

# **ХИМИЯ d-ЭЛЕМЕНТОВ**

**Лекция**

**Общая характеристика  
элементов VIВ группы. Хром.**

**Из общего числа известных в настоящее время элементов в периодической таблице Менделеева 32 являются d-элементами.**

**d-элементы появляются в 4-ом периоде периодической системы. Эти элементы имеют на внешней энергетическом уровне 2 или 1 – s  $\bar{e}$  и различаются числом электронов на соседнем с внешним уровне.**

**По мере увеличения порядкового номера у d-элементов происходит достройка предпоследнего энергетического уровня d-электронами.**

**Все d-элементы являются металлами, степени окисления которых в соединениях различны. Их наибольшая степень окисления отвечает номеру группы, в которой расположен элемент (кроме **Cu**, у которого высшая степень окисления +2, **Au**, у которого высшая степень окисления +3)**

**Валентность d-элементов определяется как s-электронами внешнего уровня, так и d-электронами энергетического уровня предшествующего внешнему.**

Высшие оксиды d-элементов с V по VIII группы обладают кислотными свойствами, низшие – основными, промежуточные - амфотерными. Так,  $\text{MnO}$  – основной,  $\text{MnO}_2$  – амфотерный, а  $\text{MnO}_3$  и  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  - кислотные оксиды.



**Способность к кислотообразованию и степень диссоциации кислородных кислот у d-элементов увеличивается также как у s- и p-элементов – слева направо и снизу вверх в периодической системе.**

**У d-элементов имеются свободные d, s или p – орбитали. Число их может увеличиваться за счет спаривания одиночных электронов d-орбиталей. Катионы и атомы этих элементов могут являться акцепторами неподеленных электронных пар, чем и объясняется склонность d-элементов к комплексообразованию.**

**Для большинства d-элементов характерной особенностью является то, что их соединения окрашены. Эта особенность связана с тем, что возбуждение d-элементов при образовании соединений происходит благодаря поглощению квантов света видимой области спектра.**

# Элементы VIB группы

Элемент	Cr	Mo	W
$z$	24	42	74
$A_r$	52,0	95,9	183,8
$\chi$	1,56	1,30	1,40

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834–1907

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетический уровень	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	б			
1	1	<b>H</b> 1.008 ВОДОРОД																<b>He</b> 4.003 ГЕЛИЙ	2
2	2	<b>Li</b> 6.941 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 9.0122 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 10.811 БОР	<b>C</b> 12.011 УГЛЕРОД	<b>N</b> 14.007 АЗОТ	<b>O</b> 15.999 КИСЛОРОД	<b>F</b> 18.998 ФТОР	<b>Ne</b> 20.179 НЕОН										10
3	3	<b>Na</b> 22.99 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24.312 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26.982 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28.086 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30.974 ФОСФОР	<b>S</b> 32.064 СЕРА	<b>Cl</b> 35.453 ХЛОР	<b>Ar</b> 39.948 АРГОН										18
4	4	<b>K</b> 39.102 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40.08 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44.956 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47.88 ТИТАН	<b>V</b> 50.941 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51.996 ХРОМ	<b>Mn</b> 54.938 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55.849 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58.933 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58.7 НИКЕЛЬ								
	5	<b>Cu</b> 63.546 МЕДЬ	<b>Zn</b> 65.37 ЦИНК	<b>Ga</b> 69.72 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 72.59 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 74.922 АРСЕН	<b>Se</b> 78.96 СЕЛЕН	<b>Br</b> 79.904 БРОМ	<b>Kr</b> 83.8 КРИПТОН										
5	6	<b>Rb</b> 85.468 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87.62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88.906 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91.22 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92.906 НИОБИЙ	<b>Mo</b> 95.94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 98 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101.07 РУТЕНИЙ	<b>Rh</b> 102.905 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106.4 ПАЛЛАДИЙ								
	7	<b>Ag</b> 107.868 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112.41 КАДМИЙ	<b>In</b> 114.82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118.69 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121.75 СУРЬМА	<b>Te</b> 127.6 ТЕЛЛУР	<b>I</b> 126.905 ИОД	<b>Xe</b> 131.3 КСЕНОН										
6	8	<b>Cs</b> 132.905 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137.34 ВАРИЙ	<b>La-71</b> ЛАНТАНОИДЫ	<b>Hf</b> 178.49 ГАФНИЙ	<b>Ta</b> 180.948 ТАНТАЛ	<b>W</b> 183.85 ВОЛЬФРАМ	<b>Re</b> 186.207 РЕНИЙ	<b>Os</b> 190.2 ОСМИЙ	<b>Ir</b> 192.22 ИРИДИЙ	<b>Pt</b> 195.09 ПЛАТИНА								
	9	<b>Au</b> 196.967 ЗОЛОТО	<b>Hg</b> 200.59 РУТУТЬ	<b>Tl</b> 204.37 ТАЛЛИЙ	<b>Pb</b> 207.19 СВИНЕЦ	<b>Bi</b> 208.98 ВИСМУТ	<b>Po</b> 209 ПОЛОНИЙ	<b>At</b> 210 АСТАТ	<b>Rn</b> 222 РАДОН										
7	10	<b>Fr</b> 223 ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> 226 РАДИЙ	<b>Ac-103</b> АКТИНОИДЫ	<b>Rf</b> 261 РЕЗЕРФОРДИЙ	<b>Db</b> 262 ДУБИЙ	<b>Sg</b> 263 СИБОРГИЙ	<b>Bh</b> 264 БОРИЙ	<b>Hn</b> 265 ХАНИЙ	<b>Mt</b> 266 МЕЙТНЕРИЙ									
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>										
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> R	HR											

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА      ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

