

Л. Эллиот, У. Уилкокс

Физика

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
Л11

Л11 **Л. Эллиот**
Физика / Л. Эллиот, У. Уилкокс – М.: Книга по Требованию, 2013. – 740 с.

ISBN 978-5-458-37601-3

Эта книга широко распространена в США. Она рассчитана на читателя, впервые знакомящегося с физикой и имеющего самые элементарные сведения по математике. Положительной оценки заслуживает попытка авторов изложить материал так, чтобы читатель переходил от самых простых и привычных понятий к более сложным, постоянно вдумываясь в сущность физических явлений, сам искал и находил правильные решения, был активным участником в процессе познания и усвоения основных законов физики. Это достигается введением в текст вопросов и задач, кратких выводов в конце каждой главы и, наконец, упражнений и заданий для самостоятельного выполнения в классе и дома. Интересные и эффектные фотографии, оригинальные рисунки и чертежи делают изложение очень наглядным. Несомненно, книга заинтересует преподавателей элементарного курса физики в средних школах и техникумах умением авторов поставить физические задачи на примерах житейской практики, на примерах, связанных с доступной для читателя техникой. Особый интерес это приобрело в настоящее время в связи с тесным переплетением преподавания физики и основ производства. При разработке новых путей преподавания физики знакомство с этой книгой будет весьма полезно. Акцентировка на технической стороне дела, чрезвычайно детальные вычисления, большое число повторительных вопросов и задач делают книгу полезной и для самообразования.

ISBN 978-5-458-37601-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

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

Глава 23. Расширение тел	268
Как твердые и жидкие тела расширяются и как практически одинаковое поведение всех газов позволяет нам сформулировать общий газовый закон.	
Глава 24. Измерение количества теплоты	281
Как измеряются тепловые явления и как они используются в нашей повседневной жизни.	
Глава 25. Передача теплоты	295
Как используются три способа передачи тепла и как от них защищаются.	
Глава 26. Работа и теплота	307
Как измеряется механический эквивалент теплоты, как рассчитывается теплота при сгорании топлива и как работают различные тепловые машины.	
Раздел 9. ПОГОДА И КЛИМАТ	323
Глава 27. Влажность и погода	324
Как исследуются факторы, от которых зависит наша погода, и как погода может быть предсказана.	
Раздел 10. ЗВУК	346
Глава 28. Природа звука	347
Как возникает и распространяется звук в виде волнового движения.	
Глава 29. Музыкальные звуки	363
Как физика объясняет явления в мире музыки.	
Раздел 11. СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО	382
Глава 30. Что такое электричество?	383
Как было пересмотрено понятие об электроме для объяснения поведения заряженных тел.	
Глава 31. От электронной теории к атомной теории материи	395
Как обе эти теории объясняют электрическую проводимость и электрический ток.	
Глава 32. Как электронная теория объясняет действие лейденских банок, конденсаторов и происхождение молнии	408
Как «ужасный» заряд побудил ученых провести некоторые опасные опыты, чтобы исследовать статическое электричество.	
Раздел 12. МАГНЕТИЗМ	421
Глава 33. Что такое магнетизм?	421
Как основные свойства магнита объясняются электронной теорией.	
Глава 34. Связь между магнетизмом и электричеством	433
Как открытие одного простого соотношения послужило началом новой эры.	
Раздел 13. ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	447
Глава 35. Получение электрического тока химическим путем	448
Как опыт с мертвой лягушкой привел к некоторым далеко идущим последствиям.	

