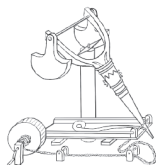
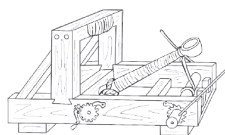


ЯКОВ ПЕРЕЛЬМАН

НАУКА ДЛЯ ТЕХ, КТО ВСЕ ЗАБЫЛ

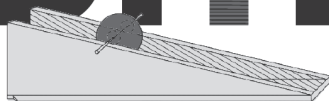


И ТЕХ, КТО ЕЩЕ НЕ ПРОХОДИЛ



ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ

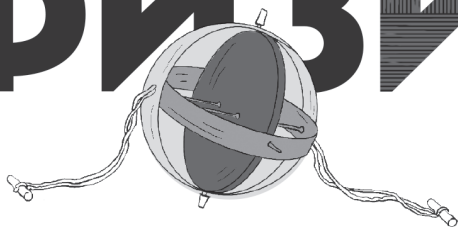
ОПЫТЫ



ЗАДАЧИ

ПО

ФИЗИКЕ



БОМБОРА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва

УДК 53
ББК 22.3
П27

Иллюстрации на стр. 3, 57, 117 созданы по мотивам обложек книг Я. Перельмана и журналов 20–40-х годов XX века, в которых публиковались его статьи.

Перельман, Яков Исидорович.

П27 Занимательные опыты и задачи по физике / Яков Перельман. — Москва : Эксмо, 2026. — 208 с. — (Перельмания. Классика нашей науки).

ISBN 978-5-04-223173-5

Эта книга — сборник увлекательных опытов и хитроумных задач от Якова Перельмана, классика занимательной науки. Здесь собраны самые интересные практические задания из его легендарных книг «Физика на каждом шагу» и «Занимательная физика», а также задания из советских научно-популярных журналов 20–40-х годов XX века.

В этой книге каждый член семьи найдет пищу для ума: родители с азартом возьмутся за решение головоломок, а дети будут в восторге от наглядных экспериментов.

Проверенные десятилетиями опыты Перельмана докажут, что наука — это здорово, и она начинается прямо у вас дома: на кухне, в ванной и по дороге на дачу.

Здесь нет скучных параграфов, зато есть веселье и удивление.

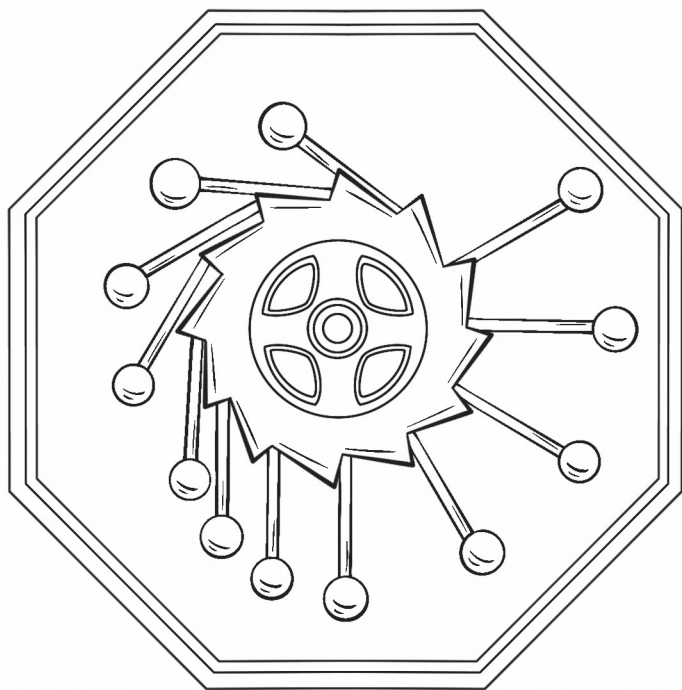
УДК 53
ББК 22.3

ISBN 978-5-04-223173-5

© Ситникова А., иллюстрации, 2026
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2026

Я.И. ПЕРЕЛЪМАН

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ



ФИЗИКА

ЗАДАЧА НЕ ШУТКА

Вот еще одна не менее любопытная задача: в поезде, идущем, скажем, из Ленинграда в Москву, существуют ли точки, которые по отношению к полотну дороги движутся обратно — от Москвы к Ленинграду?

Оказывается, что в каждый момент на каждом колесе существуют такие точки. Где же они находятся?

Вы знаете, конечно, что железнодорожные колеса имеют на ободе выступающий край (реборду). И вот оказывается, что нижние точки этого края при движении поезда перемещаются вовсе не вперед, а назад.

