



Univerzitet u Nišu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za hemiju
Katedra za neorgansku hemiju



Hemija prelaznih metala sa koordinacionom hemijom

Školska: 2018/2019. godina

Prof. dr Nenad S. Krstić

M8_P20

NIABIJUM I TANTAL



- *Otkriće:* 1801, Charles Hatchett
- *Ime:* iz grčke mitologije „Niobe“ ćerka kralja Tantalosa. Zbog sličnosti sa tantalom

Atomski broj	41
Grupa	5
Perioda	5
Kategorija	d-metal
A_r	92.906
Elek. konf.	[Kr] 4d ⁴ 5s ¹

- *Otkriće:* 1802, Anders Gustav Ekeberg
- *Ime:* grčki kralj „Tantalus“

Atomski broj	73
Grupa	5
Perioda	6
Kategorija	d-metal
A_r	180.948
Elek. konf.	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²



➤ Na Zemlji ima oko 2×10^{-3} % tantala (Ta) i oko deset puta manje niobijuma (Nb), a nalaze se u zajedničkim rudama u kojima ima brojnih minerala i *kolumbita* i *tantalita* opšte formule: $(\text{Fe/Mn})(\text{Nb/Ta})_2\text{O}_6$ gde odnos M_1/M_2 varira. Najčešće su to minerali $(\text{Fe}(\text{Nb})\text{O}_3)_2$ i $\text{Fe}(\text{TaO}_3)_2$.

kolumbit

a)

