

ХИМИЯ

9

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

# Цель занятия

- 1) Объясняет физический смысл периодического закона;
- 2) Определяет валентность и степень окисления атомов;
- 3) Описывает закономерности изменения свойств атомов химических элементов: радиуса, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности и степени окисления.



Д.И. Менделеев  
1834–1907 гг.

ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
1	H	(H)															He	
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni								
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd								
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt								
7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
	RO		RO	RO,	RO,	RO,	RO,	RO,	RO,	RO,	RO,							
			RH,				RH,	RH,	RH,									
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Открытию периодического закона способствовало накопление «к концу 60-х годов таких новых сведений о редких элементах, которые открыли их разносторонние связи между собой и другими элементами».



# Периодический закон

infourok.ru



Свойства химических элементов и образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от относительных атомных масс элементов.



Периодический закон показал, что все химические элементы закономерно связаны между собой. Если элементы расположить в последовательности возрастания их атомных весов, как это сделал Д. И. Менделеев, то оказывается, что они периодически, через правильные промежутки, проявляют сходные свойства.

Tabelle II.

Reihen	Gruppe I. — R <sup>0</sup>	Gruppe II. — R <sup>0</sup>	Gruppe III. — R <sup>0</sup>	Gruppe IV. RH <sup>+</sup> RO <sup>+</sup>	Gruppe V. RH <sup>+</sup> R <sup>0</sup>	Gruppe VI. RH <sup>+</sup> R <sup>0</sup>	Gruppe VII. RH <sup>+</sup> R <sup>0</sup>	Gruppe VIII. — R <sup>0</sup>
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Kr=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	Hf=138	Ce=140	—	—	—	—
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	Er=178	La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	—
12	—	—	—	Th=231	—	C=240	—	—

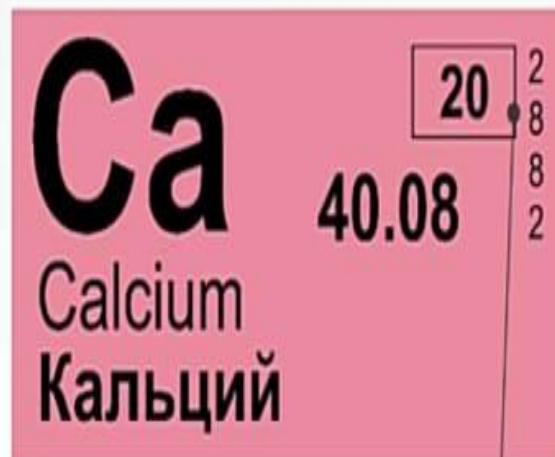
Всё многообразие химических элементов и их соединений в природе образует стройную систему, причём свойства элементов закономерно зависят от их атомного веса или же, как было установлено позднее, от их атомного номера.



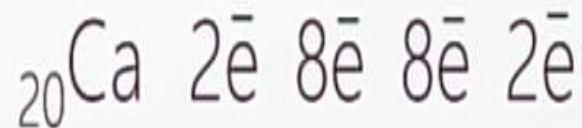


Современная формулировка  
периодического закона такова:

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



Порядковый номер



Периодичность свойств элементов объясняется периодической повторяемостью в строении внешних энергетических уровней их атомов.



## Особая ценность Периодической системы Д.И. Менделеева

В таблице обобщаются все сведения о химических элементах и образованных ими веществах.

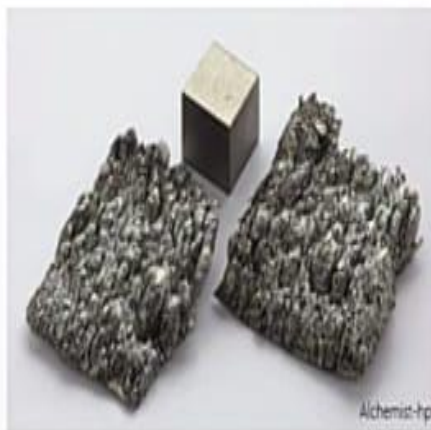
Таблица объясняет периодичность в изменении их свойств и причину сходства свойств элементов одной и той же группы.

Периодическая система позволяет прогнозировать свойства и указывает пути открытия новых химических элементов.

Через пять лет после составления таблицы в 1875 г. Лекок де Буабодран открыл галлий, следующий за алюминием по периоду, затем в 1879 году Льюис Нильсон открыл в том же третьем периоде скандий, немцем Карлом Винклером в 1886 году германий в четвёртом периоде.



Галлий



Скандий

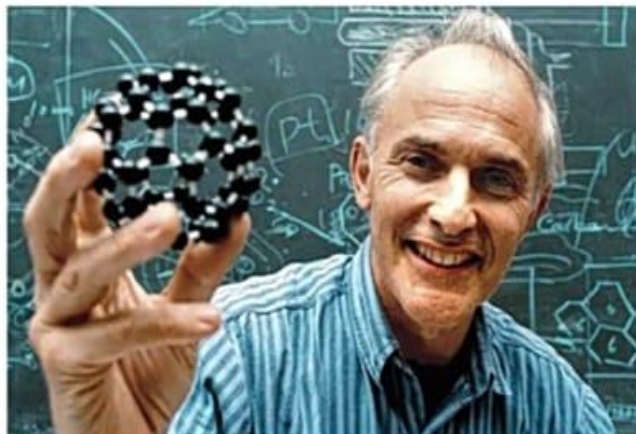


Германий

## Менделевий, Mendeleevium, Md (101)

Менделевий получен искусственно в 1955 г. Сиборгом. Сиборг и его сотрудники предложили назвать новый элемент менделевием "в знак признания пионерской роли великого русского химика Дмитрия Менделеева, который первым использовал периодическую систему элементов для предсказания химических свойств еще не открытых элементов - принцип, который послужил ключом для открытия последних семи трансурановых элементов".

