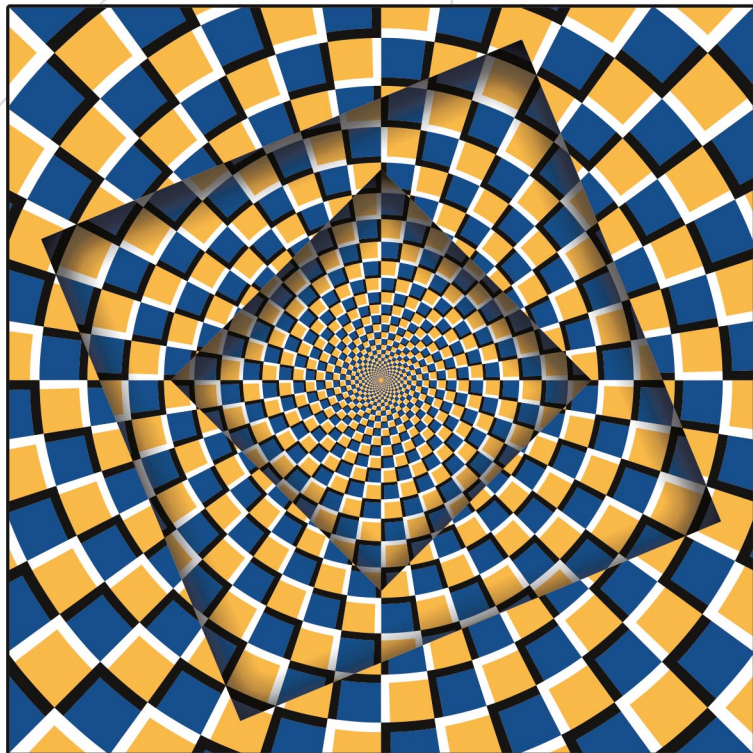


БОЛЬШАЯ БИБЛИОТЕКА
ПЕРЕЛЬМАНА



Яков
Перельман

Эвита

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ **ФИЗИКА**

ГОЛОВОЛОМКИ, ОПЫТЫ, ПАРАДОКСЫ, ХИТРОУМНЫЕ ЗАДАЧИ
И ИХ РЕШЕНИЯ



Глава первая

СКОРОСТЬ. СЛОЖЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ

Как быстро мы движемся?

Спортивную дистанцию 1,5 км хороший бегун пробегает примерно за 3 мин 50 с (мировой рекорд 1958 г. — 3 мин 36,8 с). Для сравнения с обычной скоростью пешехода — 1,5 м в секунду — надо сделать маленькое вычисление; тогда окажется, что спортсмен пробегает в секунду 7 м. Впрочем, скорости эти не вполне сравнимы: пешеход может ходить долго, целые часы, делая по 5 км в час, спортсмен же способен поддерживать значительную скорость своего бега только короткое время. Пехотная воинская часть перемещается бегом втрое медленнее рекордсмена; она делает 2 м в секунду, или 7 с лишком километров в час, но имеет перед

спортсменом то преимущество, что может совершать гораздо большие переходы.

Интересно сравнить нормальную поступь человека со скоростью таких — вошедших в поговорку — медлительных животных, как улитка или черепаха. Улитка вполне оправдывает репутацию, приписываемую ей поговоркой: она проходит 1,5 мм в секунду, или 5,4 м в час — ровно в тысячу раз меньше человека! Другое классически медленное животное, черепаха, не намного перегоняет улитку: ее обычная скорость — 70 м в час.

Проворный рядом с улиткой и черепахой, человек предстанет перед нами в ином свете, если сопоставить его движение с другими, даже не очень быстрыми движениями в окружающей природе. Правда, он легко перегоняет течение воды в большинстве равнинных рек и не намного отстает от умеренного ветра. Но с мухой, пролетающей 5 м в секунду, человек может успешно состязаться разве только на лыжах. Зайца или охотничью собаку человек не перегонит даже на лошади карьером. Состязаться в скорости с орлом человек может лишь на самолете.

Машины, изобретенные человеком, делают его самым быстрым существом мира.

Сравнительно недавно в СССР был построен пассажирский теплоход с подводными крыльями, развивающий скорость 60 — 70 км/ч. На суше человек может двигаться быстрее, чем на воде. На некоторых участках пути скорость движения пассажирских поез-

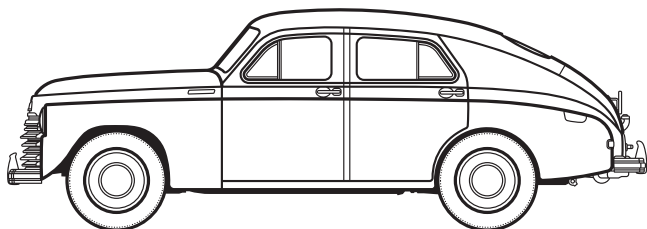


Рис. 1. ГАЗ-М-20 «Победа» развивает скорость до 130 км/ч.

