



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE



WYDZIAŁ
ODLEWNICTWA

UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW

blok d

Dr hab. Urszula Lelek-Borkowska, prof. AGH

METALE GRUP PRZEJŚCIOWYCH

3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B
21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38
39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.414
57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592
89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]

57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.243	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]

Konfiguracja elektronowa

Symbol	Nazwa	Konfiguracja	Stopnie utlenienia	LK
Sc	skand	$3d^1 4s^2$	+3	6
Ti	tytan	$3d^2 4s^2$	+2,+3,+4	3,6
V	wanad	$3d^3 4s^2$	+2,+3,+4,+5	3,6
Cr	chrom	$3d^5 4s^1$	+2,+3,+4,+5,+6	2,3,5,10
Mn	mangan	$3d^5 4s^2$	+2,+3,+4,+5,+6,+7	4,5,6,10
Fe	żelazo	$3d^6 4s^2$	+2,+3,+4,+6	3,4,5,6
Co	kobalt	$3d^7 4s^2$	+2,+3	3,4,6
Ni	nikiel	$3d^8 4s^2$	+2,+3,+4	4,6
Cu	miedź	$3d^{10} 4s^1$	+1,+2,+3	4,6
Zn	cynk	$3d^{10} 4s^2$	+2	3,6

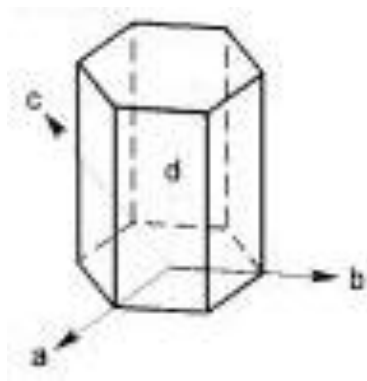
Własności chemiczne i fizyczne pierwiastków grup przejściowych

Typowe metale: wykazują metaliczny połysk, dobre przewodnictwo cieplne i elektryczne, wytrzymałość mechaniczną, kowalność.

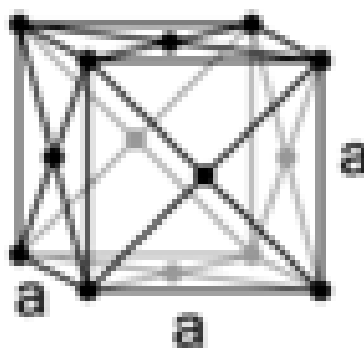
Wykazują wysokie temperatury topnienia $>1000\text{K}$ (oprócz Hg, Cd i Zn),
najwyższa $T_{\text{top}} = 3683\text{K}$ – wolfram,

Wykazują dużą gęstość $> 5\text{g/cm}^3$ (oprócz Sc: 3,0; Y: 4,47; Ti: 4,54 g/cm^3)

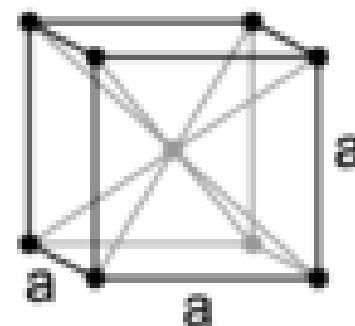
Tworzą proste sieci przestrzenne:



heksagonalną



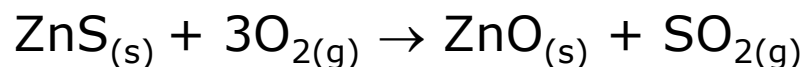
regularną
płasko centrowaną



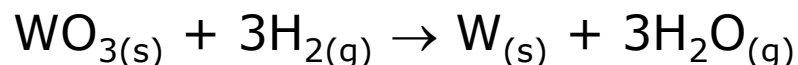
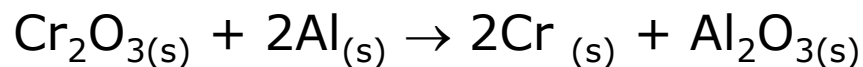
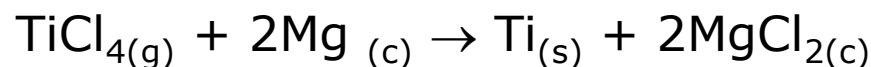
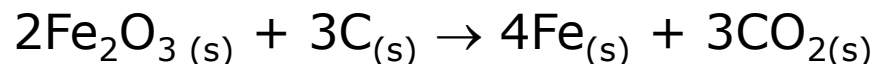
regularną
przestrzennie centrowaną

Otrzymywanie metali

Prażenie:



Chemiczna redukcja:

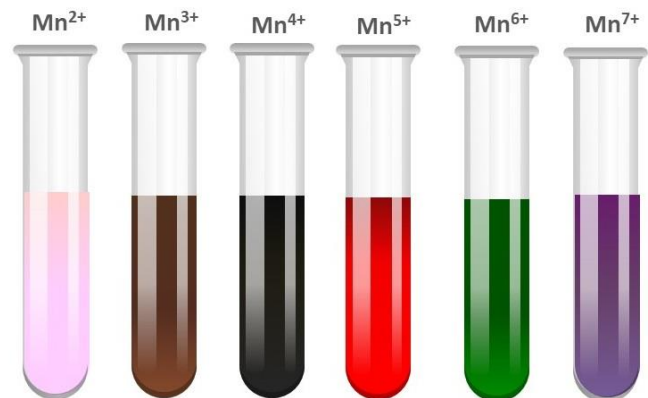
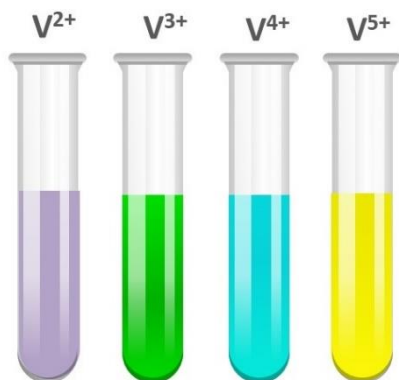
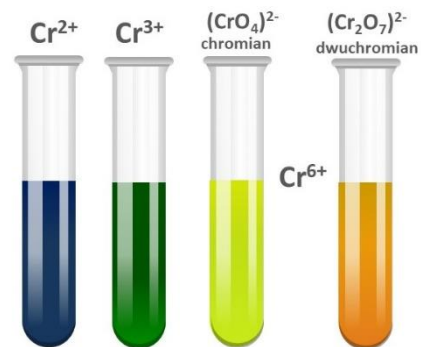
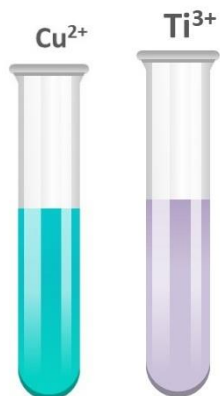
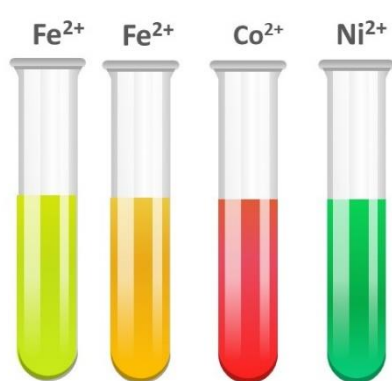


Redukcja elektrochemiczna:



Związki metali grup przejściowych są w większości barwne:

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	
	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4		
	+5	+5	+5	+5	+5	+5			
			+6	+6	+6				
				+7					



Tytanowce

22 Ti Titanium 47.867
40 Zr Zirconium 91.224
72 Hf Hafnium 178.49
104 Rf Rutherfordium [261]

Symbol	Ti	Zr	Hf	Rf
Nazwa	tytan	cyrkon	hafn	ruterford
Konfiguracja elektronowa	$4s^2 3d^2$	$5s^2 4d^2$	$6s^2 4f^{14} 5d^2$	$7s^2 5f^{14} 6d^2$
Masa atomowa	47,88	91,22	178,49	(261)
Temperatura topnienia [K]	1950	2130	2470	–
Gęstość [g/cm ³]	4,54	6,53	13,3	–
Elektroujemność	1,30	1,54	1,33	–

Występowanie w przyrodzie

Ti 0,42%; Zr 0,02%; Hf $4,5 \times 10^{-4}\%$; Rf nietrwały (otrzymany w 1969 roku w Berkeley USA, Rosjanie twierdzili, że otrzymano go w 1964 w Dubnej ZSRR, ale badania tego nie potwierdzono).

Tytan występuje w postaci ilmenitu FeTiO_3 oraz rutylu TiO_2 .

Cyrkon posiada następujące minerały: baddeleit ZrO_2 oraz cyrkon ZrSiO_4 stanowiące pierwotne produkty krystalizacji magmy.