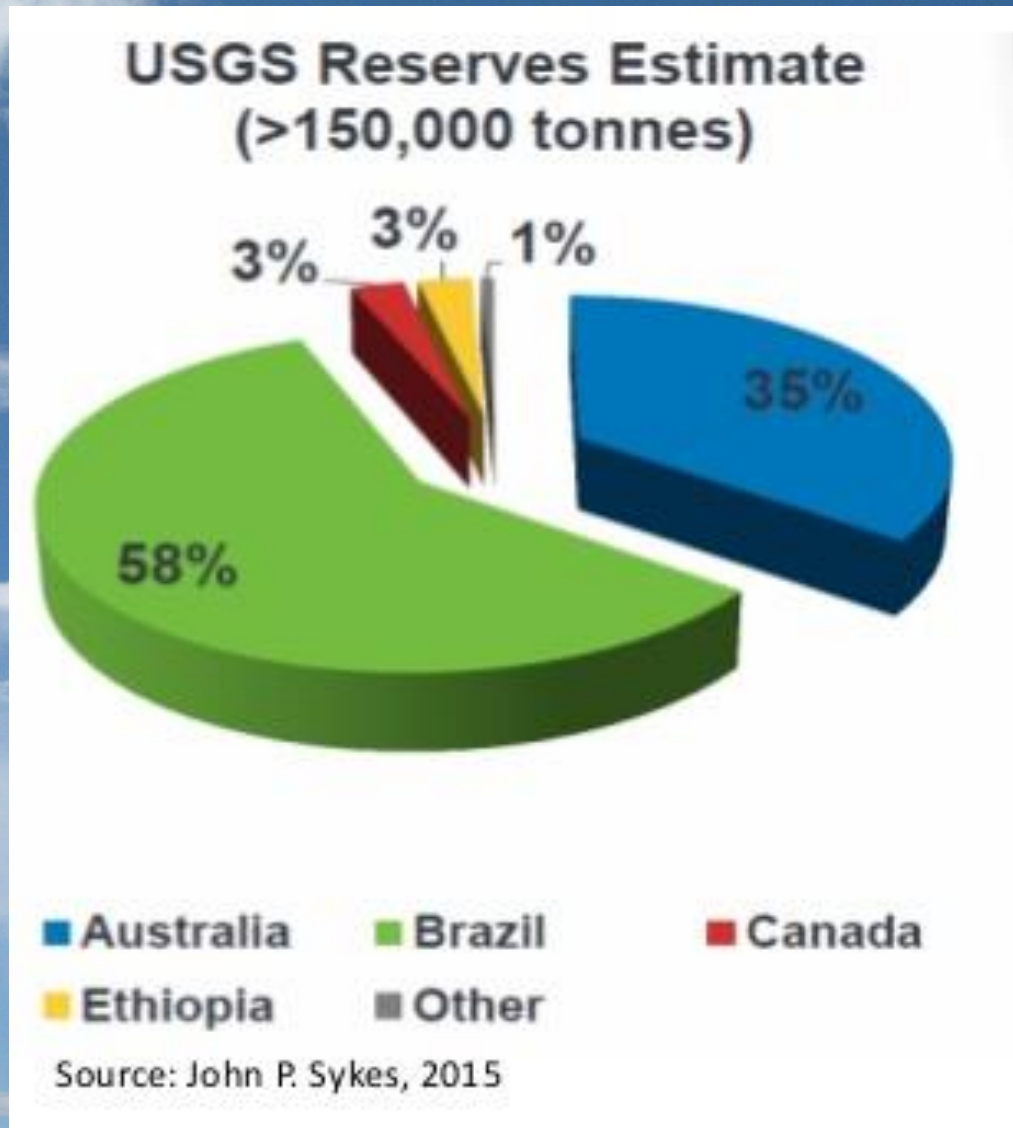


b)

tantalit

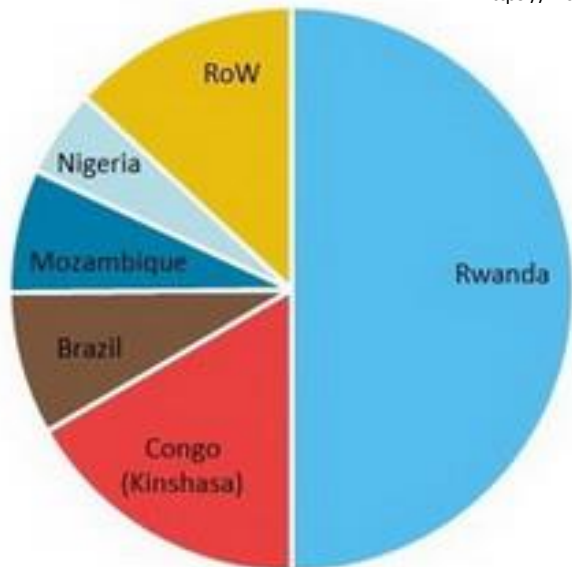


➤ Svetske rezerve tantala



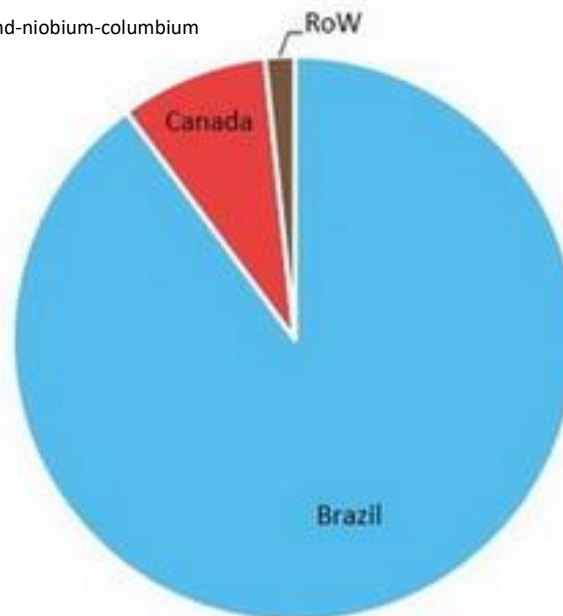
➤ Svetska proizvodnja

World Mine Production of Tantalum



<https://mcgroup.co.uk/researches/tantalum-and-niobium-columbium>

World Mine Production of Niobium



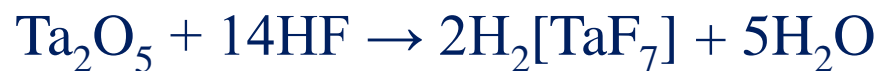
Proizvodnja Ta 2015



Proizvodnja Nb 2015

Dobijanje

- Niobijum se dobija topljenjem kolumbita sa kalijum-karbonatom pri čemu nastaje K-niobat, K_3NbO_4 i nešto tantalata.
- Iz kiselih karbonatnih rastvora talože se oksidi M_2O_5 koji se rastvaraju u sistemu KF/HF i ovi metali kristališu kao fluoridi, npr. K_2TaF_7 , čijom se redukcijom najzad dobijaju metali niobijum i tantal.
- Njihova povezanost izražena je i u njihovim imenima; niobijum je dobio ime po Niobi, ćerki Tantalovoj.