Глава 36. Как явление Эрстеда открыло дорогу электрическим измерениям	465
Как одно из действий электрического тока применяется для измерений электрических токов.	
Раздел 14. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК	481
Глава 37. Законы электрического тока	481
Как последовательные и параллельные соединения сопротивлений исследуются и сравниваются количественно.	
Раздел 15. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ	497
Глава 38. Как с помощью механических средств получается электродвижущая сила	498
Как открытие Фарадея применяется в генераторах и моторах.	
Глава 39. Индукционные катушки и трансформаторы	516
Как применяется возможность изменения магнитного поля за счет электричества в трансформаторных установках и в связи.	
Раздел 16. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	529
Глава 40. Переменный ток	530
Как измеряется переменный ток и как исследуются его фазовые соотношения.	
Раздел 17. ЗАГАДКА СВЕТА	546
Глава 41. Что такое свет?	547
Как развивались две теории света и как каждая из них объясняет отражение и преломление света.	
Глава 42. Интерференция, поляризация и скорость света	562
Как волновая теория получает дополнительную поддержку, но измерение скорости света ставит новые проблемы.	
Глава 43. Зеркала и изображения	575
Как законы отражения применяются для исследования изображений, получаемых в различных зеркалах.	
Глава 44. Линзы и изображения	590
Как законы преломления объясняют получение изображений при помощи линз.	
Глава 45. Оптические приборы	605
Как законы получения изображений в линзах применяются в некоторых оптических инструментах.	
Глава 46. Глаз	615
Как человеческий глаз образует изображения и как исправляются недостатки зрения.	
Глава 47. Освещение и улучшение видения	629
Как свет измеряется и как зрение может быть сохранено.	
Глава 48. Загадка цвета	638
Как определяется цвет предметов и как цвета могут быть использованы.	
Глава 49. Спектры, испускание и поглощение света	651
Как исследуются спектры и как открытие фотоэффекта привело к видоизменению корпускулярной теории.	

Раздел 18. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И СВЯЗЬ	667
Глава 50. Радиосвязь	668
Как радиоволны возбуждаются, передаются и принимаются.	
Глава 51. Звуковое кино, телевидение и радиолокация	684
Как электроны доставляют нам развлечение и защиту.	
Раздел 19. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ) . . .	698
Глава 52. Покорение атомной энергии	699
Как была доказана эквивалентность материи и энергии.	
Глава 53. Атом покорен, но цивилизация под угрозой	716
Как энергия, получаемая путем расщепления и синтеза атомов, ставит новые проблемы перед всем человечеством.	
Дополнение	728
Рекомендательная литература	735

ОТ РЕДАКТОРА ПЕРЕВОДА

Эта книга широко распространена в США. Она рассчитана на читателя, впервые знакомящегося с физикой и имеющего самые элементарные сведения по математике. Положительной оценки заслуживает попытка авторов изложить материал так, чтобы читатель переходил от самых простых и привычных понятий к более сложным, постоянно вдумываясь в сущность физических явлений, сам искал и находил правильные решения, был активным участником в процессе познания и усвоения основных законов физики. Это достигается введением в текст вопросов и задач, кратких выводов в конце каждой главы и, наконец, упражнений и заданий для самостоятельного выполнения в классе и дома. Интересные и эффектные фотографии, оригинальные рисунки и чертежи делают изложение очень наглядным.

Несомненно, книга заинтересует преподавателей элементарного курса физики в средних школах и техникумах умением авторов поставить физические задачи на примерах житейской практики, на примерах, связанных с доступной для читателя техникой.

Акцент на технической стороне дела, чрезвычайно детальные вычисления, большое число повторительных вопросов и задач делают книгу полезной и для самообразования.

Отмечая положительные стороны книги Эллиота и Уилкокса, нельзя не упомянуть и о ее недостатках. Прежде всего, как нам кажется, авторы обращают недостаточное внимание на логические связи законов физики. Некоторые чисто американские сентенции и спортивные аналогии могут показаться нашему читателю довольно неожиданными и даже неуместными. Однако мы решили оставить в переводе подобные места, так как очень трудно, иногда невозможно, отделить чисто физическое содержание книги от этих специфических черт.

В ряде случаев были сделаны сокращения и уточнения без специальных оговорок. Так, например, были изменены значения частоты промышленного тока (50 *гц* вместо 60 *гц* — стандарта США), частоты строк телевидения (625 вместо 525, принятых в США); в этих и подобных случаях мы стремились не отвлекать лишний раз читателя, предлагая непривычные ему данные.

Все задачи и примеры были пересчитаны в метрической системе, английская система мер оставлена только в тех случаях, когда дается изложение в историческом аспекте.

В целом книга, на наш взгляд, при переводе не потеряла оригинальности и самобытности и будет прочитана с интересом нашим читателем.

