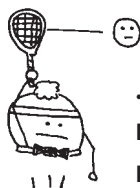




...автор показал, как много захватывающих открытий ждет нас совсем скоро!

Как давно мы уже не видели хороших научно-популярных книг... Нынешнее поколение молодых людей воспитано целиком на бизнесе, на идее заработать... Наука стала не модной. Даже странно, что люди не видят, казалось бы, очевидного, что не только весь мировой бизнес, но и вся наша жизнь в очень короткие сроки радикально меняется под воздействием научных идей и изобретений. Спасибо автору, что показал, как удивителен мир и как много захватывающих открытий ждет нас совсем скоро.

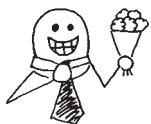
*Айзек Груман,
Израиль*



...представление об увлекательнейшей науке физике, а также ключ к ее пониманию

Если бы я эту книгу прочитал в школе, наверняка по-другому воспринимал бы физику, да и вообще естественные науки. Только через такой очищенный от усложняющих подробностей подход можно получить представления об этой увлекательнейшей науке, а также ключ к ее пониманию.

*Ричард Декстер,
США*



**...уяснила многие вещи,
которые раньше не понимала**

Всегда уважала физику и тех, кто в ней разбирается. Но это было как-то недоступно, литература на эту тему всегда была слишком сложной для моего восприятия. А недавно наткнулась на эту книгу, взяла ее пролистать ради интереса. Сразу же увлеклась и купила. Написано доступным живым языком, остроумно, с примерами и иллюстрациями. Я для себя уяснила многие вещи, которые раньше не понимала. Ну а для тех, кого не пугает физика, скажу, что в ней только одна формула, да и та уже всем известна.

*Ротт Дж. Харман,
США*



**...писали бы так учебники
по физике!**

Увлекательнейшая книга! Прочла за один вечер, смеялась так, как давно не смеялась над художественной литературой. Писали бы так учебники по физике, в мире было бы больше образованных людей.

*Клара М. Брилл,
США*



**...оказывается, путешествия во
времени возможны уже сейчас,
и наука этого не отрицает**

В школе любил физику и обожал астрономию. Помимо школьного курса прочитал массу литературы на тему астрономии. Но такой книги никогда не встречал. Читается на одном дыхании. Написано на доступном языке для обычного человека. В книге очень много шуток и юмора. А самое главное — там написано о таких вещах, которые лично я не проходил в школе. Потрясла глава о путешествиях во времени. Оказывается, они возможны уже сейчас, и наука этого не отрицает. Только не удивляйтесь, что ни один из трех способов путешествия во времени не похож на способ из фильма «Назад в будущее». Если вы сами или ваш ребенок увлекается астрономией, настоятельно рекомендую прочесть эту книгу.

*Тим Кристи,
США*

Дэйв Голдберг
Джефф Бломквист

ВСЕЛЕННАЯ

КУРС ВЫЖИВАНИЯ

СРЕДИ ЧЕРНЫХ ДЫР,
ВРЕМЕННЫХ ПАРАДОКСОВ,
КВАНТОВОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Издательство АСТ
МОСКВА

УДК 53
ББК 22.3
Г60

Все права защищены. Никакая часть данной книги
не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме
без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Права на перевод получены соглашением с Dave Goldberg и Jeff Blomquist
при содействии литературных агентств
The Stuart Agency и Prava I Prevodi International Literary Agency.

Dave Goldberg, Jeff Blomquist
A USER'S GUIDE TO THE UNIVERSE
Surviving the Perils of Black Holes,
Time Paradoxes and Quantum Uncertainty

Г60 **Голдберг, Дэйв.** Вселенная. Курс выживания среди черных дыр, временных парадоксов, квантовой неопределенности / Дэйв Голдберг, Джефф Бломквист. — Москва : Издательство АСТ, 2018. — 412, [1] с., ил. — (Удивительная Вселенная). ISBN 978-5-17-983032-0