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

## ЛАНТАНОИДЫ

57 <b>La</b> ЛАНТАН 138.906	58 <b>Ce</b> ЦЕРИЙ 140.12	59 <b>Pr</b> ПРАЗЕОДИЙ 140.908	60 <b>Nd</b> НЕОДИМ 144.24	61 <b>Pm</b> ПРОМЕТИЙ (145)	62 <b>Sm</b> САМАРИЙ 150.4	63 <b>Eu</b> ЕВРОПИЙ 151.96	64 <b>Gd</b> ГАДОЛИНИЙ 157.25	65 <b>Tb</b> ТЕРБИЙ 158.928	66 <b>Dy</b> ДИСПРОЗИЙ 162.5	67 <b>Ho</b> ГОЛЬМИЙ 164.93	68 <b>Er</b> ЭРБИЙ 167.26	69 <b>Tm</b> ТУЛИЙ 168.934	70 <b>Yb</b> ИТТЕРБИЙ 173.04	71 <b>Lu</b> ЛЮТЕЦИЙ 174.97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## АКТИНОИДЫ

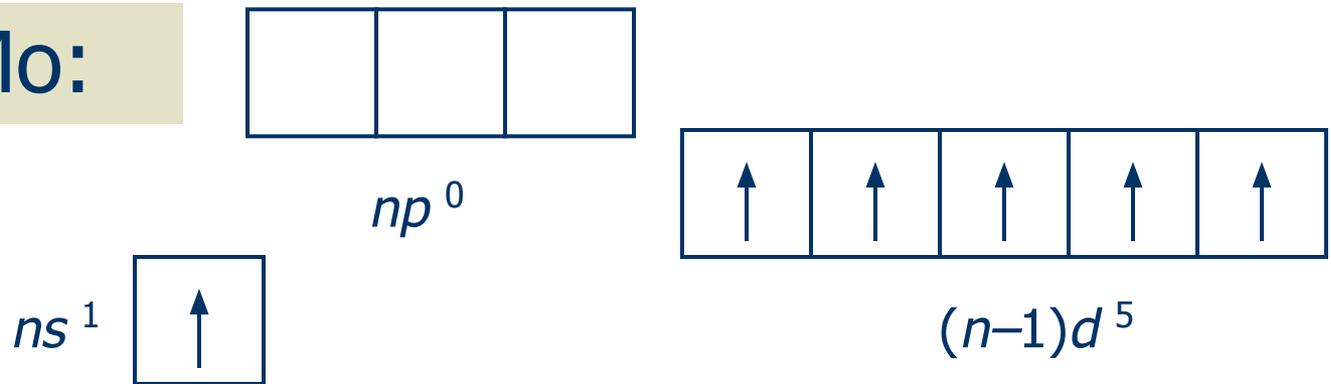
89 <b>Ac</b> АКТИНИЙ (227)	90 <b>Th</b> ТОРИЙ 232.038	91 <b>Pa</b> ПРОТАКТИНИЙ 231	92 <b>U</b> УРАН 238.029	93 <b>Np</b> НЕПУТЦИЙ 237	94 <b>Pu</b> ПУТОНИЙ 244	95 <b>Am</b> АМЕРИЦИЙ 243	96 <b>Cm</b> КЮРИЙ 247	97 <b>Bk</b> БЕРКЛИЙ 247	98 <b>Cf</b> КАЛИБОРНИЙ 251	99 <b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ 254	100 <b>Fm</b> ФЕРМИЙ 257	101 <b>Md</b> МЕНДЕЛЕВИЙ 258	102 <b>No</b> НОБЕЛИЙ 259	103 <b>Lr</b> ЛОУРЕНСИЙ 260
----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Надо отметить, что энергия ионизации увеличивается сверху вниз. Вольфрам вследствие лантаноидного сжатия имеет атомный и ионный радиус близкий к молибдену. Поэтому **Mo** и **W** по своим свойствам ближе друг к другу, чем к **Cr**. Активность в подгруппе уменьшается от **Cr** к **W** в отличие от главных подгрупп. В соединениях **Cr**, **Mo**, **W** проявляют все степени окисления от 0 до +6.

## электронное строение

- ◆ Cr: [...]  $4s^1 3d^5 4p^0$
- ◆ Mo: [...]  $5s^1 4d^5 5p^0$
- ◆ W: [...]  $6s^2 4f^{14} 5d^4 6p^0$

Cr, Mo:



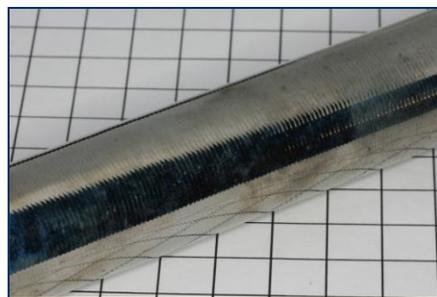
- Валентность (КЧ): Cr 6; Mo 6, 8; W 6, 8, 9;
- Ст. окисления: 0, +II, +III, +IV, +VI (Cr);  
0, +IV, +VI (Mo, W)

**Cr, Mo, W** – белые блестящие металлы.  
Они очень тверды и тугоплавки.

	Cr	Mo	W
т. пл., °С	1890	2620	3387
т. кип., °С	2680	4630	5680
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	7,1	10,2	19,4



Хром



Молибден

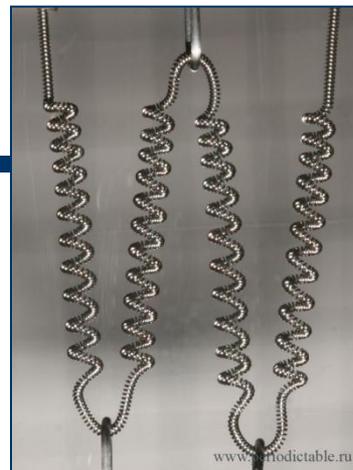


Вольфрам

# Металлы



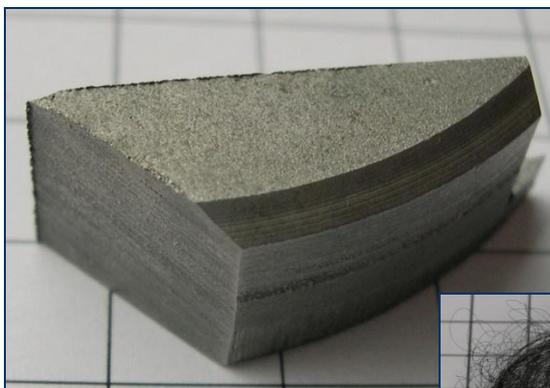
Хром электролитический



Вольфрам проволока



Вольфрам монокристалл



Молибден  
прессованный и  
молибденовая  
проволока



Химически при комнатной температуре эти элементы мало реакционноспособны. В реакцию с  $O_2$ , галогенами, S, N, P, Si вступают только при нагревании.