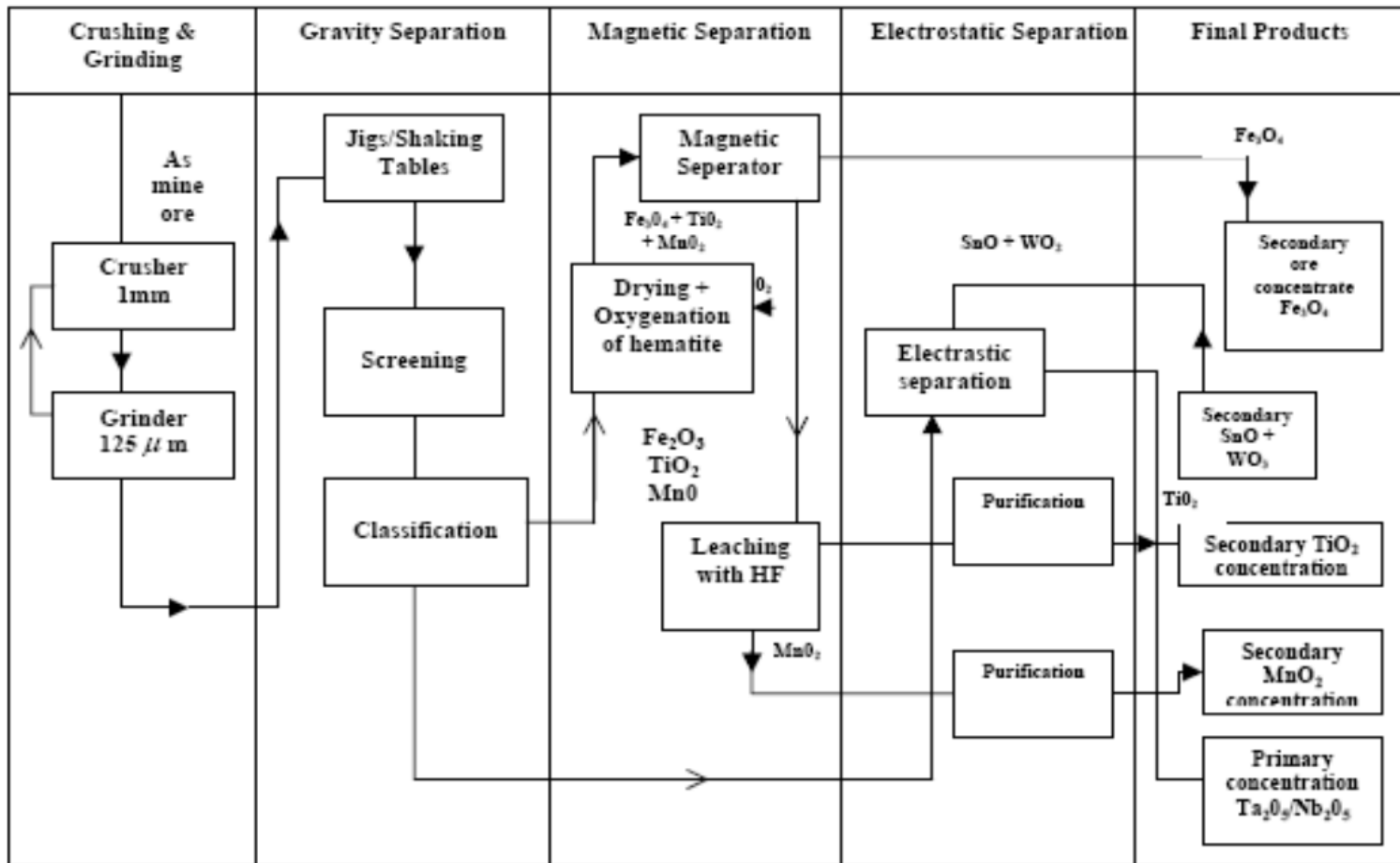


Fig. 1 Proposed Multi-Ore Constituent Concentration Model [25]

