

# ЯКОВ ПЕРЕЛЬМАН

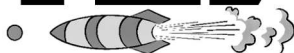
НАУКА ДЛЯ ТЕХ, КТО ВСЕ ЗАБЫЛ



И ТЕХ, КТО ЕЩЕ НЕ ПРОХОДИЛ

## ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ

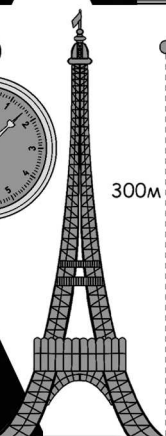
# МЕХА



# НИ



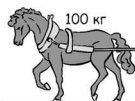
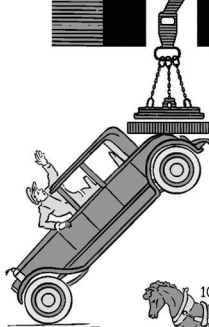
300м



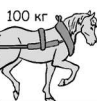
168м

94м

# КА



100 кг



100 кг



**БОМБОРА**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва

УДК 531/534  
ББК 22.2  
П27

Иллюстрация на стр. 3 создана по мотивам обложки книги  
Я.И. Перельмана, опубликованной в 1932 году.

В коллаже на обложке использована иллюстрация:  
OMIA silhouettes / Shutterstock / FOTODOM  
Используется по лицензии от Shutterstock / FOTODOM

### **Перельман, Яков Исидорович.**

П27      Занимательная механика / Яков Перельман. —  
Москва : Эксмо, 2026. — 224 с. — (Перельмания.  
Классика нашей науки).

ISBN 978-5-04-223108-7

Занимательная механика Якова Перельмана — это универсальный ключ к миру физики. Книга превращает скучные задачи и формулы в захватывающие истории: от «летательной машины на магните», которая никогда не взлетит (из-за третьего закона Ньютона!), до загадки о том, какое яйцо ударяющее — или ударяемое — разобьется быстрее (если они одинаковой прочности)?

Берите яблоко, веревку или мячик, и разбирайтесь: почему качели раскачиваются дольше на длинной цепи? Как лебедка поднимает больше груза, чем человек?

Благодаря простым иллюстрациям и точным объяснениям замечательного популяризатора науки, вы с удивлением обнаружите, что механика скрывается буквально повсюду, и вы можете в ней разобраться.

Книга будет интересна взрослым и детям и отлично подойдет для полезного семейного досуга.

