

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА
www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834-1907

СТУПЕНЬ ОКСИДАЦИИ
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР

НАИМЕНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА
АТОМНАЯ МАССА
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

■ s-элементы
■ p-элементы
■ d-элементы
■ f-элементы

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne				
3	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
4	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
5	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
6	6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
7	7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Rn		

Высшие оксиды: R_2O , RO , R_2O_3 , RO_2 , R_2O_5 , RO_3 , R_2O_7
 Летучие водородные соединения: RH_4 , RH_3 , H_2R , HR
 Лантаноиды: La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, Lu
 Актинοиды: Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Открытие Периодического закона предшествовало накоплению знаний о веществах и их свойствах. По мере открытия новых химических элементов, изучения состава и свойств их соединений появлялись первые попытки классифицировать элементы по каким-либо признакам

Предпосылки открытия периодического закона Д.И.Менделеевым

1. Классификация Й.Я.Берцелиуса (металлы и неметаллы)
2. Триады Деберейнера (1816г.)
3. Спираль Шанкуртуа (1862г.)
4. Октавы Ньюлендса (1865г.)
5. Таблица Мейера (1864г.)
6. Съезд химиков в Карлсруэ (1860г.)

БЕРЦЕЛИУС Йёнс Якоб

(1779 г. - 1848 г.)



- ввёл современные обозначения химических элементов и формулы химических соединений
- разделил все элементы на металлы и неметаллы на основе различий в свойствах образованных ими простых веществ и соединений

Триады Дёберейнера

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



Иоганн-Вольфганг Дёберейнер
(1780 - 1849)

Немецкий химик И.В. Дёберейнер разделил элементы по три на основе сходства в свойствах образуемых веществ и так, чтобы величина, которую мы сейчас понимаем как относительную атомную массу, среднего элемента была равна среднему арифметическому двух крайних

1816 г.

«Земная спираль» Шанкуртуа (1862 г.)

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

На боковую поверхность цилиндра, разделенную на 16 частей, нанесена линия под углом 45° , на которой отмечены точки, соответствующие атомным весам элементов.

Сходные по свойствам элементы группируются на одной вертикальной линии.



Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа
1820-1886

Закон октав Ньюлендса

В 1865 г. Ньюлендс опубликовал таблицу элементов, назвав её «законом октав»:

«Номера аналогичных элементов, как правило, отличаются или на целое число семь, или на кратное семи; другими словами, члены одной и той же группы соотносятся друг с другом в том же отношении, как и крайние точки одной или больше октав в музыке»

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

H Li Be B C N O F Na Mg Al Si P S Cl

Cl K Ca Cr Ti Mn Fe Cobalt/Nickel



Джон Александр Рейна Ньюлендс
1837-1898



Юлиус Лотар Мейер (1830-1895)

В 1864 г. опубликовал в книге «Новейшие теории химии и их значение для химической статики» таблицу, в которую были включены 28 элементов, размещённые в шесть столбцов согласно их валентностям и атомным массам

	4-wertig	3-wertig	2-wertig	1-wertig	1-wertig	2-wertig
	-	-	-	-	Li = 7.03	(Be = 9.3?)
Differenz =	-	-	-	-	16.02	(14.7)
	C = 12.0	N = 14.04	O = 16.00	F = 19.00	Na = 23.05	Mg = 24.0
Differenz =	16.5	16.95	16.07	16.48	16.08	15.0
	Si = 28.5	P = 31.0	S = 32.07	Cl = 35.46	K = 39.13	Ca = 40.0
Differenz =	89.12 = 44.55	44.0	46.7	44.51	46.3	47.6
	-	As = 75.0	Se = 78.8	Br = 79.97	Rb = 85.4	Sr = 87.6
Differenz =	44.55	45.6	49.5	45.8	47.6	49.5
	Sn = 117.6	Sb = 120.6	Te = 128.3	I = 126.8	Cs = 133	Ba = 137.1
Differenz =	89.4 = 244.7	87.4 = 243.7	-	-	(71 = 235.5)	-
	Pb = 207.0	Bi = 208.0	-	-	(Tl = 204?)	-

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЪЕЗД ХИМИКОВ В КАРЛСРУЭ. РЕФОРМА АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ ТЕОРИИ

В середине XIX в. у различных школ и групп ученых **не было единых критериев** определения связанных с химической номенклатурой, обозначениями и атомной массой.

