себѣ калейдоскопъ въ 20.000 франковъ. Въмѣсто разноцвѣтныхъ стеклышекъ и бусъ, велѣлъ онъ положить жемчугъ и драгоценныя каменья“.

Далѣе слѣдуетъ французскій анекдотъ о калейдоскопѣ и, наконецъ, такое меланхолическое заключеніе:

„Извѣстный своими превосходными оптическими инструментами Императорскій Физико-Механикъ Роспини дѣлаеть

и продаетъ калейдоскопы по 20 р. Безъ сомнѣнія, гораздо болѣе найдется на нихъ охотниковъ, нежели на физическія и химическія лекціи, отъ которыхъ—къ сожалѣнію и къ удивленію—благонамѣренный господинъ Роспини не получилъ никакой себѣ выгоды“.

### Дворцы иллюзій и миражей.

На всемірной Парижской выставкѣ 1900-го года большимъ успѣхомъ въ публикѣ пользовался такъ наз. „Дворецъ иллюзій“. Онъ представлялъ собой, въ сущности, какъ бы огромный, но неподвижный калейдоскопъ,—настолько огромный, что внутри него могли помѣститься сотни зрителей. Вообразите себѣ шестиугольную залу, каждая стѣна которой представляетъ собой огромное зеркало идеальной полировки. Въ углахъ, вдоль боковыхъ реберъ этой зеркальной призмы, устроены были архитектурныя украшенія въ видѣ колоннъ и карнизовъ, сливающихся съ лѣпкой потолка. Зритель, помѣщенный внутри такой залы, видѣлъ себя затѣряннымъ въ необозримой толпѣ людей, въ безконечной амфиладѣ залъ и колоннъ; они окружали его со всѣхъ сторонъ и простирались вдаль, насколько могъ проникнуть глазъ.

Причина этого эффекта ясна всякому, знакомому съ законами отраженія свѣта: вѣдь, тутъ имѣются три пары параллельныхъ зеркалъ и десять паръ зеркалъ, поставленныхъ подъ угломъ,—неудивительно, что они даютъ безчисленное множество отраженій. Чертежъ 113-й поясняетъ сказанное.

Трудно представить себѣ, какъ подавляюще дѣйствовала эта безконечная перспектива залъ въ „дворцѣ иллюзій“,—но все это ничто по сравненію съ тѣми необыкновенными эффектами, которые были достигнуты въ Парижскомъ „Дворцѣ миражей“. Устроители этого „дворца“ пошли еще дальше: они присоединили къ эффекту безчисленныхъ отраженій еще эффектъ мгновенной перемѣны всей картины. Другими словами, они какъ бы устроили гигантскій и при томъ движущійся калейдоскопъ,—но такой, что зрители помѣщаются внутри его, а не внѣ.

Въ „Дворцѣ миражей“ перемѣна обстановки залы достигается болѣе сложнымъ путемъ, чѣмъ въ калейдоскопѣ, который



Детали „Дворца миражей“ (въ лѣвомъ углу— модель бабочки).

вращаютъ рукой. А именно: зеркальная стѣна залы на нѣкоторомъ разстояніи отъ реберъ разрѣзана вдоль, и этотъ зеркальный уголь можетъ, какъ одно цѣлое, вращаться вокругъ оси, замѣняясь другимъ. Изъ черт. 114 видно, что можно произвести три замѣны, соответствующихъ цифрамъ 1, 2 и 3. Теперь представьте себѣ, что всѣ углы, обозначенные цифрой 1, заключаютъ въ себѣ обстановку арабскаго храма, всѣ углы 2— обстановку тропическаго лѣса, а углы 3— обстановку индійскаго храма. Тогда однимъ движеніемъ скрытаго механизма, поворачи-

Рис. 113.

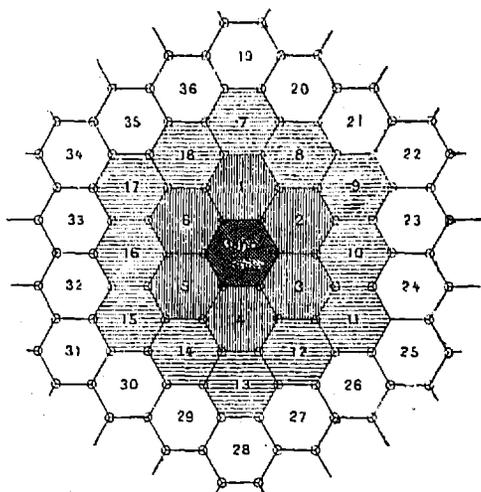


Схема отражений въ шестигранной залѣ „Дворца иллюзий“.

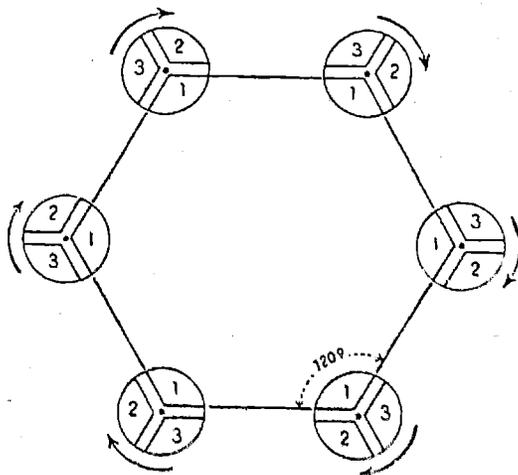
наго лѣсного пейзажа на безграничную амфиладу арабскихъ залъ или величественные своды индѣйскаго храма.

А между тѣмъ, весь секретъ волшебства основанъ на такомъ простомъ физическомъ законѣ, какъ всѣмъ извѣстное правило отраженія свѣтовыхъ лучей: уголъ паденія равенъ углу отраженія. Читатель легко можетъ довольно несложнымъ геометрическимъ построениемъ получить схему расположенія этихъ безконечныхъ отраженій „Дворца миражей“.

вающаго зеркальные углы, тропическій лѣсъ, словно по волшебству, превращается въ храмъ или залу.

Прибавьте къ этому еще рядъ удивительныхъ эффектовъ освѣщенія—и вы поймете, какое поразительное впечатлѣнiе долженъ производить на зрителя этотъ поистинѣ „дворецъ миражей“. Прямо даже не вѣрится, что легкимъ движениемъ руки одного человѣка мгновенно достигается такой грандіозный эффектъ, какъ смѣна цѣлаго обшир-

Рис. 114.



Какъ устроена угла „Дворца миражей“.

Дворцы иллюзий и миражей въ настоящее время служатъ цѣлямъ развлеченія. Но нѣкогда тѣмъ же свойствомъ зеркаль пользовалась, говорятъ, инквизиція. Она изобрѣла особую „пытку зеркаль“, съ которой читатель можетъ познакомиться по приводимому далѣе разсказу \*).

## ПЫТКА ЗЕРКАЛЬ.

### Разсказъ.

Во главѣ стола сидѣлъ инквизиторъ. Онъ сказалъ:

— Ты упорствуешь, отказываешься вернуться въ объятія святой Церкви, которая, по милосердію своему, призываетъ тебя. За это мы приговариваемъ тебя къ тому, чтобы ты по-

Рис. 115.



Во главѣ сидѣлъ инквизиторъ...

былъ самъ съ собою. Да возненавидишь ты себя, во прахъ и тѣлѣ, и да обрѣтешь раскаяніе, ведущее къ спасенію души.

Этихъ словъ я не понялъ. Впрочемъ, не понималъ я и ничего остального, только угадывалъ, что какой-нибудь несчастный страдалецъ подъ пыткой обронилъ мое имя, въ надеждѣ смягчить свои мученія. Меня схватили на одной изъ мадридскихъ улицъ и отвели въ тюрьму инкви-

\*) Онъ заимствованъ изъ англійскаго журнала «Strand Magazine». Авторъ—не обозначенъ. Переводъ сдѣланъ Е. М. Чистяковой-Варъ.

зиціи. Много недѣль пробылъ я тамъ; наконецъ, меня позвали на слѣдствіе, и я обрадовался: по крайней мѣрѣ, невыносимое ожиданіе прекратилось...

Послѣ допроса меня снова отвели въ камеру, похожую на прежнюю. Это была комната приблизительно въ двѣнадцать квадратныхъ футовъ, которая освѣщалась окошечкомъ подъ потолкомъ. Была въ ней и кровать, хотя сонъ въ этихъ стѣнахъ рѣдко бывалъ отдыхомъ.

Разспрашивать замаскированного тюремщика, который ввелъ меня въ мою новую тюрьму, я не сталъ. Я прежде пытался дѣлать это, но безъ успѣха. Сторожа инквизиціи не разговорчивы; они даже не покачиваютъ головами.

Тяжелая дверь затворилась за мной. Я остался одинъ, понимая, что буду страдать, —но какъ страдать, не зналъ. „Побудь наединѣ съ собою"... Что же, въ концѣ концовъ, могли значить эти слова? Вѣдь, я и такъ нѣсколько недѣль провелъ въ одиночномъ заключеніи?

Меня допрашивали днемъ; вечеръ подходилъ, ничего не случилось, и мои опасенія начали мало-по-малу замирать. Наконецъ, я заснулъ, почти успокоенный.

Въ сумракѣ ранняго утра я проснулся—и задрожалъ отъ ужаса. Устремивъ глаза въ темноту, я замѣтилъ, что за ночь произошла непонятная мнѣ, странная перемѣна. Какъ разъ противъ моей кровати мерцалъ свѣтъ; раньше его не было. Остальныя стѣны казались мистическими; странныя тѣни колебались на нихъ.

Я лежалъ, раздумывая, что бы это значило. Вдругъ надъ моей головой послышался легкій стукъ; комната окончательно потемнѣла. Я поднялъ голову и увидѣлъ, что окно чѣмъ-то закрыли. Ждалъ я нѣсколько часовъ, но лучи зари не проникли въ мою камеру. Вотъ надъ моей головой вспыхнулъ легкій свѣтъ; въ отверстіи на серединѣ потолка показались пальцы, снова исчезли, оставивъ повѣшенную зажженную лампу. Наконецъ, теперь я могъ видѣть...

Что видѣтъ? Моимъ первымъ ощущеніемъ былъ полный ужасъ. Голова у меня закружилась. Мнѣ казалось, что я одинъ среди дикаго калейдоскопическаго вихря... Изъ каждаго угла на меня смотрѣли страшныя лица. Фантастическіе огоньки качались повсюду, куда ни падалъ мой взглядъ. Казалось, моя

камера разрослась, сдѣлалась до ужаса безконечной, и не было въ ней опоры, не было устойчивости...

Я не сразу понялъ, въ чемъ дѣло. За ночь стѣны, потолокъ и полъ моей камеры замѣнили зеркалами. Даже дверь и окно закрыли теперь зеркальными стеклами.

Рис. 116.

Лицо, смотрѣвшее на меня съ пятидесяти сторонъ сразу, было моимъ собственнымъ лицомъ. Я такъ давно не видалъ его, что почти совсѣмъ забылъ. Теперь я видѣлъ его, но оно было дико и ужасно. Его окаймляла борода, и мои глаза такъ измѣнились, что я невольно задалъ себѣ вопросъ: какъ еще они перемѣнятся?

Только черезъ нѣсколько часовъ я нашелъ въ себѣ достаточно мужества, дѣйствительно, посмотреть кругомъ. И невозможно передать, какое это было страшное зрѣлище! Смотрѣлъ ли я направо или налево, вверхъ или внизъ—я видѣлъ себя

въ сотнѣ фантастическихъ позъ. Были фигуры стоявшія ко мнѣ лицомъ, обращенныя ко мнѣ спиной, бокомъ. Тутъ я держался на головѣ, тамъ видѣлъ себя въ перспективѣ сверху. Половины, части моей фигуры, отрѣзанныя углами зеркалъ, видѣлись повсюду, куда ни обращались мои глаза.

Я боялся пошевелиться, — такъ ужасно было волненіе, которое порождали среди призраковъ зеркалъ самыя легкія мои



Это было страшное зрѣлище...

движенія. Если я поднималъ руку, это движеніе повторялось толпой фигуръ на тысячу ладовъ.

Я старался не открывать вѣкъ,—но мысль, что кругомъ меня были миллионы закрытыхъ глазъ, какъ бы въ насмѣшку надо мною, заставляла мои вѣки снова подниматься.

Такъ прошелъ день, день ужаснаго страданія. Я понималъ, что еще нѣсколько такихъ сутокъ превратятъ меня въ бѣшеннаго безумца. Изъ отверстія въ серединѣ потолка ко мнѣ спустили пищу, но я не могъ дотронуться до нея.

Мои мучители, вѣроятно, поняли, что конецъ настанетъ раньше, чѣмъ они желали,—и на слѣдующее утро я проснулся въ обыкновенной камерѣ. Я думаю, еще никогда видъ тюремныхъ стѣнъ не вызывалъ такого удовольствія. Я провелъ почти счастливый день, надѣясь, что пытка моя окончена.

Но не такъ дѣйствовала инквизиція! На слѣдующее утро зеркала снова появились, съ той разницей, что раньше они были совершенно гладки, а теперь ихъ замѣнили слегка вогнутыми. Каждый, кто когда-нибудь смотрѣлся въ вогнутое зеркало, знаетъ, что это значитъ. Мои отраженія, бывшія прежде просто безчисленными, теперь сдѣлались страшно безобразными. Чудовищныя губы, безобразныя глаза усмѣхались мнѣ со стѣнъ, и ужасныя несоразмѣрныя существа неожиданно измѣнялись при каждомъ моемъ малѣйшемъ движеніи. Мнѣ казалось, что дьявольское жилище не могло быть хуже моей камеры. Мнѣ хотѣлось броситься на полъ, но я зналъ, что меня тамъ встрѣтитъ какая-нибудь смѣшная и страшная карриатура на меня.

На слѣдующій день былъ отдыхъ, хотя я не питалъ уже никакихъ надеждъ: я постарался спокойно взглянуть въ лицо моей судьбѣ. Очевидно, мои преслѣдователи хотѣли довести меня до безумія; я хорошо зналъ ихъ и потому вѣрилъ, что они еще не достигли предѣловъ своей дьявольской изобрѣтательности. Будь у меня какое-нибудь оружіе, я разбилъ бы на тысячи осколковъ проклятыя зеркала; но моей кроватью служила простая доска, а ничего другого подходящаго для моей цѣли я не могъ найти.

Бѣжать? Невозможно! Инквизиція имѣла хорошіе замки, а тюремщики инквизиціи отличались вѣрностью. Раздумывая объ этомъ, я случайно увидѣлъ закрытую отдушину въ серединѣ

потолка, через которую вѣшали лампу въ страшныя утра. Тогда я замѣчалъ только руку: она поднимала часть зеркала, оттягивая ее назадъ, а потомъ вѣшала лампу на крючокъ, придѣланный къ ней. Но такъ какъ потолокъ приходился на высотѣ, по крайней мѣрѣ, десяти футовъ, это не давало мнѣ никакой надежды!

Однако, въ отчаяніи люди прибѣгаютъ къ отчаяннымъ средствамъ. На слѣдующее утро я съ жаромъ ждалъ появленія руки. Когда она просунулась въ люкъ, я подпрыгнулъ и схватился за нее. Раздался крикъ отчаянія; я повисъ на захваченной въ плѣнъ кисти... И вотъ человѣческое тѣло рухнуло изъ отверстія на полъ.

Я успѣлъ отскочить отъ него, и мой тюремщикъ упалъ на голову, посреди пола. Лампа, понятно, разлетѣлась на куски.

Я заранѣе обдумалъ все. Не медля ни минуты, я сорвалъ съ убитаго или ошеломленнаго тюремщика плащъ и маску и надѣлъ ихъ на себя. Потомъ посадилъ моего плѣнника и, ставъ на его плечо, какъ на подножку, подпрыгнулъ къ люку, который вель въ комнату наверху.

Къ счастью, я добрался до трапа и благополучно вылѣзъ изъ камеры.

Кругомъ не было никого. Вопль сторожа прошелъ незамѣченнымъ тамъ, гдѣ часто раздавались стоны и крики. Я заботливо закрылъ за собой люкъ.



Рис. 117.

Мои отраженія сдѣлались  
безобразными...



Я подпрыгнулъ къ люку.

Остальная часть моего бѣгства прошла легче, чѣмъ можно было предполагать, — отчасти благодаря маскѣ, отчасти въ силу обѣта молчанія слугъ инквизиціи. Я, правда, встрѣтилъ двухъ-трехъ тюремщиковъ, но они меня не остановили.

Мнѣ удалось пробраться въ садъ, и тамъ, въ глухомъ уголку, я по дереву взобрался на стѣну, и скоро очутился на свободѣ.

Тутъ я нашель время спросить себя: что почувствуетъ мой плѣнникъ, когда онъ очнется окруженный адскими зеркалами? Конечно, я вывихнулъ ему кисть, а, можетъ быть, онъ даже сломалъ себѣ шею. И, думая объ этомъ, я пожалѣлъ, что ко мнѣ не попалъ самъ великій инквизиторъ...

### Для чего лучи свѣта препомпятся?

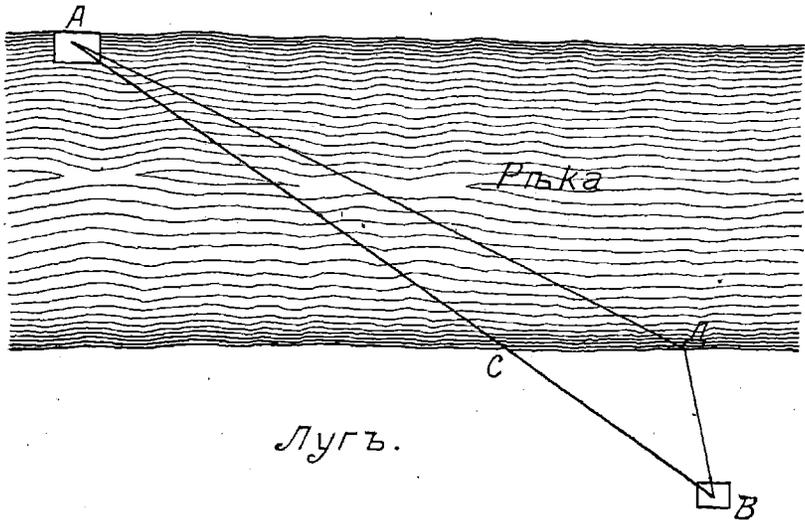
Забудемъ на время о лучахъ свѣта и займемся слѣдующей задачей, очень простой и легкой на видъ.

Нѣкто, находясь съ лодкой у пристани *A*, долженъ достичь пункта *B* на лугу противоположнаго берега въ кратчайшее время. По какому направленію ему слѣдуетъ плыть черезъ

рѣку, если известно, что въ водѣ онъ движется скорѣе, нежели пѣшкомъ по лугу?

Казалось бы, кратчайшій путь будетъ  $AB$ :— прямая линия, вѣдь, всегда указываетъ кратчайшій путь. Однако, это невѣрно. Помните, что мы ищемъ не тотъ путь, который геометрически короче другихъ, а тотъ, который можно пройти въ кратчайшее время. А если такъ, то по ломанной линіи  $ADB$  можно,

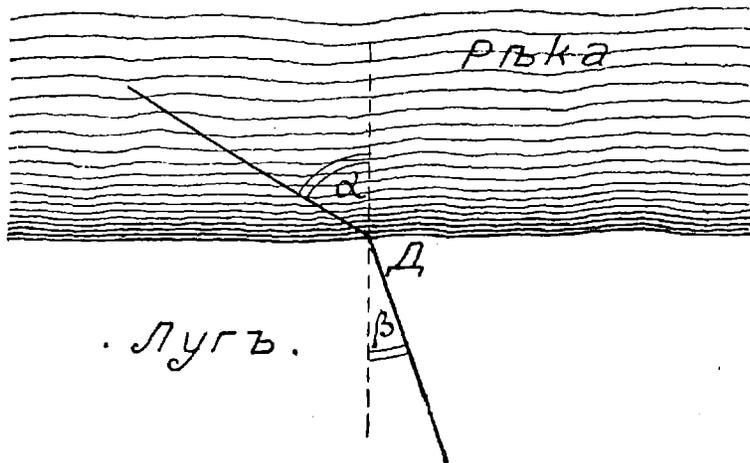
Рис. 119.



