

Перельман Я. И.

Занимательная физика

Книга 2

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
П27

П27 **Перельман Я. И.**
Занимательная физика: Книга 2 / Перельман Я. И. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 282 с.

ISBN 978-5-458-25398-7

Эта книга представляет собой самостоятельный сборник, не являющийся прямым продолжением первой книги «Занимательной физики». В предлагаемой книге составитель стремится не столько сообщить новые знания, сколько оживить и освежить те простейшие сведения по физике, которые у читателя уже имеются. Цель книги - возбудить деятельность научного воображения, приучить мыслить в духе физики и развить привычку к разностороннему применению своих знаний. Поэтому в «Занимательной физике» отводится описанию эффектных опытов второстепенное место; на первый же план выдвигаются физические головоломки, интересные задачи, поучительные парадоксы, замысловатые вопросы, неожиданные сопоставления из области физических явлений и т. п. Книга предназначена не для изучения, а для чтения, составитель старался, насколько умел, придать изложению внешне интересную форму, исходя из того, что интерес к предмету повышает внимание, усиливает работу мысли и, следовательно, способствует более сознательному усвоению.

ISBN 978-5-458-25398-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРИНАДЦАТОМУ ИЗДАНИЮ

Эта книга представляет собой самостоятельный сборник, не являющийся прямым продолжением первой книги „Занимательной физики“.

Успех первого сборника побудил автора обработать остальной накопившийся у него материал, и таким образом составила́сь эта в т о р а я или, вернее, д р у г а я книга, охватывающая те же отделы физики.

В предлагаемой книге, как и в первой, составитель стремится не столько сообщить новые знания, сколько оживить и освежить те простейшие сведения по физике, которые у читателя уже имеются. Цель книги — возбудить деятельность научного воображения, приучить мыслить в духе физики и развить привычку к разностороннему применению своих знаний. Поэтому в „Занимательной физике“ отводится описанию эффектных опытов второстепенное место; на первый же план выдвигаются физические головоломки, интересные задачи, поучительные парадоксы, замысловатые вопросы, неожиданные сопоставления из области физических явлений и т. п. В поисках такого материала составитель обращается к кругу явлений обиходной жизни, к области техники, к природе, к страницам научно-фантастических романов, — словом, ко всему, что, находясь за пределами учебника и физического кабинета, способно привлечь внимание любознательного читателя, каким является наш советский читатель.

Предназначая книгу не для изучения, а для чтения, составитель старался, насколько умел, придать изложению и внешне интересную форму, исходя из того, что интерес к предмету повышает внимание, усиливает работу мысли и, следовательно, способствует более сознательному усвоению.

Для оживления интереса к физическим расчетам в некоторые статьи этого сборника введен вычислительный материал (чего в первой книге почти не делалось).

В общем, настоящий сборник по подбору материала предназначен для несколько более подготовленного читателя, нежели первая книга „Занимательной физики“, хотя различие в этом отношении между обеими книгами настолько незначительно, что их можно читать в любой последовательности и независимо одну от другой.

Для настоящего издания в книгу введен ряд новых статей и рисунков. Добавлен список книг, рекомендуемых для дальнейшего чтения.

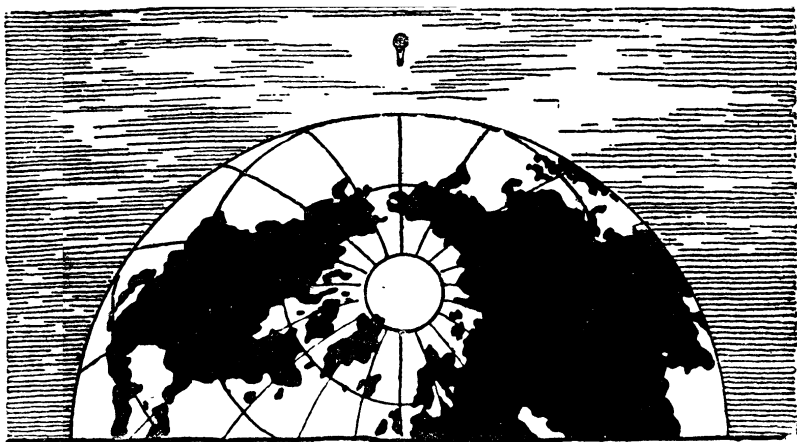
Третьей книги „Занимательной физики“ не существует. Взамен ее автором составлены следующие книги:

„Занимательная механика“,
„Знаете ли вы физику?“,

и, кроме того, отдельная книга, посвященная вопросам астрономии:

„Занимательная астрономия“.