дов в СССР доходит до 100 км/ч. Новая легковая автомашина ЗИЛ-111 может развивать скорость до 170 км/час, семиместный легковой автомобиль «Чайка» — до 160 км/ч.



Рис. 2. Пассажирский реактивный самолет.

Эти скорости далеко превзошла современная авиация. На многих линиях Гражданского воздушного флота СССР работают многоместные лайнеры ТУ-104 и ТУ-114 (рис. 2). Средняя скорость их полета составляет около 800 км/ч.

Еще не так давно перед авиаконструкторами ставилась задача перешагнуть «звуковой барьер», превысить скорость звука

(330 м/с, т. е. 1200 км/ч). Сейчас эта задача решена. Скорости небольших самолетов с мощными реактивными двигателями приближаются к 2000 км/ч.

Аппараты, создаваемые человеком, могут достигать еще больших скоростей. Искусственные спутники Земли, летающие вблизи границы плотных слоев атмосферы, движутся со скоростью около 8 км/с. Космические аппараты, направляющиеся к планетам солнечной системы, получают начальную скорость, превышающую вторую космическую скорость (11,2 км/с у поверхности Земли).

Читатель может просмотреть следующую таблицу скоростей:

Улитка.....	1,5 мм/с	5,4 м/ч
Черепаша	20 »	70 »
Рыба.....	1 м/с	3,6 км/ч
Пешеход.....	1,4 »	5 »
Конница шагом.....	1,7 »	6 »
Конница рысью.....	3,5 »	12,6 »
Муха.....	5 »	18 »
Лыжник	5 »	18 »
Конница карьером.....	8,5 »	30 »
Теплоход с подводными крыльями.....	16 »	58 »
Заяц.....	18 »	65 »
Орел.....	24 »	86 »
Охотничья собака.....	25 »	90 »
Поезд.....	28 »	100 »
Автомобиль ЗИЛ-111	50 »	170 »

Гоночный автомобиль				
(рекорд)	174	»	633	»
ТУ-104	220	»	800	»
Звук в воздухе	330	»	1200	»
Легкий реактивный				
самолет.	550	»	2000	»
Земля по орбите	30000	»	108000	»

В погоне за временем

Можно ли в 8 часов утра вылететь из Владивостока и в 8 часов утра того же дня прилететь в Москву? Вопрос этот вовсе не лишен смысла. Да, можно. Чтобы понять этот ответ, нужно только вспомнить, что разница между поясным временем Владивостока и Москвы составляет девять часов. И если самолет сможет пройти расстояние между Владивостоком и Москвой за это время, то он прибьет в Москву в час своего вылета из Владивостока.

Расстояние Владивосток — Москва составляет примерно 9000 км. Значит, скорость самолета должна быть равна $9000 : 9 = 1000$ км/ч. Это вполне достижимая в современных условиях скорость.

Чтобы «перегнать Солнце» (или, точнее, Землю) в полярных широтах, нужна значительно меньшая скорость. На 77-й параллели (Новая Земля) самолет, обладающий скоростью около 450 км/ч, пролетает столько

же, сколько успевает за тот же промежуток времени пройти точка земной поверхности при вращении Земли вокруг оси. Для пассажира такого самолета Солнце остановится и будет неподвижно висеть на небе, не приближаясь к закату (при этом, конечно, самолет должен двигаться в подходящем направлении).

Еще легче «перегнать Луну» в ее собственном обращении вокруг Земли. Луна движется вокруг Земли в 29 раз медленнее, чем Земля вокруг своей оси (сравниваются, конечно, так называемые «угловые», а не линейные скорости). Поэтому обыкновенный пароход, делающий 25–30 км в час, может уже в средних широтах «перегнать Луну».

О таком явлении упоминает Марк Твен в своих очерках «Простак за границей». Во время переезда по Атлантическому океану от Нью-Йорка к Азорским островам «стояла прекрасная летняя погода, а ночи были даже лучше дней. Мы наблюдали странное явление: Луну, появляющуюся каждый вечер в тот же час в той же точке неба. Причина этого оригинального поведения Луны сначала оставалась для нас загадочной, но потом мы сообразили, в чем дело: мы подвигались каждый час на 20 минут долготы к востоку, т. е. именно с такой скоростью, чтобы не отставать от Луны!».



Тысячная доля секунды

Для нас, привыкших мерить время на свою человеческую мерку, тысячная доля секунды равнозначна нулю. Такие промежутки времени лишь недавно стали встречаться в нашей практике. Когда время определяли по высоте Солнца или длине тени, то не могло быть речи о точности даже до минуты (рис. 3); люди считали минуту слишком ничтожной величиной, чтобы стоило ее измерять. Древний человек жил такой неторопливой жизнью, что на его часах — солнечных, водяных, песочных — не было особых делений для минут (рис. 4, 5). Только с начала XVIII века стала появляться на циферблате минутная стрелка. А с начала XIX века появилась и секундная стрелка.

