

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА.....	5
ГЛАВА ПЕРВАЯ. НЕМНОГО МЕХАНИКИ.....	7
Скала Эдисона.....	7
От Москвы до Ленинграда.....	10
От Земли до Солнца.....	11
Заглянуть внутрь отливки.....	12
Какой металл самый тяжелый?.....	14
Какой металл самый легкий?.....	15
Две бороны.....	16
Квашеная капуста.....	16
Трактор и лошадь.....	17
Шило и зубило.....	18
Давление небоскреба.....	19
В вагоне.....	22
На пароходе.....	22
Дорога.....	23
Две монеты.....	25
Из старинных книг.....	27
Вверх по уклону.....	30
Как взвесили Землю.....	31

Прыжки вверх	34
Удар	35
Яйцо в стакане	36
Необычайная поломка	38
Рычаги	41
Билетный автомат	44
Ворот и шпиль	44
Золотое правило механики	47
Машины Архимеда	50
Лошадиная сила и работа лошади	52
Искуснее Колумба	54
Движение по кругу	55
Где легче всего?	57
Если бы Земля вращалась быстрее...	58
Сжатие земного шара	59
Десять вертушек	61
Полет на ракете	65
ГЛАВА ВТОРАЯ. НА ВОДЕ И ПОД ВОДОЙ	67
Почему киты живут в море?	67
Что такое «водоизмещение»?	69
Наподобие подводной лодки	70
Плавание в тяжелой жидкости	74
Задача о пробке	76
Весы под водой	76
Чтобы не утонуть	77
Волны и качка	79
Немного старины	82

Плавучая игла.....	83
Поверхностная пленка.....	86
Человек-сверхлилипут.....	89
ГЛАВА ТРЕТЬЯ. НА ДНЕ ВОЗДУШНОГО ОКЕАНА.....	91
Сколько весит воздух в комнате?.....	91
Сколько воздуха вы вдыхаете?.....	92
Как впервые была обнаружена весомость воздуха?.....	93
Самые высокие барометры.....	95
Сколько весит весь воздух на Земле?.....	96
Как высока земная атмосфера?.....	96
Тяжелая газета.....	102
Богатырское дуновение.....	103
Всегда ли легко задуть свечку?.....	105
Почему не выливается?.....	108
Водолазный колокол.....	109
Человек под водой.....	111
В пучине океана.....	118
Сухим из воды.....	122
Давление ветра.....	124
Как останавливают поезда воздухом?.....	125
Парашют.....	127
Пылинки в воздухе.....	130
Бумажный бумеранг.....	131
Воздушное сопротивление.....	131
Старинные опыты с безвоздушным пространством.....	132
ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. ТЕПЛО И ХОЛОД.....	140

Выпрямление каменной стены	140
Греет ли снег?	144
Где устраивать форточку?	148
Как зимой проветривать комнаты?	148
Вертящаяся змейка	149
Первый воздушный шар	152
Какие дрова выгоднее?	155
Лед в бутылке	155
Перерезать, оставив целым	157
Почему поет самовар?	158
Можно ли видеть пар?	160
Энергия водяного пара	161
Невидимый богатырь в стакане чая	163
Что такое желтый уголь?	165
ГЛАВА ПЯТАЯ. В МИРЕ ЗВУКОВ	169
Скорость звука	169
Передача звука	171
Мнимый колокол	173
Сила звука	174
Кто громче?	175
Эхо	175
ГЛАВА ШЕСТАЯ. СВЕТ И ГЛАЗ	178
Страшная тень	178
Как измерить силу света?	179
Вниз головой	181
Перевернутая булавка	183

Загадка нашего зрения	185
Первые наблюдения в зрительную трубу	186
Теневые портреты	190
Зажигание льдом	192
Три пуговицы	194
Четырехугольники	195
Что больше?	196
Обманы зрения на сцене	197
Вопреки тяжести	199
Зрительные обманы в природе	200
Откуда видно прошлое?	201

ГЛАВА СЕДЬМАЯ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ 203

Наэлектризованный гребень	203
Электрическое взаимодействие	205
Отталкивание	205
«Кошачье» электричество	207
Электрические опыты с газетой	208
Искры из пальцев	209
Послушная палка	213
Электричество в горах	215
Пляска бумажных паяцев	216
Змеи	217
Волосы дыбом	218
Маленькая молния	218
Опыт с лампочкой	222
Опыт с водяной струей	223
Наэлектризованные люди	224

Я. И. П Е Р Е Л Ь М А Н

Ф И З И К А
НА
КАЖДОМ ШАГУ



«Ловкость в производстве опытов не дается сама собою — она приобретается только трудом. Когда вы учитесь танцевать, ваши первые движения неуклюжи, и только путем упражнения вы научаетесь танцевать. Таков же и единственный путь научиться производить опыты. Поэтому не следует смущаться своею неловкостью на первых порах; повторяя и повторяя то же дело, вы скоро справитесь с ним и приобретете недостававшие вам навык и ловкость.

