

БИБЛИОТЕКА ВУНДЕРКИНДА → НАУЧНЫЕ СКАЗКИ



Александр Никонов

# ФИЗИКА НА ПАЛЬЦАХ



ДЛЯ ДЕТЕЙ И РОДИТЕЛЕЙ, КОТОРЫЕ ХОТЯТ ОБЪЯСНЯТЬ ДЕТАМ

Наука для вундеркинда

Александр Никонов

**Физика на пальцах. Для  
детей и родителей, которые  
хотят объяснить детям**

«Издательство АСТ»

2021

УДК 087.5:53  
ББК 22.3

**Никонов А. П.**

Физика на пальцах. Для детей и родителей, которые хотят  
объяснять детям / А. П. Никонов — «Издательство АСТ»,  
2021 — (Наука для вундеркинда)

ISBN 978-5-17-135919-5

Понимаете ли вы теорию Стивена Хокинга и теорию относительности? Знаете ли и сможете ли доступно объяснить основы квантовой физики? Расскажите об открытии Марии Склодовской-Кюри? Хотите понять самую модную науку XXI века? Неважно, учите ли вы в школе или уже давно закончили ее. Если вы любознательный человек, то эта книга **ДЛЯ ВАС! САМАЯ ГЛАВНАЯ НАУКА – ЭТО ФИЗИКА!** Так начинается эту книгу известный публицист, популяризатор теоретической науки Александр Никонов. В формате a4-pdf сохранен издательский макет книги.

УДК 087.5:53  
ББК 22.3

ISBN 978-5-17-135919-5

© Никонов А. П., 2021  
© Издательство АСТ, 2021

# Содержание

От доброго автора	6
Часть I. Из чего же, из чего же, из чего же...	7
Глава 1. Откуда взялись атомы и зачем они нужны?	8
Глава 2. Что такое тепло?	26
Конец ознакомительного фрагмента.	27

**Александр Петрович Никонов**  
**Физика на пальцах. Для детей и родителей,**  
**которые хотят объяснять детям**

© Александр Никонов, текст

© Сергей Корсун, иллюстрации

© ООО «Издательство АСТ»

## От доброго автора

У моего знакомого есть сын лет шести. И вот однажды папа, пребывая в благодушном расположении духа, ему и говорит: «Ну, сынок, спроси меня что-нибудь, а я тебе отвечу!»

– Я-то по наивности думал, – рассказывал мне потом огорченный папа, – что он спросит меня, отчего ветер дует или еще какую-то ерунду, и я ему триумфально отвечу. Но он задал три вопроса: «Откуда взялся мир? Откуда взялась наша планета? Откуда взялись на ней люди?» И я понял, что моих знаний просто не хватит для ответа ни на один из этих вопросов.

Так вот, чтобы папы не подрывались, как на минах, на таких вопросах, а дети не ввергали своих родителей в подобный конфуз, я и решил написать серию книг, популярно отвечающих на подобные вопросы. Книга, которую вы держите в руках, – о физике.

Самая главная наука – это физика, друзья мои!

На физике, как на фундаменте, стоят все прочие науки, образуя своеобразную пирамидку наук – химия, биология, психология и пр. Потому что физика изучает основу основ – материю, из которой все в этом мире сделано.

А как называется ось этой пирамидки, на которую насаживаются разноцветные кругляшки наук?

Хороший вопрос! Ось пирамидки называется эволюцией.

И блинчики наук на эту ось нанизываются по степени усложнения вещества, которое они изучают, по мере продвижения от мертвой материи к мозгу и разуму. Внизу – физика. Выше – химия. Потом – органическая химия. Затем – биохимия. Потом биология. И заканчивается все науками, изучающими высшую нервную деятельность – нейрофизиология, психология... Но в базе всего лежит физика, так как все сделано из материи, а физика изучает именно ее. Потому я и назвал физику самой главной наукой.

При этом и самая страшная наука – тоже физика! Физику многие боятся, как огня, считая трудной. Однако понимание зависит от способа изложения. Я очень жалею, что в моем детстве не было такой книжки, как эта: если бы я ее прочитал, ходил бы в школу с радостью и интересом, а не отбывать 10-летний срок.

Думаю, мою книгу будут читать не столько взрослые, сколько дети, поэтому по мере изложения я буду обращаться именно к ним, так как дети важнее взрослых. Но эту книгу втайне рекомендуется прочесть и взрослым, чтобы не попасть впросак и не спастись при неудобных вопросах резко поумневшего ребенка.

Моя книга поможет детям не бояться физики и лучше успевать по этому предмету, а взрослым вернет в голову то, что туда недоложили в детстве из-за активного сопротивления. Кроме того, взрослым эта книга позволит по-иному взглянуть на мир. Впрочем, этой свойство всех моих книг.

Поехали?..

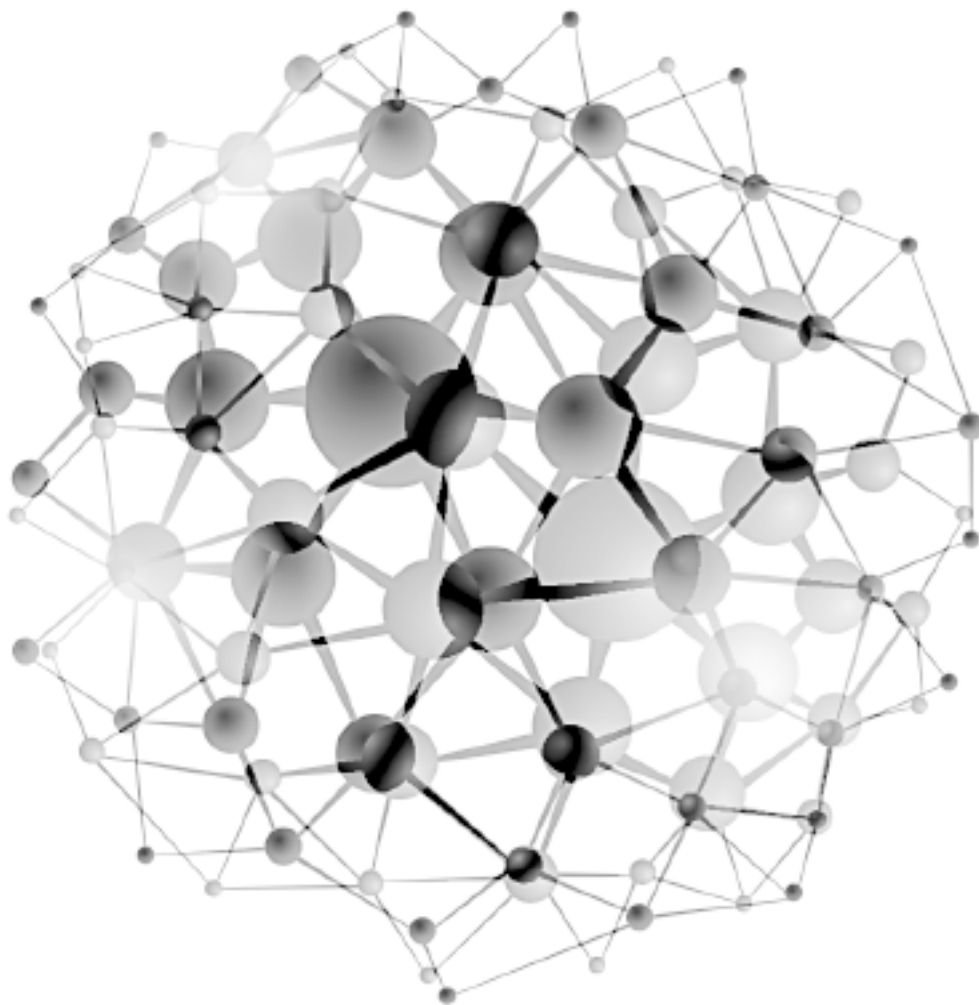
## **Часть I. Из чего же, из чего же, из чего же...**

Что такое свет? Почему не всякая радиация вредна? Почему небо синее, а закат красный? Из чего сделана молния и что такое огонь? Почему далекие предметы кажутся нам маленькими, а при сближении словно вырастают в размерах? Отчего светят звезды? Что такое время? Чем порядок отличается от беспорядка? Из чего сделано тепло? Почему, если предоставить какую-нибудь вещь самой себе, она когда-нибудь в конце концов разрушится? Что такое тепловая смерть?.. На все эти вопросы отвечает физика.