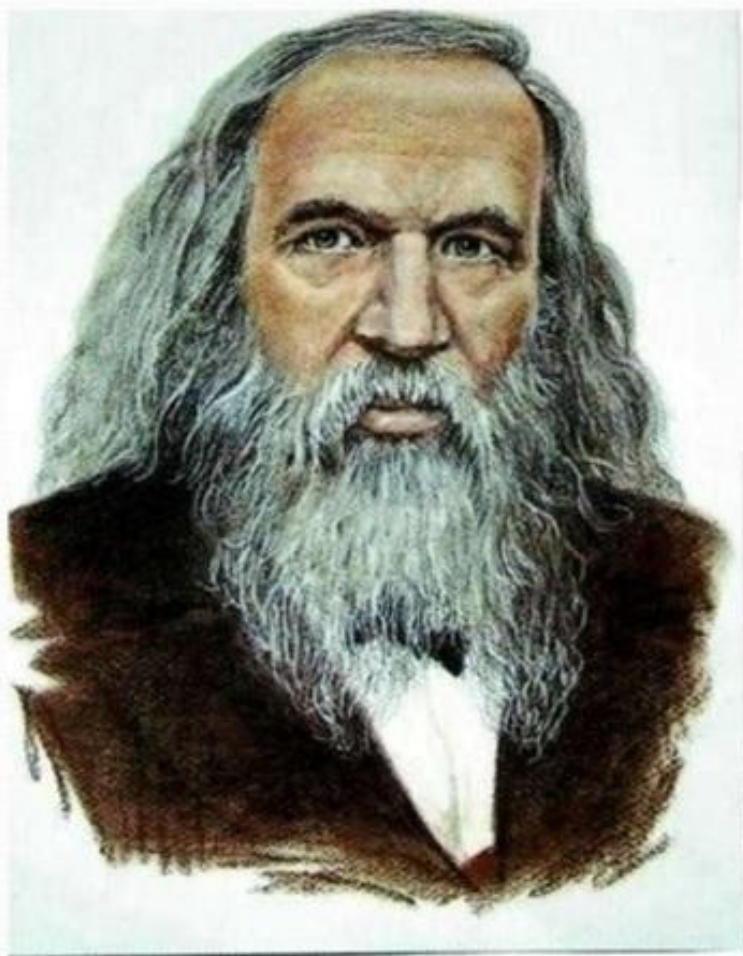
1860 г. - первая международная конференция, посвященная химии (конгрессе в Карлсруэ).

Среди участников российской делегации были **Н.Н. Зинин** и **Д.И. Менделеев**.

Результатом съезда химиков в Карлсруэ стало утверждение **атомно - молекулярного учения**, были определены понятия **атомного веса**, а также **молекулы и атома**

В общей сложности до Д.И. Менделеева было предпринято более 50 попыток классификации химических элементов. Ни одна из попыток не привела к созданию системы, отражающей взаимосвязь элементов, выявляющей природу их сходства и различия, имеющей предсказательный характер

Дмитрий Иванович Менделеев



Менделеев оставил свыше 500 печатных трудов, среди которых классические «**Основы химии**» – первое стройное изложение **неорганической химии**.