Идя таким путем, вы вступаете в прямое сношение с природой, вы будете размышлять не о том, что прочитали в книгах, а о том, что говорит вам сама природа. Мысли, порожденные этим источником, отличаются удивительною живостью, какой не может им дать одно книжное знание».

*Джон Тиндаль*¹
(«Уроки по электричеству»)

¹ Джон Тиндаль (1820–1893) — английский физик, первооткрыватель оптического эффекта рассеивания света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду, названного его именем, автор нескольких научно-популярных книг (*прим. ред.*).

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Эта книга содержит сотню пестрых рассказов из области физики, расположенных в определенной системе, несмотря на неприужденную внешнюю форму. Предназначена она для тех, кто владеет лишь самыми начальными сведениями из физики или вовсе еще не приступал к ее изучению. Она заметно отличается, следовательно, от другой книги того же автора — «Занимательная физика», сходной по манере изложения, но имеющей в виду более сведущего читателя.

«Физика на каждом шагу» не стремится заменить собою школьный учебник. Ее цель — побудить читателя к сознательному наблюдению простейших физических явлений, научить замечать их в окружающей обстановке, обиходе, природе, технике, незаметно накапливая тот запас фактов, систематическим изучением которых занимается физическая наука. Сведения из теории сообщаются лишь самые элементарные и в весьма скромном объеме; главное же внимание привлекается к фактам и опытам. Подбор опытов таков, что их можно выполнять и черпать из них

поучения без всяких приборов. Отдельные страницы книги посвящены эпизодам из истории физики.

В этой книге встречаются следующие сокращенные обозначения¹:

км	километр
м	метр
см	сантиметр
мм	миллиметр
т	тонна
кг	килограмм
г	грамм
л	литр

¹ Переход на метрическую систему мер начался в нашей стране в 1917 г., а окончательно она была закреплена в качестве официальной только 21 июля 1925 г. Широкой публике нелегко было привыкнуть к новым для себя единицам измерения, поэтому в научно-популярных книгах 1930-х гг. подобные таблички встречались довольно часто.

Я.И. Перельман (далее — Я. П.) был одним из самых активных популяризаторов метрической системы в России и СССР: он опубликовал целую серию статей и брошюр на эту тему, за что удостоился особой благодарности от специалистов Главной палаты Мер и весов (*прим. ред.*).

НЕМНОГО МЕХАНИКИ

СКАЛА ЭДИСОНА

Незадолго до смерти знаменитый американский изобретатель Эдисон пожелал отличить самого сметливого юношу своей страны, назначив ему щедрую денежную поддержку для дальнейшего образования. Со всех концов республики были направлены к нему молодые люди, по одному от каждого штата, отобранные школьным начальством. Эта полусотня юношей подверглась в доме Эдисона письменному экзамену: они должны были ответить на 60 вопросов особой «викторины», составленной изобретателем и его сотрудниками. Судьями были сам Эдисон, «автомобильный король» Форд, прославленный летчик Линдберг и несколько видных американских педагогов. Один из вопросов Эдисоновой «викторины», который я хочу предложить и вам, состоял в следующем:

«Вообразите, что вы очутились на тропическом острове Тихого океана без всяких орудий. Как сдвинули бы вы там с места



*Рис. 1. Эдисон на склоне лет.
Он умер в 1931 г.*

груз в 3 т, например, гранитную глыбу в 100 футов¹ длины и 15 футов высоты?»

Задача кажется неразрешимой. Что поделаешь голыми руками с трехтонной каменной глыбой таких внушительных размеров?



Рис. 2. Задача Эдисона: надо без всяких орудий сдвинуть с места трехтонную гранитную скалу в 100 футов длины и 15 футов высоты

¹ Фут — единица измерения длины, равная 0,3048 м. Я. П. в данной книге предлагает считать фут равным 30 см (*прим. ред.*).