Эта книга — идеальный путеводитель по самым важным и, конечно, самым увлекательным вопросам современной физики: «Возможны ли путешествия во времени?», «Существуют ли параллельные вселенные?», «Если вселенная расширяется, то куда она расширяется?», «Что будет, если, разогнавшись до скорости света, посмотреть на себя в зеркало?», «Зачем нужны коллайдеры частиц, и почему они должны работать постоянно? Разве в них не повторяют без конца одни и те же эксперименты?» Юмор, парадоксальность, увлекательность и доступность изложения ставят эту книгу на одну полку с бестселлерами Я. Перельмана, С. Хокинга, Б. Брайсона и Б. Грина.

Настоящий подарок для всех, кого интересует современная наука, — от любознательного старшеклассника до его любимого учителя, от студента-филолога до доктора физико-математических наук.

© 2010 by Dave Goldberg and Jeff Blomquist;
© Бродоцкая А.,
перевод на русский язык, 2009
© ООО «Издательство АСТ», 2018

ISBN 9781630260217 (англ.)
ISBN 978-5-17-983032-0

Оглавление



Введение13



Глава 1.	
Специальная теория относительности	21
I. Почему нельзя определить, с какой скоростью плывет корабль в тумане?	27
II. С какой скоростью летит луч света, если бежишь рядом с ним?	34
III. Если летишь в звездолете со скоростью, близкой к скорости света, какие ужасы ждут тебя по возвращении?	40
IV. Можно ли развить скорость света (и поглядеть на себя в зеркало)?	45
V. А разве относительность не придает атомам бесконечную энергию?	49



Глава 2.
Квантовые странности

I. Из чего состоит свет — из крошечных частиц или из большой волны?	63
---	----

II. Можно ли изменить реальность, если просто смотреть на нее?	69
III. Что же такое, в самом деле, электроны, если их как следует рассмотреть?	75
IV. Не квантовая ли механика виновата в том, что я постоянно все теряю?	79
V. Можно ли взять и построить телепортатор, как в «Звездном пути»?	87
VI. Если в лесу падает дерево и никто этого не слышит, раздается ли шум?	91
Копенгагенская интерпретация	94
Причинная интерпретация. Бом-бом-бом	98
Интерпретация «множественных миров»	101



Глава 3. Случайность. 104

I. Если физический мир настолько непредсказуем, почему мы замечаем это далеко не всегда?	109
II. Что такое радиоуглеродный метод датировки?	117
III. А нельзя ли считать, что Господь играет со Вселенной в кости?	122



Глава 4. Стандартная модель 133

I. Зачем нам вообще нужен ускоритель стоимостью в несколько миллиардов долларов?	137
II. Как открывают субатомные частицы?	146

III. Зачем разным частицам так много разных правил? ...	151
Гравитация	151
Электромагнетизм	153
Сильное взаимодействие	156
Слабое взаимодействие	157
IV. Откуда же берутся эти силы?	159
V. Почему я не могу сбросить вес (или массу) до нуля? ..	168
VI. Как же старина БАК, такой малюсенький, уничтожит такой большой мир?	174
Ультрасупермегакошмарный сценарий № 1.	
Черная дыра заглатывает Землю изнутри	174
Ультрасупермегакошмарный сценарий № 2.	
Образуются стрепельки, которые затем сольются в кристалл, отчего весь мир станет странным.	
То есть странной материей	177
VII. Удовлетворятся ли физики достигнутым, обнаружив частицу Хиггса?	180
Теория струн	180
Петлевая квантовая теория гравитации	183
Приложение А. Полицейский архив.	
Досье на фундаментальные частицы	185
Лептоны	186
Кварки	188
Переносчики взаимодействия	191



Глава 5. Путешествие во времени. 193

I. Можно ли построить вечный двигатель?	195
II. Реальны ли черные дыры или физики просто выдумали их от скуки?	201

III. Что будет, если упадешь в черную дыру?	208
IV. А можно вернуться во времени назад и купить акции «Майкрософт»?	213
V. Так кто же путешествует во времени правильно?	222
«Футурама», сезон 4, эпизод 1. «Розвелл — это то, что хорошо кончается» (2001)	223
«Терминатор» (1985)	225
VI. Так как же сделать действующую машину времени?	226
Кротовые норы	227
Космические струны.	232
VII. Так каковы же мои шансы изменить прошлое?	236



