



# 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>
↓ периоды	1	2
	1,01	4,00
	2,20	
	ВОДОРОД	ГЕЛИЙ
	3	4
	6,9	9,0
	2	3
	Li 0,98	Be 1,57
	11 23,0	12 24,3
	Li ИТРИЙ	Be БЕРИЛЛИЙ
	3	4
	Na 0,93	Mg 1,31
	НАТРИЙ	МАГНИЙ

27	1	258,9
4	3	
Co	5	1,88
КОБАЛЬТ	6	

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 А-групп

IIIA	IV A	VA	VIA	VII A	VIII A
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	6	7	8	9	10
10,8	12,0	14,0	16,0	19,0	20,2
B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne
БОР	УГЛЕРОД	АЗОТ	КИСЛОРОД	ФТОР	НЕОН
13 27,0	14 28,1	15 31,0	16 32,1	17 35,5	18 39,9
Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar
АЛЮМИНИЙ	КРЕМНИЙ	ФОСФОР	СЕРА	ХЛОР	АРГОН

19 39,1	20 40,1	21 45,0	22 47,9	23 50,9	24 52,0	25 54,9	26 55,8	27 58,9	28 58,7	29 63,6	30 65,4	31 69,7	32 72,6	33 74,9	34 79,0	35 79,9	36 83,8
K 0,82	Ca 1,00	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,90	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr
КАЛИЙ	КАЛЬЦИЙ	СКАНДИЙ	ТИТАН	ВАНАДИЙ	ХРОМ	МАРГАНЕЦ	ЖЕЛЕЗО	КОБАЛЬТ	НИКЕЛЬ	МЕДЬ	ЦИНК	ГАЛЛИЙ	ГЕРМАНИЙ	МЫШЬЯК	СЕЛЕН	БРОМ	КРИПТОН
37 85,5	38 87,6	39 88,9	40 91,2	41 92,9	42 95,9	43 (98)	44 101,1	45 102,9	46 106,4	47 107,9	48 112,4	49 114,8	50 118,7	51 121,8	52 127,6	53 126,9	54 131,3
Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,20	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66	Xe 2,6
РУБИДИЙ	СТРОНЦИЙ	ИТРИЙ	ЦИРКОНИЙ	НИОБИЙ	МОЛИБДЕН	ТЕХНЕЦИЙ	РУТЕНИЙ	РОДИЙ	ПАЛЛАДИЙ	СЕРЕБРО	КАДМИЙ	ИНДИЙ	ОЛОВО	СУРЬМА	ТЕЛЛУР	ЙОД	КСЕНОН
55 132,9	56 137,3	57 138,9	72 178,5	73 180,9	74 183,9	75 186,2	76 190,2	77 192,2	78 195,1	79 197,0	80 200,6	81 204,4	82 207,2	83 209,0	84 (209)	85 (210)	86 (222)
Cs 0,79	Ba 0,89	La 1,10	Hf 1,3	Ta 1,5	W 2,36	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,20	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 2,00	Tl 2,04	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,0	At 2,2	Rn
ЦЕЗИЙ	БАРИЙ	ЛАНТАН	ГАФНИЙ	ТАНТАЛ	ВОЛЬФРАМ	РЕНИЙ	ОСМИЙ	ИРИДИЙ	ПЛАТИНА	ЗОЛОТО	РУТЬ	ТАЛЛИЙ	СВИНЕЦ	ВИСМУТ	ПОЛОНИЙ	АСТАТ	РАДОН
87 (223)	88 (226)	89 (227)	104 (226)	105 (261)	106 (263)	107 (262)	108 (265)	109 (266)									
Fr 0,7	Ra 0,89	Ac 1,1	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
ФРАНЦИЙ	РАДИЙ	АКТИНИЙ	РЕЗЕРФОРДИЙ	ДУБНИЙ	СИБОРГИЙ	БОРГИЙ	ХАССИЙ	МЕЙТНЕРИЙ									

6	58 140,1	59 140,9	60 144,2	61 (145)	62 150,4	63 152,0	64 157,3	65 158,9	66 162,5	67 164,9	68 167,3	69 168,9	70 173,0	71 175,0
ЛАНТАНОИДЫ	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,07	Sm 1,17	Eu 1,01	Gd 1,20	Tb 1,10	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,06	Lu 1,27
	ЦЕРИЙ	ПРАЗЕОДИМ	НЕОДИМ	ПРОМЕТИЙ	САМАРИЙ	ЕВРОПИЙ	ГАДОЛИНИЙ	ТЕРБИЙ	ДИСПРОЗИЙ	ГОЛЬМИЙ	ЭРБИЙ	ТУЛИЙ	ИТТЕРБИЙ	ЛЮТЕЦИЙ
7	90 232,0	91 231,0	92 238,0	93 (237)	94 (244)	95 (243)	96 (247)	97 (247)	98 (251)	99 (252)	100 (257)	101 (258)	102 (259)	103 (262)
АКТИНОИДЫ	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,38	Np 1,36	Pu 1,28	Am 1,3	Cm 1,3	Bk 1,3	Cf 1,3	Es 1,3	Fm 1,3	Md 1,3	No 1,3	Lr 1,3
	ТОРИЙ	ПРОТАКТИНИЙ	УРАН	НЕПУНГИЙ	ПЛУТОНИЙ	АМЕРИЦИЙ	КЮРИЙ	БЕРКЛИЙ	КАЛИФОРНИЙ	ЭЙНШТЕЙНИЙ	ФЕРМИЙ	МЕНДЕЛЕВИЙ	НОБЕЛИЙ	ЛОУРЕНСИЙ

#### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

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

ЭЛЕКТРОД	Me <sup>+</sup>	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>	
	E <sup>0</sup> , В	-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	-0,25	-0,14	-0,13	0,00	0,34	0,79	0,80	1,19	1,50
	Me <sup>0</sup>	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 ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ										УСИЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ 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

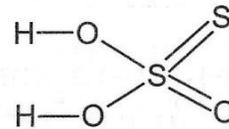
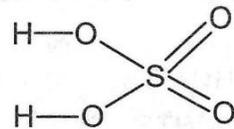
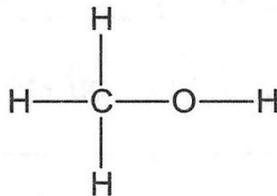
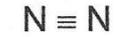
## Задание 1. Степень окисления

**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 пиродосфорной кислоте  $H_4P_2O_7$  (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;	$K_2^+Cr_2O_7^{-2}$	$H_4P_2O_7$
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.