

ХИМИК

МАЙ ТХИ НГУЭН-КИМ

КОМИЧНО. КАК ВСЕ ХИМИЧНО

- почему серотонин делает нас счастливыми, а кофеин бодрит
- любовь, похмелье, спорт – что происходит в наших организмах



Под редакцией
Косниковой Ольги,
пищевого
технолога и химика,
автора блога
[@chemistry_by_olga](#)

**ПОЧЕМУ НЕ СТОИТ БОЯТЬСЯ ФТОРА В ЗУБНОЙ ПАСТЕ,
ТЕФЛОНА НА СКОВОРОДЕ И ДУМАТЬ О ТОМ,
ЧТО ТЕЛЕФОН НА ЗАРЯДКЕ ВЗОРВЕТСЯ**

Нгуэн-Ким Май Тхи
Комично, как все химично!
Почему не стоит бояться фтора
в зубной пасте, тефлона на
сковороде, и думать о том, что
телефон на зарядке взорвется
Серия «Все как у людей:
физиология на простых примерах»

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=63432505

Комично, как все химично! Почему не стоит бояться фтора в зубной пасте, тефлона на сковороде, и думать о том, что телефон на зарядке взорвется / Май Тхи Нгуэн-Ким: Эксмо; Москва; 2021 ISBN 978-5-04-115446-2

Аннотация

Если бы можно было рассмотреть окружающий мир при огромном увеличении, то мы бы увидели, что он состоит из множества молекул, которые постоянно чем-то заняты. А еще узнали бы, как действует на наш организм выпитая утром чашечка кофе («привет, кофеин»), более тщательно бы выбирали зубную

пасту («так все-таки с фтором или без?») и наконец-то поняли, почему шоколадный фондан получается таким вкусным («так вот в чем секрет!»). Химия присутствует повсюду, она часть повседневной жизни каждого, так почему бы не познакомиться с этой наукой чуточку ближе? Автор книги, по совместительству ученый-химик и автор уникального YouTube-канала The Secret Life of Scientists, предлагает вам взглянуть на обычные и привычные вещи с научной точки зрения и даже попробовать себя в роли экспериментатора!

В формате PDF A4 сохранен издательский макет.

Содержание

Предисловие	7
1. ОХР – обсессивно-химическое расстройство	11
2. Смерть от зубной пасты	35
Конец ознакомительного фрагмента.	41

Нгуэн-Ким Май Тхи

Комично, как все химично!

**Почему не стоит бояться
фтора в зубной пасте,
тефлона на сковороде, и
думать о том, что телефон
на зарядке взорвется**

Посвящаю маме

Мои родители – самые любящие на свете. Я редко прибегаю к подобным восхвалениям в превосходной степени, но сейчас делаю это совершенно осознанно. Они были единой командой и боролись за нас, детей, поступаясь собственными интересами, создавая домашний очаг в чужой тогда для нас стране, чтобы обеспечить нас с братом всеми привилегиями, которыми мы пользуемся по сей день.

Я чаще рассказываю о папе, который всегда не только был прекрасным отцом и мужем – химик он, кстати, тоже замечательный, – но и сумел вдохновить нас на выбор профессии – мы с братом тоже стали химиками. Но эту книгу я хочу по-

святить главным образом маме. Именно она оказала на меня наибольшее влияние; именно она приняла решение остаться дома, чтобы со всей любовью и полной самоотдачей заботиться о детях. Именно она каждый день меня ласкала, поддерживала и мотивировала. Именно благодаря ее материнской самоотверженности на протяжении долгих лет я стала тем, кто я есть. Не будь мамы, эта книга никогда не была бы написана. Если она вам понравится, поблагодарите за нее мою маму.

Предисловие

Я была некрасивым ребенком. Родившись с желтухой, отказывалась от любой еды и питья. Встревоженные родители старались запихнуть в меня как можно больше еды, даже когда болезнь осталась давно позади, поэтому младенцем я была чертовски толстым. Мои первые волосы сформировались в прическу с асимметричными проплешинами, из-за чего я походила на старичка. Но для родителей я, конечно же, оставалась самым прелестным ребенком на свете.

Будучи химиком по профессии, я порой испытываю к этой науке чувства, какие, наверное, испытывает мать к своему уродливому дитяти, красоту которого может разглядеть лишь она одна. Для большинства людей химия – это что-то вредное, ядовитое, синтетическое. Или же нелюбимый школьный предмет, от которого так просто не отвертеться. Убедить этих людей в том, что мое дитя прекрасно, – та еще наука.

А некоторые вообще не имеют никакого представления о химии. В лучшем случае делают большие глаза и растерянно спрашивают:

– А что такого особенного – эта самая химия? Иногда мне хочется взять такого собеседника за плечи, хорошенько встряхнуть и прокричать:

– ВСЁ! Химия – это ВСЁ!

Одной из моих первых ассоциаций с этой наукой стала вкусная еда. Ведь отец у меня не только химик, но и превосходный кулинар. Именно он рассказал мне, что все химики умеют хорошо готовить. А тот, кто не умеет, считает он, не может быть хорошим химиком. Когда в 13 лет я стала проявлять интерес к косметике, он и здесь смог все разъяснить. Например, что такое красящие пигменты, как действует лак для объема волос, какое значение pH у крема для лица. Так получилось, что химия всегда была частью моей повседневной жизни.