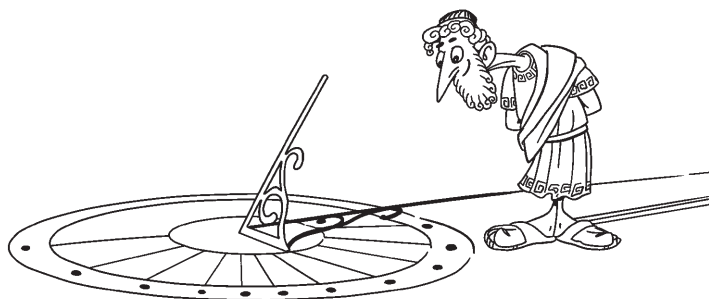


Рис. 3. Определение времени дня по длине тени.

Что же может совершиться в тысячную долю секунды? Очень многое! Поезд, правда, может переместиться за этот промежуток времени всего сантиметра на три, звук —

уже на 33 см, самолет — примерно на полметра; земной шар пройдет в своем движении вокруг Солнца в такую долю секунды 30 м, а свет — 300 км.

Мелкие существа, окружающие нас, если бы они умели рассуждать, вероятно, не считали бы тысячную долю секунды за ничтожный промежуток времени. Для насекомых, например, величина эта вполне ощутима. Комар в течение одной секунды делает 500–600 полных взмахов крылышками; значит, в тысячную долю секунды он успевает поднять их или опустить.

Человек неспособен перемещать свои члены так быстро, как насекомое. Самое быстрое наше движение — мигание глаз, «мгновение ока», или «миг», в первоначальном смысле этих слов. Оно совершается так быстро, что мы не замечаем даже временно-го затмения поля нашего зрения. Немногие, однако, знают, что это движение — синоним невообразимой быстроты — протекает в сущности довольно медленно, если измерять его тысячными долями секунды. Полное «мгновение ока» длится, как обнаружили точные измерения, в среднем $\frac{2}{5}$ секунды, т. е. 400 тысячных долей ее. Оно распадается на следующие фазы: опускание века (75–90 тысячных секунды), состояние неподвижности опущенного века (130–170 тысячных) и поднятие его (около 170 тысячных). Как видите, один «миг» в буквальном смысле этого слова — промежуток довольно значительный,

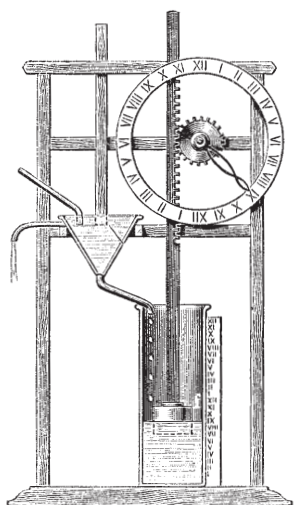


Рис. 4. Водяные часы.

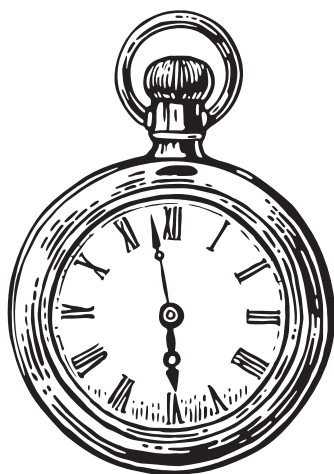


Рис. 5. Старинные карманные часы.

в течение которого глазное веко успевает даже немного отдохнуть. И если бы мы могли раздельно воспринимать впечатления, длящиеся тысячную долю секунды, мы уловили бы «в один миг» два плавных движения глазного века, разделенных промежутком покоя.

При таком устройстве нашей нервной системы мы увидели бы окружающий нас мир преобразенным до неузнаваемости. Описание тех странных картин, какие представились бы тогда нашим глазам, дал английский писатель Уэллс в рассказе «Новейший ускоритель». Герои рассказа выпили фантастическую микстуру, которая действует на нервную систему так, что делает органы чувств восприимчивыми к раздельному восприятию быстрых явлений.

Вот несколько примеров из рассказа:

«— Видали ли вы до сих пор, чтобы занавеска прикреплялась к окну таким манером?

Я посмотрел на занавеску и увидел, что она словно застыла и что угол у нее как загнулся от ветра, так и остался.

— Не видал никогда, — сказал я. — Что за странность!

— А это? — сказал он и растопырил пальцы, державшие стакан.

Я ожидал, что стакан разобьется, но он даже не шевельнулся: он повис в воздухе неподвижно.

— Вы, конечно, знаете, — сказал Гибберн, — что падающий предмет опускается в первую секунду на 5 м. И стакан пробегает теперь эти 5 м, — но, вы понимаете, не прошло еще и сотой доли секунды. Это может вам дать понятие о силе моего «ускорителя».

Стакан медленно опускался. Гибберн провел рукой вокруг стакана, над ним и под ним...