Какъ скорѣе всего достигнъ изъ  $A$  въ  $B$ ?

пожалуй, скорѣе прибыть въ  $B$ , нежели по прямой  $AB$ . Въ самомъ дѣлѣ, та часть пути, которую надо медленно пройти пѣшкомъ по лугу,— эта часть для ломанной линіи  $ADB$  гораздо короче, нежели для прямой  $ACB$  ( $BC$  чуть не вдвое длиннѣе  $BD$ ). Правда, зато водяной путь  $AD$  для ломанной линіи длиннѣе, нежели часть  $AC$  прямого пути  $ACB$ ; но эта разница здѣсь относительно невелика и, къ тому же, быстро проплывається въ лодкѣ. Такимъ образомъ, въ результатѣ путь  $ADB$  можетъ быть выполненъ въ болѣе короткій срокъ, нежели путь  $ACB$ .

Подробное разсмотрѣніе этой задачи, кажущейся на видъ столь простою, невыполнимо средствами элементарной математики. Обращаясь къ услугамъ высшей математики, мы по-



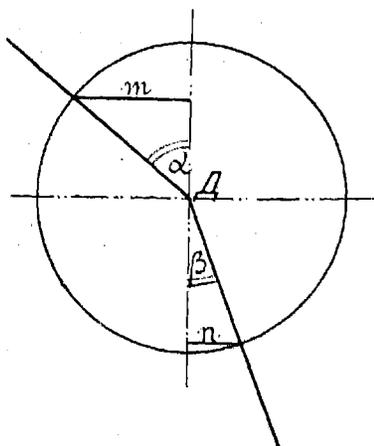
Преломленіе пути.

лучаемъ такой отвѣтъ (черт. 120): тотъ путь будетъ кратчайшимъ, при которомъ осуществлена пропорція:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\text{скорость лодки}}{\text{скорость пѣшехода}}$$

Другими словами, путь преломляется такъ, что отношеніе синуса угла  $\alpha$  къ синусу угла  $\beta$  (угловъ между частями пути и перпендикуляромъ) равно отношенію скоростей движенія въ водѣ и по лугу.

Рис. 121.

Какъ найти синусы угловъ  $\alpha$  и  $\beta$ .

Это отношеніе есть величина постоянная, не зависящая ни отъ ширины рѣки, ни отъ положенія точекъ A и B \*).

\*) Для незнакомыхъ съ тригонометріей пояснимъ, что отношеніе синусовъ угловъ  $\alpha$  и  $\beta$  равно отношенію перпендикуляровъ  $m$  и  $n$ . Окружность берется произвольнаго радиуса, такъ какъ отношеніе  $\frac{m}{n}$  не зависитъ отъ величины радиуса. Необходимо лишь, чтобы точка D служила ея центромъ (черт. 121).

Но, вѣдь, точно таковъ и законъ преломленія свѣта! При переходѣ изъ одной среды въ другую свѣтъ тоже преломляется, при чемъ отношеніе синуса угла паденія къ синусу угла преломленія есть величина постоянная, равная отношенію скоростей свѣта въ каждой средѣ. Теперь вы понимаете, что свѣтъ, преломляясь, достигаетъ экономіи во времени, такъ какъ совершаетъ свой пробѣгъ въ кратчайшій срокъ. Здѣсь мы видимъ, слѣдовательно, ту же расчетливую поспѣшность, которую мы замѣтили ранѣе для отраженія свѣта.

### Появленіе и исчезновеніе монеты.

Посадите вашего гостя за столъ такъ, чтобы онъ не могъ видѣть дна стоящей передъ нимъ чашки. На дно чашки положите монету, которая, разумѣется, будетъ заслонена отъ глазъ вашего гостя стѣнкой чашки. Теперь попросите гостя неповорачивать головы — и налейте въ чашку воды. Эффектъ получится довольно неожиданный: монета сразу сдѣлается видимой для вашего гостя. Удалите воду изъ чашки спринцовкой — и дно съ монетой опять опустится.

Рис. 122.

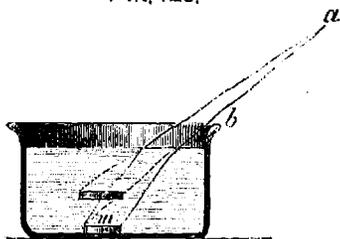


Кажущееся поднятіе дна въ чашкѣ.

Это кажущееся поднятіе и опусканіе дна объясняется преломленіемъ лучей свѣта, ходъ которыхъ наглядно изображенъ на рис. 123. Поднятіе дна будетъ наименьшимъ, когда вы смотрите на воду прямо сверху, т. е. когда въ вашъ глазъ попадаютъ лучи, вышедшіе изъ воды подъ прямымъ угломъ къ ея поверхности. Вотъ почему, между прочимъ, глядя изъ лодки сквозь воду на ровное дно пруда, вы всегда видите самое глубокое мѣсто прямо подъ собой. Ровное дно пруда кажется вамъ вогнутымъ. Наоборотъ, если бы вы могли со дна пруда смотрѣть на перекинутый черезъ него мостъ, то

онъ казался бы вамъ выпуклымъ (какъ изображено на рис. 126-мъ, о которомъ рѣчь будетъ ниже). Въ этомъ случаѣ лучи переходятъ изъ слабо преломляющей среды (воздуха)

Рис. 123.



Почему монета *m* кажется наблюдателю приподнятой (вмѣстѣ съ дномъ сосуда).

Это, между прочимъ, необходимо имѣть въ виду при разсмотрѣннн условій жизни водныхъ обитателей. О томъ, какъ видятъ рыбы—или, вѣрнѣе, какъ они должны были бы видѣть, если бы имѣли наши человѣческіе глаза—мы потомъ побесѣдуемъ подробнѣе.

### Къ свѣдѣнію купальщиковъ.

Кажущееся поднятіе дна водныхъ бассейновъ надо имѣть въ виду всѣмъ купающимся, особенно дѣтямъ, для которыхъ неправильная оцѣнка глубины можетъ оказаться роковой. Преломленіе лучей поднимаетъ дно приблизительно на  $\frac{1}{3}$ , т. е. рѣчка, имѣющая 6 футовъ глубины, кажется глубиною всего въ 4 фута. И, наоборотъ, если дно кажется намъ на глубинѣ 4 футовъ, то на самомъ дѣлѣ оно на глубинѣ 6 футовъ—разница, достаточная для того, чтобы повлечь за собой гибель не умѣющаго плавать купальщика.

### Какъ перерѣзать бечевку, не касаясь ея?

Просверливши отверстіе въ пробкѣ, продѣваютъ черезъ нее нитку; одинъ конецъ завязываютъ узломъ, а къ другому привязываютъ перстень, гвоздикъ или что-нибудь въ этомъ родѣ. Затѣмъ закупориваютъ этой пробкой пустую бутылку, такъ что перстень оказывается подвѣшеннымъ внутри ея.

Предложивъ гостямъ осмотрѣть бутылку и запечатать ее сургучомъ съ ихъ инициалами, вы заявляете послѣ этого, что беретесь перерѣзать бечевку, не повреждая печати. И дѣй-

ствительно, удалившись съ бутылкой на минуту въ сосѣдную комнату, вы возвращаетесь и показываете бутылку гостямъ уже съ перерѣзанной бечевкой. Печать остается нетронутой.

Объясненіе фокуса весьма просто: разрѣзываніе производится зажигательнымъ стекломъ. Направивъ лучи на бечевку, вы пережигаете ее въ нѣсколько секундъ.

Само собой разумѣется, что этотъ фокусъ можетъ быть исполненъ лишь въ солнечный день.

Любопытно, что нѣчто въ этомъ родѣ упоминается въ комедіи Аристофана „Облака“. Сократъ предлагаетъ Стрептіадѣ задачу: „Если бы кто писалъ обязательство на тебя въ пяти талантахъ, какъ бы ты уничтожилъ оно?“

Стрептіадъ. Нашелъ я какъ истребить обязательство, да такой способъ, что ты и самъ признаешь его прехитрымъ! Видаль ты, конечно, въ аптекахъ камень прекрасный, прозрачный, которымъ зажигаютъ?

Сократъ. Зажигательное стекло?

Стрептіадъ. Точно такъ.

Сократъ. Что же далѣе?

Стрептіадъ. Пока нотаріусъ пишетъ, я, ставъ позади его, направлю лучи солнца на обязательство да слова-то всѣ и растоплю...

Чтобы понять, въ чемъ тутъ дѣло, необходимо помнить, что греки времени Аристофана писали на навощенныхъ дощечкахъ, которыя отъ теплоты легко растапливались.

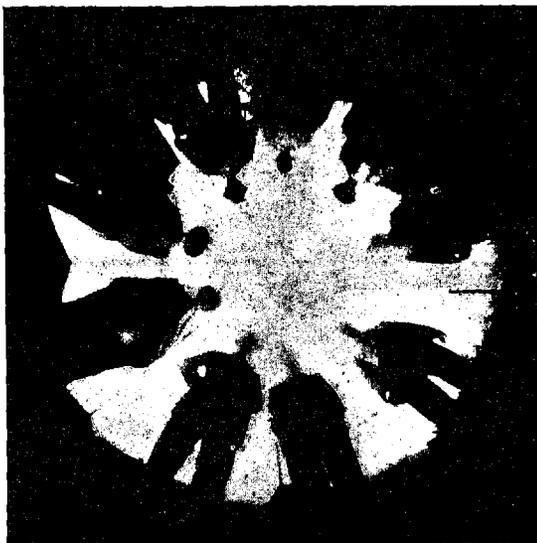
## Какъ видятъ рыбы?

Пробовали ли вы когда-нибудь дѣлать такой простой опытъ: обыкновенное увеличительное стекло опустить въ воду и разсматривать черезъ него погруженные предметы? Попробуйте—вы замѣтите довольно неожиданное явленіе: въ водѣ увеличительное стекло почти не увеличиваетъ. Погрузите въ воду уменьшительное (т. е. двояковогнутое) стекло—и окажется, что тамъ оно утратитъ въ значительной степени свое свойство уменьшать. Еще страннѣе будетъ результатъ опыта, если вы продѣлаете его не съ водой, а съ растительнымъ масломъ: здѣсь получится какъ разъ обратное тому, къ чему

мы привыкли—двоковыпуклое стекло будетъ уменьшать предметы, а двояковогнутое—увеличивать ихъ.

Отчего бы это могло быть? Если вы вспомните основной

Рис. 124.



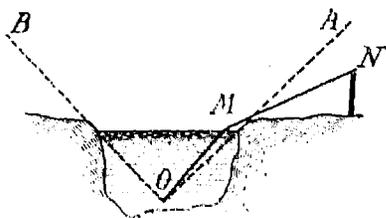
Какъ рисуются рыбаки люди, стоящіе вокругъ пруда.

законъ преломленія лучей свѣта, то всѣ эти чудеса перестанутъ удивлять васъ своей неожиданностью и странностью. Двоковыпуклая чечевица въ воздухѣ увеличиваетъ потому, что стекло сильнѣе преломляетъ свѣтъ, нежели окружающій ее воздухъ. Если бы мы могли изготовить такую чечевицу изъ алмаза, то она увеличивала бы еще замѣтнѣе, потому что преломляющая способность алмаза больше, нежели стекла. Но разница между преломляющей способностью стекла и воды сравнительно не велика; поэтому, если вы помѣстите стеклянную чечевицу въ воду, то лучи свѣта, переходя изъ воды въ стекло, не испытаютъ большого уклоненія въ своемъ слѣдованіи. Оттого-то подъ водой увеличительное стекло гораздо слабѣе увеличиваетъ, чѣмъ въ воздухѣ, а уменьшительное — слабѣе уменьшаетъ.

Растительное же масло преломляетъ лучи еще сильнѣе, чѣмъ стекло—отсюда и происходитъ то странное, на первый взглядъ,

законъ преломленія лучей свѣта, то всѣ эти чудеса перестанутъ удивлять васъ своей неожиданностью и странностью. Двоковыпуклая чечевица въ воздухѣ увеличиваетъ потому, что стекло сильнѣе преломляетъ свѣтъ, нежели окружающій ее воздухъ. Если бы мы могли изготовить такую чечевицу изъ алмаза, то она увеличивала бы еще

Рис. 125.

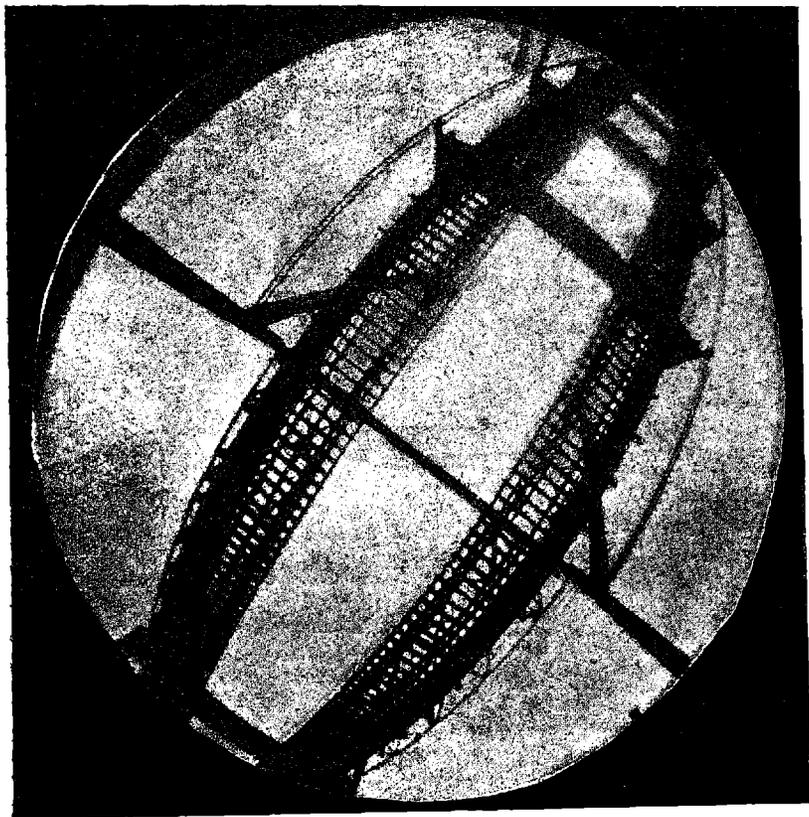


Рыбы видятъ по направленію  $OMN$ .

явление, что въ этой жидкости увеличительныя стекла уменьшаютъ, а уменьшительныя увеличиваютъ.

Итакъ, достаточно погрузить оптическое стекло въ воду, чтобы оно въ значительной степени утратило свои оптическія свойства. Если мы погрузимъ въ воду не одно стекло, а слож-

Рис. 126.



Какъ рисуется рыбамъ желѣзнодорожный мостъ.

ную комбинацію стеколъ, т. е. цѣлый оптическій приборъ, то тамъ онъ окажется совершенно непригоднымъ. А такъ какъ нашъ глазъ не что иное, какъ оптическій приборъ, то ясно, что въ водѣ глазъ не можетъ такъ служить своей цѣли, какъ въ воздухѣ.

Теперь вы понимаете, что зрѣніе у рыбъ должно быть кз-

кое-то совершенно особенное, и что здѣсь есть надъ чѣмъ задуматься. Другими словами, то обстоятельство, что рыбы живутъ не въ воздухѣ, а въ водѣ, т. е. средѣ, сильнѣе преломляющей свѣтъ,—одно это создаетъ уже для нихъ особая оптическія явленія, о которыхъ мы обыкновенно даже и не подозреваемъ.

Еще любопытнѣе будетъ рассмотреть вопросъ: какъ рыбы видятъ насъ? И вообще—въ какомъ видѣ представляется

Рис. 127.



Какою представляется рыбамъ шеренга людей, выстроившаяся у аквариума.

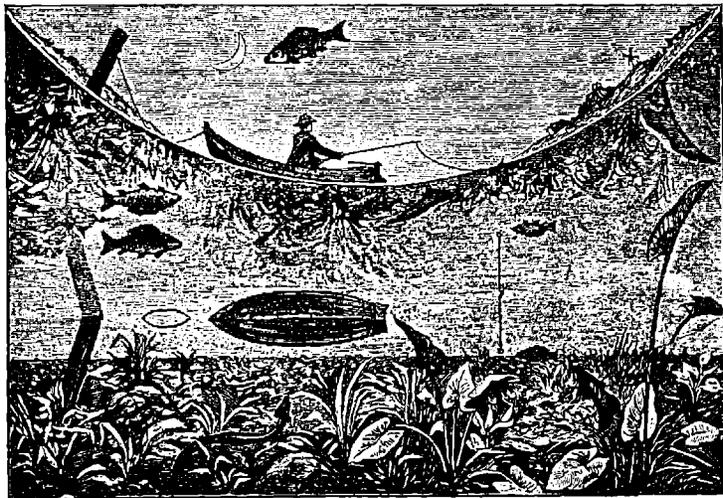
воднымъ существомъ нашъ наземный міръ? Одинъ американскій ученый (Вудъ) серьезно занялся изученіемъ этого вопроса. Онъ соорудилъ очень простой приборъ, дающій возможность фотографировать предметы въ такомъ видѣ, въ какомъ они должны рисоваться подъ воднымъ существомъ. Приборъ этотъ очень простъ, и его можетъ изгото-

вить всякій; это—обыкновенный фотографическій аппаратъ (даже безъ объектива), но наполненный водой, такъ что лучи, прежде чѣмъ достигъ свѣточувствительной пластинки, должны пройти черезъ слой воды, вершка въ 2—3 толщиной. Съ помощью этого крайне простого прибора добыты тѣ три любопытныя фотографіи, которыя здѣсь воспроизведены.

Фот. 124 изображаетъ, какъ рисуется рыбамъ кругъ людей, стоящихъ возлѣ небольшого пруда. Любопытно здѣсь то, что рыба со дна пруда видитъ всего человѣка съ головы до ногъ, а не только верхнюю часть его туловища, какъ можно было ожидать. Раньше, чѣмъ вы успѣли подойти къ берегу, рыба

уже видитъ васъ,—интересное обстоятельство, о которомъ мы обыкновенно и не подозреваемъ. Объясненіе этого кажущагося парадокса кроется опять-таки въ законѣ преломленія свѣта. Это станетъ понятно, если вы обратите вниманіе на прилагаемый чертежъ 125-й. Если бы прудъ былъ наполненъ не водой, а воздухомъ, то изъ точки *O* можно было бы видѣть только тѣ предметы, которые находятся въ пространствѣ между *OA* и *OB*. Другое дѣло, если прудъ наполненъ водой: тогда рыба можетъ изъ точки *O* видѣть предметъ *N*,—лучъ прело-

Рис. 128.



Міръ подводныхъ обитателей, наблюдаемый изъ воды.

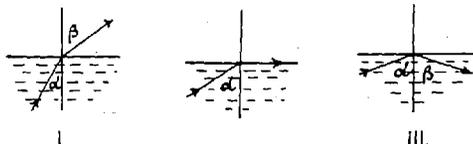
мляется въ точкѣ *M*, и, вслѣдствіе этого, край пруда не заслоняетъ отъ рыбы предметовъ, находящихся на берегу. Другими словами, горизонтъ видимости для рыбъ гораздо шире, чѣмъ мы обыкновенно думаемъ; это небезполезно запомнить всѣмъ любителямъ рыбной ловли.