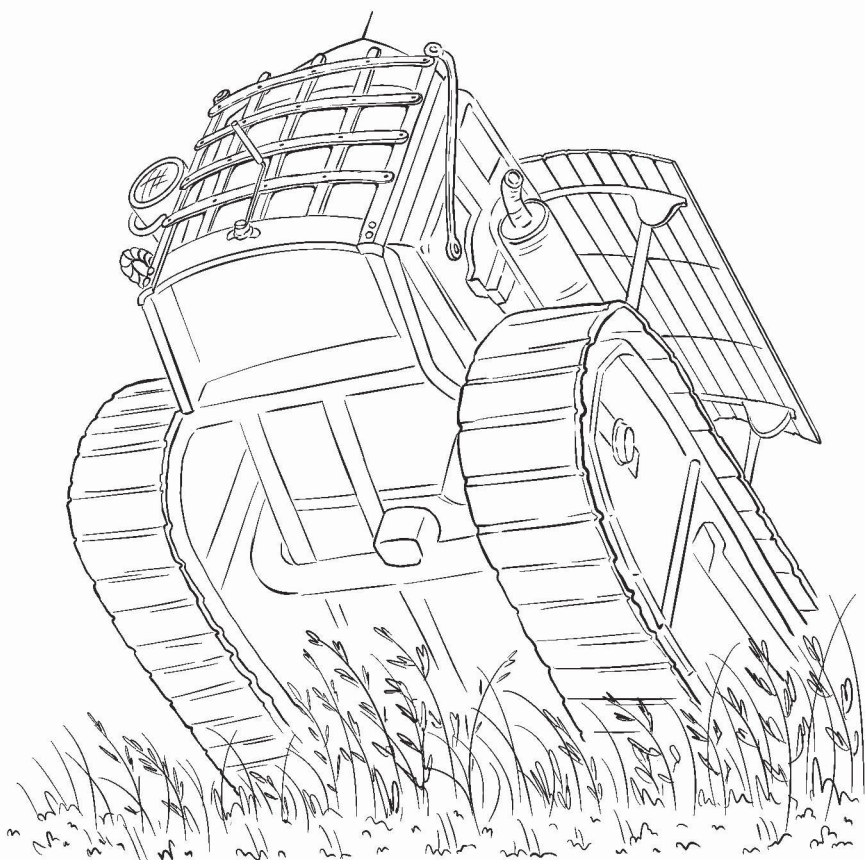
УДК 531/534  
ББК 22.2

ISBN 978-5-04-223108-7

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

Я. И. П Е Р Е Л Ъ М А Н

# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА





# ПРЕДИСЛОВИЕ

Две книги «Занимательной физики», которым суждено было разойтись более чем в ста тысячах экземпляров<sup>1</sup>, сделали то, что читатели, сталкиваясь на практике с затруднительными физическими задачами, нередко обращаются за их разрешением к автору названных книг. Чрезвычайно интересно разнообразие этих вопросов: в них встречается все — от обиходных затруднений до задач большой техники и научных вопросов из смежных областей знания. Домашняя хозяйка спрашивает, полезно ли, замазывая на зиму окна, оставлять в наружной раме щели, как делают маляры. Кинофабрика, театр просят указаний о способе осуществления трюка или сценического эффекта. Врач лазарета просит по телефону немедленно разрешить такой вопрос: наложенная на рану марля пропиталась гноем, и надо отсосать гной, не делая новой перевязки; какую для этого нужно положить марлю поверх намокшей — с более крупными или более мелкими ячейками? Автор медицинской диссертации о шумах в венах нуждается в указаниях относительно движения жидкостей в трубках. Воздухоплаватель желает обсудить некоторые случаи движения дирижабля в потоке воздуха. Различные изобретатели — в том числе, конечно, и «вечного двигателя» — просят проверить правильность их основной идеи. Даже судостроительному заводу понадобились однажды услуги автора «Занимательной физики» для расчета, относящегося к спуску судна на воду. Приведенный ряд не вымышленных, а самую жизнью поставленных вопросов убедительно доказывает поистине всеобъемлющее значение физики и теснейшее ее отношение ко всем сторонам жизни.

Если «естествознание есть грамотность мысли», то всего более справедливо это для физики, без овладения которой нельзя грамотно рассуждать ни в одной отрасли естествознания.

---

<sup>1</sup> Текст написан в 1930 г.

Распространение у нас физических знаний, к сожалению, далеко еще не отвечает исключительной важности этой науки. Особенно смутны в широких кругах представления из того отдела физики, который служит ее основой: из механики, учения о движении и силах. А «кто не знает движения, тот не понимает природы» (Аристотель).

Хотя вопросам механики отведено немало страниц в обеих книгах «Занимательной физики», я счел полезным посвятить механике отдельную книгу, написанную в той же манере.

«Занимательная механика» не спешит ознакомить читателя с последними достижениями науки, пока не выяснены первые ее основы. Она не излагает, впрочем, своего предмета с учебной систематичностью. Предполагая у читателя некоторые, хотя бы смутно усвоенные или полузабытые сведения, книга стремится освежить и уточнить их разбором ряда механических задач, любопытных в том или ином отношении. Не притязает книга и на исчерпание всех отделов механики: многие интересные вопросы не рассмотрены, иные — едва затронуты. Цель «Занимательной механики» — разбудить дремлющую мысль и привить вкус к занятию механикой; любознательный читатель сам тогда разыщет и приобретет недостающие сведения.

Вопреки установившемуся для популярных книг обычаю, в «Занимательной механике» попадаются математические выкладки. Мне известна неприязнь, которую питают многие к таким местам книг. И все же я не избегаю расчетов, так как считаю физические знания, приобретенные без расчетов, шаткими и практически бесплодными. Немыслимо получить скольконибудь полезные и прочные сведения из физики и особенно из механики, минуя относящиеся к ним простейшие расчеты.

