

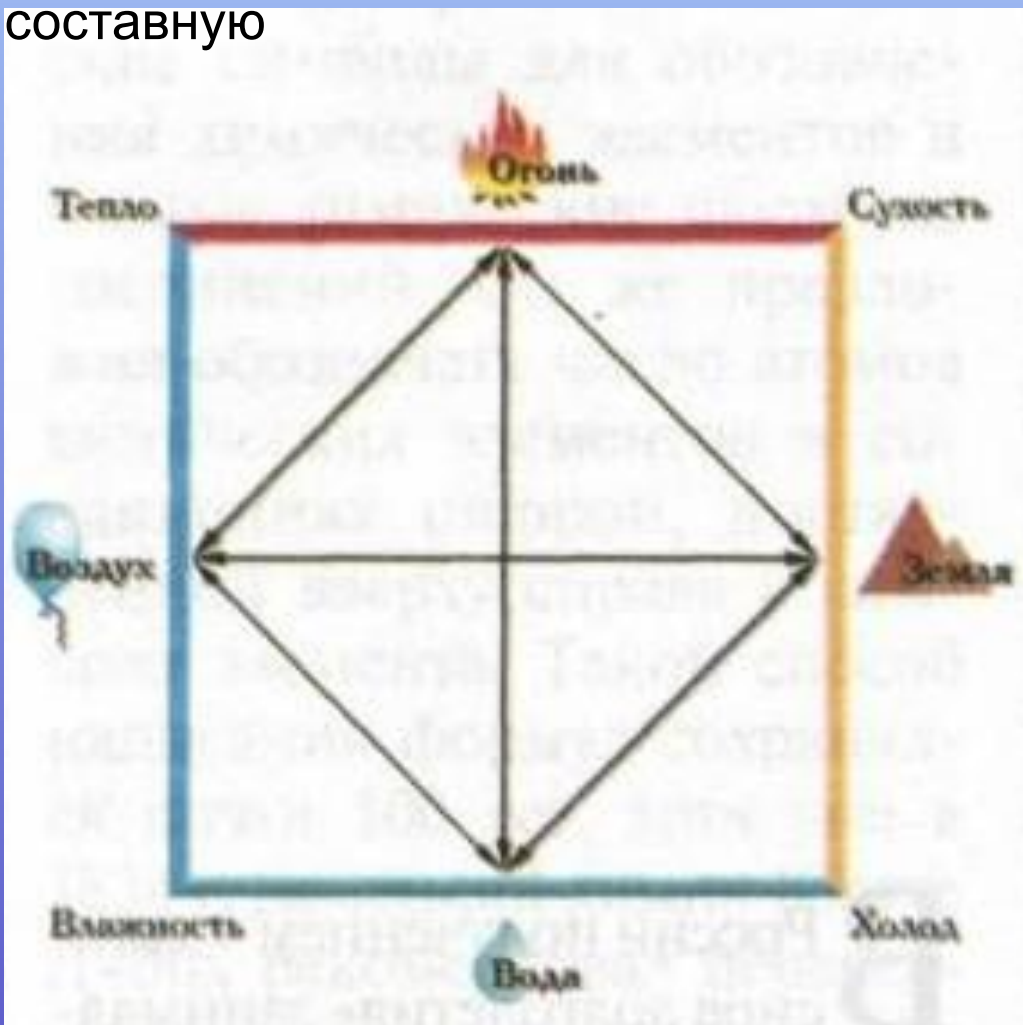
**Эволюция**

**учения об атоме**

# Что такое материя и из чего она состоит?

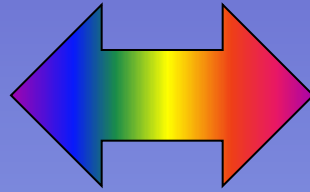
**Элементом** (от лат. *elementum* – «стихия», «первоначальное вещество») в философском смысле понимали простейшую, неразложимую составную часть всех тел.