В этом легко удостовериться, проделав такой опыт. К небольшому кружочку, например, к монете или пуговице, прилепите воском спичку так, чтобы она прилегалась к кружку по радиусу и далеко выступала за край. Если теперь упереть кружок (рис. 1) в край линейки в точке C и начать катить его справа налево, то точки F , E и D выступающей части отодвинутся не вперед, а назад. Чем дальше точка от края кружка, тем заметнее подается она назад при качении кружка (точка D перейдет в D').

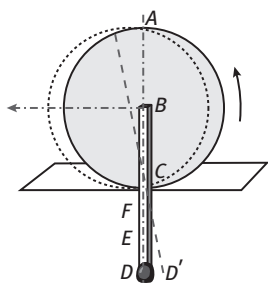


Рис. 1. Опыт с кружком и спичкой. Когда колесо откатывается налево, точки F , E , D выступающей части спички подвигаются в обратную сторону.

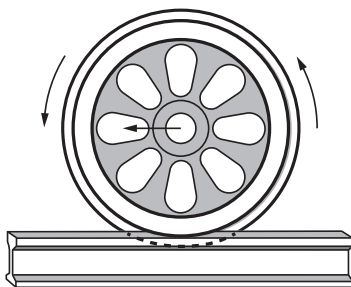


Рис. 2. Когда железнодорожное колесо катится налево, нижние части его выступающего края движутся направо, т. е. в обратную сторону.

Точки реборды железнодорожного колеса движутся так же, как и выступающая часть спички в нашем опыте.

Вас не должно удивлять теперь, что в поезде существуют точки, которые движутся не вперед, а назад.

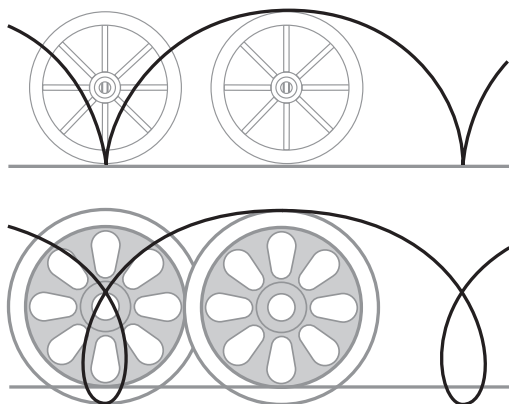


Рис. 3. Вверху изображена та кривая линия («циклоида»), которую описывает каждая точка обода катящегося колеса телеги. Внизу — кривая линия, описываемая каждой точкой выступающего края железнодорожного колеса.

Правда, это движение длится лишь ничтожную долю секунды; но, как бы то ни было, обратное перемещение в движущемся поезде все же существует наперекор нашим обычным представлениям. Сказанное поясняется рис. 2 и 3.

ВСТАНЬТЕ!

Если я скажу вам: «Сейчас вы сядете на стул так, что не сможете встать, хотя и не будете привязаны», вы примете это, конечно, за шутку.

Хорошо. Сядьте же так, как сидит человек, изображенный на рис. 4, т. е. держа туловище отвесно и *не пододвигая ног под сиденье стула*. А теперь попробуйте встать, не меняя положения ног и не нагибая корпус вперед.

Что, не удастся? Никаким усилением мускулов не удастся вам встать со стула, пока вы не подвинете ног под сиденье или не подадитесь корпусом вперед.

Чтобы понять, почему это так, нам придется побеседовать немного о равновесии тел вообще и человеческого в частности. Стоящий предмет не опрокидывается только тогда, когда отвесная линия, проведенная из центра тяжести, проходит внутри основания вещи. Поэтому наклонный цилиндр (рис. 5) должен непременно опрокинуться; но если бы он был настолько широк, что отвесная линия, проведенная из его центра тяжести, проходила бы в пределах его основания, цилиндр не опрокинулся бы. Так называемые «падающие башни» — в Пизе, в Болонье или хотя бы «падающая колокольня» в Архангельске (рис. 6) не падают, несмотря на свой наклон, также потому, что отвесная линия

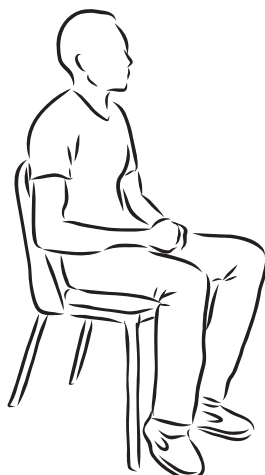


Рис. 4. В таком положении невозможно подняться со стула.

