

Степени  
ОКИСЛЕНИЯ  
И  
ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

# Электроотрицательность (ЭО)

- ▶ это способность атомов ХЭ оттягивать на себя электроны атомов других ХЭ в соединениях
- ▶ Величина ЭО определяется «баллами» – чем выше баллы, тем выше ЭО, тем сильнее атом тянет на себя «чужие» электроны



# Значения относительной электроотрицательности по полингу

► Значение ЭО у  
 каждого  
 химического  
 элемента  
 свое, оно  
 иногда  
 записывается в  
 ячейке  
 элемента

### ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

(полу)длинная форма

группы →

	IA	IIA
	ns <sup>1</sup>	ns <sup>2</sup>
1	1,01 <b>H</b> ВОДОРОД	2,00 <b>He</b> ГЕЛИЙ
2	3,00 <b>Li</b> ЛИТИЙ	4,00 <b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ
3	6,9 <b>Na</b> НАТРИЙ	9,0 <b>Mg</b> МАГНИЙ

↓ периоды

	27	258,9
	3 <b>Co</b> КОБАЛЬТ	5 1,88

1. Порядковый (атомный) номер
2. Относительная атомная масса \*
3. Электроотрицательность (по Полингу)
4. Символ элемента \*\*
5. Тип элемента \*\*\*
6. Название элемента

\* В скобках - масса наиболее стабильного изотопа

\*\* Цветом символа обозначены: \*\*\* Цветом фона обозначены:

	s-элементы;		элементы-металлы;
	p-элементы;		элементы-неметаллы.
	d-элементы;		
	f-элементы.		

Нумерация групп  
Электронная формула внешнего уровня элементов A-групп

	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
	ns <sup>2</sup> p <sup>1</sup>	ns <sup>2</sup> p <sup>2</sup>	ns <sup>2</sup> p <sup>3</sup>	ns <sup>2</sup> p <sup>4</sup>	ns <sup>2</sup> p <sup>5</sup>	ns <sup>2</sup> p <sup>6</sup>
5	10,8 <b>B</b> БОР	12,0 <b>C</b> УГЛЕРОД	14,0 <b>N</b> АЗОТ	16,0 <b>O</b> КИСЛОРОД	19,0 <b>F</b> ФТОР	20,2 <b>Ne</b> НЕОН
13	27,0 <b>Al</b> АЛЮМИНИЙ	28,1 <b>Si</b> КРЕМНИЙ	31,0 <b>P</b> ФОСФОР	32,1 <b>S</b> СЕРА	35,5 <b>Cl</b> ХЛОР	39,9 <b>Ar</b> АРГОН

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	39,1 <b>K</b> КАЛИЙ	40,1 <b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ	45,0 <b>Sc</b> СКАНДИЙ	47,9 <b>Ti</b> ТИТАН	50,9 <b>V</b> ВАНАДИЙ	52,0 <b>Cr</b> ХРОМ	54,9 <b>Mn</b> МАРГАНЕЦ	55,8 <b>Fe</b> ЖЕЛЕЗО	58,9 <b>Co</b> КОБАЛЬТ	58,7 <b>Ni</b> НИКЕЛЬ	63,6 <b>Cu</b> МЕДЬ	65,4 <b>Zn</b> ЦИНК	69,7 <b>Ga</b> ГАЛЛИЙ	72,6 <b>Ge</b> ГЕРМАНИЙ	74,9 <b>As</b> МЫШЬЯК	79,0 <b>Se</b> СЕЛЕН	79,9 <b>Br</b> БРОМ	83,8 <b>Kr</b> КРИПТОН
37	85,5 <b>Rb</b> РУБИДИЙ	87,6 <b>Sr</b> СТРОНЦИЙ	88,9 <b>Y</b> ИТРИЙ	91,2 <b>Zr</b> ЦИРКОНИЙ	92,9 <b>Nb</b> НИОБИЙ	95,9 <b>Mo</b> МОЛИБДЕН	98 <b>Tc</b> ТЕХНЕЦИЙ	101,1 <b>Ru</b> РУТЕНИЙ	102,9 <b>Rh</b> РОДИЙ	106,4 <b>Pd</b> ПАЛЛАДИЙ	107,9 <b>Ag</b> СЕРЕБРО	112,4 <b>Cd</b> КАДМИЙ	114,8 <b>In</b> ИНДИЙ	118,7 <b>Sn</b> ОЛОВО	121,8 <b>Sb</b> СУРЬМА	127,6 <b>Te</b> ТЕЛЛУР	126,9 <b>I</b> ЙОД	131,3 <b>Xe</b> КСЕНОН
55	132,9 <b>Cs</b> ЦЕЗИЙ	137,3 <b>Ba</b> БАРИЙ	138,9 <b>La</b> ЛАНТАНОИДЫ	178,5 <b>Hf</b> ГАФНИЙ	180,9 <b>Ta</b> ТАНТАЛ	183,9 <b>W</b> ВОЛЬФРАМ	186,2 <b>Re</b> РЕНИЙ	190,2 <b>Os</b> ОСМИЙ	192,2 <b>Ir</b> ИРИДИЙ	195,1 <b>Pt</b> ПЛАТИНА	197,0 <b>Au</b> ЗОЛОТО	200,6 <b>Hg</b> РТУТЬ	204,4 <b>Tl</b> ТАЛЛИЙ	207,2 <b>Pb</b> СВИНЕЦ	209,0 <b>Bi</b> ВИСМУТ	(209) <b>Po</b> ПОЛОНИЙ	(210) <b>At</b> АСТАТ	(222) <b>Rn</b> РАДОН
87	(223) <b>Fr</b> ФРАНЦИЙ	(226) <b>Ra</b> РАДИЙ	(227) <b>Ac</b> АКТИНОИДЫ	(226) <b>Rf</b> РЕЗЕРФОРДИЙ	(261) <b>Db</b> ДУБНИЙ	(263) <b>Sg</b> СИБОРГИЙ	(262) <b>Bh</b> БОРГИЙ	(265) <b>Hs</b> ХАССИЙ	(266) <b>Mt</b> МЕЙТНЕРИЙ									