Глава 6. Расширяющаяся Вселенная	241
I. Где находится центр Вселенной?	247
II. Как выглядит край Вселенной?	252
III. Из чего состоит пустое пространство?	256
IV. Насколько пусто пространство?	263
V. Где же находится все вещество?	268
VI. Почему Вселенная ускоряется?	272
VII. Какова форма Вселенной?	278
VIII. Куда расширяется Вселенная?	283

Глава 7. Большой взрыв	287
I. Почему мы не можем проследить все развитие Вселенной до самого Большого взрыва?	296
Комбинация ($t = 380\,000$ лет)	296
II. Разве Вселенная не наполнена (до половины) антиматерией?	299
III. Откуда берутся атомы?	303
Рождение элементов ($t = 1$ секунда — 3 минуты) ...	303
IV. Каким образом частицы набирают весь свой вес?	309
Золотой век кварков ($t = \text{от } 10^{-12} \text{ до } 10^{-6} \text{ секунды}$) ..	309
V. Существует ли где-нибудь в пространстве-времени твоя точная копия?	312
Инфляция ($t = 10^{-35}$ секунд)	312
Тайна № 1. Проблема горизонта	313
Тайна № 2. Проблема плоского мира	315
Решение всех проблем. Теория инфляции	316
VI. Откуда взялась материя?	322
VII. Что произошло в самом начале времен?	325
Что-то вроде Начала Времени ($t = 10^{-43}$ секунды)	325
VIII. Что было до начала?	327
Сценарий бесконечной мультивселенной № 1. Мультивселенная породила сама себя	330
Сценарий бесконечной мультивселенной № 2. Это не первая Вселенная	332



Глава 8. Инопланетяне	335
I. Ну, и где они все?	337
II. Сколько существует планет, пригодных для обитания?	344

III. Долго ли живут разумные цивилизации? 349

IV. Каковы шансы, что на нашей планете
не зародилась бы разумная жизнь? 354



Глава 9.

Будущее 359

I. Что такое темная материя? 361
Чем не может быть темная материя? 363
Суперсимметрия 365
Как мы их находим? 369

II. Долго ли живут протоны? 373
Конец материи 374
Где же он, распад протонов? 376

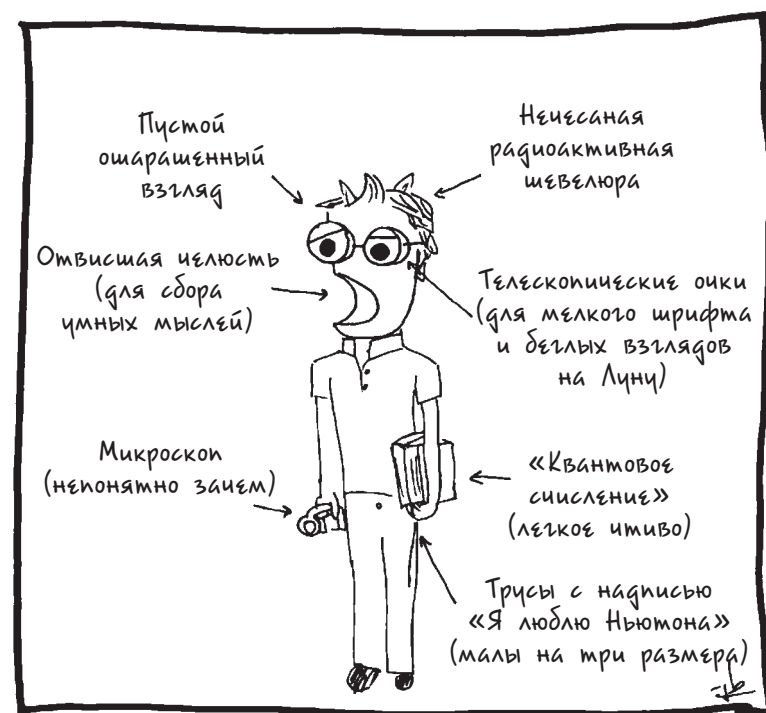
III. Какова масса нейтрино? 377
Природные фабрики нейтрино 378
Подлог и мошенничество в мире нейтрино 381
Как измерить разницу в массах 383
Как найти абсолютное значение масс 386