Hafn stanowi domieszkę w minerałach cyrkonu.



ilmenit



rutyl
w kwarcu



rutyl
w hematycie



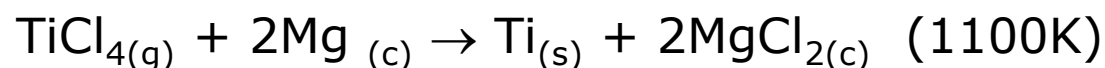
baddeleit



cyrkon

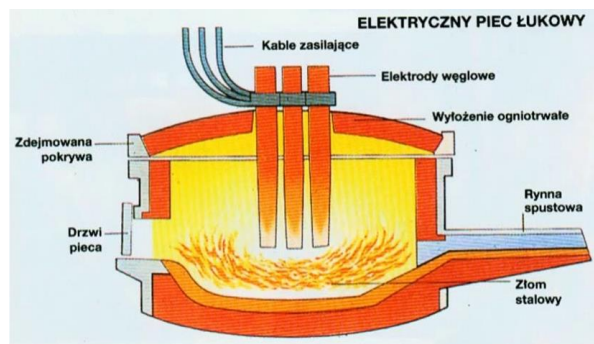
Otrzymywanie

Tytan i cyrkon ze względu na wysokie powinowactwo do tlenu otrzymuje się poprzez redukcję chlorków metalicznym sodem, magnezem, bądź wapniem w ochronnej atmosferze argonu:



Otrzymany metal przetapia się następnie w piecach łukowych w atmosferze argonu.

Hafn otrzymuje się z chlorku po wcześniejszej destylacji frakcjonowanej mieszaniny związków kompleksowych Zr i Hf z tlenochlorkiem fosforu.



Własności chemiczne i fizyczne

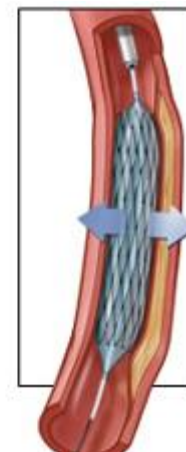
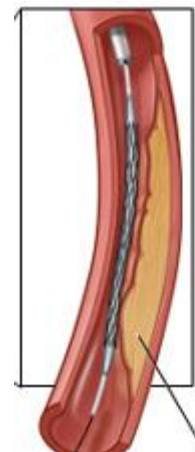
Tytanowce są srebrzysto-białymi trudno topliwymi metalami. Wykazują dużą wytrzymałość mechaniczną i, zarazem, plastyczność oraz odporność na korozję.

Mało reaktywne, w temp. pokojowej pokryte są pasywną warstwą tlenku.



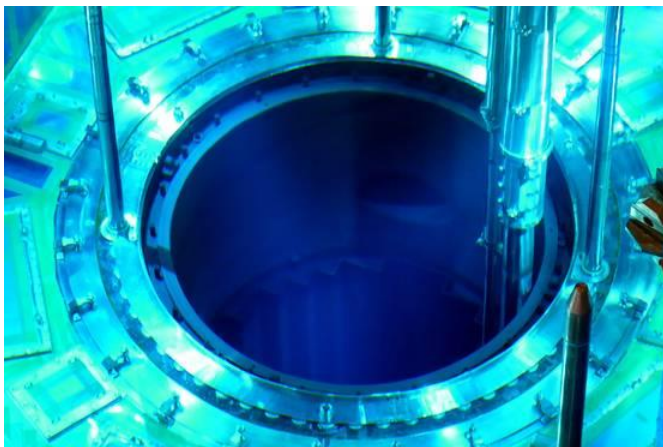
Zastosowanie

Ti – jako dodatek stopowy już w ilości $< 0,1\%$ polepsza wytrzymałość i elastyczność stopu. Stopy Ti stosowane są w przemyśle lotniczym, kosmicznym, do budowy rowerów i innych przyrządów sportowych, w pompach jonowych do wytwarzania ultra wysokich próżni oraz w implantologii dzięki wysokiej biokompatybilności i zdolności do osseointegracji (zdolności do łączenia się z żywą tkanką kostną).



Zastosowanie

Zr – wykazuje małą zdolność pochłaniania neutronów (mały przekrój czynny na pochłanianie neutronów), w związku z czym stosowany jest do wyrobu osłon na paliwo reaktorowe. Stosowany jest także jako dodatek stopowy do otrzymywania stali pancernych o dużej twardości i ciągliwości.



Najważniejsze związki

TiO₂ rutyl (biel tytanowa) - substancja bardzo trudno rozpuszczalna w wodzie i odporna na odczynniki chemiczne. Stosowana jako najcenniejsza biała farba (zwykle zmieszana z bielą barową lub siarczanem wapnia). Używana przy produkcji AGD, ceramiki, kosmetyce, do matowienia sztucznego jedwabiu, wyrobu białej gumy.

ZrO₂ dwutlenek cyrkonu - jeszcze bardziej odporny chemicznie niż TiO₂, używany do wyrobu rur i tygli laboratoryjnych, sztucznych zębów.