Я. Перельман.



*Рис. 1. Можно ли с аэростата видеть, как вращается земной шар?
(Масштаб в рисунке не соблюден).*

ГЛАВА ПЕРВАЯ ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ

САМЫЙ ДЕШЕВЫЙ СПОСОБ ПУТЕШЕСТВОВАТЬ

Остроумный французский писатель XVII века Сирано де Бержерак в своей сатирической „Истории государств на Луне“ (1652 г.) рассказывает, между прочим, о таком будто бы произошедшем с ним удивительном случае. Занимаясь физическими опытами, он однажды непостижимым образом был поднят вместе со своими склянками высоко в воздух. Когда же через несколько часов ему удалось спуститься вновь на землю, то, к изумлению, очутился он уже не в родной Франции и даже не в Европе, а на материке Северной Америки, в Канаде! Свой неожиданный перелет через Атлантический океан французский писатель однако находит вполне естественным. Он объясняет его тем, что, пока невольный путешественник был отделен от земной поверхности, планета наша продолжала попрежнему вращаться на восток; вот почему, когда он опустился, под ногами его, вместо Франции, оказался уже материк Америки...

Казалось бы, какой дешевый и простой способ путешествовать! Стоит только подняться над Землей и продержаться в воздухе хотя бы несколько минут, чтобы

опуститься уже совершенно в другом месте, далеко к западу. Вместо того чтобы предпринимать утомительные путешествия через материки и океаны, можно неподвижно висеть над Землей и выжидать, пока она сама подставит путнику место назначения.

К сожалению, удивительный способ этот не более как фантазия. Во-первых, поднявшись в воздух, мы в сущности не отделяемся еще от земного шара: мы остаемся связанными с его газообразной оболочкой, висим в его атмосфере, которая тоже ведь участвует во вращении Земли вокруг оси. Воздух — вернее, его нижние более плотные слои — вращается вместе с Землей, увлекая с собой все, что в них находится: облака, аэропланы, всех летящих птиц, насекомых и т. д. Если бы воздух не участвовал во вращении земного шара, то, стоя на Земле, мы постоянно чувствовали бы сильнейший ветер, по сравнению с которым самый страшный ураган должен считаться нежным дуновением.¹ Ведь совершенно безразлично: мы ли стоим на месте, а воздух движется мимо нас, или же, наоборот, воздух неподвижен, а мы перемещаемся в нем; в обоих случаях мы ощущаем одинаково сильный ветер. Автомобилист, мчащийся со скоростью 100 км в час, чувствует сильнейший встречный ветер даже в совершенно тихую погоду.

Это во-первых. Во-вторых, если бы даже мы могли подняться в высшие слои атмосферы, или если бы Земля вовсе не была окружена воздухом, нам и тогда не удалось бы воспользоваться тем дешевым способом путешествовать, о котором фантазировал французский сатирик. В самом деле: отделяясь от поверхности вращающейся Земли, мы продолжаем по инерции двигаться с прежней скоростью, то-есть с той же, с какой перемещается под нами Земля. Когда же мы снова опускаемся вниз, мы оказываемся в том самом месте, от которого раньше отделились, подобно тому, как, подпрыгнув в вагоне движущегося поезда, мы опускаемся на прежнее место. Правда, мы будем двигаться по инерции прямолинейно (по касательной), а место под нами — по дуге; но для небольших промежутков времени это почти не меняет дела.

¹ Скорость урагана — 40 м в секунду — 144 км в час. Земной же шар на широте, например, Ленинграда пронесет бы нас через воздух со скоростью 230 м в секунду — 828 км в час!

„ЗЕМЛЯ, ОСТАНОВИСЬ!“

У известного английского писателя Герберта Уэллса есть фантастический рассказ о том, как некий конторщик творил чудеса. Весьма недалекий молодой человек оказался волею судьбы обладателем удивительного дара: стоило ему высказать какое-нибудь пожелание, — и оно немедленно же исполнялось. Однако, заманчивый дар, как оказалось, не принес ни его обладателю, ни другим людям ничего, кроме неприятностей. Для нас поучителен конец этой истории.

После затянувшейся ночной попойки конторщик-чудодей, опасаясь явиться домой на рассвете, вздумал воспользоваться своим даром, чтобы продлить ночь. Как это сделать? Надо приказать светилам неба приостановить свой бег. Конторщик не сразу решил на такой необычайный подвиг, и когда приятель посоветовал ему остановить Луну, он, внимательно поглядев на нее, сказал в раздумьи:

— Мне кажется, она слишком далека для этого... Как вы полагаете?