Эмпидокл  
V век до н.э.

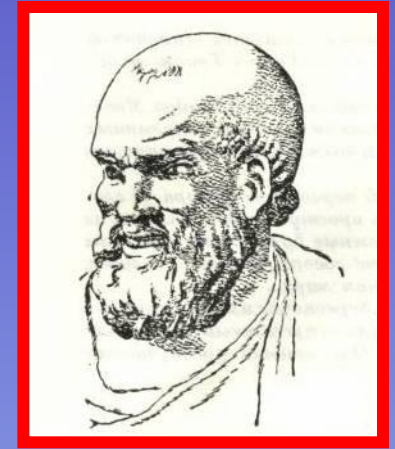




АРИСТОТЕЛЬ  
384 - 322 г. до н.э.



ЛЕВКИПП



ДЕМОКРИТ  
460 - 370 г. до н. э.

**Материя – непрерывна**

«Делимость вещества  
бесконечна»

**Материя – дискретна**

«Существует предел деления вещества  
-атом»

**Атом** в переводе на русский – **неделимый**

# Учение Демокрита

---

- все тела состоят из бесчисленного количества сверхмалых, невидимых глазом, неделимых частиц-атомов;
- атомы непрерывно двигаются в пустоте;
- никто их не создавал, они были всегда;
- никто не может уничтожить атомы;
- атомы материальны: имеют вес, размеры, форму;
- одни атомы имеют крючки, другие петельки с помощью которых соединяются друг с другом.

# Платон

«ТИМЕЙ»: В основе всего сущего лежат частицы. Эти частицы имеют форму геометрических фигур – треугольников.



427 - 348 г. до н.э.

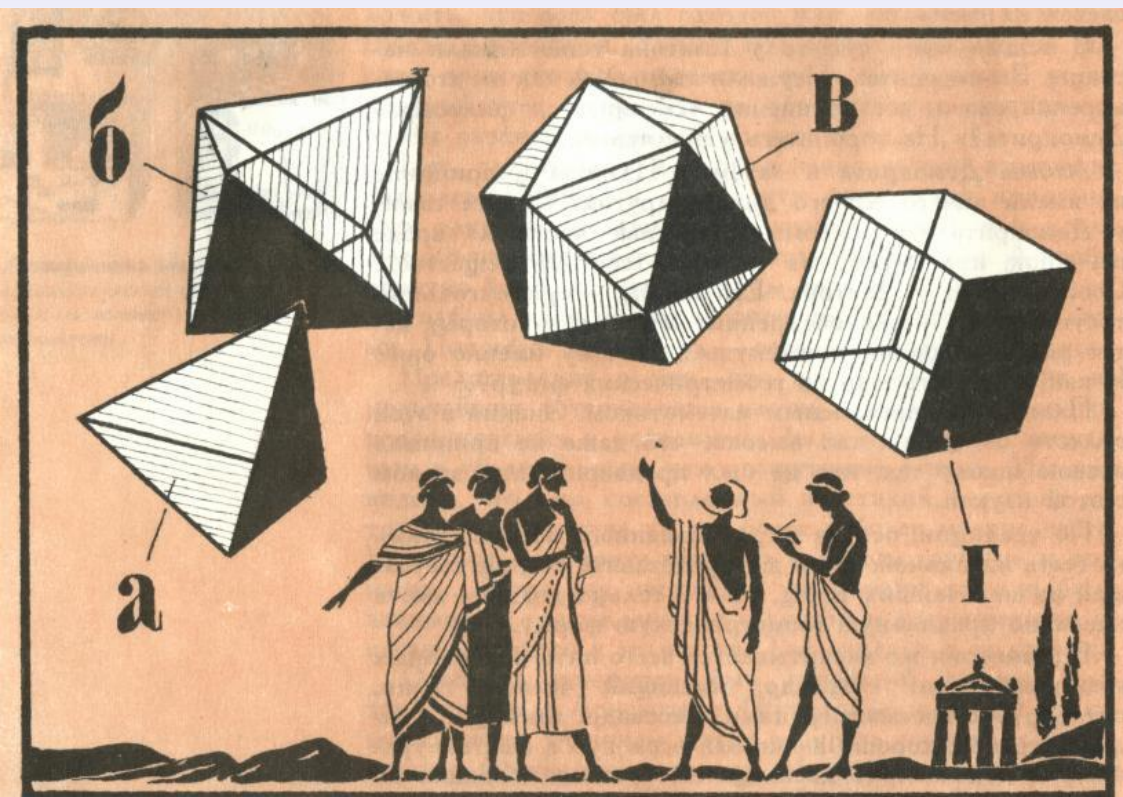
**Элементы мира** – правильные многогранники:

