

# Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

*“Мощь и сила науки во множестве фактов, цель в обобщении этого множества и возведении их к началам... Собрание фактов и гипотез – это ещё не наука; оно есть только преддверие её, мимо которого нельзя прямо войти в святилище науки. На этих преддвериях надпись – наблюдения, предложения, опыт”.*

**Д.И. Менделеев**

## Первые попытки систематизации элементов

В 1829 г немецкий химик  
Иоган Вольфганг Дёберейнер  
сформулировал *закон триад*.

<b>Cl – 35.5</b>	<b>P – 31</b>	<b>S – 32</b>	<b>Ca – 41</b>	<b>Li – 7</b>
<b>Br – 80</b>	<b>As – 75</b>	<b>Se – 79</b>	<b>Sr – 88</b>	<b>Na – 23</b>
<b>I – 125</b>	<b>Sb – 122</b>	<b>Te – 129</b>	<b>Ba – 137</b>	<b>K – 39</b>

Разбить все известные элементы на триады Дёберейнеру, естественно, не удалось, тем не менее, закон триад явно указывал на наличие взаимосвязи между атомной массой и свойствами элементов и их соединений. Все дальнейшие попытки систематизации основывались на размещении элементов в порядке возрастания их атомных весов.

## Первые попытки систематизации элементов

В 1843 г Леопольд Гмелин привёл таблицу химически сходных элементов, расставленных по группам в порядке возрастания *"соединительных масс"*. Вне групп элементов, вверху таблицы, Гмелин поместил три "базисных" элемента – кислород, азот и водород. Под ними были расставлены триады, а также тетрады и пентады (группы из четырех и пяти элементов), причём под кислородом расположены группы металлоидов (по терминологии Берцелиуса), т.е. электроотрицательных элементов; электроположительные и электроотрицательные свойства групп элементов плавно изменялись сверху вниз.

## Часть таблицы Леопольда Гмелина

<b>H = 1</b>	<b>Cl = 35,5</b>	<b>K = 39</b>
<b>O = 8</b>	<b>N = 14</b>	<b>Ag = 108</b>
<b>S = 16</b>	<b>C = 6</b>	<b>Pb = 103,5</b>

## Первые попытки систематизации элементов

Джон Александр Рейна Ньюлендс в 1864 г. опубликовал таблицу элементов, отражающую предложенный им *закон октав*. Ньюлендс показал, что в ряду элементов, размещённых в порядке возрастания атомных весов, свойства восьмого элемента сходны со свойствами первого. Такая зависимость действительно имеет место для лёгких элементов, однако Ньюлендс пытается придать ей всеобщий характер. В таблице Ньюлендса сходные элементы располагались в горизонтальных рядах; однако, в одном и том же ряду часто оказывались и элементы совершенно непохожие. Кроме того, в некоторых ячейках Ньюлендс вынужден был разместить по два элемента; наконец, таблица Ньюлендса не содержит свободных мест.

## Таблица Ньюлендса

	№		№		№		№		№		№		№		№
<b>H</b>	<b>1</b>	<b>F</b>	<b>8</b>	<b>Cl</b>	<b>15</b>	<b>Co</b> <b>Ni</b>	<b>22</b>	<b>Br</b>	<b>29</b>	<b>Pd</b>	<b>36</b>	<b>I</b>	<b>43</b>	<b>Pt</b> <b>Ir</b>	<b>50</b>
<b>Li</b>	<b>2</b>	<b>Na</b>	<b>9</b>	<b>K</b>	<b>16</b>	<b>Cu</b>	<b>23</b>	<b>Rb</b>	<b>30</b>	<b>Ag</b>	<b>37</b>	<b>Cs</b>	<b>44</b>	<b>Tl</b>	<b>51</b>
<b>Be</b>	<b>3</b>	<b>Mg</b>	<b>10</b>	<b>Ca</b>	<b>17</b>	<b>Zn</b>	<b>24</b>	<b>Sr</b>	<b>31</b>	<b>Cd</b>	<b>38</b>	<b>Ba</b> <b>V</b>	<b>45</b>	<b>Pb</b>	<b>52</b>
<b>B</b>	<b>4</b>	<b>Al</b>	<b>11</b>	<b>Cr</b>	<b>18</b>	<b>Y</b>	<b>25</b>	<b>Ce</b> <b>La</b>	<b>32</b>	<b>U</b>	<b>39</b>	<b>Ta</b>	<b>46</b>	<b>Th</b>	<b>53</b>
<b>C</b>	<b>5</b>	<b>Si</b>	<b>12</b>	<b>Ti</b>	<b>19</b>	<b>In</b>	<b>26</b>	<b>Zr</b>	<b>33</b>	<b>Sn</b>	<b>40</b>	<b>W</b>	<b>47</b>	<b>Hg</b>	<b>54</b>
<b>N</b>	<b>6</b>	<b>P</b>	<b>13</b>	<b>Mn</b>	<b>20</b>	<b>As</b>	<b>27</b>	<b>Di</b> <b>Mo</b>	<b>34</b>	<b>Sb</b>	<b>41</b>	<b>Nb</b>	<b>48</b>	<b>Bi</b>	<b>55</b>
<b>O</b>	<b>7</b>	<b>S</b>	<b>14</b>	<b>Fe</b>	<b>21</b>	<b>Se</b>	<b>28</b>	<b>Rh</b> <b>Ru</b>	<b>35</b>	<b>Te</b>	<b>42</b>	<b>Au</b>	<b>49</b>	<b>Os</b>	<b>56</b>