Другое неожиданное слѣдствіе закона преломленія—искаженіе формы всѣхъ надводныхъ и вообще внѣ-водныхъ предметовъ для обитателей воднаго міра. Напримѣръ, прямая линія желѣзнодорожнаго моста рисуются рыбамъ въ видѣ дугъ, какъ это наглядно показываетъ фотографія (рис. 126). Остановиваться на причинѣ этого оптическаго явленія

мы не станемъ—мы намекнули на нее, когда объясняли, почему плоское дно пруда кажется намъ вогнутымъ (стр. 162). По сходной причинѣ и рядъ людей, стоящихъ, напр., возлѣ акваріума, долженъ казаться рыбамъ въ томъ видѣ, какой изображенъ на рис. 127: люди словно стоятъ не шеренгой по прямой линіи, а дугой, обращенной своей выпуклостью къ рыбѣ.

Наконецъ, отмѣтимъ еще одну особенность подводной оптики: рыба и всякое вообще подводное существо въ спокойной водѣ всегда видитъ вверху себя свѣтлый кругъ, а вовсе

Рис. 129.



Что такое „полное внутреннее отраженіе“.

На черт. I уголъ  $\alpha$  меньше предѣльнаго, — и лучъ выходитъ изъ воды въ воздухъ. На черт. II уголъ  $\alpha$  равенъ предѣльному, — и лучъ скользитъ вдоль поверхности воды. На черт. III уголъ  $\alpha$  больше предѣльнаго, — и лучъ, не выходя изъ воды, отражается отъ внутренней поверхности ея подъ угломъ  $\beta$ , равнымъ  $\alpha$ .

существованіе такъ наз. „предѣльнаго угла“ и полного внутренняго отраженія, вы убѣдитесь, что это должно быть именно такъ. И любопытно при этомъ отмѣтить, что чѣмъ рыба ближе къ поверхности воды, тѣмъ свѣтлый кругъ надъ ея головой меньше; и наоборотъ, съ погруженіемъ ея въ воду размѣры круга увеличиваются.

Черезъ этотъ свѣтлый кругъ рыбы, какъ черезъ круглое окно, видятъ весь надводный міръ. Кругомъ же этого „окна“ словно разстилается зеркало, черезъ которое не проходитъ ни одинъ лучъ. Въ этомъ зеркалѣ отражаются всѣ предметы, находящіеся на днѣ бассейна и плавающіе въ немъ. Лишь кое-гдѣ на сверкающей поверхности воднаго зеркала замѣтны странные выступы—это донья лодокъ, плавающихъ по озеру.

Таковы нѣкоторыя особенности подводной оптики, о которыхъ многіе часто даже не подозреваютъ, несмотря на то, что ихъ можно, на основаніи законовъ преломленія свѣта, предвидѣть заранѣе, безъ всякихъ опытовъ. Правда, подобные снимки не даютъ еще полного представленія о

не границы пруда, какъ можно было бы думать (кромѣ тѣхъ случаевъ, когда глазъ находится близко у берега). Это опять-таки вытекаетъ изъ законовъ преломленія свѣта: построивъ ходъ лучей и принявъ во вниманіе

томъ, какъ видятъ рыбы, потому что воспроизводятъ лишь внѣшнія, физическія условія зрѣнія подъ водой; физиологическая же сторона, обусловленная анатомическимъ строеніемъ глазъ рыбъ, осталась не разсмотрѣнной. Но все же существенныхъ измѣненій вносить не придется, такъ какъ, въ общемъ, глаза рыбъ устроены по типу фотографическаго аппарата.

Такъ какъ соорудить „подводную“ камеру сравнительно нетрудно (можно успѣшно обходиться даже безъ объектива), то мы совѣтуемъ читателямъ попытаться повторить опыты американскаго ученаго. Быть можетъ, имъ удастся подмѣтить особенности, ускользнувшія отъ его вниманія.

Любопытно, что обитатели Жюль-Верновскаго „Наутилуса“ должны были наблюдать вокругъ себя совершенно подобныя же явленія. Однако, авторъ „80 тысячъ верстъ подъ водой“ упустилъ изъ виду это обстоятельство и нигдѣ не упоминаетъ ни о зеркальности внутренней поверхности воды, ни о своеобразномъ оптическомъ кругломъ „окнѣ“, ни объ искаженіи формъ предметовъ видимыхъ изъ воды.



## ГЛАВА XI.

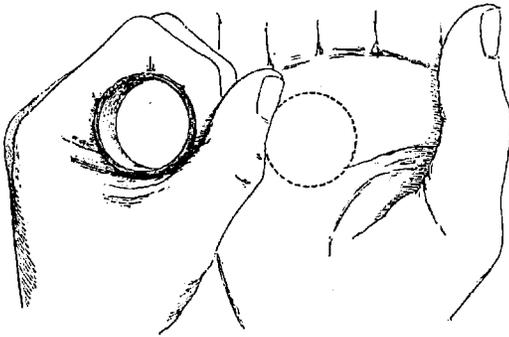
### Зрѣніе и оптическіе обманы.

---

#### Можно ли видѣть черезъ ладонь?

Всякій скажетъ, что нельзя,—а между тѣмъ, это не совсѣмъ такъ. Возьмите въ лѣвую руку свернутую изъ бумаги трубку, держите ее передъ лѣвымъ глазомъ и смотрите черезъ нее

Рис. 130.



Отверстіе въ ладони.

на какой-нибудь отдаленный предметъ. При этомъ правую ладонь надо держать передъ правымъ глазомъ такъ, чтобы ея край касался трубки; обѣ руки должны быть отъ глаза въ 3—4 вершкахъ. При такихъ условіяхъ вы, къ изумленію своему, убѣдитесь, что вашъ правый глазъ видитъ

сквозь ладонь,—какъ если бы въ рукѣ было сдѣлано круглое отверстіе (см. рис. 130). Этотъ курьезъ находитъ себѣ объясненіе въ физиологіи зрѣнія. Въ данномъ случаѣ вашъ лѣвый глазъ былъ направленъ черезъ трубку на интересующій васъ отдаленный предметъ. Хрусталикъ этого глаза, автоматически приспособляясь, установился на этотъ отдаленный предметъ. Но механизмъ приспособленія глазъ таковъ, что какъ устанавливается хру-

сталикъ одного глаза—точно такъ же устанавливается и хрусталикъ другого глаза. Въ нашемъ опытѣ и правый глазъ установился на далекое разстояніе, вслѣдствіе чего изображеніе ладони онъ видитъ неясно. Словомъ, лѣвымъ глазомъ мы ясно видимъ отдаленный предметъ, правымъ—неясно видимъ руку. При соединеніи обоихъ изображеній въ сознаніи получается такое впечатлѣніе, словно мы видимъ отдаленный предметъ черезъ заслоняющую его ладонь.

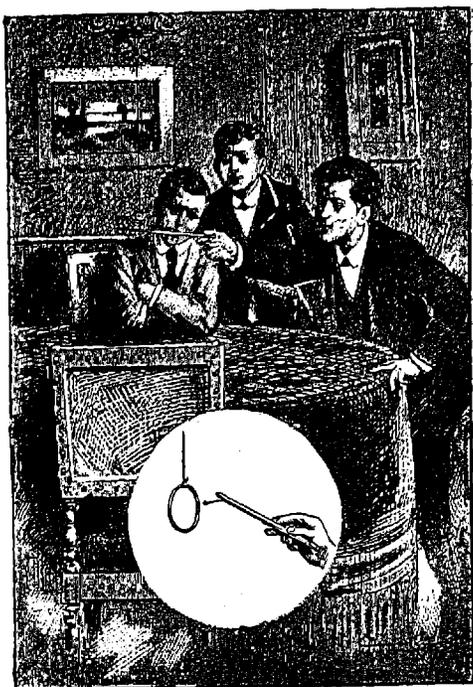
### Для чего надо „смотреть въ оба“?

Выраженіе „смотри въ оба!“ кажется намъ чисто фигуральнымъ, не имѣющимъ подъ собою реальныхъ основаній. Въ самомъ дѣлѣ, такъ ли ужъ важно смотрѣть непремѣнно двумя глазами? Неужели однимъ глазомъ мы видимъ хуже, чѣмъ двумя?

Рис. 131.

Вмѣсто отвѣта, посоветуемъ читателю продѣлать такой опытъ.

Привяжите къ ниткѣ кольцо и подвѣсьте его къ столовой лампѣ; чтобы кольцо не вертѣлось, лучше подвѣсите его на двухъ ниткахъ. Вооружитесь карандашомъ, въ который перпендикулярно воткнута булавка. Теперь станьте такъ, чтобы кольцо видно было вамъ бокомъ, и, закрывъ одинъ глазъ, попробуйте ввести булавку въ кольцо.



Игра въ кольцо.

Кажется, нехитрая задача,—однако, вы выполните ее развѣ лишь послѣ десятой или даже послѣ двадцатой попытки! Вы

будете дѣлать самыя грубыя ошибки въ оцѣнкѣ разстоянія между вами и кольцомъ. Но стоитъ вамъ открыть правый глазъ, чтобы сразу же исполнить требуемое.

Этотъ любопытный опытъ, который можно видоизмѣнить на самыя разнообразныя лады, лучше всякихъ разсужденій показывается, для чего намъ нужно „смотреть въ оба“: только зрѣніе обоими глазами даетъ намъ возможность правильно оцѣнивать разстоянія.

Но, если такъ,—спроситъ читатель—то почему же стрѣлокъ цѣлится всегда однимъ глазомъ, закрывая другой? Очень просто: при прицѣлѣ намъ нужно точное знаніе не разстоянія, а направленія; другой глазъ мѣшаетъ правильно взять направленіе, и стрѣлокъ поступаетъ вполне рационально, закрывая его.

### Идея стереоскопа.

Почему, собственно, мы видимъ предметы тѣлесными, а не плоскими? Вѣдь, на сѣтчаткѣ нашего глаза получается плоское изображеніе. Какимъ же образомъ происходитъ то, что предметы представляются намъ не въ видѣ плоской картины, а рельефно, какъ тѣла трехъ измѣреній?

Здѣсь дѣйствуетъ цѣлый рядъ причинъ—не столько физиологическаго, сколько психологическаго характера. Во-первыхъ, различная степень освѣщенія частей предметовъ позволяетъ намъ судить объ ихъ формѣ. Во-вторыхъ, большее или меньшее напряженіе, которое мы ощущаемъ, когда приспособляемъ глаза къ ясному воспріятію различно удаленныхъ предметовъ. Но самую большую услугу оказываетъ намъ въ этомъ отношеніи то, что мы смотримъ не однимъ, а двумя глазами, при чемъ изображенія, получаемыя въ каждомъ глазу отъ одного и того же предмета, не одинаковы. Въ этомъ легко убѣдиться, если смотрѣть на какой-нибудь близкій предметъ, попеременно закрывая то правый, то лѣвый глазъ.

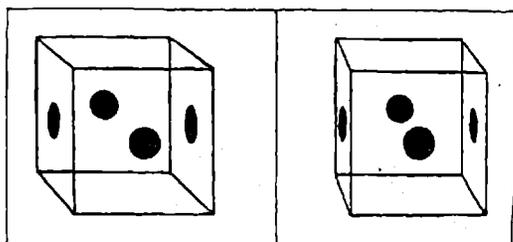
Обыкновенно мы мало обращаемъ вниманія на это различіе; намъ кажется, что два глаза лишь расширяютъ поле нашего зрѣнія—и только: существенной же разницы въ зрѣніи однимъ и двумя глазами мы не замѣчаемъ. Но это не такъ, и простой опытъ съ кольцомъ, который мы только что

описали, показавъ намъ, какъ много мы выгадываемъ, смотря „въ оба“.

Итакъ, правый и лѣвый глазъ видитъ предметы не одинаково; въ каждомъ рисуется иная картина,—и это-то различіе, истолковываемое нашимъ сознаниемъ, даетъ намъ впечатлѣніе рельефа.

Теперь представьте себѣ два рисунка одного и того же предмета: первый изображаетъ предметъ, какимъ онъ кажется правому глазу, второй—лѣвому. Если, приставивъ къ глазамъ трубки, смотрѣть на эти изображенія такъ, чтобы каждый глазъ видѣлъ свой рисунокъ, то, вмѣсто двухъ плоскихъ картинъ, мы, при извѣстномъ усилии воображенія, увидимъ одинъ выпуклый, рельефный предметъ.

Рис. 132.



Какъ одинъ и тотъ же кубикъ кажется правому и лѣвому глазу. Если смотрѣть на рисунокъ такъ, чтобы каждый глазъ видѣлъ лишь „свое“ изображеніе, то кубикъ покажется тѣлеснымъ

Передъ нами зародышъ того прибора, который такъ распространенъ нынѣ подъ названіемъ стереоскопа.

Но такой простѣйшій стереоскопъ имѣетъ существенный недо-

статокъ: чтобы каждымъ глазомъ видѣть лишь одно изображеніе, нужно извѣстное усиліе глазныхъ мускуловъ, а этого не всѣ могутъ достигнуть. Надо, слѣдовательно, какъ-нибудь облегчить сліяніе изображеній; это достигается въ прежнихъ стереоскопахъ при помощи зеркалъ, а въ новѣйшихъ—при помощи стеклянныхъ выпуклыхъ призмъ: онѣ преломляютъ лучи такъ, что при мысленномъ продолженіи ихъ оба изображенія покрываютъ одно другое. Вотъ и все устройство стереоскопа. Какъ видимъ, идея его необычайно проста, и тѣмъ болѣе поразительнымъ долженъ казаться намъ эффектъ, достигаемый столь простыми средствами.

Но мы можемъ разсматривать въ стереоскопъ и такіе рисунки, которые вовсе не изображаютъ тѣлесныхъ предметовъ, или изображаютъ предметы, обычно не кажушіеся намъ рельеф-

ными. Въ этомъ кроется причина, сдѣлавшая стереоскопъ не только любопытной игрушкой, но и настоящимъ орудіемъ изслѣдованія.

## Какъ открывать поддѣлки съ помощью стереоскопа?

Имѣется два совершенно одинаковыхъ рисунка, напримѣръ, два равныхъ черныхъ квадрата. Разсматривая ихъ въ стереоскопъ, мы увидимъ одинъ квадратъ, ничѣмъ не отличающійся отъ каждаго изъ этихъ двухъ. Если въ центрѣ каждаго квадрата будетъ бѣлая точка, то и она, конечно, окажется на квадратѣ, видимомъ въ стереоскопѣ. Но стоитъ эту точку на одномъ квадратѣ немного сдвинуть въ сторону отъ центра, чтобы получился довольно неожиданный эффектъ: въ стереоскопѣ попрежнему будетъ видна одна точка, но не на черномъ полѣ квадрата, а впереди или позади его. Достаточно, слѣдовательно, ничтожной разницы въ обѣихъ картинахъ, чтобы вызвать съ помощью стереоскопа впечатлѣніе перспективы и рельефа, даже если на самомъ дѣлѣ ихъ не существуетъ. Оно и понятно: глазъ нашъ привыкъ, такъ сказать, истолковывать подобныя различія только тѣлесностью предметовъ и видитъ три измѣренія даже тамъ, гдѣ въ дѣйствительности всего два.

Это даетъ намъ простой способъ открывать поддѣлки кредитныхъ билетовъ и т. п. Стоитъ помѣстить въ стереоскопъ подозрѣваемую кредитку рядомъ съ подлинной, чтобы сразу же открыть поддѣлку, какъ бы искусна она ни была: ничтожное различіе въ одной буквѣ, въ одномъ штрихѣ прямо бросится въ глаза, такъ какъ буква эта будетъ явственно выступать надъ остальнымъ фономъ.

## Зрѣніе великановъ.

Мало того: съ помощью стереоскопа мы можемъ видѣть рельефными и тѣ предметы, которые обыкновенно, въ силу отдаленности, не кажутся намъ таковыми. Если предметъ очень далекъ, то нормальное разстояніе между нашими глазами слишкомъ ничтожно, чтобы оказывать какое-нибудь вліяніе на различіе получаемыхъ ими зрительныхъ впечатлѣній. Поэтому

далекія зданія, горы, ландшафты кажутся намъ плоскими. По той же причинѣ и звѣзды на небѣ кажутся намъ всѣ на одинаковомъ разстояніи, хотя луна гораздо ближе, чѣмъ планеты, а послѣднія неизмѣримо ближе, чѣмъ неподвижныя звѣзды.

Вообще, для предметовъ, которые дальше 200 сажень, мы совершенно утрачиваемъ способность воспринимать рельефъ; они кажутся одинаковыми правому и лѣвому глазу, такъ какъ тотъ вершокъ, который отдѣляетъ наши глаза другъ отъ друга,—слишкомъ ничтожное разстояніе по сравненію съ двумястами сажень. Понятно, что и стереоскопическіе рисунки и фотографіи, полученные при подобныхъ условіяхъ, будутъ тождественны и не дадутъ иллюзіи рельефа.

Но дѣлу легко помочь: нужно только фотографировать далекіе объекты съ двухъ точекъ, разстояніе которыхъ больше, нежели взаимное разстояніе между нашими глазами. Разсматривая полученныя такимъ путемъ фотографіи въ стереоскопъ, мы увидимъ рельефный ландшафтъ такимъ, какъ видѣли бы его, если бы разстояніе между нашими глазами значительно превышало бы обычное. Въ этомъ весь секретъ полученія стереоскопическихъ снимковъ ландшафтовъ. Обыкновенно ихъ разсматриваютъ черезъ увеличительныя призмы (съ выпуклыми боками), такъ что подобныя рельефныя стереограммы нерѣдко представляются намъ еще и въ натуральную величину: эффектъ почти волшебный!

Читатель, вѣроятно, догадался уже, что мыслимо устроить систему двухъ зрительныхъ трубъ, посредствомъ которыхъ можно прямо видѣть рельефъ даннаго ландшафта въ натурѣ, а не на фотографіи. Такіе приборы, дѣйствительно, существуютъ. Двѣ трубы отдѣлены разстояніемъ, большимъ, нежели нормальное разстояніе человѣческихъ глазъ, и оба изображенія попадаютъ въ глаза наблюдателя посредствомъ призмъ, преломляющихъ лучи. Трудно описать ощущенія, которыя испытываютъ при наблюденіи въ подобные инструменты—до того они необычайны! Вся природа преобразуется. Далекія горы становятся рельефными, каждое деревцо, скала, зданіе, корабль на морѣ—все это круглится, все выпукло, все разставлено на безграничномъ просторѣ, а не лежитъ на плоской картинѣ. Вы прямо видите, какъ движется далекое судно, ка-

жущееся неподвижнымъ въ сильнѣйшія трубы. Въ такомъ именно видѣ должны были бы представляться наши земные ландшафты сказочнымъ великанамъ...

Для землемѣровъ, моряковъ, стратеговъ, путешественниковъ эти бинокулярныя зрительныя трубы положительно незамѣнимы, особенно, если онѣ снабжены шкалой, при помощи которой можно измѣрять разстоянія далекихъ предметовъ и составлять карты.

### Вселенная въ стереоскопѣ.

Но если мы направимъ подобный приборъ на небесныя тѣла, то никакой иллюзіи не получится. Этого и слѣдовало ожидать: небесныя разстоянія черезчуръ громадны, чтобы перемѣщеніе наблюдателя на земной поверхности могло вліять на видъ небесныхъ объектовъ. Въ самомъ дѣлѣ, что значить тотъ десятокъ дюймовъ, который отдѣляетъ другъ отъ друга обѣ трубы описаннаго прибора, по сравненію съ разстояніемъ отъ земли до луны? Даже, если бы возможно было соорудить приборъ съ разстояніемъ между трубами въ десятки и сотни верстъ, то и тогда онъ не далъ бы никакого эффекта при наблюденіи планетъ, удаленныхъ отъ насъ на десятки милліоновъ верстъ.