Я глянул в окно. Какой-то велосипедист, застывший на одном месте, с застывшим облаком пыли позади, догонял какую-то бричку, которая также не двигалась ни на один дюйм.

...Наше внимание было привлечено омнибусом, совершенно окаменевшим. Верхушка колес, лошадиные ноги, конец кнута и нижняя челюсть кучера (он только что начал зевать) — все это, хотя и медленно, но дви-

галось; остальное же в этом неуклюжем экипаже совершенно застыло. Сидящие там люди были как статуи.

...Какой-то человек застыл как раз в тот момент, когда он делал нечеловеческие усилия сложить на ветру газету. Но для нас этого ветра не существовало.

...Все, что было сказано, подумано, сделано мной с той поры, как «ускоритель» проник в мой организм, было лишь мгновением ока для всех прочих людей и для всей вселенной».

Вероятно, читателям интересно будет узнать, каков наименьший промежуток времени, измеримый средствами современной науки? Еще в начале этого века он равнялся 10000-й доле секунды; теперь же физик в своей лаборатории способен измерить 100000000000-ю долю секунды. Этот промежуток примерно во столько же раз меньше целой секунды, во сколько раз секунда меньше 3000 лет!

Лупа времени

Когда Уэллс писал свой «Новейший ускоритель», он едва ли думал, что нечто подобное когда-нибудь осуществится в действительности. Ему довелось, однако, дожить до этого: он мог собственными глазами увидеть — правда, только на экране — те картины, которые создало некогда его воображение.

Так называемая «лупа времени» показывает нам на экране в замедленном темпе многие явления, протекающие обычно очень быстро.

«Лупа времени» — это кинематографический фотоаппарат, делающий в секунду не 24 снимка, как обычные киноаппараты, а во много раз больше. Если заснятое так явление проектировать на экран, пуская ленту с обычной скоростью 24 кадра в секунду, то зрители увидят явление растянутым — совершающимся в соответствующее число раз медленнее нормального. Читателю случалось, вероятно, видеть на экране такие неестественно плавные прыжки и другие замедленные явления. С помощью более сложных аппаратов того же рода достигается замедление еще более значительное, почти воспроизводящее то, что описано в рассказе Уэллса.

Когда мы движемся вокруг Солнца быстрее — днем или ночью?

В парижских газетах появилось однажды объявление, обещавшее каждому за 25 сантимов указать способ путешествовать дешево и притом без малейшего утомления. Нашлись легковверные, которые прислали требуемые 25 сантимов. В ответ каждый из них получил по почте письмо следующего содержания:

«Оставайтесь, гражданин, спокойно в своей кровати и помните, что Земля наша вер-

тится. На параллели Парижа — 49-й — вы пробегаете каждые сутки более 25 000 км. А если вы любите живописные виды, откиньте оконную занавеску и восхищайтесь картиной звездного неба».

Привлеченный к суду за мошенничество, виновник этой затеи выслушал приговор, уплатил наложенный на него штраф и, говорят, став в театральную позу, торжественно повторил знаменитое восклицание Галилея:

— А все-таки она вертится!

В известном смысле обвиняемый был прав, потому что каждый обитатель земного шара не только «путешествует», вращаясь вокруг земной оси, но с еще большей скоростью переносится Землей в ее обращении вокруг Солнца. *Ежесекундно* планета наша со всеми своими обитателями перемещается в пространстве на 30 км, вращаясь одновременно и вокруг оси.

По этому поводу можно задать интересный вопрос: когда мы движемся вокруг Солнца быстрее — днем или ночью?

Вопрос способен вызвать недоумение: ведь всегда на одной стороне Земли день, на другой — ночь; какой же смысл имеет наш вопрос? По-видимому, никакого. Однако это не так. Спрашивается ведь не о том, когда вся Земля перемещается скорее, а о том, когда мы, ее обитатели, движемся скорее среди звезд. А это уже вовсе не бессмысленный вопрос. В солнечной системе мы совершаем два движения: вращаемся вокруг

Солнца и в то же время обращаемся вокруг земной оси. Оба движения складываются, но результат получается различный, смотря по тому, находимся ли мы на дневной или ночной половине Земли. Взгляните на рис. 6, и вы поймете, что в полночь скорость вращения *прибавляется* к поступательной скорости Земли, а в полдень, наоборот, *отнимается* от нее. Значит, *в полночь мы движемся в солнечной системе быстрее, нежели в полдень.*

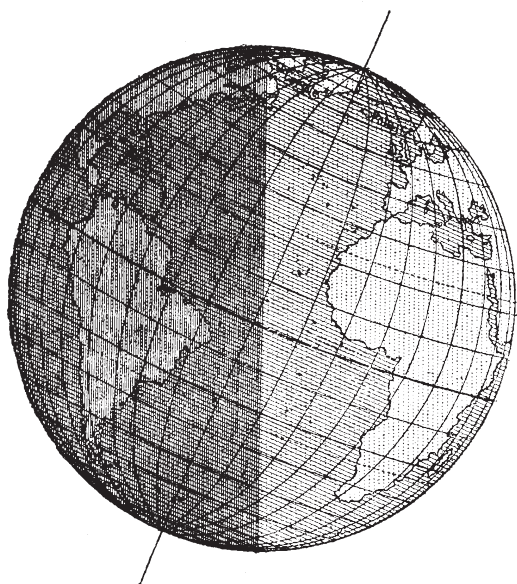


Рис. 6. На ночной половине земного шара люди движутся вокруг Солнца быстрее, чем на дневной.