— Но почему же не попробовать? — настаивал Мейдиг (так звали приятеля. — *Я. П.*). — Она, конечно, не остановится, вы только прекратите вращение Земли. Надеюсь, это никому не повредит!

— Гм, — сказал Фотерингей (конторщик. — *Я. П.*). — Хорошо, попробую. Ну...

Он стал в повелительную позу, простер руки над миром и торжественно произнес:

— Земля, остановись! Перестань вращаться!

Не успел он договорить этих слов, как приятели уже летели в пространство со скоростью нескольких дюжин миль в минуту.

Несмотря на это, он продолжал думать. Меньше чем в секунду он успел и подумать и высказать про себя следующее пожелание:

— Что бы ни случилось, пусть я буду жив и невредим!

Нельзя не признать, что желание это было высказано во-время. Еще несколько секунд, — и он упал на какую-то свежее-взрытую землю, а вокруг него, не принося ему никакого вреда, неслись камни, обломки зданий, металлические предметы разного рода; летела и какая-то несчастная корова, разбившаяся при ударе о землю. Ветер дул с страшной силой; он не мог бы даже приподнять голову, чтобы оглянуться вокруг.

— Непостижимо, — воскликнул он прерывающимся голосом. — Что случилось? Буря, что ли? Должно быть, я что-нибудь не так сделал!

Осмотревшись, насколько позволял ему ветер и развевавшиеся фалды пиджака, он продолжал:

— На небе-то, кажется, все в порядке. Вот и Луна. Ну, а все остальное... Где же город? Где дома и улицы? Откуда взялся ветер? Я не приказывал быть ветру.

Фотерингей попробовал встать на ноги, но это оказалось совер-

шенно невозможным, и потому он подвигался вперед на-четвереньках, придерживаясь за камни и выступы почвы. Итти, впрочем, было некуда, так как, насколько можно было видеть из-под фалд пиджака, закинутых ветром на голову пресмыкающегося чудодея, все кругом представляло собою одну картину разрушения.

„Что-то такое во вселенной серьезно испортилось, — подумал он, а что именно — неизвестно“.

Действительно, испортилось. Ни домов, ни деревьев, ни каких-либо живых существ — ничего не было видно. Только бесформенные развалины да разнородные обломки валялись кругом, едва видные среди целого урагана пыли.

Винючник всего этого не понимал, конечно, в чем дело. А между тем оно объяснялось очень просто. Остановив Землю сразу, Фотерингей не подумал об инерции, а между тем она при внезапной остановке кругового движения неминуемо должна была сбросить с поверхности Земли все на ней находящееся. Вот почему дома, люди, деревья, животные — вообще все, что только не было неразрывно связано с главной массой земного шара, полетело по касательной к его поверхности со скоростью пули. А затем все это вновь падало на Землю, разбиваясь вдребезги.

Фотерингей понял, что чудо, им совершенное, не особенно удачно. А потому им овладело глубокое отвращение ко всяким чудесам, и он дал себе слово не творить их больше. Но прежде нужно было поправить беду, которую он наделал. Беда эта оказалась немалой. Буря свирепела, облака пыли закрыли Луну, и вдали слышен был шум приближающейся воды; Фотерингей видел даже, при свете молнии, целую водяную стену, со страшной скоростью подвигавшуюся к тому месту, на котором он лежал.

Он стал решительным.

— Стой! — вскричал он, обращаясь к воде. — Ни шагу далее!

Затем повторил то же распоряжение грому, молнии и ветру.

Все затихло.

Присев на-корточки, он задумался.

„Как бы это опять не наделать какой-нибудь кутерьмы“, подумал он и затем сказал: „Во-первых, когда исполнится все, что я сейчас прикажу, пусть я потеряю способность творить чудеса и буду таким же, как обыкновенные люди. Не надо чудес. Слишком опасная игрушка. А во-вторых, пусть все будет по старому: тот же город, те же люди, такие же дома, и я сам такой же, каким был тогда“.

ПИСЬМО С АЭРОПЛАНА

Вообразите, что вы находитесь на аэроплане, который быстро несется над землей. Внизу — знакомые места. Сейчас вы пролетите над домом, где живет ваш приятель. „Хорошо бы послать ему весточку“, — мелькает у вас в уме. Быстро пишете вы несколько слов на листке записной книжки, привязываете записку к камню и, выждав момент, когда дом оказывается как раз под вами, выпускаете из рук камень.

Вы в полной уверенности, конечно, что камень упадет

в саду дома. Однако, он падает вовсе не туда, хотя сад и дом расположены прямо под вами!

