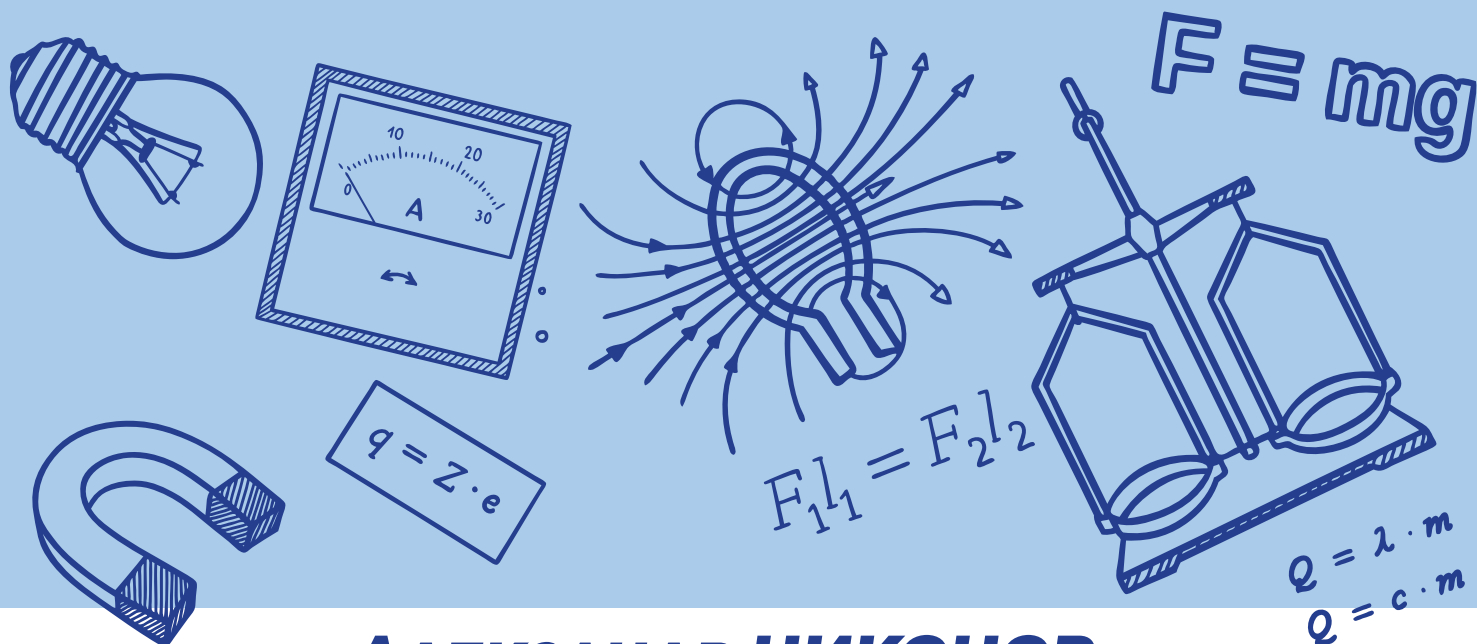
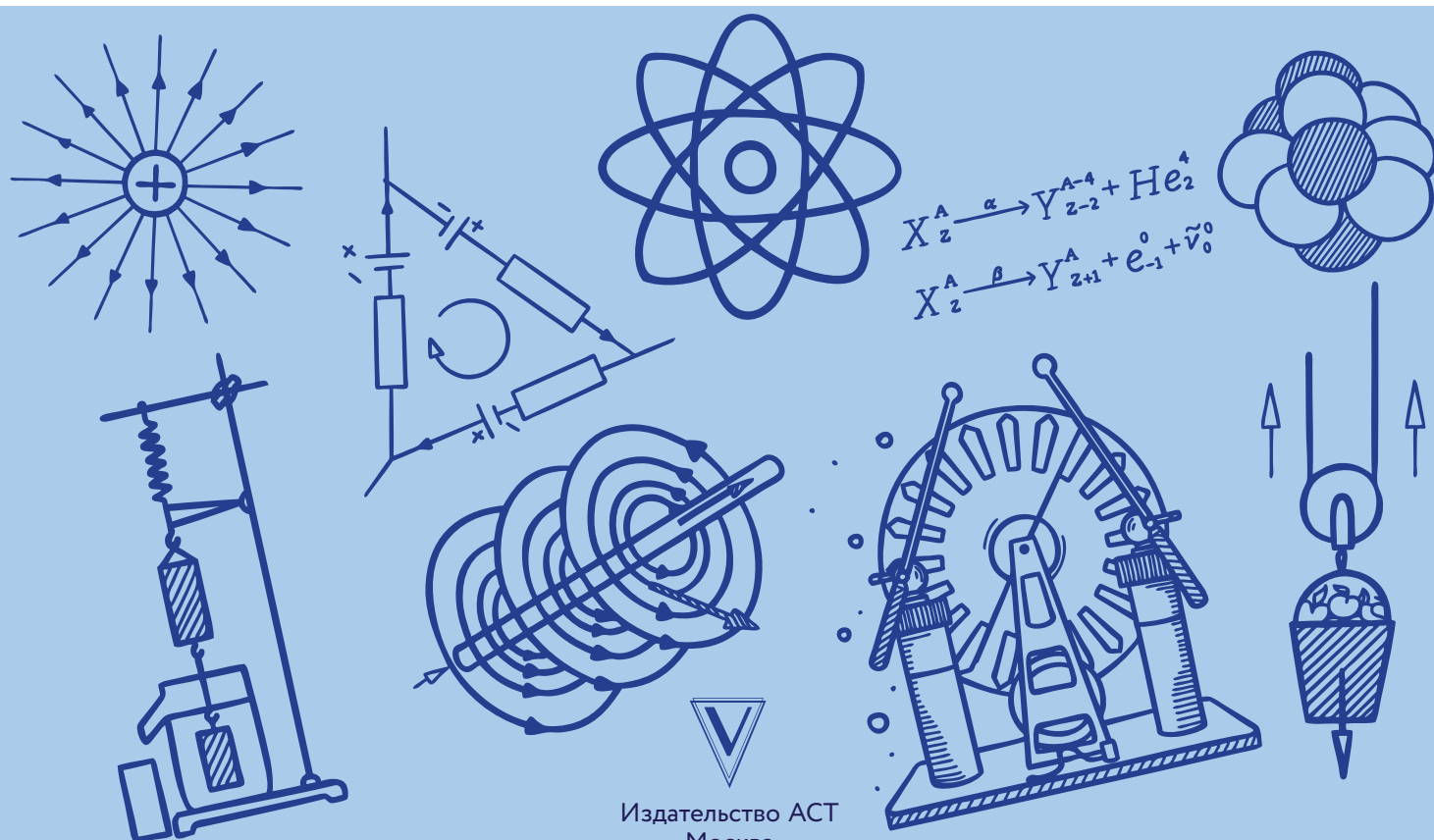