Так как точки экватора пробегают в секунду около полукилометра, то для экваториальной полосы разница между полуденной и полуночной скоростью достигает целого

километра в секунду. Знакомые с геометрией легко могут вычислить, что для Ленинграда (который находится на 60-й параллели) эта разница вдвое меньше: в полночь ленинградцы каждую секунду пробегают в солнечной системе на полкилометра больше, нежели в полдень.

Загадка тележного колеса

Прикрепите сбоку к ободу тележного колеса (или к шине велосипедного) цветную бумажку и наблюдайте за ней во время движения телеги (или велосипеда). Вы заметите странное явление: пока бумажка находится в нижней части катящегося колеса, она видна довольно отчетливо; в верхней же части она мелькает так быстро, что вы не успеваете ее разглядеть.

Выходит как будто, что верхняя часть колеса движется быстрее, чем нижняя. То же наблюдение можно сделать, если сравнить между собой верхние и нижние спицы катящегося колеса какого-нибудь экипажа. Будет заметно, что верхние спицы сливаются в одно сплошное целое, нижние же видимы раздельно. Дело опять-таки происходит так, словно верхняя часть колеса быстрее движется, чем нижняя.

В чем же разгадка этого странного явления? Да просто в том, что верхняя часть катящегося колеса *действительно движется*

быстрее, чем нижняя. Факт представляется с первого взгляда невероятным, а между тем простое рассуждение убедит нас в этом. Ведь каждая точка катящегося колеса совершает сразу два движения: обращается вокруг оси и в то же время подвигается вперед вместе с этой осью. Происходит — как в случае земного шара — сложение двух движений, и результат для верхней и нижней частей колеса получается разный. Вверху вращательное движение колеса *прибавляется* к поступательному, так как оба движения направлены в одну и ту же сторону. Внизу же вращательное движение направлено в *обратную* сторону и, следовательно, *отнимается* от поступательного. Вот почему верхние части колеса перемещаются относительно неподвижного наблюдателя быстрее, чем нижние.

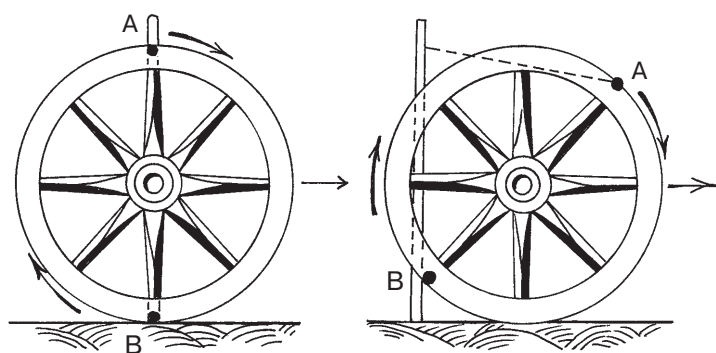


Рис. 7. Как убедиться, что верхняя часть колеса движется быстрее нижней. Сравните расстояния точек А и В откатившегося колеса (правый чертеж) от неподвижной палки.

То, что это действительно так, легко понять на простом опыте, который следует проделать при цколесом стоящей телеги так, чтобы палка приходилась против оси. На ободе колеса, в самой верхней и в самой нижней его частях, сделайте пометки мелом или углем; пометки придутся, следовательно, как раз против палки. Теперь откатите телегу немного вправо (рис. 7), чтобы ось отошла от палки сантиметров на 20–30, и заметьте, как переместились ваши пометки. Окажется, что верхняя пометка *A* переместилась заметно больше, нежели нижняя *B*, которая только едва отступила от палки.

Самая медленная часть колеса

Итак, не все точки движущегося колеса телеги перемещаются одинаково быстро. Какая же часть катящегося колеса движется всего медленнее?

Нетрудно сообразить, что *медленнее всех движутся те точки колеса, которые в данный момент соприкасаются с землей*. Строго говоря, в момент соприкосновения с почвой эти точки колеса совершенно неподвижны.

Все сказанное справедливо только для колеса *катящегося*, а не для такого, которое вращается на неподвижной оси. В маховом колесе, например, верхние и нижние точки обода движутся с одинаковой скоростью.