тетраэдр - «частица огня»,

октаэдр - «частица воздуха»,

икосаэдр - «частица воды»,

куб - «частица земли».



# XVII ВЕК

Пьер  
Гассенди  
1592-1655

В середине XVII в. французский философ и физик Пьер Гассенди (1592—1655) заново пересказал учение Демокрита и Эпикура, дополнив его новым понятием **«молекула»** для обозначения различного сочетания атомов друг с другом.

# XVII ВЕК

**"Бойль делает из химии науку"  
Энгельс**



**Роберт  
Бойль  
1627-1691**

После 10 лет эксперимента Р. Бойль написал знаменитую книгу «Химик-скептик», в которой доказал нереальность «начал» Аристотеля и ввел представление о химических элементах как о веществах, не поддающихся дальнейшему разложению. Определив задачей химии изучение элементов и их соединений. Р. Бойль поставил ее на научную основу.



# XVIII ВЕК



**Михаил  
Васильевич  
Ломоносов  
1711-1765**

*«Химик без знания физики, — писал он,— подобен человеку, который всего должен искать ощупом. И сии две науки так соединены между собой, что одна без другой в совершенстве быть не могут».*

**Все происходящие в природе химические и физические явления обусловлены внутренним движением частиц вещества. Наделив атомы массой, шарообразной формой и способностью к движению, ученый высказал ряд важных положений, которые спустя 130 лет легли в основу молекулярно-кинетической теории газов.**

**М. В. Ломоносова по праву считают основоположником количественного метода исследования.**





Антуан  
Лоран  
Лавуазье  
1743-1794

**А. Лавуазье описал и систематизировал все известные в то время химические элементы.**

**В 1789 г. ученый опубликовал ставший знаменитым «Элементарный учебник химии», в котором блестяще обобщил все достижения химии того времени.**

# XIX ВЕК

Новая эпоха начинается в химии с атомистики (следовательно, не Лавуазье, а Дальтон — отец современной химии) Ф. Энгельс



Джон  
Дальтон  
1766-1844

Для объяснения имеющихся экспериментальных данных Д. Дальтон наделил атомы тремя свойствами:

- атомы неизменны и неделимы (обоснование закона сохранения массы веществ при химических реакциях);
- все атомы одного и того же элемента тождественны (обоснование закона постоянства состава);
- атомы способны соединяться между собой в различных соотношениях (обоснование закона кратных отношений)

Д. Дальтон предложил рассчитывать относительные атомные массы, приняв массу атома водорода за единицу. На основании данных химического анализа различных соединений он вычислил относительные атомные массы девятнадцати элементов.

# 1810

ELEMENTS			
Hydrogen 1	Strontian 86		
Azote 5	Barytes 68		
Carbon 4	Iron 50		
Oxygen 7	Zinc 56		
Phosphorus 9	Copper 56		
Sulphur 13	Lead 90		
Magnesia 20	Silver 190		
Lint 24	Gold 190		
Soda 28	Platina 190		
Potash 42	Mercury 167		

**XIX ВЕК**

**1808**



**В 1808 г. французский  
исследователь  
Жозеф Луи Гей-Люссак  
сообщил об открытии  
закона простых  
объемных отношений.**

**Жозеф  
Луи  
Гей-Люссак**

# XIX век

# 1808



**Амедео  
Авогадро  
1776-1856**

На основе закона простых  
объемных отношений Авогадро  
выдвинул гипотезу:

1. Атомы одного и того же элемента могут соединяться в молекулы;
2. В равных объемах любых газов содержится равное число молекул.