**АЛЕКСАНДР НИКОНОВ**

# ФИЗИКА

## на пальцах



Издательство АСТ  
Москва

УДК 087.5:53  
ББК 22.3  
Н64

**Никонов, Александр.**

Н64 Физика на пальцах : в иллюстрациях / Александр Никонов: ил. Сергея Корсуна. – Москва : Издательство АСТ, 2019. – 232 с. – (Большая энциклопедия вундеркинда).  
ISBN 978-5-17-111918-8.

Самая главная наука – это физика! Именно она способна ответить на все ваши вопросы об устройстве окружающего мира и явлениях, которые ему присущи. Физику многие боятся как огня, считают ее трудной, но ведь во многом понимание зависит от способа изложения, поэтому давайте вместе попробуем взглянуть на вещи и явления, которые кажутся сложными и непонятными, с разных ракурсов, постепенно приближаясь к пониманию нашего мира и законов.

Начнем мы с базовых понятий, а вот после изучения основ двинемся на уровень выше и затронем темы, о которых не говорят в школе, но которые не становятся от этого менее интересными и значимыми.

Хотите понять самую модную науку XXI века и блеснуть своей эрудицией? Вперед – к знаниям и новому мышлению! И неважно, учитесь вы сейчас в школе или уже давно ее закончили.

УДК 087.5:53  
ББК 22.3

*Большая энциклопедия вундеркинда*

*Для среднего и старшего школьного возраста*

*Научно-популярное издание*

12+

Александр Никонов  
**ФИЗИКА НА ПАЛЬЦАХ**  
в иллюстрациях



Ответственный редактор А. Амеликина  
Корректор Е. Захарова  
Технический редактор Т. Тимошина  
Дизайн обложки Д. Агапонова  
Компьютерная верстка А. Грених

Подписано в печать 19.10.2018. Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 26,97. Печать офсетная. Гарнитура Circe.  
Бумага офсетная. Тираж экз. Заказ №

Общероссийский классификатор продукции ОК-034-2014 (КПЕС 2008): – 58.11.1 – книги, брошюры печатные  
ТР ТС 007/2011

Произведено в Российской Федерации. Изготовлено в 2018 г.