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 ободке 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, напри-

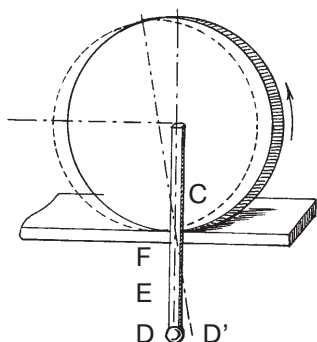


Рис. 8. Опыт с кружком и спичкой. Когда колесо откатывается налево, точки F , E , D выступающей части спички подвигаются в обратную сторону.

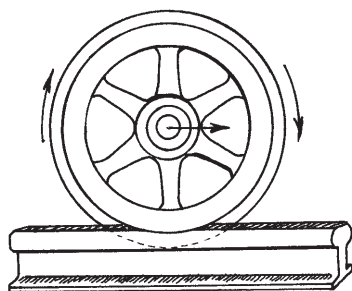


Рис. 9. Когда железнодорожное колесо катится налево, нижние части его выступающего края движутся направо, т. е. в обратную сторону.

мер к монете или пуговице, прилепите воском спичку так, чтобы она прилегала к кружку по радиусу и далеко выступала за край. Если теперь упереть кружок (рис. 8) 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 подастся она назад при качении кружка (точка D перейдет в D').

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*.

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 рисунками 9 и 10.

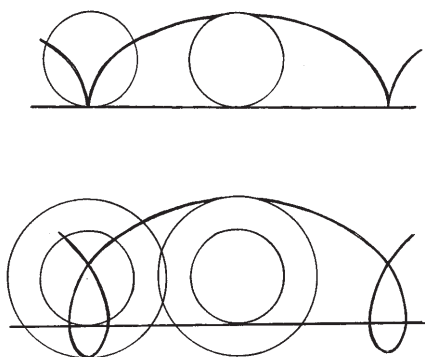


Рис. 10. Вверху изображена та кривая линия («циклоида»), которую описывает каждая точка обода катящегося колеса телеги. Внизу — кривая линия, описываемая каждой точкой выступающего края железнодорожного колеса.

Откуда плыла лодка?

Вообразите, что весельная лодка плывет по озеру, и пусть стрелка a на нашем рис. 11 изображает направление и скорость ее движения. Наперерез идет парусная лодка; стрелка b изображает ее направление и скорость. Если вас, читатель, спросят, откуда эта лодка отчалила, вы, конечно, сразу укажете пункт M на берегу. Но если с тем же вопросом обратиться к пассажирам весельной лодки, они укажут бы совершенно другую точку. Почему?

Происходит это оттого, что пассажиры видят лодку движущейся вовсе не под прямым углом к пути своей лодки. Они ведь не чувствуют собственного движения: им кажется, что сами они стоят на месте, а все кругом движется с их собственной скоростью, но



Рис. 11. Парусная лодка идет наперерез весельной. Стрелки a и b — скорости. Что увидят гребцы?

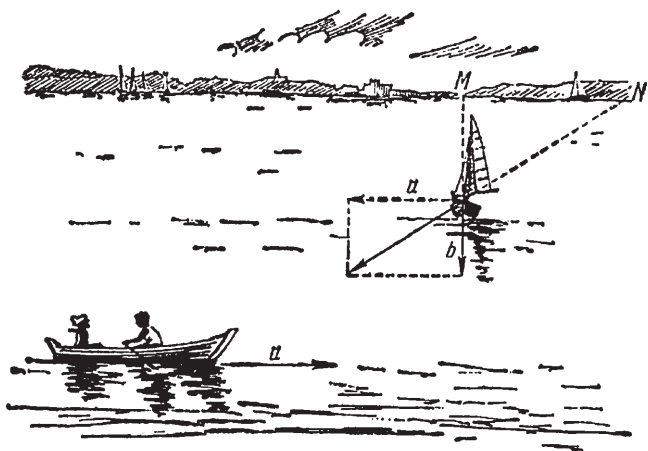


Рис. 12. Гребцам кажется, что парусная лодка идет не наперерез им, а косо — от точки N , а не от M .

в обратном направлении. Поэтому для них парусная лодка движется не только по направлению стрелки b , но и по направлению пунктирной линии a , обратно движению весельной лодки (см. рис. 12). Оба движения парусной лодки — действительное и кажущееся — складываются по правилу параллелограмма. В результате пассажирам шлюпки кажется, будто парусная лодка движется по диагонали параллелограмма, построенного на b и a . Вот почему пассажирам представляется, что парусная лодка отчалила от берега вовсе не в точке M , а в некоторой точке N , далеко впереди по движению весельной шлюпки.

Двигаясь вместе с Землей по ее орбите и встречая лучи звезд, мы судим о положении

источников этих лучей так же неправильно, как пассажиры весельной лодки ошибочно определяют место отплытия парусной. Поэтому звезды представляются нам немного смещенными вперед по пути движения Земли. Конечно, скорость движения Земли ничтожна по сравнению со скоростью света (в 10000 раз меньше); поэтому кажущееся смещение звезд незначительно. Но оно может быть обнаружено с помощью астрономических приборов. Явление это носит название аберрации света.

