

V, Nb, Ta

	Эл. конф.	r, M^0	r, M^{5+}	$\chi_{\text{п}}$	Степени окисления
V	$3d^3 4s^2$	1,36	0,54	1,45	+5,+4,+3,+2, 0 $V(CO)_6$
Nb	$4d^4 5s^1$	1,46	0,64	1,23	+5,+4,(+3)
Ta	$5d^3 6s^2$	1,46	0,64	1,33	+5,+4,(+3)

Свойства Nb и Ta очень похожи и сильно отличаются от свойств V. В ряду V-Nb-Ta стабилизируются высшие степени окисления.

Содержание в земной коре и минералы

- **V** – 22 место, рассеян, VS_4 (патронит)
- **Nb** – 64 место, рассеян и редкий, $M(NbO_3)_2$ ($M = Mn, Fe$) – колумбит
- **Ta** – 65 место, рассеян и редкий, $M(TaO_3)_2$ ($M = Mn, Fe$) – танталит



Открытие элементов

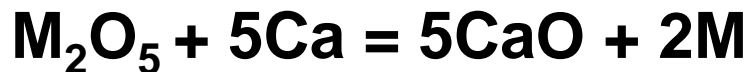
- **V** – 1801г. мексиканец дель Рио, «Ванадис» - древнескандинавская богиня красоты
- **Nb** – 1801г. англ. Гетчет в минерале колумбит и название колумбий. В 1884 г. Немец Розе от гр. «Ниобея» - дочь Тантала
- **Ta** – 1802 г. Швед Экеберг, по имени греческого полубога Тантала.

Простые вещества

	$T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	$D, \text{г/см}^3$
V	1920	3400	6,1
Nb	2500	4930	8,6
Ta	2996	5500	16,6

Получение сложное,

проблема разделения Nb и Ta



Nb и Ta – восстановление оксидов,

электролиз фторидных комплексов

V – стали, танковая броня

Nb, Ta – химическая аппаратура

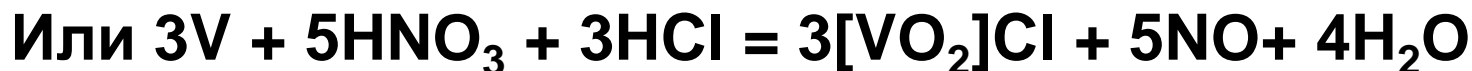
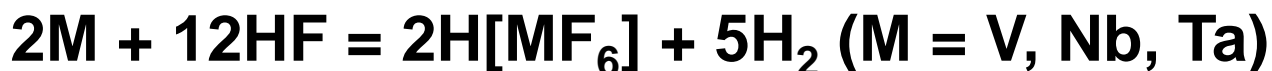
Ta – костная и пластическая хирургия



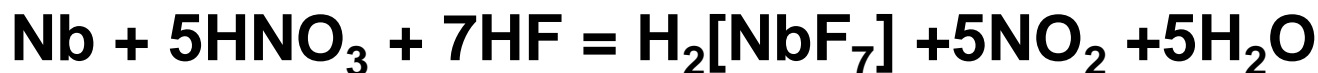
Простые вещества

Химически инертные

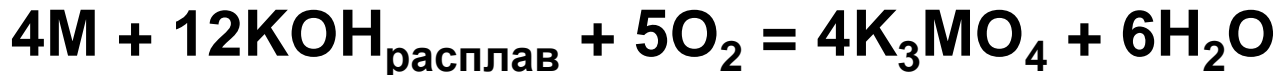
$V^{2+} + 2e = E = -1,18 \text{ В}$ (пассивирования оксидом поверхность).



