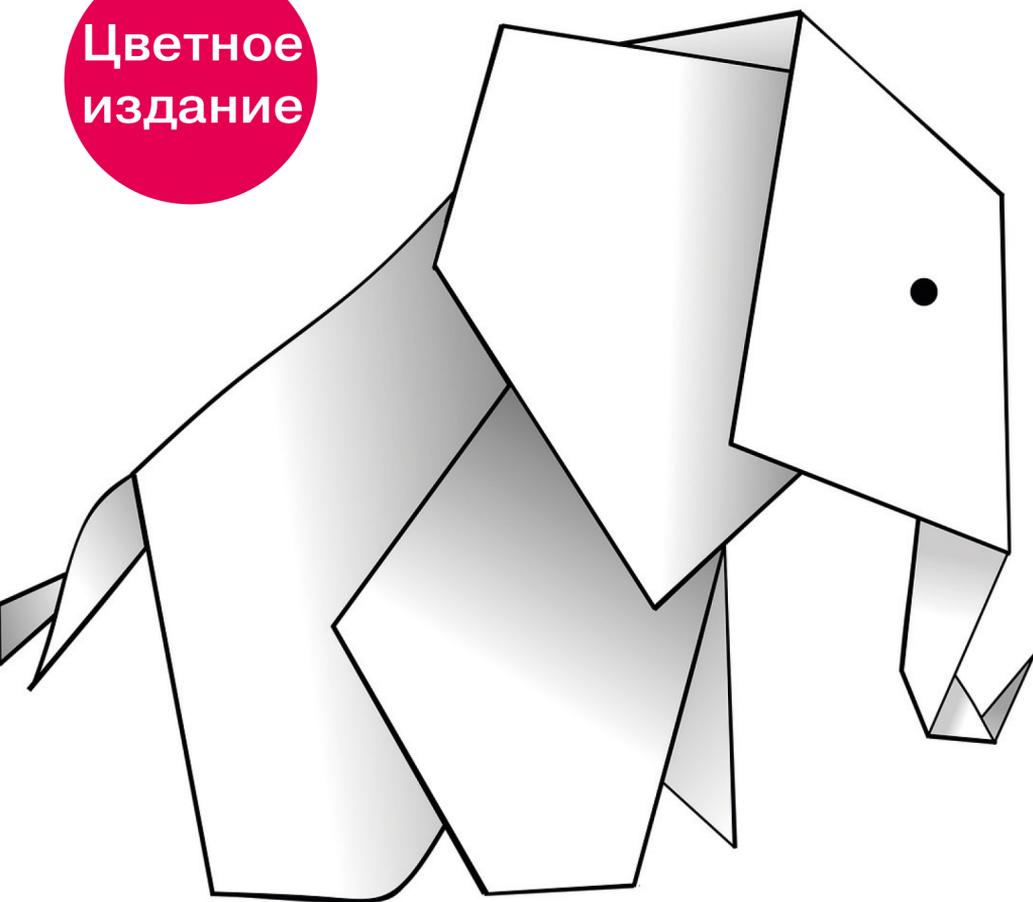


Леонид Ашкинази

Цветное
издание



Лекции о физике и физиках По дороге из школы

Ашкинази Л. А.

ЛЕКЦИИ О ФИЗИКЕ И ФИЗИКАХ

По дороге из школы



Москва, 2022

УДК 530.1
ББК 22.31
А98

Ашкинази Л. А.

А98 Лекции о физике и физиках. По дороге из школы. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 214 с.: ил.

ISBN 978-5-93700-145-0

Почему у этой книги подзаголовок «По дороге из школы»? В школе если вас и учат физике, то вынуждены придерживаться определенной программы, которая готовит вас не к дальнейшей учебе, не к работе и не к использованию физики в обычной жизни, а к сдаче формализованного экзамена с ограниченным набором тем. Эта книга, как и ее продолжение «Лекции по физике. По дороге в институт», предназначена для тех, кто с неизбежными – надеемся, не фатальными! – потерями для саморазвития преодолел единый экзамен и сохранил интерес к предмету. Сохранил желание понять, что такое физика, где она встретится на пути и что делать при встрече.

УДК 530.1
ББК 22.31

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

Ученикам.

