



Вольфра

М



Молибде

Н

представители VIB группы ПСХЭ

Подгруппа хрома

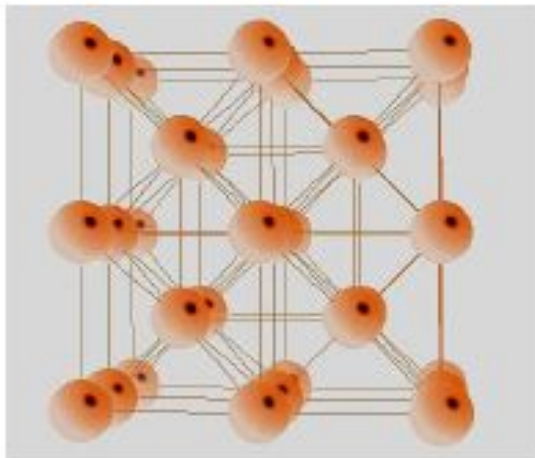
3 4 5 **6** 7 8 9 10 11 12

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

Cr – хром, Mo – молибден, W – вольфрам

Свойства элементов

	Cr	Mo	W
Т.пл., °С	1860	2620	3410
Т.кип., °С	2680	4630	5700
$\Delta_v H^0$, кДж/моль	348.8	594.1	799.1
d , г/см ³	7.23	10.22	19.30
$E^0(M^{3+}/M^0)$, В	-0.74	-0.20	-0.11

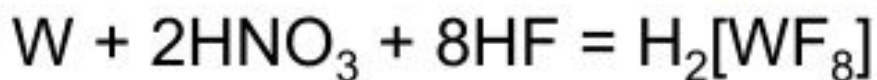


Структурный тип α -Fe
решетка кубическая
объемоцентрированная

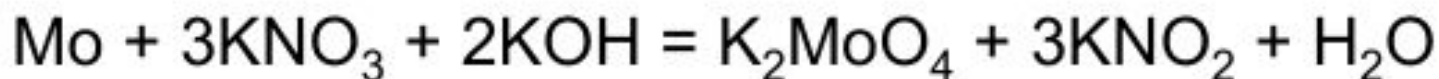
Химические свойства Mo, W

1. Не растворяются в кислотах-неокислителях

2. Окисляются в кислой среде:



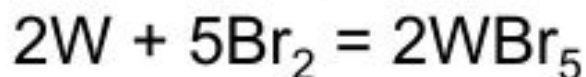
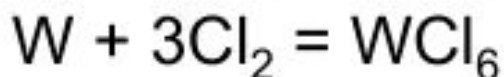
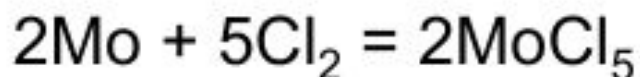
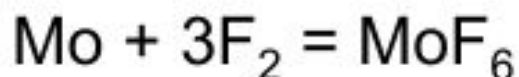
3. Окисляются в щелочных расплавах



4. Окисляются кислородом при нагревании



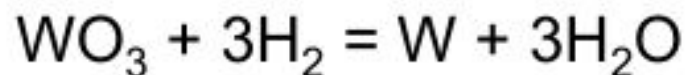
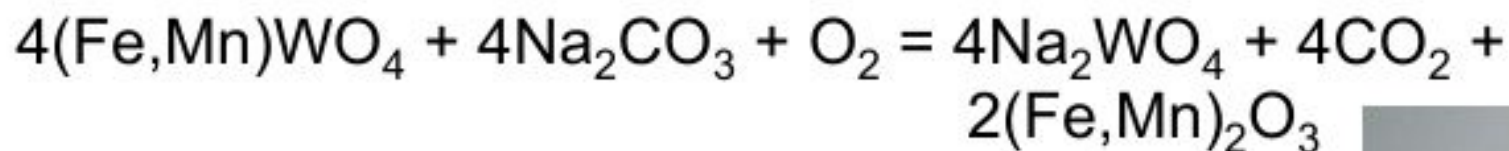
5. Реагируют с галогенами