Обычно изучать физику начинают с механики. Видимо, потому, что так исторически сложилось, ведь человека окружает мир твердых тел, с них он и начал путь познания, набивая по дороге знаний шишки о те самые твердые предметы.

Но мы с вами начнем с элементарных частиц. То есть с азов – с тех мельчайших частичек вещества, из которого это вещество и складывается. Если вы не против, конечно...

## Глава 1. Откуда взялись атомы и зачем они нужны?



Атомы придумали древние греки. Так уж вышло, никто не виноват.

Впервые мысль о том, будто все вещество состоит из мельчайших неделимых частичек, выдвинули именно жители Древней Греции. И я вам по секрету скажу, большого ума для рождения этой идеи не требовалось! Древняя Греция – детство человечества. А любой ребенок в состоянии задуматься:

**что будет, если я начну вещество делить все дальше и дальше?**

Ну, например, кусочек сахара или мела? Неужели этот процесс будет происходить до бесконечности? Если до бесконечности, то есть до беспредельно ничтожных размеров, то фактически получается, что все вещество состоит из пустоты? Или все-таки когда-то я доберусь до самого маленького неделимого элемента вещества?

Но что значит неделимого? А если по нему ударить хорошенечко? Может, он и разделится, но уже не будет обладать свойствами указанного вещества – вот что имеется в виду.

**Кстати, а что такое свойства? И какие они бывают?**

Веществ разных в мире много. Есть камень, стекло, вода, железо, дерево, пластмасса... И у всех веществ разные свойства – твердость, цвет, плотность, хрупкость, способность проводить электрический ток, нагреваться и так далее.

Дерево плавает, а железо тонет. Дерево горит, а железо нет. Железо проводит электричество, а дерево нет. У железа высокая теплопроводность, попробуйте сунуть гвоздь в огонь – через очень короткое время он нагреется так, что его станет невозможно держать в руке. А вот горящую деревянную палочку (например, спичку) можно держать в руках долго – до тех пор, пока огонь не доберется до пальцев. Потому что у дерева теплопроводность очень низкая, очень плохо оно проводит тепло. А железо и все прочие металлы – отлично!

А кроме теплопроводности есть еще такое свойство, как теплоемкость. Это способность вещества накапливать тепло. Возьмите тонну воды и тонну золота и нагрейте градусов до 50 °С. Вода потом будет еще долго-долго оставаться теплой, а золото очень быстро остынет. Не запасает оно тепло. Низкая у золота тепловая емкость.

Зато золото гораздо плотнее воды! Представьте два одинаковых по размеру кубика из золота и воды... Не знаете, как сделать кубик из воды? Ну спросите папу, он поможет – разольет воду в специальную форму, похожую на вафлю, сунет в морозилку, потом вытащит замороженную воду в виде кубиков, один кубик отдаст вам, погладив по голове, а остальные бросит себе в бокал с алкоголем. После того, как папа станет добрый, попросите у него еще такой же по размеру кубик золота. И когда папа достанет его из кармана, возьмите два полученных кубика и быстро бегите взвешивать, пока ледяной кубик совсем не растаял.

Результат взвешивания покажет, что золотой кубик примерно в 20 раз тяжелее ледяного. 20 ледяных кубиков уравнивали бы на весах один золотой. Потому что золото плотнее. Физики говорят так: у золота выше плотность. Плотность – это количество вещества в одном объеме – например, в одном стакане, кубическом сантиметре или одном кубическом метре. Один кубический метр воды весит одну тонну, а кубометр золота чуть ли не 20 тонн. Не всякий поднимет!

И раз уж пошла такая пьянка (у папы), я вам больше скажу, друзья мои! Зря мы соблазнили папу и замораживали воду, переводя ее в твердое состояние. Потому что плотность твердой воды (льда) отличается от плотности жидкой воды. Плотность льда чуть меньше, чем плотность воды, поэтому твердая вода в жидкой воде плавает словно дерево – вы сами сто раз видели, как лед плывет по реке. Дерево плавает в воде по той же причине – его плотность меньше плотности воды.

### **Кстати, вот еще одно характерное свойство вещества – температура замерзания.**

Как известно любому мальчику, дяденьке и пенсионеру, одно и то же вещество – вода, например, – может находиться в разных состояниях. Вода может быть жидкой. Такой она бывает, когда тепло. Вода может быть твердой, когда холодно. И она может быть газообразной или, попросту говоря, газом. Газообразная вода называется паром. Если воду налить в кастрюлю и начать нагревать, в конце концов она вся выкипит. То есть превратится в водяной пар. Ну и черт с ней!

Не жалко, еще из крана нальем.

У каждого вещества своя температура замерзания (она же температура плавления). Температура замерзания/плавления воды – ноль градусов по Цельсию. Температура кипения – 100 градусов. Как же так удивительно получилось? Что за чудесное совпадение? Почему так ровно – ноль и сто? Эта вода нарочно что ли так себя ведет для нашего удобства? Неужели сама природа об этом позаботилась?

Нет, конечно. Просто тот мужик по имени Цельсий, который придумал градусную шкалу, нарочно принял за ноль градусов температуру замерзания, а за сотню – температуру кипения

воды. Оттого нам теперь и удобно. А вот другой дядька по имени Фаренгейт придумал другую температурную шкалу, крайне неудобную – по Фаренгейту вода замерзает при  $+32^{\circ}$ , а кипит при  $+212^{\circ}$ . Это отвратительно! Шкалой Фаренгейта теперь пользуются в Америке. Все у них не как у людей...