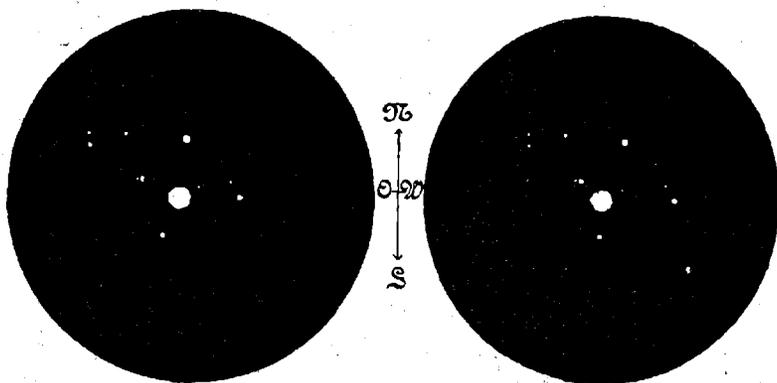
Здѣсь опять приходитъ на помощь стереоскопическая фотографія. Если сфотографировать какую-нибудь планету, скажемъ, сегодня и затѣмъ вторично—завтра, то обѣ фотографіи будутъ сняты съ одного пункта земли, но зато съ разныхъ точекъ пространства,—такъ какъ за сутки земля успѣла передвинуться по орбитѣ на 360.000 верстъ. Оба снимка, слѣдовательно, не будутъ вполнѣ тождественны. Остается лишь помѣстить ихъ въ стереоскопическій приборъ, чтобы увидѣть рельефное изображеніе планеты.

Мы можемъ, слѣдовательно, пользуясь движеніемъ земли по ея орбитѣ, получать снимки небесныхъ тѣлъ съ двухъ весьма отдаленныхъ точекъ мірового пространства и обращаться съ ними, какъ съ стереоскопическими. Представьте себѣ великана съ такой гигантской головой, что разстояніе между его глазами равно діаметру земной орбиты, т. е. 280 милліонамъ верстъ—и вы поймете, какихъ необычайныхъ, почти

чудесныхъ результатовъ достигаютъ астрономы съ помощью небесной стереографіи. То, что увидѣлъ бы этотъ космическій великанъ, видимъ теперь и мы, ничтожныя пылинки на небесномъ осколкѣ—землѣ...

Всѣ небесные объекты предстаютъ передъ нами въ новомъ видѣ. Юпитеръ рельефно округлится со своими спутниками впереди звѣзднаго фона, остающагося далеко позади планеты. Кольца Сатурна явственны тѣлесны и отчетливо отдѣляются отъ планеты. Лунныя <sup>1)</sup> горы, о высотѣ которыхъ мы обыкновенно судимъ косвенно, по ихъ тѣнямъ,—выпукло и пластично возвышаются на поверхности свѣтила, которое само утрачи-

Рис. 133.



Стереоскопическій снимокъ Сатурна въ сов. Звѣзносца. (Кольца незамѣтны, такъ какъ теряются въ яркомъ свѣтѣ планеты).

ваетъ видъ плоскаго диска и явно округлится. Кажется точно волшебный рѣзецъ исполина-ваятеля оживилъ плоскія, безжизненные глыбы.

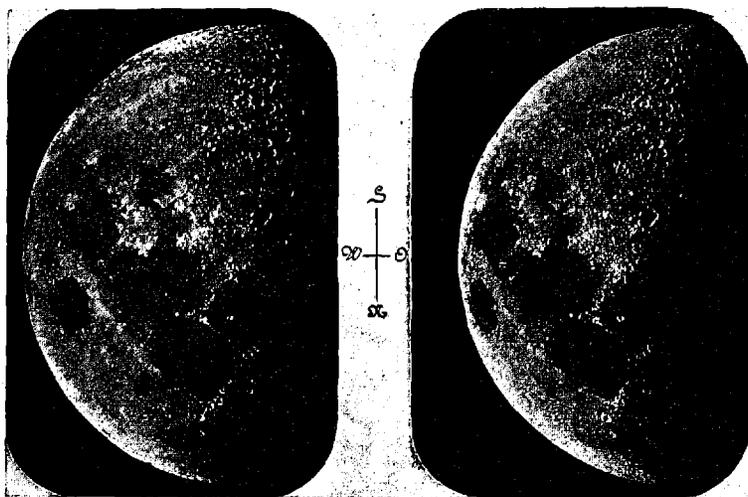
Даже движенія такъ наз. неподвижныхъ звѣздъ могутъ быть уловлены съ помощью небесной стереографіи. Если снять одинъ и тотъ же участокъ звѣзднаго неба дважды, съ достаточно продолжительнымъ промежуткомъ времени, то такія фо-

<sup>1)</sup> Какъ извѣстно, луна обращена къ землѣ всегда одной и той же стороной. Поэтому для полученія стереографическихъ снимковъ луны нельзя пользоваться указаннымъ здѣсь приѣмомъ. Но въ этомъ случаѣ астрономы искусно использовали тѣ движенія нашего спутника, которыя извѣстны подъ названіемъ либраціи.

тографіи не будутъ вполне одинаковы, потому что за время, протекшее между снимками, нѣкоторыя звѣзды успѣли передвинуться, измѣнить свое положеніе. Стереоскопъ сразу укажетъ намъ эти звѣзды, такъ какъ онѣ будутъ выступать впереди общаго фона. (Чтобы понять, почему это,—достаточно вспомнить примѣръ съ двумя черными квадратами, разобранный выше, на стр. 174-й).

Такимъ же путемъ открываютъ теперь астероиды—тѣ малыя планеты, которыя во множествѣ кружатся между орбитами

Рис. 134.



Стереоскопическій снимокъ луны. Луна представляется въ стереоскопъ такую, какою увидѣлъ бы ее великанъ съ разстояніемъ между глазами въ 100.000 верстъ, вооруженный трубой съ 50-кратнымъ увеличеніемъ.

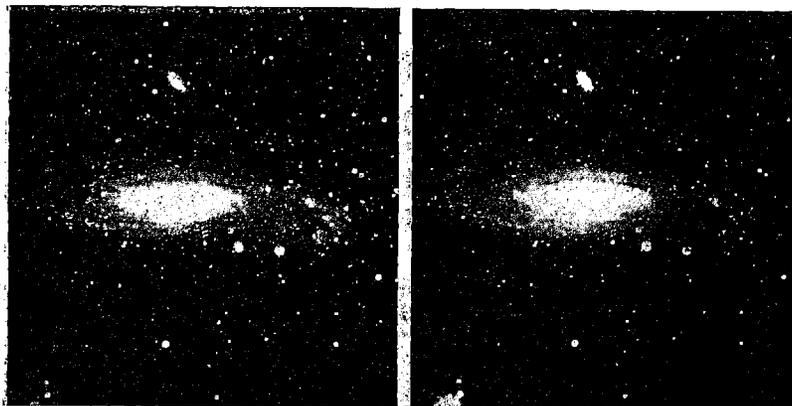
Марса и Юпитера. Еще недавно нахожденіе ихъ было дѣломъ случая: лишь случайно астрономъ, разсматривая цѣлое облако звѣздной пыли, находилъ среди этихъ яркихъ точекъ ту, которая обладаетъ собственнымъ движеніемъ и представляетъ, слѣдовательно, не звѣзду, а планету. Теперь достаточно стереоскопически сравнить двѣ фотографіи даннаго участка неба, чтобы сразу замѣтить выступающіе впередъ астероиды,—если только они имѣются на взятой пробѣ.

Стереоскопомъ улавливается не только различіе въ положеніи точекъ, но и различіе въ ихъ яркости. Это даетъ астро-

ному простой способъ нахождения такъ наз. переменныхъ звѣздъ, т. е. такихъ, которыя періодически мѣняютъ свой блескъ. Если на двухъ снимкахъ какая-нибудь звѣзда вышла неодинаково ярко, то стереоскопъ сразу же укажетъ астроному эту измѣнившую свой блескъ звѣзду.

Пробовали также стереоскопически фотографировать падающія звѣзды. Эффектъ получился изумительный: весь путь метеорита съ полной отчетливостью вырисовывался впереди небесной сферы; глазъ ясно видѣлъ, что метеоритъ проле-

Рис. 135.



Стереоскопическій снимокъ туманности Андромеды.

таетъ гораздо ближе звѣздъ и что это, собственно, земное, а не небесное явленіе.

Еще чудеснѣе прилагаемый здѣсь стереоскопическій снимокъ туманности Андромеды. При разсматриваніи въ стереоскопъ она отчетливо обнаруживаетъ свою рельефность и пластично выступаетъ, вися въ пространствѣ, на фонѣ звѣздной пыли,— ландшафтъ, казалось бы, недоступный для глазъ простого смертнаго.

И въ самомъ дѣлѣ, стереоскопъ въ данномъ случаѣ словно уподобляетъ насъ исполинамъ невѣроятныхъ, невообразимыхъ размѣровъ. Вся наша солнечная система черезчуръ мала, чтобы дать просторъ, нужный для стереоскопическаго снимка этой туманности. Гигантъ, глаза котораго помѣщались бы на

концахъ діаметра земной орбиты, увидѣлъ бы эту туманность плоской, а не рельефной: такъ далека она отъ нашего міра!

А между тѣмъ, стереограмма этой туманности получена! Астрономы воспользовались здѣсь тѣмъ, что наше солнце не остается неподвижнымъ въ міровомъ пространствѣ, а мчится среди звѣздъ, увлекая за собой и нашу землю съ прочими планетами. Значитъ, мы постоянно видимъ звѣздное небо все съ новыхъ и новыхъ точекъ зрѣнія, и по истеченіе достаточнаго промежутка времени различіе это можетъ сдѣлаться замѣтнымъ даже для фотографическаго аппарата. Оба снимка туманности Андромеды получены съ промежуткомъ времени въ  $4\frac{1}{2}$  года. За это время мы перемѣстились въ міровомъ пространствѣ на миллиарды верствъ, и снимки, снятые съ обѣихъ концовъ этого пути, замѣтно разнятся мѣжду собой. Разсматривая ихъ въ стереоскопъ, мы уподобляемся гиганту, умѣщающему на ладони всю нашу солнечную систему...

Въ настоящее время астрономы заготавливаютъ снимки съ разныхъ уголковъ вселенной, чтобы спустя 10—20—30 лѣтъ снова сфотографировать тѣ же объекты, когда, странствуя вмѣстѣ съ солнцемъ по міровому пространству, мы перемѣстимся на достаточное разстояніе. Такимъ образомъ, со временемъ у насъ накопится цѣлая коллекція стереоскопическихъ снимковъ разныхъ уголковъ вселенной, и мы сможемъ любоваться рельефными космическими ландшафтами...

Имена людей, впервые съ успѣхомъ примѣнившихъ стереоскопъ къ астрономіи, заслуживаютъ того, чтобы мы ихъ знали и помнили. Это профессоръ Вольфъ (въ Гейдельбергѣ) и д-ръ Пульфрихъ (въ Іенѣ).

### Изобличеніе рекрута.

При медицинскомъ осмотрѣ рекрутъ заявляетъ, что ничего не видитъ правымъ глазомъ. Какъ убѣдится, что рекрутъ не притворяется? На всѣ вопросы врача онъ упрямо твердитъ, что ничего не видитъ правымъ глазомъ, и не поддается ни на какія уловки. Однако врачъ перехитрилъ его, и вотъ какимъ образомъ.

Если вы станете смотрѣть черезъ красное стекло на надпись, сдѣланную краснымъ по бѣлому, то увидите ровный

красный фонъ и только: никакихъ слѣдовъ надписи вы не увидите, такъ какъ красныя буквы сливаются съ краснымъ же фономъ. Глядя черезъ то же стекло на надпись, сдѣланную голубымъ по бѣлому, вы отчетливо увидите черныя буквы на красномъ фонѣ. Почему черныя — легко понять: красное стекло не пропускаетъ голубыхъ лучей (оно оттого и красное, что пропускаетъ только красныя лучи); слѣдовательно, на мѣстѣ голубыхъ буквъ вы должны увидѣть отсутствіе свѣта — т. е. черныя литеры.

Наконецъ, глядя черезъ зеленое стекло, вы увидите и красную и голубую надписи; онѣ покажутся вамъ черными, потому что зеленое стекло задерживаетъ какъ красныя, такъ и голубыя лучи.

Этимъ свойствомъ цвѣтныхъ стеколъ и воспользовался врачъ. На обѣихъ сторонахъ бѣлаго картона онъ написалъ слово:

### К Р У Г Л Ы И

Буквы К, У, Л, И онъ написалъ голубой краской, а остальныя (Р, Г, Ы) — красной.

Кромѣ того, онъ приготовилъ очки, въ которыхъ одно стекло зеленое, а другое — красное.

Надѣвъ рекруту цвѣтныя очки такъ, чтобы зеленое стекло было противъ зрячаго лѣваго глаза, онъ показалъ ему надпись. Рекрутъ прочелъ „круглыи“, какъ и слѣдовало ожидать. Затѣмъ врачъ переложилъ очки такъ, чтобы зеленое стекло пришлось противъ мнимо-слѣплого праваго глаза. Перевернувъ картонъ, онъ показалъ ему ту же надпись. Если бы правый глазъ былъ, дѣйствительно, слѣпъ, то рекрутъ глядя на надпись черезъ красное стекло, увидѣлъ бы только голубыя буквы:

### К У Л И

Онъ долженъ былъ прочесть слово „кули“. Но, не подозревая, въ чемъ кроется ловушка, рекрутъ снова прочелъ: „круглыи“ — чѣмъ и выдалъ себя. Впрочемъ, если бы онъ и зналъ это свойство цвѣтныхъ стеколъ, онъ и тогда былъ бы изобличенъ, такъ какъ не могъ знать, какія литеры написаны какой краской: надпись показывалась ему только тогда, когда очки были надѣты.

## Анаглифы.

На томъ же свойствѣ цвѣтныхъ стеколъ основано дѣйствіе такъ называемыхъ анаглифовъ—картинъ, напечатанныхъ особымъ образомъ и дающихъ тотъ же эффектъ, что и стереоскопическія фотографіи. Въ анаглифахъ оба изображенія,—соотвѣтствующія правому и лѣвому глазу—печатаются одно на другомъ, но разными красками: голубой и красной.

Чтобы увидѣть, вмѣсто двухъ цвѣтныхъ, одно черное, но рельефное изображеніе, достаточно смотрѣть на нихъ черезъ цвѣтныя очки. Правый глазъ черезъ красное стекло видитъ только голубой отпечатокъ—т. е. именно тотъ, который отвѣчаетъ правому глазу (онъ представится глазу не цвѣтнымъ, а чернымъ). Лѣвый глазъ черезъ голубое стекло видитъ только соотвѣтствующій ему красный отпечатокъ. Каждый глазъ видитъ лишь одно изображеніе и именно то, которое ему соотвѣтствуетъ. Мы имѣемъ здѣсь тѣ же условія, что и въ стереоскопѣ, и, слѣдовательно, результатъ долженъ быть тотъ же: получается впечатлѣніе рельефа <sup>1)</sup>.

### Почему на картины смотрятъ однимъ глазомъ?

На этотъ вопросъ рѣдко приходится слышать правильный и обстоятельный отвѣтъ. Въ самомъ дѣлѣ, рельефность предметовъ выигрываетъ при разсматриваніи ихъ двумя глазами; на этомъ и основаны изумительные эффекты стереоскопа. Между тѣмъ, картины, напротивъ, пріобрѣтаютъ глубину именно тогда, когда смотрятъ на нихъ однимъ глазомъ.

Здѣсь, однако, нѣтъ никакого противорѣчія; напротивъ, одно вытекаетъ изъ другого. Когда мы смотримъ двумя глазами на дѣйствительный ландшафтъ, то на сѣтчаткахъ cadaго глаза получаютъ не вполне одинаковыя изображенія. Когда же мы смотримъ на плоскую картину, оба глаза получаютъ совершенно одинаковыя впечатлѣнія. Эта тождественность образовъ на обѣихъ сѣтчаткахъ обличаетъ, такъ

---

<sup>1)</sup> Въ Россіи такой приборъ выпущенъ въ продажу фирмой П. П. Сойкина подъ именемъ „стереобихромоскопа“ (двухцвѣтнаго стереоскопа).

сказать, поддѣлку: мы безсознательно чувствуемъ, что здѣсь что-то не такъ и что передъ нами не настоящій ландшафтъ. Закрывая одинъ глазъ, мы имѣемъ въ своемъ распоряженіи только одинъ образъ,—и у насъ уже нѣтъ данныхъ для раскрытія „поддѣлки“; неудивительно, что при такомъ условіи мы легче поддаемся иллюзіи.

Иллюзія еще усилится, если мы не будемъ видѣть передъ собой ничего, кромѣ картины: ни потолка, ни пола, ни окружающихъ людей, ни рамки. Вотъ почему мы, закрывая одинъ глазъ, часто смотримъ другимъ черезъ сложенную въ видѣ трубочки кисть руки.

### Какъ видятъ близорукіе?

Міръ близорукаго—совсѣмъ особый міръ, и даже странно, что до сихъ поръ такъ мало обращалось вниманія на особенности зрительныхъ впечатлѣній близорукихъ. Мы знаемъ, что близорукій видитъ плохо; но что онъ видитъ, или какъ именно представляются ему предметы — объ этомъ рѣчь обычно не поднимается. Между тѣмъ, близорукихъ становится все больше, и пора познакомиться съ тѣмъ, какимъ рисуется имъ окружающій міръ.

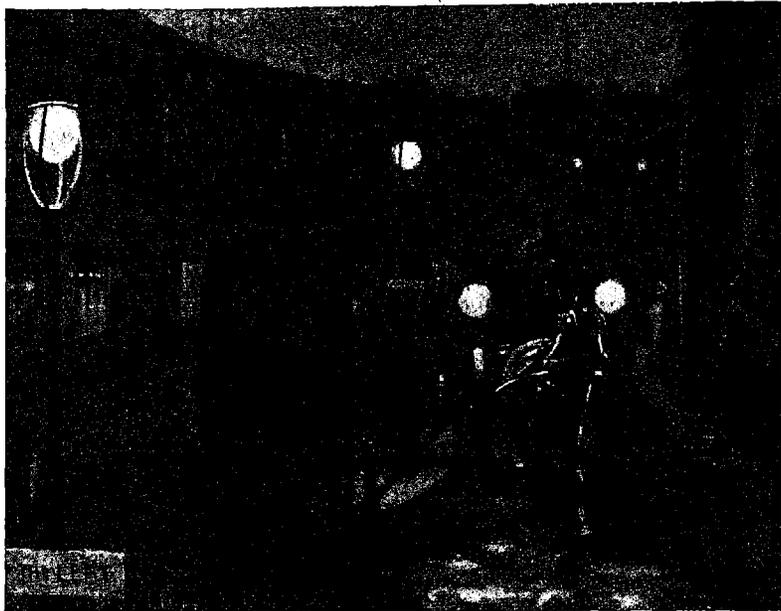
Рис. 136.



Какимъ представляется человеческое лицо нормальному и близорукому глазу.

Прежде всего, близорукій никогда не видитъ рѣзкихъ контуровъ: всѣ предметы для него имѣютъ мягкія, расплывчатые очертанія. Человѣкъ съ нормальнымъ зрѣніемъ, глядя на дерево, различаетъ каждый отдѣльный листъ, каждую вѣточку, отчетливо вырисовывающіеся на фонѣ неба; близорукій же видитъ лишь безформенную зеленую массу какихъ-то неясныхъ фантастическихъ очертаній; всѣ мелкія детали для него пропадаютъ.

Оттого-то для близорукихъ людей всѣ человѣческія лица кажутся въ общемъ моложе и привлекательнѣе, чѣмъ дл



Видъ улицы ночью для человѣка съ нормальнымъ зрѣніемъ.

