

Я.И. ПЕРЕЛЬМАН

*ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ
МЕХАНИКА*



*ИЗДАТЕЛЬСТВО АСТ
МОСКВА*

УДК 531
ББК 22.2
П27

Серия «Эксклюзив: Русская классика»

Серийное оформление *А. Фереза, Е. Ферез*

Компьютерный дизайн *В. Воронина*

Перельман, Яков Исидорович.

П27 Занимательная механика / Яков Исидорович Перельман. — Москва : Издательство АСТ, 2025. — 256 с. — (Эксклюзив: Русская классика).

ISBN 978-5-17-147856-8

Почему человеку, сидящему в поезде, кажется, что поезд стоит на месте, а движется перрон? Если ударить яйцом о яйцо, какое из них разобьется первым? О чем спорили Коперник и Птолемей? Каков принцип действия аэродинамической трубы?..

Теория относительности и инерция, действие и противодействие и многое, многое другое из области прикладной и теоретической механики — вот о чем в простой, увлекательной и доступной форме, с помощью наглядных примеров из жизни рассказывается в книге Якова Перельмана «Занимательная механика».

**УДК 531
ББК 22.2**

Научно-популярное издание

Перельман Яков Исидорович
Занимательная механика

Ответственный редактор *А. Тимакова*

Компьютерная верстка: *Р. Рыдалин*

Технический редактор *Т. Полонская*

Подписано в печать 19.11.2023. Формат 76x100 ¹/₃₂.
Печать офсетная. Гарнитура Newton. Усл. печ. л. 11,26.
Доп. тираж экз. Заказ №

Общероссийский классификатор продукции ОК-034-2014 (КПЕС 2008);
58.11.1 – книги, брошюры печатные

Произведено в Российской Федерации

Изготовлено в 2024 г.

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»

129085, г. Москва, Звёздный бульвар, дом 21, строение 1, комната 705,
пом. I, 7 этаж.

Наш электронный адрес: www.ast.ru. Интернет-магазин: www.book24.ru.

E-mail: ask@ast.ru. ВКонтакте: vk.com/ast_neoclassic.

«Баспа Аста» деген ООО

129085, г. Мәскеу, Жұлдызды гулзар, д. 21, 1 кұрылым, 705 бөлме, пом. I, 7-кабат

Біздің электрондық мекенжайымыз: www.ast.ru

Интернет-магазин: www.book24.kz Интернет-дүкен: 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
к., Домбровский көш., 3«а», Б литері офис I. Тел.: 8(727) 2 51 59 90,91,
факс: 8 (727) 251 59 92 ішкі 107; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz, www.book24.kz

Тауар белгісі: «АСТ» Өндірілген жылы: 2024

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

12+

Из предисловия автора

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, с которого начинается ее изучение: 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» считает нецелесообразным знакомить 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 претендует книга и на исчерпание всех отделов механики: многие интересные вопро-

сы 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» попадают 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 сколько-нибудь 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 приравниваются к злодеям, но их «искусство» из популярных книг почему-то изгоняется. 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 точность в вопрос; излишне добавлять, что математические «злодеяния» совершаются здесь в скромных пределах школьного курса.

* Приводя этот курьез, мы должны напомнить, что математиками в «Кодексе Юстиниана» называются базарные гадатели, любители недобросовестных азартных игр и прочие «квалифицированные обманщики».

Создавая книгу, мы черпали материал отовсюду. Это — не учебник, а вольная книга, ставящая себе задачей повысить интерес к предмету занимательными сопоставлениями. Приводя ряд примеров применения законов механики в технике, мы включили в нашу книгу также приложения механики к спорту, цирковым представлениям и т.п. неожиданным областям. При составлении книги, которая должна быть занимательна для всех, нельзя идти шаблонным путем.

Глава первая



ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ

Задача о двух яйцах

Держа в руках яйцо, вы ударяете по нему другим (рис. 1). Оба яйца одинаково прочны и сталкиваются одинаковыми частями. Которое из них должно разбиться: ударяемое или ударяющее?



Рис. 1. Которое яйцо разобьется?

Вопрос поставлен был несколько лет назад 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, приложен-

ное 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 в распространенной ленинградской газете, решения поступили крайне разнообразные.

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 ссылаться 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 десятков 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 вселенным.

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

Триста лет назад впервые провозглашена была Галилеем относительность равномерного движения и покоя. Этот «принцип относительности классической механики» не следует смешивать с «принципом относительности Эйнштейна», выдвинутым только в начале этого столетия и представляющим дальнейшее развитие первого принципа.

* Здесь выясняется важная идея, которая четко сформулирована в следующем абзаце, но надо помнить, что соударяющиеся тела на земле в действительности не изолированы. Можно, например, двигать яйцо с такой скоростью, что давление воздуха окажется для него более разрушительным, чем соударение.

Путешествие на деревянном коне

Из 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 другого. 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 шее, 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».

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 по механическому эффекту состояние покоя от состояния равномерного движения.

Здравый смысл и механика

Многие привыкли противопоставлять покой движению, как небо — земле и огонь — воде. Это не мешает им, впрочем, устраиваться 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 вообра-

зите, что рельсовый путь проложен вдоль экватора и поезд мчится на запад, против направления вращения земного шара. Тогда окрестность будет бежать навстречу поезду, и топливо будет расходоваться лишь на то, чтобы мешать паровозу быть увлекаемым назад, — вернее, чтобы помогать ему хоть немного отставать от движения окрестности на восток. Пожелай машинист удержать поезд совсем от участия во вращении Земли, он должен был бы топить и смазывать паровоз так, как нужно для скорости примерно две тысячи километров в час.

Впрочем, он бы и не нашел паровоза, подходящего для этой цели: только реактивные самолеты смогут развивать такую скорость.

Пока движение поезда остается вполне равномерным, собственно, нет 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.

Поединок на корабле

Можно представить себе такую обстановку, к которой иные, пожалуй, затруднятся практически применить принцип относительности. Вооб-