С тех пор как я выучилась на химика, меня уже не спасти. В любых обстоятельствах – пью ли кофе, чищу зубы или занимаюсь спортом – я думаю об аденозиновых рецепторах, фторидах и ферментах в обмене веществ. Гуляя на солнышке – о меланине и витамине D, когда варю макароны – о температуре кипения и структуре крахмала. А готовлю я, кстати, очень даже неплохо, иначе не была бы хорошим химиком.

У многих людей весьма своеобразное представление не только о самой химии, но и о тех, кто ею занимается. Часто слышу, что по моей внешности не скажешь, что я химик. Телесериал «Теория большого взрыва» в немалой степени способствовал тому, что нас, зануд-«ботаников», стали признавать в приличном обществе, но, с другой стороны, закрепил и многие клише – например, что профессиональная компетенция и навыки социального общения ка-

тегорически взаимоисключают друг друга. Это лишь один из множества стереотипов, с которыми мы, ученые, вынуждены бороться. Ученые – это неведомые существа, обитающие в лабораториях или среди книжных полок. Никто не знает, как мы выглядим, есть ли у нас какие-то хобби или даже друзья. А что, ученые – это тоже всего лишь люди? Ну-у-у... Кто их знает...

Работая над докторской, я решила приоткрыть завесу тайны, окружающей жизнь ученых, и запустила свой канал на YouTube – *The Secret Life of Scientists*, или «*Тайная жизнь ученых*». В своих видеороликах мне хотелось представить науку в лицах и объяснить, что крута не только она сама, но и ученые. Эта миссия обернулась весьма сложным исследовательским проектом, над которым я работаю по сей день. Теперь у меня на YouTube транслирующийся по радио канал *maiLab*, а на телеканале WDR¹ я веду программу *Quarks*.

Но почему теперь еще и книга? А потому, что я хочу дать себе волю выпустить пар по полной программе. Эта книга – приглашение в мир моих идей и мыслей как ученого-химика и одновременно возможность заглянуть в мою повседневную жизнь как научного журналиста и ведущей с YouTube. Но самое главное – я хотела бы, чтобы эта книга позволила вам ближе познакомиться с химией и дать шанс попасть под ее неотразимые чары. И если меня не обманывает вера

¹ Westdeutscher Rundfunk («Вестдойчер Рундфунк») – телерадиокомпания земель Северный Рейн – Вестфалия. – Прим. науч. ред.

в человечество и людскую любознательность, то по прочтении этой книги вы не только признаете, что химия – это действительно ВСЁ (вот ведь удивительно, не правда ли?), но и, возможно, даже согласитесь с тем, что эта наука прекрасна.

1. ОХР – обсессивно-химическое расстройство



Др-р, др-р-р, др-р-р-р-р-р!

От страха я чуть не вываливаюсь из постели. Сердце колотится у самого горла.

В полном негодовании хочу прокричать «Маттиа-а-а-ас!», но мой речевой аппарат, кажется, еще не проснулся, а организм пребывает в странном состоянии между полусном и готовностью к ближнему бою. Я бросаюсь на Маттиаса, вернее сказать, на его мобильник и, размахивая руками, пытаюсь заткнуть этот жуткий трубный глас. Проклятье, всего лишь шесть утра!

У Маттиаса ужасная привычка как минимум дважды в неделю вставать практически по ночам и идти на пробежку. А для меня это, к сожалению, означает, что приходится просыпаться незадолго до мужа, чтобы день не начинался сражением с гормонами стресса.

Я люблю пробуждаться по утрам от нежного и трепетного звука колокольчиков – будто фея пролетела, иначе проснусь с усиленным сердцебиением. А Маттиасу для пробуждения нужно по меньшей мере 100 децибел – и это ужасное «Др-р-р-р». Поэтому я, как правило, ставлю свой будильник на минуту раньше его, чтобы ментально подготовиться к стрессу. Но в этот раз я ничего не знала о спортивных планах мужа.

Я раздвигаю шторы, чтобы понизить уровень мелатонина у Маттиаса.

– Маттиас, – наконец выдавливаю я.

– М-м-м-м, – бурчит все еще полусонный муж.
Невероятно...

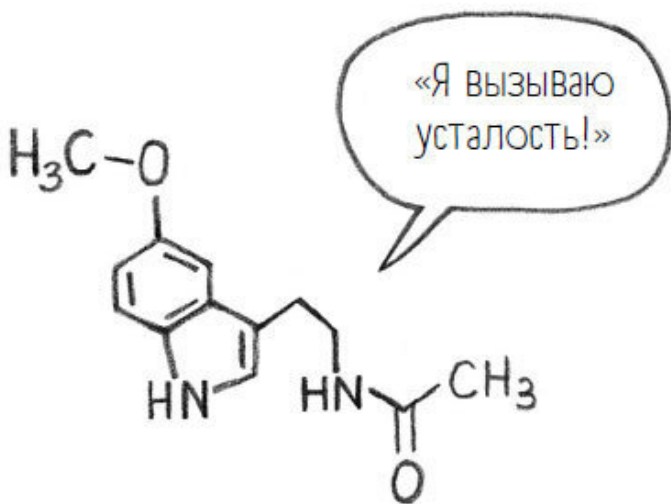
* * *

Молекулу **мелатонина** еще любовно называют гормоном сна. Он образуется в маленькой шишковидной железе, или эпифизе, располагающейся в четверохолмии среднего мозга. Прозвище «гормон сна» возникло неслучайно, ведь мелатонин играет важную роль в циркадном, или циркадианном, ритме – от латинского *circa dies*, что значит «круглые сутки», то есть в нашем внутреннем ритме сна и бодрствования. Синтез и секреция мелатонина зависят от освещенности: избыток света снижает его образование, а недостаток – увеличивает². Понизить концентрацию мелатонина обычно помогает свет. Вот и на Маттиаса свет все-таки потихоньку повлиял.

