

# Классификация химических элементов

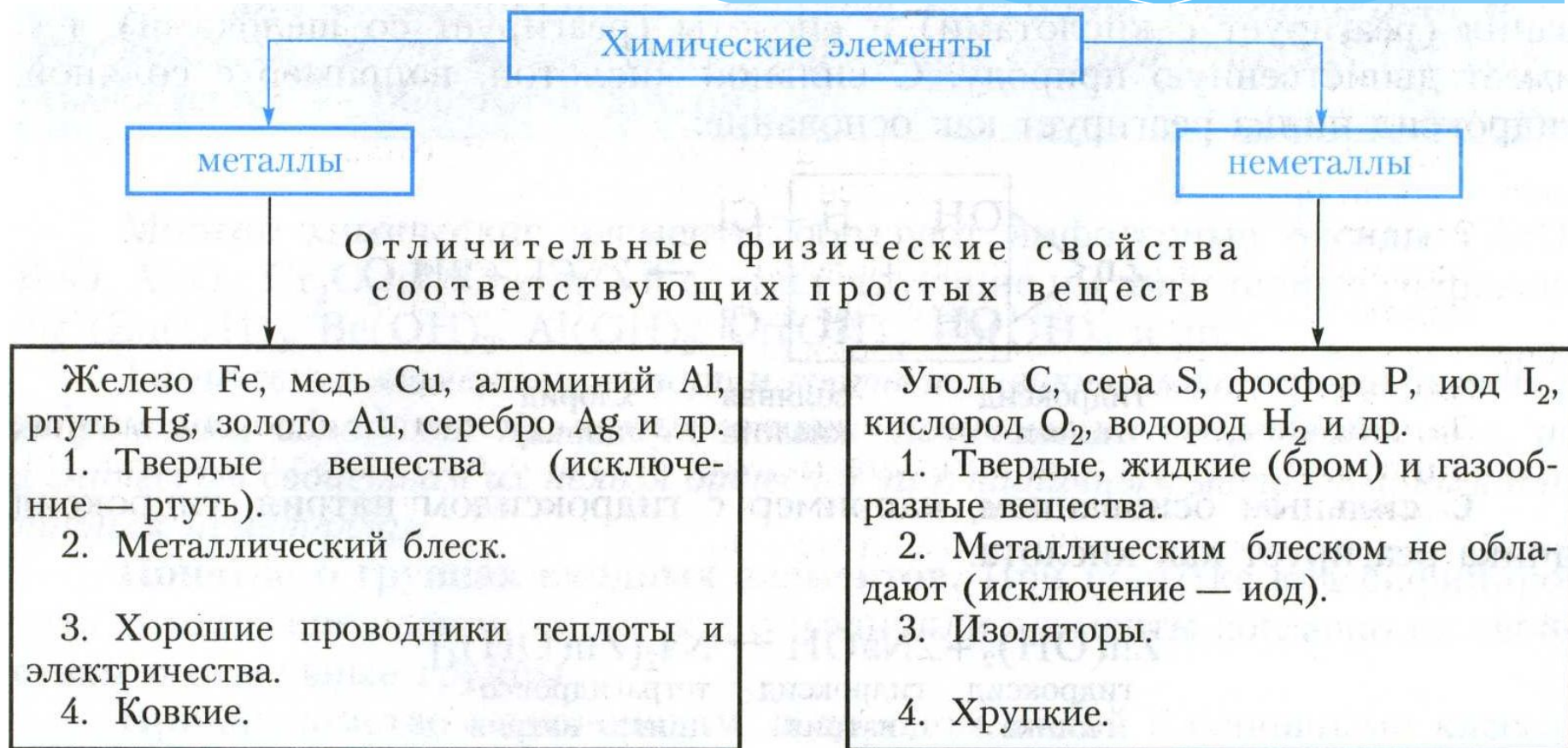
Й. Я. Берцелиус – выдающийся шведский ученый  
разделил все элементы на *металлы и неметаллы*.

ЙЕНС ЯКОВ БЕРЦЕЛИУС



(1779—1848)

# Типичные металлы и типичные неметаллы.



## Типичный металл

взаимодействует с кислородом  
и образует основный оксид:

$\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ .

$2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$  оксид кальция

которому соответствует основание

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$  гидроксид  
кальция

Основание реагирует с кислотой,  
образуя соль и воду:

$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
хлорид кальция

Металл вытесняет из кислот водород:

$\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ .  
сульфат магния

## Типичный неметалл

взаимодействует с кислородом  
и образует кислотный оксид:

$\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ .

$4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$

Которому соответствует кислота

$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$

Кислота реагирует с основанием,  
образуя соль и воду:

$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

Неметалл с кислотой не реагирует.  
Неметалл реагирует с водородом  
и образует летучее водородное  
соединение:

$\text{S} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{S}$ .

Найди соответствие, для этого выбери  
каждому номеру букву верного  
утверждения:

1.Ртуть

А. Твердое  
вещество

2.сера

Б. Имеет металлический  
блеск

3.ЗОЛОТО

В. Жидкое  
вещество

4.водород

Г. Ковкое вещество

Д. Хрупкое  
вещество

Е. Газ  
Ж. Проводит тепло и  
электричество



# Верный ответ:

- \* 1- Б, В, Ж.
- \* 2 – А, Д.
- \* 3 – А, Б, Г, Ж.
- \* 4 - Е

# Классификация химических элементов на металлы и неметаллы оказалась неполной

- \* Есть элементы, которые образуют оксиды и гидроксиды, проявляющие **амфотерные** свойства.
- \* **Амфотерными** называют оксиды и гидроксиды, которые взаимодействуют и с кислотами и со щелочами, образуя соль и воду:  
 $\text{ZnO} - \text{Zn}(\text{OH})_2$ ,     $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}(\text{OH})_3$ ,  
 $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{BeO} - \text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{PbO} - \text{Pb}(\text{OH})_2$ .

# 1. Амфотерные свойства оксида и гидроксида цинка.

\* Оксид цинка взаимодействует с кислотами образуя соль и воду:

$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4$ , следовательно, оксид цинка проявляет свойства основного оксида.

Гидроксид цинка тоже реагирует с кислотой, образуя соль и воду:

$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$ , т.е. проявляет свойства основания.



## 2. Амфотерные свойства оксида и гидроксида цинка

- \* Оксид и гидроксид цинка взаимодействуют с сильными щелочами и образуют соль и воду:



оксид цинка проявляет свойства кислотного оксида

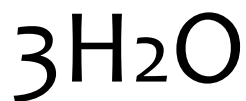
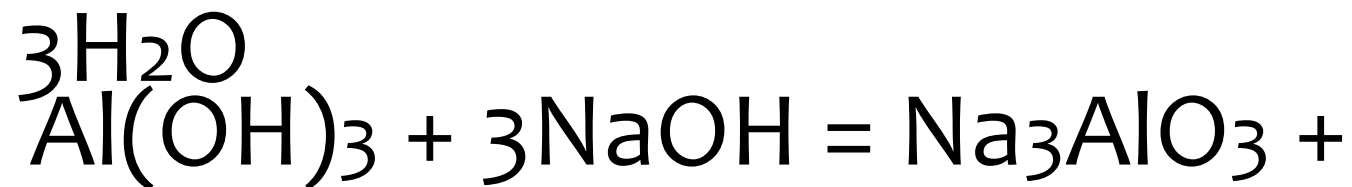
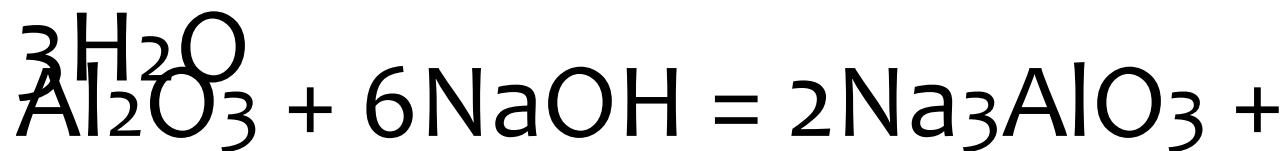
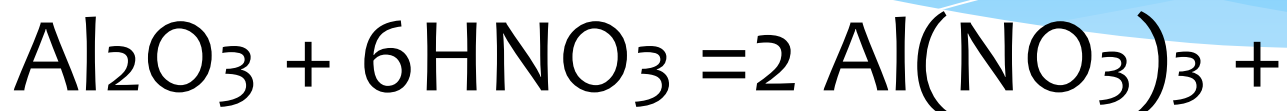
$\text{H}_2\text{ZnO}_2$

цинкат натрия



гидроксид цинка проявляет свойства кислоты Эти реакции протекают при сплавлении твердых веществ.