И учителям – моим и вашим.

Оглавление

Предисловие. Чем эта книга отличается от других	6
Лекция первая. Что такое физика, и возможное ее место в твоей жизни	8
Лекция вторая. Величины в физике	29
Лекция третья. Законы и процессы	51
Лекция четвертая. О физике вообще и о некоторых других науках в частности	76
Лекция пятая. Кое-что о преподавании	109
Лекция шестая. Петр Леонидович Капица	141
Лекция седьмая. Гамов: Георгий Антонович, Джордж, «Джо»	170
Лекция восьмая. Ричард Фейнман	198

Предисловие. Чем эта книга отличается от других

Первое, что надо понять, стоя у прилавка книжного магазина или находясь на соответствующем сайте, – нужно ли вам читать эту книгу. Ответ зависит от многих факторов (например, стоимости и объема книги, скорости чтения и наличия времени на это), но главный фактор – чем эта книга отличается от других. Хвалебные отзывы, которые иногда помещают на книгах, даже если они и спереди, и сзади, не говорят ни о чем – тем более что вы не знаете, как они получены. Нужна информация по существу. Вот она.

Понимание того, что такое физика (химия, социология, иная наука...), приходит к человеку, когда он уже работает в этой науке, причем не первый год. И не первое десятилетие. А в жизни некоторых людей бывает такой период, когда они фактически выбирают путь. Обычно это старшая школа – середина института (конкретно у меня – от начала 9-го класса до начала 2-го курса). Многим людям было бы полезно иметь в этом периоде некоторое представление о том, куда его толкают или втягивают обстоятельства. А не просто плыть по течению, время от времени вяло шевеля хвостом.

Совершенно не очевидно, что мой рассказ о физике поможет вам иметь такое представление и в итоге улучшить свой выбор. Но можно попытаться. Тем более что мои многочисленные ученики, которым я что-то из всего этого рассказывал, иногда задавали разумные вопросы. Именно разумные вопросы говорят о том, что им было интересно (а вовсе не ритуальное «ой, как интересно»).

Так что, если при прочтении у вас будут возникать вопросы – это о чем-то негромко говорит. Наверное, стоит прислушаться. Книга состоит из пяти «лекций» о физике и трех – о трех физиках. Это не записанные реальные лекции, а тексты, созданные специально для книги. Но они написаны после многих занятий и используют собранный для этих занятий материал. Такой путь более трудоемок, но результат, как мне кажется, получается интереснее, чем «говорящая голова» на YouTube. А почему я выбрал для рассказа именно этих трех физиков... об этом я спрошу вас в самом конце.

Немного информации по структуре текста. В нем есть **вопросы**, они выделены **жирным шрифтом**. Вопросы внутри лекций пронумерованы

в квадратных скобках, например [1.2] – первая лекция, второй вопрос. После вопросов вы увидите – где ответы, где комментарии, где новые вопросы, а где и ничего. То есть кое-где после моих вопросов вас ждет полная свобода творчества. Да, школа большинство из вас от нее отучила, и это самое плохое, что она сделала. Попробуем это немного исправить?

Выбор разделов и тем при нормальном преподавании зависит от вкусов преподавателя, а они – от его личного опыта работы в физике. Но есть вещи, которые упомянуть для расширения кругозора читателей хочется, а подробно рассмотреть их на школьном уровне не получится из-за ограничений по времени или объему издания. Чтобы читатель, интересующийся физикой, знал, что именно искать в интернете и бумажных книгах, в этих случаях приводятся *ключевые слова*, которые надо использовать при поиске информации; они-то и выделены в этом тексте *курсивом*. Приведение ключевых слов целесообразнее ссылок на конкретные странички, потому что ссылки устаревают, да и обычно полезно ознакомление с несколькими источниками. Если мне не удалось подобрать запрос, выводящий на достоверные и содержательные материалы, или имеется в виду конкретный источник, то даны прямые ссылки, они для удобства вынесены в отдельную строку. Учтите, что в русскоязычной «Википедии» в половине статей по физике и технике есть ошибки. Ниже мы эту ситуацию обсудим немного подробнее.

А теперь – цитата!

Попытки объять необъятное в трети случаев приводят к успеху.