Перевод осуществлен М. И. Блудовым (главы 1—26, 52 и 53), С. А. Каменецким (главы 27—29 и 41—49) и В. И. Рыдником (главы 30—40, 50 и 51).

Проф. А. И. Китайгородский

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРОВ

Эта книга должна послужить для вас введением в изучение физики, предмета очень широкого содержания. Мы рассмотрим многие практические вопросы, которые вас, несомненно, интересуют: что поднимает в воздух самолет, каким образом парусная лодка может плыть против ветра, почему спортсмен закручивает диск перед тем, как сделать бросок, в чем причина полярных сияний и радуги и многое другое. Кроме того, вы узнаете о новейших достижениях, таких, как запуск ракет и цветное телевидение, узнаете о транзисторах и счетчиках Гейгера. Но есть нечто более важное, чем практические вопросы или различные технические достижения: эта книга раскроет вам содержание основных законов физики и вы сами сможете разрешать различные проблемы, касающиеся физики, быть в курсе ее новейших открытий.

Научные представления. Вы увидите, что эта книга излагает научные вопросы так, чтобы помочь вам ответить на многочисленные «почему» физики. Каждая глава начинается с постановки проблемы, решение которой от вас пока еще скрыто. Возможно, читая книгу, вы обнаружите, что тот или иной из поставленных вопросов вам и самим мог прийти в голову или что вы уже задумывались над подобным вопросом.

Затем вы проследите за обсуждением различных научных предположений, или гипотез, выдвигавшихся для объяснения явления. После логического разбора различных гипотез и сопоставления их с ранее известными наблюдениями и опытами наиболее правдоподобная из гипотез подвергается экспериментальной проверке. Если эксперимент подтвердит гипотезу, она становится теорией, объясняющей известный ряд фактов. Если эксперимент не подтвердит ее, то выдвигается новая гипотеза и вновь подвергается проверке путем анализа, наблюдения и эксперимента. Такой метод разрешения проблем называется научным методом.

Нет необходимости говорить, что таким интересным путем вы познакомитесь с тем, как ученые подходят к решению реальных научных проблем, как формулируют свои выводы. Следя за этим процессом, вы будете открывать для себя основные физические законы тем же путем, как это делают ученые.

Пробные задачи. В тексте приводится много задач с решениями непосредственно после рассмотрения какого-нибудь важного закона или после вывода формулы. В ряде случаев после решенных примеров помещены задачи без решения, для того чтобы помочь проверить, насколько вопрос вами понят.

Итоги и выводы в конце глав помогут вам повторить важнейшие пункты каждой главы, а также выделяют принципы, вытекающие из эксперимента.

Вопросы для повторения позволят вам проверить усвоение пройденного и умение пользоваться изученными законами в иных положениях.

Задачи. Особенно ценным для проверки усвоения прочитанного представляется решение включенных в книгу разнообразных задач. Задачи расположены по степени трудности, начиная с самых простых. Несколько первых задач каждой серии можно решить простой подстановкой числовых значений в формулу, последние задачи могут потребовать применения нескольких законов. Помните, что, чем больше вы решите задач, тем более полным будет ваше понимание основных положений физики. Освежить ваши математические познания и умение пользоваться формулами весьма поможет глава 4 «Роль математики в науке». Описанные в этой главе основные правила использования математического аппарата послужат отправной точкой в вашей работе над задачами.

Задания. Чтобы научить вас самостоятельно демонстрировать законы физики и применять основные законы физики, в конце большинства глав приводятся задания. Некоторые из этих заданий очень простые, и вы можете выполнить их в несколько минут. Другие — предъявляют большие требования к вашей инициативе, к подбору материала и оборудования.

Развитие физики. Изучая эту книгу, вы заметите, что предварительное понимание предмета физики все расширяется по мере соприкосновения с различными ее областями. Перед вами не только раскроются основные принципы и приложения науки, но вы увидите, что существуют проблемы в различных областях физики, которые ученым еще не удалось разрешить. На примерах некоторых научных споров прошлых времен вы сможете увидеть, как ученые, стоявшие на передовой линии науки, разрешали важнейшие проблемы физики. Развитие науки выдвигает новые задачи, разрешить которые предстоит физикам будущего.