В «Кодексе Юстиниана» (VI век) имеется закон «о злодеях, математиках и им подобных», в силу которого «безусловно воспрещается достойное осуждения математическое искусство». В наши дни математики не приравняются к злодеям, но их «искусство» в популярных книгах безусловно воспрещается. Я не сторонник такой популяризации. Не для того тратим мы целые годы в школе на изучение математики, чтобы выбрасывать ее за борт, когда она понадобится. «Занимательная механика» прибегает к расчетам всюду, где необходимо внести ясность

в вопрос; излишне добавлять, что математические злодеяния совершаются здесь в скромных пределах школьного курса.

Последняя глава этой книги — «Занимательная прогулка в страну Эйнштейна» — написана талантливым ленинградским математиком О. А. Вольбергом. Она представляет собою совершенно своеобразную и чрезвычайно удачную попытку общепонятного изложения сущности теории относительности. За предоставление этой превосходной статьи для «Занимательной механики» считаю себя приятно обязанным выразить здесь признательность автору.

В настоящем, третьем издании исправлены недосмотры прежних двух и прибавлено в разных местах несколько страниц текста.

*Я. П.*

# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ

## ЗАДАЧА О ДВУХ ЯЙЦАХ

Держа в руках яйцо, вы ударяете по нему другим. Оба яйца одинаково прочны и сталкиваются одинаковыми частями. Которое из них должно разбиться: ударяемое или ударяющее?

Вопрос поставлен был несколько лет назад<sup>1</sup> американским журналом

«Наука и изобретения». Журнал утверждал, что, согласно опыту, разбивается чаще «то яйцо, которое *двигалось*», другими словами — яйцо *ударяющее*.

«Скорлупа яйца, — пояснялось в журнале, — имеет кривую форму, причем давление, приложенное при ударе к неподвижному яйцу, действует на его скорлупу снаружи; но известно, что, подобно всякому своду, яичная скорлупа хорошо противостоит давлению извне. Иначе обстоит дело, когда усилие приложено к яйцу движущемуся. В этом случае движущееся содержимое яйца напирает в момент удара на скорлупу изнутри. Свод противостоит такому давлению гораздо слабее, чем напору снаружи, и — проламывается».

Когда та же задача была предложена мной в распространенной ленинградской газете, решения поступили крайне разнообразные.

---

<sup>1</sup> Текст написан в 1930 г. (*Здесь и далее, если не указано иное — Прим. ред.*)

Одни из решающих доказывали, что разбиться должно непременно *ударяющее* яйцо; другие — что именно оно-то и уцелеет. Доводы казались одинаково правдоподобными, и тем не менее оба утверждения — в корне ошибочны! Установить рассуждением, которое из соударяющихся яиц должно разбиться, вообще невозможно, потому что между яйцами ударяющим и ударяемым различия не существует. Нельзя сослаться на то, что ударяющее яйцо движется, а ударяемое неподвижно. Неподвижно —

по отношению к чему? Если к земному шару, то ведь известно, что планета наша сама перемещается среди звезд, совершая десяток разнообразных движений; все эти движения «ударяемое» яйцо разделяет так же, как и «ударяющее», и никто не скажет, которое из них движется среди звезд быстрее. Чтобы предсказать судьбу яиц по признакам движения и покоя, понадобилось бы перевернуть всю астрономию и определить движение каждого из соударяющихся яиц относительно неподвижных звезд. Да и это не помогло бы, потому что отдельные видимые звезды тоже движутся и вся их совокупность, Млечный Путь, перемещается по отношению к иным звездным скоплениям.