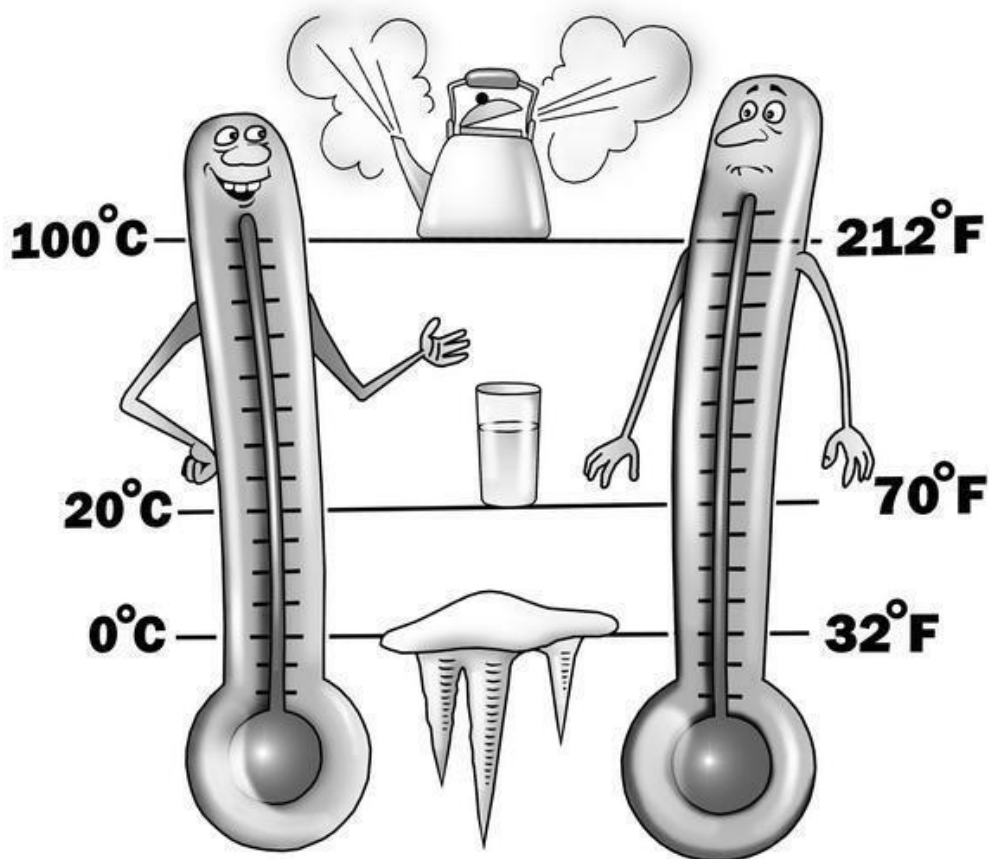
Но как же он так опростоволосился, этот Фаренгейт?

Я вам отвечу. Вместо воды он замораживал смесь воды, нашатыря и соли. А за сто градусов принял... думаете, температуру кипения этой смеси? Нет! Температуру человеческого тела. Причем, что интересно, в качестве тела он использовал собственную жену. У которой в то время температура была повышенная, поскольку она болела. Очень непростой был парень этот Фаренгейт!

Вообще температурных шкал довольно много, и все они названы в честь физиков, которые их придумали – шкала Реомюра, шкала Кельвина, шкала Делиля, шкала Ранкина... Но мы с вами в быту пользуемся только шкалой Цельсия. Она очень удобна. Летом температура имени Цельсия плюсовая, зимой минусовая, все прекрасно и привычно. На улице минус двадцать? Мороз! Плюс тридцать? Жара!.. А под мышкой? У здорового человека  $36,6$  градуса. Выше – заболел. Ниже – помер.

В общем, самых разных свойств у разных веществ целое море. Веществ же на свете еще больше. И каждое вещество характеризуется своим набором свойств.

**Два термометра – Цельсия и Фаренгейта. Какой вам больше нравится?**



Одинаковые кубики разных веществ весят по-разному.

## Одинаковые кубики разных веществ весят по-разному.



золото – 19300 кг  
ртуть – 13600 кг  
свинец – 11300 кг  
сталь – 7800 кг  
алюминий – 2700 кг  
стекло – 2500 кг  
сахар – 1600 кг  
вода – 1000 кг

лед – 900 кг  
дуб – 900 кг  
подсолнечное масло –  
900 кг  
сосна – 400 кг  
воздух – 1,3 кг  
водяной пар – 600 г  
водород – 90 г

**Теперь дальше следите за мыслью древних греков – как они додумались до атомов.**

Килограмм одного и того же вещества имеет такие же свойства, как и и полкило, что понятно: и большое оконное стекло пропускает свет, и маленькое обладает свойством прозрачности. И короткий кусок медного провода пропускает электрический ток, и длинный электропроводен. И маленький кусок дерева плавает в воде, и большой. От размеров свойства не зависят.

Но действительно ли не зависят?

Есть ли предельный по малости кусочек вещества, который еще обладает свойствами этого вещества, а после дробления – уже не обладает, и мы получим нечто другое?

Есть, решили греки и назвали его атомом! Мне кажется, к этому соображению их привели следующие рассуждения.

Вот смотрите... 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, которой ни медь, ни олово по отдельности не обладают. Бронза тверже меди и тверже олова. Значит, если мы будем долго делить бронзу на части, в конце концов останется самая малая частичка бронзы, которая уже при делении распадется на медь и олово. И бронзы уже не будет.

Логично?

Но отсюда один шаг до следующей идеи – а может, все вещества в мире тоже состоят из более простых элементов? 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 этих элементов складывается бесконечно множество веществ?

Богатая идея.

Древняя Греция – это, как я уже сказал, детство человечества. Никаких наук в нашем понимании этого слова тогда еще не было. Греки практически ничего не знали о строении вещества, но зато много фантазировали, пытаясь силой мысли проникнуть в самую суть вещей. И додумались до следующей картины мира...

Они решили, что все огромное разнообразие самых разных веществ в мире на самом деле состоит из четырех простых элементов – земли, воды, огня и воздуха. Милые смешные греки! Они, конечно, ошибались, но их ошибка была гениальной. Греки сделали большой шаг вперед – отказались от мифологических, религиозных объяснений и применили к познанию мира научный принцип анализа, начали говорить о взаимопревращении 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» или просто «химическими элементами».

### **Сколько же существует элементарных веществ?**

Не буду вас томить, отвечу сразу – около сотни. Не так уж мало. Многие из них вы знаете. Золото, например. Железо. Свинец. Вообще, все известные металлы – это химические элементы, то есть простейшие вещества.

И многие газы.

А сталь? Сталь – это сплав двух элементов – железа и углерода. В чистом виде железо нигде не используется, поскольку оно мягкое. Углерод же вы прекрасно себе представляете, он является 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).

А воздух? 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. Одна частица углекислого газа состоит из одной частицы углерода и двух частиц кислорода. На рисунке это прекрасно видно.

*Химики записывают углекислый газ короткой формулой –  $CO_2$ .*

*Понять формулу немудрено: один атом углерода (C) и два атома кислорода (O).*



### **А вода – составное вещество или элементарное?**

Вода вещество составное. Она сделана из двух элементарных газов – водорода и кислорода: одна частица воды состоит из двух частиц водорода и одной частицы кислорода. Самая маленькая частица воды называется молекулой. И не только воды, кстати. Самая маленькая частица любого сложного вещества называется молекулой. А самая маленькая частичка элементарного вещества называется атомом. Молекулы строятся из атомов.

Так, молекула воды сделана из двух атомов водорода и одного атома кислорода. А водород так назвали именно потому, что он рождает воду.

*Молекула воды –  $H_2O$ , то есть два водорода (H) и один кислород (O).*



Воду можно дробить на капельки не бесконечно – в конце концов у нас останется самая маленькая частица воды – молекула. И если разделить молекулу воды, она развалится на кислород и водород. То есть на атомы.

Еще раз: молекулы сделаны из атомов. Атомы – простейшие, неделимые, элементарные вещества, а молекулы – вещества сложные, составные.