IV. Чего мы не сможем узнать в ближайшем будущем? .. 387
1. Верна ли теория струн,
ошибочна или ни то ни другое? 388
2. Что такое темная энергия? 392
3. А чем нам не нравятся свободные параметры?... 392

Дополнительная литература 396

Специальная литература 399

Введение



«ТИПИЧНЫЙ» УЧЕНЫЙ

И чем же вы занимаетесь?

Занятия физикой обрекают на одиночество. Только представьте себе: вы летите на самолете, и сосед спрашивает, кто вы по профессии. Вы отвечаете, что физик. С этой минуты беседа может пойти по двум направлениям. В девяти случаях из десяти с уст собеседника срывается нечто вроде: «Боже мой, как же я ненавижу физику в школе!»* После чего остаток перелета (вечеринки, поездки в лифте, романтического свидания) вы будете извиняться за эмоциональную травму, которую физика, по всей видимости, нанесла вашему, так сказать, давнему знакомому.

Подобные случайные беседы зачастую выявляют, что к областям точных и естественных наук принято относиться с таким веселым презрением. Фраза: «Ах, я ничего не смыслю в алгебре!» произносится прямо-таки хвастливым тоном, каким никогда не скажут: «Да я и читать-то толком не умею». Но почему?!

Физика совершенно незаслуженно считается наукой трудной, непрактичной и занудной. Трудная? Возможно. Непрактичная? Разумеется, нет. Более того, если пытаться «продать» физику широкой публике, почти всегда речь заходит о том, как с ее помощью строить мосты

или запускать ракеты, то есть о том, каким образом физика служит фундаментом для техники и химии.

А как насчет занудства? Тут-то и возникает главный вопрос. Как нам представляется, проблема в том, что практическая сторона физики выпячивается в ущерб интересной. Даже люди технического склада вроде инженеров или программистов обычно не идут дальше механики и электромагнетизма, а ведь там-то и начинается самое веселье. И очень жаль, ведь, откровенно говоря, в последние годы сделано удручающе мало сенсационных открытий в области физики блоков и рычагов.

Враждебное отношение к физике, похоже, крепко укоренилось в обществе, поэтому стало трудно вести дискуссии, не изнуря слушателей. Затевая беседу о науке со «штатским», мы, проповедники и пропагандисты физики, часто чувствуем, что пытаемся заставить человека есть полезные овощи и подводим под это какую-то рациональную базу. Мы никогда не начинаем разговор о физике со слов «Это же так весело и интересно!», а почти всегда говорим: «Это же так нужно и полезно», отчего, конечно, все веселье тут же и улетучивается.

В эпоху, когда постоянно появляются новые технологии, необходима всеобщая фундаментальная научная грамотность. С другой стороны, чтобы понимать науку, не нужно дополнительно получать пятилетнее высшее образование. Чтобы понимать, в чем состоит суть революционных открытий в квантовых вычислениях или космологии, совсем не требуется подробно знать, как устроена физика. Однако важно понимать, почему эти открытия так важны и как они способны воздействовать на технологию и на нашу жизнь.

И дело не в том, что людям просто надо понимать конкретную теорию. Физика — главная индуктивная наука на свете, и если человек научится понимать, как

* Когда миссис Голдберг прочитала рукопись, она наконец призналась, что на нашем первом свидании прикусила язык и титаническим усилием воли заставила себя не говорить ничего подобного.