А. Авогадро установил двухатомность молекул кислорода, водорода, азота, хлора и правильный состав молекул воды  $H_2O$ , метана  $CH_4$ , этилена  $C_2H_4$ . Однако гипотеза Авогадро не была понята его современниками.

# 1860

В 1860 году состоялся

## I Международный конгресс химиков.

Участники конгресса:

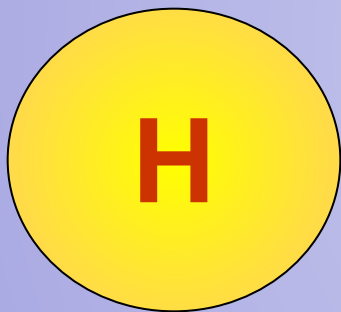
- четко разграничили понятия атома и молекулы, -
- установили единую химическую терминологию -
- приняли новую систему атомных масс, в основе которой лежала гипотеза Авогадро.

Достигнутое учеными различных стран единство взглядов по основным спорным вопросам того времени явилось главной предпосылкой возникновения периодической системы элементов.

# 1815

Уильям

Проут



$A(H)=1$

Основываясь на том, что атомная масса водорода почти в точности равна единице и что атомные массы других элементов тоже приближаются к целым числам, У. Проут выдвинул гипотезу о происхождении всех химических элементов из водорода.



# Иоганн Вольфганг Доберейнер

# 1829

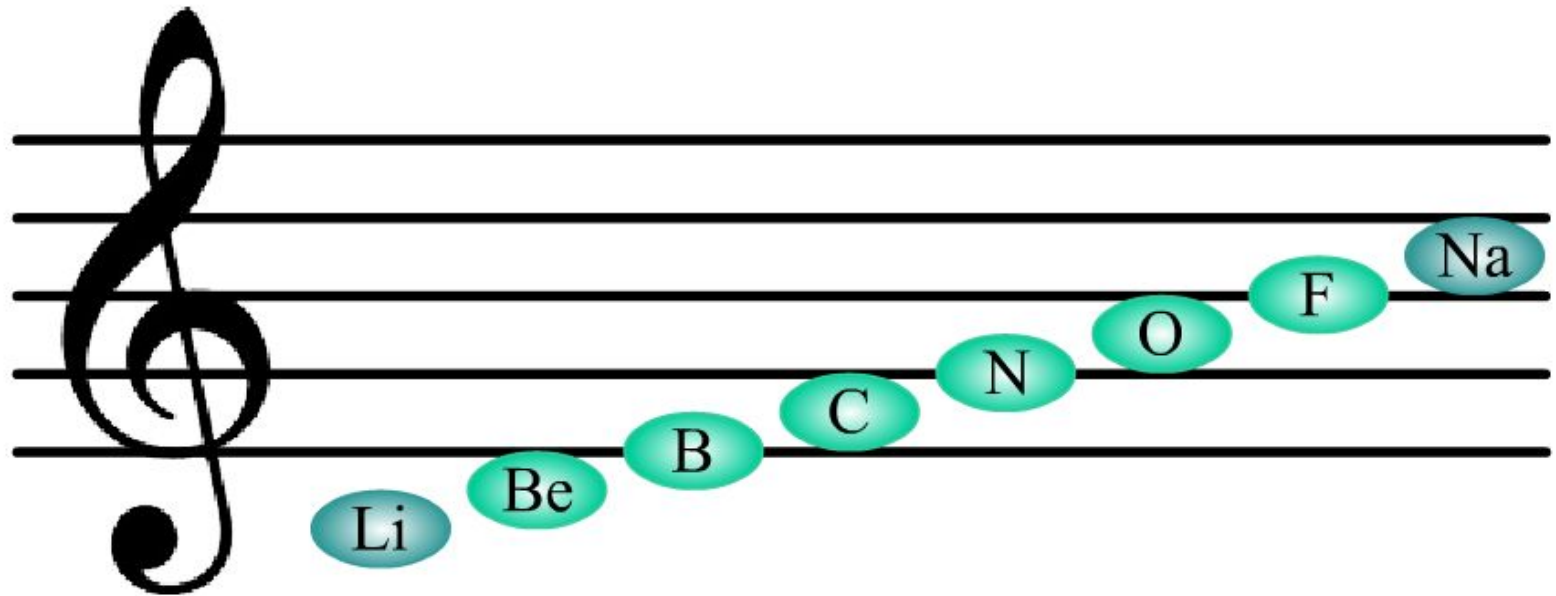
Первая попытка научной классификации химических элементов принадлежит немецкому химику Иоганну Вольфгангу Доберейнеру, который сгруппировал некоторые сходные между собой элементы в порядке увеличения их атомных масс. Конечным результатом его исследований была опубликованная в 1829 г, **таблица «триад»:**