Получение Mo, W

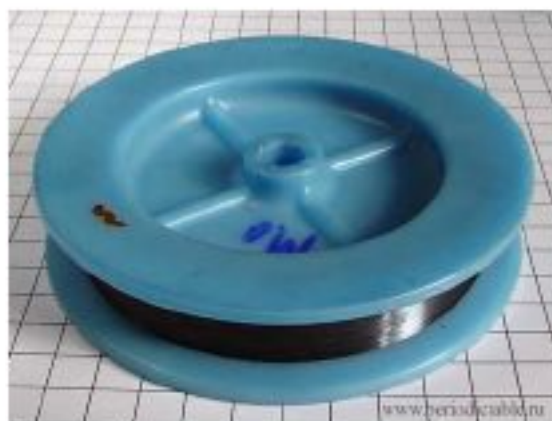
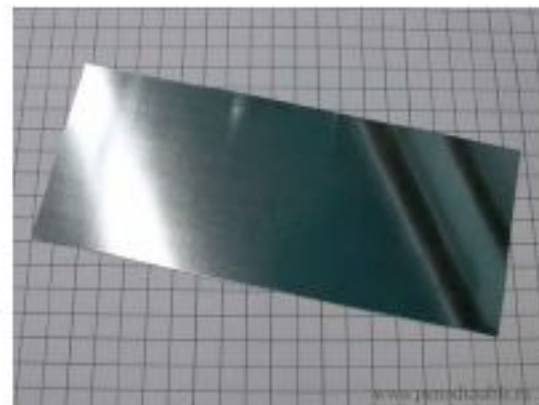
Редкие элементы: по $\sim 10^{-3}$ мас. % в земной коре

Минералы: MoS_2 молибденит *сульфид*
 CaWO_4 шеелит *оксиды*
 $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ вольфрамит *оксиды*



Применение Mo, W

- для производства жаропрочных сплавов
- в радиотехнике и электронике
- в авиапромышленности
- для производства сверхтвердых сплавов
- в химической промышленности
- для измерения высоких (>2500 K) температур
- MoO_3 в качестве катализатора
- MoS_2 в качестве твердой смазки

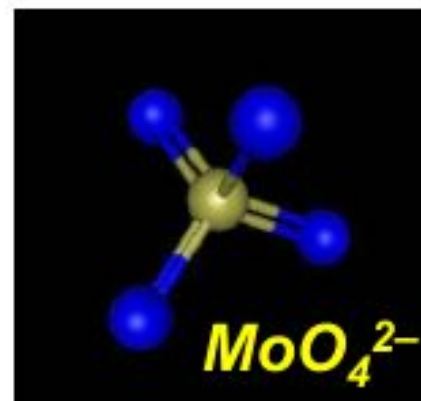
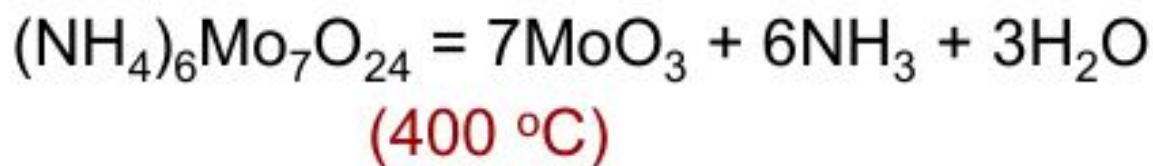
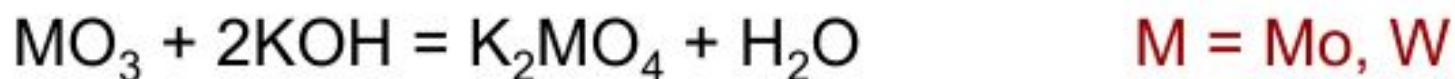


Соединения Mo(VI), W(VI)

1. Наиболее устойчивая с.о. для W

2. Триоксиды MoO_3 т.пл. $796\text{ }^\circ\text{C}$, WO_3 т.пл. $1472\text{ }^\circ\text{C}$

светло-желтые, слоистая структура – октаэдры MO_3
нерастворимы в воде



Соединения Mo(VI), W(VI)