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»

129085 г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, строение 1, комната 705, помещение I, этаж 7  
Наш электронный адрес: [www.ast.ru](http://www.ast.ru)

ООО «Издательство АСТ»

129085, г. Москва, Звездный бульвар, дом 21, строение 1, комната 705,  
пом. I, 7 этаж

Наш электронный адрес: [www.ast.ru](http://www.ast.ru)

E-mail: [astpub@aha.ru](mailto:astpub@aha.ru)

«Баспа Аста» деген ООО

(129085, Мәскеу қаласы, Звездный бульвары, 21-үй, 1-құрылым, 705-бөлме, I-жай, 7-қабат)  
Біздің электрондық мекенжайымыз: [www.ast.ru](http://www.ast.ru)  
E-mail: [astpub@aha.ru](mailto:astpub@aha.ru)

Интернет-магазин: [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Интернет-дүкен: [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Импортёр в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».

Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибьютор и представитель по приему претензий на продукцию в республике Казахстан:  
ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының  
өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3а, литер Б, офис 1.

Тел.: 8(727) 251 59 89, 90, 91, 92

Факс: 8(727) 251 58 12, вн. 107; E-mail: [RDC-Almaty@eksmo.kz](mailto:RDC-Almaty@eksmo.kz)

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Өндірген мемлекет: Ресей

Сертификация қарастырылмаған

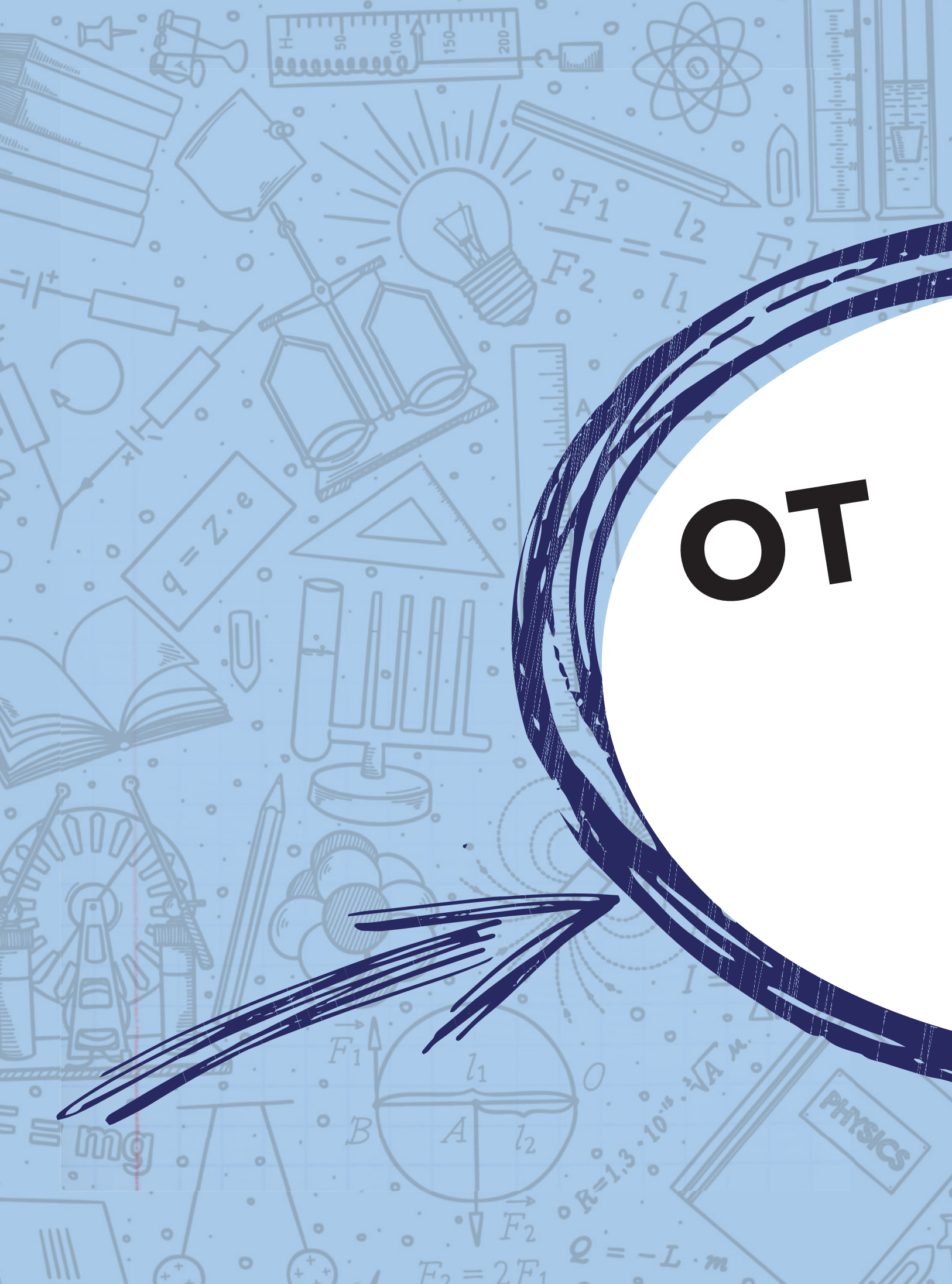
ISBN 978-5-17-111918-8.