Эта шутка – из интернета, там можно найти много интересного и полезного. И еще больше ошибочного и поэтому – вредного. И об этом мы тоже немного поговорим.

И еще: некоторые отличия этой книги от других книг по физике названы в начале четвертой лекции. Если хотите, можете прямо сейчас туда ненадолго заглянуть.

ЛЕКЦИЯ ПЕРВАЯ

ЧТО ТАКОЕ ФИЗИКА, И ВОЗМОЖНОЕ ЕЕ МЕСТО В ТВОЕЙ ЖИЗНИ

ЧТО ТАКОЕ ФИЗИКА

Вот некоторые общие сведения о физике и об обучении, которые могут пригодиться тебе, а также твоим родителям и преподавателям. Когда-то я учился в МИЭМе, Московском институте электроники и математики, а потом одновременно с работой в области физики и электроники в нем преподавал (пока его не поглотила Высшая школа экономики). И как-то раз после окончания курса студенты мне сказали: «С вами было интересно». Это был пятый курс факультета прикладной математики, наша тогдашняя элита, и, учитывая то, что мой предмет – метрология – был им, по сути дела, не нужен, я ощутил себя так, будто с того света вернулся Ричард Фейнман и подмигнул мне. Вот он сам, на рис. 1.1.



Рис. 1.1

Физика есть средство поступления в институт и причина вылетания из него, способ заработка, язык описания мира, основа инженерии, комедия, драма, трагедия, источник экстаза и крутейшего кайфа. Физика рулит миром и взаимодействует со всеми остальными науками. С математикой – потребляя ее как язык и метод и ставя перед ней задачи. С естественными науками – отвечая на их вопросы и черпая в них свои задачи. С гуманитарными – иногда используя их методы, иногда осторожно предлагая им что-то свое. С инженерией – обеспечивая возможность прогресса. Самолет и корабль, смартфон и плеер, суперкомпьютер и GPS-навигатор, MRT-сканер и хирургический робот – это средоточие всего новейшего, что сделали инженеры, опираясь на все, что поняла и создала физика. Беря в руку любую вещь сложнее лопаты, падая в любой транспорт сложнее телеги, входя под любую крышу, кроме крыши шалаша, пользуясь любой цивилизованной медициной, вы потребляете современную физику. Или – самую современную.

А теперь – цитата!

Нью-Йорк был единственный город, который заставлял его думать не о прошлом, а о прогрессе науки и техники. Этот город был построен из материалов, извлеченных прямо из пробирок, реторт и вакуумных камер; он возникал не на кальке, а прямо на университетских досках, где в первый раз писались новейшие формулы деформации и сопротивления материалов.

Правда, поэтично сказано? С нами были Митчелл Уилсон и его книга «Встречи на далеком меридиане».

Напоминаю, что *курсив* – это отсылка к Всемирной сети интернет. Набираете то, что дано *курсивом*, и – вперед, наслаждайтесь. Только не забудьте вернуться к тексту книги. Хотя бы под утро...

Физика – это очень много разного. Потому что любая естественная наука и техника (а также искусство, которое, как и техника, создает объекты) состоит из:

- (1) продуктов, т. е. накопленных знаний (если это наука) или изготовленных объектов (если это техника);
- (2) словаря области – терминов, посредством которых изъясняется область, их интерпретаций и связей, т. е. определений;
- (3) формальных знаний о том, как эти продукты получить и формальных к ним требований;
- (4) неформальных знаний и требований к продуктам, т. е. навыков;
- (5) продуктов, поставленных соседями и используемых здесь, например для естественных наук это будут научные приборы, созданные техникой;

- (6) формального описания методов применения продуктов;
- (7) неформального описания методов применения продуктов, т. е. навыков;
- (8) стиля и норм поведения участников;
- (9) знаний и навыков, относящихся к самой области, – законов ее развития, истории и прогнозов ее развития, методики преподавания;
- (10) знаний и навыков, относящихся к взаимодействию области с другими областями;
- (11) знаний и навыков, относящихся к другим областям, если это методическая или иная метаобласть;
- (12) эмоций в людях науки (кайфа от достижений, огорчений от неудач) и во всех остальных людях (благодарности за спасение от болезни, радости от познания мира, ужаса из-за смертей).