	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
6	140,1 <b>Ce</b> ЦЕРИЙ	140,9 <b>Pr</b> ПРАЗЕОДИЙ	144,2 <b>Nd</b> НЕОДИМ	(145) <b>Pm</b> ПРОМЕТИЙ	150,4 <b>Sm</b> САМАРИЙ	152,0 <b>Eu</b> ЕВРОПИЙ	157,3 <b>Gd</b> ГАДОЛИНИЙ	158,9 <b>Tb</b> ТЕРБИЙ	162,5 <b>Dy</b> ДИСПРОЗИЙ	164,9 <b>Ho</b> ГОЛЬМИЙ	167,3 <b>Er</b> ЭРБИЙ	168,9 <b>Tm</b> ТУЛИЙ	173,0 <b>Yb</b> ИТТЕРБИЙ	175,0 <b>Lu</b> ЛЮТЕЦИЙ
7	232,0 <b>Th</b> ТОРИЙ	231,0 <b>Pa</b> ПРОТАКТИНИЙ	238,0 <b>U</b> УРАН	(237) <b>Np</b> НЕПУНИЙ	(244) <b>Pu</b> ПЛУТОНИЙ	(243) <b>Am</b> АМЕРИЦИЙ	(247) <b>Cm</b> КУРИЙ	1,3 <b>Bk</b> БЕРКЛИЙ	1,3 <b>Cf</b> КАЛИФОРНИЙ	1,3 <b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ	1,3 <b>Fm</b> ФЕРМИЙ	1,3 <b>Md</b> МЕНДЕЛЕЕВИЙ	1,3 <b>No</b> НОБЕЛИЙ	1,3 <b>Lr</b> ЛОУРЕНСИЙ

#### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

(ряд стандартных электродных потенциалов в водной среде при 25°C)

ЭЛЕКТРОД	<b>Me<sup>+</sup></b>	Li <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Be <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	2H <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Pt <sup>2+</sup>	Au <sup>3+</sup>
	<b>E<sup>0</sup>, В</b>	-3,05	-2,93	-2,92	-2,92	-2,91	-2,89	-2,87	-2,71	-2,36	-1,85	-1,66	-1,18	-0,76	-0,74	-0,44	-0,40	-0,28	-0,25	-0,14	-0,13	0,00	0,34	0,79	0,80	1,19	1,50
	<b>Me<sup>0</sup></b>	Li	Rb	Cs	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Be	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H <sub>2</sub>	Cu	2Hg	Ag	Pt	Au

← УСИЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ      УСИЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ →

↑не↑ ЭЛЕКТРОДНАЯ РЕАКЦИЯ

# Значения ЭО некоторых ХЭ

- ▶ Самый электроотрицательный ХЭ – фтор, он всегда только принимает электроны;
- ▶ Все металлы могут только отдавать электроны;
- ▶ Водород – электроотрицательнее всех металлов и самый слабый из неметаллов

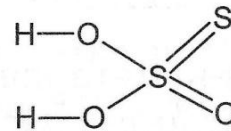
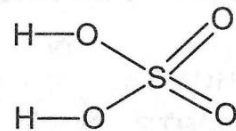
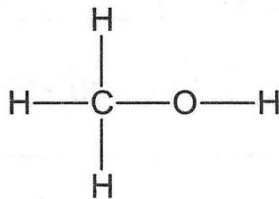
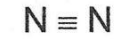
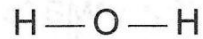
## Задание 1. Степень окисления

**Степень окисления (с.о.) атома** - условный заряд атома, вычисленный из предположения, что все связи атома ионные.

Под степенью окисления понимают заряд иона, который образовался бы, если бы:

- электронные пары, связывающие атом с атомами других элементов, были полностью смещены к более электроотрицательным атомам;
- электронные пары, связывающие атом с атомами этого же элемента, были между ними поделены пополам.

Пользуясь значениями электроотрицательности (ЭО) (см. обложку), обозначь стрелкой на валентном штрихе направление смещения электронной плотности. Рассчитай степени окисления атомов (нпр.  $\text{H}^+ \rightarrow \text{F}^-$ ).