© Никонов А., текст  
© Корсун С., иллюстрации  
© ООО «Издательство АСТ»

# Содержание



|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| ОТ ДОБРОГО АВТОРА .....                                      | 5   |
| ЧАСТЬ I. ИЗ ЧЕГО ЖЕ, ИЗ ЧЕГО ЖЕ, ИЗ ЧЕГО ЖЕ.....             | 9   |
| Глава 1. Откуда взялись атомы и зачем они нужны?.....        | 10  |
| Глава 2. Что такое тепло? .....                              | 32  |
| Глава 3. Как устроен атом и вообще весь мир .....            | 39  |
| Глава 4. Сила есть – ума палата! .....                       | 57  |
| Глава 5. Колдуны и ученые.....                               | 64  |
| Глава 6. Маша и радиоактивность.....                         | 73  |
| Глава 7. Как сделать атомную бомбу в домашних условиях ..... | 87  |
| ЧАСТЬ II. КРОМЕ ВЕЩЕСТВА.....                                | 99  |
| Глава 1. Поле чудес .....                                    | 101 |
| Глава 2. Сплошные волнения .....                             | 112 |
| Глава 3. Волны-убийцы и волны видимости.....                 | 140 |
| Глава 4. Другой свет .....                                   | 157 |
| ЧАСТЬ III. СУМАСШЕДШАЯ ФИЗИКА.....                           | 165 |
| Глава 1. Какой удар со стороны классика!.....                | 167 |
| Глава 2. Напрыгали, как черти из табакерки!.....             | 178 |
| Глава 3. Откуда берется время.....                           | 197 |
| Глава 4. Энтропия и информация .....                         | 207 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ. ЭЛЕМЕНТЫ МИРОВОГО КОНСТРУКТОРА .....             | 217 |

The background is a light blue grid with various physics-related illustrations and formulas. At the top, there's a spring scale with a weight, a pencil, a paperclip, and a ruler. In the center, a lightbulb with radiating lines is prominent. To its left is a diagram of a microscope. Below the lightbulb is a diagram of a pendulum. To the right of the lightbulb is the formula  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ . Below the pendulum is a diagram of a magnet. To the left of the magnet is a diagram of a book. Below the book is a diagram of a gear. To the right of the gear is a diagram of a pendulum. Below the pendulum is a diagram of a pendulum. At the bottom, there's a diagram of a pendulum with labels  $F_1$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $F_2$ ,  $A$ ,  $B$ , and  $O$ . There are also formulas like  $q = z \cdot e$ ,  $F_2 = 2F_1$ ,  $R = 1.3 \cdot 10^{-16} \cdot \sqrt{A} \text{ m}$ , and  $Q = -L \cdot m$ . A book labeled 'PHYSICS' is at the bottom right. A large, thick, dark blue curved line sweeps across the right side of the image, framing the text.

OT





**ДОБРОГО  
АВТОРА**

*У моего знакомого есть сын лет шести.  
И вот однажды папа, пребывая в благостном  
расположении духа, ему и говорит:  
«Ну, сыночек, 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?