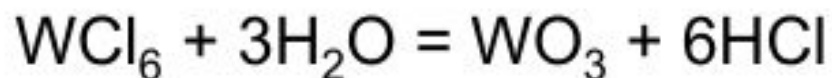
3. Галогениды MX_6

молекулярная структура, гигроскопичны

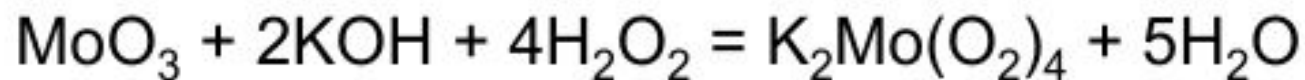
MoF_6 – бесцветная жидкость

WF_6 – светло-желтая жидкость

WCl_6 – темно-синие кристаллы



4. Пероксиды



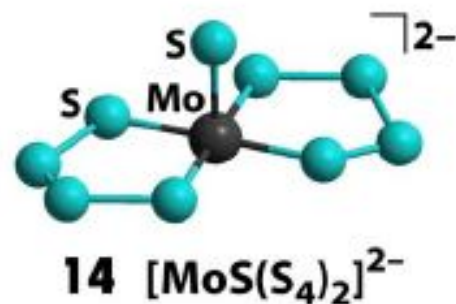
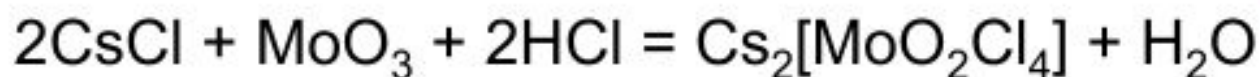
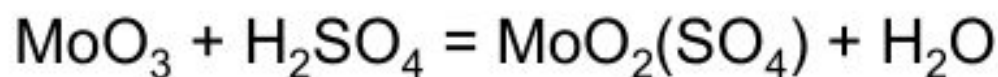
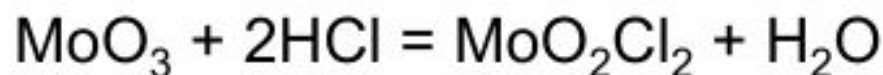
$K_2Mo(O_2)_4$ красный

$K_2W(O_2)_4$ желтый

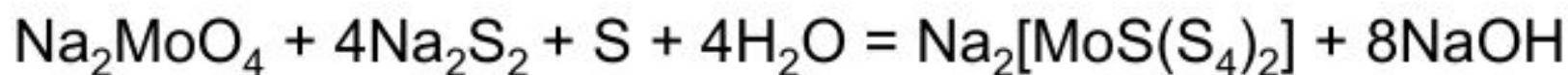
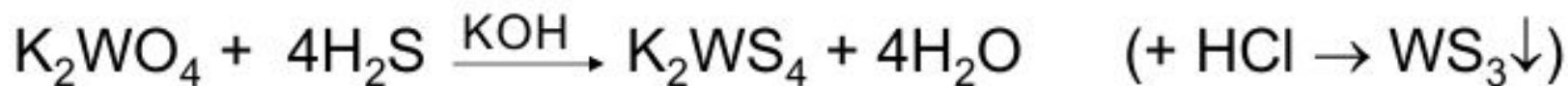
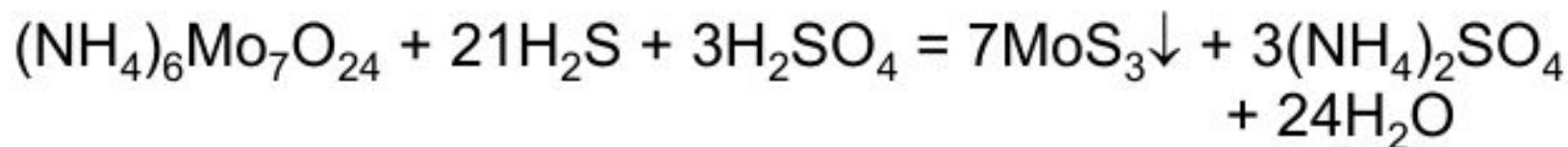
Соединения Mo(VI), W(VI)