Конц.  $HNO_3$  быстро окисляет их поверхность и образовавшаяся пленка оксида защищает металл от дальнейшего её воздействия, т.е. происходит (пассивация) Me.

Надо отметить, что **Cr** растворяется в разбавленных растворах **HCl**, **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**, а **Mo** и **W** – в горячей **HNO<sub>3</sub>** и «царской водке».



# Простые вещества

	<b>Cr</b>	<b>Mo</b>	<b>W</b>
<b>E°, В</b>	<b>-0,70</b> для <b>(Cr<sup>3+</sup>/Cr)</b> <b>-0,85</b> для <b>(Cr<sup>2+</sup>/Cr)</b>	<b>±0,00</b> для <b>(MoO<sub>3</sub>/Mo)</b>	<b>-0,09</b> для <b>(WO<sub>3</sub>/W)</b>

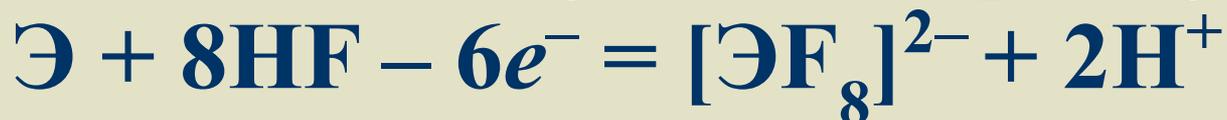


# Простые вещества

- ◆ **Кислоты-окислители (пассивация на холоду):**



- ◆  $\text{Э}(\text{Mo, W}) + 2\text{HNO}_3 + 8\text{HF} \rightarrow \text{H}_2[\text{Э}^{\text{VI}}\text{F}_8] + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$



- ◆  $\text{Э}(\text{Cr, Mo, W}) + 3\text{NaNO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{Na}_2\text{Э}^{\text{VI}}\text{O}_4 + 3\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- ◆  $\text{Cr} + \text{NaOH}(\text{p}) \neq$

# Кислородные соединения

Cr



Mo, W



- ◆ **+ II:** CrO – черн., т. разл. 700° С (до Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Cr); Cr(OH)<sub>2</sub> – желт. (основный)
- ◆ **+III:** Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – зел. уст.; Cr(OH)<sub>3</sub> – серо-гол.; CrO(OH) – зел. (амфотерн.)
- ◆ **+IV:** CrO<sub>2</sub> черн., т. разл. 450° С (до Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и O<sub>2</sub>)
- ◆ **+VI:** CrO<sub>3</sub> – красн., т. разл. 220° С (до Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и O<sub>2</sub>); H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (желт. и оранжев. р-р, до 75% масс.)

Усиление кислотных свойств

- ◆ **+ II:** —
- ◆ **+III:** —
- ◆ **+IV:** MoO<sub>2</sub> – кор.-фиол., т.разл. 1800 °С (до MoO<sub>3</sub> и Mo); MoO(OH)<sub>2</sub>; WO<sub>2</sub> – т.-кор.
- ◆ **+VI:** MoO<sub>3</sub> – бесцв., уст.; WO<sub>3</sub> – желт., уст.; MoO<sub>3</sub> · 2H<sub>2</sub>O – желт., тв.; WO<sub>3</sub> · 2H<sub>2</sub>O – желт., тв.

$\text{Э}^{+VI}$ :



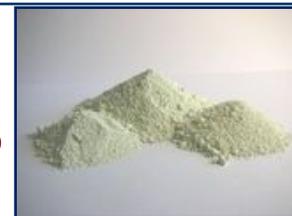
красный,  
летуч., яд.



бесцв.



желт.



♦ т. пл., °С:

197

795

1473

Устойчивость растёт

$\text{H}_2\text{CrO}_4$  – сильн.  
к-та ( $K_{\text{к}} \approx 10^{-1}$ ),  
окислитель  
( $\text{Cr}^{\text{VI}} \rightarrow \text{Cr}^{\text{III}}$ )

$\text{ЭO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (т) –  
сл. к-ты, слабые  
окисл.-восст. св-ва



Оксид хрома(VI)

Получение:



# Изополисоединения (ст.ок. +VI)



.....

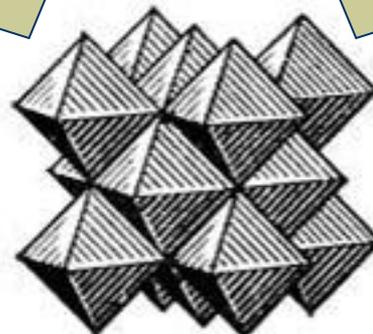
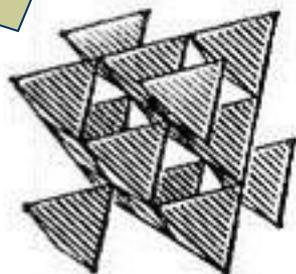