Видеть окружающий мир разложенным на молекулы – это мое наваждение, впрочем, весьма приятное. Назовем его ОХР – по ассоциации с аббревиатурой, обозначающей обсессивно-компульсивное расстройство, но тут она будет расшифровываться как обсессивно-химическое расстройство. Когда я задумываюсь о том, как воспринимают окружающий мир не химики, которые вообще не думают о молекулах, мне

² Днем тоже можно чувствовать себя уставшим, даже если солнце светит в глаза. – Прим. науч. ред.

кажется, что жизнь их печальна. Они и не подозревают, как много упускают. Ведь все самое интересное можно объяснить именно с помощью химии. Ну и в конечном счете каждый из вас, читающих эти строки, есть не что иное, как скопище молекул, читающее о молекулах. А химик – это скопище молекул, думающее о молекулах. В этом есть уже что-то почти философское.



Мелатонин

Ну и каково оно – мое утро, которое я рассматриваю в

молекулах?

То, в каком состоянии мы проснемся поутру, зависит прежде всего от двух молекул. Одной из них – мелатонина – нам нужно меньшее количество, а вот другой должно быть больше: речь идет о гормоне стресса **кортизоле**. Во второй половине ночи он вырабатывается особенно активно, а пик приходится на раннее утро. Затем в течение дня уровень кортизола постепенно снижается, достигая самого низкого уровня в первой половине ночи.

«Гормон стресса» звучит не очень позитивно, но в умеренных количествах он помогает нам поутру приступать к активным действиям. Благодаря этой дополнительной услуге организму обычно даже не требуется будильник.

Пресловутый трубный глас «Др-р-р-р» был для меня излишним, вызвав настоящую реакцию «бей или беги» – проверенную веками хитроумную систему оповещения на случай угрозы жизни.

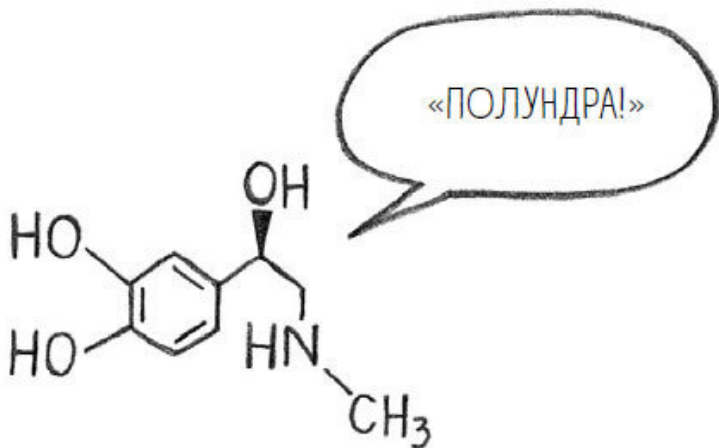
Вообще-то стресс, как и боль, – на самом деле реакция организма, всячески им приветствуемая. Боль дает знать о неполадках, а стресс может помочь, когда речь идет о спасении жизни. Представьте себе: вы в каменном веке и встречаете на пути саблезубого тигра. (Правильнее сказать «саблезубую кошку», но пусть будет «тигр» для пущей драматичности.) Если организм тут же не выбросит изрядную дозу гормонов стресса, позволяющих мгновенно среагировать, вы так и останетесь стоять дурак дураком. А мгновен-

ная реакция, вызываемая гормонами, – это как раз либо копье наперевес («бей»), либо, не мешкая, на ближайшее дерево («беги»)! Впрочем, есть еще и третий тип реакции – «замри».

Мы должны исходить из того, что в саблезубом тигре тоже происходит реакция «бей или беги». Еще не выяснено, питались ли доисторические саблезубые тигры людьми. Все же люди тогда тоже были хищниками, и подобная встреча, скорее всего, представляла собой столкновение двух охотников, внушавших обоюдный страх. Как бы то ни было, реакция «бей или беги» старше самого человека, и в качестве системы оповещения она «предустановлена» у многих животных. А как действует эта система? С помощью молекул, естественно.

Таящиеся в нашем организме молекулы должны быть возбужены каким-то запускающим механизмом. В каменном веке таковым мог оказаться, наверное, саблезубый тигр, а в наше время им может стать монстр в виде будильника моего мужа Маттиаса. Акустический сигнал «Др-р-р-р» побуждает нервный импульс выстреливать из головного мозга и через спинной устремляться прямо в надпочечники, которые наряду с шишковидной железой (эпифизом) относятся к ряду важнейших производителей гормонов. Добравшись до надпочечников, этот нервный импульс провоцирует выброс **адреналина** – наверное, самого известного гормона стресса. Адреналин попадает непосредственно в кровеносные сосу-

ды, по которым добирается до различных органов. Гормон – это не что иное, как сигнальное вещество, то есть молекула, передающая важные послания. В этом случае послание таково: ПОЛУНДРА!