Если подобные вопросы заинтересовали вас, попробуйте, не изменяя условий нашей задачи о лодке, сказать:

1) по какому направлению движется весельная лодка для пассажиров парусной?

2) куда направляется весельная лодка, по мнению пассажиров парусной?

Чтобы ответить на эти вопросы, вам нужно на линии a (рис. 12) построить параллелограмм скоростей; диагональ его покажет, что пассажирам парусной лодки весельная кажется плывущей в косом направлении, словно собираясь причалить к берегу.

СОДЕРЖАНИЕ

Глава первая.

СКОРОСТЬ. СЛОЖЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ

Как быстро мы движемся?	2
В погоне за временем.	6
Тысячная доля секунды	8
Лупа времени	12
Когда мы движемся вокруг Солнца быстрее — днем или ночью?	13
Загадка тележного колеса	16
Самая медленная часть колеса.	18
Задача не шутка.	19
Откуда плыла лодка?	21

Глава вторая.

ТЯЖЕСТЬ И ВЕС. РЫЧАГ. ДАВЛЕНИЕ

Встаньте!	24
Ходьба и бег	28
Как надо прыгать из движущегося вагона?	32
Так в чем же дело?	33
Поймать боевую пулю руками	35
Арбуз-бомба	36
На платформе весов	39
Где вещи тяжелее?	41
Сколько весит тело, когда оно падает?	43
Из пушки на Луну	46
Как Жюль Верн описал путешествие на Луну и как оно должно было происходить	50
Верно взвесить на неверных весах	54

Сильнее самого себя	55
Почему заостренные предметы колючи?	57
Наподобие Левиафана	59

Глава третья.

СОПРОТИВЛЕНИЕ СРЕДЫ

Пуля и воздух	62
Сверхдальняя стрельба	63
Почему взлетает бумажный змей?	66
Живые планеры	68
Безмоторное летание у растений	69
Затяжной прыжок парашютиста	71
Бумеранг	73

Глава четвертая.

ВРАЩЕНИЕ. «ВЕЧНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Как отличить вареное яйцо от сырого? ...	76
«Колесо смеха»	78
Чернильные вихри	80
Обманутое растение	82
«Вечные двигатели»	83
«Зацепочка»	88
Аккумулятор Уфимцева	91
«Чудо и не чудо»	91
Еще «вечные двигатели»	94
«Вечный двигатель» времен Петра I	95

Глава пятая.

СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Задача о двух кофейниках	102
Чего не знали древние	103
Жидкости давят...вверх!	105

Что тяжелее?	107
Естественная форма жидкости	109
Почему дробь круглая?	112
«Бездонный» бокал	114
Любопытная особенность керосина	116
Копейка, которая в воде не тонет	118
Вода в решетке	120
Пена на службе техники	121
Мнимый «вечный» двигатель	124
Мыльные пузыри	126
Что тоньше всего?	132
Сухим из воды	134
Как мы пьем?	136
Улучшенная воронка	137
Тонна дерева и тонна железа	137
Человек. Который ничего не весил	139
«Вечные» часы	144

Глава шестая.

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Когда Октябрьская железная дорога длиннее — летом или зимой?	148
Безнаказанное хищение	149
Высота Эйфелевой башни	151
От чайного стакана к водомерной трубке	152
Легенда о сапоге в бане	156
Как устраивались чудеса	157
Часы без завода	159
Поучительная папироса	163
Лед, не тающий в кипятке	164
На лед или под лед?	165
Почему дует от закрытого окна?	167

Таинственная вертушка	168
Греет ли шуба?	170
Какое время года у нас под ногами?	171
Бумажная кастрюля	173
Почему лед скользкий?	176
Задача о ледяных сосульках	179

Глава седьмая.

ЛУЧИ СВЕТА

Пойманные тени	182
Цыпленок в яйце	185
Карикатурные фотографии	186
Задача о солнечном восходе	189

Глава восьмая.

ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА

Видеть сквозь стены	191
Говорящая «отрубленная» голова	194
Впереди или сзади?	196
Можно ли видеть зеркало?	196
Кого мы видим, глядя в зеркало?	197
Рисование перед зеркалом	199
Расчетливая поспешность	201
Полет вороны	203
Новое и старое о калейдоскопе	204
Дворцы иллюзий и миражей	208
Почему и как преломляется свет?	211
Когда длинный путь проходится быстрее, чем короткий?	214
Новые Робинзоны	221
Как добыть огонь с помощью льда?	224
С помощью солнечных лучей	228

Старое и новое о миражах.....	230
«Зеленый луч».....	235

Глава девятая.

ПАДЕНИЕ И БРОСАНИЕ

Семимильные сапоги	240
Человек-снаряд	246
Рекорд бросание мяча	252
По хрупкому мосту.....	254
Три пути.....	258
Задача о четырех камнях	261
Задача о двух камнях	263
Игра в мяч	263

Глава десятая.