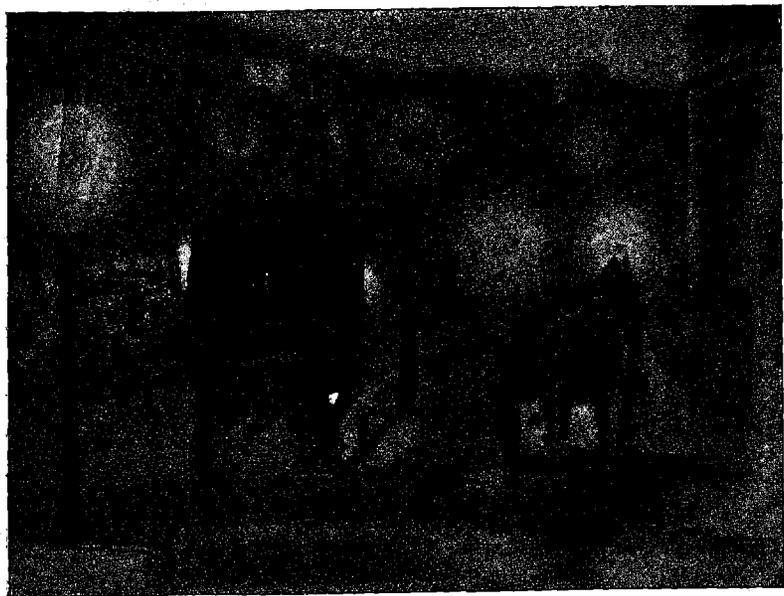
нормальнаго человѣка: морщины, прыщи, мелкіе изъяны лица имъ не замѣчаются; грубо красный цвѣтъ кожи (натуральный или искусственный) кажется ему нѣжно-румянымъ; на балу или въ театрѣ сильно напудренныя пожилыя женщины кажутся ему молодыми красавицами съ блѣдно-мраморными лицами. Мы иногда удивляемся наивности своихъ знакомыхъ, ошибающихся чуть не на 20 лѣтъ въ опредѣленіи возраста людей, поражаемся ихъ дурнымъ вкусомъ въ оцѣнкѣ красоты, винимъ ихъ въ неучливости, когда они смотрятъ намъ прямо въ лицо и словно не желаютъ узнать... Все это часто происходитъ просто отъ близорукости; не зная всѣхъ особенностей ихъ зрѣнія, мы часто приписываемъ имъ такіе недостатки, въ которыхъ они вовсе неповинны. Когда близорукой бесѣдуетъ съ вами (безъ очковъ), онъ вовсе не видитъ вашего лица,—во всякомъ случаѣ, видитъ не то, что вы предполагаете: передъ нимъ какое-то неясное, расплывчатое видѣніе, и нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ что, встрѣтивъ васъ вторично черезъ

часъ, онъ не узнаетъ васъ. Большею частью близорукой узнаетъ людей не по внѣшнему облику, а по звуку голоса: недостатокъ зрѣнія обыкновенно восполняется у него изощренностью слуха.

Любопытная метаморфоза совершается для близорукаго всякій разъ, когда онъ одѣваетъ очки: всѣ окружающіе сразу старѣютъ на 10—20 лѣтъ, благообразные старцы превращаются въ дряхлыхъ стариковъ, а большинство женщинъ мгновенно дурнѣютъ...

Интересно также прослѣдить за тѣмъ, какимъ рисуется близорукимъ людямъ міръ ночью. При ночномъ освѣщеніи всѣ болѣе или менѣе яркіе предметы,—фонари, лампы, освѣщенные окна и т. п.—разростается для нихъ до невѣроятныхъ размѣровъ, превращая картину въ хаосъ безформенныхъ яркихъ пятенъ и туманныхъ, темныхъ силуэтовъ. вмѣсто линіи фонарей на улицѣ, они видятъ два-три огромныхъ пятна, которыя заслоняютъ для нихъ всю остальную часть улицы. Приближающейся кареты они не различаютъ; вмѣсто нея, они

Рис. 138.



Какой представляется та же улица близорукому.

видятъ только два соприкасающихся яркихъ ореола (фонаря), а передъ ними какую-то колыхающуюся массу (лошадь). Никакого сужденія объ относительныхъ разстояніяхъ всѣхъ этихъ предметовъ по такимъ смутнымъ даннымъ они составить себѣ не могутъ, и опасность, которой подвергаются близорукіе

Рис. 139.



Какими представляются близорукому луна и звѣзды.

въ ночное время на оживленныхъ улицахъ, гораздо больше, чѣмъ обыкновенно думаютъ.

Даже ночное небо имѣетъ для близорукаго совсѣмъ не тотъ видъ, что для нормальнаго глаза. Близорукій видитъ лишь звѣзды первыхъ трехъ, много — четырехъ величинъ;

другими словами, вмѣсто нѣсколькихъ тысячъ звѣздъ, ему доступны всего нѣсколько сотъ ихъ. Но зато эти немногія звѣзды кажутся ему крупными, яркими комьями свѣта. Точно также и луна кажется близорукому огромной и очень близкой; полумѣсяцъ же принимаетъ для него какую-то замысловатую, фантастическую форму.

### Высота вашей шляпы.

Предложите вашему пріятелю указать пальцемъ на стѣнѣ, до какой высоты доходить его собственная шляпа, если поставить ее на полъ. Когда онъ сдѣлаетъ это, поставьте, дѣйствительно, шляпу на полъ: окажется, что высота ея чуть не вдвое ниже указанной!

Опытъ особенно хорошо удается, если владѣлецъ шляпы самъ не нагибается для указанія высоты, а лишь говоритъ вамъ, въ какомъ мѣстѣ стѣны сдѣлать помѣтку. Разумѣется, опытъ можно продѣлывать не только съ шляпой, но и съ рабочей лампой, книгой и т. п. предметами, которые мы обычно видимъ на уровнѣ нашихъ глазъ.

Причина ошибки станетъ понятна, если вспомнимъ, какъ сокращаются линіи, когда мы смотримъ на нихъ вдоль.

## Удлиненные надписи и картины.

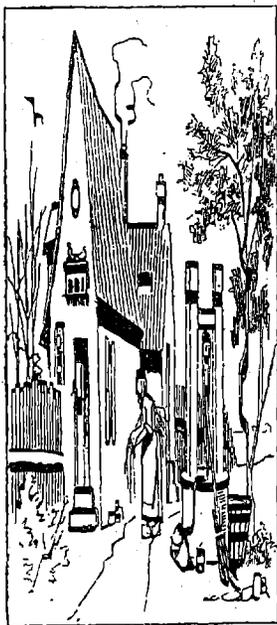
Вотъ еще одинъ образчикъ подобнаго сокращенія. Что означаетъ воспроизведенный на рис. 140-мъ странный узоръ? Какъ будто просто рядъ линий, испещренныхъ черными марашками. Но попробуйте взглянуть на него снизу такъ, чтобы взглядъ вашъ скользилъ вдоль линий. Вы безъ труда прочтете:

### Ф И З И К А

Если бы эта надпись была сдѣлана гдѣ-нибудь на очень высококомъ зданіи, то проходящіе по улицамъ легко читали бы: „физика“ — даже не подозревая, какой странный видъ имѣеть эта надпись, когда на нее смотрятъ съ лица.

Вы можете сдѣлать отсюда, между прочимъ,

Рис. 141.



Рисунокъ съ удлиненными линиями.

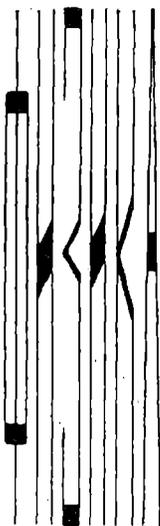
практической выводъ, что вывѣски на верхнихъ этажахъ домовъ должны состоять изъ удлиненныхъ буквъ, — иначе перспективное сокращеніе сплющитъ ихъ до того, что онѣ сдѣлаются неудобочитаемы. То же относится и къ статуямъ, рисункамъ и разнаго рода лѣпнымъ украшеніямъ. Архитекторы, зная эту особенность нашего зрѣнія, принимаютъ ее въ

Рис. 142.



Тотъ же рисунокъ при разсмотрѣваніи снизу вверхъ.

Рис. 140.



Загадочная надпись.

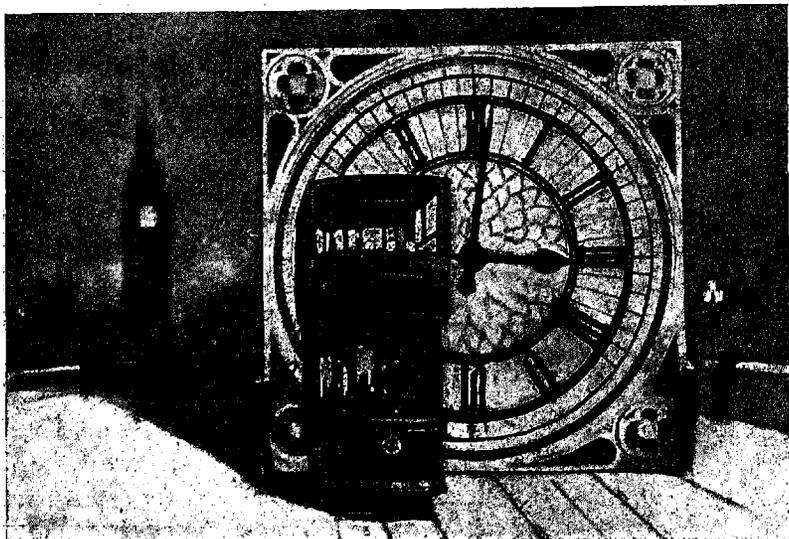
расчетъ при украшеніи очень высокихъ зданій и намѣренно преувеличиваютъ всѣ вертикальные размѣры статуй и кар-

тинъ. Такъ, если хотять чтобы ландшафтъ, помѣщенный на высокой стѣнѣ, рисовался наблюдателю въ видѣ, изображенномъ на рис. 142, то должны придать ему довольно уродливый видъ, въ родѣ изображеннаго на рис. 141.

### Размѣры башенныхъ часовъ.

Ту ошибку, которую сдѣлалъ вашъ пріятель при оцѣнкѣ высоты шляпы, мы дѣлаемъ постоянно при опредѣленіи размѣровъ предметовъ, помѣщенныхъ очень высоко. Мы всегда

Рис. 143.



Часы Вестминстерскаго аббатства, поставленные на мостовую.

преуменьшаемъ величину статуй, поставленныхъ на высокихъ колоннахъ или украшающихъ фасады высокихъ домовъ. Особенно характерна ошибка, которую мы дѣлаемъ при опредѣленіи размѣровъ башенныхъ часовъ. Мы знаемъ, что они очень велики,—и все же наше представленіе объ ихъ величинѣ значительно ниже дѣйствительности. Прилагаемый рисунокъ изображаетъ знаменитые часы Вестминстерскаго аббатства, перенесенные на Лондонскую улицу. Вы видите, что два трамвайныхъ вагона, поставленные одинъ на другой, не достигаютъ

высоты этихъ часовъ. Люди кажутся букашками въ сравненіи съ ними. И взглянувъ на рисующуюся вдали башню аббатства, вы отказываетесь вѣрить, что виднѣющійся на нихъ маленькій бѣлый квадратъ есть именно эти часы.

Очень курьезны подчасъ бываютъ иллюзіи, связанныя съ неправильной оцѣнкой разстояніи. При однихъ и тѣхъ же оптическихъ размѣрахъ, видимый нами предметъ кажется тѣмъ больше, чѣмъ меньшимъ представляется намъ разстояніе до него. Обыкновенно, впрочемъ, мы судимъ о разстояніи по видимой величинѣ предметовъ. Но бываетъ и наоборотъ, и если при этомъ мы почему-либо невольно преувеличимъ разстояніе, то и предметъ покажется намъ соответственно большихъ размѣровъ.

Разсказъ Эдгара Поэ, который мы приводимъ ниже, основанъ именно на такой ошибкѣ. При всемъ кажущемся неправдоподобіи, онъ вовсе не фантастиченъ. Пишущій эти строки самъ сдѣлался однажды жертвой совершенно такой же иллюзіи,—да и многіе изъ нашихъ читателей, вѣроятно, вспомнятъ сходные случаи изъ собственной жизни.

## СФИНКСЪ.

Разсказъ Эдгара Поэ <sup>1)</sup>.

Въ эпоху ужаснаго владычества холеры въ Нью-Йоркѣ я получилъ приглашеніе отъ одного изъ моихъ родственниковъ провести двѣ недѣли въ его уединенномъ коттеджѣ, на берегу Гудсона. Мы пользовались всѣми обычными лѣтними развлечениями,—гуляли, рисовали, катались въ лодкѣ, удили рыбу, занимались музыкой и чтеніемъ и провели бы время очень недурно, еслибы не ужасныя вѣсти изъ города, получавшіяся ежедневно. Не было дня, который бы не принесъ намъ извѣстія о смерти кого-либо изъ знакомыхъ. По мѣрѣ того, какъ зараза усиливалась, мы привыкли ежедневно ожидать потери какого-нибудь друга. Подъ конецъ мы со страхомъ ожидали газету. Самый вѣтеръ съ юга, казалось намъ, былъ насыщенъ

<sup>1)</sup> Переводъ М. А. Энгельгардта.

смертью. Эта леденящая мысль всецѣло овладѣла моей душой. Я не могъ ни думать, ни говорить, ни грезить о чемъ-либо другомъ. Мой хозяинъ былъ человѣкъ болѣе спокойнаго темперамента, и хотя сильно упалъ духомъ, но все-таки старался ободрить меня. Его богатый философскій умъ не поддавался влиянію вещей воображаемыхъ. Онъ былъ достаточно воспріимчивъ въ отношеніи реальныхъ ужасовъ, но не пугался порождаемыхъ ими призраковъ.

Его попытки разсѣять неестественное уныніе, овладѣвшее мною, въ значительной степени ослаблялись по милости нѣсколькихъ книгъ, найденныхъ мною въ его библіотекѣ. Содержаніе ихъ было именно такого рода, что могло вызвать къ жизни сѣмена наслѣдственнаго суевѣрія, таившіяся въ моей душѣ. Я читалъ эти книги безъ вѣдома моего друга, и, такимъ образомъ, онъ часто не умѣлъ объяснить себѣ моего мрачнаго настроенія.

Любимой темой моихъ тогдашнихъ разговоровъ была вѣра въ примѣты,—вѣра, которую я въ то время готовъ былъ защищать почти серьезно. На эту тему у насъ происходили долгіе и оживленные споры; онъ доказывалъ, что вѣра въ подобныя вещи лишена всякаго основанія, я же утверждалъ, что такое общее чувство, возникшее самопроизвольно, то-есть, повидимому, безъ всякаго внушенія,—заключаетъ въ себѣ несомнѣнные элементы истины и заслуживаетъ вниманія во многихъ отношеніяхъ.

Дѣло въ томъ, что вскорѣ послѣ моего пріѣзда на дачу, со мною самимъ случилось происшествіе, до того необъяснимое и такого зловѣщаго характера, что мнѣ извинительно было принять его за предзнаменованіе. Оно такъ поразило и вмѣстѣ съ тѣмъ такъ смутило и напугало меня, что прошло много дней, прежде чѣмъ я собрался съ духомъ настолько, чтобы сообщить о немъ моему другу.

На закатѣ необычайно жаркаго дня я сидѣлъ съ книгой въ рукахъ у открытаго окна, изъ котораго открывался видъ на отдаленный холмъ за рѣкой. Ближайшая ко мнѣ сторона холма была обнажена отъ деревьевъ, вслѣдствіе такъ называемаго, оползня. Мысли мои давно уже отвлеклись отъ книги къ унынію и отчаянію, царившимъ въ сосѣднемъ городѣ. Поднявъ глаза, я случайно взглянулъ на обнаженный склонъ

холма и увидѣлъ нѣчто странное, какое-то отвратительное чудовище, которое быстро спускалось съ вершины холма и исчезло въ лѣсу у его подножія. Въ первую минуту, увидѣвъ чудовище, я усумнился въ здоровомъ состояніи моего разсудка, или, по крайней мѣрѣ, глазъ, и только, спустя нѣсколько минутъ, убѣдился, что я не сумашедшій и не брежу. Но если я опишу это чудовище (которое я видѣлъ совершенно ясно и за которымъ наблюдалъ спокойно все время, пока оно спускалось съ холма), мои читатели, пожалуй, не такъ легко повѣрятъ этому.

Опредѣляя размѣры этого существа, по сравненію съ діаметромъ огромныхъ деревьевъ, мимо которыхъ оно двигалось,—немногихъ лѣсныхъ гигантовъ, уцѣлѣвшихъ отъ обвала—я убѣдился, что оно далеко превосходитъ величиною любой линейный корабль. Я говорю линейный корабль, потому что форма чудовища напоминала корабль: корпусъ семидесятичетырехпушечнаго судна можетъ дать довольно ясное представленіе объ его очертаніяхъ. Пасть животнаго помѣщалась на концѣ хобота, футовъ въ шестьдесятъ или семьдесятъ длиною, и приблизительно такой же толщины, какъ туловище обыкновеннаго слона. У основанія хобота находилась густая масса щетинистыхъ косматыхъ волосъ, больше чѣмъ могла бы доставить дюжина буйволовоыхъ шкуръ, а изъ нея выдавались, изгибаясь внизъ и въ бокъ, два блестящихъ клыка, подобные кабаньимъ, только несравненно большихъ размѣровъ. По обѣимъ сторонамъ хобота помѣщались два гигантскихъ прямыхъ рога, футовъ въ тридцать или сорокъ длиною, повидимому, хрустальные, въ формѣ призмы; они ослѣпительно сіяли въ лучахъ заходящаго солнца. Туловище имѣло форму клина, обращеннаго вершиной къ землѣ. Оно было снабжено двумя парами крыльевъ,—каждое имѣло въ длину около ста ярдовъ—помѣщавшимися одна надъ другой. Крылья были густо усажены металлическими пластинками, каждая пластинка имѣла футовъ десять-двѣнадцать въ діаметрѣ. Я замѣтилъ, что верхнія и нижнія крылья соединены крѣпкими связями. Но главную особенность этого страшнаго существа представляло изображеніе мертвой головы, занимавшей почти всю поверхность груди. Она рѣзко выдѣлялась на темной поверхности своимъ яркимъ бѣлымъ цвѣтомъ, точно нарисованная. Пока я съ чувствомъ ужаса и не-

доумѣнія смотрѣлъ на это страшное животное, въ особенности на зловѣщую фигуру на его груди, оно внезапно разинуло пасть и испустило такой громкій и страшный стонъ, что нервы мои не выдержали, и когда чудовище исчезло у подошвы холма въ лѣсу, я безъ чувствъ повалился на полъ...

Когда я очнулся, первымъ моимъ побужденіемъ было рассказать моему другу о томъ, что я видѣлъ и слышалъ, но какое-то непонятное чувство отвращенія удержало меня.

Наконецъ, однажды вечеромъ, три или четыре дня спустя послѣ происшествія, мы сидѣли вмѣстѣ въ той самой комнатѣ, откуда я увидѣлъ чудовище. Я сидѣлъ у окна на стулѣ, а другъ мой лежалъ подлѣ меня на диванѣ. Совпаденіе времени и мѣста побудило рассказать ему о странномъ явленіи. Выслушавъ меня до конца, онъ сначала расхохотался, а затѣмъ принялъ очень серьезный видъ, какъ будто не сомнѣвался въ моемъ помѣшательствѣ. Въ эту минуту я снова увидѣлъ чудовище и съ крикомъ ужаса указалъ на него моему другу. Онъ посмотрѣлъ, но увѣрялъ, что ничего не видитъ, хотя я подробно описывалъ ему положеніе животнаго, пока оно спускалось съ холма.

Я былъ страшно взволнованъ, такъ какъ считалъ это явленіе либо предвѣстіемъ моей смерти, либо, что еще хуже, первымъ симптомомъ начинающагося сумасшествія. Я откинулся на спинку стула и закрылъ лицо руками. Когда я отнял ихъ, чудовище уже исчезло.

Мой хозяинъ нѣсколько успокоился и принялся разспрашивать меня о внѣшнемъ видѣ чудовища. Когда я рассказалъ ему подробно, онъ перевелъ духъ, точно избавившись отъ какой-то невыносимой тяжести, и съ спокойствіемъ, которое показалось мнѣ просто жестокимъ, вернулся къ прерванному разговору объ отвлеченной философіи. Между прочимъ, онъ настойчиво доказывалъ, что главный источникъ ошибокъ въ человѣческихъ изслѣдованіяхъ—недостаточная или черезмѣрная оцѣнка важности предмета, вслѣдствіе неумѣнья опредѣлить его разстояніе отъ наблюдателя. Напримѣръ, чтобы опредѣлить вліяніе всеобщаго распространенія демократическихъ принциповъ на человѣчество вообще,—сказалъ онъ,—необходимо принять въ расчетъ отдаленность эпохи, когда это распространеніе совершится. Но укажите мнѣ писателя по общественнымъ во-

просамъ, который бы считалъ это обстоятельство достойнымъ вниманія.