# Первые попытки систематизации элементов

В 1864 году Уильям Одлинг, пересмотрев предложенную им в 1857 г. систематику элементов, основанную на эквивалентных весах, предложил следующую таблицу, не сопровождаемую какими-либо пояснениями.

## Таблица Одлинга

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

# Первые попытки систематизации элементов

В 1870 г. Юлиус Лотар Мейер опубликовал свою первую таблицу, в которую включены 42 элемента (из 63), размещённые в шесть столбцов согласно их валентностям. Мейер намеренно ограничил число элементов в таблице, чтобы подчеркнуть закономерное (аналогичное триадам Дёберейнера) изменение атомной массы в рядах подобных элементов.

## Таблица Майера

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	B	Al				In (?)		Tl
	C	Si	Ti		Zr	Sn		Pb
	N	P	V	As	Nb	Sb	Ta	Bi
	O	S	Cr	Se	Mo	Te	W	
	F	Cl	Mn Fe Co Ni	Br	Ru Rh Pd	I	Os Ir Pt	
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Au	
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba	Hg	

В марте 1869 г. русский химик Дмитрий Иванович Менделеев представил *Русскому химическому обществу* *периодический закон химических элементов*, изложенный в нескольких основных положениях.

В том же 1869 г. вышло и первое издание учебника "Основы химии", в котором была приведена периодическая таблица Менделеева.

## Первая таблица Д.И.Менделеева, 1869 г

H = 1			Ti = 50 V = 51 Cr = 52 Mn = 55 Fe = 56 Co = Ni = 59 Cu = 63.4	Zr = 90 Nb = 94 Mo = 96 Rh = 104.4 Ru = 104.4 Pd = 106.6 Ag = 108	? = 180 Ta = 182 W = 186 Pt = 197.4 Ir = 198 Os = 199 Hg = 200
	Be = 9.4	Mg = 24	Zn = 65.2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27.4	? = 68	Ur = 116	Au = 197
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210
	O = 16	S = 32	Se = 79.4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35.5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39 Ca = 40 ? = 45 ?Er = 56 ?Yt = 60 ?In = 75.6	Rb = 85.4 Sr = 87.6 Ce = 92 La = 94 Di = 95 Th = 118?	Cs = 133 Ba = 137	Tl = 204 Pb = 207



В 1871 г. Менделеев в итоговой статье "Периодическая законность химических элементов" дал формулировку Периодического закона:

*«Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел стоят в периодической зависимости от атомного веса».*

Тогда же Менделеев придал своей периодической таблице классический вид.

Распространённые другие являются 3 формы таблицы Менделеева:

- «короткая» (короткопериодная)
- «длинная» (длиннопериодная)
- «сверхдлинная».

В «сверхдлинном» варианте каждый период занимает ровно одну строчку.

В «длинном» варианте лантаноиды и актиноиды вынесены из общей таблицы, делая её более компактной.

В «короткой» форме записи, в дополнение к этому, четвёртый и последующие периоды занимают по 2 строчки; символы элементов главных и побочных подгрупп выравниваются относительно разных краёв клеток.