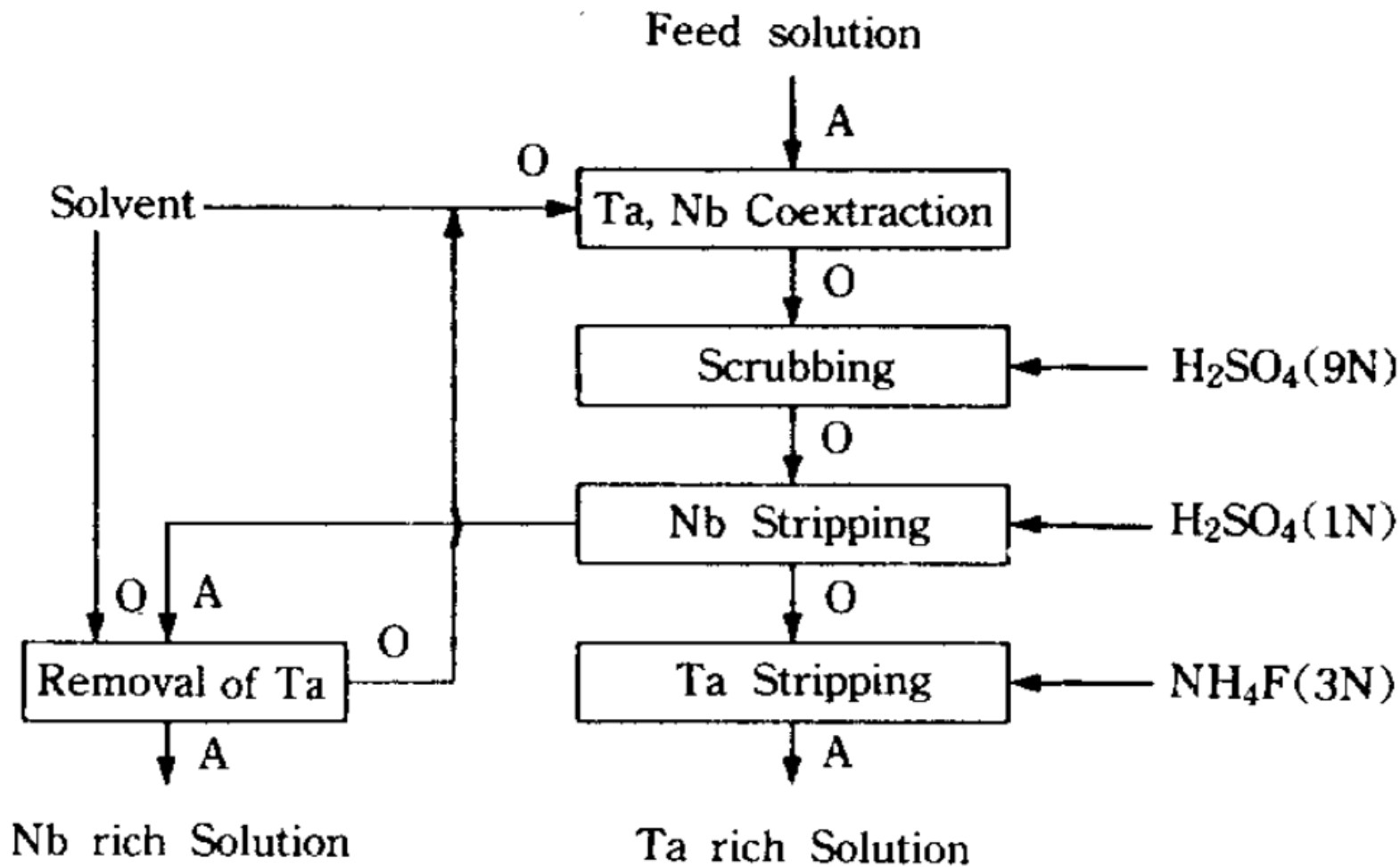
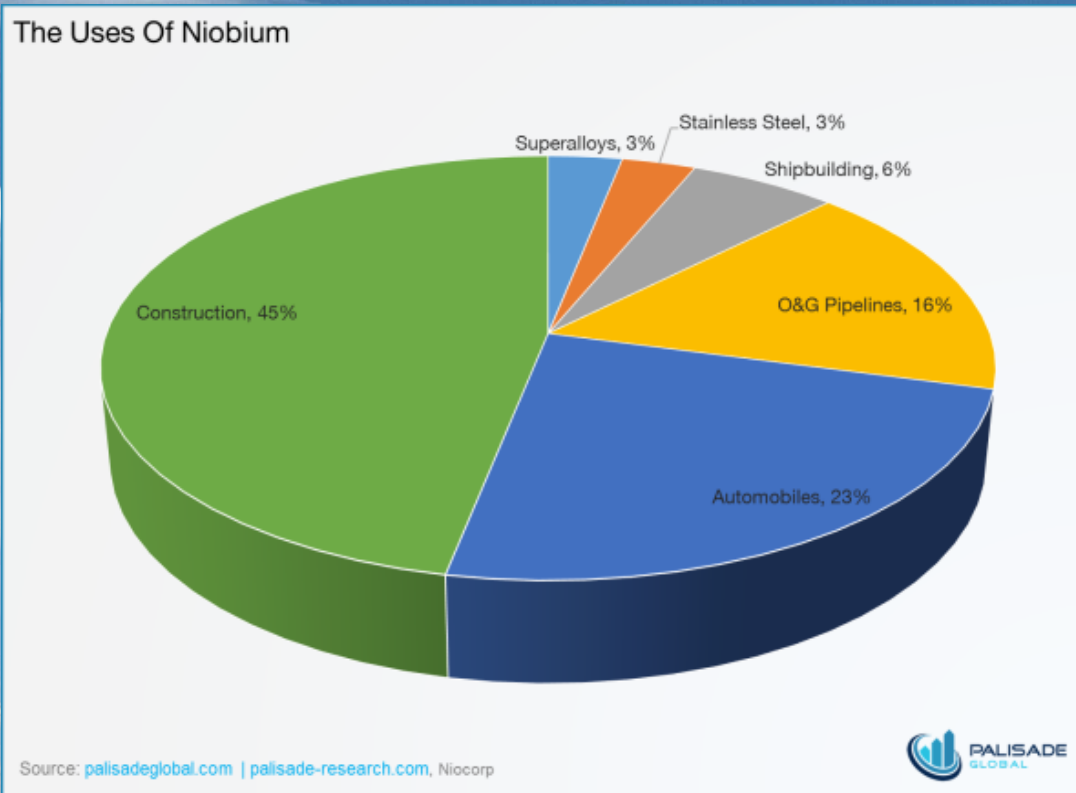