Что же у нас получается?

Получается, что атомы – это детальки конструктора, из которых собираются разные вещества. Деталек довольно много, около сотни, но все же ограниченное количество. Однако из них можно собрать тысячи, миллионы разных конструкций!

**Самые сложные молекулы содержатся в нашем теле. Они могут состоять из миллионов атомов!**

А как определить, что перед нами – элементарное вещество или сложное? Понятно, что если речь идет о живом веществе, то оно не просто сложное, а очень навороченное! А если нет? Вода, золото, соль, серебро, свитер, резина, майонез, бумага – как узнать, это составные вещества или элементарные?

Да очень просто! Взять и посмотреть в специальную табличку. Там все детали мирового «конструктора» прописаны. Это очень знаменитая табличка! Ее составил один умный русский дядя по фамилии Менделеев. С тех пор она так и называется – таблица Менделеева.

Дмитрий Иванович Менделеев очень любил заниматься химией. Помимо химии, у Ивана было еще одно увлечение, – старик очень любил делать чемоданы.



(Химические элементы в табличке для краткости обозначаются буквами латинского алфавита и являются простыми сокращениями латинских слов. Например, золото на латыни «аурум», оно так и обозначается – Au от латинского aurum. Свинец по-латински «плюмбум» – Pb. Серебро – Ag от латинского «аргентум».

И так далее. Запоминать ни в коем случае не надо! Оно само потом запомнится так, что не отлепишь.)

Теперь, если вам нужно определить, какое вещество папа налил в рюмку – сложное или элементарное, – достаточно поискать его в таблице. Например, папа налил в рюмку кефир. Ищем в таблице Менделеева кефир. Есть он там, среди простейших веществ? Нету тут никакого кефира! Значит, кефир – сложное вещество, сконструированное из простейших элементов, которых всего около сотни, и все они у нас теперь как на ладони. Спасибо старику Менделееву!

### **Сразу скажу – чего бы вы ни хватились, в таблице Менделеева вы, как правило, этого не найдете.**

Нет там воды, стекла, мела, пластмассы, дерева, кожи, селедки и прочих тысяч веществ и существ. Вывод? Он прост: нас окружают сложные вещества – их кругом миллионы! А вот простые вещества из таблицы Менделеева вокруг себя еще поискать нужно – какую-нибудь алюминиевую ложку или отрезок медной проволоки, кусочек свинца, мамино золотое колечко, воздушный шарик, внутри которого накачан газ гелий (найдите перечисленное в таблице)...

В общем, принцип понятен: из атомов простейших веществ (химических элементов), которые дедушка Менделеев смел своей бородой в табличку, собираются молекулы сложных веществ. Вода, как мы уже знаем, собрана из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Ну а, например, соль? Та самая белая поваренная соль, которая хранится у вас дома в солонке?

Это сложное вещество. Молекула соли состоит из одного атома металла по имени натрий и одного атома газа по имени хлор. Нашли их в таблице?

Натрий – очень редкий и мягкий металл, его можно ножом резать. Если кусок натрия бросить в воду, то лучше сразу убежать 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!

А хлор – это очень ядовитый газ. Этот газ во время Первой мировой войны применяли для удушения противника – ждали, когда ветер подует в сторону врага и открывали вентили баллонов. Газ несло ветром на вражеские окопы и надышавшиеся солдаты гибли. (Подробнее об этом вы можете почитать чуть дальше, в специальном разделе, посвященном газам.)

Но каков фокус! Из двух таких крайне агрессивных веществ, как натрий и хлор, получается вполне безобидная и даже полезная соль. Металл – блестящий, взрывающийся, он проводит электрический ток. Газ – ядовитый, зеленоватый и летучий. А соль? Вы ее прекрасно видели – белая, неопасная, не летучая и не ядовитая, ее можно есть. И никакого электрического тока она не проводит. Совершенно другие свойства!

По-научному поваренная соль называется хлоридом натрия и записывается химиками так – NaCl (натрий хлор).

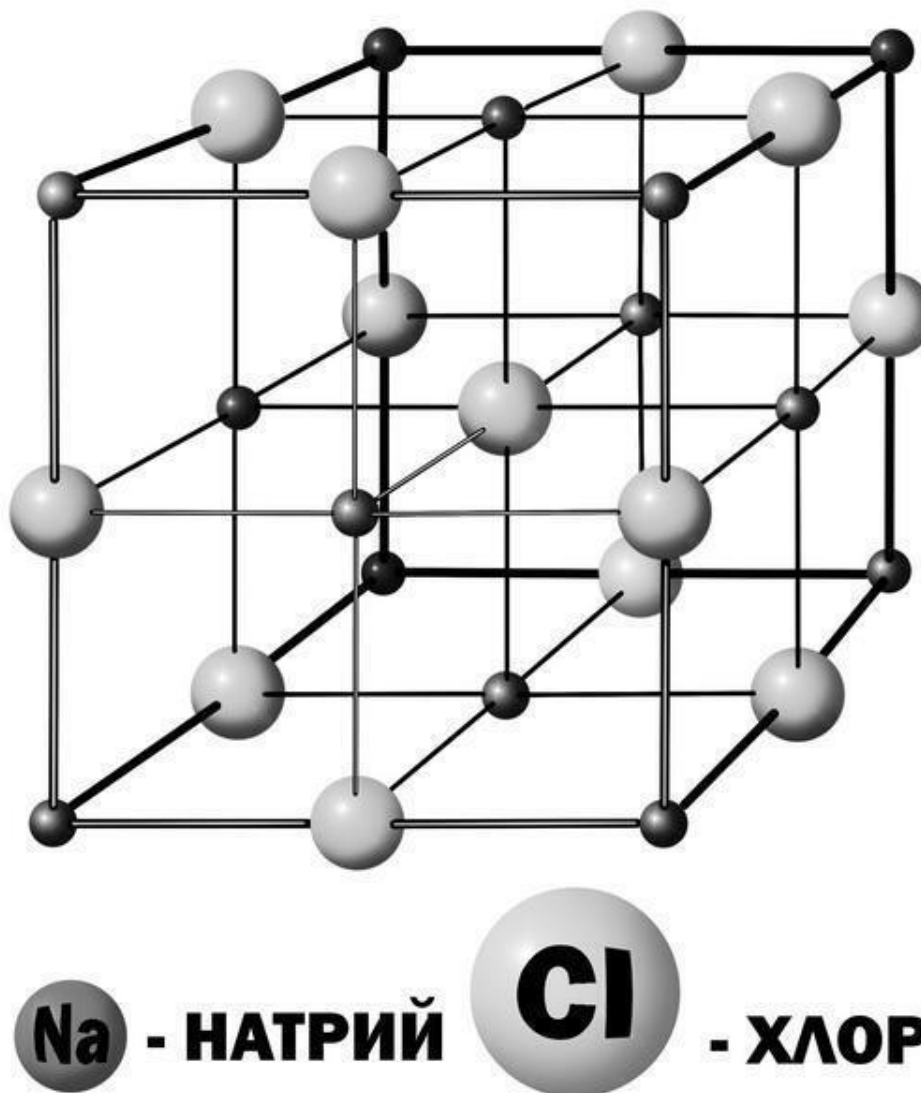
Как устроен кристаллик хлорида натрия? Вот он, на рисунке, посмотрите. Белые шарики – это атомы хлора, а серые – атомы натрия.