**Периодическая система элементов<sup>[2]</sup>**

	<u>IA</u>	<u>IIA</u>	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	----	VIII B	----	IB	IIB	IIIA	IVA	<u>VA</u>	<u>VIA</u>	<u>VII A</u>	<u>VIII A</u>
<b>1</b>	1 <u>H</u>																	2 <u>He</u>
<b>2</b>	3 <u>Li</u>	4 <u>Be</u>											5 <u>B</u>	6 <u>C</u>	7 <u>N</u>	8 <u>O</u>	9 <u>F</u>	10 <u>Ne</u>
<b>3</b>	11 <u>Na</u>	12 <u>Mg</u>											13 <u>Al</u>	14 <u>Si</u>	15 <u>P</u>	16 <u>S</u>	17 <u>Cl</u>	18 <u>Ar</u>
<b>4</b>	19 <u>K</u>	20 <u>Ca</u>	21 <u>Sc</u>	22 <u>Ti</u>	23 <u>V</u>	24 <u>Cr</u>	25 <u>Mn</u>	26 <u>Fe</u>	27 <u>Co</u>	28 <u>Ni</u>	29 <u>Cu</u>	30 <u>Zn</u>	31 <u>Ga</u>	32 <u>Ge</u>	33 <u>As</u>	34 <u>Se</u>	35 <u>Br</u>	36 <u>Kr</u>
<b>5</b>	37 <u>Rb</u>	38 <u>Sr</u>	39 <u>Y</u>	40 <u>Zr</u>	41 <u>Nb</u>	42 <u>Mo</u>	(43) <u>Tc</u>	44 <u>Ru</u>	45 <u>Rh</u>	46 <u>Pd</u>	47 <u>Ag</u>	48 <u>Cd</u>	49 <u>In</u>	50 <u>Sn</u>	51 <u>Sb</u>	52 <u>Te</u>	53 <u>I</u>	54 <u>Xe</u>
<b>6</b>	55 <u>Cs</u>	56 <u>Ba</u>	*	72 <u>Hf</u>	73 <u>Ta</u>	74 <u>W</u>	75 <u>Re</u>	76 <u>Os</u>	77 <u>Ir</u>	78 <u>Pt</u>	79 <u>Au</u>	80 <u>Hg</u>	81 <u>Tl</u>	82 <u>Pb</u>	83 <u>Bi</u>	84 <u>Po</u>	(85) <u>At</u>	86 <u>Rn</u>
<b>7</b>	87 <u>Fr</u>	88 <u>Ra</u>	**	(104) <u>Rf</u>	(105) <u>Db</u>	(106) <u>Sg</u>	(107) <u>Bh</u>	(108) <u>Hs</u>	(109) <u>Mt</u>	(110) <u>Ds</u>	(111) <u>Rg</u>	(112) <u>Cp</u>	(113) <u>Uut</u>	(114) <u>Uuq</u>	(115) <u>Uup</u>	(116) <u>Uuh</u>	(117) <u>Uus</u>	(118) <u>Uuo</u>
<b>8</b>	(119) <u>Uue</u>	(120) <u>Ubn</u>																
<b><u>Лантаноиды</u> *</b>			57 <u>La</u>	58 <u>Ce</u>	59 <u>Pr</u>	60 <u>Nd</u>	(61) <u>Pm</u>	62 <u>Sm</u>	63 <u>Eu</u>	64 <u>Gd</u>	65 <u>Tb</u>	66 <u>Dy</u>	67 <u>Ho</u>	68 <u>Er</u>	69 <u>Tm</u>	70 <u>Yb</u>	71 <u>Lu</u>	
<b><u>Актиноиды</u> **</b>			89 <u>Ac</u>	90 <u>Th</u>	91 <u>Pa</u>	92 <u>U</u>	(93) <u>Np</u>	(94) <u>Pu</u>	(95) <u>Am</u>	(96) <u>Cm</u>	(97) <u>Bk</u>	(98) <u>Cf</u>	(99) <u>Es</u>	(100) <u>Fm</u>	(101) <u>Md</u>	(102) <u>No</u>	(103) <u>Lr</u>	

# Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

## Группы элементов

Период	Группы элементов																						
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI							
1											H 1,00794:7 водород	He 4,002602:2 гелий	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">U</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">92</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">238,02891</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5f<sup>3</sup>6d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">174</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">uranium</td> </tr> </table> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Распределение электронов по застроенным и ближайшим подоболочкам</p> </div>					U	92	238,02891	5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	174	uranium
U	92																						
238,02891	5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>																						
174	uranium																						
2	Li 6,941:2 литий	Be 9,01218:1 бериллий	B 10,811:5 бор	C 12,011:1 углерод	N 14,0067:1 азот	O 15,9994:3 кислород	F 18,998403:1 фтор	Ne 20,179:1 неон															
3	Na 22,98977:1 натрий	Mg 24,305:1 магний	Al 26,98154:1 алюминий	Si 28,0855:3 кремний	P 30,97375:1 фосфор	S 32,066:6 сера	Cl 35,453:1 хлор	Ar 39,948:1 аргон															
4	K 39,0983:1 калий	Ca 40,078:4 кальций	Sc 44,95591:1 скандий	Ti 47,88:3 титан	V 50,9415:1 ванадий	Cr 51,9961:6 хром	Mn 54,9380:1 марганец	Fe 55,847:3 железо	Co 58,9332:1 кобальт	Ni 58,69:1 никель													
	Cu 63,546:3 медь	Zn 65,39:2 цинк	Ga 69,723:4 галлий	Ge 72,59:3 германий	As 74,9216:1 мышьяк	Se 78,96:3 селен	Br 79,904:1 бром	Kr 83,80:1 криптон															
5	Rb 85,4678:3 рубидий	Sr 87,62:1 стронций	Y 88,9058:1 иттрий	Zr 91,224:2 цирконий	Nb 92,906:1 ниобий	Mo 95,94:1 молибден	Tc 97,9072 технеций	Ru 101,07:2 рутений	Rh 102,905:1 родий	Pd 106,42:1 палладий													
	Ag 107,8682:3 серебро	Cd 112,41:1 кадмий	In 114,82:1 индий	Sn 118,710:7 олово	Sb 121,75:3 сурьма	Te 127,60:3 теллур	I 126,9045:1 йод	Xe 131,29:3 ксенон															
6	Cs 132,9054:1 цезий	Ba 137,33:1 барий	La* 138,9055:3 лантан	Hf 178,49:3 гафний	Ta 180,9479:1 тантал	W 183,85:3 вольфрам	Re 186,207:1 рений	Os 190,2:3 осмий	Ir 192,22:3 иридий	Pt 195,08:3 платина													
	Au 196,9665:1 золото	Hg 200,59:3 ртуть	Tl 204,383:1 таллий	Pb 207,2:1 свинец	Bi 208,9804:1 висмут	Po 209,9824 полоний	At 208,9871 астат	Rn 222,0176 радон															
7	Fr 223,0187 франций	Ra 226,254 радий	Ac** 227,0278 актиний	Ku [261] куриатовий	Ns [262] нильсборговий	106	107	108	109														

### ★ ЛАНТАНОИДЫ

Ce 140,12:1 церий	Pr 140,9077:1 протактиний	Nd 144,24:3 неодим	Pm 144,9129 прометий	Sm 150,36:3 самарий	Eu 151,96:1 европий	Gd 157,25:3 гадолиний	Tb 158,925:1 тербий	Dy 162,50:3 диспрозий	Ho 164,930:1 гольмий	Er 167,26:3 эрбий	Tm 168,932:1 тулий	Yb 173,04:3 иттербий	Lu 174,967:1 лютеций
-------------------------	---------------------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------

### ★★ АКТИНОИДЫ

Th 232,0381:1 торий	Pa 231,0369 протактиний	U 238,0289:1 уран	Np 237,0482 нептуний	Pu 244,0642 плутоний	Am 243,061 амерций	Cm 247,070 куриум	Bk 247,070 берклий	Cf 251,079 калорний	Es 252,083 эйнштейний	Fm 257,0951 фермий	Md 258,108 менделеев	(No) 259,108 (нобеллий)	(Lr) 260,1064 (лоуренсбий)
---------------------------	-------------------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------	----------------------------------

Относительные атомные массы приведены по Международной таблице 1983 года (точность указана для последней значащей цифры). Для элементов 104-108 в квадратных скобках приведены массовые числа наиболее долгоживущих изотопов. Названия и символы элементов, приведенные в круглых скобках, не являются общепринятыми.