Следя за его падением с аэроплана, вы увидите бы странное явление: камень опускается вниз, но в то же время продолжает оставаться под аэропланом, словно скользя по привязанной к нему невидимой нити. И когда камень достигнет земли, он будет находиться далеко впереди того места, которое вы наметили.

Здесь проявляется тот же закон инерции, который мешает воспользоваться сообразительным советом путешествовать по способу Бержерака. Пока камень был в самолете, он несся вместе с машиной. Вы бросили его — но, отделившись от аэроплана и падая вниз, камень не утрачивает своей первоначальной скорости, а падая, продолжает в то же время совершать движение в воздухе в прежнем направлении. Оба движения, отвесное и горизонтальное, складываются, — и в результате камень летит вниз по кривой линии, оставаясь все время под аэропланом (если только, конечно, сам аэроплан внезапно не изменит направления или скорости полета). Камень летит в сущности так же, как летит горизонтально брошенное тело, — например, пуля, выброшенная из горизонтально направленного ружья: тело описывает дугообразный путь, упирающийся в землю.

Уклонение от отвесной линии может быть очень значительно, если аэроплан летит высоко и с большою скоростью. В безветренную погоду камень, брошенный с

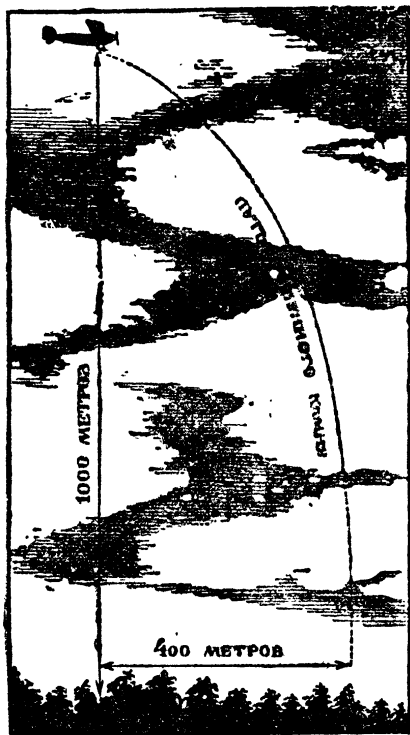


Рис. 2. Камень, брошенный с летящего аэроплана, падает не отвесно, а по кривой.

аэроплана, который на высоте 1 000 м летит со скоростью 100 км в час, падает метров на 400 впереди места, лежащего отвесно под аэропланом (рис. 2.)

Расчет (если пренебречь сопротивлением воздуха) несложен. С высоты 1000 м камень должен падать в течение

$$\sqrt{\frac{2 \times 1000}{9,8}}, \text{ т. е. } 14 \text{ сек.}$$

За это время он успеет переместиться в горизонтальном направлении на

$$\frac{100\,000}{3\,600} \times 14 = 390 \text{ м.}$$

БОМБОМЕТАНИЕ

После сейчас сказанного становится ясным, как трудна задача военного летчика, которому поручено сбросить бомбу над определенным местом: ему приходится принимать в расчет и скорость аэроплана, и условия падения тяжелого тела в воздухе, и кроме того еще скорость ветра.

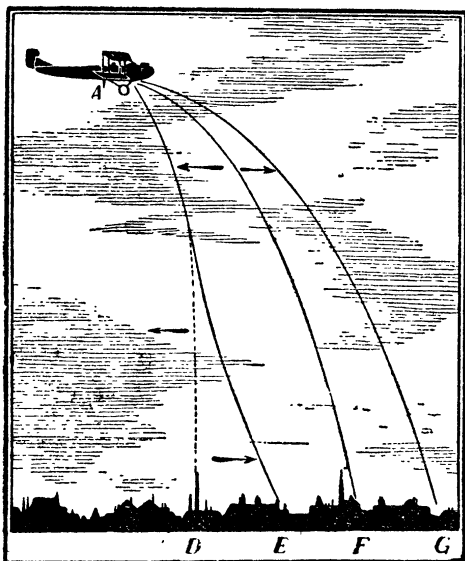


Рис. 3. Путь, по которому падают бомбы, сброшенные с аэроплана: *AF* — в безветренную погоду; *AG* — при попутном ветре; *AD* — при встречном ветре; *AE* — при ветре, встречном сверху и попутном внизу.