Кто-то может спросить:

– А почему белые шарики больше серых? Неужели атомы газа хлора больше, чем атомы металла натрия?

Именно так!

### *Кристаллик поваренной соли*



Посмотрите в волшебную таблицу старичка на букву М. – чем ниже и правее атом, тем он больше по размеру и тяжелее. Чем он левее и выше – тем легче. Почему это так, мы поймем немного позже, когда вы с помощью этой книги познаете, как устроен мир до таких глубин, коих не знает в вашем возрасте никто.

Дошкольники и школьники младших классов не знают, потому, что им не попалась такая чудесная книга, как эта.

Взрослые – потому, что все уже давно забыли.

А школьники старших классов – потому, что дурака валяют на уроках вместо того, чтобы учиться.

Один вы умный и хороший.

Теперь, умный и хороший, еще раз гляньте на картинку соляного кристаллика. То, что вы видите, называется кристаллической решеткой. Вот этот кубик, эта вот жесткая пространственная структура, в которой атомы находятся каждый на своем месте и неподвижно стоят

там, как солдаты в строю, носит гордое звание кристаллической решетки. Именно жесткостью этой решетки и объясняется твердость вещества.

Кристаллическую решетку называют решеткой, потому что она похожа на решетку. Вот так вот все сложно в этой физике!

Молекулы воды, когда она превращается в лед, выстраиваются именно в форме такой вот жесткой решетки. Поэтому лед твердый.

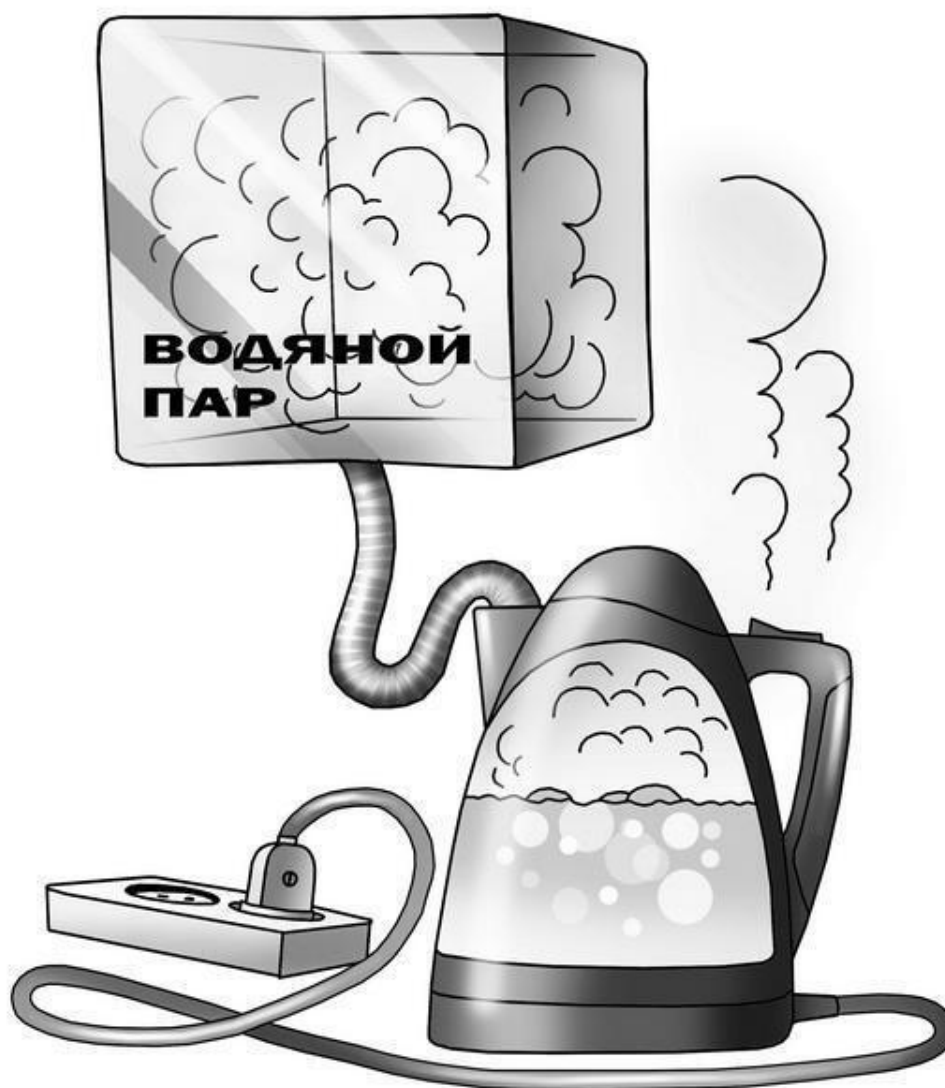
**А когда вода жидкая, как расположены молекулы?..**

А когда вода жидкая, ее молекулы расположены в хаотическом беспорядке, они суетятся, толкаются друг с другом, меняются местами – в общем, ведут себя, как толпа в метро. Они все еще тяготеют друг к другу, но уже очень подвижны от накачанного тепла, поэтому вода жидкая. Ткнул в нее пальцем и легко раздвинул молекулы. А в льдышку с ее жесткой кристаллической решеткой сколько пальцем ни тыкай, толку будет мало, если не считать сломанного пальца.

**А если вода превращается в газ и вылетает из носика чайника в атмосферу, что происходит тогда?..**

А вот тогда она полностью теряет всякую структуру.

У любого газа, включая водяной пар, молекулы уже не притягиваются друг к другу, а стремятся разбежаться во все стороны. Расстояние между ними становятся во много-много раз больше, чем в жидкости, поэтому газ такой неплотный и летучий. Его молекулы можно сдержать вместе только в какой-нибудь оболочке, типа баллона или воздушного шара. Но стоит в оболочке образоваться дырке, как молекулы начинают оттуда разлетаться.



То, что чуть выше написано касательно жидкости, было прекрасно продемонстрировано еще в XIX веке английским ученым по фамилии Броун. Интересно, что Броун не был физиком, а был безобидным ботаником, изучал растения и свое открытие в физике сделал случайно.

Броун изучал под микроскопом пыльцу растений и заметил, что маленькие частички пыльцы, находящиеся в воде, все время дрожат и немного двигаются то в одну сторону, то в другую. В общем, они хаотически, то есть беспорядочно, перемещаются, словно живые. Позже выяснилось, что так же ведет себя не только пыльца растений, но и любое вещество, растертое в мельчайшую пыль.

Оказалось, хаотичное движение пылинок, их дерганье туда-сюда вызывается беспорядочным движением молекул воды, которые барабанят в пылинку.

Конечно, даже самые микроскопические пылинки любого вещества – настоящие гиганты по сравнению с молекулами воды! Молекула по сравнению с пылинкой – все равно, что кошка по сравнению с небоскребом. Кошка не может сдвинуть небоскреб. Пылинка состоит из миллионов и даже миллиардов молекул. Но ведь и вокруг пылинки тоже беспорядочно мечутся миллионы и миллиарды молекул воды! И когда в какой-то момент с одной стороны пылинку случайно толкает чуть больше молекул, чем с другой стороны, она чуть смещается в ту сто-

рону. Потом в другую. Так и ползает туда-сюда, беспорядочно дергаясь каждую секунду туда, куда ее стукнуло больше молекул.