Тутъ онъ остановился, всталъ, подошелъ къ книжному шкафу и досталъ какой-то учебникъ естественной исторіи. Затѣмъ, предложивъ мнѣ помѣняться мѣстами, такъ какъ у окна ему легче было разбирать мелкую печать книги, онъ усѣлся на стулъ и, открывъ учебникъ, продолжалъ тѣмъ же тономъ:

— Если бы вы не описали мнѣ такъ подробно чудовище, я, пожалуй, никогда бы не могъ вамъ объяснить, что это такое было. Прежде всего, позвольте, я вамъ прочту изъ этого учебника описаніе рода *Sphinx*, изъ семейства *Crepusculario*, порядка *Lepidoptera*, класса *Insectes*, или насекомыхъ. Вотъ оно:

„Двѣ пары перепончатыхъ крыльевъ, покрытыхъ мелкими окрашенными чешуйками металлическаго блеска; ротъ въ видѣ хобота, образовавшагося изъ удлинненныхъ верхнихъ челюстей; по бокамъ его зачатки нижнихъ челюстей и пушистыхъ щупалецъ; нижнія крылья соединены съ верхними крѣпкими волосками; усики въ видѣ призматическихъ отростковъ; брюшко заостренное. Сфинксъ Мертвая Голова является иногда предметомъ суевѣрнаго ужаса среди простонародья, въ виду издаваемого имъ печальнаго звука и фигуры черепа на груди“.

Тутъ онъ закрылъ книгу и наклонился къ окну въ той же самой позѣ, какъ сидѣлъ я, когда увидѣлъ „чудовище“.

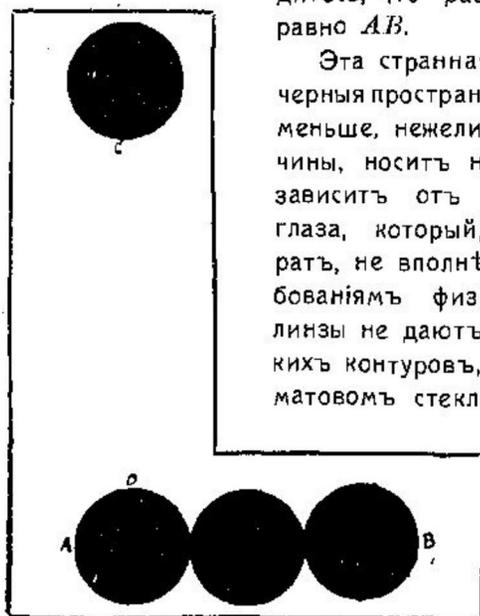
— Ага, вотъ оно!—воскликнулъ онъ,—оно снова поднимается по склону холма и, признаюсь, выглядитъ крайне курьезно. Но оно вовсе не такъ велико и не такъ далеко, какъ вы вообразили, такъ какъ взбирается по нити, прикрѣпленной какимъ-нибудь паукомъ къ окну, которая имѣетъ въ ширину не болѣе шестнадцатой части дюйма и отстоитъ отъ моего зрачка не далѣе, какъ на шестнадцатую часть дюйма.

## Бѣлое больше чернаго.

Взгляните издали на прилагаемый чертежъ (рис. 144) и скажите, сколько черныхъ кружковъ могло бы помѣститься между точками  $D$  и  $C$  — четыре или пять? Вы, конечно, отвѣтите, что четыре кружка свободно умѣстятся, но для пятого, пожалуй, мѣста уже не хватитъ.

Когда же вамъ скажутъ, что между  $C$  и  $D$  умѣщается ровно три кружка, — вы не повѣрите. Возьмите же бумажку или циркуль и убѣдитесь, что разстояніе  $CD$  въ точности равно  $AB$ .

Рис. 144.



Сколько черныхъ кружковъ можетъ помѣститься между  $C$  и  $D$ ?

Эта странная иллюзія, въ силу которой черныя пространства кажутся нашему глазу меньше, нежели бѣлыя такой же величины, носить названіе „иррадіаціи“. Она зависитъ отъ несовершенства нашего глаза, который, какъ оптический аппаратъ, не вполне отвѣчаетъ строгимъ требованіямъ физики. Его преломляющія линзы не даютъ на сѣтчаткѣ тѣхъ рѣзкихъ контуровъ, которые получаютъ на матовомъ стеклѣ хорошо наставленнаго фотографическаго аппарата. Вслѣдствіе такъ наз. „сферической аберраціи“ каждый свѣтлый контуръ окружается свѣтлой каймой, которая увеличиваетъ его размѣры на сѣтчатой оболочкѣ нашего глаза.

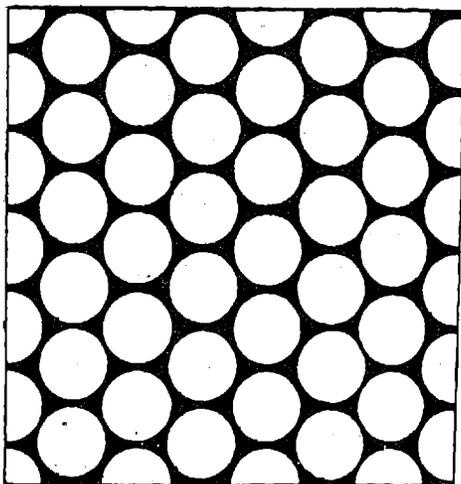
Вотъ почему свѣтлыя участки всегда кажутся намъ больше равныхъ имъ черныхъ.

Чѣмъ дальше вы отодвинете отъ глаза рис. 144, тѣмъ сильнѣе будетъ иллюзія; на достаточномъ разстояніи длина  $CD$  покажется вамъ чуть не вдвое болѣе  $AB$ . Вообще, иррадіація усиливается съ увеличеніемъ разстоянія. Это объясняется тѣмъ, что ширина добавочной каймы всегда остается

одинаковой, и если на близкомъ разстояніи она увеличивала поперечникъ свѣтлаго участка всего на  $\frac{1}{10}$ , то на далекомъ разстояніи, когда изображеніе уменьшится, та же добавка будетъ составлять уже не  $\frac{1}{10}$ , а  $\frac{1}{3}$  или  $\frac{1}{2}$  его поперечника.

Той же особенностью нашего глаза объясняется странное свойство рис. 145. Рассматривая его вблизи, вы видите множество бѣлыхъ кружковъ на черномъ полѣ. Но отодвиньте книгу подальше и взгляните на рисунокъ съ разстоянія 2—3 аршинъ—фигура замѣтно измѣнитъ свой видъ: вы вполне отчетливо увидите на ней, вмѣсто кружковъ, бѣлые шестиугольники.

Рис. 145.



Издали кружки кажутся шестиугольниками.

### Какая буква чернѣе?

Рис. 146 даетъ возможность познакомиться съ другимъ несовершенствомъ нашего глаза—„астигматизмомъ“. Изъ четырехъ буквъ этой англійской надписи вамъ не всѣ кажутся одинаково черны; замѣтите, какая изъ нихъ всего чернѣе, и затѣмъ поверните рисунокъ бокомъ. Произойдетъ неожиданная метаморфоза: самая черная буква станетъ сѣрой, и чернѣе всѣхъ прочихъ будетъ казаться уже другая буква.

На самомъ же дѣлѣ всѣ четыре буквы одинаково черны;

Рис. 146.



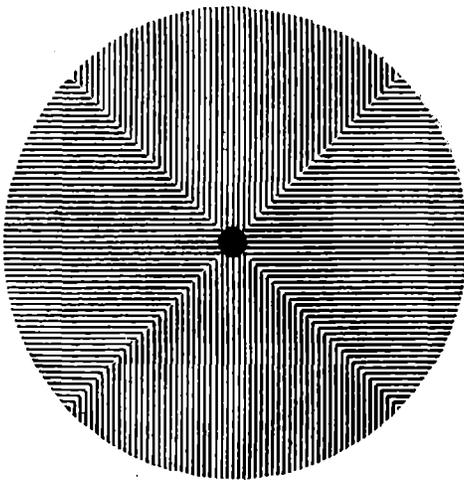
Какая изъ этихъ буквъ чернѣе остальныхъ?

онѣ только различнымъ образомъ заштрихованы: *E* — вертикально, *A* горизонтально, *R* и *D* — косо. Если бы нашъ глазъ былъ такъ же совершенно устроенъ, какъ дорогіе стеклянные объективы, — то направленіе штриховъ не отразилось бы на чернотѣ буквъ. Но глазъ нашъ по различнымъ направлениямъ имѣетъ не вполне одинаковые радіусы кривизны, а потому не можетъ сразу одинаково отчетливо видѣть и вертикальныя, и горизонтальныя, и косыя линіи.

Рѣдко у кого глаза совершенно свободны отъ этого недостатка, а у нѣкоторыхъ людей астигматизмъ достигаетъ такой сильной степени, что серьезно мѣшаетъ зрѣнію; такимъ лицамъ приходится употреблять спеціальныя очки.

Рис. 147-й также пригоденъ для обнаруженія астигматизма: если всматриваться въ него, не измѣняя положенія головы, то не всѣ секторы кажутся одинаково черными; при поворотѣ круга на  $90^\circ$  черныя секторы сѣръютъ, а прежніе сѣрые становятся густо-черными.

У нашего глаза есть и другіе органическіе недостатки, которыхъ оптики умѣютъ избѣгать при изготовленіи приборовъ. Знаменитый Гельмгольцъ выразился по поводу этихъ недостатковъ такъ:



Черныя и сѣрые секторы.

„Если бы какой-нибудь оптикъ вздумалъ продать мнѣ инструментъ, обладающій такими недостатками, я счелъ бы себя въ правѣ самымъ рѣзкимъ образомъ выразиться о небрежности его работы и возвратить ему его приборъ съ протестомъ“.

„Если бы какой-нибудь оптикъ вздумалъ продать мнѣ инструментъ, обладающій такими недостатками, я счелъ бы себя въ правѣ самымъ рѣзкимъ образомъ выразиться о небрежности его работы и возвратить ему его приборъ съ протестомъ“.

Кромѣ этихъ иллюзий, которыя обусловлены

извѣстными недостатками строенія, глазъ нашъ подверженъ цѣлому ряду другихъ обмановъ, имѣющихъ иное объясненіе.

## Живые портреты.

Многимъ, вѣроятно, случалось замѣчать, что портреты иногда словно слѣдятъ за зрителемъ, поворачивая глаза въ ту сторону, куда онъ переходитъ. Эта любопытная особенность „живыхъ портретовъ“ кажется загадочной и даже пугаетъ нервныхъ людей. А между тѣмъ, это не что иное, какъ опять-таки иллюзія зрѣнія. Дѣло объясняется здѣсь тѣмъ, что зрачки такихъ портретовъ нарисованы посерединѣ глазъ, — то-есть въ положеніи, въ какомъ они бывають только у человѣка, смотрящаго прямо на васъ. Когда вы отходите въ сторону, зрачки, конечно, не мѣняютъ своего положенія: они остаются въ центрѣ глазъ; а такъ какъ все лицо вы продолжаете видѣть въ прежнемъ положеніи, то вамъ и кажется, что портретъ, слѣдя за вами, повернулъ голову.

Стрѣлокъ, изображенный на рисункѣ 148, цѣлится прямо въ васъ. Вы можете отходить отъ него насколько угодно вправо или влево — онъ повернетъ револьверъ въ вашу сторону. Здѣсь та же иллюзія зрѣнія: откуда бы вы ни смотрѣли—дуло револьвера закрываетъ собой его стволъ, а это возможно лишь тогда, когда оружіе направлено прямо вамъ въ лицо. Оттого-то вамъ и кажется, что стрѣлокъ неизмѣнно держитъ васъ подъ дуломъ своего револьвера.

Рис. 148.



Куда бы вы ни стали,—стрѣлокъ цѣлится прямо въ васъ.

## Загадочный крестъ.

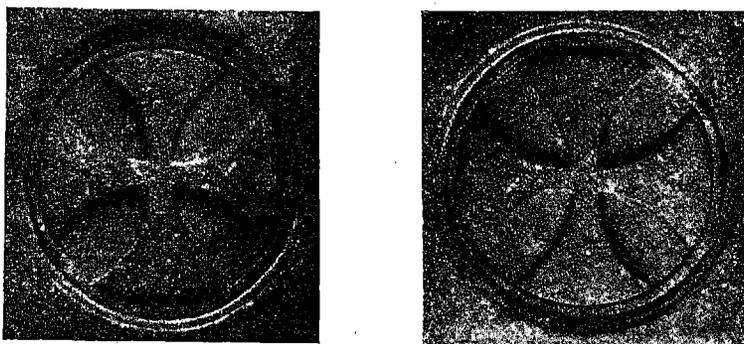
На рис. 149 вы видите налѣво выпуклый крестъ, направо—такой же крестъ, но вдавленный. Теперь переверните книгу „вверхъ ногами“. Происходитъ метаморфоза: выпуклый крестъ превращается въ вдавленный, и наоборотъ... Всмотрѣвшись въ

рисунокъ, вы увидите, что и выпуклый и вдавленный крестъ изображены совершенно одинаково, но одинъ рисунокъ перевернуть по отношенію къ другому.

Этотъ курьезный оптический обманъ объясняется тѣмъ, что мы привыкли видѣть предметы освѣщенными сверху. Оба креста мы тоже считаемъ освѣщенными сверху, и соответственно этому истолковываемъ тѣни. Перевертывая рисунокъ, мы какъ бы мѣняемъ расположеніе тѣней относительно воображаемаго источника свѣта,—отсюда и превращеніе выпуклаго креста въ вдавленный.

Мы могли бы достигъ того же эффекта и не переворачивая рисунка: стоитъ только, глядя на лѣвый рисунокъ, вообразить

Рис. 149.



Выпуклый и вдавленный крестъ.

себѣ источникъ свѣта внизу, чтобы увидѣть не выпуклый, а вдавленный крестъ. Но сила привычки такъ велика, что воображеніе не въ состояніи съ нимъ справиться; только постепенно поворачивая рисунокъ, можно добиться того, чтобы видѣть лѣвый крестъ вдавленнымъ, да и то лишь на короткое время.

### Воткнутыя прямыя и другіе обманы зрѣнія.

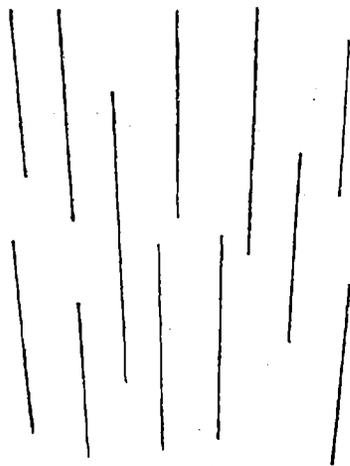
Начерченная на рис. 150 группа прямыхъ линій не представляетъ на первый взглядъ ничего особеннаго. Но попробуйте, закрывъ одинъ глазъ, смотрѣть на эти линіи такъ,

чтобы лучъ зрѣнія скользилъ вдоль нихъ (для этого надо держать книгу на уровнѣ глазъ). Вамъ покажется, что линіи не начерчены на бумагѣ, а воткнуты въ нее стоймя, какъ булавки на подушкѣ.

Эта иллюзія объясняется законами перспективы: линіи начерчены такъ, какъ должны были бы проектироваться на бумагу воткнутыя иглы, если смотрѣть на нихъ описаннымъ выше образомъ.

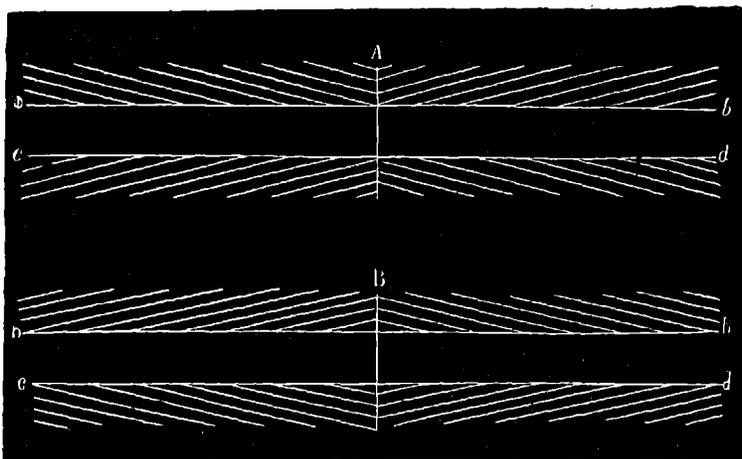
Если бы глазъ нашъ не былъ способенъ поддаваться никакимъ обманамъ,—то не существовало бы живописи, и мы лишены были бы всѣхъ наслажденій изобразительныхъ искусствъ. Художники широко пользуются обманами зрѣнія, и, въ сущности, всякая картина есть сложный оптической обманъ.

Рис. 150.



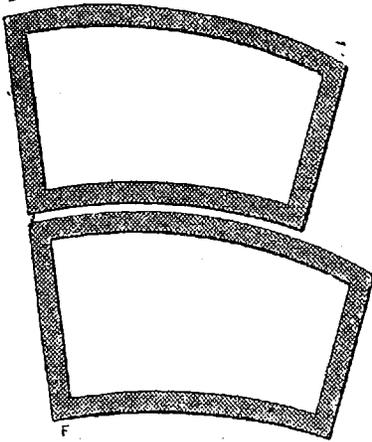
Смотрите на этотъ рисунокъ такъ, чтобы взглядъ вашъ скользилъ вдоль линій.

Рис. 151.



Линіи *ab* и *cd* параллельны, хотя этому не легко повѣрить.

Рис. 152.



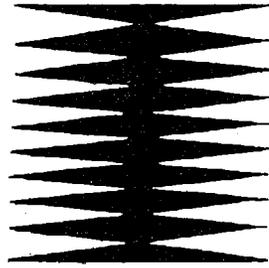
Нижняя фигура кажется длиннее верхней,  
а между тем—они равны.

Рис. 153.



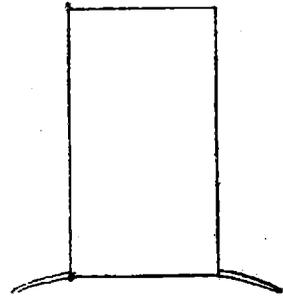
Тонкая линия кажется изломанной, хотя она совершенно пряма.

Рис. 154.



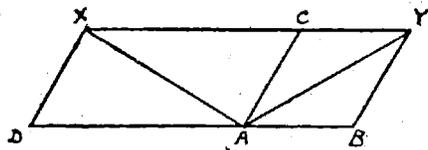
Длина этой фигуры равна  
ее ширине.

Рис. 155.

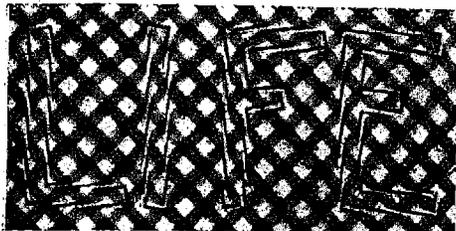


Вышина этой шляпы въ точности равна расстоянію между краями ея полей.

Рис. 156.



Кажется невероятнымъ, чтобы  $AX$  равнялось  $AU$ , — а, между темъ, это такъ.



Буквы этой надписи кажутся наклоненными в разные стороны: буква *L* — откинута на лѣво, буква *I* — направо и т. д. Между тѣмъ, всѣ четыре буквы начерчены строго вертикально.

Рис. 158.

На рис. 158-мъ вы видите «спиральную» линію, не правда ли? Поставьте же острее карандаша на одну изъ вѣтвей спирали и ведите имъ по ней. Вы будете кружиться, не приближаясь и не удаляясь отъ центра! Передъ вами — рядъ окружностей.

