

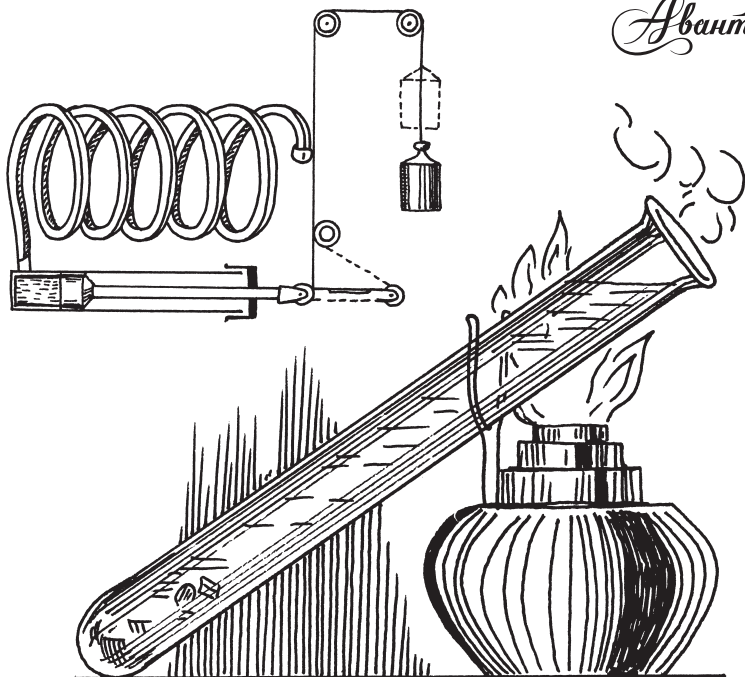


Яков Перельман



# ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ И ЗАДАЧИ по ФИЗИКЕ

*Аванта*



УДК 53  
ББК 22.3я92  
П27

**Перельман, Яков Исидорович.**

**П27** Занимательные опыты и задачи по физике / Я. И. Перельман. – Москва: Издательство АСТ, 2025. – 254, [2] с.: ил. – (Простая наука (покет)).

ISBN 978-5-17-176207-0.

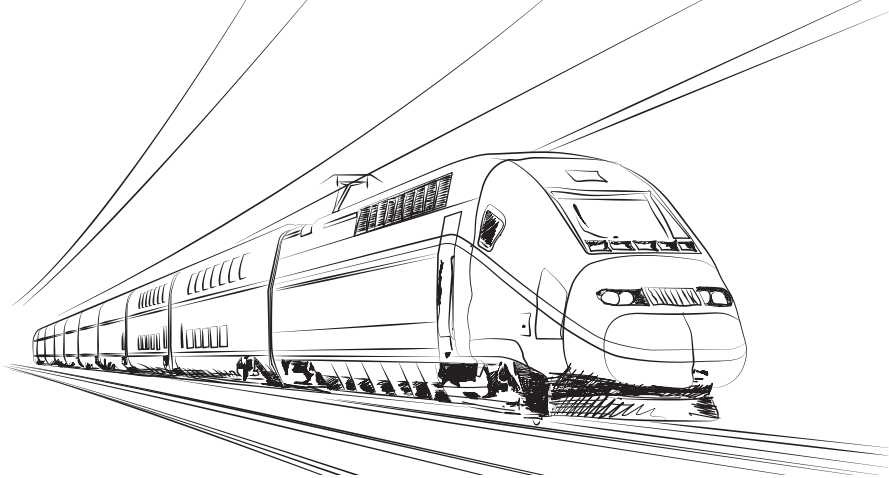
В книге популяризатора науки Якова Перельмана «Занимательные опыты и задачи по физике» легко, понятно и увлекательно рассказывается о скорости и движении, теплопроводности и вращении, преломлении света и «вечных двигателях» и еще многом-многом другом. Головоломки и замысловатые вопросы, забавные задачи и парадоксы помогут любознательному читателю не только лучше узнать, но и полюбить физику.

Для среднего школьного возраста.