Fig. 3 Flow diagram for the extraction and separation of niobium and tantalum (O: organic phase; A: aqueous phase) [18]

Primena

- Metalni *niobijum* se upotrebljava za proizvodnju specijalnih antikorozijskih čelika.
- *Tantal* se primenjuje za izradu specijalnih hirurških instrumenata, u mikroelektronici, gradi veoma čvrste legure (turbine)



Fizičke osobine

▼ Tantal



■ Group	5	■ Melting point	3017°C, 5463°F, 3290 K
■ Period	6	■ Boiling point	5455°C, 9851°F, 5728 K
■ Block	d	■ Density (g cm ⁻³)	16.4
■ Atomic number	73	■ Relative atomic mass	180.948
■ State at 20°C	Solid	■ Key isotopes	¹⁸⁰ Ta, ¹⁸¹ Ta
■ Electron configuration	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²	■ CAS number	7440-25-7
■ ChemSpider ID	22395	ChemSpider is a free chemical structure database	

■ Atomic radius, non-bonded (Å)	2.22				■ Covalent radius (Å)	1.58		
■ Electron affinity (kJ mol ⁻¹)	31.068				■ Electronegativity (Pauling scale)	1.5		
■ Ionisation energies (kJ mol ⁻¹)	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th
	728.423	-	-	-	-	-	-	-

▼ Niobium



■ Group	5	■ Melting point	2477°C, 4491°F, 2750 K
■ Period	5	■ Boiling point	4741°C, 8566°F, 5014 K
■ Block	d	■ Density (g cm ⁻³)	8.57
■ Atomic number	41	■ Relative atomic mass	92.906
■ State at 20°C	Solid	■ Key isotopes	⁹³ Nb
■ Electron configuration	[Kr] 4d ⁴ 5s ¹	■ CAS number	7440-03-1
■ ChemSpider ID	22378	ChemSpider is a free chemical structure database	

■ Atomic radius, non-bonded (Å)	2.18			■ Covalent radius (Å)			1.56	
■ Electron affinity (kJ mol ⁻¹)	88.381			■ Electronegativity (Pauling scale)			1.6	
■ Ionisation energies (kJ mol ⁻¹)	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th
	652.13	1351	2415.99	3695.4	4877.33	9847.004	12061	-