Открытый **Периодический закон** химических элементов получил всеобщее признание, позволил ученым предвидеть новые открытия и систематизировать накапливающийся экспериментальный материал

В основу своей работы по классификации химических элементов Д.И. Менделеев положил два их основных и постоянных признака: величину атомной массы и свойства образованных химическими элементами веществ. Он выписал на карточки все известные сведения об открытых и изученных в то время химических элементах и их соединениях. Сопоставляя эти сведения, учёный составил естественные группы сходных по свойствам элементов. При этом он обнаружил, что свойства элементов в некоторых пределах *изменяются линейно* (монотонно усиливаются или ослабевают), затем после резкого скачка *повторяются периодически*, т.е. через определённое число элементов встречаются сходные

Что же было обнаружено?

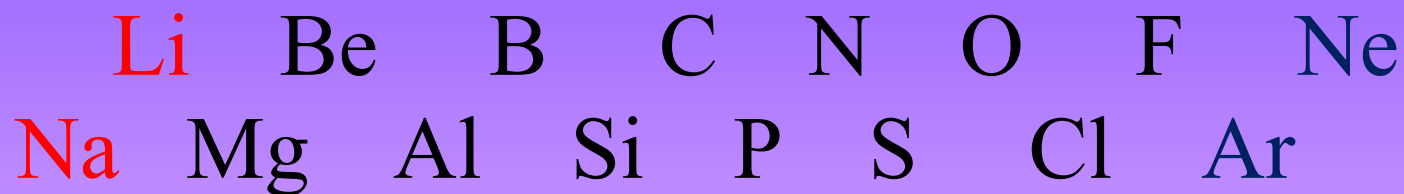
При переходе от лития к фтору происходит закономерное ослабление металлических свойств и усиление неметаллических.

При переходе от фтора к следующему по значению атомной массы элементу натрию происходит скачок в изменении свойств (натрий повторяет свойства лития).

За натрием следует магний, который сходен с бериллием - они проявляют металлические свойства. Алюминий, следующий за магнием, напоминает бор. Как близкие родственники похожи кремний и углерод; фосфор и азот; сера и кислород; хлор и фтор.

При переходе к следующему за хлором элементу калию опять происходит скачок в изменении химических свойств

Если написать ряды химических элементов один под другим так, чтобы под литием находился натрий, а под неоном - аргон, то получим следующее расположение элементов:



При таком расположении в вертикальные столбики попадают элементы, сходные по своим свойствам

Первый вариант Периодической таблицы

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,

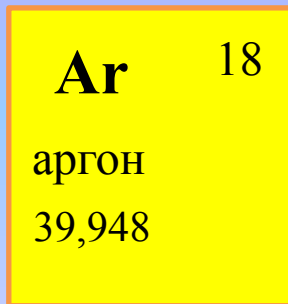
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Tl=50	Zr= 90	?=180.	
		V=51	Nb= 94	Ta=182.	
		Cr=52	Mo= 98	W=186.	
		Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4	
		Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.	
	Ni=Co=59	Pt=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	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	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=96		
		?In=75,4	Th=118?		

Д. Менделѣевъ

На основании своих наблюдений 1 марта 1869 г. Д. И. Менделеев сформулировал Периодический закон, который в начальной своей формулировке звучал так:
Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов

Уязвимым моментом Периодического закона сразу после его открытия было объяснение причины периодического повторения свойств элементов с увеличением относительной атомной массы их атомов. Более того, несколько пар элементов расположены в Периодической системе с нарушением увеличения атомной массы. Например, аргон с относительной атомной массой 39,948 занимает 18-е место, а калий с относительной атомной массой 39,102 имеет порядковый номер 19



Только с открытием строения атомного ядра и установлением физического смысла порядкового номера элемента стало понятно, что в Периодической системе элементы расположены *в порядке увеличения положительного заряда их атомных ядер*. С этой точки зрения никакого нарушения в последовательности элементов $_{18}\text{Ar} -$ $_{19}\text{K}$, $_{27}\text{Co} -$ $_{28}\text{Ni}$, $_{52}\text{Te} -$ $_{53}\text{I}$, $_{90}\text{Th} -$ $_{91}\text{Pa}$ не существует. Следовательно, современная трактовка Периодического закона звучит следующим образом:

Свойства химических элементов и образуемых ими соединений находятся в периодической зависимости от величины заряда их атомных ядер

Структура Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева:

Всего в Периодической системе 118 химических элементов, 94 из которых имеют природное происхождение, а 24 химических элемента получено искусственно

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII											
I	1	H 1 1s ¹ Водород 1,00797															(H)	Символ элемента	Порядковый номер	He 2 1s ² Гелий 4,0026
II	2	Li 3 2s ¹ Литий 6,939	Be 4 2s ² Бериллий 9,0122	B 5 2s ² 2p ¹ Бор 10,811	C 6 2s ² 2p ² Углерод 12,01115	N 7 2s ² 2p ³ Азот 14,0067	O 8 2s ² 2p ⁴ Кислород 15,9994	F 9 2s ² 2p ⁵ Фтор 18,9984	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> K 19 4s¹ Калий 39, 102 </div>								Ne 10 2s ² 2p ⁶ Неон 20,183			
III	3	Na 11 3s ¹ Натрий 22,9898	Mg 12 3s ² Магний 24,312	Al 13 3s ² 3p ¹ Алюминий 26,9815	Si 14 3s ² 3p ² Кремний 28,086	P 15 3s ² 3p ³ Фосфор 30,9738	S 16 3s ² 3p ⁴ Сера 32,064	Cl 17 3s ² 3p ⁵ Хлор 35,453									Ar 18 3s ² 3p ⁶ Аргон 39,948			
IV	4	K 19 4s ¹ Калий 39, 102	Ca 20 4s ² Кальций 40,08	Sc 21 4s ² 3d ¹ Скандий 44,956	Ti 22 4s ² 3d ² Титан 47,90	V 23 4s ² 3d ³ Ванадий 50,942	Cr 24 4s ¹ 3d ⁵ Хром 51,996	Mn 25 4s ² 3d ⁵ Марганец 54,938	Fe 26 4s ² 3d ⁶ Железо 55,847	Co 27 4s ² 3d ⁷ Кобальт 58,9332	Ni 28 4s ² 3d ⁸ Никель 58,71	Li - металлы, образующие основные оксиды и основания Be - металлы, образующие амфотерные оксиды и гидроксиды								Kr 36 4s ² 4p ⁶ Криптон 83,80
	5	Cu 29 4s ¹ 3d ¹⁰ Медь 63,546	Zn 30 4s ² 3d ¹⁰ Цинк 65,37	Ga 31 4s ² 4p ¹ Галлий 69,72	Ge 32 4s ² 4p ² Германий 72,59	As 33 4s ² 4p ³ Мышьяк 74,9216	Se 34 4s ² 4p ⁴ Селен 78,96	Br 35 4s ² 4p ⁵ Бром 79,904									Xe 54 5s ² 5p ⁶ Ксенон 131,30			
V	6	Rb 37 5s ¹ Рубидий 85,47	Sr 38 5s ² Стронций 87,62	Y 39 4d ¹ 5s ² Иттрий 88,905	Zr 40 4d ² 5s ² Цирконий 91,22	Nb 41 4d ⁴ 5s ¹ Ниобий 92,906	Mo 42 4d ⁵ 5s ¹ Молибден 95,94	Tc 43 4d ⁵ 5s ² Технеций [99]	Ru 44 4d ⁷ 5s ¹ Рутений 101,07	Rh 45 4d ⁸ 5s ¹ Родий 102,905	Pd 46 4d ¹⁰ 5s ⁰ Палладий 106,4	[293] - масса наиболее устойчивого изотопа 1 а.е.м.=1,66 × 10 ⁻²⁷ кг								Xe 54 5s ² 5p ⁶ Ксенон 131,30
	7	Ag 47 4d ¹⁰ 5s ¹ Серебро 107,868	Cd 48 4d ¹⁰ 5s ² Кадмий 112,40	In 49 5s ² 5p ¹ Индий 114,82	Sn 50 5s ² 5p ² Олово 118,69	Sb 51 5s ² 5p ³ Сурьма 121,75	Te 52 5s ² 5p ⁴ Теллур 127,60	I 53 5s ² 5p ⁵ Иод 126,9044												
VI	8	Cs 55 6s ¹ Цезий 132,905	Ba 56 6s ² Барий 137,34	La* 57 5d ¹ 6s ² Лантан 138,81	Hf 72 4f ¹⁴ 5d ² 6s ² Гафний 178,49	Ta 73 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² Тантал 180,948	W 74 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² Вольфрам 183,85	Re 75 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ² Рений 186,2	Os 76 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ² Осмий 190,2	Ir 77 4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ² Иридий 192,2	Pt 78 5d ⁹ 6s ¹ Платина 195,09									