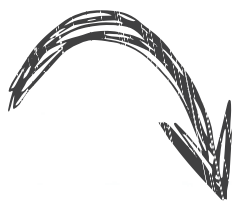
Хороший вопрос! Ось пирамидки называется **ЭВОЛЮЦИЕЙ**. И блинчики наук на эту ось нанизываются по степени усложнения вещества, которое они изучают, по мере продвижения от мертвой материи к мозгу и разуму. Внизу — физика. Выше — химия. Потом — органическая химия. Затем — биохимия. Потом биология. И заканчивается 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 спасовать 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?..*







The background is a light blue grid with various physics-related illustrations and formulas. At the top, there's a diagram of a spring scale with a weight, a pencil, a paperclip, and a ruler. In the center, a lightbulb is shown with rays emanating from it, and a diagram of a microscope. To the right, a diagram of an atom is visible. Below the lightbulb, there's a diagram of a pendulum and a diagram of a spring. At the bottom, there's a diagram of a pendulum with a weight, and a diagram of a spring. The text "4A" is written in a large, bold, black font on the right side of the image.

4A



# СТЬ 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 беспрельно 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!



Дерево



А кроме теплопроводности есть еще такое свойство, как **ТЕПЛОЁМКОСТЬ**. 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 ёмкость.



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.

*Одно и то же вещество  
может находиться в разных состояниях.*

Результат взвешивания покажет, что золотой кубик примерно в 20 раз тяжелее ледяного. 20 ледяных кубиков уравновесили 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.



Андерс Цельсий

У каждого вещества своя температура замерзания (она же температура плавления). Температура замерзания/плавления воды — 0 градусов по Цельсию. Температура кипения — 100 °C. 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°, а кипит при +212°. 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. Вмesto 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 соб-

ственную 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.