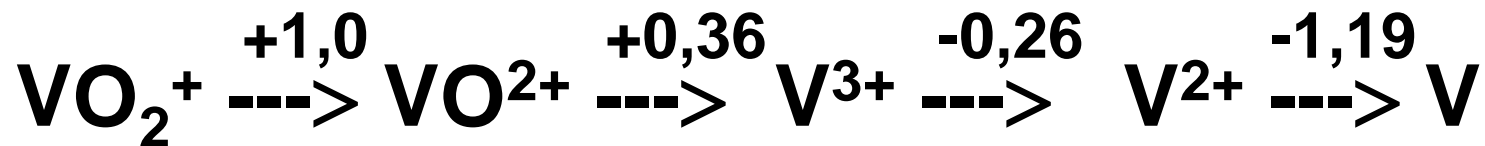
Nb, Ta + царская водка = нет реакции



Ta дает $[TaF_8]^{3-}$



Оx-red свойства



Ванадин

Ванадил

Цис-[VO₂(H₂O)₄]⁺ - в сильнокислых растворах

желтого цвета

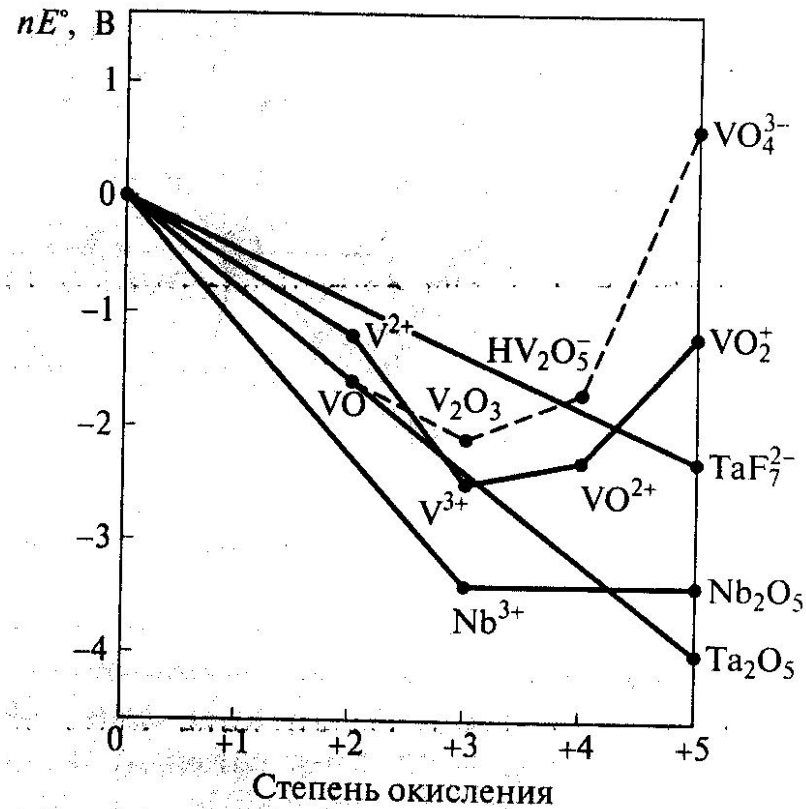
[VO(H₂O)₅]²⁺ - ярко-синий (как медный купорос),
парамагнитный

[V(H₂O)₆]³⁺ - темно-зеленый

[V(H₂O)₆]²⁺ - фиолетовый (восстанавливает воду)



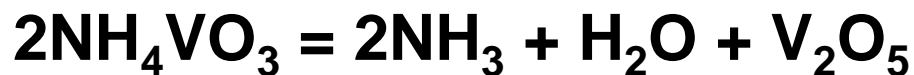
Ох-red свойства



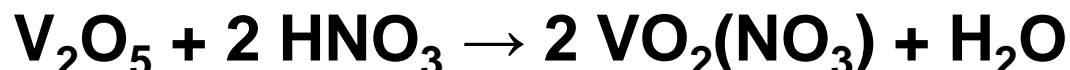
V-Nb-Ta повышение устойчивости ст. окисления +5

Кислородные соединения M^{5+}

	Цвет	Терм.стаб.	Раств. в воде
V_2O_5	Оранжевый	Разл. $700^\circ C$	мало
Nb_2O_5	Б/цв	стабилен	нет
Ta_2O_5	Б/цв	стабилен	нет



Чистый V_2O_5 трудно получить при взаимодействии V с кислородом



Кислородные соединения V^{5+}

- $V_2O_5 + H_2O = 2HVO_3$ (равновесие влево, кислота не выделена)
- $V_2O_5 + 2NaOH = 2NaVO_3 + H_2O$ (медленно в растворе, быстро в расплаве), Na_3VO_4
- $2HVO_3 + 2HX_{\text{конц}} = 2[VO_2]X + 2H_2O$