эта наука развивается, он сможет принимать куда более разумные решения по самым разным вопросам — от глобального потепления до «теории разумного замысла». Нам представляется, что мы лучше других умеем возражать тем, кто с нами не согласен, не просто настойчивым «нет», а доказанными фактами.

В частности, в США положение с обучением математике и точным наукам просто катастрофическое — школьники показывают результаты гораздо ниже среднего по сравнению с другими развитыми странами. Но в этом нельзя винить только подростков, их учителей или, если уж на то пошло, программу всеобщего среднего образования.

На самом деле эта проблема куда шире, она затрагивает все стороны жизни. Просто у школьников она проявляется ярче всего — ведь не станешь же задавать пятидесятилетним дядям и тетям научнообразные вопросы вроде «У тебя десять кур, пять ты съел, на сколько у тебя подскочит холестерин?». Если посмотреть с точки зрения так называемой проблемы практического применения, вся прикладная математика кажется полным абсурдом. В каждом классе находится множество детей, которые поднимают руки и спрашивают: «Скажите, а в жизни мне алгебра когда-нибудь понадобится?» — и делают вывод, что единственная цель изучения этого предмета заключается в хороших оценках.

Джон Аллен Паулос в своей великолепной серии книг пишет об эпидемии «арифметической неграмотности», а в ряде интереснейших эссе, которые обычно не попадают школьникам и студентам, пытается развить у читателей способность критически воспринимать численные концепции и показать (по нашему мнению, успешно), что математика интересна отнюдь не только своими практическими приложениями

вроде подведения баланса ежемесячных расходов или проверки сдачи в магазине.

Возможно, вы уже успели убедиться на опыте, что в физике существует такой же разрыв между практикой и сенсацией. Сухие курсы механики вполне способны отвратить от физики, но научная фантастика, газетные статьи о крупных открытиях или последние снимки с космического телескопа «Хаббл» привлекают к ней снова.

Однако в научной фантастике и газетных статьях редко идет речь о сенсационных прорывах в области физики наклонной плоскости.

Нет — если уж публику что-то волнует, это, скорее всего, открытия, касающиеся эволюции Вселенной, или масштабные эксперименты вроде Большого адронного коллайдера, или сведения о жизни на других планетах. Мы уже говорили, что в девяти случаях из десяти попытки обсудить физику в аэропорту или за коктейлями приводят к тому, что нам так не дают телефончик и приходится ехать домой в гордом одиночестве, но в оставшемся одном случае происходит настоящее чудо. Бывает и так, что у нас получается не поединок, а диалог. Иногда, очень редко, нам везет и нас усаживают рядом с человеком, у которого или в школе был феноменальный учитель физики, или дядюшка работает в НАСА, или он сам инженер и считает, что наши ученые занятия — никакая не чушь, а просто милое интеллигентное чудачество.

В таких случаях беседа течет по совершенно иному руслу. Случается, что мы наталкиваемся на человека, которого давно интересовало, как устроена Вселенная, просто он никак не мог сообразить, какие ключевые слова искать в «Википедии». А может быть, в последнем выпуске научно-популярного журнала им попала интересная заметка и хотелось бы узнать обо

всем поподробнее. Вот какие вопросы задавали нам недавно:

- ◆ Говорят, Большой адронный коллайдер создаст такие маленькие черные дыры, которые уничтожат Вселенную. Это правда? (Вот вам лишнее доказательство — как будто их мало, — что физики в коллективном сознании чокнутые профессора, которые спят и видят, как бы уничтожить Землю.)
- ◆ Возможно ли путешествие во времени?
- ◆ Существуют ли параллельные вселенные?
- ◆ Если Вселенная расширяется, то куда и во что?
- ◆ Что будет, если посмотреть на себя в зеркало, когда путешествуешь со скоростью света?

Именно такие вопросы в первую очередь и заставили нас в свое время полюбить физику всей душой. Более того, последний вопрос в этом списке задавал даже сам Эйнштейн — и именно этот вопрос стал одним из главных стимулов, побудивших разработать специальную теорию относительности. Иначе говоря, когда мы рассказываем, что мы делаем, то обнаруживаем, что некоторых людей — пусть даже эти люди встречаются крайне редко — интересуют в точности те же аспекты физики, что и нас.