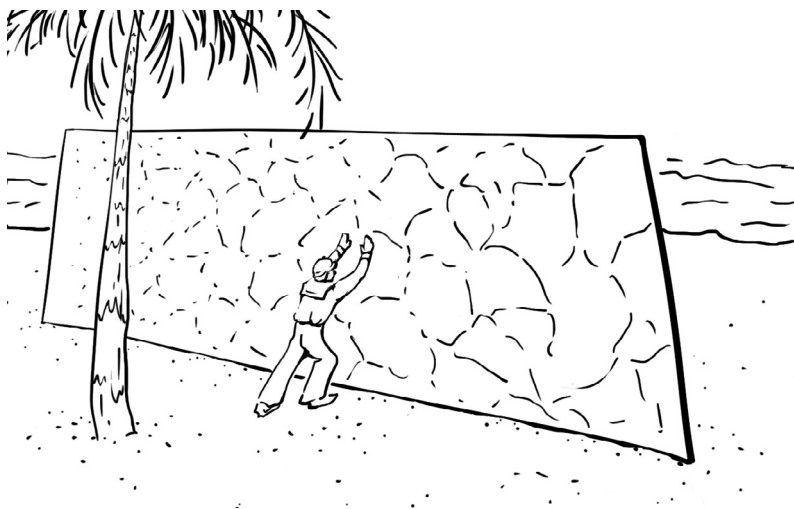


Рис. 3. Вот какова скала в задаче Эдисона

Вникнем, однако, поглубже в задачу и постараемся представить себе наглядно эту Эдисонову скалу. Мы знаем ее вес, длину, ширину, но о ее *толщине* в задаче ни слова не сказано. Почему Эдисон умолчал о ней? Не тут ли кроется разгадка?

Дознаемся же сами, какова должна быть толщина этой скалы. Прежде всего определим по весу ее объем. Скала гранитная, а сколько весит кубический метр гранита, мы можем узнать из справочника. В таблице удельных весов разных материалов находим, что удельный вес гранита круглым числом — 3. Это значит, что кубический сантиметр гранита весит 3 г, или кубический метр гранита весит 3 т.

Одно вытекает из другого, потому что в кубическом метре миллион кубических сантиметров, а в одной тонне — миллион граммов. Но если каждый кубический метр Эдисоновой глыбы весит 3 г, а веса в глыбе как раз 3 т, то ясно, что объем ее — всего один кубический метр. При таком небольшом объеме глыба, однако, растянулась в длину на 100 футов, а в высоту — на 15 футов. Очевидно, она очень тонка. Прикинем, какой она толщины. Объем, как известно, получается умножением длины на ширину и на толщину. Следовательно, разделив объем на длину и на ширину, мы узнаем толщину. Так и поступим с объемом нашей скалы:

разделим 1 кубометр сначала на 100 футов (т. е. на 30 м), потом на 15 футов (т. е. примерно на 5 м), а еще лучше — сразу на 30×5 , т. е. на 150. Что же получится? Всего $1/150$ м, или около 7 мм.

Вот какова толщина Эдисоновой скалы: только 7 мм! На острове возвышается, мы видим, тонкая гранитная стенка, своего рода диковинка природы. Опрокинуть подобную стенку ничуть не трудно даже голыми руками: напереть на нее покрепче или навалиться на нее с разбегу — и она не устоит.

ОТ МОСКВЫ ДО ЛЕНИНГРАДА¹

Вы сейчас убедились, как полезно знать то, что в физике и технике называется удельным весом материала, т. е. вес одного его кубического сантиметра (в граммах). Если вам известно, например, что удельный вес железа около 8, то вы сможете определить простым расчетом вес любого железного изделия, зная только его объем. Для этого вам не понадобится класть изделие на весы, а достаточно только умножить число кубических сантиметров его объема на 8. Часто это единственный способ узнать вес тела; например, когда требуется определить заранее, сколько будет весить изделие, еще не изготовленное, а только обозначенное на рабочем чертеже.

Возьмем такую задачу: «Сколько весит железная телеграфная проволока, соединяющая Москву с Ленинградом? Толщина проволоки — 4 мм, длина — 650 км».

Решить эту задачу можно, конечно, только расчетом. Не сматывать же проволоку с телеграфных столбов! Найдем сначала объем проволоки. Для этого по правилам геометрии нужно величину поперечного разреза проволоки умножить на ее длину. Площадь разреза нашей проволоки есть площадь кружка диаметром 4 мм, или 0,4 см. Она равна, как учит геометрия:

$$3,14 \times 0,2^2 = 0,126 \text{ кв. см.}$$

Длина же проволоки:

$$650 \text{ км} = 650\,000 \text{ м} = 65\,000\,000 \text{ см.}$$

¹ Ныне Санкт-Петербург; здесь и далее в тексте — в редакции Я. П. (прим. ред.).