Яичная задача, как видите, увлекла нас в бездны мироздания и все же не приблизилась к разрешению. Впрочем, нет, — приблизилась, если звездная экскурсия помогла нам понять ту важную истину, что движение тела без указания другого тела, к которому это движение относится, есть попросту бессмыслица. Одинокое тело, само по себе взятое, двигаться не может; могут перемещаться только *два тела* — взаимно сближаться или взаимно удаляться. Оба соударяющихся яйца находятся в одинаковом состоянии движения: они взаимно сближаются, — вот все, что мы можем сказать об их движении. Результат столкновения

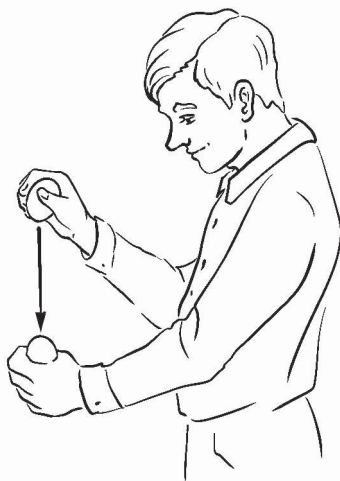


Рис. 1. Которое яйцо сломается?

не зависит от того, какое из них пожелаем мы считать неподвижным и какое — движущимся.

Триста лет назад<sup>1</sup> впервые провозглашена была Галилеем относительность равномерного движения и покоя, их полная равнозначность. Этот «принцип относительности классической механики» не следует смешивать с «принципом относительности Эйнштейна», выдвинутым уже на глазах нынешнего поколения<sup>2</sup> и представляющим дальнейшее развитие первого принципа. Об учении Эйнштейна речь будет в последней главе нашей книги; но для его понимания необходимо хорошо уяснить себе главные следствия Галилеева принципа.

## ПУТЕШЕСТВИЕ НА ДЕРЕВЯННОМ КОНЕ

Из сейчас сказанного следует, что состояние равномерного прямолинейного движения неотличимо от состояния неподвижности при условии обратного *равномерного* и прямолинейного движения окружающей обстановки. Сказать: «тело движется с постоянной скоростью» и: «тело находится в покое, но все окружающее равномерно движется в обратную сторону» — значит утверждать одно и то же. Строго говоря, мы не должны говорить ни так, ни этак, а должны говорить, что тело и обстановка движутся одно относительно другой. Мысль эта еще и в наши дни усвоена далеко не всеми, кто имеет дело с механикой и физикой. А между тем она не чужда была уже автору «Дон Кихота», жившему три столетия назад и не читавшему Галилея. Ею проникнута одна из забавных сцен произведения Сервантеса — описание путешествия прославленного рыцаря и его оруженосца на деревянном коне.

«— Садитесь на круп лошади, — объяснили Дон Кихоту. — Требуется лишь одно: повернуть втулку, вделанную у коня на шею, и он унесет вас по воздуху туда, где ожидает вас Маламбумо. Но, чтобы высота не вызвала головокружения, надо ехать с завязанными глазами.

Обоим завязали глаза, и Дон Кихот дотронулся до втулки».

<sup>1</sup> В 1632 г., в труде «Диалог о двух системах мира».

<sup>2</sup> В 1905 г., в труде «К электродинамике движущихся тел».



*Рис. 2. Воображаемый полет Дон Кихота и его оруженосца на деревянном коне*

Окружающие стали уверять рыцаря, что он уже несется по воздуху «быстрее стрелы».

«— Готов клясться, — заявил Дон Кихот оруженосцу, — что во всю жизнь мою не ездил я на коне с более спокойной поступью. Все идет, как должно идти, и ветер дует.

— Это верно, — сказал Санчо, — я чувствую такой свежий воздух, точно на меня дуют из тысячи мехов.

Так на самом деле и было, потому что на них дули из нескольких больших мехов».

Деревянный конь Сервантеса — прообраз многочисленных аттракционов, придуманных в наше время для развлечения публики на выставках и в парках. То и другое основано на полной невозможности отличить состояние покоя от равномерного движения.

## ЗДРАВЫЙ СМЫСЛ И МЕХАНИКА

Многие привыкли противопоставлять покой движению, как небо — земле и огонь — воде. Это не мешает им, впрочем, устроившись в вагоне на ночлег, нимало не заботясь о том, стоит ли поезд или мчится. Но в теории те же люди зачастую убежденно

оспаривают право считать мчащийся поезд неподвижным, а рельсы, землю под ними и всю окрестность — движущимися в противоположном направлении.

«Допускается ли такое толкование здравым смыслом машиниста? — спрашивает Эйнштейн, излагая эту точку зрения. — Машинист возразит, что он топит и смазывает не окрестность, а паровоз; следовательно, на паровозе должен сказаться и результат его работы, т. е. движение».