В честь первооткрывателя этого явления ботаника Броуна подобное бессмысленное движение частичек в воде называют броуновским движением. Оно и вправду совершенно бестолковое, случайное.

Теперь вот какой вопрос. Понятно, что все молекулы любого вещества имеют свойство притягиваться друг к другу. Иначе вещество просто разваливалось бы на молекулы. А так все вокруг прекрасно существует и не разваливается. Стоит шкаф и не рассыпается на молекулы. И книжка перед вами даже не думает разлетаться в пыль.

Почему же тогда у молекул газа это свойство притяжения теряется? Если воду превратить в газ, она разлетится во все стороны...

Все дело в том, что у газа процесс притяжения молекул полностью пересиливается другим процессом. Каким? Отталкиванием, что ли? Но разве могут частички вещества одновременно обладать свойством и притяжения, и отталкивания друг к другу?

Разгадка в том, что в твердом веществе молекулы вещества почти неподвижны. Они находятся в узлах кристаллической решетки, сцепившись, и только чуть-чуть трясутся. Оттого твердое вещество такое прочное. В жидкости же скорость молекул больше, и они уже не удерживаются в плотной застройке структурной решетки, а топчутся бесформенной толпой. А вот в газе скорость молекул еще больше.

Она такая большая, что молекулы просто проскакивают друг мимо друга, поскольку мечутся с огромными скоростями.

Эти скорости молекулам сообщает нагрев. Нагрели лед – он растаял. Нагрели воду – закипела, превратилась в пар. Но что такое нагрев и что такое тепло?

К этому вопросу мы еще вернемся, а пока вот вам наилучшая аналогия твердого, жидкого и газообразного.

Дети в классе – это кристалл. Они сидят за партами по своим ячейкам решетки, образованной рядами парт.

Дети на уроке физкультуры – жидкость. Они бегают по всему залу, прыгают, но из зала не выходят, а держатся все вместе, одним классом.

А вот хаотичные дети на перемене – это сущий газ! Класс распадается, и ужасные дети, приобретя энергию безумия, начинают носиться по всей школе, сталкиваясь друг с другом в броуновском движении и норовя сбить с ног толстые пылинки случайных взрослых посетителей или учителей. Так они и будут носиться, пока их не заморозит школьный звонок.

## **ГАЗЫ!**

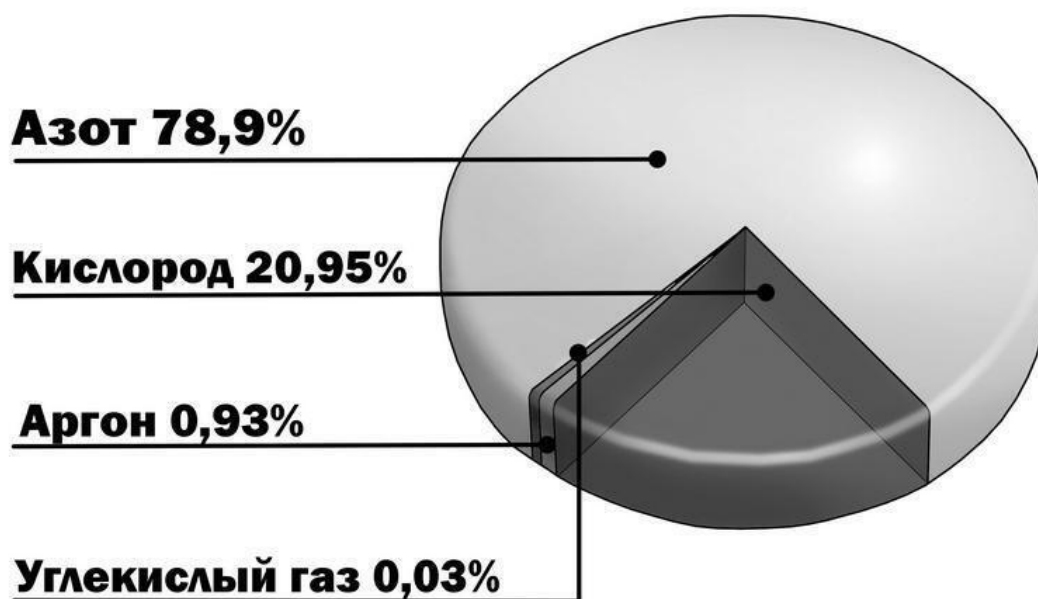
### **Кислород $O_2$**

Самый важный для человека газ. И не только для человека. Все живое на Земле дышит кислородом. Без кислорода человек может существовать всего несколько десятков секунд. Раньше была такая казнь – через удушение: человеку затягивали горло веревкой, перекрывая доступ кислорода в легкие, и организм переставал функционировать.

Атомы кислорода держатся парами, образуя одну молекулу кислорода, поэтому сей газ обычно записывают с маленькой двоичкой внизу (см. выше). Кстати, то же самое касается и многих других простейших газов.

*Земная атмосфера на 21% состоит из кислорода, что весьма недурственно.*

## Состав воздуха



В нашем организме кислород участвует в процессе окисления разных веществ. Окисление – научное название горения. Дрова в костре окисляются, то есть горят, и мы видим результат этой бурной реакции в виде пламени. При этом выделяется много тепла и света. Можно сказать, что горение происходит и внутри человека, только без огня, потому что оно очень медленное и неспешное. А топливом для внутреннего костра является проглоченная нами пища. Кстати говоря тот факт, что человек теплый – результат внутреннего медленного горения, то есть реакции окисления.

### Водород $H_2$

Самый легкий газ на свете. Поэтому раньше, до эпохи самолетов, им наполняли дирижабли. И точно так же, как легкие деревяшки всплывают из-за того, что дерево легче воды (точнее было бы сказать, что дерево менее плотное, чем вода) – так и дирижабль, наполненный легким газом, всплывает в более плотной атмосфере. Он ведет себя, как деревяшка в воде.

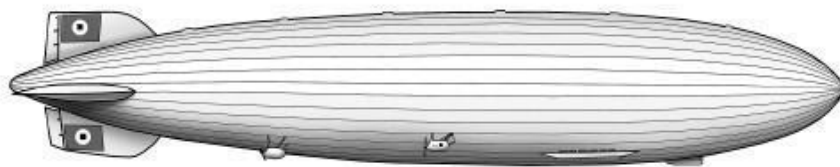
Дирижабли, наполненные водородом, сто лет назад перевозили пассажиров, совершая трансатлантические рейсы из Европы в Америку. Но поскольку водород очень горючий газ, порой из-за случайно искры случались ужасные катастрофы.

Наиболее известная из них – катастрофа, случившаяся с «Гинденбургом». Это был самый большой воздушный корабль в мире. Размером он был практически, как «Титаник» – самый большой в мире на тот момент пассажирский корабль. И обоих гигантов постигла печальная участь:

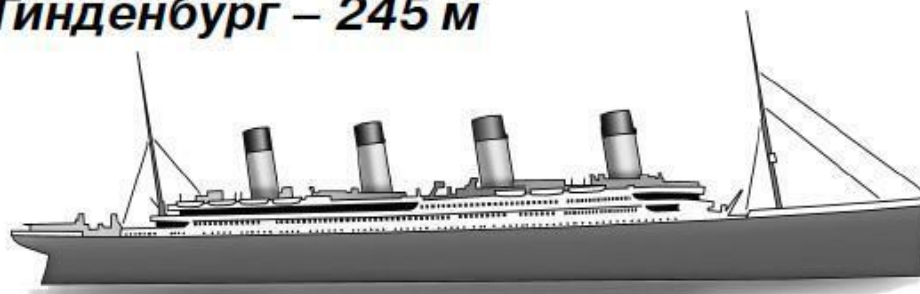
«Титаник» утонул, столкнувшись с айсбергом, а «Гинденбург» сгорел, встретившись со случайной искрой. Случилось это так...



