

# 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

	Триплетные 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 конце 1870 г. Менделеев доложил РХО статью "Естественная система элементов и применение её к указанию свойств неоткрытых элементов", в котором предсказал свойства неоткрытых ещё элементов – аналогов бора, алюминия и кремния (соответственно *экабор*, *экаалюминий* и *экасилиций*).

H																							
Li	Be																	B	C	N	O	F	
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	
K	Ca																			As	Se	Br	
Rb	Sr																						
Cs	Ba	?Di	Ce										Er										
			Th																				

**Расположение в периодической таблице элементов, известных в 1870 г. Зелёным цветом показаны ячейки, соответствующие элементам, свойства которых предсказывал Д. И. Менделеев**

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	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	<b>H</b> 1,00794:7 ВОДОРОД																					<b>He</b> 4,002602:2 ГЕЛИЙ		
2	<b>Li</b> 6,941:2 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 9,01218:1 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 10,811:5 БОР	<b>C</b> 12,011:1 УГЛЕРОД	<b>N</b> 14,0067:1 АЗОТ	<b>O</b> 15,9994:3 КИСЛОРОД	<b>F</b> 18,998403:1 ФТОР	<b>Ne</b> 20,179:1 НЕОН																
3	<b>Na</b> 22,98977:1 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24,305:1 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26,98154:1 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28,0855:3 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30,97376:1 ФОСФОР	<b>S</b> 32,066:6 СЕРА	<b>Cl</b> 35,453:1 ХЛОР	<b>Ar</b> 39,948:1 АРГОН																
4	<b>K</b> 39,0983:1 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40,078:4 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44,95591:1 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47,88:3 ТИТАН	<b>V</b> 50,9415:1 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51,9961:6 ХРОМ	<b>Mn</b> 54,9380:1 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55,847:3 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58,9332:1 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58,69:1 НИКЕЛЬ														
5	<b>Rb</b> 85,4678:3 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87,62:1 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88,9058:1 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91,224:2 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92,906:1 НИОБИЙ	<b>Mo</b> 95,94:1 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101,07:2 РУТЕНИЙ	<b>Rh</b> 102,905:1 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106,42:1 ПАЛЛАДИЙ														
6	<b>Cs</b> 132,9054:1 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,33:1 БАРИЙ	<b>La*</b> 138,9055:3 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Hf</b> 178,49:3 ГАФНИЙ	<b>Ta</b> 180,9479:1 ТАНТАЛ	<b>W</b> 183,85:3 ВОЛЬФРАМ	<b>Re</b> 186,207:1 РЕНИЙ	<b>Os</b> 190,2:3 ОСМИЙ	<b>Ir</b> 192,22:3 ИРИДИЙ	<b>Pt</b> 195,08:3 ПЛАТИНА														
7	<b>Fr</b> 223,0187 ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> 226,254 РАДИЙ	<b>Ac**</b> 227,0278 АКТИНИЙ	<b>Ku</b> 261:1 КУРИТОВИЙ	<b>Ns</b> 269:1 НИЛЬСОНОВИЙ	<b>106</b> [263]	<b>107</b> [263]	<b>108</b> [263]	<b>109</b> [263]	<b>110</b> [263]	<b>111</b> [263]	<b>112</b> [263]	<b>113</b> [263]	<b>114</b> [263]	<b>115</b> [263]	<b>116</b> [263]	<b>117</b> [263]	<b>118</b> [263]						



### ★ ЛАНТАНОИДЫ

<b>Ce</b> 140,12:1 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,9077:1 ПРАЗЕОДИМ	<b>Nd</b> 144,24:3 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9129 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36:3 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,96:1 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25:3 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,925:1 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50:3 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,930:1 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26:3 ЕРБИЙ	<b>Tm</b> 168,934:1 ТУЛЬМИЙ	<b>Yb</b> 173,04:3 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967:1 ЛУТЕЦИЙ
--------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

### ★★ АКТИНОИДЫ

<b>Th</b> 232,0381:1 ТОРИЙ	<b>Pa</b> 231,0368 ПРОТАКТИНИЙ	<b>U</b> 238,0289:1 УРАН	<b>Np</b> 237,0482 НЕПУТЧИЙ	<b>Pu</b> 244,0642 ПУТОЛИЙ	<b>Am</b> 243,061 АМЕРИЦИЙ	<b>Cm</b> 247,070 КЕРМИЙ	<b>Bk</b> 247,070 БЕРКЛИЙ	<b>Cf</b> 251,079 КАЛИФОРНИЙ	<b>Es</b> 252,083 ЭЙЗЕНСТАДТОВИЙ	<b>Fm</b> 257,095 ФЕРМИЙ	<b>Md</b> 258,108 МЕНДЕЛЕВИЙ	<b>(No)</b> 259,108 НОБЕЛИЙ	<b>(Lr)</b> 260,1054 ЛОРЕНЦИЙ
----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--	--------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

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**

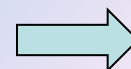
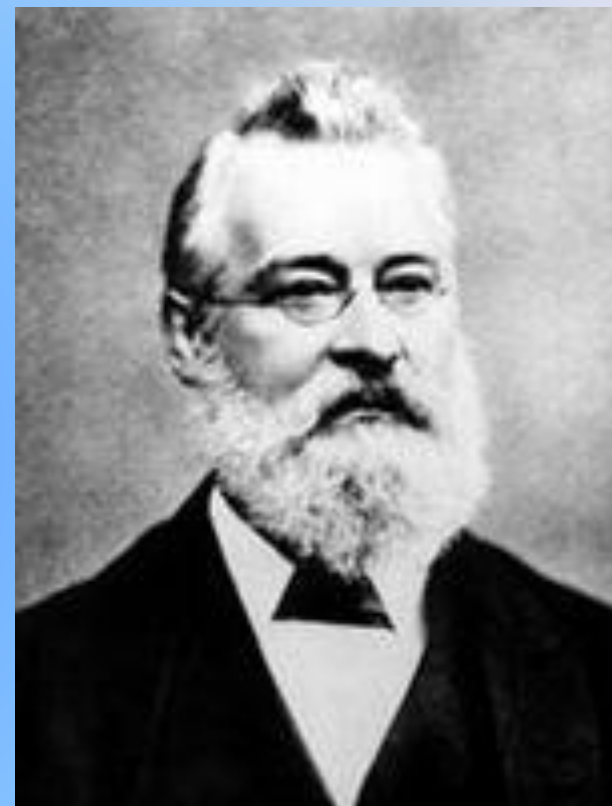
родился в Гёттингене в семье  
известного химика и врача  
Иоганна Фридриха Гмелина.

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.

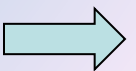


Английский химик **Уильям Одлинг** родился в Саутуорке, близ Лондона.

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.**