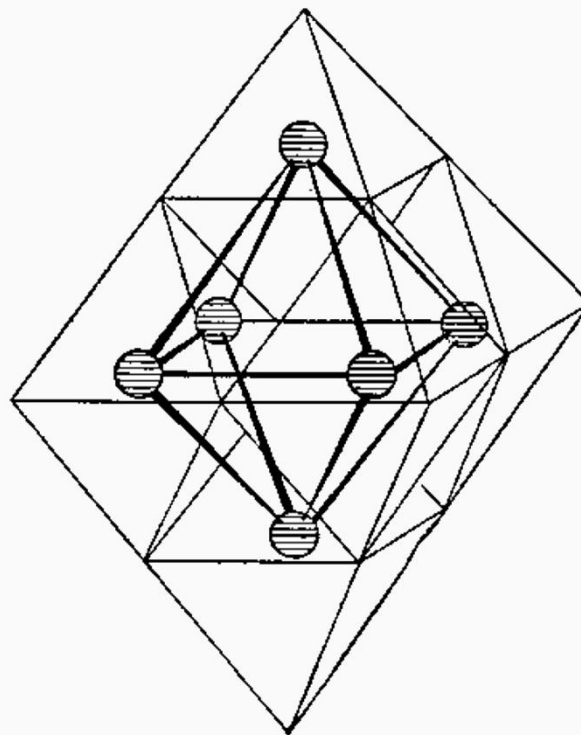
Hemijske osobine

- To su metali, ali u jedinjenjima sa oksidacionim stanjem $M(V)$, ovi metali imaju osobine nemetala.
- U nižim oksidacionim stanjima, mogu da grade klasterna jedinjenja, a sa višim stepenom oksidacije grade komplekse sa koordinacionim brojem 7 ili 8.

Jedinjenja Nb(V) i Ta(V)

- Sa kiseonikom, ovi elementi grade okside Nb_2O_5 i Ta_2O_5 koji nastaju sagorevanjem metala u kiseoniku ili žarenjem njihovih soli.
- To su jedinjenja nerastvorna u vodi i kiselinama, a prevode se u rastvorni oblik samo topljenjem sa kiselim sulfatima ili alkalnim karbonatima.
- U vodenom rastvoru i Nb i Ta grade polimerne oksoanjone i polianjone kao: $\text{H}_2\text{Nb}_6\text{O}_{19}^{6-}$, $\text{HNb}_6\text{O}_{19}^{7-}$, $\text{Nb}_6\text{O}_{19}^{8-}$.

- Iz vodenog rastvora, posle topljenja Ta_2O_5 sa KOH i etanolom se taloži so sastava $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \times 16\text{H}_2\text{O}$ koja prema rendgeno-strukturnoj analizi sadrži jon $\text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-}$ u kome je svaki atom Ta u oktaedarskom okruženju kiseonikom, a šest takvih oktaedara upakovani su tako da čine veliki oktaedar atoma tantalata.



Struktura jona $\text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-}$

- Anjoni sa jednim atomom metala i visokog naelektrisanja su nestabilni ($\text{Ta}_6\text{O}_6^{7-}$ i TaO_4^{3-}).
- Fluoriranjem metala i pentoksida nastaju pentafluoridi, bele, čvrste supstance koje lako sublimuju. U čvrstom stanju, to su tetrameri, a TaCl_5 i TaBr_5 su dimeri u kristalnom obliku. U koncentrovanim rastvorima hlorida postoji jon $[\text{MCl}_6]^-$.
- Ovi elementi grade i oksohalogenide koji su manje isparljivi od pentahalogenida: NbOCl_3 , TaOCl_3 , NbOI_3 i drugi. Nb i Ta ne grade proste soli tipa sulfata, nitrata i sličnih.

Jedinjenja Nb i Ta u nižim oksidacionim stanjima

- Sa kiseonikom, ovi elementi grade okside NbO_2 i TaO_2 , koji su nerastvorni u vodi i kiselinama.
- Sa halogenim elementima Nb i Ta u nižim oksidacionim stanjima grade proste halogenide i mnogo češće klasterna jedinjenja.
- Grupa $[\text{M}_2\text{X}_{12}]^{2+}$ je primer jednog značajnog tipa klastera kod kojih postoji oktaedar od atoma metala koji su povezani halogenidnim mostovima.