**Боинг – 75 м**



**Гинденбург – 245 м**



**Титаник – 269 м**

Вечером 6 мая 1937 года «Гинденбург», перелетевший Атлантический океан, на малом ходу подруливал к посадочной мачте в Нью-Йорке. Его пассажиры любовались городом, а внизу горожане глазели на летящую махину дирижабля. И посмотреть было на что!

Воздушный гигант был оснащен четырьмя дизельными двигателями марки «Даймлер-Бенц», каждый из которых имел мощность в 1200 лошадиных сил. Дирижабль мог поднять 100 тонн полезной нагрузки (то есть не считая пассажирского салона, разного оборудования, моторов и дизельного топлива, коего на борту было 60 тонн). С помощью пропеллеров «Гинденбург» разгонялся в безветренную погоду до 135 километров в час. Не очень большая по нынешним временам скорость, конечно. Но по сравнению с пароходами это все-таки большой прогресс, ведь скорость того же «Титаника» была всего 40 км/ч и считалась большой. Правда, «Титаник» брал на борт больше тысячи пассажиров, а «Гинденбург» всего 72.

Дирижабль в Германии отвязывали от причальной мачты, легкий газ водород поднимал махину вверх, включались моторы, и пропеллеры тащили корабль вперед, в Америку. Полет через океан длился не неделю, как на пароходе, а всего три ночи и два дня, которые пассажиры проводили с комфортом. Конечно, бассейна, как на «Титанике», на дирижабле не было, но были вполне комфортабельные каюты, ресторан, библиотека, музыкальный салон, прогулочная палуба и даже курительная комната.

Да-да, курительная комната! Несмотря на страшную опасность пожаров из-за большой летучести и горючести водорода, конструкторы понимали, что два дня курильщикам без курения не продержаться. Поэтому оборудовали курительный салон. Именно там и находилась единственная на борту электрическая зажигалка, не дававшая открытого пламени. Техника безопасности строго соблюдалась: перед входом на борт все, включая членов экипажа, сдавали зажигалки и спички, а внутри курительной комнаты создавалось избыточное давление, чтобы чрезвычайно летучий и постоянно просачивающийся через оболочку водород не мог проник-

нуть в курительный салон. Входили в курительную комнату через особый шлюз, выравнивающий давление.

Несмотря на то, что огромный водородный баллон обладал большой подъемной силой, конструкторы экономили каждый грамм веса, поэтому пассажирский салон дирижабля был для облегчения сделан из самого легкого доступного металла – алюминия. И даже рояль в музыкальном салоне был алюминиевым. Что понятно: чем меньше необходимой нагрузки, тем больше полезной.

Кстати, найдите-ка в таблице бородатого Менделеева этот самый металл – алюминий. Нашли? Видите, где он там находится? Ближе к верхнему левому углу. Чем левее и выше вещество в таблице, тем оно легче (менее плотное). А самое легкое какое вещество в мире? Посмотрите в табличку...

Правильно, водород!

В общем, как уже было сказано, водородный пузырь «Гинденбурга» подлетал к Нью-Йорку. Из-за сильного встречного ветра он опаздывал почти на 10 часов, и это было не единственной неприятностью – на месте посадки бушевала гроза. Что и послужило причиной катастрофы. Очередной разряд вызвал вспышку водорода, и несчастный «Гинденбург» сгорел за считанные секунды. Из 97 человек, находящихся на борту немецкого дирижабля (пассажиры и члены экипажа), погибло 35.

При спасении людей большое мужество проявил немецкий пилот Эдуард Боециус. Находившийся в то время у власти Гитлер даже наградил его за отвагу.

Но пожар на «Гинденбурге», как мы уже знаем, не единственная катастрофа с водородными дирижаблями.

В 1913 году в Германии сгорел дирижабль LZ 18. Погибло 28 человек.

Пятью годами позже над островом Мальта сгорел дирижабль военно-воздушных сил Германии LZ 104. Он готовился бомбить британскую военную базу, но не успел – водородный пузырь охватило пламя, он взорвался и унес жизни более двадцати человек.

В 1922 году в США сгорел, задев высоковольтную линию, армейский дирижабль. Погибло 34 человека.

На следующий год над Средиземным морем из-за удара молнии взорвался французский дирижабль «Диксмуд». Погибло 48 человек.

В 1930 году вспыхнул и взорвался огромный английский дирижабль R101. Это был его первый дальнемагистральный перелет. Погибло почти пятьдесят человек.

А можно ли было чем-то заменить взрывоопасный водород? Да, есть другой легкий газ – гелий. Найдите его в таблице Менделеева... Газ гелий, правда, в 2 раза тяжелее (правильнее сказать, плотнее) водорода, а значит обладает меньшей подъемной силой, но зато он совершенно не горючий!.. Правда, в ту пору, когда сгорел «Гинденбург», месторождения, на которых шла добыча гелия, были открыты только в США. А американское правительство не хотело снабжать ценным газом гитлеровское правительство.

Почему же сами американцы не стали строить гелиевые дирижабли? Потому что к тому времени эти воздушные динозавры проиграли эволюционную гонку более юрким самолетам, скорость которых была много выше, чем у громоздких дирижаблей.

А что же водород? Он не исчез с технической арены. Многие предрекают ему большое будущее. Считается, что водород может стать топливом для наземного транспорта завтрашнего дня. Он будет сгорать в автомобильных двигателях вместо бензина. По сравнению с бензином у водорода есть большое преимущество – при его окислении (горении) не образуются вредные вещества, а получается только чистая вода.

**Хлор Cl<sub>2</sub>**

Зеленоватый ядовитый газ. Открыли его еще в XVIII веке, но широкомасштабно применить придумали только в начале XX-го, во время Первой мировой войны – для удушения солдат противника.

Идея была грамотная, но немецкие военные в нее не верили, считая каким-то чудачеством ученых. Они привыкли к осязаемой смерти – пуля, снаряд, штык... А тут какой-то газ. Несерьезно. Однако боевой эксперимент решили провести, ждали только попутного ветра, который должен был подуть в сторону вражеских окопов, а иначе свои задохнутся.

Любопытно, что французы, против которых немцы воевали, знали о том, что немцы готовят какое-то новое оружие. В апреле 1915 года возле деревни Лангемарк французские солдаты захватили в плен немца. Во время обыска у него были найдены зашитые в марлю куски ткани и пузырек с какой-то жидкостью. Это сочли перевязочными материалами и даже не обратили на них внимания. Однако на допросе пленный немец сказал, что указанные предметы – часть подготовки для испытания нового немецкого чудо-оружия.



Солдат про оружие никаких подробностей, разумеется, не знал, но заявил, что оно представляет собой какие-то металлические цилиндры, зарытые на нейтральной полосе ночью. И вот для защиты своих солдат от этого оружия немецких бойцам и раздали марлевые повязки с пузырьками – ткань нужно намочить жидкостью из пузырька и через нее дышать.