	9	Au 79 5d ¹⁰ 6s ¹ Золото 196,967	Hg 80 5d ¹⁰ 6s ² Ртуть 200,59	Tl 81 6s ² 6p ¹ Таллий 204,37	Pb 82 6s ² 6p ² Свинец 207,19	Bi 83 6s ² 6p ³ Висмут 208,980	Po 84 6s ² 6p ⁴ Полоний [210]	At 85 6s ² 6p ⁵ Астат 210												
VII	10	Fr 87 7s ¹ Франций [223]	Ra 88 7s ² Радий [226]	Ac** 89 6d ¹ 7s ² Актиний [227]	Rf 104 5f ¹⁴ 6d ² 7s ² Резерфордий [261]	Db 105 5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² Дубний [262]	Sg 106 5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ² Сиборгий [263]	Bh 107 5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ² Борий [262]	Hs 108 5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ² Хассий [265]	Mt 109 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² Мейтнерий [266]	Ds 110 5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ¹ Дармштадтий [271]									
	11	Rg 111 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ¹ Рентений [281]	Cn 112 5f ¹⁴ 6d ¹⁰ 7s ² Коперниций [285]	Nh 113 7s ² 7p ¹ Нихоний [286]	Fl 114 7s ² 7p ² Флеровий [289]	Mc 115 7s ² 7p ³ Московский [289]	Lv 116 7s ² 7p ⁴ Ливерморий [293]	Ts 117 7s ² 7p ⁵ Теннессин [294]												
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄											
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR												
* ЛАНТАНОИДЫ		58 Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	59 Pr 140,908 4f ³ 6s ² Празеодим	60 Nd 144,242 4f ⁴ 6s ² Неодим	61 Pm [145] 4f ⁵ 6s ² Прометий	62 Sm 150,35 4f ⁶ 6s ² Самарий	63 Eu 151,96 4f ⁷ 6s ² Европий	64 Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадолиний	65 Tb 158,924 4f ⁹ 6s ² Тербий	66 Dy 162,50 4f ¹⁰ 6s ² Диспрозий	67 Ho 164,930 4f ¹¹ 6s ² Гольмий	68 Er 167,26 4f ¹² 6s ² Эрбий	69 Tm 168,934 4f ¹³ 6s ² Тулий	70 Yb 173,04 4f ¹⁴ 6s ² Иттербий	71 Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² Лютеций					
** АКТИНОИДЫ		90 Th 232,038 5f ⁰ 6d ² 7s ² Торий	91 Pa 231,036 5f ² 6d ¹ 7s ² Протактиний	92 U 238,03 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	93 Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	94 Pu [244] 5f ⁶ 6d ¹ 7s ² Плутоний	95 Am [243] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Америций	96 Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрий	97 Bk [247] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ² Берклий	98 Cf [249] 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Калифорний	99 Es [254] 5f ¹¹ 6d ¹ 7s ² Эйнштейний	100 Fm [253] 5f ¹² 6d ¹ 7s ² Фермий	101 Md [256] 5f ¹³ 6d ¹ 7s ² Менделевий	102 No [255] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Нобелий	103 Lr [257] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Лоуренсий					