РАЗДЕЛ 1

НАЧАЛО ФИЗИКИ



Современная промышленность, подобно физике, опирается на точные измерения. Фотография изображает лаборантку из отдела технического контроля, измеряющую при помощи специального микрометра глубину канавок направляющей гребенки, применяемой в вискозно-прядильном производстве. Каждая канавка должна быть выполнена очень тщательно, с допуском 0,01 дюйма (250 микрон). Многие производственные процессы требуют еще большей степени точности.

Из этого раздела вы узнаете о некоторых факторах, способствовавших превращению физики в точную науку. Первостепенное значение здесь следует приписать методу, которым пользуется физика в разрешении различных

проблем. Вы поймете, что этот же метод мог бы быть применен и к разрешению многих проблем вашей повседневной жизни. Далее вы узнаете, как производятся измерения научным способом и почему различные измерения выражаются в различных единицах. Наконец, вы увидите, как простейшие математические средства позволяют физикам наиболее кратко выражать различные физические закономерности.

Глава 1. ПАДАЮЩИЕ ТЕЛА

Постановка вопроса. Старая английская пословица говорит: «Чем больше вырастешь, тем больше падать». На тренировках перед футбольными состязаниями этим можно подбадривать игроков невысокого роста, которым предстоит борьба с высокими противниками. И действительно, вы из собственного опыта знаете, что падение более тяжелых тел приводит к более серьезным последствиям.

Представьте, что бы произошло с вами, если бы вы упали с крыши дома высотой 12 метров, а между тем вам, наверно, приходилось видеть, как белка, упав с такой высоты, с глухим стуком ударяется о землю и затем удирает как ни в чем не бывало. Мышь может упасть без вреда с высоты 12 метров, тогда как собака весом в 20 килограммов разбивается насмерть. Чем объяснить такую разницу? Почему падение тяжелых тел приводит к более «тяжелым» результатам?

«Это потому, что тяжелые тела падают быстрее легких», — скажут некоторые. «Разве камни, железные шары, куски свинца падают не быстрее, чем перья, листья, снежинки?» — спросят они. Другие будут несогласны и станут приводить примеры, когда легкие тела падают с такой же быстротой, как и тяжелые. «Разве галька падает не с такой же быстротой, как и большой тяжелый камень?» — возразят они. Примеры выбраны удачно, но они мало что доказывают. Ясно только, что если мы хотим разрешить вопрос, почему падение тяжелых тел приводит к более серьезным результатам, то нам следует выяснить, какие тела падают быстрее, или, быть может, все они падают одинаково быстро.

Попытка Аристотеля решить вопрос, легкие или тяжелые тела падают быстрее. Около 2300 лет тому назад Аристотель (384—322 до н. э.), греческий ученый, пытался разрешить этот спор. Но вместо того, чтобы ронять легкий и тяжелый шары и наблюдать за их движением, как это, возможно, сделали бы вы, Аристотель стал доказывать, что скорость падающего тела изменяется в зависимости от его веса и что поэтому двухфунтовый шар падает вдвое быстрее однофунтового.

В то время вряд ли кто-либо интересовался, каким образом пришел Аристотель к такому выводу. Но поскольку слава его как ученого все возрастала, то считалось почти кошунством обсуждать его слова по какому бы то ни было вопросу. И даже в 1500 году

нашей эры говорилось: «Чтобы стать ученым, надо наизусть знать Аристотеля; понимать его — не суть важно; сомневаться в его словах — богохульство».

Вопросы Галилео Галилея по поводу выводов Аристотеля. Галилео Галилей (1564—1642), молодой профессор Пизанского университета в Италии, первый осмелился заняться проверкой утверждений Аристотеля.

Производя опыты, он нашел, что мушкетная пуля падает так же быстро, как и пушечное ядро. Когда Галилей оповестил о своих открытиях ученых коллег, многие из них, будучи последователями Аристотеля, отказались его слушать. Больше того, они подняли на смех Галилея. «Какое право имеет этот юный выскочка бросать вызов учению великого Аристотеля?» — говорили они.