# Изополисоединения

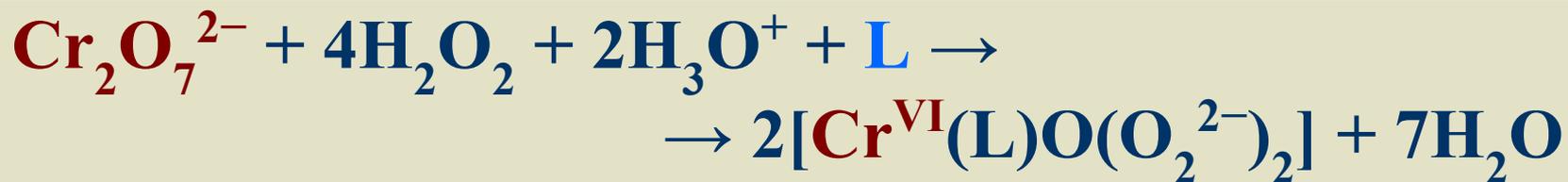
Рост pH



$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{MoO}_4^{2-}$	$\text{W}(\text{H}_2\text{O})_n\text{O}_4^{2-}$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$	$\text{H}_3\text{W}_6\text{O}_{21}^{3-}$
$\text{Cr}_3\text{O}_{10}^{2-}$	$\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$	$\text{W}_{10}\text{O}_{32}^{4-}$
$\text{Cr}_4\text{O}_{13}^{2-}$	$\text{H}_4\text{Mo}_8\text{O}_{26}$	$\text{W}_{12}\text{O}_{39}^{6-}$

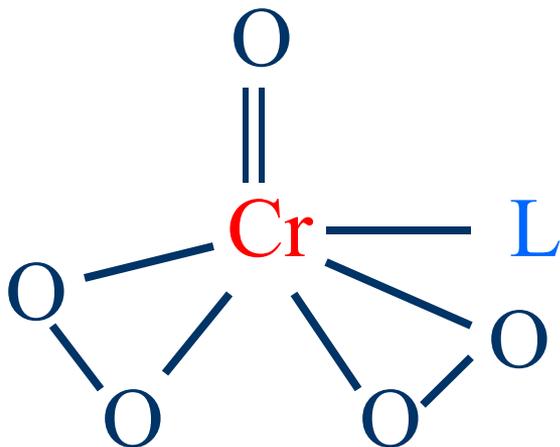


# Пероксокомплексы



*голубого цвета*

(экстракция органическим р-лем)



- КЧ 6; пентагональная пирамида
- L – эфир, пиридин ...

# Распространение в природе и важнейшие минералы



Молибденит

- ◆ 21. Cr 0,019% масс.
- ◆ 39. Mo  $1 \cdot 10^{-3}\%$
- ◆ 27. W  $7 \cdot 10^{-3}\%$

Редкие  
эл-ты

- *хромит*  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$   
*хромистый железняк*
- *крокоит*  $\text{PbCrO}_4$
- *молибденит*  $\text{MoS}_2$
- *вольфрамит*  $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{WO}_4$
- *шеелит*  $\text{CaWO}_4$



Вольфрамит



Крокоит



Шеелит



Хромит



Ферберит



Рубины



Уваровит

- ◆ *гюбнерит*  $MnWO_4$
- ◆ *повеллит*  $CaMoO_4$
- ◆ *молибдошеелит*  $Ca(W,Mo)O_4$
- ◆ *ферберит*  $FeWO_4$

**Хром** ВХОДИТ В СОСТАВ минералов: *александрит, рубин, аквамарин, изумруд, уваровит*  $Ca_3Cr_2^{III}(SiO_4)_3$  из семейства *гранатов*



Повеллит



Гюбнерит

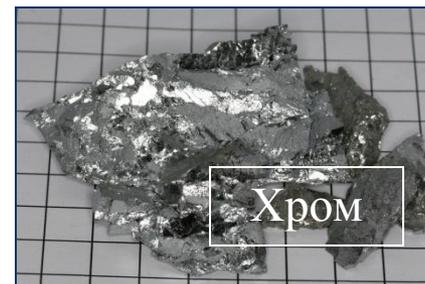


Аквамарин



Александрит

# Получение



- ◆  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (t}^\circ\text{)}$
- ◆  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 4\text{C} = \text{Fe} + 2\text{Cr} + 4\text{CO}$   
*феррохром*
- ◆  $\text{WO}_3 + 3\text{H}_2 = \text{W} + 3\text{H}_2\text{O (t}^\circ\text{)}$
- ◆  $\text{MoO}_3 + 3\text{H}_2 = \text{Mo} + 3\text{H}_2\text{O (t}^\circ\text{)}$



Молибден листовой



Вольфрам (порошок и прессованный)

Для получения чистого  
хрома сначала получают  
 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (III), а затем  
восстанавливают его  
алюмотермическим способом:



## Химия хрома. Cr(II)

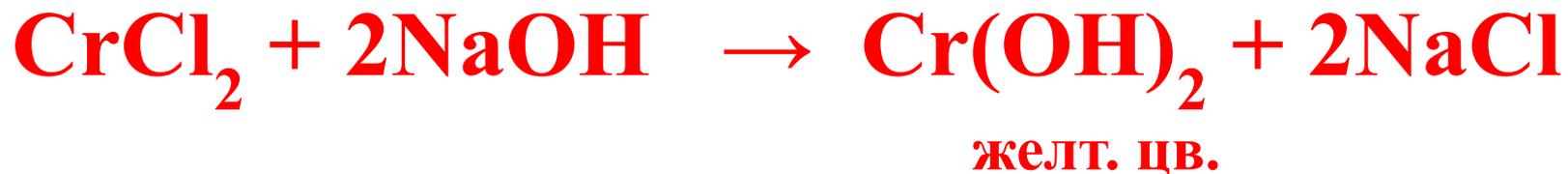
Соединения Cr(II) можно получить:



$\text{Cr}^{+2}$  неустойчивые в водной среде соединения и быстро окисляются кислородом воздуха в  $\text{Cr}^{+3}$ :