Французы немцу не поверили. А между тем их радиоразведка доносила, что немецкое командование в радиопереговорах очень интересуется погодой. Точнее ветром. Все время об этом говорят... Но и на эти донесения никто внимания не обратил.

Между тем изобретатель нового чудо-оружия немецкий доктор Фриц Габер тоже с нетерпением ждал нужного ветра. Этот штатский человек в пенсне наивно полагал, что его оружие ускорит конец кровопролитной войны, поскольку быстро принесет победу Германии.

И вот 25 апреля, дождавшись устойчивого ветра в сторону вражеских окопов, немцы открыли вентили. Зеленоватые клубы хлора полетели в сторону французов. Те сначала ничего не поняли и с интересом наблюдали за приближением зеленоватого тумана, стелившегося вдоль поверхности земли. Затем они почувствовали неприятный запах. Потом резь в глазах. Затем удушье. Газ буквально выжигал легкие, глаза! Ослепшие солдаты бегали, кричали, падали, корчились в судорогах и умирали, умирали, умирали.

Немногие тогда выжили. Вот как описывал выживших английский военный журналист: «Среди нас, шатаясь, появились французские солдаты, ослепленные, кашляющие, тяжело дышащие, с лицами темно-багрового цвета, безмолвные от страданий, а позади их в отравленных газом траншеях остались, как мы узнали, сотни их умирающих товарищей».

Передовая перед наступающими немцами оказалась полностью очищенной от французских солдат. Но этот успех оказался столь неожиданным для самих немцев, которые хотели всего лишь провести боевые испытания, что они как следует не подготовились и не смогли воспользоваться своим успехом: в пробитую, точнее протравленную хлором брешь в обороне противника ввели лишь один пехотный батальон. А могли через эту дырку, воспользовавшись эффектом неожиданности, взломать весь фронт!

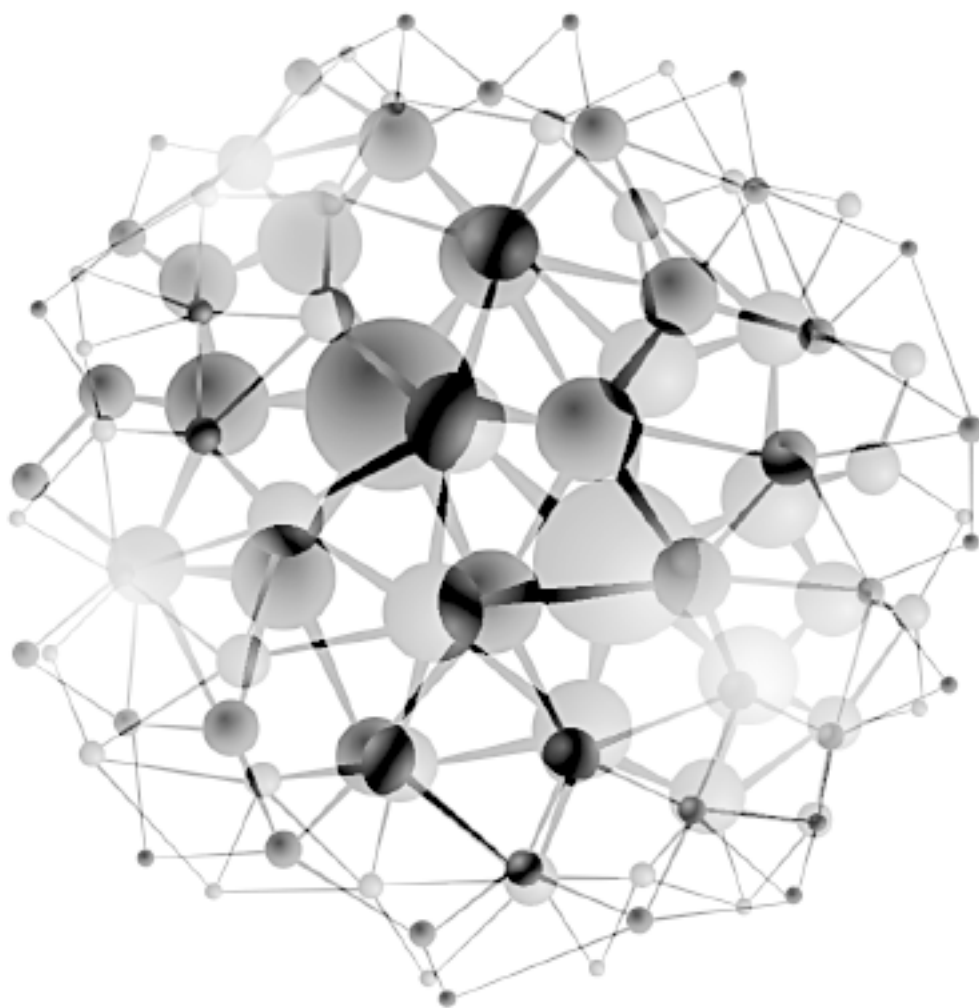
О том, что случилось, написали все мировые газеты. Сразу выяснилось, что спастись от хлора не очень сложно – нужно дышать через повязку, смоченную раствором соды. А если нет соды, то хотя бы намочить портянку в ближайшей луже или просто помочиться на нее. Неприятно, конечно, но если жить захочешь, о брезгливости лучше забыть.

Именно поэтому вторая газовая атака немцам уже не удалась. Они атаковали позиции французских союзников – канадцев, выпустив несколько баллонов с хлором по ветру. Канадцы вооружились мокрыми повязками и переждали ползущее облако, которое сначала накрыло их, а потом было унесено ветром в тыл. Когда же вслед за зеленым туманом на траншее стали наступать немцы, их встретил плотный огонь канадских пулеметов. Стреляли те канадцы, которым с помощью мокрых повязок удалось выжить и сохранить зрение.

Применяли немцы газовое оружие и против русских войск. В мае того же года они распылили 12 тысяч газовых баллонов по фронту шириной в 12 километров. После чего пошли в атаку. Русские потеряли 75 % личного состава, однако оставшиеся в строю 25 % пулеметным огнем остановили противника.

Впрочем, и самим немцам на своем веку пришлось «хлебнуть газку»! Во время одной из газовых атак со стороны французов молодой немецкий ефрейтор Адольф Гитлер был сильно отравлен и даже на время потерял зрение. Жалко, что не умер.

## Глава 2. Что такое тепло?



Ой, ребят, в свое время ученые головы себе сломали, раздумывая над этим вопросом!

Таких вопросов в истории науки было множество. Например, что такое время? Ну, в самом деле? Что такое вещество, мы понимаем, его можно потрогать, об него можно набить шишку. Ясно, что такое пространство. Это место, где вещество помещается. А вот что такое время? Что это за неуловимая субстанция такая?..

В этой книге мы ответим и на этот вопрос. А сейчас вернемся к теплу.

Вот лежит холодное тело. Мертвый мужик. Нет, лучше кирпич. Да, холодный кирпич. А рядом другой такой же кирпич, но теплый. Или даже горячий. Чем они отличаются?

Температурой, говорите вы?

А что это такое?

Состав вещества у кирпичей один. Свойства одинаковые – цвет, хрупкость, пористость, плотность, шершавость и т. д. Но один кирпич теплый, а другой холодный. Что такого есть в теплом кирпиче, что отличает его от холодного?

## **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.