Адреналин

В то время как адреналин вихрем мчится по кровеносным путям, но так же быстро и исчезает, к борьбе со стрессовой ситуацией подключается еще один гормон – **АКТГ** (*адренокортикотропный гормон*). Он образуется в гипофизе и по системе кровообращения отправляется в надпочечники –

базовый лагерь военной кампании «бей или беги».

Едва успев прибыть на место, АКТГ запускает целую цепочку химических реакций. Мне нравится представлять себе это действие в виде типичной киношной батальной сцены. Адреналин-провозвестник поднимает тревогу, а АКТГ выступает в роли военачальника, который, подняв сжатую в кулак руку, издает первый боевой клич, мобилизует армию и ведет ее в битву. В заключение в кровь вбрасывается второй гормон стресса, кортизол, и тоже прокладывает путь к различным органам.

Гормоны могут вызывать множество телесных реакций. К реакции «бей или беги» среди прочих относятся учащенный пульс, усиленное кровоснабжение мышц (чтобы была физическая возможность драться или драпать) и ослабленное – пищеварительной системы (мол, бросай все это, нам есть чем заняться), углубленное дыхание, расширенные зрачки, приливы пота, гусиная кожа и обострение внимания.

Теперь, когда я испытала все эти телесные реакции в ответ на выброс гормонов, сон у меня, естественно, как рукой сняло, но само ощущение, что жизнь в опасности, далеко не из приятных. Ни в коем случае не могу винить в этом молекулы, ведь наш организм действует по химическим законам, нацеленным на выживание. Гормонам стресса невдомек, что будильник Маттиаса моей жизни не угрожает. Они хотят помочь – только и всего.

Вот ведь как глупо получается: современная жизнь

полна стрессов – в школе, на работе, в межличностных отношениях. Но лишь очень малая их часть может на самом деле угрожать жизни – по крайней мере, не все они представляют непосредственную угрозу. Хронический стресс непременно сказывается на здоровье. Чтобы мы окончательно не свихнулись, у системы борьбы со стрессом, к счастью, есть отрицательная обратная связь, благодаря чему организм не впадает в оголтелую панику. Ко всему прочему на это влияет и кортизол – гормон стресса с самодисциплинирующим началом. Вспомните: адреналин пробегает по кровеносным путям единой дугой, после чего быстро исчезает; кортизол дольше остается в системе и в итоге способствует торможению выброса гормона АКТГ, задерживая тем самым и образование самого себя.

Моя идеальная утренняя «химия» могла бы быть такой: пока я еще безмятежно сплю, первые лучи солнца, проникая сквозь веки, попадают на сетчатку глаз – зрительный нерв соединяет сетчатку с мозгом, и теперь там, в шишковидной железе, тормозится образование гормона сна мелатонина. Из-за связи шишковидной железы со зрительным нервом ее иногда называют третьим глазом. Несколько эзотерическое название, но что-то в этом есть. У амфибий шишковидная железа действительно служит третьим глазом, поскольку непосредственно воспринимает свет.

Вернемся к моему мирному утру: итак, уровень мелатонина потихоньку падает, и одновременно выбрасывается ком-

фортное организму количество кортизола. В идеале человек таким образом просыпается сам.

Маттиас очень восприимчив к свету, когда речь идет о сне, поэтому никогда не спит без маски для сна. При таком блокировании попадания дневного света на сетчатку уровень мелатонина по утрам понижается у него не столь быстро. Искусственно создаваемая темнота, как и искусственный свет, нарушает наш циркадный ритм. В нашей современной жизни хватает и того и другого, что сбивает внутренние часы. Мне кажется, что Маттиасу вообще не понадобился бы громкий будильник, откажись он от маски для сна. Но сам Маттиас считает, что у него чувствительная мелатониновая система и без этой штуки на лице он не будет высыпаться.

Нам обоим трудно аргументировать свои точки зрения, потому что мелатонин, возможно, вообще не гормон сна. В действительности у него очень много функций: регуляция деятельности нервной системы, периодичности сна, работы мозга и пищеварительного тракта и т. д. Так, у ночных животных уровень мелатонина в темное время суток тоже повышается, и в этом случае его скорее можно было бы назвать гормоном бодрствования. А организмы лабораторных мышей вследствие генетических мутаций часто практически перестают образовывать мелатонин, и те все же преспокойно спят. Вот это поворот! Так что же, мелатонин не утомляет? Ну а с другой стороны, в различных научных исследованиях было доказано, что мелатонин помогает при бессонни-

це и позднем засыпании. Хм... И что теперь? **Ученые, исследующие проблемы сна, еще не пришли к единому мнению, как именно мелатонин связан со сном.** А пока нет ясности, действительно ли мелатонин вызывает усталость, мы с Маттиасом обречены на бесконечные споры из-за его маски для сна.

Видите ли, уже в первой главе я хочу довести до вас вот какую мысль: если хотите понять науку, нужно отвыкнуть искать простые ответы. Поначалу это кажется сложным, но я обещаю: научное мышление этот мир скучным не делает. Напротив, добавляет ему красок и в буквальном смысле наполняет чудесами. Давайте же пока что сойдемся на том, что мелатонин – это не гормон сна, а скорее «ночной гормон», переводящий на язык организма то, что видят глаза: за окном темнеет.

Пролить свет на предмет наших с Маттиасом споров может лишь долгосрочный опыт (в буквальном смысле – свет, попадающий на сетчатку глаз моего мужа). Проблема в том, что эксперименты с двумя участниками статистически недостоверны, поэтому пока нам остается только дискутировать.