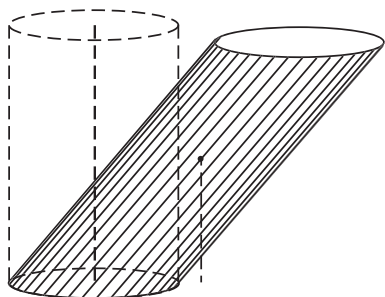


Рис. 5. Наклонный цилиндр.



Рис. 6. «Падающая» колокольня в Архангельске (со старинной фотографии).

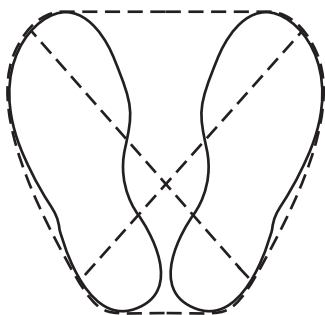


Рис. 7. Когда человек стоит, отвесная линия, проведенная из центра тяжести, проходит внутри площадки, ограниченной ступнями.

из их центра тяжести не выходит за пределы основания (другая, второстепенная, причина та, что они углублены в землю своими фундаментами).

Стоящий человек не падает только до тех пор, пока отвесная линия из центра тяжести находится внутри площадки, ограниченной краями его ступней (рис. 7). Поэтому так трудно стоять на одной ноге; еще труднее стоять на канате: основание очень мало и отвесная линия легко может выйти за его пределы.

Заметили ли вы, какой странной походкой отличаются старые «морские волки»? Проводя всю жизнь на качающемся судне, где отвесная линия из центра тяжести их тела ежесекундно может выйти за пределы пространства, занятого ступнями, моряки вырабатывают привычку ступать так, чтобы основание их тела (т. е. широко расставленные ноги) захватывало возможно большее пространство. Это придает морякам необходимую устойчивость на колеблющейся палубе; естественно, что та же привычка сохраняется при ходьбе по твердой земле. Можно привести и обратный пример, когда необходимость поддерживать равновесие обуславливает красоту позы. Обращали вы внимание на то, какой стройный вид имеет человек, несущий на голове груз? Всем известны изящные изваяния женских фигур с кувшином на голове. Неся на голове груз, по необходимости приходится держать голову и туловище прямо: малейшее уклонение грозит вывести центр тяжести (приподнятый в таких случаях выше обычного положения) из контура основания, и тогда равновесие фигуры будет нарушено. Теперь вернемся к опыту с вставанием сидящего человека. Центр тяжести туловища сидящего человека находится внутри тела,

близ позвоночника, сантиметров на 20 выше уровня пупка. Проведите отвесную линию из этой точки вниз: она пройдет под стулом, позади ступней. А чтобы человек мог стоять, линия эта должна проходить *между ступнями*.

Значит, вставая, мы должны либо податься грудью вперед, перемещая этим центр тяжести, либо же пододвинуть ноги назад, чтобы подвести опору под центр тяжести. Обычно мы так и делаем, когда встаем со стула. Но если нам не разрешают делать ни того ни другого, то встать мудрено, как вы и убеждаетесь на описанном опыте.

БУМЕРАНГ

Это оригинальное оружие — самое совершенное произведение техники первобытного человека — долгое время вызывало изумление ученых. Действительно, странные, запутанные фигуры, описываемые бумерангом в воздухе (рис. 8), способны озадачить каждого.



Рис. 8. Как австралийцы пользуются бумерангом на охоте, чтобы поразить жертву из-за прикрытия.

В настоящее время теория полета бумеранга разработана весьма подробно, и чудеса перестали быть чудесами. Вдаваться в эти интересные подробности мы не станем. Скажем лишь, что необычайные пути полета бумеранга являются результатом взаимодействия трех обстоятельств: 1) первоначальной броска, 2) вращения бумеранга и 3) сопротивления воздуха. Австралиец инстинктивно умеет сочетать эти три фактора; он искусно изменяет угол наклона бумеранга, силу и направление броска, чтобы получить желаемый результат.

Впрочем, некоторую сноровку в этом искусстве может приобрести каждый.

Для упражнения в комнатах приходится довольствоваться бумажным бумерангом, который можно вырезать хотя бы из почтовой карточки в форме, указанной на рис. 9. Размеры каждой ветви — около 5 см в длину и немного меньше 1 см в ширину. Зажмите такой бумажный бумеранг под ногтем большого пальца и щелкните по его кончику так, чтобы удар направлен был вперед и немного вверх. Бумеранг полетит метров на пять, плавно опишет кривую, иногда довольно затейливую, и если не заденет какого-нибудь предмета в комнате, то упадет у ваших ног.