VO_2^+ - ванадин



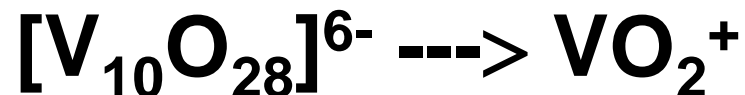
Оксогалогениды VO_2X и VOX_3

Кислородные соединения V^{5+}



Метаванадат

б/цв, pH = 14

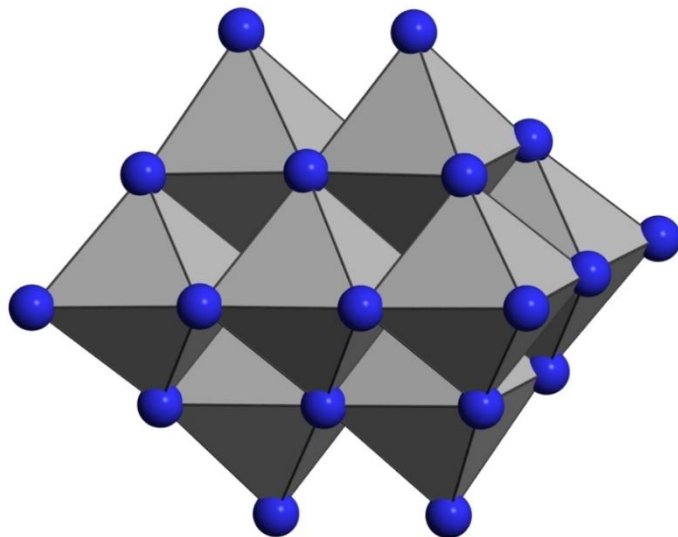


Декаванадат Ванадин

Оранжевый Желтый

pH = 6

pH = 0



Кислородные соединения Nb⁵⁺ и Ta⁵⁺

НМО₃ или Н₃МО₄ – не известны, это
M₂O₅·xH₂O

Соли ниобаты и танталаты



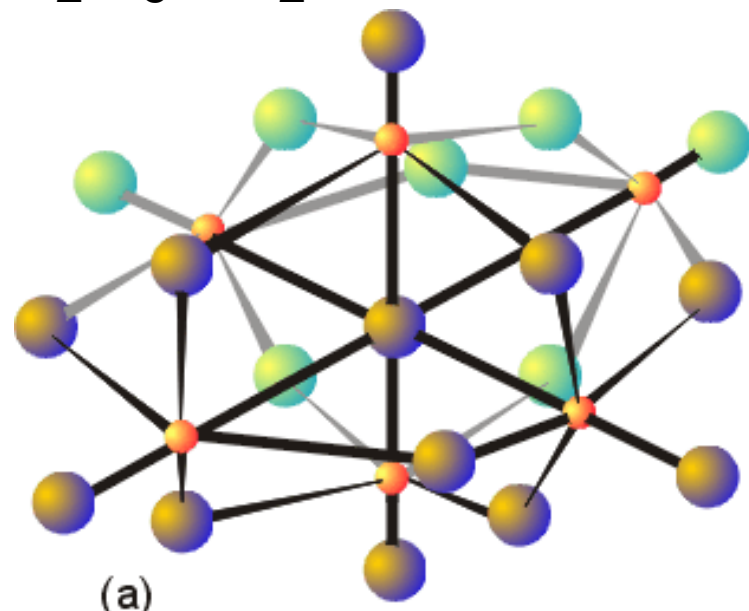
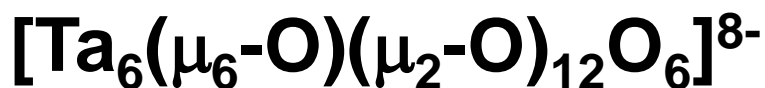
В воде сильно гидролизуются



ортометаллат метаметаллат

Из щелочного плава

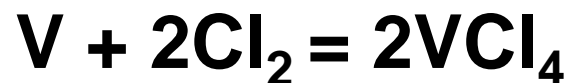
можно выделить



Галогениды

	V	Nb	Ta
F	$\text{VF}_5, \text{VF}_4, \text{VF}_3,$ VF_2	$\text{NbF}_5, \text{NbF}_4$	TaF_5
Cl	$\text{VCl}_4, \text{VCl}_3,$ VCl_2	$\text{NbCl}_5, \text{NbCl}_4,$ Nb_3Cl_8	$\text{TaCl}_5, \text{TaCl}_4,$ TaCl_3
Br	$\text{VBr}_4, \text{VBr}_3,$ VBr_2	$\text{NbBr}_5, \text{NbBr}_4,$ Nb_3Br_8	$\text{TaBr}_5, \text{TaBr}_4,$ TaBr_3
I	VI_3, VI_2	$\text{NbI}_5,$ $\text{NbI}_4, \text{Nb}_3\text{I}_8,$ Nb_6I_{11}	$\text{TaI}_5, \text{TaI}_4$