	$^{24}\text{Mg}$			
	$^7\text{Li}$	$^{40}\text{Ca}$	$^{32}\text{S}$	$^{36}\text{Cl}$
↓	$^{23}\text{Na}$	$^{88}\text{Sr}$	$^{79}\text{Se}$	$^{80}\text{Br}$
	$^{39}\text{K}$	$^{137}\text{Ba}$	$^{128}\text{Te}$	$^{127}\text{I}$



# Систематизация химических элементов

---



Закон октав Ньюлендса



# Систематизация химических элементов



Лотар Мейер

Триплетные группы				
H 1			Mo 96	W 184
				Au 196.5
			Pd 106.5	Pt 197
Li 7	Na 23	-	Ag 108	
G 9	Mg 24	Zn 65	Cd 112	Hg 200
B 11	Al 27.5	-	-	Tl 203
C 12	Si 28	-	Sn 118	Pb 207
N 14	P 31	As 75	Sb 122	Bi 210
O 16	S 32	Se 79.5	Te 129	
F 19	Cl 35	Br 80	I 127	
	K 39	Rb 85	Cs 133	-
	Ca 40	Sr 87.5	Ba 137	
	Ti 49	Zr 89.5	-	Th 231
	Cr 52.5		V 138	
	Mn 55			

# Систематизация химических элементов

---



Антуан Лавуазье

O N H

S P C Cl B

Ag Cu Fe Pb Au Zn

CaO MgO BaO SiO<sub>2</sub> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

# Систематизация химических элементов



Дмитрий Иванович Менделеев

Первая печатная периодическая таблица

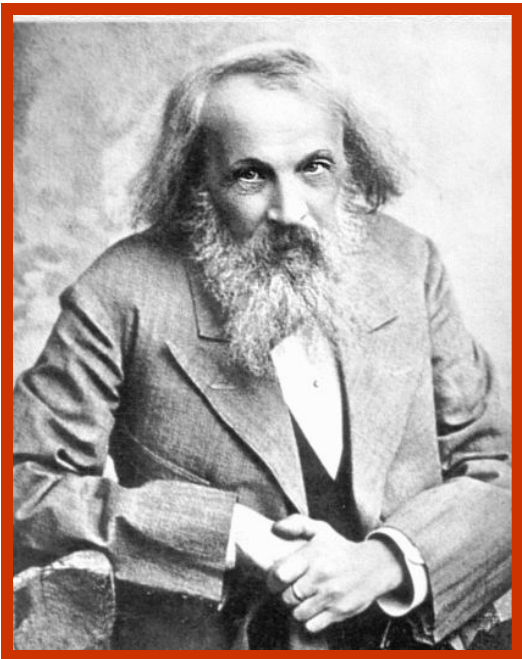
**ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.**  
основанной на ихъ атомномъ вѣсѣ и химическомъ сходствѣ.