На рис. 3 схематически представлены различные пути, описываемые сброшенной бомбой при тех или иных условиях. Если ветра нет, сброшенная бомба летит по кривой *AF*; почему так, — мы объяснили выше. При попутном ветре бомба относится вперед и движется по кривой *AG*. При встречном ветре умеренной силы бомба падает по кривой *AD*, если ветер сверху и попутном внизу.

ков; если же, как часто бывает, ветер внизу имеет направление, противоположное верхнему ветру (наверху встречный, внизу — попутный), кривая падения изменяет свой вид и принимает форму линии AE .

БЕЗОСТАНОВочная ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

Когда вы стоите на неподвижной платформе вокзала и мимо нее проносится курьерский поезд, то вскочить в вагон на ходу, конечно, мудрено. Но представьте, что платформа под вами тоже движется, притом с такою же скоростью и в ту же сторону, как и поезд. Трудно ли будет вам тогда войти в вагон?

Нисколько: вы войдете так же спокойно, как если бы вагон стоял неподвижно. Раз и вы и поезд движетесь в одну сторону с одинаковой скоростью, то по отношению к вам поезд находится в полном покое. Правда, колеса его вращаются, но вам будет казаться, что они вертятся на месте. Строго говоря, и все те предметы, которые мы обычно считаем неподвижными, — например поезд, стоящий у вокзала, — движутся вместе с нами вокруг оси земного шара и вокруг Солнца; однако на практике мы с этим движением нисколько не считаемся.¹

Следовательно, вполне мыслимо устроить так, чтобы поезд, проходя мимо станций, принимал и высаживал пассажиров на полном ходу, не останавливаясь.

Приспособления такого рода нередко устраиваются на выставках, чтобы дать публике возможность быстро и удобно осматривать их достопримечательности, раскинутые на обширном пространстве. Крайние пункты выставочной площади, словно бесконечной лентой, соединяются железной дорогой; пассажиры могут в любой момент и в любом месте входить в вагоны и выходить из них на полном ходу поезда.

Это любопытное устройство показано на прилагаемых рисунках. На рис. 4 буквами A и B отмечены крайние станции. На каждой станции помещается круглая неподвижная площадка, окруженная большим вращающимся кольцеобразным диском. Вокруг вращающихся дисков обеих станций обходит канат, к которому при-

¹ См. „Занимательную механику“ (гл. I).

цеплены вагоны. Теперь последите, что происходит при вращении диска. Вагоны бегут вокруг дисков с такою же скоростью, с какою вращаются их внешние края; следовательно, пассажиры без малейшей опасности могут переходить с дисков в вагоны или, наоборот, покидать поезд. Выйдя из вагона, пассажир идет по вращающемуся

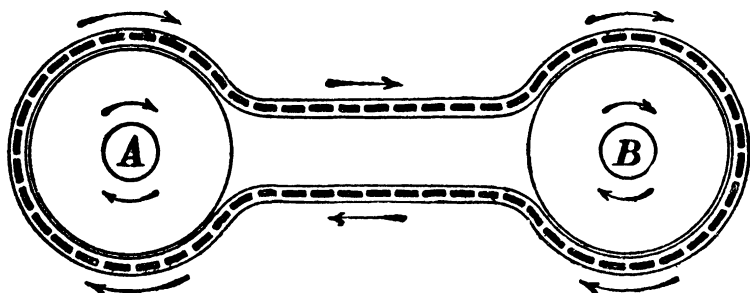


Рис. 4. Схема устройства безостановочной железной дороги между станциями А и В. Устройство станции показано на следующем рисунке.

диску к центру круга, пока не дойдет до неподвижной площадки; а перейти с внутреннего края подвижного диска на неподвижную площадку уже нетрудно, так как здесь, при малом радиусе круга, весьма мала и окружная скорость.¹ Достигнув внутренней, неподвижной

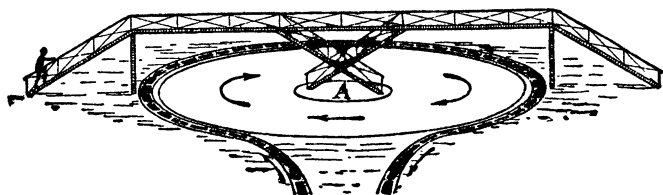


Рис. 5. Станция безостановочной железной дороги.

площадки, пассажиру остается лишь перебраться по мосту на землю вне железной дороги (рис. 5).

Отсутствие частых остановок дает огромный выигрыш во времени и затрате энергии. В городских трамваях, на-

¹ Легко понять, что точки внутреннего края движутся значительно медленнее, нежели точки наружного края, так как в одно и то же время описывают гораздо меньший круговой путь.