* * *

Я иду на кухню приготовить себе кофе. Идеально, конечно, выпивать первую чашку не раньше, чем через час после подъема. Ведь организм уже получил порцию корти-

зола, действующего как пробуждающее средство, а кофеин может повысить его уровень. Прекрасно, скажете вы, тогда свой естественный утренний уровень кортизола я одобряю еще и порцией кортизола кофейного! Увы или к счастью, но с нашим организмом так не сработает, поскольку он во всем любит сбалансированность. Следует учитывать, что со временем он привыкнет к взрывной кофейной дозе поутру и откорректирует предоставление утренней антистрессовой услуги. Поэтому лучше подождать спада эндогенного выброса кортизола – это произойдет примерно через час, – а потом уже пить кофе.

Но поскольку сейчас у меня ощущение, будто весь утренний заряд кортизола испарился за минуту, я все же прибегаю к кофе, чтобы противостоять накатившей на меня усталости.

Если вам сейчас не жарко, налейте себе чашку кофе, чая или другого горячего напитка на выбор, и можете потягивать его, читая следующие страницы. Ведь нет ничего лучше теплого напитка, если хотите увидеть мир, разложенный на молекулы. Когда я ставлю на стол чашку с дымящимся кофе, стол под ней вскоре тоже нагревается. А если немного подождать, кофе остынет. Вы когда-нибудь задавались вопросом, куда вообще уходит тепло?

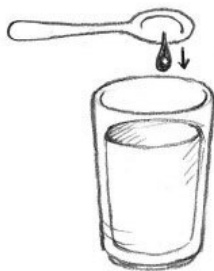
Так мы вплотную подошли к одной из моих любимых тем: модели частиц. Казалось бы, звучит не очень интересно, но погодите – гарантирую, такой взгляд на вещи вас увлечет. Суть модели в том, что любое вещество во Вселенной со-

стоит из частиц. Это могут быть атомы или молекулы. Не обязательно знать, что именно это за частицы. Несмотря на столь упрощенный подход, с помощью этой модели можно частично (ха-ха, вот вам и частицы) описать наш мир, причем сделать это на удивление хорошо. Начнем, например, с моей чашки кофе.

Итак, когда пью кофе, я пью его частицы. Или это могут быть частицы чая – все зависит от того, какой выбран напиток. Давайте представим себе эти частицы в виде крошечных невидимых шариков. В основном это молекулы воды, немного кофеина (кстати, в чае он тоже содержится) и еще несколько прочих, например ароматических. Все они находятся в постоянном движении. И это можно наблюдать, пусть даже сами молекулы разглядеть невозможно.

Каким образом? Очень просто: налейте в стакан воду из-под крана и добавьте туда две-три капли кофе (нагляднее было бы с чернилами, но сейчас мы о напитках). Даже если вы оставите стакан спокойно стоять на столе, это лишь вопрос времени, когда капля кофе растворится в воде даже без размешивания. Допустим, пока это не то наблюдение, которое могло бы ошеломить. Но только представьте себе, что же там на самом деле происходит! Там же такая сумасшедшая толкотня, просто дым коромыслом стоит, ну чисто безумная вечеринка! На эту невидимую тусовку частиц я и хочу вас пригласить, ведь именно здесь начинается химия.

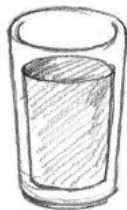
ДОМАШНИЙ ОПЫТ № 1



Добавляем каплю кофе
или чернил в стакан
с водой



Безумная
вечеринка



Кофе или чернила
распространяются по всему
стакану воды

Кстати, стакан, кофейная чашка, стол, пол, воздух и, разумеется, мы с вами – все это состоит из частиц. И все они тоже в движении! **Ничего даже похожего на состояние покоя практически не существует. Именно в этот конкретный момент повсюду – в вашей чашке, под ногами и в теле – в разгаре безумная вечеринка, мы просто не можем ее видеть.**

Тут вы можете резонно заметить: зачем представлять себе мир состоящим из крошечных частиц, если мы все равно их не видим (мало того что это просто круто, ну, по крайней мере, я так считаю). А вот зачем: представляя мир таковым, можно, например, проследить, как возникают разные **агре-**

гатные состояния. Состояние вещества – **твердое, жидкое** или **газообразное** – зависит от того, насколько подвижны составляющие его частицы.

Моя кофейная чашка твердая, потому что ее частицы способны двигаться лишь самую малость – молекулы или атомы твердого тела сохраняют свое положение неизменным благодаря сочетанию температуры и давления. Твердые тела могут иметь кристаллическое и аморфное строение. О химических соединениях мы еще поговорим подробнее, а пока давайте представим себе скопище молекул при помощи такого сравнения: вы на рок-концерте, стоите в толпе людей и едва можете пошевелиться. Но, конечно же, все-таки двигаетесь, насколько это возможно. Примерно то же самое происходит с частицами твердого вещества, например того, из которого сделана ваша кофейная чашка.

В чашке жидкое содержимое – кофе; его частицы уже подвижнее, даже если еще сильно между собой взаимодействуют. В примере с концертом жидкое состояние – это если бы вы находились перед сценой, где все дергаются и прыгают. Но самые необузданные молекулы – в газообразном веществе, например во вдыхаемом нами воздухе. Они двигаются без оглядки на соседей. Тут уж концертную площадку пришлось бы увеличивать во много раз, чтобы все зрители могли свободно бегать и кувыркаться, не мешая остальным делать то же самое.