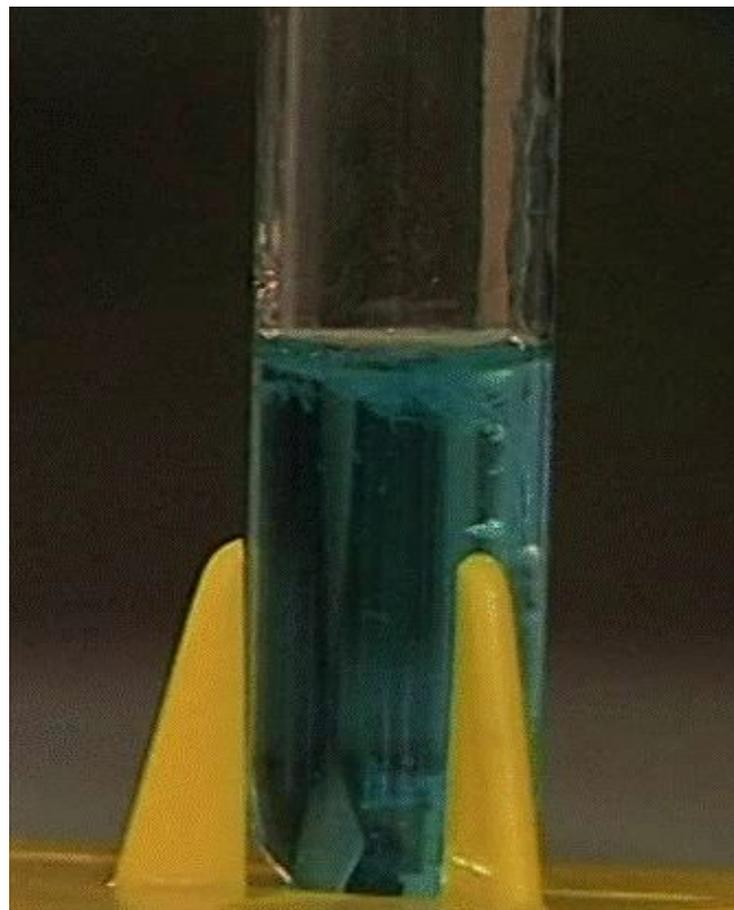
Для **Cr (II)** характерен **Cr(OH)<sub>2</sub>**, который образуется:



**Cr(OH)<sub>2</sub>** взаимодействует только с кислотами и кислотными оксидами:



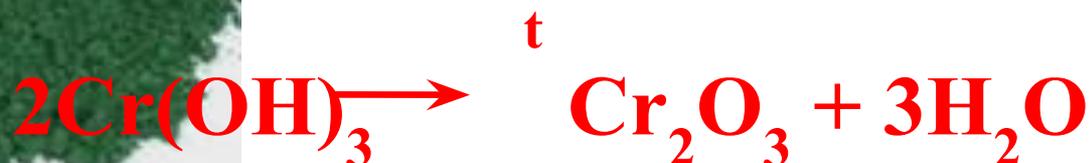
$\text{Cr}^{2+}$  образует аквакомплексные соединения  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , в состав которых входит **ион гексааквахрома (II)**, придающий раствору синюю окраску.



# Соединения Cr (III).

Одним из соединений **хрома (III)** является  **$\text{Cr}_2\text{O}_3$**  – оксид хрома (III) - тугоплавкое вещество зеленого цвета, применяется для приготовления клеевой и масляной красок служит для окраски стекла и фарфора.

**$\text{Cr}_2\text{O}_3$**  – амфотерный оксид. Получают:



Следующее соединение, характерное для **Cr(III)** это **Cr(OH)<sub>3</sub>**

Получают:



**Cr(OH)<sub>3</sub>** – амфотерное основание, выпадает в виде осадка синевато-серого цвета.



$\text{Cr}(\text{OH})_3$  растворяется в кислотах с образованием аквакатионных комплексов  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  фиолетового цвета:

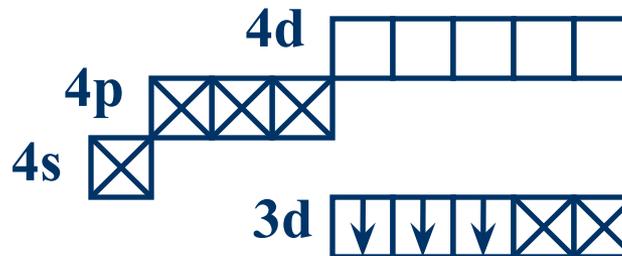
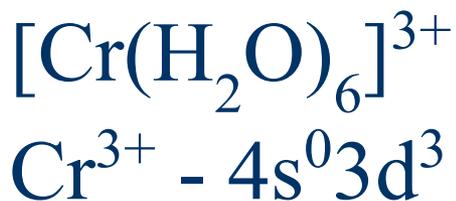


и в щелочах с образованием **гидроксохроматов** зеленого цвета:

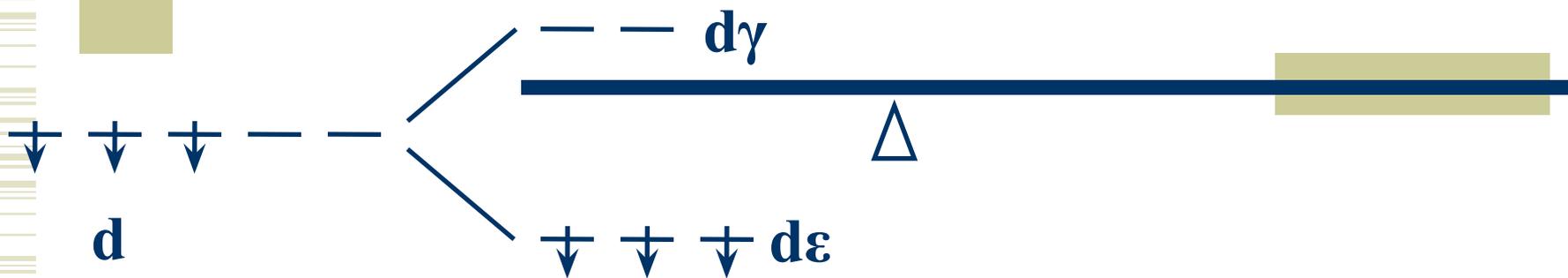


Из этих реакций видно, что хром в комплексных соединениях имеет к.ч. = 6

**Хромиты**, полученные при сплавлении  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (III) с оксидами щелочных металлов, щелочами представляют собой **соли метахромистой кислоты**:



Теперь посмотрим, а окрашены ли эти комплексы?