Дочитали? А теперь забавное: пункты 1–11 существуют только благодаря пункту 12. Так же как альпинизм – ради остроты эмоций восхождения и возвращения. И вообще: жизнь – ради кайфа любви и работы.

В физике есть надежное, многожды на практике проверенное знание и область его применения. Большая часть современной физики сто и сто тысяч раз воплощена в современной технике и подтверждена еще и этим. С использованием законов теории относительности работают телецентры, радиолокаторы и глобальное позиционирование. В первых двух используют электронные лампы, при расчете которых применяют формулу для релятивистской массы электрона, глобальное позиционирование использует зависимость хода времени от гравитации и ускорения. Поэтому те, кто ищут ошибки в теории относительности, каждый раз, когда берут в руки содовый или садятся к телевизору, убеждаются, что она права. Бедные дети, какой же у них, наверное, лютей *когнитивный диссонанс*.

Кроме освоенной области, в физике есть область развития, фронтир. До него не 7, а 7777 верст, и по большей части не лесом и не пехом, а вплавь. Там, где контакт с миром непознанного, в основном и работает любая наука – она познает, она заточена под эту задачу. Само непознанное бывает нескольких типов. Если говорить о физике, то мы можем не знать, или не знать с нужной точностью (1) значения каких-то параметров (например, заряда электрона), (2) связи параметров, т. е. физических законов (например, закон гравитации на малых расстояниях). Мы можем не знать (3) существуют ли какие-то объекты или зависимости, рассматриваемые теорией (например, магнитный монополюль или тренд мировых констант), или (4) какими параметрами эффективно характеризовать тот или иной объект.

Возможность знать

В математике есть понятие «теорема существования». То есть бывают ситуации, когда можно доказать, что задача имеет решение, не получив самого решения. В естественных науках бывает наоборот – возможно доказательство несуществования. Например, если мы попросим предсказать движение отдельной молекулы при турбулентном течении жидкости. Если под задачей понимать задачу прикладную, создание некоего объекта, то в естественных науках – в физике, химии, биологии, геологии – есть множество объектов, которые, очевидно, существуют, но мы не можем их создать. Большие алмазы, малые планеты и средних размеров кошки (а вот кошки это умеют!).

Накопленное наукой знание, причем не только в физике, но и в любой области, – это система последовательного доступа: чтобы начать изучать нечто, нужно знать то-то и такие-то математические методы. Знание, понимание – это умение пользоваться. Человек, понимающий физику, строит адекватные физические модели, решает физические задачи. То, что возникает в человеке при чтении научно-популярной литературы, пониманием в этом смысле почти никогда не является.

Есть три подхода к познаваемости мира вообще. Первый – согласиться, что мир непознаваем. Психологически это для некоторых комфортно – раз непознаваем, то можно расслабиться, лечь под банановое дерево и ждать, пока банан сам задумчиво отделится и плавно залетит в рот, на лету ошкурившись и нарезавшись на кусочки.

Второй вариант: мир познаваем, но уже познан – тут импозантный дядя с хорошо наетым животом и тренированным бархатным голосом говорит, что знает вообще все и ничего, кроме этого, вам знать не надо и думать не надо, а лучше всего просто его слушать, верить и пополнять его карманы. И вообще, физика, биология и геология – обман, потому что все было не так, а гораздо проще и быстрее. И не 14 млрд лет, а примерно 7000 лет. Результат, как ни странно, тот же – можно расслабиться, делать ничего не надо. Разница в том, что многие проповедники «уже познаннысти» гораздо упитаннее проповедников непознаваемости, следовательно – успешнее ведут свой немаленький бизнес.

Третий подход таков: мир познаваем и частично познан, наши действия могут привести к большей познаннысти, познавать интересно, процесс познания приятен сам по себе плюс позволяет посредством инженерии, базирующейся на физике, сделать жизнь людей лучше. Хотя бывают и ошибки, и уродства, но это уж от нас самих зависит. Хотя бы частично.

У человека, серьезно занимающегося физикой, через несколько лет возникает такой эффект: когда он смотрит на любой объект, у него сама собой в поле зрения, немного сбоку, всплывает подсказка – «облачко» с формулами курса физики, относящимися к данному объекту – фото 1.2 и 1.3, 1.4 и 1.5, 1.6 и 1.7.