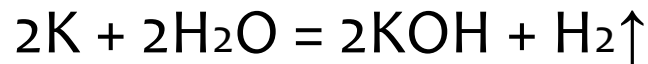
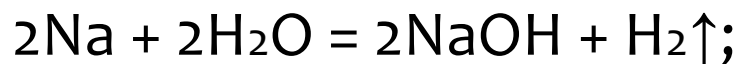
Составьте уравнения реакций, доказывающих амфотерный характер оксида и гидроксида алюминия



# Понятие о семействах химических элементов. Семейство-щелочные металлы

Элементы	Валентность В высшем оксиде	Гидроксиды	Соли
Li - литий	1 Li <sub>2</sub> O	LiOH	LiCl, Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Na- натрий	1 Na <sub>2</sub> O	NaOH	NaCl, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
K - калий	1 K <sub>2</sub> O	KOH	KCl, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Щелочные металлы взаимодействуют с водой и образуют щелочи



# Семейство – галогены.

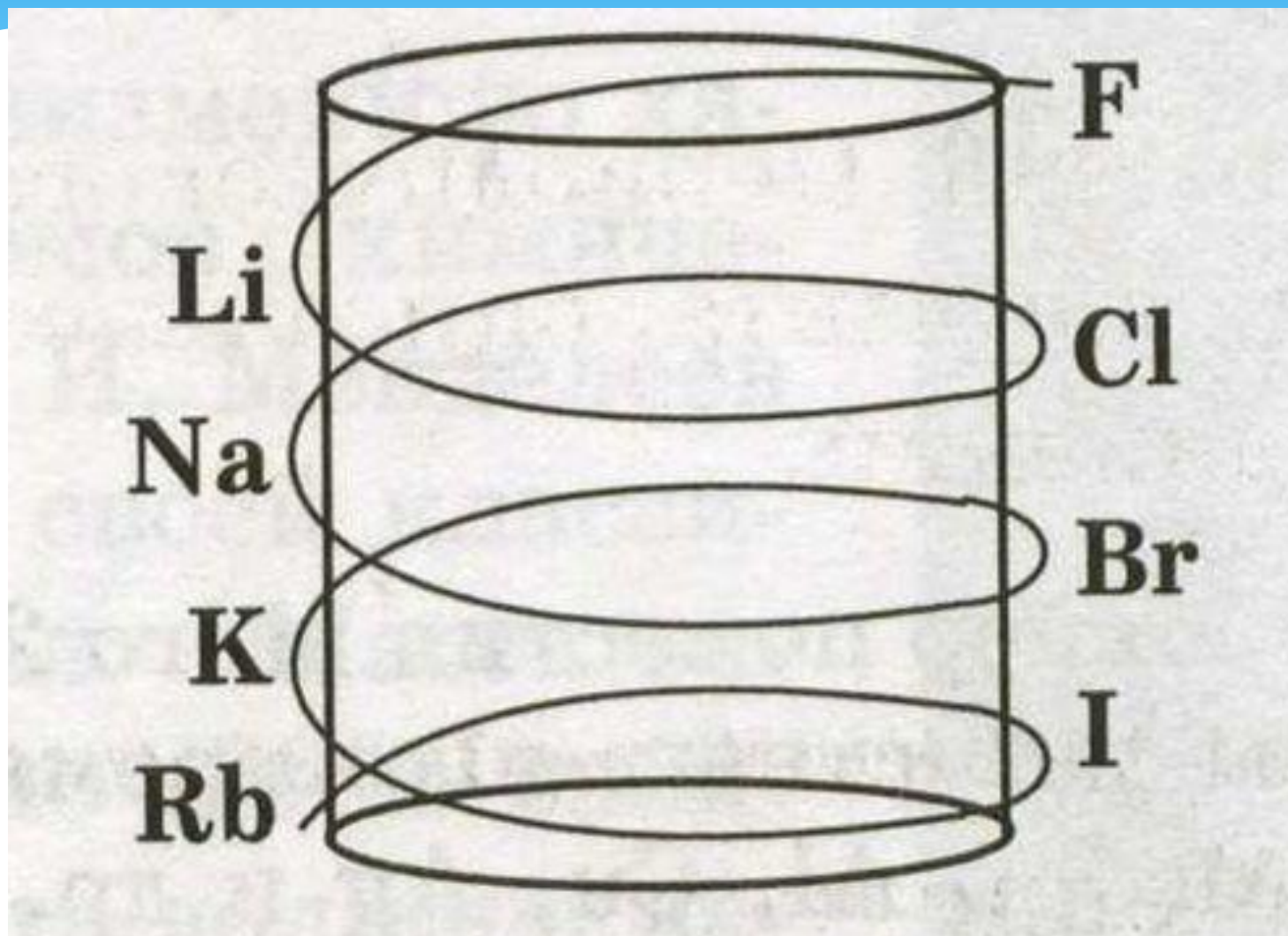
Галогены – типичные неметаллы. В переводе с греческого *halos* – соль и *genos* – рожденный.