Агрегатное состояние вещества зависит от сочетания тем-

пературы и давления. Самый простой и знакомый всем пример – вода. Если разогреть твердую воду, то есть лед, он растает в жидкость. При дальнейшем нагреве вода обратится в пар, вещество станет газообразным. А при попадании на прохладную поверхность, например на зеркало в ванной комнате, водяной пар конденсируется, то есть снова становится жидким. Если мы продолжим охлаждать воду, она когда-нибудь застынет в лед.

Вам же понятно, к чему я веду? К тому, что у меня припасено для вас нечто, что может вынести мозг: **температура – это не что иное, как движение частиц. Чем горячее, тем быстрее; чем медленнее, тем холоднее.** Круто же иметь молекулярное определение температуры, верно? Вы не находите, что это занятнее, чем температура на термометре?

Теперь в наблюдении за чашкой с поднимающимся паром можно увидеть гораздо больше смысла: кофе горячий, а значит, молекулы воды двигаются быстро и сталкиваются друг с другом. Те, что испаряются, весьма проворны: им требуется столько места, что, обуреваемые двигательным возбуждением, они покидают чашку и переходят в газообразное состояние.

А как же тепло передается от кофе чашке, а от нее – кухонному столу? Это происходит из-за столкновений между частицами и вследствие передачи кинетической энергии. Вот как это выглядит: мельтешащие в чашке частицы

то и дело наталкиваются на стенки. В свою очередь частицы чашки, двигаясь все быстрее и все сильнее вибрируя, наталкиваются на частицы кухонного стола, раскачивая их. А поскольку тепло всегда передается по направлению к более прохладному месту, стол под чашкой нагревается.

Теперь мы понимаем, почему кофе когда-нибудь остывает – именно по той же причине, по которой с течением времени остановится приведенный в движение маятник.

При каждом столкновении частицы взаимно тормозят одна другую, и так до тех пор, пока все не обретут комнатную температуру – иными словами, «комнатную скорость».

Все частицы, как и вся Вселенная со всем своим содержанием, подпадают под действие первого закона термодинамики. Его можно соотнести с законом сохранения энергии, который гласит: она не исчезает бесследно и может быть только преобразована. Другими словами, энергия всегда постоянна. Если одна частица получила дополнительную энергию, это значит, что то же количество в каком-то другом месте убыло. Когда частица, столкнувшись с другой, передает ей свою энергию, эта другая частица ускоряется, а отдавшая энергию должна замедлиться. Иначе получалось бы, что энергия возникала бы из ничего, а так не бывает. Согласно законам термодинамики, уничтожить энергию тоже нельзя – вот почему физики и химики, бывает, негодуют, услышав расхожую фразу о «растрачивании энергии». (Если среди ваших знакомых есть физики или химики, попробуйте при них упо-

требить это выражение.)

* * *

Прежде чем продолжить рассказ о своем дне, хочу поделиться еще одним умозрительным экспериментом в связи с моделью частиц. Возможно, это самое интересное: где бы вы сейчас ни находились, вам будет казаться, что окружающие предметы на ощупь разной температуры. При этом в закрытом помещении температура у всех предметов одна – **комнатная**. Но почему же тогда металлическая ложка явно холоднее деревянного стола?

Ну да, есть кое-что в этой комнате не комнатной температуры, и это что-то – ваше тело. У него она выше (во всяком случае я надеюсь, что это так). **И то, что вы чувствуете, прикасаясь к ложке или к кухонному столу, не что иное, как тепло вашего собственного тела!** Если ваше тепло уходит быстро, предмет кажется холодным на ощупь, а если медленно – теплым.

Когда я беру в руку ложку, частицы моего тела сталкиваются с ее частицами и приводят их в движение. Чем быстрее колеблются атомы металла в ложке, тем теплее она становится. Металл – хороший проводник тепла: частицы моего пальца сталкиваются с частицами металла, и это движение распространяется по ложке. Хорошая теплопроводность металла обусловлена особенностями его химических соедине-

ний. С ними мы ближе познакомимся в *главе 8*. А пока представьте себе конструкцию для лазания из канатов, какие бывают на детских площадках. Когда ребенок раскачивается на одном из канатов, это движение быстро передается всей конструкции. Ребенок, находящийся на другой ее стороне, тоже будет раскачиваться. По закону сохранения энергии движение прыгающего ребенка будет одновременно гаситься: передавая свою кинетическую энергию сетке из канатов и другому ребенку, сам он замедляется. Его движение амортизируется. Говоря языком термодинамики, он замедляется, его запас энергии уменьшается, то есть он охлаждается.

А бывают еще конструкции из твердых балок. Когда ребенок лазает по ней, это не сильно воздействует на его товарища по играм. Движения почти не амортизируются, и их энергия никуда не передается, поэтому сам он (с точки зрения химии) быстрее, а следовательно, теплее. Эти конструкции делают из материалов, плохо проводящих тепло, например из дерева. Положив руку на деревянный стол, вы приведете в движение только те его частички, которые находятся в непосредственной близости от руки. По дереву колебания и движение частичек хорошо передаваться не будут. И на ощупь деревянный стол окажется теплее, чем металлическая ложка.

Поняв, что температура есть не что иное, как движение частиц, можно лучше понять **второй закон термодинамики**. Он гласит: тепло всегда передается от теплого к холод-

ному, но никак не в обратном направлении.