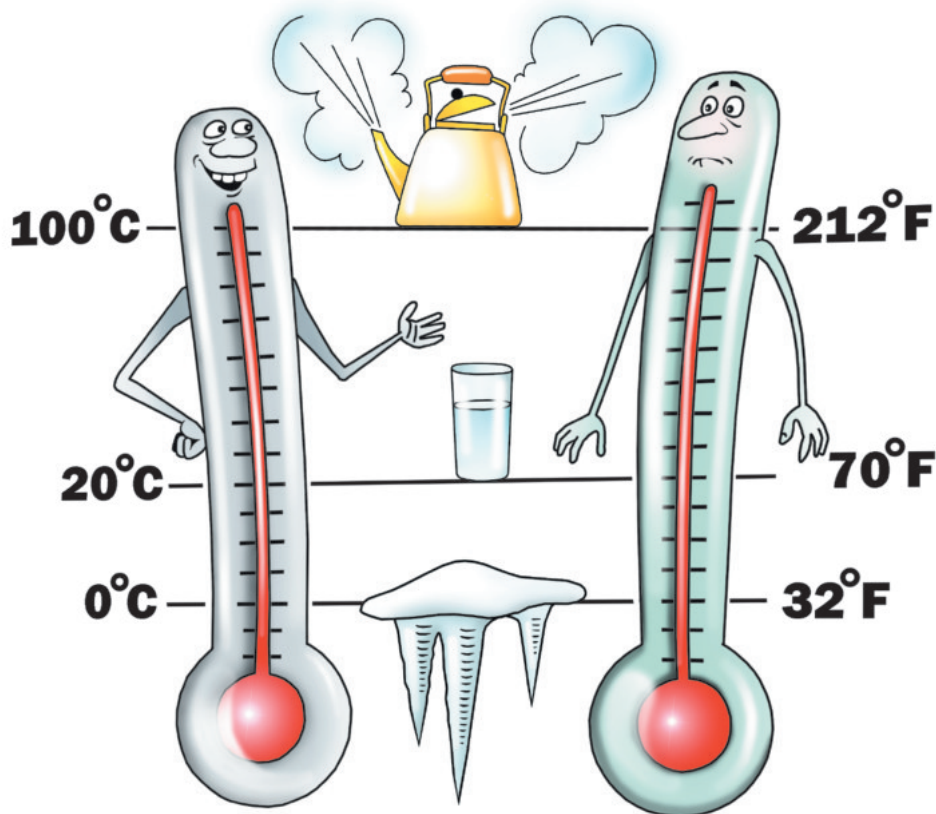


Габриель Фаренгейт

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

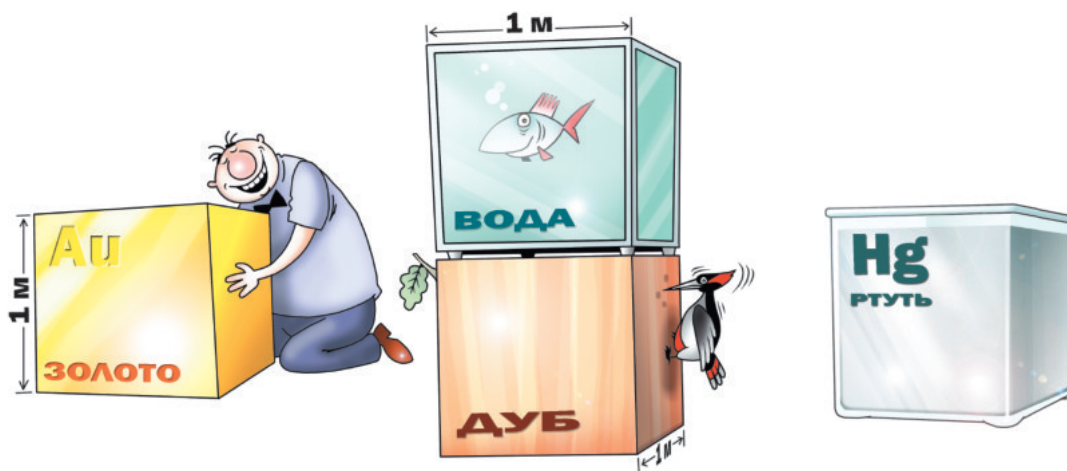


**ДВА ТЕРМОМЕТРА — ЦЕЛЬСИЯ И ФАРЕНГЕЙТА.  
КАКОЙ ВАМ БОЛЬШЕ НРАВИТСЯ?**





Одинаковые кубики разных веществ весят по-разному.



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 называли «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 —  $\text{CO}_2$ . 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 называли 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?

## Таблица химических элементов Менделеева.

Знаете, что вам нужно сделать? Заложите закладку на странице с этой табличкой, потому что мы будем периодически к ней возвращаться и каждый раз удивляться чему-то. Вам должно быть удобно искать страницу с таб-