	Ti=50	Zr= 90	?=180.		
	V=51	Nb= 94	Ta=182		
	Cr=52	Mo= 96	W=186.		
	Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4		
	Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.		
	Ni=Co=59	Pd=106,4	Os=199.		
H=1	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200		
Be= 9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112		
B=11	Al=27,4	?=68	U=116	Au=197,7	
C=12	Si=28	?=70	Sn=118		
N=14	P=31	As=75	Sh=122	Bi=210?	
O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?		
F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127		
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
	Ca=40	Sr=87,4	Ba=137	Pb=207	
	?=45	Ce=92			
	?Er=56	La=94			
	?Yt=60	Di=95			
	?In=75,4	Tb=118?			

Д. Менделѣевъ

В 1871 г. ученый разработал новый вариант периодической системы, который уже мало чем отличался от современного.

	<sup>14</sup> N	<sup>31</sup> P	<sup>75</sup> As	<sup>121</sup> Sb
	<sup>16</sup> O	<sup>32</sup> S	<sup>79</sup> Se	<sup>128</sup> T
	<sup>17</sup> F	<sup>36</sup> Cl	<sup>80</sup> Br	<sup>127</sup> I
<sup>7</sup> Li	<sup>23</sup> Na	<sup>39</sup> K	<sup>85</sup> Rb	<sup>133</sup> Cs
<sup>9</sup> Be	<sup>24</sup> Mg	<sup>40</sup> Ca	<sup>88</sup> Sr	<sup>137</sup> Ba
<sup>11</sup> B	<sup>27</sup> Al	?	<sup>115</sup> In	<sup>204</sup> Tl
<sup>12</sup> C	<sup>28</sup> Si	?	<sup>117</sup> Sn	<sup>207</sup> Pb



**Дмитрий  
Иванович  
Менделеев**

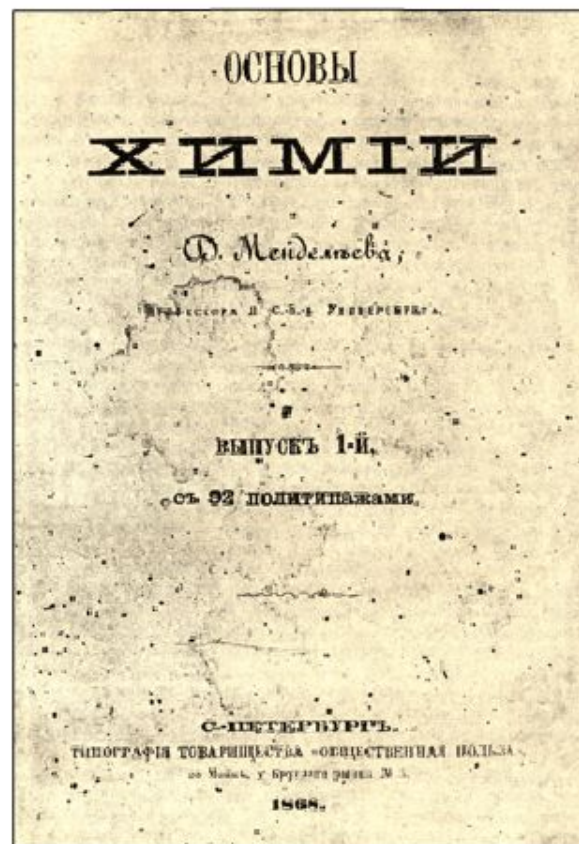
**1869**

**Логическим завершением поисков различных вариантов научной систематики химических элементов явилась периодическая система Дмитрия Ивановича Менделеева, составленная русским ученым в феврале 1869 г. при написании учебника по химии для студентов Петербургского университета.**