Если вы поставили бутылку колы в ведро со льдом, то не холод будет передаваться ото льда к бутылке, а наоборот: тепло от бутылки будет переходить к кубикам льда, они будут нагреваться, а бутылка – остужаться.

Теперь, вооруженные этим знанием, в следующий раз, услышав от кого-то фразу «закрой окно, оттуда холод», вы не оставите эту формулировку без внимания и заметите: «Ты имеешь в виду, тепло уходит?»

А если ваш слух заденет чья-нибудь фраза насчет «разбазаривания энергии», вот вам шанс выступить в роли истинного «ботана». Да, ведь только что вы прошли вводный курс в **физическую химию**. Поздравляю! Возможно, даже кофе еще допить не успели.

* * *

На кухню входит Маттиас и ласково гладит меня по голове.

– Прости, забыл сказать, что собираюсь сегодня на пробежку.

– Да ладно уж! – отвечаю я. – Мне так и так придется снова настраивать ритм сна.

Теоретически я подкована, но мне все же больше нравится высыпаться по выходным, чем каждые субботу-воскре-

сенье загонять себя в социальный джетлаг³. Конечно, мой циркадный ритм не может делать различий между рабочими днями и выходными. Ну да, выходные – дело хорошее, но это современный социальный конструкт, к которому наш организм пока что не очень приспособился. Естественный уровень мелатонина по-прежнему в той или иной степени зависит от солнца, но на восходе я чувствую себя жутко уставшей: слишком поздно ложусь спать. Постоянно возникающие ложные раздражители и соблазны – кофе, искусственный свет, громкие будильники и мобильники – и сбивают организм с толку. Ученые смогли установить, что неделя, проведенная на природе в палатках, возвращает мелатониновый цикл к солнечному времени. Жаль, что я не любительница туризма с палатками.

Но вот что на самом деле странно: наши внутренние часы в принципе работают и без света. Так уж устроен человек, что его внутренние часы с небольшими отклонениями настроены именно на сутки в 24 часа. Свет помогает настраивать эти часы – проще говоря, синхронизировать дни и приспособляться, например, к джетлагу.

В 2017 году Нобелевскую премию в области медицины получили трое американских ученых, расшифровавших механизм работы внутренних часов человека. Для наблюдений

³ Синдром смены часового пояса, рассогласование циркадного ритма человека с природным суточным ритмом, вызванное быстрой сменой часовых поясов при авиаперелете. – Прим. ред.

они держали плодовых мушек – дрозофил – в двух камерах, которым дали названия «Нью-Йорк» и «Сан-Франциско», потому что в них имитировалась освещенность, соответствующая солнечным ритмам этих приморских городов. Дрозофил периодически сажали в «самолет» (то есть в банку), и они перелетали в другой «город». Ученые отслеживали, как дрозофилы приспосабливались к трехчасовому джетлагу.

Выяснилось, что на внутренние часы существенно влияют два гена. Когда дело касается генов, химия становится особенно увлекательной! Наша **ДНК** не только сама является молекулой, но и способствует образованию других жизненно важных молекул.

В генах закодирована вся необходимая для нашей жизни информация, в том числе и о внутренних часах. Этот код можно считывать и расшифровывать благодаря тому, что гены запускают производство различных **белков**. Иными словами, **в генах заложен план, а белки его воплощают**. (Белки – это такие хитроумные молекулы, о которых мы еще поговорим подробнее.)

Итак, эти два «часовых» гена образуют два «часовых» белка⁴.

С течением дня концентрация этих белков растет. Затем эти двое соединяются в единое целое, и такой командой они в состоянии затормозить образование самих себя. Да, вы правильно прочитали, именно так: белки образуются с

⁴ Механизм этого процесса гораздо сложнее.

целью остановить производство самих себя. Они достигают этого тем, что обеспечивают неспособность своих генов быть считанными. Как и в случае с кортизолом и стрессом, мы имеем дело с отрицательной обратной связью. Концентрация «часовых» белков падает, когда перестают образовываться новые. В конечном счете их концентрация понижается настолько, что считывание генетического кода перестает тормозиться, и образование белков начинается заново. И весь этот цикл длится как раз 24 часа. Так что смена дня и ночи закодирована в наших генах.

Впрочем, у меня такое чувство, будто с моими генами что-то не так. Я уверена, что мой организм создан для 30-часового дня – мне и день бы подлиннее, и сна намного больше. Хорошо бы когда-нибудь обследоваться на этот счет.

* * *

– Мне надо идти, – говорит Маттиас.

Мой мобильник вибрирует, пришло сообщение. Странно, это Кристина. В такое время и не спит? «Кажется, Йонасу конец», – пишет она. «Сейчас перезвоню», – отвечаю я.

Маттиас, уже одевшийся для пробежки, еще раз просовывает голову в открытую дверь и спрашивает, брать ли ему ключ.

– Не надо, – говорю, – закрой дверь, а то тепло уходит.



2. Смерть от зубной пасты



– Ты где сейчас? – спрашиваю я, когда Кристина наконец отвечает на звонок.

– На пути в лабораторию. – Судя по голосу, она раздражена.

– Так что там с Йонасом?

– Я как раз у него была, – фыркает она.

– Значит, ты у него ночевала? И как?..

– Май, он пользуется НАТУРАЛЬНОЙ ЗУБНОЙ ПАСТОЙ, – перебивает она мой вопрос.