# **Вторая формулировка Периодического закона**

*Свойства химических элементов и образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов их атомных ядер.*

# **Третья формулировка Периодического закона**

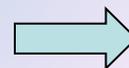
*Свойства химических элементов и образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от периодичности в изменении конфигураций внешних электронных слое атомов химических элементов.*

Немецкий химик  
**Леопольд Гмелин**

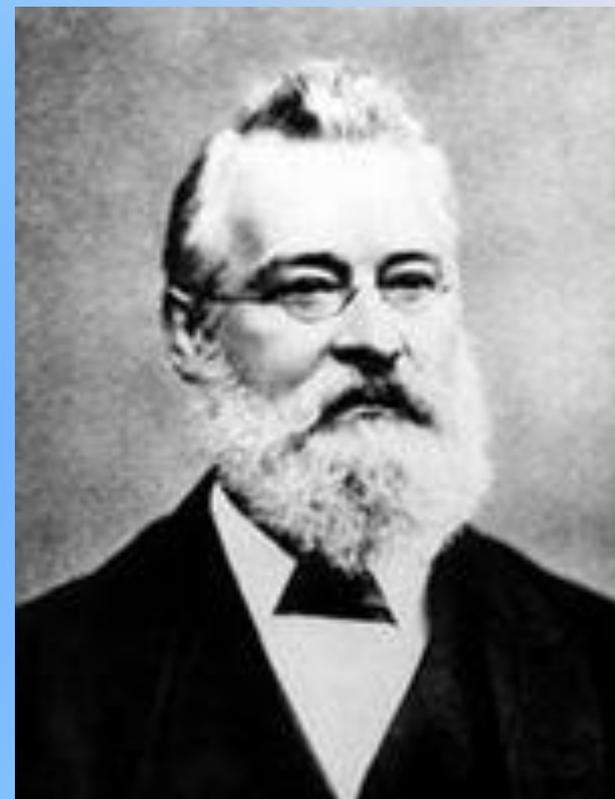
родился в Гёттингене в семье  
известного химика и врача  
Иоганна Фридриха Гмелина.

Учился в Тюбингенском и  
Гёттингенском университетах;  
в 1812 получил степень доктора  
медицины.

С 1813 по 1851 работал в  
Гейдельбергском университете;  
с 1817 — профессор медицины и  
химии.

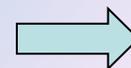


**Джон Александр Рейна Ньюлендс** родился в Лондоне 26 ноября 1837 г. Отец, шотландский священник Уильям Ньюлендс, не хотевший, чтобы сын пошёл по его стопам, подготовил его к поступлению в химический колледж. Мать, Мэри Сара Рейна, итальянка, привила сыну любовь к музыке. Получив образование в колледже, он в 1857 г. Ньюлендс становится ассистентом химика в Королевском сельскохозяйственном обществе. Однако под влиянием матери Ньюлендс уезжает на её родину, в Италию, где набирало силу освободительное движение во главе с Джузеппе Гарибальди. Там в начале 1860 г. Ньюлендс познакомился со Станислао Канниццаро – одним из реформаторов атомно-молекулярного учения. Общение с Канниццаро, по-видимому, привлекло внимание Ньюлендса к проблеме атомных весов элементов.

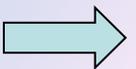


Английский химик **Уильям Одлинг** родился в Саутуорке, близ Лондона.

В 1846-1850 гг. он получил медицинское образование в медицинской школе при госпитале Св. Варфоломея в Лондоне. В 1850 г. изучал химию в Париже у Шарля Жерара. С 1868 г. – профессор Королевского института, с 1872 г. – Оксфордского университета. Член Лондонского королевского общества с 1859 г., его почётный Секретарь (1856-1869), Вице-президент (1869-1872) и Президент (1873-1875).



**Юлиус Лотар Мейер** родился 19 августа 1830 года в семье врача в маленьком городке Фареле в провинции Ольденбург. Обладая слабым здоровьем, среднюю школу он смог закончить только к двадцати одному году. После школы по примеру своего отца Мейер стал изучать медицину, и в 1854 году получил степень доктора в Вюрцбургском университете.





**Д.И. Менделеев  
родился 8 февраля  
1834г. в г.Тобольске, в  
семье директора  
гимназии и  
попечителя училищ.  
Мать — владелица  
небольшого  
стекольного  
производства.**