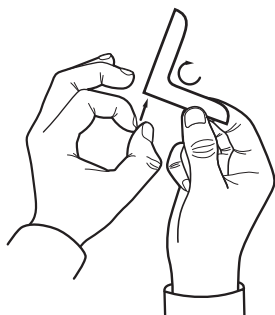


Рис. 9. Бумажный бумеранг и способ его метания.

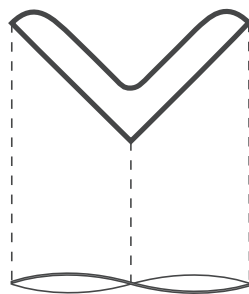


Рис. 10. Другая форма бумажного бумеранга (в натуральную величину).

Еще лучше удастся опыт, если придать бумерангу размеры и форму, показанные на рис. 10 в натуральную величину. Полезно слегка изогнуть ветви бумеранга винтообразно (см. рис. 10, внизу). Такой бумеранг можно при некотором навыке заставить описывать в воздухе сложные кривые и возвращаться в место его вылета.



Рис. 11. Древнеегипетское изображение воина, мечущего бумеранг.

В заключение заметим, что бумеранг вовсе не составляет, как обычно думают, исключительной особенности вооружения обитателей Австралии. Он употребляется в различных местах Индии и, судя по остаткам стенной живописи, был некогда обычным вооружением ассирийских воинов. В древнем Египте и Нубии бумеранг также был известен. Единственное, что свойственно исключительно Австралии, — это слегка винтообразный изгиб, придаваемый бумерангу. Вот почему австралийские бумеранги описывают замысловатые кривые и — в случае промаха — возвращаются обратно к ногам мечущего.

«КОЛЕСО СМЕХА»

Раскройте зонтик, уприте его концом в пол и вращайте за ручку; вам нетрудно будет придать ему довольно быстрое движение. Теперь бросьте внутрь зонтика мяч или скомканную бумагу; брошенный предмет не останется в зонтике, а будет выкинут из него тем, что принято неправильно называть «центробежной силой» и что в действительности есть лишь проявление инерции. Мяч выбрасывается не по направлению радиуса, а по касательной к пути кругового движения.

На этом эффекте вращательного движения основано устройство своеобразного развлечения — «колесо смеха»

(рис. 12), которое можно видеть, например, в парках культуры. Посетители имеют здесь случай на самих себе испытать действие инерции. Публика размещается на круглой площадке — стоя, сидя, лежа, — кто как желает. Скрытый под площадкой мотор плавно вращает ее около вертикальной оси, сначала медленно, потом все быстрее, постепенно увеличивая скорость. И тогда под действием инерции все находящиеся на платформе начинают сползать к ее краям. Сначала это движение едва заметно, но по мере того как «пассажиры» удаляются от центра и попадают на окружности все большего и большего радиуса, скорость, а следовательно, и инерция движения сказываются все заметнее. Никакие усилия удержаться на месте не приводят ни к чему, и люди сбрасываются с «колеса смеха».



Рис. 12. «Колесо смеха». Люди на вращающемся круге отбрасываются за его края.

Земной шар есть, в сущности, такое же «колесо смеха», только гигантских размеров. Земля, конечно, не сбрасывает нас с себя, но она все же уменьшает наш вес. И на экваторе, где скорость вращения наибольшая, уменьшение *веса* от этой причины доходит до $\frac{1}{300}$ доли. А вместе с другой причиной (сжатие Земли) вес каждого тела на экваторе уменьшается в общем

на полпроцента (т. е. на $\frac{1}{200}$), так что взрослый человек весит на экваторе примерно на 300 г меньше, чем на полюсе.

ЧЕРНИЛЬНЫЕ ВИХРИ

Кружок из гладкого белого картона проткните в центре заостренной спичкой; у вас получится вертушка, изображенная на рис. 13 справа примерно в половину натуральной величины. Чтобы заставить ее вертеться на заостренном конце спички, не требуется особой ловкости; достаточно закрутить спичку между пальцами и быстро уронить вертушку на гладкое место.

С такой вертушкой можно проделать очень показательный опыт. Прежде чем ее закружить, нанесите на верхнюю сторону кружка несколько мелких чернильных капель. Не давая им засохнуть, заставьте вертушку вертеться. Когда она остановится, посмотрите, что сделалось с каплями: каждая из них растеклась в спиральную линию, а все эти завитки вместе создают подобие вихря.