– Чего-чего?

– Без фторидов.

Вот те раз, думаю я. Йонас – очень симпатичный физик, с которым у Кристины буквально две недели назад завязался роман. Вообще-то мы и раньше знали его через общего приятеля Ханнеса, тоже физика. Кристина Йонасом особенно не интересовалась, хотя он очень привлекательный. Я бы назвала свою подругу сапиосексуальной, то есть эмоционально и физиологически ее привлекают только умные партнеры. С тех пор как Ханнес как-то упомянул, что Йонас «семи пядей» и каждый семестр был лучшим из студентов, Кристина вдруг резко на него запала. Тем более что за ужас: он чистит зубы пастой без фторидов!

– Ты уверена? – спрашиваю я. – Может, дело в тубике? Нынче это модный маркетинговый прием – все якобы «био». И есть же, наконец, растительная зубная паста с фторида-

ми...

– Нет, там на тюбике большими буквами написано: «БЕЗ ФТОРА». И состав я тоже прочитала.

– Ясно. Ну и что же тут такого, если в пасте нет фторидов? Их ведь чем-то можно заменить? Ты подумала...

– Об этом сейчас речи не идет, – снова перебивает меня Кристина.

Ой-ой-ой. Если у нее нет желания даже поразмышлять о составе, дело действительно швах.

– Полный облом. Думаю, Йонас для меня умер. Ничего себе диагноз: «смерть от зубной пасты», подумала я. По иронии именно то, чего Йонас как раз и опасается.

– Ну ты его хотя бы спросила? Может, не заметил, когда покупал.

– Он говорит, фториды обызвествляют эпифиз. И при этом он даже не знает точно, где эпифиз находится!

Ну да, физики же – не химики, подумала я.

– Гидроксиапатит, – вдруг без всякой связи говорит Кристина.

– Что?

– Заменитель фторида в этой зубной пасте на травах, – фыркает она. – Обхохочешься.

– Ты имеешь в виду тот самый гидроксиапатит, как в зубной эмали?

– Да! И почему это только разрешено, не понимаю.

– Интересно, – говорю я.

– А ты запиши видео на эту тему, – предлагает Кристина. – Я сейчас в лаборатории. Позже поговорим.

Видеоролик о фторидах и зубной пасте – действительно неплохая идея. Многим кажется странным, что я училась на химика, писала диссертацию – и все для того, чтобы теперь делать что-то там для средств массовой информации. Но я поступаю так по убеждению. Чтобы служить человечеству, ученый не обязательно должен заниматься только лабораторными исследованиями. Не менее важно о науке говорить. Потому что непрофессионалам и в самом деле чертовски трудно получить доступную пониманию и в то же время корректную информацию. В Сети полно всякого – от полуправды до откровенной чуши, – и все это впаривается с пугающей убедительностью. Надежную информацию можно найти в специальной литературе, а результаты последних исследований – в научных журналах, но читать эти источники – просто страшный сон, даже специалистам они порой не по зубам. Наука – как элитарный клуб с тайным зашифрованным языком. Конечно, есть смысл в том, чтобы эксперты общались между собой на профессиональном языке. Но, с другой стороны, это вообще-то абсурд: не-специалистам этих публикаций не понять, а ведь подумайте – большая часть исследовательских работ финансируется из государственных средств. И получается, что налогоплательщики не могут понять, на что именно уходят их деньги. Поэтому я считаю, что и на YouTube, и на телевидении могло бы быть больше уче-

ных-популяризаторов, чтобы «переводить» с языка науки.

* * *

Пока я тут спокойно завтракаю, давайте для разминки начнем с различий между фторидом и фтором. Я сейчас жарю яичницу, это как раз будет в тему моей тефлоновой сковородки – держите это в голове, а я пока сделаю разбег, дав предварительную информацию.

Фториды – это соединения фтора с другими элементами. Взгляните на периодическую систему элементов (она, кстати, приведена в конце этой книги). Фтор (обозначен буквой F) вы найдете в группе VII; входящие в эту группу элементы называют **галогенами**. Фтор – это газ, напоминающий запахом всем известный бассейновый галоген – **хлор**. Надеюсь, однако, что вам никогда не доведется его понюхать, потому что фтор чертовски опасен.

Почему я говорю «чертовски опасен»? Да потому что **даже самые мизерные количества газа фтора, если будут содержаться в воздухе, вызовут у человека ожог глаз и легких**. Столь агрессивные свойства обусловлены высокой реактивностью этого газа. Здесь действует правило, в общих чертах звучащее так: чем проще и быстрее вещество вступает в химическую реакцию с другим веществом, тем менее оно поддается контролю и, следовательно, тем опаснее. Существуют и другие причины, почему субстанция мо-

жет быть опасной и токсичной, но об этом позднее.

Так вот: при реакции с водой фтор образует **фтороводородную, или плавиковую, кислоту**⁵. Термин под стать жутким свойствам кислоты: случайно попав на руку, она не только сожжет кожу, но и, просочившись до самой кости, растворит ее. По сравнению с ней другие опасные кислоты, например соляная (соответствующая кислота хлора), представляются почти безобидными.

⁵ В промышленности фтороводородную кислоту получают другими реакциями: например, между фторидом кальция и серной или фосфорной кислотой или путем пиролиза фторида кальция водяным паром при высокой температуре. – Прим. науч. ред.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.