Довод представляется на первый взгляд очень сильным, едва ли не решающим. Однако вообразите, что рельсовый путь проложен вдоль экватора и поезд мчится на запад, против вращения земного шара. Тогда окрестность будет бежать навстречу поезду и топливо будет расходоваться лишь на то, чтобы мешать паровозу увлекаться назад, — вернее, чтобы помогать ему хоть немного отставать от движения окрестности на восток. Пожелай машинист удержать поезд совсем в покое (относительно Солнца), он должен был бы топить и смазывать паровоз так, как нужно для скорости две тысячи километров в час. Чтобы убедить тех, кто еще сомневается в законности взаимной замены «покоя» и «движения», приведу слова одного из немногих *противников* учения Эйнштейна, проф. Ленарда<sup>1</sup>; критикуя Эйнштейна, он не посягает, однако, на теорию относительности Галилея. Вот что он пишет:

«Пока движение поезда остается вполне равномерным, нет никакой возможности определить, что именно находится в движении и что в покое: поезд или окрестность. Устройство материального мира таково, что всегда во всякий данный момент исключает возможность абсолютного решения вопроса о наличии равномерного движения или покоя и оставляет место только для изучения равномерного движения тел относительно друг друга, так как участие наблюдателя в равномерном движении не отражается на наблюдаемых явлениях и их законах».

---

<sup>1</sup> Ленард Филипп Эдуард Антон фон (1862–1947) — немецкий физик, лауреат Нобелевской премии 1905 г. за исследование катодных лучей; впоследствии разделил идеи национал-социализма и стал пропагандистом так называемой «арийской физики» в фашистской Германии.

## ПОЕДИНОК НА КОРАБЛЕ

Можно представить себе такую обстановку, к которой иные, пожалуй, затруднятся практически применить принцип относительности. Вообразите, например, на палубе движущегося судна двух стрелков, направивших друг в друга свое оружие. Поставлены ли оба противника в строго одинаковые условия? Не вправе ли стрелок, стоящий спиной к носу корабля, жаловаться на то, что пущенная им пуля летит медленнее, чем пуля противника?

Конечно, по отношению к воде моря пуля, пущенная против движения корабля, летит медленнее, чем на неподвижном судне, а пуля, направленная к носу, летит быстрее. Но это несколько не нарушает условий поединка: пуля, направленная к корме, летит к мишени, которая *движется ей навстречу*, так что при равномерном движении судна недостаток скорости пули как раз восполняется встречной скоростью мишени; пуля же, направленная к носу, *догоняет свою мишень*, которая удаляется от пули со скоростью, равной избытку скорости пули.

В конечном счете обе пули *по отношению к своим мишеням* движутся совершенно так же, как и на корабле неподвижном.

Не мешает прибавить, что все сказанное относится только к такому судну, которое идет по прямой линии и притом с постоянной скоростью.

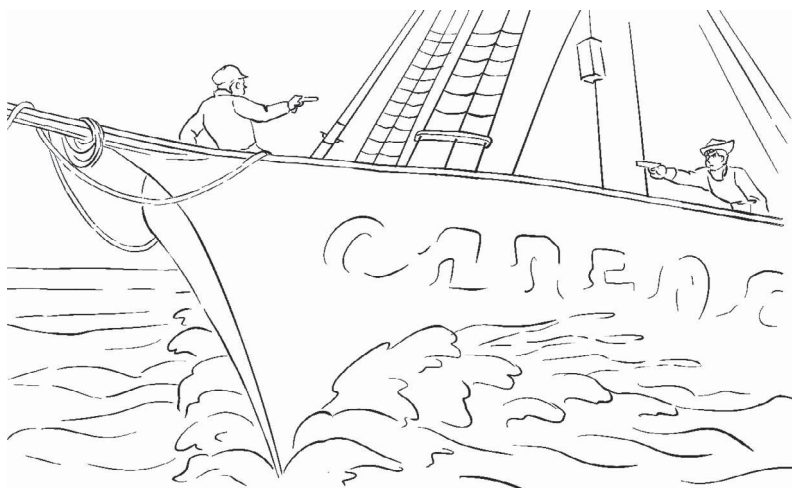


Рис. 3. Чья пуля раньше достигнет противника?