Самый очевидный способ решить эту задачу — сделать ответы на вышеприведенные вопросы более доступными, осветить их в учебных материалах по физике и математике. Большинство авторов учебников полагают, что сделают физику более увлекательной, если поместят на обложки своих творений изображения вулканов, локомотивов и молний*. По всей

* На одной такой «юмористической» обложке были изображены кегли, разлетающиеся от мяча для боулинга, что, по мысли автора, символизировало студентов, пораженных мощью и размахом физической науки.

видимости, они считают, что в результате школьники посмотрят на книжку и воскликнут: «Круто! Вот теперь я вижу, что физика имеет отношение к жизни!» Наш опыт показывает, что на такой мякине школьников не проведешь. Даже если обложка их и привлечет, они заглянут в оглавление в поисках параграфа «Как вызвать молнию своими руками» и будут еще сильнее разочарованы, не обнаружив его.

Кстати, хотим упомянуть, что в настоящей книге мы этого подхода не придерживаемся. Здесь вы не найдете роскошной графики* и вообще ничего такого, из-за чего издание книги могло бы стать дорожке. Наш подход будет очень простым: физика интересна сама по себе. Да-да, так и есть! А если вас нужно уговаривать и дальше, мы торжественно обещаем обеспечить не менее пяти скверных шуток на главу (в том числе плоские каламбуры, бородатые анекдоты и убогие картинки с претензией на юмор). Чтобы дать вам представление о подобного рода юморе для семейного пользования, приведем пример.

Вопрос: Что делает фотон на дискотеке?

Ответ: Запускает световую волну!

Так вот, каждая глава этой книги будет начинаться с забавной картинки, иллюстрирующей непростительно дурацкий каламбур, и с вопроса о том, как устроена Вселенная. Отвечая на этот вопрос, мы предложим вам путешествие по той физике, которая с ним связана, а к концу главы, надеемся, покров тайны, окружающий этот вопрос, будет снят, а забавная картинка — при условии, конечно, что у вас будет возможность взглянуть на нее еще разок — внезапно станет уморительно смешной. Это мы проделаем именно так, как,

* Хотя один из авторов утверждает, что все наши иллюстрации или остроумны, или познавательны, или и то и другое.

по вашему мнению, положено ученым, то есть крайне заковыристо и обвиняками.

Все это не значит, что для того, чтобы понять нас, нужно непременно быть гением в области физики, — совсем наоборот. Наша цель — найти область пересечения между теми, кто понимает, как величавы и волшебны физические основы Вселенной, и теми, кто скорее убьется тяжелым предметом, как выражается нынешняя молодежь, чем допустит, чтобы его застучали в радиусе ста метров от транспорта.

Многие авторы научно-популярной литературы, лишённые возможности иллюстрировать свои мысли формулами, прибегают к аналогиям — но беда в том, что читателю далеко не всегда понятно, что написано — это именно аналогия, а не буквальное описание задачи. Очевидно, что при запрете на использование математики будет неизбежно утерян и существенный элемент физики. Мы же хотим донести до читателя, что над задачей стоит подумать, даже если не предполагаешь формулы для ее численного решения: главное — понимать, что на самом деле происходит, а математические вычисления — это, в конце концов, не более чем математические вычисления.