5. Производные молибдена, вольфрама

MoO_2^{2+} молибденил, WO_2^{2+} вольфрамил

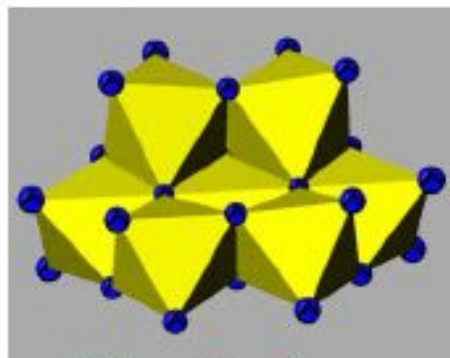
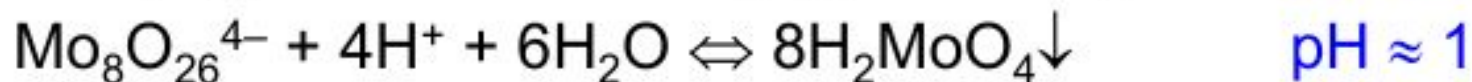
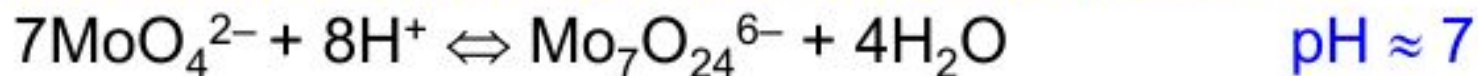


6. Тиосоли

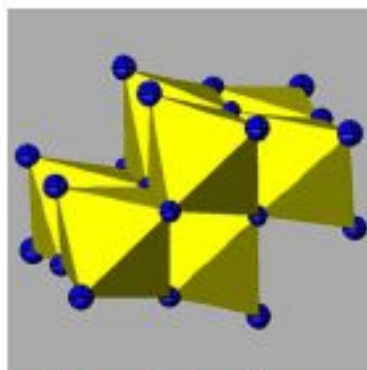


Соединения Mo(VI), W(VI)

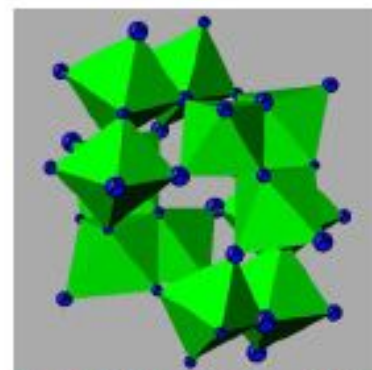
7. Полимеризация молибдатов, вольфраматов



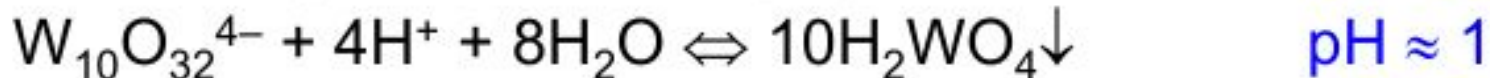
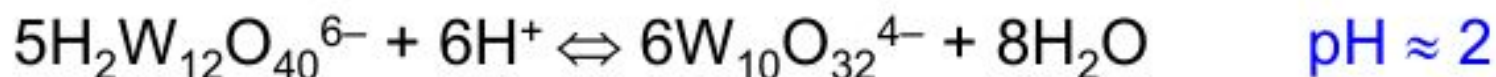
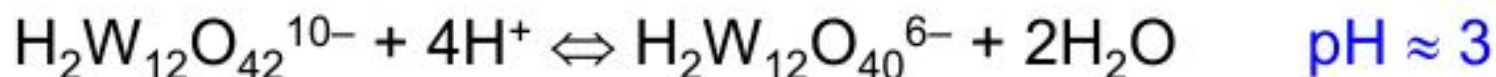
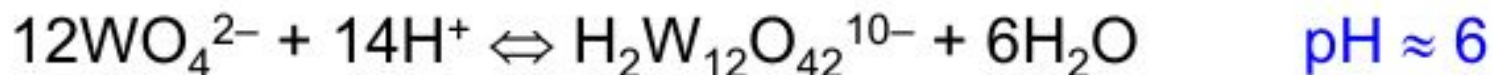
$\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$