Здесь уместно будет привести отрывок из той книги Галилея, где был впервые высказан классический принцип относительности (книга эта, к слову сказать, едва не привела ее автора на костер инквизиции).

«Заключите себя с приятелем в просторное помещение под палубой большого корабля. Если движение корабля будет равномерным, то вы ни по одному действию не в состоянии будете судить, движется ли корабль или стоит на месте. Прыгая, вы будете покрывать по полу те же самые расстояния, как и на неподвижном корабле. Вы не сделаете вследствие быстрого движения корабля бóльших прыжков к корме, чем к носу корабля, — хотя, пока вы находитесь в воздухе, пол под вами бежит к части, противоположной прыжку. Бросая вещь товарищу, вам не нужно с большей силой кидать от кормы к носу, чем наоборот... Мухи будут летать во все стороны, не держась преимущественно той стороны, которая ближе к корме», и т. д.

Теперь понятна та форма, в которой обычно высказывается классический принцип относительности: «Все движения, совершающиеся в какой-либо системе, не зависят от того, находится ли система в покое или перемещается прямолинейно и равномерно».

## АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА

На практике иной раз оказывается чрезвычайно полезным заменять движение покоем и покой движением, опираясь на классический принцип относительности. Чтобы изучить, как действует на самолет или автомобиль сопротивление воздуха, сквозь который они движутся, обычно исследуют «обращенное» явление: действие движущегося потока воздуха на покоящийся самолет. В лаборатории устанавливают широкую аэродинамическую трубу (рис. 4), устраивают в ней ток воздуха и изучают его действие на неподвижно подвешенную модель аэроплана или автомобиля. Добытые результаты с успехом прилагают к практике,

хотя в действительности явление протекает как раз наоборот: воздух неподвижен, а аэроплан или автомобиль прорезают его с большой скоростью.

Читателю будет интересно узнать, что одна из крупнейших в мире аэродинамических труб устроена у нас в Москве, в Центральном аэрогидродинамическом институте (сокращенное обозначение — ЦАГИ). Она имеет восьмиугольную форму; длина ее — 50 м, а поперечник в рабочей части — 6 м. Благодаря таким размерам в ней умещается не уменьшенная лишь модель, а корпус настоящего аэроплана с пропеллером или целый автомобиль в натуральную величину. Более крупная аэродинамическая труба сооружена недавно во Франции: ее эллиптическое сечение имеет размеры  $18 \text{ м} \times 16 \text{ м}$ .<sup>1</sup>

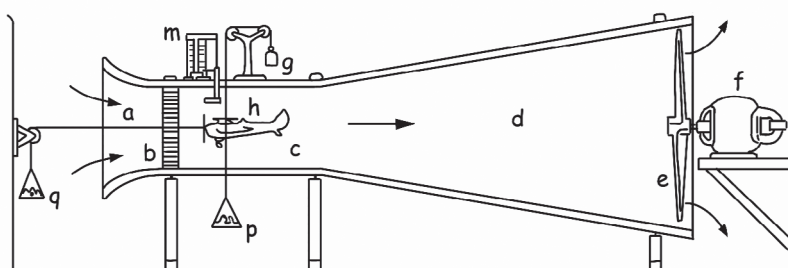


Рис. 4. Разрез аэродинамической трубы ЦАГИ.

Воздух засасывается в трубку пропеллером *e* через решетку (*f* — электродвигатель). Действие тока воздуха на аэроплан изучается с помощью приборов *p*, *g*, *t*. Подвес *q* — так называемые аэродинамические весы — уравновешивает давление воздушного потока

## НА ПОЛНОМ ХОДУ ПОЕЗДА

Другой пример плодотворного применения классического принципа относительности беру из заграничной железнодорожной практики. В Англии и в Америке тендер нередко пополняется водой на полном ходу поезда. Достигается это остроумным

<sup>1</sup> Ныне крупнейшей в мире является аэродинамическая труба исследовательского центра Эймса (США) — 25 м в высоту и 50 м в ширину.