Химически элементы	Простые вещества	Валентность в высшем оксиде	Валентность в летучем водородном соединении	Соли
F - фтор	F <sub>2</sub>	-	1 HF	NaF, CaF <sub>2</sub>
Cl - хлор	Cl <sub>2</sub>	VII Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1 HCl	NaCl, CaCl <sub>2</sub>
Br - бром	Br <sub>2</sub>	VII Br <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1 HBr	NaBr, CaBr <sub>2</sub>
I - иод	I <sub>2</sub>	VII I <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1 HI	NaI, CaI <sub>2</sub>

# Открытие периодического закона

- \* Многие химики: немецкие ученые И. Деберейнер и Л. Мейер, англичанин Дж. Ньюлендс, француз А. Шанкуртуа и другие – предлагали различные варианты классификации химических элементов.
- \* Только открытие русским ученым **Д. И. Менделеевым** одного из фундаментальных законов природы – *периодического закона химических элементов* – позволило создать единую систему химических элементов.

# Спираль Шанкуртуа



# Закон октав Дж. Ньюлендса

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co	Cu	Zn	Y	In	As	Se



# Триады Дёберейнера

Триады Деберейнера (1816 г.). Немецкий химик И. В. Деберейнер разделил элементы по три на основе сходства в свойствах образуемых им веществ и так, чтобы величина, которую мы сейчас понимаем как относительную атомную массу среднего элемента, была равна среднему арифметическому двух крайних. Пример триады:

**Li, Na, K.**

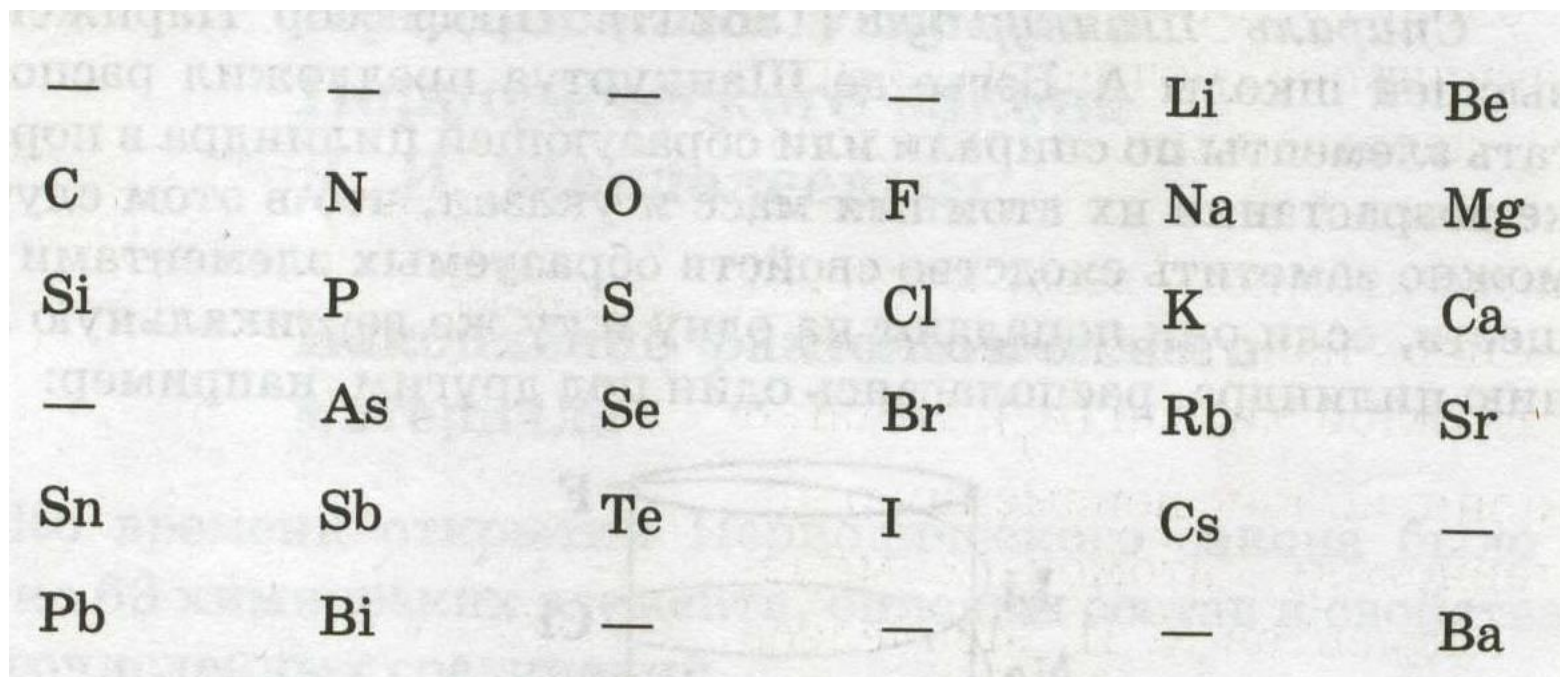
$$A_r(\text{Na}) = (7 + 39) : 2 = 23.$$

Примерами других триад могут служить:

**S, Se, Te;**

**Cl, Br, I.**

# Таблица химических элементов Л. Мейера



The image shows a scan of a historical periodic table of elements, specifically the first six rows. The elements are arranged in a grid with dashes representing missing elements. The elements shown are:

—	—	—	—	Li	Be
C	N	O	F	Na	Mg
Si	P	S	Cl	K	Ca
—	As	Se	Br	Rb	Sr
Sn	Sb	Te	I	Cs	—
Pb	Bi	—	—	—	Ba

# СООТНОШЕНИЕ СВОЙСТВ С АТОМНЫМ ВЕСОМ ЭЛЕМЕНТОВ

...Первая проба, сделанная в этом отношении, была следующая: я отобрал тела с наименьшим атомным весом и расположил их по порядку величины их атомного веса. При этом оказалось, что существует как бы период свойств простых тел и даже по атомности элементы следуют друг за другом в порядке арифметической последовательности величины их пая:

Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19
Na = 23	Mg = 24	Al = 27,4	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5
K = 39	Ca = 40	—	Ti = 50	V = 51	—	—

Эти шесть групп ясно показывают, что между естественными свойствами элементов и величиною их атомного веса существует некоторое точное отношение.

	Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137
Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133
P = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127
O = 16	S = 16	Se = 79,4	Te = 128
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122
C = 12	Si = 28	—	Sn = 118

(Из сообщения, сделанного от имени Д. И. Менделеева Н. А. Меншуткиным Русскому химическому обществу 6 марта 1869 г.)



Характеристика соединений	Химические формулы соединений сходных элементов							
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Высшая валентность: в соединениях с кислородом в летучих соединениях с водородом	1	2	3	4	5	—	—	—
Высшие оксиды	—	—	—	4	3	2	1	—
Основания	Li <sub>2</sub> O	BeO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—
Кислоты	LiOH	Be(OH) <sub>2</sub>	B(OH) <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
Соли	—	H <sub>2</sub> BeO <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>	—	—	—
Летучие соединения с водородом	LiCl	BeCl <sub>2</sub>	BCl <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub>	—	NaF	—
	—	—	—	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HF	—
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Высшая валентность: в соединениях с кислородом в летучих соединениях с водородом	1	2	3	4	5	6	7	—
Высшие оксиды	—	—	—	4	3	2	1	—
Основания	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	—
Кислоты	NaOH	Mg(OH) <sub>2</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
Соли	—	—	H <sub>3</sub> AlO <sub>3</sub> , HAlO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , HPO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HClO <sub>4</sub>	—
Летучие соединения с водородом	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KClO <sub>4</sub>	—
	—	—	—	SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HCl	—

В основу периодического закона Д. И. Менделеев взял коренное свойство химического элемента — его атомный вес.

- \* С возрастанием атомного веса 1) *металлические* свойства постепенно *ослабевают* (Na Mg Al Si), а *неметаллические усиливаются* (Si, P, S, Cl) и обрываются у инертного газа (Ar);
- \* 2) валентность в высших оксидах возрастает от 1-го до 7-и;
- \* 3) валентность в летучих водородных соединениях уменьшается от 4-х до 1-го;
- \* 4) свойства химических элементов повторяются *периодически* (через 7 на 8-ой).

# Д. И. Менделеев сформулировал периодический закон так:

- \*Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов*



# Возникают вопросы:

- \* Почему свойства химических элементов, расположенных в порядке возрастания относительных атомных масс, изменяются периодически?
- \* Почему в некоторых случаях (Ar –K, Co-Ni, Te-I) расположены не по возрастанию Ar?
- \* Д. И. Менделеев предполагал, что вопросы будут решены при выявлении сложной структуры атома.



\*Спасибо за сотрудничество!