Рис. 1.2



Рис. 1.3



Рис. 1.4



Рис. 1.5



Рис. 1.6

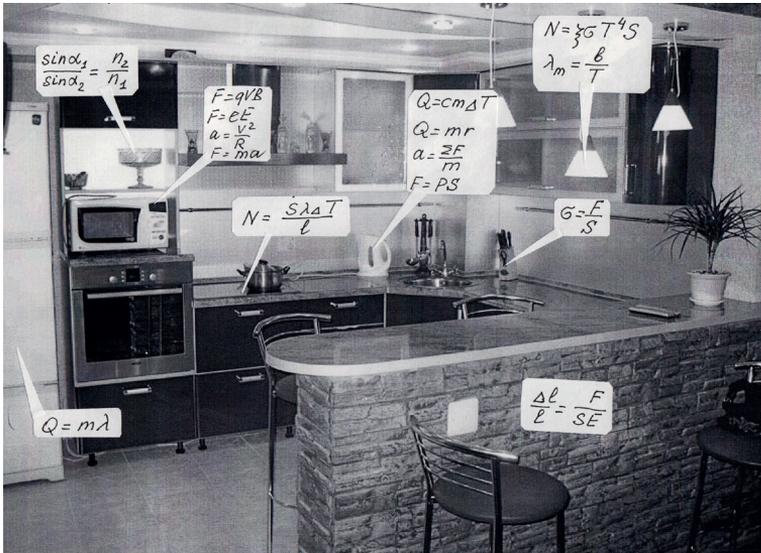


Рис. 1.7

А когда вы станете гуру, то формулы... тссс... формулы начнут сами собой подставляться друг в друга! Только врачу об этом не говорите, а то справку для ГИБДД не даст. Кстати, у химиков тоже имеет место аналогичный эффект – но с химическими формулами. Они мне сами говорили. Не, не формулы говорили, а химики.

А теперь – цитата!

– Можно я спрошу кое о чем? Вспомните, как были ребенком. В вашем случае не придется напрягаться. Когда вы были ребенком, вам нравилась наука? Была она вашей страстью?

Я кивнул:

– Сколько себя помню.

– И мне, – сказал он. – Помните: это потеха.

Это мнение Ричарда Фейнмана. Ему можно верить – я за него ручаюсь.

ЗАКОНЫ И ТОЧНОСТЬ

Физика – это понимание мира, решение задач, конкретнее – предсказание природных процессов и результатов экспериментов («Машина пришла в движение от пальца в отверстии пятом и от пальца в отверстии сорок седьмом», – Стругацкие). Способ решения задач – применение физических законов, но для этого требуется их установить. Законы – это связи параметров, поэтому в физике выживают параметры, входящие в те законы, которые позволяют решать задачи. Любой закон установлен (экспериментально или теоретически) в каких-то условиях и с какой-то точностью. Если никаких отклонений от него не обнаружено, учебник (особенно школьный) будет подавать его как универсальный и точный. Но всегда может оказаться, что в каких-то иных условиях или при увеличении точности обнаружатся отступления, и теории придется дополнять. Далее, точность одних законов ограничивает точность других, например точность соблюдения законов сохранения энергии и импульса (чудовищная точность!), вытекающая из однородности пространства и времени, ограничена точностью этих утверждений. А она ограничена конечным временем существования и конечными размерами Вселенной, по крайней мере – в сегодняшних физических моделях. Законы не всегда дают значение, они могут давать значения вероятностей, с которыми некоторая величина принимает те или иные значения, они могут давать – для ансамблей – функции распределения. Например, молекул в газе по энергиям или скоростям.

В физике часто употребляются выражения «много меньше» и «много больше». Что они означают? Поскольку складывать и вычитать можно величины только одной размерности, то говорить о какой-то величине «много больше» (или меньше) можно, лишь сравнивая ее с другой величиной такой же размерности. А насколько меньше и больше? – это можно сказать, только зная и решаемую задачу, и требуемую точность. Тогда «немного» будет означать «в той степени, что не влияет на решение сильнее, чем допустимая погрешность». Хороший пример (который мы расширим) приведен в учебнике физики Г. Я. Мякишева – горизонтальный диск, подвешенный на нити. Если надо определить натяжение нити, то радиус диска должен быть мал по сравнению с радиусом Земли, если период маятника –

то по сравнению с длиной подвеса, если частоту крутильных колебаний – то радиусом диска, наоборот, нельзя пренебрегать. А что делать, если надо исследовать колебания при вертикальном ударе?

