



Разрежь пополам, потом ещё раз, и ещё

*Из чего сделаны ты, твой стул и воздух в комнате — и где
кончается деление*



Вещество · 8–12 лет · 10 минут

Если резать кусок сахара пополам снова и снова, упрёшься в одну молекулу — меньше неё сахара не бывает. Разделить её можно, но сахара уже не получится: останутся углерод, водород и кислород.

Сколько раз можно разрезать кусок сахара

Возьми кубик рафинада и раздави его ложкой. Получились крупинки. Разотри крупинку — получится пудра. Разотри пудру ещё мельче — и она всё равно останется сахаром: белой, сладкой, той же самой на вкус.

Вопрос, который люди задавали себе две с половиной тысячи лет: а можно ли делить бесконечно?

Нет. Рано или поздно останется одна-единственная крупинка, меньше которой сахара уже не бывает. Её называют **молекулой** сахара.

И вот теперь самое интересное. Разделить молекулу всё-таки можно — только сахара после этого не останется. Она рассыплется на частицы трёх сортов: углерод, водород и кислород. Углерод — это чёрная сажа, водород и кислород — газы без вкуса и запаха. Ничего сладкого и ничего белого. Сахар кончился раньше, чем кончилось вещество.

Вот эти самые частицы трёх сортов и называют **атомами**. Молекула — предел, до которого сахар остаётся сахаром. Атом — предел, до которого вообще что-то можно делить обычными способами.

Греческий философ Демокрит ещё до нашей эры догадался, что какой-то предел делению быть должен, и назвал неделимую частичку атомом — по-гречески «неразрезаемый». Доказать он ничего не мог, у него не было ни микроскопа, ни весов. Он просто подумал и угадал. Учёные подтвердили его догадку только через две тысячи триста лет.

Атом и молекула

Атом — мельчайшая частица одного вещества-сорта: атом золота, атом кислорода. Название означает «неделимый»: позже выяснилось, что и атом делится, но при этом он перестаёт быть собой и превращается в атом другого сорта.

Молекула — несколько атомов, сцепленных вместе. Именно молекула, а не атом, хранит свойства знакомых нам веществ: сладость сахара, мокрость воды. Разбери молекулу на атомы — свойства исчезнут.

Атомы настолько малы, что в точке в конце этого предложения их примерно столько же, сколько песчинок на большом пляже.

Насколько атомы маленькие

Тут трудно не соврать, потому что честные числа ничего не говорят воображению. Диаметр атома — примерно одна десятиллиардная доля метра. Ну и что, скажешь ты. Давай иначе.

Если бы атом раздулся до размера песчинки, то ты при таком увеличении был бы ростом с Землю.

В одном стакане воды молекул больше, чем стаканов воды во всех океанах планеты.

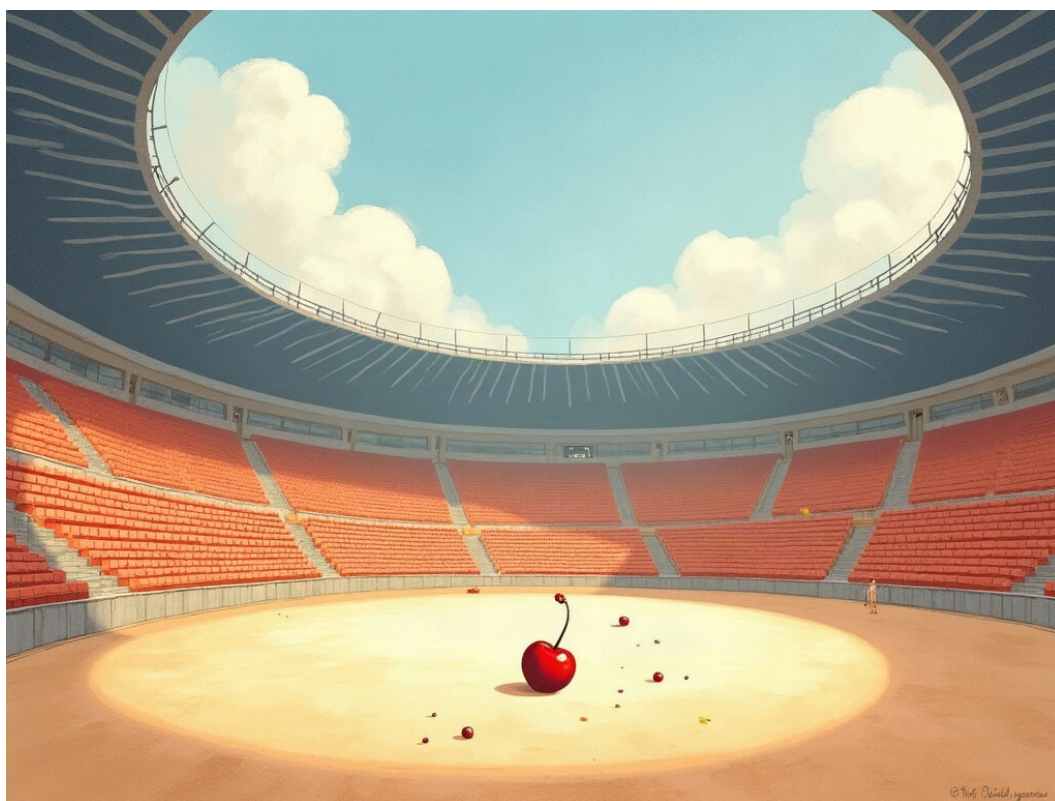


Режь сахар пополам сколько угодно — на каком-то шаге придётся остановиться

Именно поэтому люди так долго не могли до атомов добраться. Обычный микроскоп тут бессилён: атом меньше, чем длина волны света, которым мы смотрим. Это как пытаться нащупать песчинку в варёжке. Первые изображения отдельных атомов получили только в 1980-х годах — и не светом, а прибором, который водит над поверхностью острейшей иглой и «ощупывает» её.

Атом почти полностью пуст

В центре атома — ядро, а вокруг него на огромном (по атомным меркам) расстоянии носятся электроны. Если сделать ядро размером с вишню и положить её в центр футбольного стадиона, то электроны будут летать где-то у верхних рядов трибун. Всё между ними — пустота. Значит, и твой стул, и ты сам — в основном пустое место. То, что ты не проваливаешься сквозь стул, — заслуга не «твёрдости», а электрических сил отталкивания между электронами.



Атом почти целиком состоит из пустоты: ядро крошечное, а электроны далеко

Атомы бывают разных сортов

Если бы все атомы были одинаковыми, мир получился бы скучным и однообразным. Но сортов атомов много, и каждый сорт называют **химическим элементом**.

Есть атомы водорода — самые лёгкие и самые многочисленные во Вселенной. Есть кислород, которым ты дышишь. Углерод, из которого сделаны и карандашный грифель, и алмаз, и ты сам. Железо, золото, кальций, азот.

Всего природных элементов 94. Ещё около двух десятков учёные получили искусственно, в специальных установках, и живут такие атомы иногда доли секунды.

Чем отличается один элемент от другого? Только количеством частиц в ядре. У водорода в ядре один протон, у гелия два, у углерода шесть, у железа двадцать шесть, у золота семьдесят девять. Всё. Больше никакой разницы в устройстве нет — а получаются вещества, которые вообще ни в чём друг на друга не похожи.

Все известные элементы люди сложили в одну большую таблицу — её придумал Дмитрий Менделеев в 1869 году. Таблица оказалась такой удачной, что по пустым клеткам в ней Менделеев предсказал свойства элементов, которые тогда ещё не открыли. Через несколько лет их нашли — и всё сошлось.

Как из атомов получаются вещества

Атомы редко живут поодиночке. Обычно они цепляются друг за друга и собираются в **молекулы**.

Молекула воды — это два атома водорода и один атом кислорода. Её так и записывают: H_2O . Молекула поваренной соли устроена иначе — там атомы натрия и хлора сидят в аккуратной кубической решётке, ряд за рядом. Поэтому кристаллики соли, если посмотреть в лупу, и правда похожи на маленькие кубики.

И тут проявляется то самое правило, с которого началась статья. **Свойства молекулы совсем не похожи на свойства составляющих её атомов.**



Два водорода и один кислород — и получается вода

Водород — газ, который взрывается. Кислород — газ, в котором всё прекрасно горит. А если их соединить, получится вода, которой тушат пожары.

Натрий — мягкий серебристый металл, который так бурно реагирует с водой, что его хранят под слоем керосина. Хлор — ядовитый жёлто-зелёный газ. Соедини их — получится то, что ты каждый день сыплешь в суп.

Из этого следует важная мысль: нет смысла спрашивать «а из чего сделана сладость сахара» или «где внутри атомов прячется вкус». Вкус, цвет, твёрдость, запах — это свойства не отдельных атомов, а того, как они собраны вместе.

Один конструктор на всю Вселенную

Атомов углерода, из которых состоит твоё тело, около миллиарда миллиардов миллиардов. Они не были сделаны специально для тебя. Они существовали до тебя миллиарды лет и будут существовать после.

Больше того: почти все атомы тяжелее водорода и гелия родились внутри звёзд. Звезда сжимает лёгкие атомы в более тяжёлые, а когда она в конце жизни взрывается, разбрасывает их по космосу. Из этого мусора потом собираются планеты. Кальций в твоих костях и железо в твоей крови когда-то были внутри звезды, которой давно нет.

Это не поэтическое преувеличение, а обычная астрофизика.

Собери молекулу руками

Тебе понадобятся пластилин и зубочистки.

1. Слепи из синего пластилина два одинаковых шарика поменьше — это атомы водорода. Из красного слепи один шарик побольше — кислород.
2. Соедини их зубочистками так, чтобы получился не прямой ряд, а «галочка»: угол между водородами примерно как у широко расставленных пальцев. Молекула воды и правда изогнута, и именно из-за этого изгиба вода умеет растворять почти всё подряд.
3. Слепи ещё одну такую же молекулу. Поднеси их друг к другу: в настоящей воде молекулы слегка притягиваются красными боками к синим.
4. Теперь налепи побольше молекул и сложи их в кучу — так выглядит капля воды, только настоящих молекул в капле примерно полторы тысячи миллиардов миллиардов.

Главное в трёх строчках

- Всё вещество состоит из атомов, а знакомые нам вещества — из молекул, собранных из атомов: резать сахар можно до молекулы, дальше это уже не сахар.

- Сортов атомов чуть меньше сотни, и различаются они только числом частиц в ядре; из них, как из конструктора, собрано всё на свете.
- Свойства вещества зависят не от атомов по отдельности, а от того, как они соединены: водород плюс кислород даёт воду, а не смесь двух газов.

Вопросы для размышления

- Соль состоит из ядовитого хлора и опасного натрия, но есть её можно. Как объяснить это другу, который считает, что «яд плюс яд равно яд»?
- Атом почти весь пустой. Почему же тогда стена твёрдая и ты не можешь пройти сквозь неё?
- Если атомы твоего тела старше Земли, можно ли сказать, что часть тебя когда-то была частью другого живого существа?