**Периодическая система – это  
естественнонаучная классификация  
химических элементов,  
основанная на периодическом законе**

**Периодическая таблица  
химических элементов,  
созданная на основе  
периодического закона,  
открытого русским ученым  
ДИ Менделеевым стала  
научным венцом атомной  
химии.**



# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

I	I																XIII										XIV										XV										XVI										XVII										XVIII																																																																																																																		
I	<b>H</b> 1 1,007825 Водород																	<b>B</b> 5 10,811 Бор	<b>C</b> 6 12,011 Углерод	<b>N</b> 7 14,0067 Азот	<b>O</b> 8 15,9994 Кислород	<b>F</b> 9 18,9984 Фтор	<b>Ne</b> 10 20,179 Неон																	<b>Al</b> 13 26,98154 Алюминий	<b>Si</b> 14 28,0855 Кремний	<b>P</b> 15 30,97376 Фосфор	<b>S</b> 16 32,066 Сера	<b>Cl</b> 17 35,4527 Хлор	<b>Ar</b> 18 39,948 Аргон																	<b>K</b> 19 39,0983 Калий	<b>Ca</b> 20 40,078 Кальций	<b>Sc</b> 21 44,95591 Скандий	<b>Ti</b> 22 47,867 Титан	<b>V</b> 23 50,9415 Ванадий	<b>Cr</b> 24 51,9961 Хром	<b>Mn</b> 25 54,93805 Марганец	<b>Fe</b> 26 55,847 Железо	<b>Co</b> 27 58,9332 Кобальт	<b>Ni</b> 28 58,71 Никель	<b>Cu</b> 29 63,546 Медь	<b>Zn</b> 30 65,37 Цинк	<b>Ga</b> 31 69,723 Галлий	<b>Ge</b> 32 72,61 Германий	<b>As</b> 33 74,9216 Мышьяк	<b>Se</b> 34 78,96 Селен	<b>Br</b> 35 79,904 Бром	<b>Kr</b> 36 83,80 Криптон																	<b>Rb</b> 37 85,4678 Рубидий	<b>Sr</b> 38 87,62 Стронций	<b>Y</b> 39 88,90585 Иттрий	<b>Zr</b> 40 91,224 Цирконий	<b>Nb</b> 41 92,90638 Ниобий	<b>Mo</b> 42 95,94 Молибден	<b>Tc</b> 43 [99] Технеций	<b>Ru</b> 44 101,07 Рутений	<b>Rh</b> 45 102,9055 Родий	<b>Pd</b> 46 106,42 Палладий	<b>Ag</b> 47 107,8682 Серебро	<b>Cd</b> 48 112,411 Кадмий	<b>In</b> 49 114,82 Индий	<b>Sn</b> 50 118,710 Олово	<b>Sb</b> 51 121,75 Сурьма	<b>Te</b> 52 127,60 Теллур	<b>I</b> 53 126,9044 Иод	<b>Xe</b> 54 131,29 Ксенон																	<b>Cs</b> 55 132,9055 Цезий	<b>Ba</b> 56 137,327 Барий	<b>La</b> 57 138,9055 Лантан	<b>Hf</b> 72 178,49 Гафний	<b>Ta</b> 73 180,9479 Тантал	<b>W</b> 74 183,85 Вольфрам	<b>Re</b> 75 186,207 Рений	<b>Os</b> 76 190,2 Осмий	<b>Ir</b> 77 192,222 Иридий	<b>Pt</b> 78 195,08 Платина	<b>Au</b> 79 196,9667 Золото	<b>Hg</b> 80 200,59 Ртуть	<b>Tl</b> 81 204,383 Таллий	<b>Pb</b> 82 207,2 Свинец	<b>Bi</b> 83 208,9804 Висмут	<b>Po</b> 84 [210] Полоний	<b>At</b> 85 [210] Астат	<b>Rn</b> 86 [222] Радон																	<b>Fr</b> 87 [223] Франций	<b>Ra</b> 88 [226] Радий	<b>Ac</b> 89 [227] Актиний	<b>Rf</b> 104 [261] Резерфордий	<b>Db</b> 105 [262] Дубний	<b>Sg</b> 106 [263] Сибборговий	<b>Bh</b> 107 [263] Борий	<b>Hs</b> 108 [265] Хассий	<b>Mt</b> 109 [266] Мейтнерий	<b>Ds</b> 110 [271] Дармштадтий	<b>Rg</b> 111 [272] Роентгений	<b>Uub</b> 112 [285] Унбунбий	<b>Uut</b> 113 [284] Унунтрий	<b>Uuq</b> 114 [289] Унунквадий	<b>Uup</b> 115 [288] Унунпентий	<b>Uuh</b> 116 [292] Унунгексий	<b>Uus</b> 117 [293] Унунсептий	<b>Uuo</b> 118 [294] Унуноксий