Деление параметров на существенные и несущественные отчасти воплощено в делении явлений на разделы – механические явления, тепловые, электрические и т. д. Но вообще-то оно связано с конкретной задачей и в зависимости от конкретной задачи может изменяться и на противоположное. Например, при измерении напряжения в розетке тепловой шум не существен, в аудиотехнике бывает существенен, а при работе с предельно слабыми источниками сигнала он принципиально важен.

Сюда же относится вопрос о выборе обозначений. Их можно разделить на фактически фиксированные, употребляемые всеми справочниками (например, скорость света, заряд электрона, постоянная Планка), систематически употребляемые (например, напряжение – U или E , ток – I, J, i, j , скорость – V, v, U) и чаще всего употребляемые, например расстояния – S, L, l, a, d . Проверять обозначения на каждом шагу невозможно, надо читать книги и решать задачи, и соответствующая информация сама сконденсируется у вас в голове. На экзамене надо пользоваться обозначениями из условия задачи – у проверяющих будет легче жизнь, у вас лучше оценка; и вообще, все обозначения надо «вводить», т. е. расшифровывать. Это уменьшает количество ошибок.

«Ответ» в школьной физике – это формула, выражающая величину, про которую прямо сказано, что ее надо найти через величины, данные в условии. А если даны значения, то и значение искомой величины. Но что делать, если дано столько величин, что искомое можно выразить разными способами, или дано меньше величин, чем надо, и решающий должен вводить в ответ еще какие-то (универсальные константы, справочные данные), а их можно ввести по-разному? Должен ли я выражать высоту *геостационарной орбиты* через массу Земли или через ее радиус и « g »? Универсального ответа нет, но чем больше разных задач вы решите, тем реже будет возникать у вас этот вопрос. В серьезной физике тоже существуют традиции и нормы, и, если вы когда-нибудь будете жить именно физикой, у вас будет возможность с ними познакомиться. И впитать их в себя. И – чем Ньютон не шутит – внести свой вклад.

Могла ли физика быть другой?

Физика едина во всей Вселенной (иначе мы не могли бы ее изучать), но степень развития разных ее разделов и структура курса зависят от того, в каком мире живут те, кто ее развивает и преподает. Законы Кеплера на планете двойной звезды выглядели бы иначе и были бы открыты позже (относительно общего естественнонаучного потока), закон всемирного тяготения – соответственно, тоже. На Юпитере физика вряд ли уделяла бы такое внимание идеальному газу – там это был бы мелкий частный случай. В мире, где температура на улице около $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (денек-то сегодня прохладный...), нет ферромаг-

нетизма. В мире, где нет хороших проводников или хороших диэлектриков, иначе выглядит и вся электротехника, и раздел «Электричество» в учебнике.

В естественных науках альтернативность может относиться к нескольким группам объектов, это: (1) сами величины, (2) их связи, т. е. законы, (3) параметры и константы в законах, (4) параметры объектов, (5) параметры материалов.

Вопрос о самих величинах возникал при освоении физикой той или иной части природы: понятия массы, силы и ускорения появились раньше, энергии и импульса – позже и т. д. Какие-то понятия и величины рождаются сейчас и будут возникать впредь. Однако выживают только величины, которые нужны для решения задач, т. е. входящие в законы, которые нужны для решения задач.

Некоторые законы физики изменять до какой-то степени можно, пока мы не вступаем в противоречие с чем-то принципиальным, например с законом сохранения энергии. Скажем, заменить закон Ома – «ток пропорционален напряжению» – на закон «ток пропорционален корню из напряжения» можно, и ничего принципиально не изменится. Более того, можно придумать и создать условия, в которых этот закон будет в некотором диапазоне величин соблюдаться. А вот сделать (без использования внешних источников энергии), чтобы в законе Ома сменился знак, – нельзя. **А почему [1.1]? (Напоминаю – это вопрос. Подсказка – противоречие с законом сохранения энергии. А почему [1.2]? Напоминать, что это вопрос, не надо?)**

При изменении системы единиц во всех физических законах должны измениться коэффициенты. Есть законы, которые действуют только при определенных условиях, например закон Ома. Можно придумать такую хитрую среду, что в законе Кулона заряд окажется не в первой степени, хотя привычнее сказать, что это нелинейная среда с зависимостью диэлектрической проницаемости от напряженности поля. Однако ни при каких условиях не могут при зарядах (как и при массах в законе всемирного тяготения) оказаться разные степени – это означало бы, что результат вычислений может зависеть от того, какой заряд мы назовем «первым», а какой «вторым».

Любой физический закон выполняется в некоторых условиях и с некоторой точностью, причем эти пределы либо проверены экспериментально, либо следуют из каких-то связей с другими законами. И во многих случаях мы вправе спросить: а что будет, если в следующем знаке будет обнаружено то-то и то-то? Спросить это можно и про самые фундаментальные законы. Например, можно спросить, что случится, если закон сохранения энергии будет нарушаться в каком-то далеком знаке. Что будет, если сменить знак коэффициента трения, инертной и/или тяжелой массы; если увеличить размерность пространства или времени? Фантазии на эту тему есть в художественной литературе –

http://fan.lib.ru/a/ashkinazi_l_a/text_4920.shtml

http://fan.lib.ru/a/ashkinazi_l_a/text_1050.shtml, –

но физики и не такое обсуждают.

Что произошло бы, если какая-то из мировых констант была б другой – например, масса электрона или постоянная Больцмана? Сильно изменить константы нельзя – в измененном мире, например, не будут образовываться атомы и молекулы. Если такой мир возможен и если собственно законы физики там окажутся те же, то в нем не останется сложных систем, значит, не будет и человека, наблюдателя. Отсюда делается вывод: возможно, последовательных Вселенных было более одной, но мы видим именно такую, потому что другие некому видеть. Подобное рассуждение лежит на границе области сегодняшней человеческой науки, хотите углубиться – спросите «*фундаментальные константы*» и «*антропный принцип*». Впрочем, не понятно, относятся ли эти вопросы вообще к науке; об этом мы еще поговорим.

Параметры объектов и материалов изменять можно в довольно широких пределах – принципиальные противоречия возникают не скоро. Как изменится мир, если в десять раз увеличатся (уменьшатся) у всех или некоторых материалов: прочность, *модуль Юнга*, электропроводность, *теплопроводность*, *электропрочность*, коэффициент преломления, температура плавления и т. д.? Вполне интеллектуальное физическое и инженерное, а также преподавательское и ученическое развлечение. Можно побаловаться не с константами, а со связями, отключив их или, наоборот, добавив. Например, отключаем влияние магнитного поля на сверхпроводимость или включаем какую-то связь плотности тока и проводимости – и получаем новую электротехнику.

При определении реальных вариаций величин, законов и констант надо следить за непротиворечивостью. Прогноз развития невозможной по существующим взглядам ситуации может и сам оказаться неосуществимым, потому что законы науки, аппарат понимания и прогнозирования создавались путем исследования возможных ситуаций. Однако не во всех системах это так – например, в шахматных задачах можно анализировать и позиции, которые не могли получиться в реальной игре: нам и девять пешек по плечу.

А теперь – цитата!

Еще одно очень интересное развлечение – спрашивать себя, что бы произошло, если бы я мог как-то изменить природу, изменить физический закон? Прежде всего, если бы я мог что-то изменить, это изменение должно согласовываться с кое-какими другими вещами. А еще придется продумать все последствия такого измененного закона и понять, что произойдет в результате с миром. Интересная работа. Большая. Я разок попробовал – захотел посмотреть, какая вышла б физика, если бы она была двухмерная, а не трехмерная. Два измерения – евклидова плоскость, плюс время. <...> А потом я вот так еще развлекался. Представьте, что существует два времени. Два пространственных измерения, два временных. Что это будет за мир – с двумя временами?

С нами был Ричард Фейнман. С удовольствием работал человек, правда?

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МИРЫ

В научно-фантастической литературе есть примеры альтернативности географии и геологии; мир без нефти (*Евгений и Любовь Лукины*, «Миссионеры», «Благие намерения»); разнообразные многочисленные миры Хола Клемента; мир с жизнью, построенной не на кислороде, а на фторе (*Иван Ефремов*, «Сердце змеи»), не на углероде, а на кремнии (несколько произведений разных авторов); миры с разными почти вечными источниками энергии:

http://fan.lib.ru/a/ashkinazi_l_a/text_2930.shtml

http://fan.lib.ru/a/ashkinazi_l_a/text_5570.shtml

http://fan.lib.ru/a/ashkinazi_l_a/text_6000-1.shtml.

Альтернативная география Земли – особенно альтернативная география распределения нефти или мест произрастания конопли – влечет альтернативную политику; важно также распределение урана и алмазов. Большинство авторов рассматривает социальные последствия, нас же интересует физика и инженерия.

Насчет жизни, построенной не на углероде, – осторожнее. Кроме честной и более или менее интересной «научной фантастики», в интернете полно дикого бреда, который авторы излагают всерьез, претендуя для начала не на Нобелевскую по литературе, а лишь на беседу с кем-то добрым, все понимающим и прикидывающим, в какой палате будет комфортнее данному пациенту, где найдутся ему хорошие собеседники...

Имеющаяся человеческая цивилизация для передачи энергии использует перевозку топлива либо электричество. Для работы с информацией ныне применяют электричество, механические компьютеры (арифмометры) были в реальности и осуществляли простейшие операции. Есть ли основания для рассуждений об альтернативной цивилизации (1) без электричества вообще, (2) без мощной электроэнергетики, но с информационным электричеством (связь и компьютеры), (3) с электроэнергетикой, но без информационного электричества?

Первое – это цивилизация без проводников (металлов, углерода). Энергетика – механическая и тепловая, информационная сфера – механическая, в фантастике (*стимпанк*) этот путь рассматривается (как варианты – пневмо- и гидромеханическая). Второй вариант – проводники есть, но только плохие – например, углерод. Энергию по углеродным проводам не прокачаешь, но компьютер или приемник сделать можно. Правда, с передатчиком будут проблемы, разве что применить *генератор Ван-де-Граафа* и *искровой разряд*? Третий вариант – проводниковые материалы есть, но за окном непрерывно шарашат молнии раз в секунду. Электромагнитная помеха такая, что котлеты разогреваются без СВЧ-печи, ни о какой электромагнитной информатике речи нет. Мягкий вариант – без ферромагнетизма за счет проблем с Fe, Ni, Co или просто из-за жаркой погоды.

ВЫ УЧИТЕСЬ – А ЗАЧЕМ?

Очень полезно вовремя задавать себе вопросы: «Что я делаю?» и «Зачем я это делаю?» Одиннадцать лет, долгих одиннадцать лет своей единственной и конечной жизни пять, а то и шесть дней в неделю с обидно короткими перерывами на праздники и каникулы вы ходите в школу – рис. 1.8.



Рис. 1.8

Хорошо, если вам повезло и в школе вас окружают милые люди, с которыми интересно и приятно находиться рядом. Но везет не всем, так зачем же – потому что «надо», потому что «все»? Потому что без аттестата о среднем образовании трудно получить работу, а продолжить образование так и почти невозможно? Все так, но одиннадцать лет, одиннадцать лет... уж проведите время с пользой – получите помимо аттестата и знания.

Открою вам секрет, только преподавателям не говорите. Из того, чему вас учат – что в школе, что в институте, – вам потребуется одна десятая; при большой удаче – треть. Спрашивается, зачем остальное? Затем, что – поверьте мне на слово – без всего остального эту треть не познать. Вот простой пример – ты можешь выучить коротенькую последовательность букв: в, е, у, о, и, а, ь, л, ч, а, л, с, о, а, о, л, з? Не можешь? А «в лесу родилась елочка, в лесу она росла, зимой и летом...»?

Что же до «поверь мне на слово», то это лишь мое слово, но за ним – опыт тысяч лет и миллионов людей, которые создали то, что вокруг тебя. И котлету в микроволновке, и смартфон в кармане, и след ботинка в лунной пыли, и Пионер-10, летящий к звездам.