**гибридизация  $d^2sp^3$  внутриорбитальный комплекс, возможен переход  $d - \epsilon$  электронов, комплекс окрашен.**

Окраска комплексов связана с изомерией

– гидратная изомерия **хрома**:

□  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  – сине-фиолетовая

□  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{H}_2\text{OCl}_2$  – светло-зеленая

□  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})_2$  – темно-зеленая

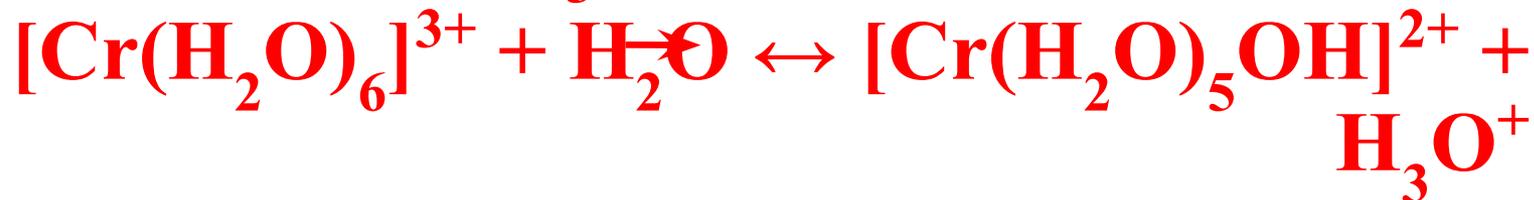
Дигидрат хлорид дихлоротетрааква хрома (III)



Для **Cr(III)** характерно образование солей с сильными кислотами **CrCl<sub>3</sub>; Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>**.

Из солей **Cr(III)** самой распространенной солью является хромокалиевые квасцы – **KCr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O** – синефиолетовые кристаллы, используемые в кожевенной и текстильной промышленности.

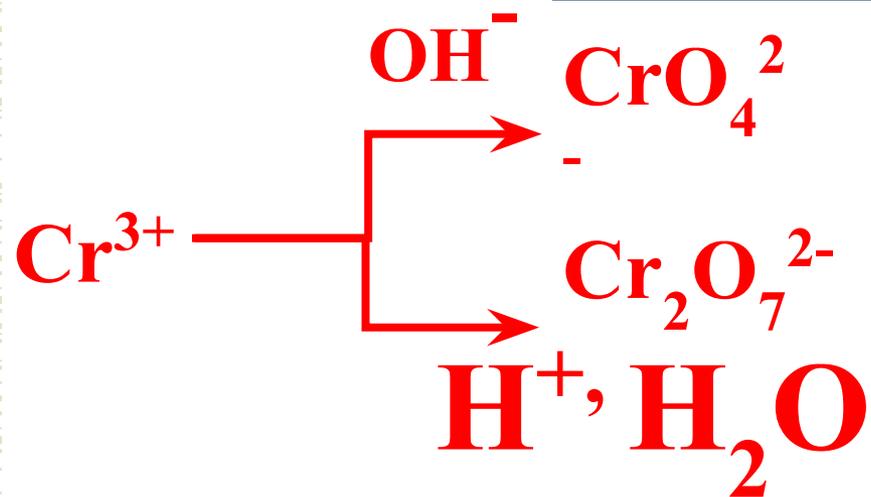
Соли **Cr(III)** подвергаются гидролизу по катиону **[Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup>**:



Со слабыми кислотами **Cr(III)** солей не образует. При попытке получить в водном растворе обменной реакцией **Cr<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>** вследствие гидролиза выделяется **Cr(OH)<sub>3</sub>** в осадок:



# Соединения $\text{Cr}^{3+}$ - восстановители:





зел



желт



# Соединения Cr (VI)

Важнейшими соединениями **Cr(VI)** являются **CrO<sub>3</sub> – оксид хрома (VI) – хромовый ангидрид** – кристаллическое вещество темно-красного цвета и соли отвечающих ему кислот:

- **H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** – хромовая кислота
- **H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** – двуххромовая кислота



Обе кислоты существуют только в водном растворе, но соли их достаточно стойки.

Соли хромовой кислоты – **хроматы**,  
двуххромовой – **дихроматы**. **Хроматы** – желтого  
цвета, **дихроматы** – оранжевого. При  
подкислении раствора соли  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  чисто  
желтая окраска раствора сменяется на  
оранжевую, вследствие перехода ионов  $\text{CrO}_4^{2-}$   
в ионы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Из полученного раствора  
можно выделить соль  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в виде  
оранжево-красных кристаллов.



Переход выражается уравнением:



Реакция обратима. Это значит, что при растворении дихроматов образуется хотя и незначительное кол-во  $\text{H}^+$  и  $\text{CrO}_4^{2-}$ .

Если к раствору **дихромата** прибавить **гидроксид**, то **ОН<sup>-</sup>** - ионы будут связывать находящиеся в растворе **Н<sup>+</sup>**, равновесие смещается и в результате **дихромат** превращается в **хромат**