IA										VIIIA																																																																																						
<table border="1"> <tr> <td>H 1 1,00794 Водород Hydrogen</td> <td colspan="8"></td> <td>He 2 4,0026 Гелий Helium</td> </tr> <tr> <td>Li 3 6,941 Литий Lithium</td> <td>Be 4 9,0122 Бериллий Beryllium</td> <td colspan="6"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Na 11 22,998 Натрий Sodium</td> <td>Mg 12 24,305 Магний Magnesium</td> <td colspan="10"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										H 1 1,00794 Водород Hydrogen									He 2 4,0026 Гелий Helium	Li 3 6,941 Литий Lithium	Be 4 9,0122 Бериллий Beryllium																					Na 11 22,998 Натрий Sodium	Mg 12 24,305 Магний Magnesium																						<table border="1"> <tr> <td>B 5 10,811 Бор Boron</td> <td>C 6 12,0107 Углерод Carbon</td> <td>N 7 14,0067 Азот Nitrogen</td> <td>O 8 15,9994 Кислород Oxygen</td> <td>F 9 18,9984 Фтор Fluorine</td> <td>Ne 10 20,1797 Неон Neon</td> <td colspan="4"></td> <td>Ar 18 39,948 Аргон Argon</td> </tr> <tr> <td>Al 13 26,9815 Алюминий Aluminium</td> <td>Si 14 28,0855 Кремний Silicon</td> <td>P 15 30,9738 Фосфор Phosphorus</td> <td>S 16 32,066 Сера Sulfur</td> <td>Cl 17 35,4527 Хлор Chlorine</td> <td>Ar 18 39,948 Аргон Argon</td> <td colspan="4"></td> <td>Ar 18 39,948 Аргон Argon</td> </tr> </table>										B 5 10,811 Бор Boron	C 6 12,0107 Углерод Carbon	N 7 14,0067 Азот Nitrogen	O 8 15,9994 Кислород Oxygen	F 9 18,9984 Фтор Fluorine	Ne 10 20,1797 Неон Neon					Ar 18 39,948 Аргон Argon	Al 13 26,9815 Алюминий Aluminium	Si 14 28,0855 Кремний Silicon	P 15 30,9738 Фосфор Phosphorus	S 16 32,066 Сера Sulfur	Cl 17 35,4527 Хлор Chlorine	Ar 18 39,948 Аргон Argon					Ar 18 39,948 Аргон Argon
H 1 1,00794 Водород Hydrogen									He 2 4,0026 Гелий Helium																																																																																							
Li 3 6,941 Литий Lithium	Be 4 9,0122 Бериллий Beryllium																																																																																															
Na 11 22,998 Натрий Sodium	Mg 12 24,305 Магний Magnesium																																																																																															
B 5 10,811 Бор Boron	C 6 12,0107 Углерод Carbon	N 7 14,0067 Азот Nitrogen	O 8 15,9994 Кислород Oxygen	F 9 18,9984 Фтор Fluorine	Ne 10 20,1797 Неон Neon					Ar 18 39,948 Аргон Argon																																																																																						
Al 13 26,9815 Алюминий Aluminium	Si 14 28,0855 Кремний Silicon	P 15 30,9738 Фосфор Phosphorus	S 16 32,066 Сера Sulfur	Cl 17 35,4527 Хлор Chlorine	Ar 18 39,948 Аргон Argon					Ar 18 39,948 Аргон Argon																																																																																						
IIA										VIIA																																																																																						
IIIB										IIB																																																																																						
IVB										IIB																																																																																						
VB										IIB																																																																																						
VIB										IIB																																																																																						
VIIIB										IIB																																																																																						
VIIIB1										IIB																																																																																						
VIIIB2										IIB																																																																																						
VIIIB3										IIB																																																																																						
IB										IIB																																																																																						
IIB										IIB																																																																																						

