

**Я. И. Перельман**

# **Занимательная механика**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 50  
ББК 22  
П27

П27 **Перельман Я.И.**  
Занимательная механика / Я. И. Перельман – М.: Книга по Требованию, 2021. –  
237 с.

**ISBN 978-5-458-26446-4**

**ISBN 978-5-458-26446-4**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



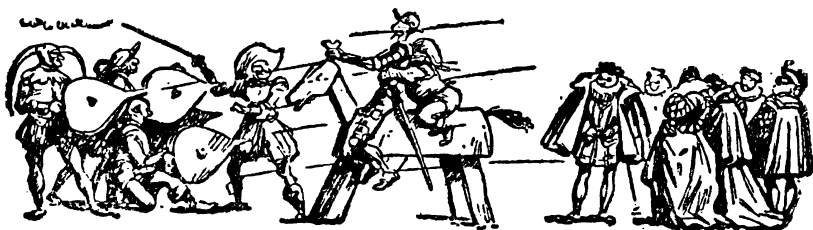
Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



|                                                        | Стр. |
|--------------------------------------------------------|------|
| Что крепче волоса?                                     | 123  |
| Почему велосипедная рама делается из трубок?           | 124  |
| Притча о семи прутьях                                  | 127  |
| <br><i>Глава восьмая. Работа, мощность, энергия</i>    |      |
| Чего многие не знают об единице работы                 | 129  |
| Как произвести килограммометр работы?                  | 131  |
| Как не надо вычислять работу                           | 132  |
| Тяга трактора                                          | 134  |
| Живые и механические двигатели                         | 135  |
| Сто зайцев и один слон                                 | 137  |
| Машинные рабы человечества                             | 138  |
| Отвешивание «с походом»                                | 143  |
| Задача Аристотеля                                      | 144  |
| Упаковка хрупких вещей                                 | 146  |
| Чья энергия?                                           | 147  |
| Самозаводящиеся механизмы                              | 150  |
| Добывание огня трением                                 | 152  |
| Энергия растворенной пружины                           | 157  |
| <br><i>Глава девятая. Трение и сопротивление среды</i> |      |
| С ледяной горы                                         | 160  |
| С выключенным мотором                                  | 161  |
| Тележные колеса                                        | 162  |
| На что расходуется энергия паровозов и пароходов?      | 164  |
| Камни, увлекаемые водой                                | 165  |
| Скорость дождевых капель                               | 167  |
| Загадка падения тел                                    | 172  |
| Вниз по течению                                        | 173  |
| Когда дождь промочит сильнее?                          | 176  |
| <br><i>Глава десятая. Механика в живой природе</i>     |      |
| Гулливер и великаны                                    | 179  |
| Почему бегемот неуклюж?                                | 181  |
| Строение наземных животных                             | 183  |
| Судьба вымерших чудовищ                                | 184  |
| Кто лучше прыгает?                                     | 185  |
| Кто лучше летает?                                      | 187  |

|                                                                                                      | Стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Безвредное падение .                                                                                 | 189  |
| Почему деревья не растут до неба?                                                                    | 190  |
| Из книги Галилея .                                                                                   | 192  |
| <br><i>Глава одиннадцатая. Занимательная прогулка в страну<br/>Эйнштейна (очерк О. А. Вольберга)</i> |      |
| Вступительные замечания                                                                              | 196  |
| I. Мир номер первый .                                                                                | 197  |
| II. Мир номер второй .                                                                               | 228  |



### *Глава первая*

## **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 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 распро-

страненной 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

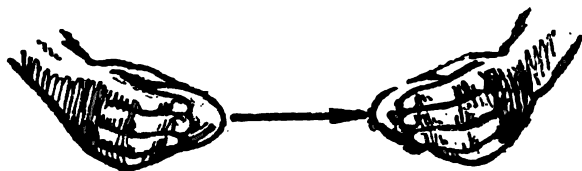


Рис. 1. Которое яйцо сломается?

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 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 перевероршить 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 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, их полная равнозначность. Этот «принцип относительности классической механики» не следует смешивать с «принципом относительности Эйнштейна», выдвинутым уже на глазах нынешнего поколения 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, — объяснил 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 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, устраиваться в вагоне на ночлег, ни мало 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; 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 абсо-

лютного 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. Вообразите, например, на палубе движущегося судна двух стрелков, направивших друг в друга свое оружие. Поставлены ли оба противника в строго одинаковые условия? Не в праве 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 нисколько 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 итоге 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.

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).

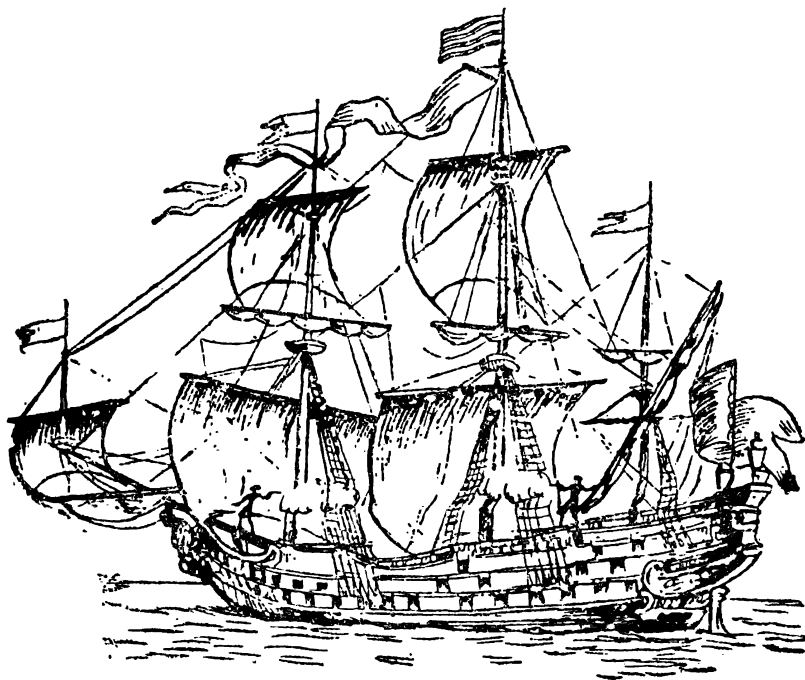


Рис. 2. Чья пуля раньше достигнет противника?

«Заклучите 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 боьших 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 бóльшей силой кидать ее 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 на 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. 3), 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 аэро-гидродинамическом 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 на-