infourok.ru



2	<b>101</b>	<b>Md</b>
8	<b>258.10</b>	
31		Mendelevium
32		Менделевий
18		
8		
2		

- **Синтезирoванные (искусственные) химические элементы** — элементы, впервые идентифицированные как продукт искусственного синтеза. Часть из них (тяжёлые [трансурановые элементы](#), все [трансактиноиды](#)), по-видимому, отсутствует в природе; другие элементы впоследствии были обнаружены в следовых количествах в земной коре ([технеций](#), [прометий](#), [астат](#), [нептуний](#), [плутоний](#)), в [фотосферах](#) звёзд (технеций и, возможно, прометий), в оболочках [сверхновых](#) ([калифорний](#) и, вероятно, продукты его распада — [берклий](#), [кюри](#), [америций](#) и более лёгкие).
- Последним из элементов, найденным в природе до того, как он был синтезирован искусственно, стал [франций](#) ([1939 год](#)). Первым синтезированным химическим элементом был технеций в [1937 году](#). По состоянию на [2012 год](#), синтезированы [ядерным слиянием](#) или [распадом](#) элементы до [оганесона](#) с атомным номером 118, а также предпринимались попытки синтеза следующих сверхтяжёлых трансурановых элементов. Синтез новых трансактиноидов

- **Алгоритм вычисления степени окисления элемента в соединении**
- Для подсчета степеней окисления имеется ряд простых правил:
- Степень окисления элемента в составе простого вещества принимается равной нулю. Если вещество находится в атомарном состоянии, то степень окисления его атомов также равна нулю.
- Ряд элементов проявляют в соединениях постоянную степень окисления. Среди них фтор (-1), щелочные металлы (+1), щелочноземельные металлы, бериллий, магний и цинк (+2), алюминий (+3).
- Кислород, как правило, проявляет степень окисления -2 за исключением пероксидов  $H_2O_2$  (-1) и фторида кислорода  $OF_2$  (+2).
- Водород в соединении с металлами (в гидридах) проявляет степень окисления -1, а в соединениях с неметаллами, как правило, +1 (кроме  $SiH_4, B_2H_6$ ).
- Алгебраическая сумма степеней окисления всех атомов в молекуле должна быть равной нулю, а в сложном ионе — заряду этого иона.
- Высшая положительная степень окисления равна, как правило, номеру группы элемента в периодической системе. Так, сера (элемент VIA группы), проявляет высшую степень окисления +6, азот (элемент V группы) — высшую степень окисления +5, марганец — переходный элемент VIIБ группы — высшую степень окисления +7. Это правило не распространяется на элементы побочной подгруппы первой группы, степени окисления которых обычно превышают +1, а также на элементы побочной подгруппы VIII группы. Также не проявляют своих высших степеней окисления, равных номеру группы, элементы кислород и фтор.
- Низшая отрицательная степень окисления для элементов-неметаллов определяется вычитанием номера группы из числа 8. Так, сера (элемент VIA группы), проявляет низшую степень окисления -2, азот (элемент V группы) — низшую степень окисления -3.
- На основании приведенных выше правил можно найти степень окисления элемента в любом веществе.

## • АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВАЛЕНТНОСТИ ЭЛЕМЕНТА В СОЕДИНЕНИИ

- Зачастую численные значения степени окисления и валентности совпадают. Однако в некоторых соединениях, например в простых веществах, их значения могут различаться.
- Так, молекула азота образована двумя атомами азота, связанными тройной связью. Связь образована тремя общими электронными парами за счет присутствия трех неспаренных электронов на 2p-подуровне атома азота. То есть валентность азота равна трем. В то же время N<sub>2</sub> — простое вещество, а значит, степень окисления этой молекулы равна нулю.
- Аналогично, в молекуле кислорода валентность равна двум, а степень окисления — 0; в молекуле водорода валентность — 1, степень окисления — 0.
- Так же как в простых веществах, степень окисления и валентность часто отличаются в органических соединениях. Подробнее это будет рассмотрено в теме «ОВР в органической химии».
- Для определения валентности в сложных соединениях сначала нужно построить структурную формулу. В структурной формуле одна химическая связь изображается одной «черточкой».
- *При построении графических формул нужно учитывать ряд факторов:*
- В основаниях металл связан с водородом через кислород (гидроксогруппа).
- В кислотах атом водорода всегда связан с атомом кислорода (гидроксогруппа), а кислород, в свою очередь, — с атомом неметалла.
- В оксидах элементов кислород может служить «мостиком» между двумя атомами элемента.
- В пероксидах (перекисях) кислород также образует «кислородный мостик», состоящий из двух атомов кислорода –O–O– между двумя другими атомами, например структурная формула перекиси водорода выглядит следующим образом: **H–O–O–H**.



# задание

- 1. Выполнить конспект письменно
- 2. Найти степень окисления серы в кислотах:
  - а)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,
  - б)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ,
  - в)  $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$ .