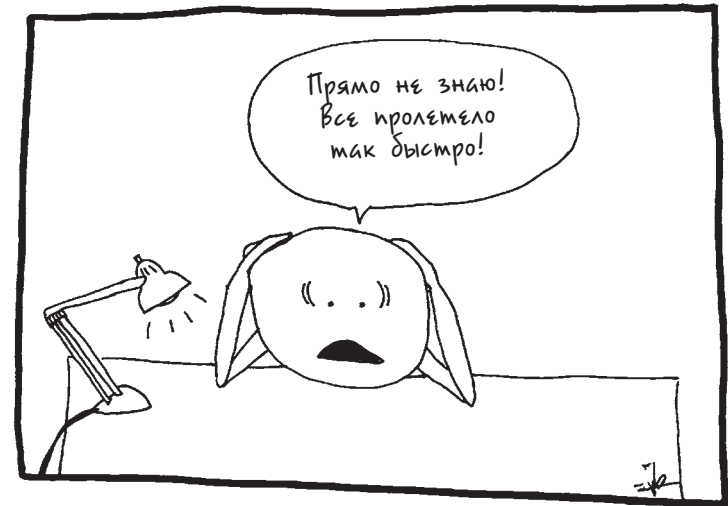
Подобное описание наталкивает на вопрос: а что вам, яйцеголовым, нужно от меня? Когда мы писали эту книгу, то избавились от каких бы то ни было предвзятых представлений. Доказательства, которые мы приводим, все до единого основаны на самых элементарных сведениях. Мы вовсе не хотим запугивать вас математикой или жуткими формулами. И вообще намерены избавиться от них раз и навсегда. Пусть не путаются под ногами. Все, кроме одной. Вот она:

$$E = mc^2.$$

Ну, вот и все. Совсем не больно, правда?

Глава 1

Специальная теория относительности



ФОТОН В УЖАСЕ ВСПОМИНАЕТ СОБЫТИЯ
ПОСЛЕДНИХ СТА ЛЕТ

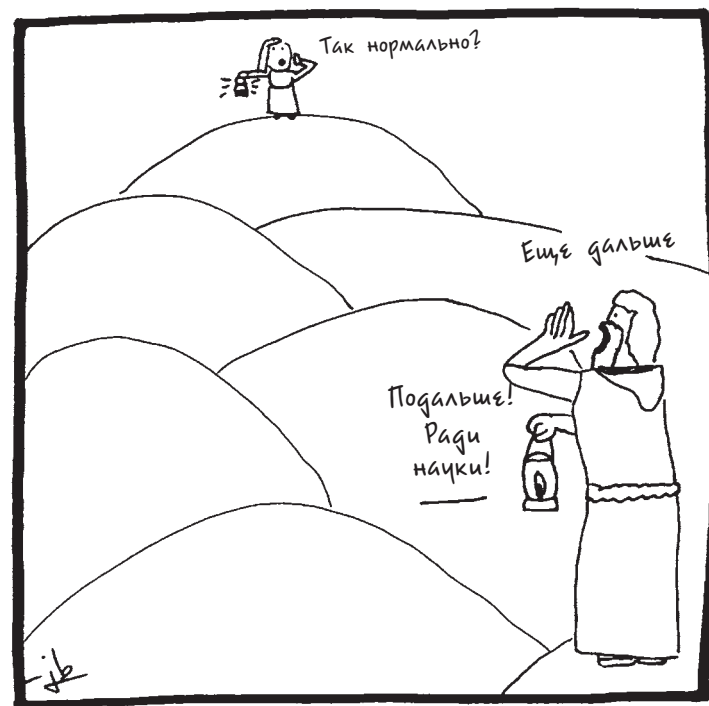
Что будет, если посмотреть на себя в зеркало, когда путешествуешь со скоростью света?

Какими бы ни были воспоминания о школьных годах, в них всегда есть одна общая деталь: в каждом классе всегда находилась горстка детей — самых «крутых», — пылающих неутолимой страстью высмеивать все и вся вокруг. Вот почему нам так нравится считать себя «крутыми ребятами» в физике — если такое вообще возможно. Приведем пример*. Часть предисловия мы уделили тому, что потешались над авторами учебников, которым для «оживляжа» физики требуются природные катаклизмы, спорт или машины и механизмы чудовищной мощности. Так вот, мы вовсе не берем свои слова назад, однако справедливости ради стоит сказать, что в некоторых из этих дурацких примеров есть рациональное зерно. Очень маленькое.

Да, ведь в глубине души мы знаем, что фестиваль физики невозможно начать без фейерверков. Если бы вы когда-нибудь были на праздновании Дня независимости в местной Торговой палате и решили привнести в торжества немного физики, вы бы заметили, что между алыми вспышками в небе и грохотом

разорвавшихся петард проходит некоторое время. Взрыв видно за несколько секунд до грохота. Вероятно, что-то подобное вы наблюдали и на масштабных рок-концертах, когда вам доставался билет в последний ряд: между музыкой и музыкантами образуется зазор. Звук распространяется очень быстро, но свет — еще быстрее.

В 1638 году Галилей из Пизы (один из первых «крутых ребят» в физике) придумал, как вычислить скорость света. Эксперимент выглядел следующим образом: Галилей стоял на холме со светильником,



ГАЛИЛЕЙ ИЗОБРЕТАЕТ ИДЕАЛЬНЫЙ СПОСОБ
ОТШИВАТЬ НАДОЕВШИХ ПОКЛОННИЦ

* Заодно и дадим очередного пинка.

а его помощник со своим светильником уходил далеко-далеко и взбирался на другой холм. Они сигнализировали друг другу светильниками — то закрывали шторку, то открывали. Каждый раз, когда Галилей видел, что помощник открывает или закрывает шторку, он делал то же самое со своим светильником — и наоборот. Галилей надеялся, что если холмы будут достаточно далеко, можно будет измерить скорость света. Ни о какой точности речи не было, но Галилей все равно молодец, потому что хорошо придумал и к тому же пришел к весьма занятному выводу: скорость света либо бесконечна, либо чертовски велика.

В следующие несколько столетий физики несколько раз оценивали скорость света с большей точностью, но мы не будем мучить вас сложными вычислениями или детальными описаниями хитроумных экспериментальных установок. Достаточно сказать, что чем дальше, тем сильнее хотелось физикам пролить свет на свет. Несколько ученых, в том числе Альберт Эйнштейн, предположили, что неважно, стоишь ты или двигаешься, когда измеряешь скорость света, — величина ее от этого не меняется. Они были правы.

Сейчас считается, что скорость света равна 299 792 458 метров в секунду. В дальнейшем мы не будем сыпать цифрами, а просто договоримся называть скорость света c — от латинского слова *celeritas*, что значит «быстрота». Измерить ее при помощи кухонного таймера и рулетки не получится. Чтобы вычислить c настолько точно, нужны атомные часы на атомах цезия-133. Научное сообщество договорилось определять секунду как ровно 9 192 631 770 характерных времен излучения сверхтонкого перехода

в цезии-133. Может показаться, что это излишне все усложняет, но на самом деле так гораздо проще*. То есть секунда, как и размер вашей шляпы, — величина, которую мы определяем, опираясь на материальные данные: очень много физиков могут сделать себе очень много цезиевых часов, и поскольку все атомы цезия ведут себя одинаково, все эти часы будут отмерять одинаковое время.

Итак, мы нашли крайне неординарный способ определения секунды — но как это поможет измерить скорость света? Скорость — это отношение расстояния ко времени, например, километры в час, а поскольку мы уже определили секунду, у нас есть некая точка опоры. Осталось всего-навсего определить метр. Казалось бы, в этом нет ничего сложного: ведь метр у нас ровно метр длиной. Берешь портновскую линейку, и дело с концом. Только вот сколько это — метр?

С 1889 по 1983 год, если человек хотел точно узнать собственный рост, ему нужно было поехать во Францию, в Международное бюро мер и весов в городе Севре, пойти в хранилище, взять там платиновый эталон метра и измерить себя. Это не только хлопотно (и противозаконно, если заблаговременно не попросить разрешения, не забыв сказать «пожалуйста» и «спасибо»), но и, как правило, крайне неточно. Большинство материалов, в том числе и платина, при нагревании расширяются. При старой системе в жаркую погоду метр оказывался чуточку длиннее, чем в холодную.

* По крайней мере так гораздо проще для тех ученых, которые знают, что такое сверхтонкий переход. Вам этого знать не надо, на контрольной этого не будет.