Значит, объем проволоки:

$$0,126 \times 65\,000\,000 = 8\,190\,000 \text{ куб. см,}$$

а круглым счетом — 8 млн куб. см. Так как каждый кубический сантиметр железа весит, мы знаем, 8 г, то вес провода Москва — Ленинград равен:

$$8 \times 8\,000\,000 = 64\,000\,000 \text{ г} = 64 \text{ т.}$$

Это примерно вес паровоза. Если бы на одну чашку весов можно было положить моток телеграфной проволоки, соединяющей Москву с Ленинградом, то на другую чашку надо было бы для равновесия вкатить целый паровоз.

Сходным расчетом могли бы вы узнать, сколько тонн проволоки понадобилось бы для телеграфного соединения Земли с Луной, но нужды нет: на деле протянуть такой провод невозможно. Раз известно расстояние от Земли до Луны, задана толщина проволоки и имеется удельный вес материала, то все остальное можно выполнить просто карандашом на бумаге.

Сейчас мы сделаем еще более удивительный расчет в этом роде.

ОТ ЗЕМЛИ ДО СОЛНЦА

Что может быть нежнее и тоньше паутинной нити? Тонкость ее вошла в поговорку, и не даром: нить паутины в десять раз тоньше волоса; поперечник ее равен только 0,005 мм. Этой необычайной тонкостью объясняется легкость паутины, потому что сам по себе материал ее не так уж легок. Удельный его вес, т. е. вес 1 куб. см, составляет 1 г; значит, паутина тяжелее дубовой древесины, и только своей исключительной тонкости обязана она тем, что весит так ничтожно мало. Теперь мы сообщили читателю все данные для решения следующей интересной задачи (придуманной нашим известным физиком А.В. Цингером¹):

¹ Александр Васильевич Цингер (1870–1934) — российский физик и педагог, автор школьных учебников по физике, а также научно-популярной книги «Занимательная ботаника» (*прим. ред.*).

«Сколько весила бы паутина, протянутая от Земли до Солнца, т. е. на расстояние 150 млн км?»¹

Ответить, даже приблизительно, на этот вопрос, не производя расчета, едва ли кому удастся: расстояние до Солнца слишком огромно, а паутина чересчур тонка, чтобы возможно было предугадать ответ. Произведем же выкладки; они те же, что и для телеграфной проволоки предыдущей задачи. Найдем площадь разреза паутины, зная, что диаметр ее равен 0,005 мм, или 0,0005 см.

$$3,14 \times 0,00025^2 = \text{около } 0,0000002 \text{ кв. см.}$$

Длина паутинной нити:

$$150\,000\,000 \text{ км} = 15\,000\,000\,000\,000 \text{ см.}$$

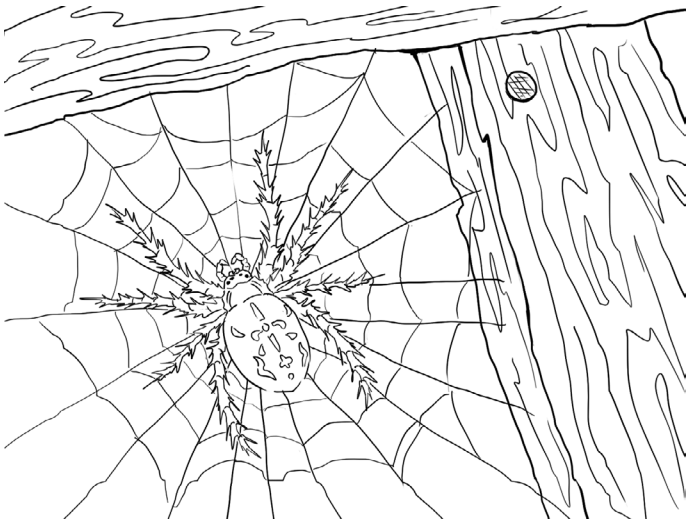


Рис. 4. Можете ли вы рассчитать, сколько должна весить паутинная нить, протянутая от Земли до Солнца?

¹ Расстояние от Земли до Солнца непостоянно, поскольку Земля вращается вокруг Солнца по эллиптической орбите, и расстояние меняется от 152,1 млн км до 147,9 млн км. Принято считать среднее расстояние за один полный оборот равным 149 597 870 700 м. Это же расстояние принято в качестве одной астрономической единицы (*прим. ред.*).