Символ — **At** Номер — **85**

Относительная атомная масса — **[210]**

Название на русском на английском — **Астат / Astatine**

Устойчивая степень окисления — **-1**

Атомный радиус — **●**

Радиоактивен — **●**

s-элементы (розовый)

p-элементы (желтый)

d-элементы (голубой)

f-элементы (зеленый)

Ce 58 140,116 Церий Cerium	Pr 59 140,9077 Прозеодим Praseodymium	Nd 60 144,24 Неодим Neodymium	Pm 61 [145] Прометий Promethium	Sm 62 150,36 Самарий Samarium	Eu 63 151,964 Европий Europium	Gd 64 157,25 Гадолиний Gadolinium	Tb 65 158,9253 Тербий Terbium	Dy 66 162,5 Диспрозий Dysprosium	Ho 67 164,9303 Гольмий Holmium	Er 68 167,26 Эрбий Erbium	Tm 69 168,9342 Тулий Thulium	Yb 70 173,045 Иттербий Ytterbium	Lu 71 174,967 Лютеций Lutetium
Th 90 232,0381 Торий Thorium	Pa 91 231,0359 Протактиний Protactinium	U 92 238,0289 Уран Uranium	Np 93 237,0482 Нептуний Neptunium	Pu 94 [244] Плутоний Plutonium	Am 95 [243] Америций Americium	Cm 96 [247] Кюрий Curium	Bk 97 [247] Берклий Berkelium	Cf 98 [251] Калифорний Californium	Es 99 [252] Эйнштейний Einsteinium	Fm 100 [257] Фермий Fermium	Md 101 [258] Менделевий Mendelevium	No 102 [259] Нобелий Nobelium	Lr 103 [260] Лоуренсий Lawrencium

Group

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

Периоды - горизонтальные ряды химических элементов с одинаковым числом электронных уровней, равным номеру периода. Всего в Периодической системе 7 периодов. Периоды делятся на малые (I,II,III) и большие (IV-VII). Каждый период (за исключением первого) начинается типичным металлом (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) и заканчивается благородным газом (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Og), которому предшествует типичный неметалл

Группы - вертикальные столбцы элементов с одинаковым числом электронов на внешнем электронном уровне. Всего в Периодической системе 8 групп.

Различают главные (А) и побочные подгруппы (Б). Главные подгруппы состоят из элементов малых и больших периодов. Побочные подгруппы состоят из элементов только больших периодов. У химических элементов главных подгрупп число электронов на внешнем электронном уровне равно номеру группы. У химических элементов побочных подгрупп, за исключением некоторых, на внешнем электронном уровне по 2 электрона

**Закономерности
изменения некоторых
свойств химических
элементов в
Периодической системе**

Характеристика	В пределах периода	В пределах одной группы (для элементов главных подгрупп)
Заряд ядра атома	увеличивается	увеличивается
Число энергетических уровней	не изменяется	увеличивается
Число электронов на внешнем энергетическом уровне	увеличивается	не изменяется
Радиус атома	уменьшается	увеличивается
Электроотрицательность	увеличивается	уменьшается
Металлические/восстановительные свойства	уменьшаются	увеличиваются
Неметаллические/окислительные свойства	увеличиваются	уменьшаются
Степень окисления элементов в высших оксидах	увеличивается от +1 до +8	
Степень окисления элементов в летучих водородных соединениях	увеличивается от -4 до -1	
Гидроксиды	от щелочей через амфотерные гидроксиды сменяются кислородсодержащими кислотами	

Неметаллические и окислительные свойства ■ Электроотрицательность

Металлические свойства

Восстановительные свойства

Радиус атома

The diagram shows a simplified periodic table with a grid of 18 columns and 7 rows. A blue horizontal bar highlights the second row, labeled 'п е р и о д'. A blue vertical bar highlights the 16th column, labeled 'г р у п п а'. The intersection of these bars is the element 'У' (Chlorine).