УДАР

Почему важно изучать явление удара	265
Механика удара	266
Изучите свой мяч	271
На крокетной площадке	277
«От скорости – сила».....	279
Человек-наковальня	281

Глава одиннадцатая.

КОЕ-ЧТО О ПРОЧНОСТИ

Об измерении океанских глубин.....	284
Самые длинные отвесы	287
Самый крепкий материал.....	289
Что крепче волоса?	290
Почему велосипедная рама делается из трубок	291
Притча о семи прутьях	295

Глава двенадцатая.

РАБОТА, МОЩНОСТЬ, ЭНЕРГИЯ

Чего многие не знают о единице	
работы	298
Как произвести килограммометр	
работы	300
Как вычислять работу	301
Тяга трактора	303
Живые и механические	
двигатели	304
Сто зайцев и один слон	307
Машинные рабы человечества	309
Отвешивание с «походом»	315
Задача Аристотеля	316
Упаковка хрупких вещей	319
Чья энергия?	321
Самозаводящиеся механизмы	324
Добывание огня трением	327
Энергия растворенной пружины	333

Глава тринадцатая.

ТРЕНИЕ И СОПРОТИВЛЕНИЕ СРЕДЫ

С ледяной горы	336
С выключенным мотором	338
Тележные колеса	339
На что расходуется энергия	
паровозов и пароходов?	341
Камни, увлекаемые водой	342
Скорость дождевых капель	346
Загадка падения тел	352
Вниз по течению	356
Как руль управляет судном	359
Когда дождь промочит сильнее?	360

Глава четырнадцатая.
МЕХАНИКА В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Гулливвер и великаны	365
Почему бегемот неуклюж	368
Строение наземных животных	370
Судьба вымерших чудовищ	371
Кто лучше прыгает?	373
Кто лучше летает?	376
Безвредное падение	378
Почему деревья не растут до неба	379
Из книги Галилея	382
 Знаете ли вы физику?	 387

УДК 51
ББК 22.1я
П27

Серия «Большая библиотека Перельмана»
Научно-популярное издание
ғылыми-бұқаралық баста
Для среднего школьного возраста

Яков Исидорович Перельман ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Художник Ю. А. Станишевский

Дизайн обложки Н. Ворламовой
Редактор А. Мещерякова. Художественный редактор Е. Гордеева
Технический редактор Е. Кудиярова. Компьютерная верстка А. Филатовой

Общероссийский классификатор продукции ОК-034-2014 (КПЕС),
58.11.1 — книги, брошюры печатные. Книжная продукция — ТР ТС 007/2011
Подписано в печать 14.02.2019. Изготовлено в 2019 году. Произведено в Российской Федерации
Формат 84х108/32. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура Pragmatica.
Усл. печ. л. 21,84. Тираж экз. Заказ №

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»
129085, Российская Федерация, г. Москва, Звездный бульвар, дом 21, строение 1,
комната 705, пом. I, 7 этаж.

Наш электронный адрес: malysh@ast.ru. Home page: www.ast.ru

Мы в социальных сетях. Присоединяйтесь!

https://vk.com/AST_planetadetstva
https://www.instagram.com/AST_planetadetstva
<https://www.facebook.com/ASTplanetadetstva>

«Баста Аста» деген ООО
129085, г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, 1 қырылым, 39 бөлме
Біздің электрондық мекемеліміз: www.ast.ru
E-mail: malysh@ast.ru Интернет-магазин: www.book24.kz Интернет-ауыс: www.book24.kz

Импортер в Республику Казахстан и Представитель по приему претензий в Республике Казахстан - ТОО РДЦ Алматы, г. Алматы.
Қазақстан Республикасына импорттаушы және Қазақстан Республикасында наразылықтарды қабылдау бойынша өкіл - «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш.,
3-ақ, 5-көпесті, офис 1. Тел.: 8(727) 2 51 59 90,91. Факс: 8(727) 251 59 92 ішкі 107,
E-mail: RDC-Almaty@ekstmo.kz, www.book24.kz Тауар белгісі: «АСТ»
Өндірілген жылы: 2019
Оңтүстік жарамдылық мерзімі шектелмеген.
Сертификация - қарастырылған

Перельман, Яков Исидорович.
П27 Занимательная физика / Я. Перельман; Худ. Ю. Станишевский. — Москва: Издательство АСТ, 2019. — 414, [2] с.: ил. — (Большая библиотека Перельмана).
ISBN 978-5-17-097173-2.

Яков Исидорович Перельман — один из самых известных популяризаторов науки для детей, которому удалось сделать физику понятной и интересной любому читателю. Из книги «Занимательная физика» ты узнаешь о тепловых явлениях и преломлении света, о скорости и сложении движений, о том, возможен ли вечный двигатель, почему неуклюж бегемот, и что было бы, если бы человек мог прыгать, как блоха.

Для среднего школьного возраста

УДК 51
ББК 22.1я



ЕАС

ISBN 978-5-17-097173-2.

© Станишевский Ю.А., ил., 2019
© ООО «Издательство АСТ», 2019