На рис. 159-мъ также изображены почти правильные концентрические круги, хотя глазъ и видитъ здѣсь нѣчто совершенно иное.

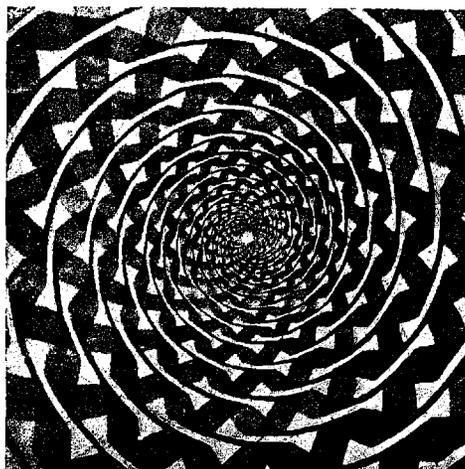
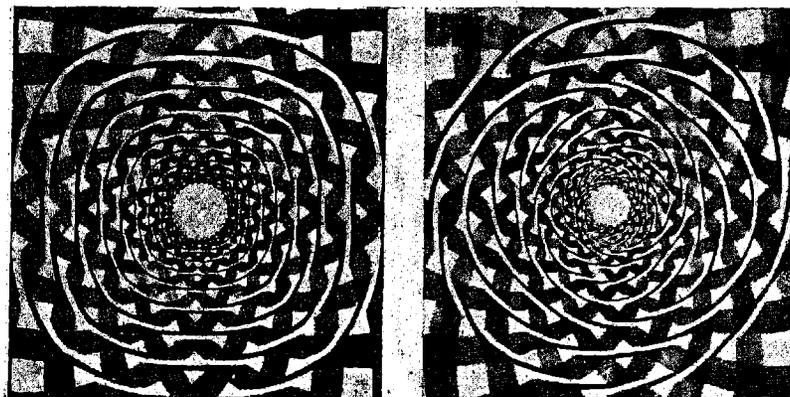


Рис. 159.



## ГЛАВА XII.

### З В У К Ъ.

---

#### Какъ разыскивать эхо?

Среди мелкихъ произведеній Марка Твэна есть уморительный рассказъ о злоключеніяхъ одного господина, получившаго отъ своего дяди въ наслѣдство великолѣпную коллекцію... чего бы вы думали? Эхо! Чудакъ систематически скупалъ тѣ участки земли, гдѣ легко воспроизводилось эхо. За звучное, отчетливое эхо, особенно многократное, эксцентричный янки платилъ сотни и тысячи долларовъ.

Не станемъ повторять здѣсь тѣхъ невѣроятныхъ курьезовъ, которые даровитый „король смѣха“ сумѣлъ создать на этой почвѣ. Замѣтимъ только, что найти „хорошее“ эхо не такъ легко, какъ кажется.

Мы, русскіе, въ этомъ отношеніи можемъ считать себя въ привилегированномъ положеніи: у насъ много равнинъ, окруженныхъ лѣсами, и полянъ въ лѣсахъ; стоитъ громко крикнуть на такой полянѣ, чтобы отъ стѣны лѣса донеслось болѣе или менѣе отчетливое, далеко слышное эхо.

Но наши зарубежные сосѣди, живущіе большею частью въ неровныхъ, горныхъ мѣстностяхъ, не такъ счастливы въ отношеніи эхо. Услышать эхо въ горной мѣстности труднѣе, чѣмъ на равнинѣ, окоймленной лѣсомъ.

Маленькое отступленіе въ область теоріи звука пояснить, въ чемъ тутъ дѣло. Эхо есть не что иное, какъ возвращеніе звуковыхъ волнъ, отразившихся отъ какого-либо препятствія; при этомъ, какъ и при отраженіи свѣта, уголъ паденія „зву-

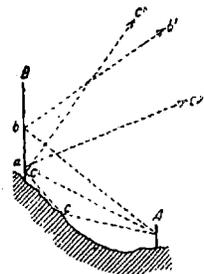
нового луча" (т. е. направленія слѣдованія звуковыхъ волнъ) равняется углу его отраженія.

Помня это, вообразите, что вы находитесь на пунктѣ *A* (рис. 160) у подножія горы, а препятствіе, долженствующее отразить звукъ, помѣщается выше васъ, въ пунктѣ *B*. Легко видѣть, что звуковыя волны, распространяющіяся по линіямъ *Aac'*, *Aa*, *Av*,—отразившись, не достигнутъ вашего уха, а разсѣются въ пространствѣ по направленію *aa'*, *ca'*, *vv'*. Въ гораздо болѣе благопріятныхъ условіяхъ вы будете находиться, если помѣститесь на уровнѣ препятствія, или даже чуть выше его (рис. 161). Слабая углубленность почвы между обоими пунктами еще болѣе способствуетъ отчетливости эхо. Звукъ, идущій по направленію *Aa* или *Av*, возвратится къ вамъ по ломаннымъ линіямъ *aa', A* или *vv', A*, отразившись отъ почвы одинъ или два раза.

Напротивъ, если почва между пунктами *A* и *B* выпукла, эхо будетъ слабое или даже совсѣмъ не достигнетъ уха наблюдателя.

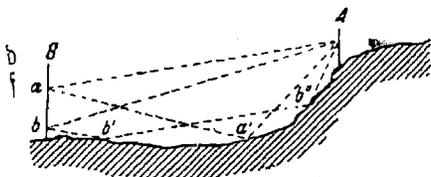
Словомъ, разыскиваніе эхо на неровной мѣстности требуетъ извѣстнаго искусства, извѣстной сноровки (такъ что идея Твэнновскаго коллекціонера не является вполнѣ сумасбродной). Даже найдя мѣсто, благопріятное для эхо, надо еще умѣть вызвать послѣднее. Прежде всего, не слѣдуетъ помѣщаться черезчуръ близко къ препятствію: необходимо, чтобы звукъ прошелъ довольно длинный путь, иначе эхо вернется слишкомъ рано и сольется съ самимъ звукомъ,—т. е. не будетъ услышано отдѣльно. Зная, что звукъ проходитъ 160 сажень въ секунду, легко понять, что, стоя на разстояніи 40 сажень отъ препятствія, вы услышите эхо ровно черезъ полсекунды послѣ звука.

Рис. 160.



Эхо отсутствуетъ.

Рис. 161.



Отчетливое эхо.

Чѣмъ рѣзче, отрывистѣе звукъ, тѣмъ отчетливѣе эхо. Лучше всего вызывать эхо хлопаньемъ въ ладоши. Звукъ человеческого голоса для этого менѣе пригоденъ, особенно голосъ мужчинъ; высокіе тоны женскихъ и дѣтскихъ голосовъ даютъ болѣе явственное эхо.

### Звуковыя зеркала.

Въ сущности, стѣна лѣса, отразившая эхо, есть не что иное, какъ звуковое зеркало: она дѣйствуетъ на звукъ совершенно такъ же, какъ плоское зеркало—на свѣтъ.

Рис. 162.



Звуковыя вогнутыя зеркала.

Существуютъ не только плоскія звуковыя зеркала, но и сферическія. Вогнутое звуковое зеркало дѣйствуетъ такъ же, какъ рефлекторъ: оно сосредоточиваетъ „звуковые лучи“ въ своемъ фокусѣ.

Двѣ глубокія тарелки даютъ вамъ возможность продѣлать одинъ изъ любопытнѣйшихъ акустическихъ опытовъ. Поставьте одну тарелку на столъ, а въ нѣкоторомъ разстояніи отъ ея дна держите карманные часы. Другую тарелку держите у головы, на нѣкоторомъ разстояніи отъ уха,—какъ изображено на рисункѣ 162. Если положеніе часовъ, уха и тарелокъ найдено правильно (это удастся послѣ ряда пробъ), — вы услышите тиканье часовъ, какъ бы исходящее отъ той тарелки, которую вы держите въ рукѣ. Иллюзія усиливается, если закрыть глаза: тогда по слуху положительно нельзя опредѣлить, въ какой рукѣ у васъ часы—въ правой или лѣвой.

Тотъ же опытъ можно продѣлать въ большемъ масштабѣ, пользуясь двумя дождевыми зонтиками. Смоченная ткань хорошо отражаетъ звуки, почти вовсе не пропуская ихъ. Поэтому мокрый раскрытый зонтикъ является довольно хорошимъ звуковымъ рефлекторомъ. Размѣстите два смоченныхъ зонта на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, обративъ ихъ вогнутыми сторонами другъ къ другу и такъ, чтобы они имѣли общую „акустическую ось“—попросту говоря, чтобы стержни

ихъ лежали на одной прямой. Станьте въ главномъ фокусѣ одного зонта, а товарища помѣстите въ фокусѣ другого. Теперь вы можете разговаривать другъ съ другомъ едва внятнѣмъ шопотомъ, между тѣмъ, какъ третье лицо, помѣщающаеся между вами, ничего не услышитъ.

Этотъ своеобразный телефонъ будетъ дѣйствовать только до тѣхъ поръ, пока матерія зонтиковъ не высохнетъ: сухая ткань звука не отражаетъ.

## Оракуль.

Вы можете придать послѣдному опыту гораздо большую эффектность и даже таинственность, обставивъ его нѣсколько иначе. Поставьте оба зонта въ разныхъ концахъ залы, раздѣливъ ихъ легкимъ занавѣсомъ изъ совершенно сухой ткани. Сухая матерія хорошо проводитъ звукъ, не отражая его; слѣдовательно, перегородка не нарушитъ дѣйствія вашего телефона. Впрочемъ, вамъ достаточно лишь замаскировать присутствіе одного изъ зонтовъ и стоящаго возлѣ него вашего соучастника; можно ограничиться самой легкой драпировкой.

Въ фокусѣ другого зонта помѣстите статуэтку. Это и будетъ „оракуль“. Ваши гости, — разумѣется, не посвященные въ тайну опыта, — могутъ поочередно подходить къ „оракулу“ и шопотомъ задавать ему вопросы. Къ величайшему ихъ изумленію, статуэтка шопотомъ же дастъ имъ вполне осмысленные отвѣты, — иногда весьма язвительные и остроумные, смотря по находчивости вашего соучастника.

## Къ свѣдѣнію застѣнчивыхъ людей.

Когда застѣнчивому человѣку приходится въ гостяхъ ѣсть твердые сухари, подаваемые къ чаю, онъ обыкновенно замѣтно конфузится. Страшный шумъ, который онъ производитъ, грызя сухарикъ, приводитъ его въ смущеніе. Смущеніе увеличивается еще тѣмъ, что сосѣди грызутъ тѣ же сухари безъ замѣтнаго шума, — и застѣнчивый человѣкъ не понимаетъ, какъ они ухитряются избѣгнуть конфузящаго его грохота.

Мы можемъ успокоить такихъ застѣнчивыхъ людей. Страшный шумъ и грохотъ существуютъ лишь въ ихъ собственныхъ

ушахъ и нисколько не беспокоятъ ушей ихъ сосѣдей. Дѣло въ томъ, что кости черепа, какъ и всякія твердыя тѣла, обладаютъ способностью усиливать звуки, иногда до чрезвычайныхъ размѣровъ. Трескъ ломающагося сухаря, доходя до уха черезъ воздухъ, воспринимается, какъ легкій шумъ; но тотъ же трескъ превращается въ оглушительный грохотъ, если доходитъ до насъ черезъ толщу твердаго тѣла (челюстей, костей черепа).

Вы легко можете убѣдиться въ этомъ, продѣлавъ такой опытъ: привяжите ложку къ серединѣ бечевки, а оба свободныхъ конца ея прижмите къ ушамъ. Теперь, раскачивая ложку, ударяйте ею о столъ—вы услышите гулъ какъ бы церковнаго колокола.

### Что такое раскаты грома?

Со временъ Франклина извѣстно, что молнія—это гигантская электрическая искра, а громъ—сопровождающій ее трескъ. Однако, кто наблюдалъ электрическія искры, тотъ, вѣроятно, замѣтилъ, что трескъ ея по характеру не похожъ на громъ: въ трескѣ искры не наблюдается столь характерныхъ для грома раскатовъ. Почему громъ длится такъ долго (5—8 сек., между тѣмъ, какъ молнія длится менѣе тысячной доли секунды) и почему онъ грохочетъ, то усиливаясь, то ослабляясь—вогъ вопросы, которые интересно разсмотрѣть.

Причина кроется въ двухъ обстоятельствахъ: въ большой длинѣ молніи и въ медленности распространенія звука. Молніи достигаютъ часто нѣсколькихъ верстъ длины. Если ближайшій конецъ молніи находится отъ васъ на разстояніи одной версты, а дальній—на разстояніи пяти верстъ,—то первый ударъ грома вы услышите спустя три секунды послѣ молніи (звукъ проходитъ  $\frac{1}{3}$  версты въ секунду). Когда же громъ замолкнетъ? Тогда, когда до васъ дойдетъ звукъ отъ дальнѣйшаго конца, отстоящаго за 5 верстъ,—т. е. черезъ 15 секундъ. Итакъ, вы будете слышать громъ въ продолженіе  $15 - 3 = 12$  секундъ,—хотя на самомъ дѣлѣ онъ продолжался, быть можетъ, лишь  $\frac{1}{10}$  секунды.

[Любопытно отмѣтить здѣсь сходство этого явленія съ тѣмъ, что описано въ главѣ „По волнамъ безконечности“. Только въ данномъ случаѣ движется не наблюдатель, а самый

источникъ звуковыхъ колебаній: онъ какъ бы удаляется отъ наблюдателя со скоростью звука].

Теперь понятно, почему громъ длится такъ долго. Непонятными остаются его раскаты, попеременныя усиленія и ослабленія звука. Но и это станеть ясно, если вспомнить, что молнія не имѣеть вида прямой линіи, а изламывается многочисленными изгибами. На рис. 163 изображена молнія (по фотографическому снимку), и мы воспользуемся ею, чтобы опредѣлить, что долженъ слышать наблюдатель, находящійся въ точкѣ  $B$ , если источникомъ звука является каждая точка развѣтвленной молніи. Для этого опишемъ изъ точки  $B$ , какъ изъ центра, рядъ концентрическихъ дугъ, пересѣкающихъ молнію. Прежде всего до уха наблюдателя дойдутъ одновременно звуки изъ точекъ  $a_1, a_2, a_3$  и  $a_4$ ; эти четыре звука сольются въ одинъ громкій звукъ. Затѣмъ наблюдатель услышитъ сумму 5-ти звуковъ: изъ  $b_1, b_2, b_3, b_4$  и  $b_5$ ; онъ будетъ по силѣ не равенъ предыдущему. Затѣмъ придетъ звукъ  $c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5$ . Потомъ звукъ  $d_1 + d_2 + d_3 + d_4$ , — и такъ далѣе. Если вы далѣе прослѣдите за этимъ процессомъ, — вы убѣдитесь, что звуки будутъ неправильно измѣняться въ силѣ, то нарастая, то снова ослабляясь, пока, наконецъ, не затихнутъ совершенно.

Эхо облаковъ и взаимодѣйствіе звуковыхъ волнъ еще болѣе разнообразяютъ характеръ громовыхъ раскатовъ.

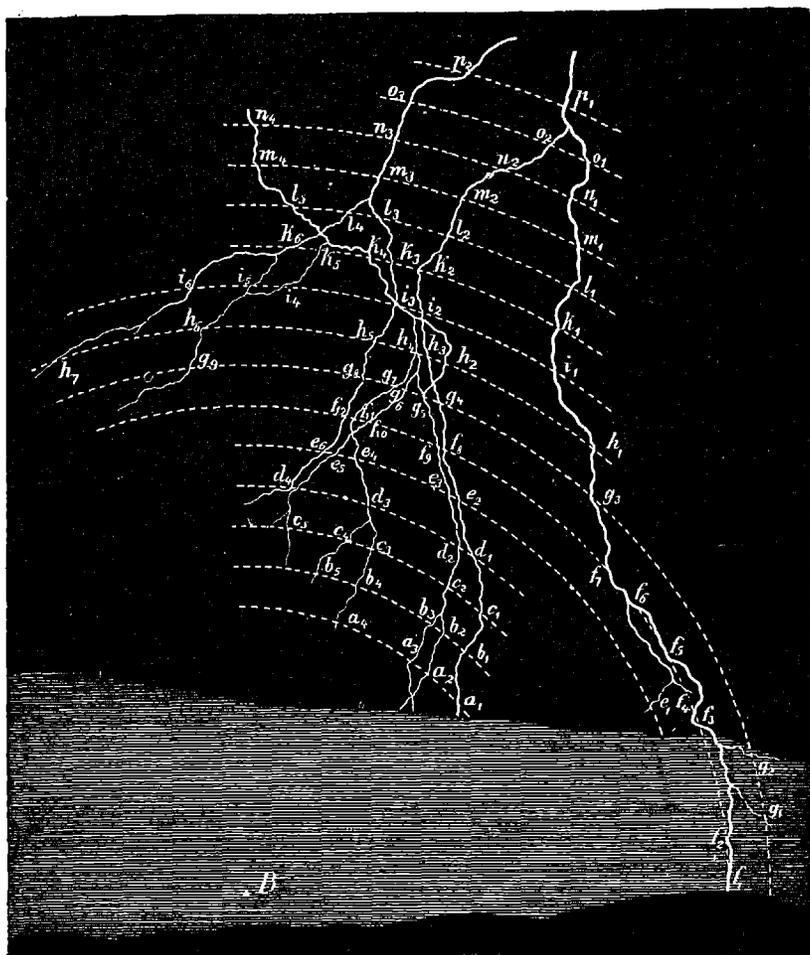
Если бы звукъ распространялся быстрѣе, громъ длился бы гораздо менѣе; если бы, напр., скорость звука равнялась скорости свѣта, — то громъ длился бы одно мгновеніе.

### Водяной микрофонъ.

Микрофонами называются приборы, усиливающіе весьма слабые звуки. Они играютъ въ акустикѣ ту роль, какую въ оптикѣ играютъ микроскопы. Вѣроятно, всѣмъ знакомъ электрической микрофонъ, употребляемый при телефонахъ. Но едва ли многіе знаютъ, что можно устроить усилитель звука съ помощью водяной струи, безъ всякаго электрическаго тока. Такой водяной микрофонъ гораздо проще электрическаго, хотя и не такъ удобенъ. Вотъ какъ онъ устроенъ.

Струя воды, вытекающая съ большой силой через узкое отверстие ( $\frac{1}{2}$  мил.) въ наконечникъ каучуковой трубки, направлена прямо на каучуковую перепонку, которая натянута на

Рис. 163.



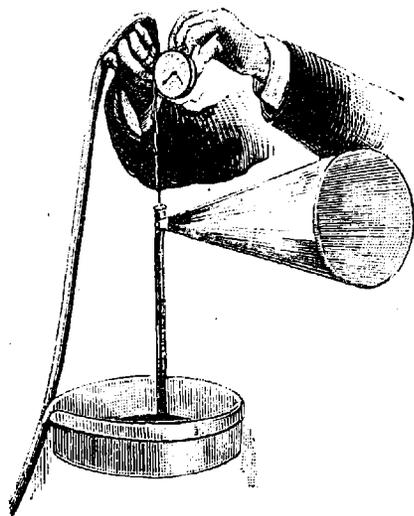
Чертежъ, объясняющій происхожденіе раскатовъ грома.

отверстіе вертикально поставленной стеклянной трубки (толщиной въ 1 сантим.). Пока отверстие наконечника близко къ упругой перепонкѣ, никакого звука не слышно. Но при поднятіи наконечника трубки надъ перепонкой, т. е. при удлиненіи

водяной струи, слышится явственный шумъ. Легко понять причину этого звука: длинная струя состоитъ изъ ряда утолщеній и сжатій; она, слѣдовательно, надавливаетъ на перепонку съ различной силой и приводитъ ее въ колебательное движеніе; короткая же струя, будучи сплошной, не колеблетъ перепонки, а лишь натягиваетъ ее. Шумъ можно усилить, если приставить къ отверстію наконечника каучуковой трубки деревянную дощечку.