Сходство с вихрем не случайно. О чем говорят чернильные завитки на картонном кружке? Это следы движения чернильных капель. Капля претерпевает то же, что испытывает человек на вращающемся диске «колеса смеха». Уносясь от центра действием центробежного эффекта, она попадает в места диска, обладающие большей круговой скоростью, чем скорость самой капли. В этих местах кружок выскальзывает из-под капли, опережает ее. Дело происходит так, как если бы капля отставала от кружка, отступала назад от радиуса. Путь ее поэтому искривляется, и мы видим на кружке след криволинейного движения.

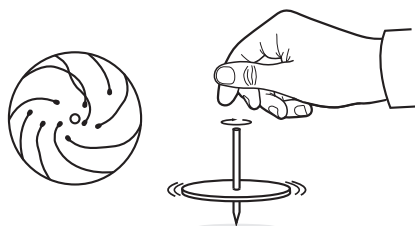


Рис. 13. Как растекаются чернильные капли на вращающемся бумажном кружке.

То же самое претерпевают воздушные потоки, расходящиеся от места высокого давления атмосферы (в «антициклонах») или сходящиеся к месту низкого давления (в «циклонах»). Чернильные завитки — уменьшенное подобие этих исполинских воздушных вихрей.

ЖИДКОСТИ ДАВЯТ... ВВЕРХ!

О том, что жидкости давят вниз, на дно сосуда, и вбок, на стенки, знают даже и те, кто никогда не изучал физи-

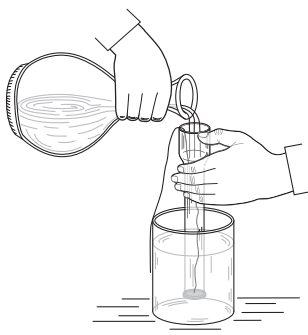


Рис. 14. Простой способ убедиться, что жидкость давит снизу вверх.

ки. Но что они давят и *вверх*, многие даже не подозревают. Обыкновенное ламповое стекло поможет убедиться, что такое давление действительно существует. Вырежьте из плотного картона кружок таких размеров, чтобы он закрывал отверстие лампового стекла. Приложите его к краям стекла и погрузите в воду, как показано на рис. 14. Чтобы кружок не отпадал при погружении, его можно придер-

живать ниткой, протянутой через его центр, или просто прижать пальцем. Погрузив стекло до определенной глубины, вы заметите, что кружок хорошо держится и сам, не прижимаемый ни давлением пальца, ни натяжением нитки: его подпирает вода, надавливающая на него снизу вверх.

Вы можете даже измерить величину этого давления вверх. Наливайте осторожно в стекло воду; как только уровень ее внутри стекла приблизится к уровню в сосуде, кружок отпадает. Значит, давление воды на кружок снизу уравновешивается давлением на него сверху столба воды, высота которого равна глубине кружка под водой. Таков закон давления жидкости на всякое погруженное тело. Отсюда, между прочим,

происходит и та «потеря» веса в жидкостях, о которой говорит знаменитый закон Архимеда.

Имея несколько ламповых стекол разной формы, но с одинаковыми отверстиями, вы сможете проверить и другой закон, относящийся к жидкостям, а именно: давление жидкости на дно сосуда зависит только от площади дна и высоты уровня, от формы же сосуда оно совершенно не зависит. Проверка будет состоять в том, что вы проделаете описанный сейчас опыт с разными стеклами, погружая их на одну и ту же глубину (для чего надо предварительно приклеить к стеклам бумажные полоски на равной высоте). Вы заметите, что кружок всякий раз будет отпадать при одном и том же уровне воды в стеклах (рис. 15). Значит, давление водяных столбов различной формы одинаково, если только одинаковы их основание и высота. Обратите внимание на то, что здесь важна именно *высота*, а не длина, потому что длинный наклонный столб давит на дно совершенно так же, как и короткий отвесный столб одинаковой с ним высоты (при равных площадях оснований).

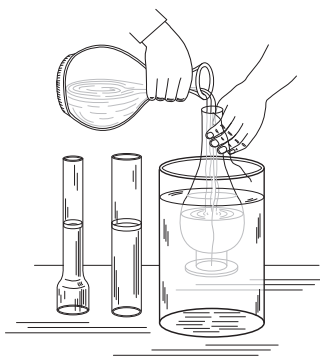


Рис. 15. Давление жидкости на дно сосуда зависит только от площади дна и от высоты уровня жидкости. На рисунке показано, как проверить это правило.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ФОРМА ЖИДКОСТИ

Мы привыкли думать, что жидкости не имеют никакой *собственной* формы. Это неверно. Естественная форма всякой жидкости — шар. Обычно сила тяжести мешает жидкости принимать эту форму, и жидкость либо растекается тонким слоем, если разлита без сосуда, либо же принимает форму сосуда, если налита в него. Находясь внутри другой