## \* ЛАНТАНОИДЫ

<b>Ce</b> 58 140,115 Церий	<b>Pr</b> 59 140,9077 Празеодим	<b>Nd</b> 60 144,24 Неодим	<b>Pm</b> 61 [145] Прометий	<b>Sm</b> 62 150,36 Самарий	<b>Eu</b> 63 151,965 Европий	<b>Gd</b> 64 157,25 Гадолиний	<b>Tb</b> 65 158,924 Тербий	<b>Dy</b> 66 162,50 Диспрозий	<b>Ho</b> 67 164,9303 Гольмий	<b>Er</b> 68 167,26 Эрбий	<b>Tm</b> 69 168,9342 Тулий	<b>Yb</b> 70 173,04 Иттербий	<b>Lu</b> 71 174,967 Лютеций
----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

## \*\* АКТИНОИДЫ

<b>Th</b> 90 232,0381 Торий	<b>Pa</b> 91 [231] Протактиний	<b>U</b> 92 238,0289 Уран	<b>Np</b> 93 [237] Нептуний	<b>Pu</b> 94 [244] Плутоний	<b>Am</b> 95 [243] Америций	<b>Cm</b> 96 [247] Кюрий	<b>Bk</b> 97 [247] Берклий	<b>Cf</b> 98 [247] Калифорний	<b>Es</b> 99 [252] Эйнштейний	<b>Fm</b> 100 [257] Фермий	<b>Md</b> 101 [258] Менделевий	<b>No</b> 102 [259] Нобий	<b>Lr</b> 103 [260] Лоуренсий
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

Длинная форма периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева.

Математический анализ периодической системы элементов приводил к правильным выводам, но физический смысл периодического закона оставался при этом совершенно неясным. Причину периодичности необходимо было искать в особенностях строения атомов элементов.

# 1885

Иоганн  
Роберт  
Ридберг

В 1885 г. шведский исследователь Иоганн Роберт Ридберг подвел математический фундамент под периодический закон:

1)  $Y = f(A)$

$y$  — некоторое свойство элемента;

$A$  — его атомная масса;

$f(x)$  — периодическая функция.

2) атомная масса  $A$  также есть функция некоторого числа  $N$ , которое ученый назвал порядковым числом элемента.

$$A = f(N)$$

3) Формула нахождения атомных масс  $A = N^{1,21}$



**Ярым противником атомно-молекулярного учения в конце XIX в. выступил известный немецкий естествоиспытатель Вильгельм Оствальд. Он утверждал, что атомы и молекулы существуют только в сознании человека и что атомистические представления — всего лишь удобный способ отображения реально протекающих во времени и в пространстве энергетических процессов. Он настаивал, чтобы химики по возможности не пользовались атомистической теорией.**



**Разрешить спор между  
сторонниками и противниками  
атомно-молекулярного учения  
мог только эксперимент.  
И такой эксперимент был  
вскоре поставлен.  
И открытия не заставили себя  
ждать.**