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕС

| ПЕРИОДЫ                                     | ГРУППЫ                             |         |                                          |         |                                    |          |                                           |        |                                    |          |
|---------------------------------------------|------------------------------------|---------|------------------------------------------|---------|------------------------------------|----------|-------------------------------------------|--------|------------------------------------|----------|
|                                             | A                                  | I       | II                                       | III     | IV                                 | V        | VI                                        | VII    | VIII                               | IX       |
| 1                                           | (H)                                |         |                                          |         |                                    |          |                                           |        |                                    |          |
| 2                                           | <b>Li</b><br>Lithium<br>Литий      | 6.941   | <b>Be</b><br>Beryllium<br>Бериллий       | 9.0122  | <b>B</b><br>Borum<br>Бор           | 10.811   | <b>C</b><br>Carboneum<br>Углерод          | 12.011 | <b>N</b><br>Nitrogenium<br>Азот    | 14.007   |
| 3                                           | <b>Na</b><br>Natrium<br>Натрий     | 22.99   | <b>Mg</b><br>Magnesium<br>Магний         | 24.305  | <b>Al</b><br>Aluminium<br>Алюминий | 26.9815  | <b>Si</b><br>Silicium<br>Кремний          | 28.086 | <b>P</b><br>Phosphorus<br>Фосфор   | 30.974   |
| 4                                           | <b>K</b><br>Kalium<br>Калий        | 39.098  | <b>Ca</b><br>Calcium<br>Кальций          | 40.08   | <b>Sc</b><br>Scandium<br>Скандий   | 44.956   | <b>Ti</b><br>Titanium<br>Титан            | 47.90  | <b>V</b><br>Vanadium<br>Ванадий    | 50.941   |
|                                             | <b>Cr</b><br>Chromium<br>Хром      | 51.996  | <b>Mn</b><br>Manganese<br>Марганец       | 54.938  | <b>Fe</b><br>Ferrum<br>Железо      | 55.847   | <b>Co</b><br>Cobaltum<br>Кобальт          | 58.933 | <b>Ni</b><br>Nickelium<br>Никель   | 58.69    |
|                                             | <b>Cu</b><br>Cuprum<br>Медь        | 63.546  | <b>Zn</b><br>Zincum<br>Цинк              | 65.39   | <b>Ga</b><br>Gallium<br>Галлий     | 69.72    | <b>Ge</b><br>Germanium<br>Германий        | 72.59  | <b>As</b><br>Arsenicum<br>Мышьяк   | 74.992   |
| 5                                           | <b>Rb</b><br>Rubidium<br>Рубидий   | 85.468  | <b>Sr</b><br>Strontium<br>Стронций       | 87.62   | <b>Y</b><br>Yttrium<br>Иттрий      | 88.906   | <b>Zr</b><br>Zirconium<br>Цирконий        | 91.22  | <b>Nb</b><br>Niobium<br>Ниобий     | 92.906   |
|                                             | <b>Ag</b><br>Argentum<br>Серебро   | 107.868 | <b>Cd</b><br>Cadmium<br>Кадмий           | 112.41  | <b>In</b><br>Indium<br>Индий       | 114.82   | <b>Sn</b><br>Stannum<br>Олово             | 118.71 | <b>Sb</b><br>Stibium<br>Сурьма     | 121.75   |
| 6                                           | <b>Cs</b><br>Cesium<br>Цезий       | 132.905 | <b>Ba</b><br>Barium<br>Барий             | 137.33  | <b>La*</b><br>Lanthanum<br>Лантан  | 138.9055 | <b>Hf</b><br>Hafnium<br>Гафний            | 178.49 | <b>Ta</b><br>Tantalum<br>Тантал    | 180.9479 |
|                                             | <b>Au</b><br>Aurum<br>Золото       | 196.967 | <b>Hg</b><br>Hydrargyrum<br>Ртуть        | 200.59  | <b>Tl</b><br>Thallium<br>Таллий    | 204.38   | <b>Pb</b><br>Plumbum<br>Свинец            | 207.19 | <b>Bi</b><br>Bismuthum<br>Висмут   | 208.980  |
| 7                                           | <b>Fr</b><br>Francium<br>Франций   | [223]   | <b>Ra</b><br>Radium<br>Радий             | [226]   | <b>Ac**</b><br>Actinium<br>Актиний | [227]    | <b>Rf</b><br>Rutherfordium<br>Резерфордий | [261]  | <b>Db</b><br>Dubnium<br>Дубний     | [262]    |
| ФОРМУЛЫ<br>ОКСИДОВ                          | $R_2O$                             |         | $RO$                                     |         | $R_2O_3$                           |          | $RO_2$                                    |        | $R_2O_5$                           |          |
| ФОРМУЛЫ ЛЕГУЧИХ<br>ОДНОРОДНЫХ<br>СОЕДИНЕНИЙ |                                    |         |                                          |         |                                    |          | $RH_4$                                    |        | $RH_3$                             |          |
| ЛАНТАНОИДЫ*                                 | <b>Ce</b><br>Cerium<br>Церий       | 140.12  | <b>Pr</b><br>Praseodymium<br>Празеодим   | 140.908 | <b>Nd</b><br>Neodymium<br>Неодим   | 144.24   | <b>Pm</b><br>Promethium<br>Прометий       | 144.91 | <b>Sm</b><br>Samarium<br>Самарий   | 150.36   |
|                                             | <b>Eu</b><br>Europium<br>Европий   | 151.96  | <b>Gd</b><br>Gadolinium<br>Гадолиний     | 157.25  | <b>Th</b><br>Thorium<br>Торий      | 232.038  | <b>Pa</b><br>Protactinium<br>Протактиний  | 231.04 | <b>U</b><br>Uranium<br>Уран        | 238.03   |
| АКТИНОИДЫ**                                 | <b>Th</b><br>Thorium<br>Торий      | 232.038 | <b>Pa</b><br>Protactinium<br>Протактиний | 231.04  | <b>U</b><br>Uranium<br>Уран        | 238.03   | <b>Np</b><br>Neptunium<br>Нептуний        | 237.05 | <b>Pu</b><br>Plutonium<br>Плутоний | 244.06   |
|                                             | <b>Am</b><br>Americium<br>Америций | 243.06  | <b>Cm</b><br>Curium<br>Кюрий             | 247.07  | <b>Am</b><br>Americium<br>Америций | 243.06   | <b>Cm</b><br>Curium<br>Кюрий              | 247.07 | <b>Bk</b><br>Berkelium<br>Берклий  | 247.07   |



лижкой. Можно сделать так: одна закладка обычная, которой вы закладываете текущую страницу, чтобы потом быстрее ее открыть — пусть она будет направлена вверх. А вторая закладка, на странице, где таблица Менделеева, пусть торчит вниз. Очень по-умному получится.

## КИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

| Э Л Е М Е Н Т О В                                        |  |  |                                                            |  |  |                                                            |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A VI B                                                   |  |  | A VII B A                                                  |  |  | VIII                                                       |  |  | B                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <div>O</div> <div>Oxygenium</div> <div>Кислород</div>    |  |  | <div>H</div> <div>Hydrogenium</div> <div>Водород</div>     |  |  | <div>He</div> <div>Helium</div> <div>Гелий</div>           |  |  | <div>Символ элемента</div> <div>Относительная атомная масса</div> <div>Порядковый номер</div> <div>— <div>Ar</div> —</div> <div>Argon</div> <div>Аргон</div> <div>Название элемента</div> <div>Распределение электронов на энергетических уровнях</div> |
| <div>S</div> <div>Sulfur</div> <div>Сера</div>           |  |  | <div>F</div> <div>Fluorum</div> <div>Фтор</div>            |  |  | <div>Ne</div> <div>Neon</div> <div>Неон</div>              |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Cr</div> <div>Chromium</div> <div>Хром</div>        |  |  | <div>Mn</div> <div>Manganum</div> <div>Марганец</div>      |  |  | <div>Fe</div> <div>Ferrum</div> <div>Железо</div>          |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Se</div> <div>Selenium</div> <div>Селен</div>       |  |  | <div>Br</div> <div>Bromum</div> <div>Бром</div>            |  |  | <div>Kr</div> <div>Krypton</div> <div>Криптон</div>        |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Mo</div> <div>Molybdaenum</div> <div>Молибден</div> |  |  | <div>Tc</div> <div>Technetium</div> <div>Технеций</div>    |  |  | <div>Ru</div> <div>Ruthenium</div> <div>Рутений</div>      |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Te</div> <div>Tellurium</div> <div>Теллур</div>     |  |  | <div>I</div> <div>Iodum</div> <div>Иод</div>               |  |  | <div>Xe</div> <div>Xenon</div> <div>Ксенон</div>           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>W</div> <div>Wolframium</div> <div>Вольфрам</div>   |  |  | <div>Re</div> <div>Rhenium</div> <div>Рений</div>          |  |  | <div>Os</div> <div>Osmium</div> <div>Осмий</div>           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Po</div> <div>Polonium</div> <div>Полоний</div>     |  |  | <div>At</div> <div>Astatium</div> <div>Астат</div>         |  |  | <div>Rn</div> <div>Radon</div> <div>Радон</div>            |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Sg</div> <div>Seaborgium</div> <div>Сиборгий</div>  |  |  | <div>Bh</div> <div>Bohrium</div> <div>Борий</div>          |  |  | <div>Hs</div> <div>Hassium</div> <div>Хассий</div>         |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Mt</div> <div>Meitnerium</div> <div>Мейтнерий</div> |  |  |                                                            |  |  |                                                            |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>RO<sub>3</sub></div>                                |  |  | <div>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub></div>                      |  |  | <div>RO<sub>4</sub></div>                                  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>RH<sub>2</sub></div>                                |  |  | <div>RH</div>                                              |  |  |                                                            |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Tb</div> <div>Terbium</div> <div>Тербий</div>       |  |  | <div>Dy</div> <div>Dysprosium</div> <div>Диспрозий</div>   |  |  | <div>Ho</div> <div>Holmium</div> <div>Гольмий</div>        |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Er</div> <div>Erbium</div> <div>Эрбий</div>         |  |  | <div>Tm</div> <div>Thulium</div> <div>Тулий</div>          |  |  | <div>Yb</div> <div>Ytterbium</div> <div>Иттербий</div>     |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Lu</div> <div>Lutetium</div> <div>Лютеций</div>     |  |  |                                                            |  |  |                                                            |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Bk</div> <div>Berkelium</div> <div>Берклий</div>    |  |  | <div>Cf</div> <div>Californium</div> <div>Калифорний</div> |  |  | <div>Es</div> <div>Einsteinium</div> <div>Эйнштейний</div> |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Fm</div> <div>Fermium</div> <div>Фермий</div>       |  |  | <div>Md</div> <div>Mendelevium</div> <div>Менделевий</div> |  |  | <div>No</div> <div>Nobelium</div> <div>Нобелий</div>       |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <div>Lr</div> <div>Lawrencium</div> <div>Лауренсий</div> |  |  |                                                            |  |  |                                                            |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |