

От автора доброе слово надежды и горькой правды

Однажды, оглядевшись вокруг, автор остался весьма неудовлетворенным состоянием дел в стране. Потому что кругом выросли необыкновенные пустоцветы!

Просто зла не хватает!

Та юная поросль, которая автора окружала, расстроила меня до необычайности. Потому что поросль эта — местами, кстати, не такая уж и юная, а вполне себе половозрелая! — на грош не представляла себе, как устроен наш мир. А ведь люди в мою бытность это знали! Знания они получали из советской школы, где сдавали трудные экзамены, а также из научно-популярных книжек, издававшихся в проклятое имперское недемократическое время в огромном изобилии. Тираж в сто тысяч тогда считался крохотным и вызывал умиление. А теперь гляньте на тираж этой книги и заплачьте... Правда, ассортимент книг при

Совдепии был меньше, зато они выдерживали самую суровую академическую редактуру, и даже детские научно-популярные книжки были густо напичканы формулами с интегралами — вот где жуть!

Тем не менее надо отметить, что из-за низкого ассортимента информационная среда при Совдепии была довольно бедной, домашних компьютеров тогда не существовало, не говоря уж о всемирной информационной сети, телефоны были проводными, пресса и телевидение — казенными и неуклонно придерживавшимися линии партии. Поэтому жажду знаний граждане удовлетворяли путем чтения научно-популярной и даже специальной литературы. Буквально грызли всухомятку неудобоваримый гранит науки. А что делать, это была единственная наша отдушина! (Правда, введения и предисловия приходилось пропускать, поскольку и там для проформы упоминался марксизм и его передовая роль в науке.)

Короче, в те суровые годы критерии научной популярности были совершенно иными, нежели в свободном мире. Сейчас-то даже ученых, ваяющих книги для широкой публики, редакторы, больно выламывая им руки, заставляют писать про сложнейшие проблемы физики так, что даже мне, кое-что в этом понимающему, становится ни черта не понятно, что же хотел сказать автор, настолько примитивно все изложено, настолько упрощается, и оттого выхолащивается вся суть.

А когда-то, повторюсь, книги для народа писались с формулами, ибо авторы предполагали, что школьный курс математики людьми не забыт, и каждый советский выпускник знает, что такое интеграл и что такое производная — это предел отношения приращения функции к приращению аргумента, когда последний стремится к нулю... Видите, я воспроизвел это определение по памяти, не заглядывая ни в какие гуглы-шмуглы эти ваши! Есть еще порох в пороховницах и ягоды в ягодицах!

И, между прочим, советские авторы и редакторы были правы в своих предположениях о незыблемости школьных знаний. Автор сих строк — лучшее тому доказательство. Рассказываю историю...

Однажды через много лет после окончания вуза приключился со мной преудивительнейший случай. Сидел я как-то поздним вечером на кухне уставший и вдруг вспомнил анекдот своей молодости. Звучит он так: «Первая степень деградации инженера после окончания вуза — инженер забывает таблицу интегралов... Вторая степень деградации инженера — инженер забывает таблицу умножения... Третья степень деградации инженера — инженер надевает на лацкан «поплавок».

Поплавок, если вдруг кто забыл, — это синий ромбовидный значок о высшем образовании с перекрещенными молотками на эмалированной эмблеме, уж не знаю, дают нынешним студентам такие или нет...

Вспомнился мне этот анекдот вот по какой причине — я вдруг подумал, что со времен окончания вуза прошло уже изрядное количество лет, и какая же у меня теперь стадия деградации? Значок я еще не ношу, что, правда, можно списать на полное отсутствие у меня пиджаков — некуда нацепить. Таблицу умножения, кажется, еще помню, хотя на многих строчках уже запинаясь. А вот, например, площадь круга...

И тут — о, ужас, о, дикий ужас! — я вдруг понял, что не могу точно вспомнить площадь круга — то ли «пи эр квадрат», то ли «два пи эр квадрат». Это был явный заскок. Из тех, что случаются с каждым человеком, когда он внезапно забывает какое-то знакомое слово — смотрит на предмет и не может вспомнить, как эта штука называется. Фамилия, бывает, чья-нибудь иногда так выскакивает из головы. Кажется, еще минуту назад помнил, а тут вдруг — бац, ступор какой-то, вылетело слово. И чем сильнее хочешь вспомнить, тем больше клин. В таких ситуациях нужно просто успокоиться и подумать о чем-

то другом, и тогда через пару минут сбой программы рассосется, и нужное слово к тебе вернется само.

Я это знаю и знал. Но в тот раз изрядно перепугался: неужто я совсем стал дурак — забыл площадь круга? Неужели пора искать в кладовке ромбовидный значок с перекрещенными молотками и цеплять на свитер? Я лихорадочно схватил ручку, обрывок бумаги и решил просто-напросто вывести площадь круга, раз я ее так позорно забыл. Нарисовал круг, в нем — элементарный треугольник с высотой в радиус и основанием в «дельта икс». Взял интеграл по замкнутому контуру. И получил площадь круга — «пи эр квадрат». Без всякой двойки впереди. И тут же вспомнил, что двойка — у длины окружности.

Горд собой был до чрезвычайности. Напился чаю с лимоном... Умели раньше делать специалистов!

А сейчас? Где та знаменитая «Библиотечка "Квант"» и другие издания, выдававшие на-гора для советской интеллигенции рассказы о сопредельных науках для повышения общего уровня развития? Нетути!.. Оттого и впал я в печаль, обнаружив вокруг себя в людских головах полную физическую пустоту, именуемую по-научному «вакуум». Каковой вакуум я и решил заполнить, перехватив упавшую в грязь бесхозную эстафетную палочку просветительства. А что делать, если ни современные взрослые, ни их дети-школьники не знают, как устроен мир, в котором они живут?

Да тут еще ЕГЭ на школьное образование навалился. В результате дети учатся угадывать ответы и ставить галочки, проскальзывая таким образом мимо сути.

Короче, хочешь сделать хорошо, сделай сам, вспомнил я известную поговорку и начал с детей: написал для них несколько книжек — о физике, астрономии, эволюции, экономике (вот уж где марксизму досталось по полной программе!).

А потом позвонили из издательства и сказали:

— А взрослые-то тоже тупые! Учились они в мрачные девяностые и в тучные нулевые, когда было не до знаний: знания одинаково плохо усваиваются как на голодный желудок, так и на сытый. Сделайте теперь «Физику» для взрослых.

И, образовав, насколько сил хватило, детей этого потерянного поколения, я решил взяться за нас самих.

— Нужно просто немного переделать детскую книгу по физике для другой аудитории, оставив доступность изложения и убрав снисходительный тон, — таким было задание... чуть не сказал «партии»... издательства.

И я его с честью выполнил, ибо имею талант излагать просто сложные вещи. Да к тому же без формул, следуя запросам сегодняшнего дня.

Все, я закончил свое выступление. Можете приступать к освоению материала...

ЧАСТЬ I

Когда б вы знали,
из какого сора...



Атомное начало

Впервые мысль о том, будто все вещество состоит из мельчайших неделимых частичек, выдвинули философы Древней Греции. Как они пришли к этой странной мысли?

Оказывается, для некоторых открытий не нужны ни микроскопы, ни ускорители, ни высшая математика. Достаточно житейского ума и логики. Следите за мыслью древних греков, и вы сейчас почувствуете себя каким-нибудь Аристотелем или даже хуже — Сократом...

Греки, у которых, видать, образовалась масса свободного времени, пока рабы трудились в полях, однажды, прогуливаясь в тогах под оливами на фоне ярко-синего моря, задумались: а насколько вообще делимо вещество? Современный человек, привычный к бесконечностям, может махнуть рукой: да оно бесконечно делимо! Всегда можно расколоть самую маленькую крошечку на две поменьше!

Вот тут и возникает проблема. Потому что если мы поднатужимся и представим себе некую условную «самую маленькую

частицу вещества», мы и вправду можем спросить: а вдруг она состоит из еще более мелких деталек, между которыми — пустота?

Собственно говоря, даже исходя из современных представлений об устройстве вещества, атом практически пуст внутри — если атом увеличить до размеров олимпийского стадиона, ядро атома будет с футбольный мяч, а крайние орбиты электронов, кружащихся вокруг ядра, пройдут по последним рядам сиденьев. Причем сами электрончики будут размером с маковое зерно. А все остальное в атоме — это **пустота!**

Если теперь взять ядро атома, в коем и сосредоточено 99,9% массы вещества, то мы увидим, что оно состоит из более мелких частичек — протонов и нейтронов. А между ними — опять пустота? Но если дробить детали до бесконечности, то мы увидим, что ни черта в материи нет, кроме пустоты. Нету ее, материи!

— Значит, — рассудили древние греки, — должны быть какие-то мельчайшие неделимые твердые частички материи, чтобы материя все-таки существовала, раз уж она есть.

И называли они эти мелкие неделимые частицы **атомами**. Потом наука узнала, что атомы не являются неделимыми кусочками материи, атомы можно разобрать. Они состоят из так называемых элементарных частиц. Элементарных — значит по-настоящему неделимых.

Как это неделимых!? Позвольте!.. А если по ним хорошенечко шарахнуть чем-нибудь? Ну, например, такими же частицами, чтобы разломать и посмотреть — может, там еще какие-то детали есть?

Шарахнули. И неоднократно. Собственно, те самые огромные ускорители, которые строят за бешеные деньги физики по всему миру, включая знаменитый адронный коллайдер, для того и нужны, чтобы разгонять элементарные частицы и шарашить их друг о друга. Одни частицы здесь выступают в роли молотков, другие — мишеней.

Так вот, выяснилось, что частицы, называемые элементарными, и вправду элементарны — они не разваливаются на детали. Они или превращаются в другие частицы, или же в экспериментах образуется целая куча дополнительных частиц, больше, чем было! Из чего они образуются? А из энергии (скорости), которую физики придали частицам-молоткам, когда их разгоняли для удара по частицам-мишеням. Оказалось, масса и энергия — это одно и то же. Впрочем, об этом мы еще поговорим позднее, а пока вернемся к делимости и неделимости.

Несмотря на составную структуру, атомы и даже более крупные частицы вещества, состоящие из нескольких атомов и именуемые молекулами, и вправду можно назвать в каком-то смысле неделимыми! Потому что они на самом деле являются мельчайшими частицами данного вещества! И если молекулу развалить, ее части уже не будут обладать свойствами исходного вещества — вот что имеют в виду, когда говорят о неделимости. Это как если автомобиль на запчасти разобрать — машины уже не будет, и, хотя все детали останутся на месте, никуда на них уже не уедешь, потому что потерялась взаимосвязь, организация.

Если молекулу воды разобрать на части, то H_2O уже не будет, а получится одна молекула кислорода и пара молекул водорода. Если же разобрать самую маленькую частицу водорода — его атом, то получатся элементарные частицы, а не водород.

Древние греки были парни головастые и уже знали, что из двух разных веществ можно сделать третье — с совершенно другими свойствами, которыми не обладают первые два. Ну, например, можно в расплавленную медь добавить другой металл — олово. И получится сплав под названием «бронза», который обладает особой твердостью и текучестью, которыми ни медь, ни олово по отдельности не обладают.

Но отсюда один шаг до следующей идеи — а может, все вещества в мире тоже состоят из каких-то более простых элемен-

тов, как та же бронза, сделанная из меди и олова? И быть может, элементов этих не так уж много? Как из цветной мозаики или нескольких красок можно сделать бесконечное множество картин, как из малого числа букв можно сделать сотни тысяч слов и миллионы разных книг, так и из ограниченного числа природных элементов складывается бесконечное множество веществ?

Богатая идея!

Греки решили, что все огромное разнообразие самых разных веществ в мире на самом деле состоит из четырех простых элементов — земли, воды, огня и воздуха — в разных сочетаниях. Они это просто придумали. Высосали из пальца. И, конечно, ошиблись, но их ошибка была воистину гениальной! Ведь греки сделали большой шаг вперед — отказались от мифологических, религиозных объяснений и применили к познанию мира научный принцип анализа: начали говорить о разложении и взаимопревращении разных веществ. Направление их мысли оказалось верным, и в дальнейшем наука подтвердила: действительно все многообразие мира складывается из простейших составляющих. Эти простейшие вещества так и назвали «элементарными веществами» или просто «химическими элементами».

Периодическая таблица элементов Менделеева вот как раз про это! Сколько там химических элементов, припоминаете?.. Порядка сотни клеточек с латинскими буквами — вот столько во вселенной деталек мирового конструктора. Не так уж мало! Во всяком случае, не пять, как думали греки.

Многие из элементарных химических веществ вы прекрасно знаете. Золото, например. Железо. Свинец. Вообще все известные металлы — это химические элементы, то есть простейшие вещества. И многие газы.

А вот сталь — это сплав двух элементов — железа и углерода. В чистом виде железо нигде не используется, поскольку оно мягкое. Углерод вы тоже прекрасно себе представляете, он явля-

ется основой угля (поэтому так и называется — «углерод», то есть «рождающий уголь»). Соединение железа и углерода дает нам сталь или чугун (в зависимости от количества добавленного в железо углерода, если мало углерода — сталь, много — чугун).

Воздух, которым мы дышим, тоже «сплав», точнее, смесь разных газов, среди которых кислород, азот и углекислый газ. Кислород и азот — химические элементы, то есть простейшие вещества. А вот углекислый газ — сложное вещество, состоящее из двух простых элементов — кислорода и углерода: CO_2 .

Читатель может спросить:

— А чего это мы вдруг в химии оказались, начав с физики?

А потому что химия — это, по сути, раздел физики. Собственно говоря, настоящей наукой химия, возникшая из средневековой алхимии, стала только тогда, когда была открыта таблица Менделеева и пришло понимание того, что же, собственно говоря, эта таблица описывает. А описывает она чистую физику — как устроено вещество в самых своих основах...

Что же получается?

Получается, что атомы — это детали конструктора, из которых собираются молекулы разных веществ. Деталек довольно много, около сотни, но все же их ограниченное количество. Однако из них можно собрать тысячи, миллионы разных конструкций! Самые сложные молекулы содержатся в нашем теле. Они могут состоять из миллиардов атомов, как, например, молекула ДНК.

Возьмем классический школьный пример — поваренную соль. Она сделана из двух «деталек» — металла по имени натрий и газа по имени хлор: NaCl . Натрий — очень редкий и мягкий металл, его можно ножом резать. Если кусок натрия бросить в воду, то лучше сразу отбежать подальше. Потому что натрий зашипит, начнет бегать по поверхности воды, выделяя белый дым, затем вспыхнет и загорится ярким пламенем, а потом и вовсе взорвется, если кусок достаточно велик. Очень активный металл!

Содержание

От автора доброе слово надежды и горькой правды. 5

ЧАСТЬ I. Когда б вы знали, из какого сора... 11

Атомное начало. 13

Как устроен атом и вообще весь мир 19

Четыре силы природы. 37

Алхимики оказались правы 45

Таинственные лучи. 54

Как сделать атомную бомбу 71

ЧАСТЬ II. Помимо вещества 81

Поле чудес 83

Сплошные волнения. 99

И снова спросим: что же такое свет по сути своей? 110

ЧАСТЬ III. Сумасшедшая физика 115

Какой удар со стороны классика! 117

Напрыгали, как черти из табакерки!. 137

| | |
|---|-----|
| Дирак и его безумная идея | 148 |
| Чапаев и пустота | 152 |
| Относительно относительности | 162 |
| Как физики от реальности отказались | 166 |
| Откуда берется время | 171 |
| Что такое энтропия | 183 |

ЧАСТЬ IV. Из пепла погасших звезд193

| | |
|--|-----|
| От микромира к мегамиру | 195 |
| Откуда взялось вещество и почему мы вообще завели разговор о звездах. | 208 |
| Когда взрываются звезды. | 221 |
| Звездное кладбище | 229 |
| Размер имеет значение | 233 |

ЧАСТЬ V. Откуда взялась Вселенная?241

| | |
|---|-----|
| Краткая история мироздания | 243 |
| Самый человеческий принцип вселенной. | 256 |
| Как умирают вселенные. | 263 |
| Ансамбль струнных. | 267 |

ЧАСТЬ VI. Разумная Вселенная,

или Физика эволюции.273

| | |
|--|-----|
| Жизнь как неизбежность | 275 |
| Логистическая кривая эволюции. | 283 |
| В человеческом измерении | 287 |
| Сжатие времени | 312 |
| Рукава истории | 329 |
| Две варианта будущего | 337 |