Атомный радиус

Неметаллические свойства

Окислительные свойства

Электроотрицательность

Металлические и восстановительные свойства ■ Радиус атома

Изменение радиуса атома

Радиус атома с увеличением зарядов ядер атомов в периоде уменьшается, т.к. притяжение ядром электронных оболочек усиливается. В начале периода расположены элементы с небольшим числом электронов на внешнем электронном слое и большим радиусом атома. Электроны, находящиеся дальше от ядра, легко от него отрываются, что характерно для элементов-металлов.

В одной и той же группе с увеличением номера периода атомные радиусы возрастают. Атомы металлов сравнительно легко отдают электроны и не могут их присоединять для достраивания своего внешнего электронного слоя

Электроотрицательность

Электроотрицательность - способность атомов оттягивать к себе электроны других атомов. Самая высокая степень электроотрицательности у галогенов и сильных окислителей (p-элементов, F, O, N, Cl), а низкая - у активных металлов (s-элементов I группы).

Электроотрицательность в периоде увеличивается с возрастанием заряда ядра химического элемента, то есть слева направо. В группе с увеличением числа электронных слоев электроотрицательность уменьшается, то есть сверху вниз. Значит самым электроотрицательным элементом является фтор (F), а наименее электроотрицательным - франций (Fr)

Окислительно-восстановительные свойства

Восстановительные свойства атомов (способность терять электроны при образовании химической связи) в главных подгруппах возрастают, в периодах - уменьшаются.

Окислительные свойства атомов (способность принимать электроны) в главных подгруппах уменьшаются, в периодах - возрастают

Металлические и неметаллические свойства

Металлические свойства (способность атомов отдавать электроны) усиливаются в группах сверху вниз. В каждой главной подгруппе наиболее выражены металлические свойства у элементов седьмого периода.

В периодах происходит ослабление металлических свойств. В каждом периоде самые сильные металлические свойства у элементов IA группы, то есть у щелочных металлов.

Неметаллические свойства (способность атомов принимать электроны) в группе сверху вниз ослабевают. Самый сильный неметалл каждой группы располагается вверху (во втором периоде).

Неметаллические свойства в периодах усиливаются слева направо. В каждом периоде наиболее выражены неметаллические свойства у элементов VIIA группы (у галогенов)

Смысл и значение Периодического закона

Открытый Д.И. Менделеевым Периодический закон и построенная на основе закона Периодическая система химических элементов - важнейшее достижение химической науки

Физический смысл Периодического закона в том, что число электронов на последнем уровне периодически повторяется, поэтому периодически повторяются и свойства элементов и их соединений.

Периодический закон - один из основных законов природы, основа современной химии. Периодический закон и Периодическая система химических элементов позволили предсказать существование новых, еще не открытых элементов и синтезировать новые химические элементы.

Сам Д.И. Менделеев так писал по этому поводу:
«Периодическому закону будущее не грозит разрушением, а только надстройка и развитие обещаются»

Вопросы для самоконтроля:

1. Предпосылки к открытию Периодического закона Д.И. Менделеевым?
2. Когда был открыт Периодический закон?
3. Первоначальная формулировка Периодического закона?
4. Окончательная формулировка Периодического закона?
5. Что такое Периоды? Сколько периодов в Периодической системе?
Классификация периодов?
6. Чем начинается и чем заканчивается период?
7. Что такое группа? Классификация групп? Из элементов каких периодов состоят главные и побочные подгруппы?
8. Как меняется заряд ядра атома в пределах периода и группы?
9. Как меняется число энергетических уровней в пределах периода и группы?
10. Как меняется число электронов на внешнем энергетическом уровне в пределах периода и группы?
11. Как меняется радиус атома в пределах периода и группы?
12. Как меняется электроотрицательность в пределах периода и группы?
13. Как меняются металлические и восстановительные свойства в пределах периода и группы?
14. Как меняются неметаллические и окислительные свойства в пределах периода и группы?
15. Смысл и значение Периодического закона?