Чтобы доказать неправоту своих врагов, Галилей поднялся в присутствии собравшихся учеников и профессоров на верх знаменитой «падающей башни» в Пизе и выронил одновременно большое пушечное ядро и маленькую мушкетную пулю. Они упали вместе, ударившись о землю в одно и то же время. Но его противники все еще были не убеждены: ведь то, что они видели, противоречило учению Аристотеля. За исключением одного профессора, весь ученый синклит во главе с руководителями университета обратился против юного бунтовщика.

Некоторые историки не уверены, действительно ли описанный эксперимент проходил в такой волнующей, драматической обстановке, но они совершенно уверены, что Галилей действительно производил этот опыт и что опыт вызвал резкие возражения. Башня была идеальным местом для проведения такого эксперимента. Ее наклон гарантировал, что шары, падая, не ударятся о стены, а, кроме того, ее высота, 183 фута (56 метров), была достаточна, чтобы результат опыта был убедительным. Этот исторический опыт рассматривается как рождение экспериментальной физики, а Галилея — ученого, положившего начало принципу опытной проверки научных гипотез, — заслуженно называют *отцом экспериментальной физики*.

Проверка выводов Галилея. Если вы не желаете походить на последователей Аристотеля и соглашаться со всем, что вам ни скажут, то вы захотите сами сравнить скорость падения в воздухе легких и тяжелых тел. Для этого заставьте упасть со второго или третьего этажа большой и маленький железные шарики. Чем продолжительнее будет падение, тем точнее будет проверка. Привлеките двух или трех наблюдателей, которые, стоя внизу, отмечали бы момент удара шаров о землю. Было бы неплохо повторить опыт несколько раз. Почему?

Опыт с монетой и птичьим пером. Опыт Галилея доказал, что тяжелое пушечное ядро падает не быстрее маленькой мушкетной пули, но он не объяснил, почему камень падает быстрее, чем перо. Галилей полагал, что в этом случае различие в скорости объясняется сопротивлением воздуха: воздух оказывает большее сопро-

тивление перу, чем камню, более тяжелому предмету. Эта гипотеза, являясь непроверенным объяснением фактов, может быть доказана или опровергнута только посредством наблюдений за падением камня и пера в пустоте.

В вашем школьном физическом кабинете, вероятно, имеются и всасывающий воздушный насос, и «вакуумная» трубка. Внутри

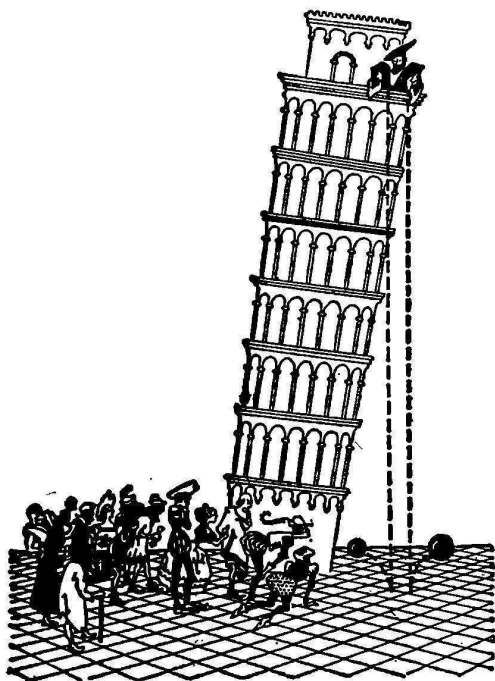


Рис. 1.1. Галилей показал на опыте, что легкие тела падают так же быстро, как и тяжелые.

трубки находятся перышко и металлический шарик. Когда-то в такие трубки помещали перо и гиней, старинную английскую монету.

Выкачав из трубки воздух, поставьте ее вертикально и потом быстро поверните на 180 градусов. Вы увидите, что металлический шарик и перо падают вместе. Если трубка заполнена воздухом, то перышко падает значительно медленнее шарика. Таким образом, как и предсказывал Галилей, опыт обнаруживает, что в отсутствие воздуха перо падает так же быстро, как свинцовый шарик.