Галогениды ванадия



Галогениды

$2\text{Nb} + 5\text{Cl}_2 = 2\text{NbCl}_5$ желтый, TaCl_5 б/цв,

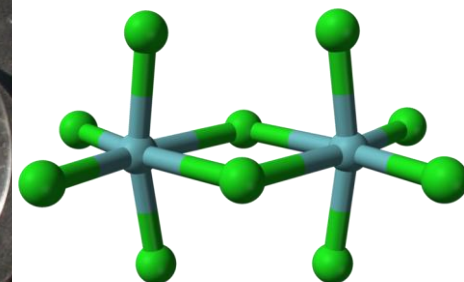
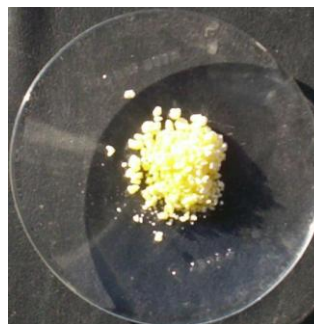
MX_5 ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) - димеры, MF_5 - тетрамеры

Низшие галогениды Nb и Ta имеют
кластерное строение

$8\text{NbCl}_5 + 7\text{Nb} = 5\text{Nb}_3\text{Cl}_8$

$[\text{Nb}_3(\mu_3\text{-X})(\mu_2\text{-X})_3]\text{X}_{6/2}\text{X}_{3/3}$

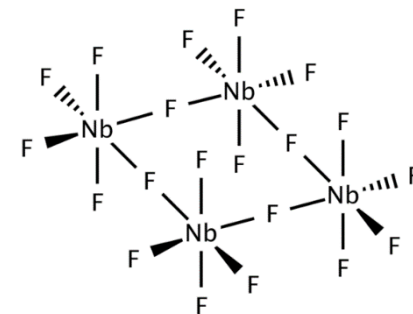
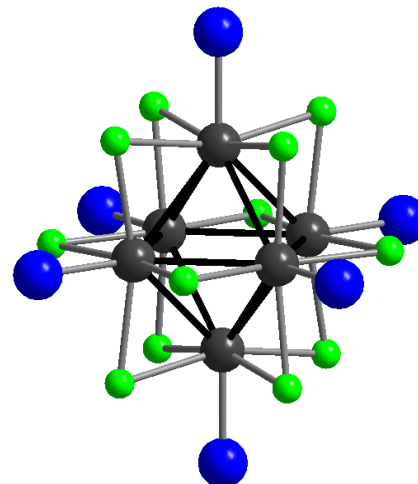
$14\text{TaCl}_5 + 16\text{Ta} = 5\text{Ta}_6\text{Cl}_{14}$



$[\text{M}_6\text{X}_{12}]^{2+}$: $\text{M} = \text{Nb}, \text{Ta}$;

$\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$

$[\text{M}_6(\mu_2\text{-X})_{12}\text{X}_6]^{2+}$



Халькогениды



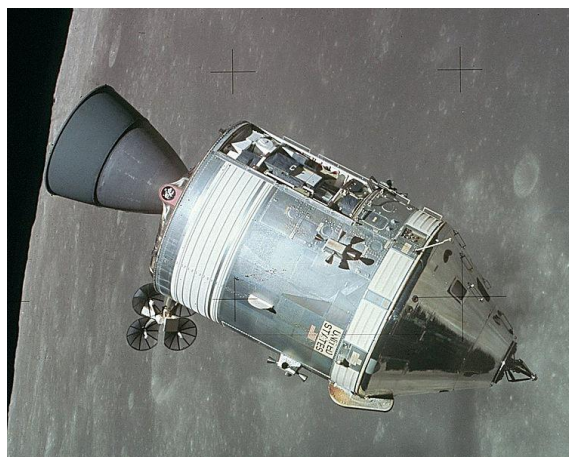
Применения

Nb_3Ge и Nb_3Sn – сверхпроводники

Оксид ванадия(V) - Производство серной кислоты



Nb + Ag



Nb + Ti