**Следовательно, хроматы устойчивы в щелочной среде, дихроматы – в кислой.**



**Хроматы щелочных металлов хорошо растворимые в воде соединения.**

**Растворимость хроматов щелочно-земельных металлов уменьшается.**

**Хроматы и дихроматы – сильные окислители**

**$K_2Cr_2O_7(30г) + H_2SO_4 (1л) -$  хромпик**

# Разложение дихромата аммония

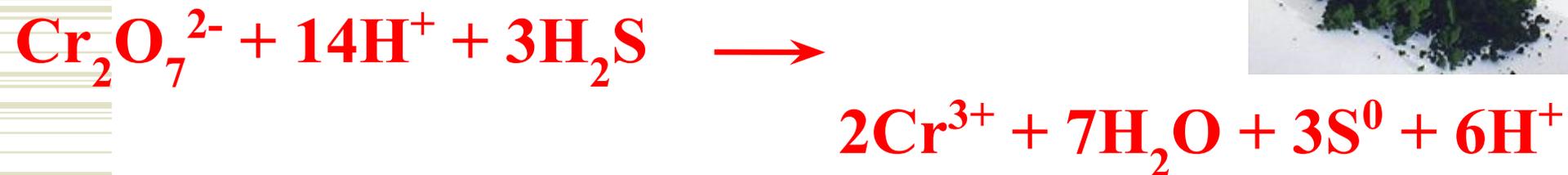
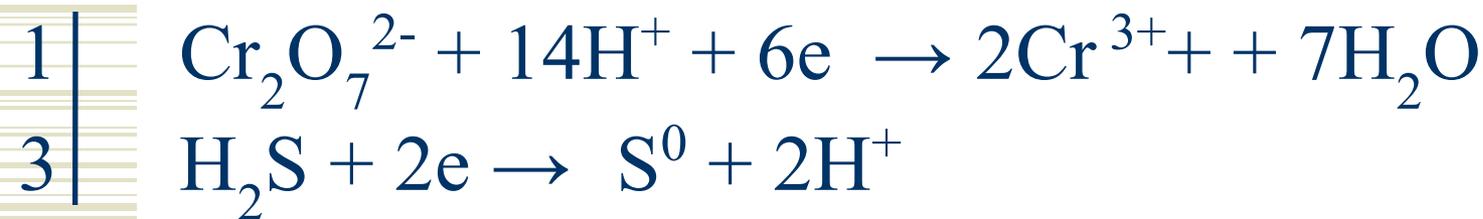


«Дихроматный вулкан» (видеофрагмент)

В кислых и щелочных растворах соединения **хрома (III)** и **Cr(VI)** существуют в разных формах:

- ◆ кислая среда –  $\text{Cr}^{3+}$  или  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- ◆ щелочная среда –  $\text{CrO}_2^-$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$  или  $\text{CrO}_4^{2-}$

Поэтому взаимопревращение соединений **Cr(III)** и **Cr(VI)** протекает по-разному в зависимости от реакции раствора.



Часто взаимодействие ионов  $\text{Cr}^{3+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  принимают за окислительно-восстановительную реакцию.



оран. крист.

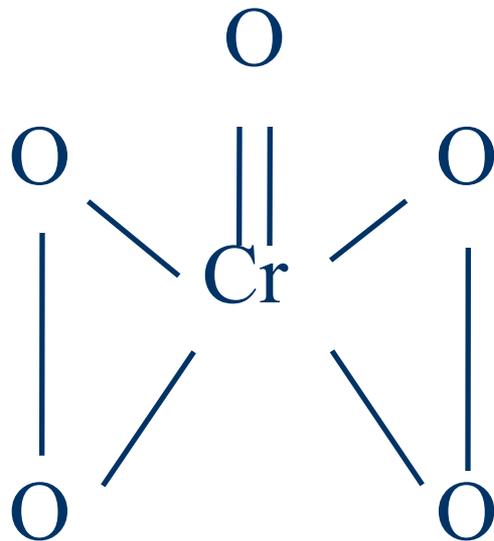
хлорхромата калия



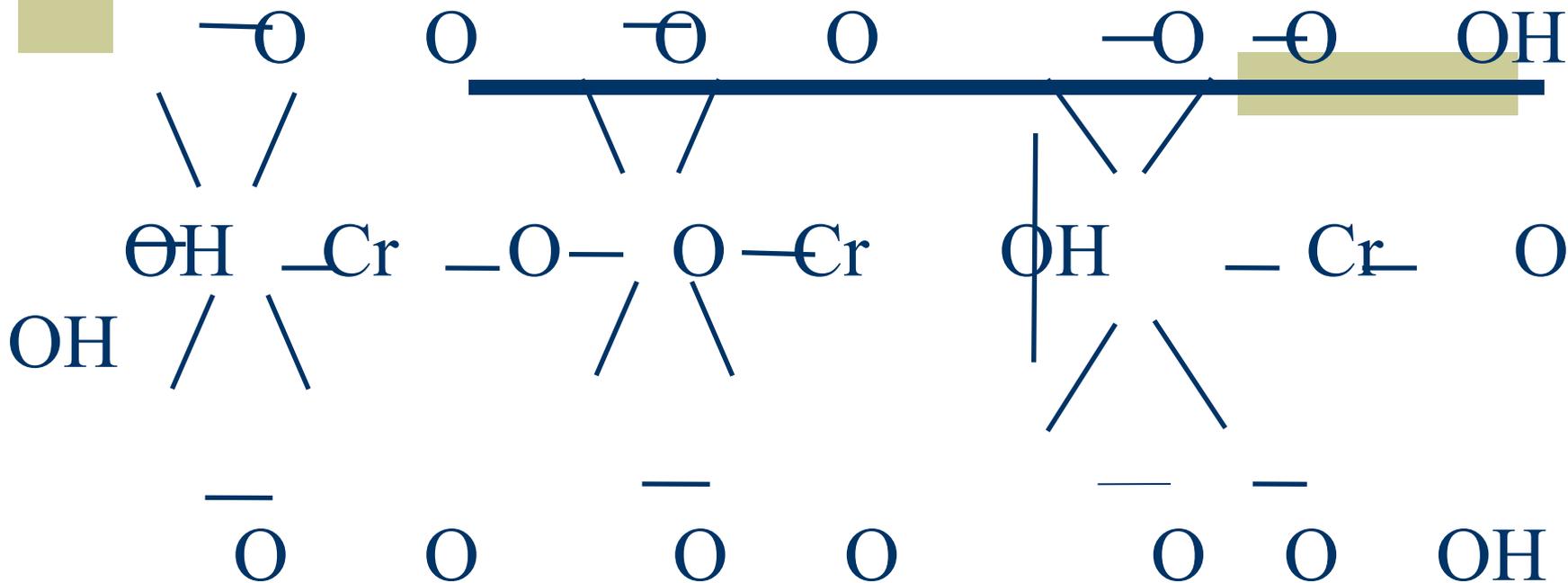
хлористый хромил

неполный хлорангидрид

Для **хрома** известны  
**пероксосоединения:  $\text{CrO}_5$  – пероксид**  
**хрома** - неустойчивое соединение, хранят  
в эфире, яд.