С.о. атома в простых веществах равна нулю

Подсчитай сумму степеней окисления всех атомов в любом сложном веществе (соединении), формула которого изображена выше.

Сумма с.о. всех атомов в простых или сложных веществах равна нулю

## ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНЕЙ ОКИСЛЕНИЯ

1. В простых веществах с.о. атомов равна \_\_\_\_\_.
2. Сумма с.о. атомов в нейтральных соединениях равна \_\_\_\_\_,  
в многоатомных ионах равна **заряду иона**.
3. В бинарных соединениях с.о. более ЭО атома \_\_\_\_\_ (“ ”),  
(положительна / отрицательна) (+/-)  
менее ЭО атома \_\_\_\_\_ (“ ”).
4. В соединениях с.о.: а) фтора **F** -1;  
б) металлов IA-группы **Li, Na, K, Rb, Cs** +1;  
металлов IIA-группы **Be, Mg, Ca, Sr, Ba** +2;  
**Al** +3; **Zn** +2; **Ag** +1;  
в) водорода **H** в соединениях с металлами **MeH<sub>x</sub>** \_\_\_\_\_;  
в остальных соединениях - \_\_\_\_\_;  
г) кислорода **O** в **OF<sub>2</sub>** - \_\_\_\_\_; в **O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>** - \_\_\_\_\_;  
в остальных пероксидах (содержат **-O-O-**) - \_\_\_\_\_;  
в остальных соединениях - \_\_\_\_\_.
5. Сумма с.о. атомов гидроксильной группы **OH** \_\_\_\_\_; группы **NH<sub>4</sub>** +1.
6. Сумма с.о. атомов **кислотного остатка** (продукта «отрыва» одного или нескольких H-атомов от кислоты) отрицательна и равна числу «оторванных» H-атомов.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

🔪 **Упражнение 2.1.** Запиши символы: а) **Неме** с постоянной с.о. в соединениях \_\_\_\_; б) **Ме** с постоянной с.о. в соединениях \_\_\_\_\_

🔪 **Упражнение 2.2.** Стрелками укажи с.о. кислорода и водорода в веществах:

а)  $\text{NaH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{LiH}$ ,  $\text{KHF}_2$ , **МеННеме**

-1	0	+1
с.о. водорода		

б)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H-O-O-H}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , **НемеО**,  $\text{O}_3$ ,  $\text{F-O-O-F}$ ,  $\text{Na-O-O-Na}$ ,  $\text{OF}_2$ , **Ме<sub>2</sub>О**

-2	-1	0	+1	+2
с.о. кислорода				



### **Задание 3. Определение средней с.о. атомов элемента по молекулярной и эмпирической формуле вещества**

Познакомься с программой деятельности (ПД) и с ее помощью определи с.о. Р в пиррофосфорной кислоте  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (последний столбец таблицы).

#### **ПРОГРАММА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ №1 «Определение средней с.о. атомов элемента по молекулярной / эмпирической формуле вещества»**

<b>Программа деятельности:</b>	<b>Примеры выполнения:</b>	
1) запиши известные значения с.о. атомов;	$\text{K}_2^+ \text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$	$\text{H}_4 \text{P}_2 \text{O}_7$
2) вычисли суммарную с.о. этих атомов, для этого: а) умножь значение с.о. атома каждого элемента на число его атомов; б) сложи полученные результаты;	а) у К: +2 у О: -14 б) +2-14=-12	
3) определи суммарную с.о. для атомов элемента с неизвестной с.о. (она равна по величине и противоположна по знаку числу, полученному в п. 2);	суммарная с.о. Cr = +12	
4) рассчитай искомую с.о., для этого раздели число, полученное в п. 3, на число атомов этого элемента.	с.о. Cr: +12/ 2 = +6	

## Задание 4. Составление эмпирической формулы вещества по с.о. атомов и/или групп атомов

Познакомься с ПД №2 и закончи составление эмпирической формулы фосфата натрия (последний столбец таблицы).

### ПРОГРАММА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ №2 «Составление эмпирической формулы вещества по с.о. атомов / групп атомов»

Программа деятельности:	Примеры выполнения:	
1) запиши знаки элементов, образующих соединение*, укажи с.о. атомов / групп атомов;	$\text{Cr}^{+3}$ $\text{O}^{-2}$	$\text{Na}^{+}$ $(\text{PO}_4)^{-3}$
2) для с.о. найди наименьшее общее кратное (НОК);	НОК (2,3) = 6	НОК (1,3) =
3) рассчитай число атомов (групп атомов) в соединении, для этого раздели НОК на значение с.о.	$6 : 3 = 2;$ $6 : 2 = 3$ $\text{Cr}_2 \text{O}_3$	

\*Для бинарных соединений: если соединение состоит из атомов:

а) Me и Neme, то на первое место в формуле ставят символ Me ( $\text{Me}_x \text{Neme}_y$ );

б) двух Neme, то на первое место ставят элемент, который стоит левее в ряду:

Rn, Xe, Kr, B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F.