Рис. 164.

Если убрать деревянную дощечку и, вмѣсто нея, приставить къ отверстію каучуковой трубки обыкновенные карманные часы то тиканье ихъ вызоветъ соответствующіе перерывы струи: послѣдняя, ударя въ перепонку, сообщитъ ей тѣ же колебанія, но значительно усиленные. Слабое тиканье часовъ усиливается до того, что его можно слышать на другомъ концѣ довольно обширной залы.



Струя воды въ роли микрофона.

Вмѣсто конуса, можно одѣвать каучуковую трубку, прикладываемую къ уху,—тогда звуки становятся прямо оглушительными „и начинаютъ,—по словамъ физика Бойса,—походить скорѣе на удары молота о наковальню, чѣмъ на тиканье карманныхъ часовъ“.

Остается сдѣлать нѣсколько техническихъ замѣчаній. Вода изъ верхней трубки должна вытекать, какъ сказано, съ большой силой: это достигается тѣмъ, что резервуаръ, питающій трубку, помещается очень высоко,—если можно, аршинъ на 6—7 выше отверстія трубки. Далѣе, вода должна быть совершенно чиста, поэтому лучше всего ее профильтровать черезъ вату. Въ качествѣ перепонки для стеклянной трубки хорошо можетъ служить каучуковая оболочка, употребляемая для дѣтскихъ воздушныхъ шаровъ.

Описанный опыт принадлежит американскому физику Чичистеру Белю, двоюродному брату Грагама Беля, изобретателя телефона. Мы заимствуемъ его описаніе у Бойса, автора книги „Мыльные пузыри“, на которую намъ уже приходилось ссылаться. По словамъ этого физика, можно даже заставить водяной микрофонъ играть мелодію, для этого прикладываютъ къ трубкѣ длинный стержень, упирающійся другимъ концомъ въ музыкальный ящикъ, обернутый въ двойную фетровую оболочку: когда струя ударяетъ въ перепонку, звуки музыкальнаго ящика слышны всей аудиторіи.

### Обманы слуха.

Возможенъ ли обманъ слуха, сходный съ тѣмъ обманомъ зрѣнія, который описанъ въ рассказѣ Поэ „Сфинксъ“? Вполнѣ возможенъ. Если мы вообразимъ, что источникъ какого-нибудь легкаго шума находится не вблизи насъ, а значительно дальше,— то звукъ будетъ казаться намъ гораздо громче. Подобныя иллюзіи слуха случаются съ нами довольно часто; мы только не всегда обращаемъ на нихъ вниманія.

Вотъ, напр., любопытный случай, который описалъ въ своей „Психологіи“ американскій философъ Вильямъ Джемсъ:

„Однажды, поздно ночью, я сидѣлъ и читалъ; вдругъ изъ верхней части дома раздался страшный шумъ, прекратился и затѣмъ черезъ минуту снова возобновился. Я вышелъ въ залъ, чтобы прислушаться къ шуму—но онъ тамъ не повторялся. Какъ только я успѣлъ вернуться къ себѣ въ комнату и сѣсть за книгу, снова поднялся тревожный, сильный шумъ, точно передъ началомъ бури или наводненія. Онъ доносился отовсюду. Крайне встревоженный, я снова вышелъ въ залъ, и снова шумъ прекратился. Вернувшись во второй разъ къ себѣ въ комнату, я вдругъ открылъ, что шумъ производила своимъ храпомъ маленькая собачка, шотландская такса, спавшая на полу.

„При этомъ любопытно то, что разъ обнаруживъ истинную причину шума, я уже не могъ, несмотря на всѣ усилія, возобновить прежнюю иллюзію“.

Вѣроятно, каждый читатель сможетъ припомнить подобные же случаи изъ своей жизни.

## Гдѣ стрекочеть кузнечикъ?

Не только разстояніе, но и направленіе, въ какомъ находится звучащій предметъ, часто опредѣляется нами совершенно ошибочно.

Вотъ опытъ, который можетъ насъ многому научить. Посадите кого-нибудь посреди комнаты съ завязанными глазами и попросите его сидѣть спокойно, не поворачивая головы. Затѣмъ, взявъ въ руки двѣ монеты, стучите ими одна о другую въ разныхъ мѣстахъ комнаты, оставаясь все время въ той вертикальной плоскости, которая пополамъ, разсѣкаетъ голову вашего гостя, проходя между его глазами.

Испытуемый долженъ при этомъ указывать мѣсто, гдѣ щелкнули монеты. Результатъ получается прямо невѣроятный. Звукъ произведенъ въ одномъ углу комнаты, а испытуемый указываетъ на совершенно противоположную точку, и т. д.

Если вы отойдете отъ плоскости симметріи, то ошибки будутъ уже не такъ грубы. Оно и понятно: теперь звукъ въ ближайшемъ ухѣ слышенъ громче, чѣмъ въ другомъ, и это даетъ испытуемому нѣкоторое указаніе относительно мѣстонахожденія звучащаго тѣла. (Этотъ опытъ впервые произведенъ былъ въ 1874 г. на засѣданіи Британской Ассоціаціи Наукъ).

Послѣ этого станетъ понятно, почему не удастся замѣтить стрекочущаго въ травѣ кузнечика. Рѣзкій звукъ раздается въ двухъ шагахъ отъ васъ, тутъ же, справа отъ дорожки. Вы смотрите туда,—но ничего не видите. Между тѣмъ звукъ явственно доносится слѣва. Вы поворачиваете голову туда—но не успѣли вы это сдѣлать, какъ тотъ же звукъ уже доносится изъ какого-нибудь третьяго мѣста. Это поразительное проворство кузнечика способно привести васъ въ недоумѣніе,—и чѣмъ быстрѣе вы поворачиваетесь въ сторону звука, тѣмъ быстрѣе совершаются скачки кузнечика.

На самомъ дѣлѣ, однако, насѣкомое спокойно сидитъ на одномъ мѣстѣ, и его изумительные скачки—плодъ вашего воображенія, слѣдствіе обмана слуха. Ваша ошибка въ томъ, что вы поворачиваете голову на звукъ, т. е. помѣщаете ее такъ, чтобы кузнечикъ находился въ плоскости симметріи

вашей головы. При такомъ условіи, какъ вы уже знаете, ошибиться въ направленіи звука очень легко: стрекотаніе кузнечика раздается впереди васъ, но вы по ошибкѣ относите его въ совершенно противоположную сторону.

Отсюда практическій выводъ: если вы хотите опредѣлить, откуда доносится звукъ кузнечика, кукованіе кукушки и т. п. неопредѣленные звуки—не поворачивайте головы на звукъ, а, напротивъ, отворачивайте ее въ сторону. Мы, собственно, такъ и дѣлаемъ, когда, какъ говорится, „настораживаемся“.

### Трамвай въ роли барометра.

Какъ извѣстно, влажный воздухъ гораздо лучше проводитъ звукъ, нежели сухой; во влажномъ воздухѣ звуки слышнѣе, чѣмъ въ сухомъ. На этомъ основанъ оригинальный способъ пользованія шумомъ трамвая для грубой оцѣнки степени влажности воздуха. Если вы слышите шумъ мчащагося трамвая уже съ далекаго разстоянія,—значить, въ воздухѣ много влаги, и есть основаніе ожидать дождя. Если вы уловите стукъ колесъ лишь на болѣе близкомъ разстояніи,—значить, воздухъ сухъ, и тѣмъ въ большей степени, чѣмъ дольше вамъ приходится дожидаться отчетливаго стука: это знакъ, что ясная погода продержится долго.

Какъ ни грубы эти примѣты, наблюдательный человекъ можетъ пользоваться ими довольно успѣшно. За отсутствіемъ въ городѣ трамвая, можно пытаться предсказывать погоду и по шуму обыкновенной пролетки.



# Издательство П. П. Сойкина

(С.-ПЕТЕРБУРГЪ, СТРЕМЯННАЯ, 12).

**ПЯТЬ ВНЕШНИХЪ ЧУВСТВЪ.**—Л. Фигге. Перевель и доп. д-ръ Ю. Малосъ. Съ 20 рис. Цѣна 50 к., съ перес. 85 к.

Каждому необходимо быть знакомымъ съ природой человѣка, со строеніемъ и отправленіемъ многообразныхъ органовъ, составляющихъ то гармоническое цѣлое, которое носитъ гордое названіе «человѣка». Книга Л. Фигге можетъ служить лучшимъ руководствомъ при изученіи функцій зрѣнія, слуха, обонянія, вкуса и осязанія.

**ЧУДЕСА ПОЛЯРНАГО МІРА.** (Исторія путешествій. Природа, жизнь и нравы обитателей). Е. Лебазейль. Съ 35 рис. Изд. 2-е, просм. и дополненное А. Зеленинымъ. Цѣна 50 к., съ перес. 65 к.

**Оглавленіе:** Арктическія страны. Вѣчные снѣга. Обвалъ глетчера. Ледяное море. Волшебное зрѣлище. Арктическія времена года. Полярная ночь. Сѣверное сіяніе. Полярная флора. Окаменѣлые лѣса. Бѣлые медвѣди. Сѣверныя лисицы, олени. Колонія птицъ. Киты. Местъ кашелота. Гиперборейцы. Эскимосы. Ихъ одежда и жилища. Людоѣдство. Голодная смерть. Полярная экспедиція. Приключенія на «Ганзѣ», Плаваніе на льдинѣ и мн. друг.

**КИНЕМАТОГРАФЪ,** какъ его самому устроить. Подробное описаніе В. Дрозина. Съ рис. и конструктивными чертежами Влад. Вицейскаго. Цѣна 50 коп., съ пересылкой 65 коп.

**ПЕРЕНОСНАЯ ЛОДКА.** Какъ самому построить и снарядить домашними средствами парусинную байдарку (каноть). Съ 22 рис. въ текстѣ и листомъ чертежей отдѣльныхъ частей лодки въ натуральную величину. Составилъ Н. П. Давгубскій. Цѣна 50 коп., съ перес. 65 коп.

**ДОМАШНЯЯ ЛАБОРАТОРІЯ** (Руковод. къ ознакомленію съ основами химіи). Ф. Фэдо. Перев. подъ ред. проф. Н. Лямина. Съ 37 рис. Изд. 2-е, дополн. и исправ. Цѣна 50 к., съ перес. 65 к.

**Оглавленіе:** Наука о составѣ тѣлъ. Алхимики. Законъ вѣчности вещества. Кислородъ, добычаніе и опыты съ нимъ. Реакція окрашиванія. Водородъ, добычаніе и опыты съ нимъ. Вода и ея свойства. Углеродъ и опыты съ нимъ. Азотъ и его соединенія. Свойства газовъ. Группа галлоидовъ. Сѣра, фосфоръ и соединенія ихъ. Боръ и кремній. Щелочные и щелочноземельные металлы. Алюминій. Тяжелые металлы. Законъ Бертолле и опыты съ солями. **Всѣ описанные интереснѣйшіе опыты могутъ быть, по настоящему руководству, выполнены дома съ ничтожными затратами.**

**КАКЪ УЗНАТЬ ХАРАКТЕРЪ ЧЕЛОВѢКА?** Опредѣленіе характера по чертамъ лица (физиогномія), по рукамъ (хирософія), по почерку (графологія) и по внешнему виду голзы (френологія). Сост. Гр. Ф—тъ, дѣйств. чл. Граф. Общ. Съ 151 рис. и 50 образ. почерк. Изд. 4-е, дополн. и исправл. Цѣна 50 коп., съ пересылкой 65 коп.

**ОБЩЕДОСТУПНАЯ ПИРОТЕХНІЯ.** Практическое руководство для изготовленія и спуска фейерверковъ. Съ 36 рис. Изд. 2-е. Сост. Д. Озерковъ. Цѣна 50 коп., съ пересылкой 65 коп.

**Оглавленіе:** Вещества, примѣняемая для фейерверковъ. Гильзы и ихъ приготовленіе. О пиротехническихъ составяхъ и ихъ приготовленіи. Набиваніе гильзы. Простые горящіе на мѣстѣ фейерверки. Выбрасываемая фейерверочная фигуры. Самостоятельно взлетающія фигуры. Ракеты. неподвижныя и подвижныя декоративныя. Водяные фейерверки. Примѣненіе пиротехніи къ театру. Комнатный фейерверкъ. Цѣны на важнѣйшія вещества для фейерверковъ.

**ДРЕВНИЕ И НОВѢЙШІЕ КОЛОССЫ.** Исторія и описаніе замѣчательныхъ статуй, начиная съ древнѣйшихъ временъ. Сост. Е. Лебазейль. Съ 33 рис. Цѣна 50 коп., съ пересылкой 65 коп.

**Оглавленіе:** Памятники Египта. Большой сфинксъ. Гизе. Колоссы Мемфиса. Фивы. Колоссы Луксорскаго дворца. Подземные храмы Ибсамбула. Золотыя статуи Вавилона. Дворцы Хорзабада. Большіе крылатые быки. Колоссальная скульптура въ Греціи. Римская скульптура. Индія. Гроты. Элефанты. Подземелья Эллары. Чудовищн. идолы. Курганы въ формѣ животно. и мн. др.

**ЕСТЕСТВЕННАЯ ИСТОРІЯ ВЪ РАЗСКАЗАХЪ,** живописующихъ природу, нравы и обычаи животныхъ. Соч. А. Майльса. Цѣна 50 к., съ перес. 65 к.

**Оглавленіе:** Млекопитающія. Обезьяны. Летучія мыши. Насѣкомоядныя. Плотоядныя. Ластоногія. Копытныя. Грызуны. Птицы. Пресмыкающіяся. Холонокровныя. Землеводныя. Рыбы.

# Издательство П. П. Сойкина

(С.-ПЕТЕРБУРГЪ, СТРЕМЯННАЯ, 12).

**НЕВИДИМЫЕ ВРАГИ И ДРУЗЬЯ.** Съ 45 рисунками и таблицами. Соч. *В. В. Битнера.* Цѣна 50 коп., съ перес. 65 коп.

Содержание: Грозное воинство. Отъ да берется пыль. Способы опредѣленія природы пыли. Изъ чего состоитъ пыль? Благодѣтельное значеніе пыли. Грибки—истребители растений. Распространеніе грибовъ. Невидимые губители насѣкомыхъ. Страшныя страницы. Сибирская язва. Дифтеритъ и возвратный тифъ. Важнѣйшія бактериологическія изслѣдованія. Воздухъ и вода, какъ источники распространенія эпидеміи. Другіе пути распространенія заразы и борьба съ нею. Побѣжденные враги и мн. др.

**МІРЪ ВЪ КАПЛѢ ВОДЫ.** Съ 43 рисунками. Соч. *В. В. Битнера.* Цѣна 50 коп., съ пересылкой 65 коп.

Содержание: Колумбъ и Гумбольдтъ безконечно-малаго міра. Приготовленіе къ наблюденіямъ. Бѣглый обзоръ невидимаго царства. Растенія или животныя? Блуждающія растенія, семьи и колоніи. Размноженіе водорослей. Обзоръ обитателей микроскопическаго лѣса. Инфузоріи и ихъ жизнь. Корненожки. Смерть и возрожденіе и мн. друг.

**ОТЪ ПОЛЮ А ДО ЭКВАТОРА.** Съ 122 рисунками и 3 картами. Соч. *В. В. Битнера.* Цѣна 1 руб., съ перес. 1 руб. 20 коп.

Содержание: Поучительный остатокъ прошлаго. Условія и законы развитія органическаго міра. Географія растеній. Причины разнообразія климатическихъ условій. Условія распредѣленія растеній и ихъ классификація. Распредѣленіе животныхъ. Полярныя страны и субарктическій поясъ. Умѣренный поясъ. Умѣренно-теплый поясъ. Американская флора умѣренно-теплаго пояса. Сѣв. Африка и Средняя Азія. Южный субаркт. поясъ. Флора Австраліи. Животный міръ Австраліи и Мадагаскара. Тропическій міръ и мн. друг.

**ТРАНА ЧУДЕСЪ НОВАГО СВѢТА.** Съ 25 рисунками и 2 картинами. Соч. *В. В. Битнера.* Цѣна 50 коп., съ перес. 65 коп.

Содержание: Отъ Чикаго до Скалистыхъ горъ. «Садъ Боговъ». Изъ исторіи земли. Дорога къ водораздѣлу. Образованіе Солянаго озера и Мертваго моря. Климатическія условія западнаго побережья Америки. Образованіе Америки. Великій океанъ. Гиганты растительнаго царства. Вулканическія явленія. Причины возникновенія вулкановъ. Горячіе ключи. Стекланная гора. Дальнѣйшая прогулка по «парку». Гейзеры. Объясненіе механизма дѣятельности гейзеровъ. Изверженія. Грязевые вулканы, водопады. Вѣчная борьба стихій.

**СИЛЫ ПРИРОДЫ И ПОЛЬЗОВАНИЕ ИМЪ.** Съ 102 рис. и 2 картинами. Соч. *В. В. Битнера.* Цѣна 1 руб., съ перес. 1 руб. 20 коп.

Содержание: Ключъ къ пониманію дѣйствія силъ природы. Основаніе механическаго дѣйствія. Основы нашего міросозерцанія. Основныя понятія механики: пространство, время, движеніе, инерція, сила, тяжесть, масса, работъ, производительн. стѣ. Параллелограммъ силъ, статическій моментъ, законъ рычага и пары силъ. Значеніе закона сохраненія энергіи. Будущее земнаго шара. Невозможность вѣчнаго двигателя. Трѣніе и его значеніе. Древнія сооружеія. Архимедъ, его открытія и смерть. Основы дѣйствія рычага. Водоснабженіе въ древности. Каналы, шлюзы и водостоповыя машины. Стоянція канализація въ разныхъ странахъ. Водное хозяйство. Вліяніе горныхъ озеръ и глетчеровъ на климатъ. Воздушное давленіе. Насысы. Вѣтряныя двигатели. Исторія паровой машины. Современные пароходы-гиганты. Новая желѣзнодорожная системы. Основ дѣйствія паровыхъ машинъ. Нагрѣтый воздухъ. Свѣтлыя и другіе газы. Пневматическія желѣзныя дороги. Электричество въ примѣненіи къ промышленности. Турбины. Нагарскій водопадъ и пользованіе его силою. Электрическіе трамваи и дороги. Сравненіе различныхъ машинъ. Экономич. значеніе передачи силы. Будущее человѣчества.

**АСТРОНОМЪ-ЛЮБИТЕЛЬ.** Руководство къ ознакомленію съ небесными явленіями и ихъ наблюденіемъ. Сост. дѣйств. чл. Русск. Астр. Общества *Е. Предтеченскій.* Съ 48 рис. и ч.р.тежами. Изданіе 2-е, испр. и доп.лл. Цѣна 50 коп., съ пересылкой 65 коп.

Оглавленіе: Календарь. Времена года. Знаки Зодіака. Мѣстное время. Календарное четырехлѣтіе. Восходъ и закатъ солнца. Ходъ часовъ. Поправка часовъ. Полуденная линия. Солнечныя часы. Широта мѣста. Географическая долгота мѣста. Высота мѣста надъ уровнемъ океана. Луна. Собственное движеніе луны. Лунныя фазы. Карта луны. Сутонное движеніе луны. Лунныя и солнечныя затменія. Звѣздное небо. Прохожденіе звѣздъ черезъ меридіанъ. Большая Медвѣдьяца. Пегасъ. Андромеда. Звѣздное небо для каждаго мѣсяца. Астрономическая труба. Выборъ окуляра. Главныя предметы наблюденія и мн. друг.

**СТЕРЕОБИХРОМОСКОПЪ** и къ нему альбомъ картинъ (анаглифовъ), исполн. краск., изображающихъ живописн. виды странъ, снимки съ худож. произвед. **Стереобихромоскопъ** представляетъ послѣднее слово *птической техники.* **Стереобихромоскопъ** даетъ полную иллюзію. Ц. 60 к., съ перес. 75 к.