$\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$

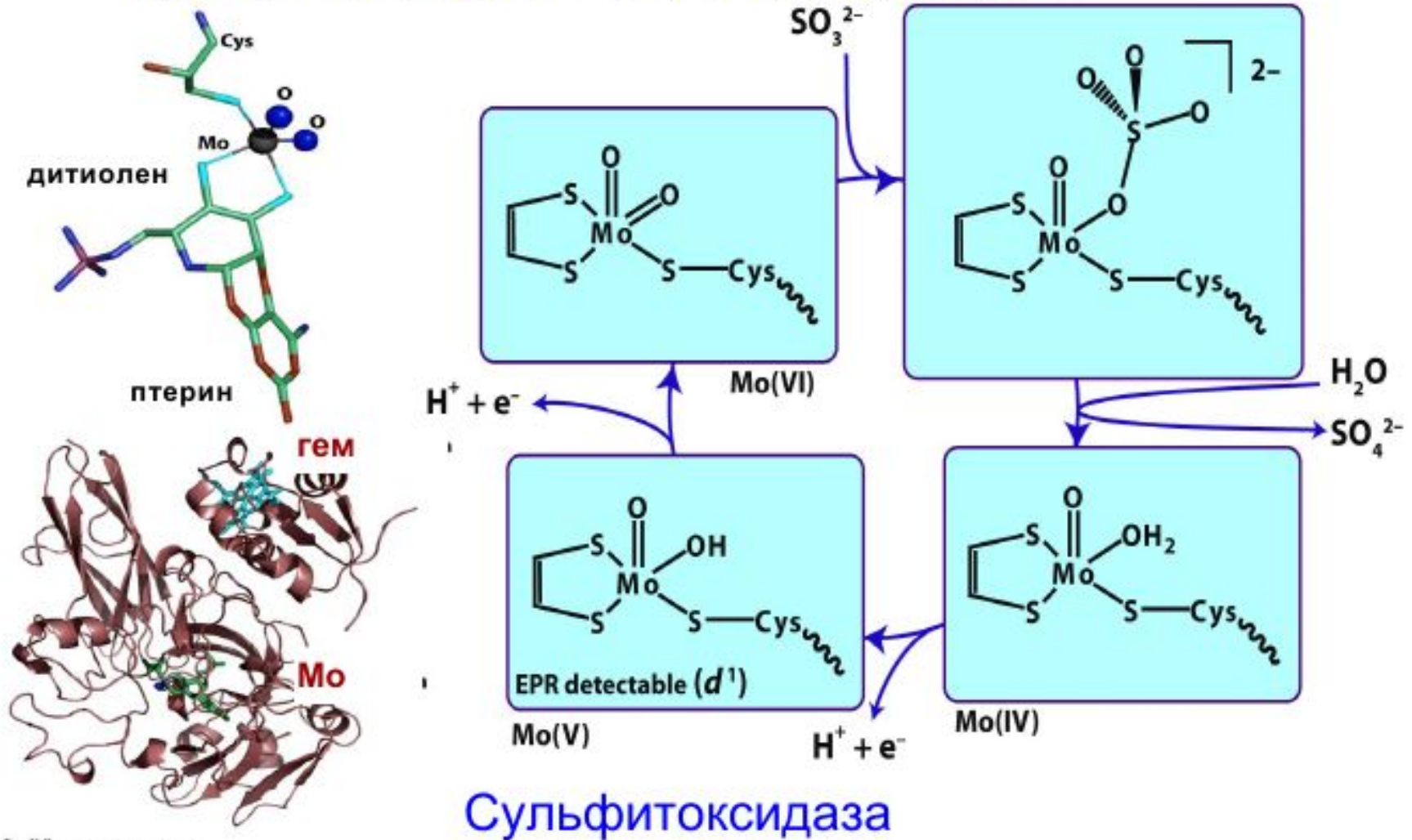


$\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}^{10-}$



Биологическая роль Mo, W

1. **Mo**: катализ переноса кислорода воды для окисления сульфитов, арсенитов, альдегидов, CO



Биологическая роль Mo, W

2. **Mo**: катализ переноса кислорода при восстановлении нитратов

$$E^0(\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-) = +0.40 \text{ В при pH} = 7$$

3. **Mo**: в составе нитрогеназы для фиксации азота

4. **W**: катализ образования связи C–H при нефотосинтезном поглощении CO_2 простейшими организмами