**УДК 53**  
**ББК 22.3я92**



© ООО «Издательство АСТ», 2025



## 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 киломе-

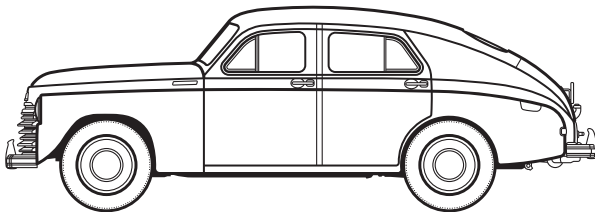
тров в час, но имеет перед спортсменом то преимущество, что может совершать гораздо большие переходы.

Интересно сравнить нормальную поступь человека со скоростью таких — вошедших в половицу — 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



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

суше человек может двигаться быстрее, чем на воде. На некоторых участках пути скорость движения пассажирских поездов 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.

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.



*Рис. 2. Пассажирский реактивный самолет.*

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 прибудет в Москву в час своего вылета из Владивостока.

Расстояние Владивосток — Москва составляет примерно 9000 км. Значит, скорость самолета

та 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 останется 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».

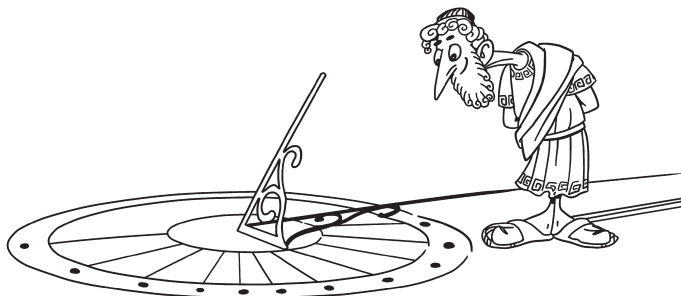
О таком явлении упоминает Марк Твен в своих очерках «Простак за границей». Во время переезда по Атлантическому океану от Нью-Йорка к Азорским островам «стояла прекрасная летняя погода, а ночи были даже лучше дней. Мы наблюдали странное явление: Луну, появляющуюся

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.

Что же может совершиться в тысячную долю секунды? Очень многое! Поезд, правда, может переместиться за этот промежуток времени все-



*Рис. 3. Определение времени  
дня по длине тени.*

го 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.

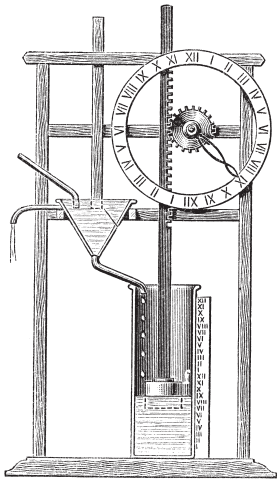
Мелкие существа, окружающие нас, если бы они умели рассуждать, вероятно, не считали бы тысячную долю секунды за ничтожный промежуток времени. Для насекомых, например, величина эта вполне ощутима. Комар в течение одной секунды делает 500–600 полных взмахов крыльшками; значит, в тысячную долю секунды он 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 временного затмения поля нашего зрения.

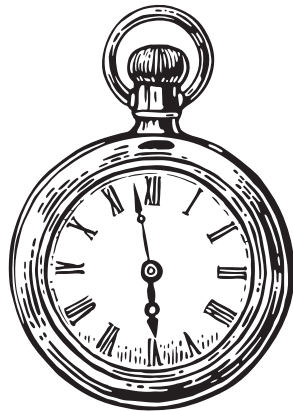
Немногие, однако, знают, что это движение — синоним невообразимой быстроты — протекает в сущности довольно медленно, если измерять его тысячными долями секунды. Полное «мгновение ока» длится, как обнаружили точные измерения, в среднем  $2/5$  секунды, т. е. 400 тысячных долей ее. Оно распадается на следующие 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, в течение которого глазное веко успевает даже немного отдохнуть. И если бы мы могли отдельно 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 отдельному восприятию быстрых явлений.

Вот несколько примеров из рассказа:



*Рис. 4. Водяные часы.*



*Рис. 5. Старинные карманные часы.*

«— 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 двигалось; 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 10 000-й доле секунды; теперь же физик в своей лаборатории способен измерить 100 000 000 000-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 вертится. 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