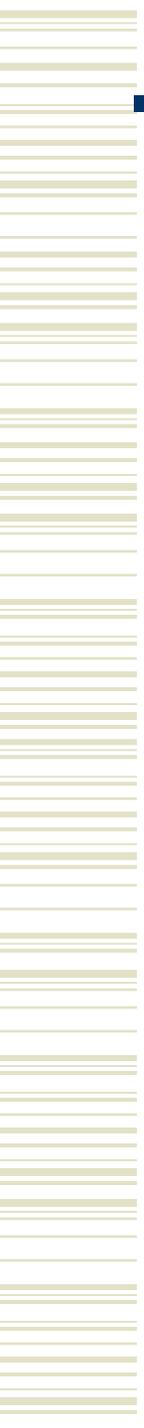
Надхромовые кислоты  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_{12}$  и  $\text{H}_3\text{CrO}_8$



$\text{CrO}_5$  – неустойчивое соединение в воде, поэтому в реакционную смесь добавляют диэтиловый эфир или амиловый спирт.

$\text{CrO}_5$  переходит в слой растворителя, что сильно повышает его устойчивость.

Образование надхромовой кислоты является качественной реакцией на фармакопейный лекарственный препарат раствора перекиси водорода.



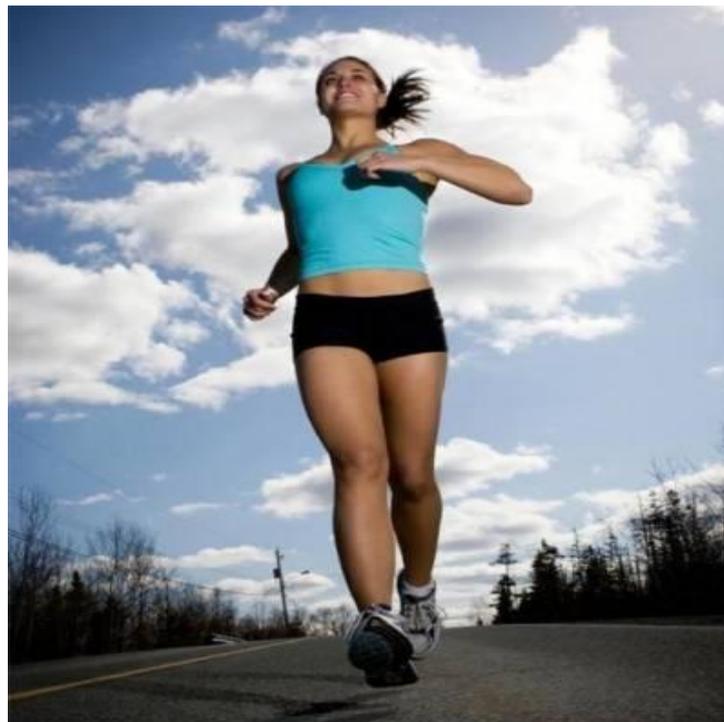
---

# ***БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ХРОМА И МОЛИБДЕНА.***

---



**Хром** входит в состав крови, головного мозга, молока, фермента пепсина. При его недостатке замедляется рост животных, начинается заболевание глаз, нарушается углеводный обмен.

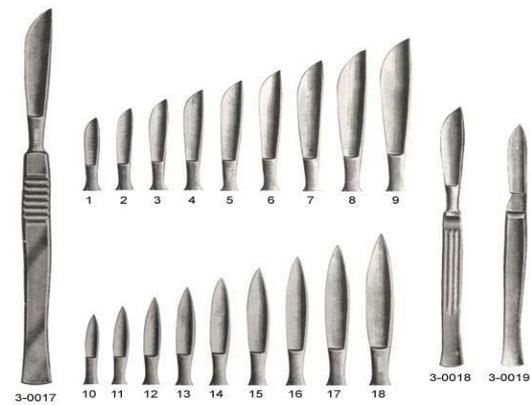


**При недостаточном поступлении его с пищей, уменьшается чувствительность тканей к действию гормона поджелудочной железы-инсулину, ухудшается усвоение глюкозы, увеличивается концентрация липидов и атеросклеротических бляшек в аорте, уменьшается оплодотворяющая способность.**



**Хром** применяется в сплавах для изготовления медицинских инструментов – хирургических ножей, скальпелей, для изготовления зубных коронок, игл, стерилизаторов.

**Дихроматы** используются для получения некоторых лекарственных препаратов, например, бензойной кислоты, камфары. Дихроматометрия применяется для количественного определения лекарственных веществ, обладающих свойствами восстановителей.



**Фототурбидиметрия**  
(использование реакции  
взаимодействия **фосфорно-**  
**вольфрамовой кислоты с**  
**аминосоединениями с**  
**образованием дисперсной**  
**системы).**

**Молибден** жизненно необходимый элемент, входит в состав 7 ферментов (ксантиндегидрогеназа, ксантиноксидаза, альдогидроксидаза и др.)

При дефиците молибдена возникает ксантинурия, при этом уменьшается содержание мочевой кислоты в сыворотке крови и моче. При избытке молибденоз, характеризующийся анемией, гипотонией, лейкопенией.

A chemistry experiment setup is shown. In the foreground, a glass beaker contains a vibrant blue liquid with a layer of white foam on top. To the right, a test tube with a blue cap lies horizontally. The background is a colorful periodic table of elements, with various groups and elements labeled. The text "Благодарю за внимание!!!" is overlaid in a large, red, italicized font across the center of the image.

*Благодарю за  
внимание!!!*