Wanadowce

23

V

Vanadium
50.942

41

Nb

Niobium
92.906

73

Ta

Tantalum
180.948

105

Db

Dubnium
[262]

Symbol	V	Nb	Ta	Db
Nazwa	tytan	cyrkon	hafn	dubn
Konfiguracja elektronowa	4s ² 3d ³	5s ² 4d ³	6s ² 4f ¹⁴ 5d ³	7s ² 5f ¹⁴ 6d ³
Masa atomowa	50,94	92,90	180,95	(262)
Temperatura topnienia [K]	2170	2740	3270	–
Gęstość [g/cm ³]	3,1	8,6	16,7	–
Elektroujemność	1,45	1,23	1,33	–

Występowanie w przyrodzie

V 0,0135%; Nb 0,02%; Ta $2 \times 10^{-4}\%$; Db nietrwały (1968 ^{260}Db i ^{261}Db Dubna ZSRR, 1970 ^{262}Db Berkeley USA)

Wanad występuje w postaci rud: VS_4 patronit, $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$ wanadynit.



patronit



wanadynit

Występowanie w przyrodzie

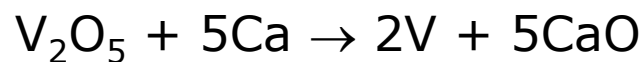
Niob i tantal występują razem, najczęściej w podwójnym tlenku $(\text{Fe,Mn})(\text{Ta,Nb})_2\text{O}_6$ kolumbit.

Kolumbit, ze względu na zastosowania tantalu ma znaczenie strategiczne. 80% światowych złóż tego minerału przypada na prowincję Ituri Demokratycznej Republiki Konga. W 1998 r. połączone wojska Rwandy i Ugandy zajęły Ituri. Wojna, nazwana Pierwszą Afrykańską Wojną Światową trwała do 2003 roku, a walki trwają do dziś. W latach 1998-2008 w Kongo zginęło ponad 5 mln osób.

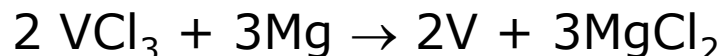


Wanad otrzymuje się w wyniku redukcji:

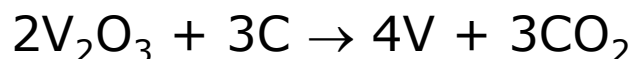
- redukcji tlenku wapniem w atmosferze Ar:



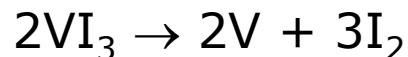
- redukcji chlorku magnezem:



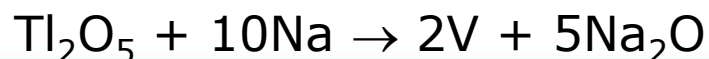
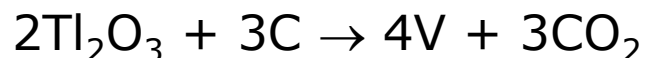
- redukcji tlenku węglem:



- cieplnej dysocjacji jodku:

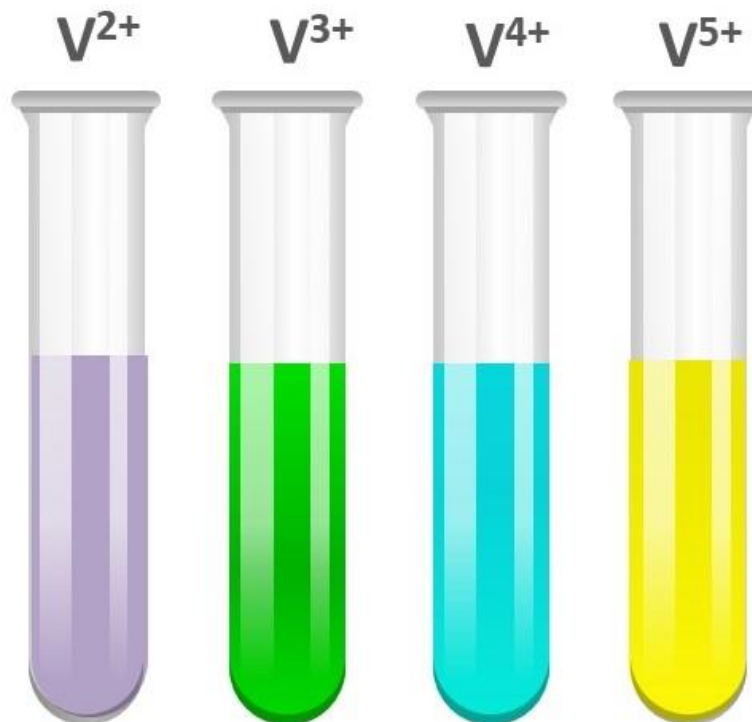


Tantal uzyskuje się z tlenku po wstępnym rozdzieleniu od niobu poprzez redukcję tlenku węglem lub sodem:



Własności chemiczne i fizyczne

Wanadowce są metalami o barwie szarej, o dużej twardości, ciągliwe, wysokotopliwe. Wykazują dużą odporność chemiczną i korozyjną.

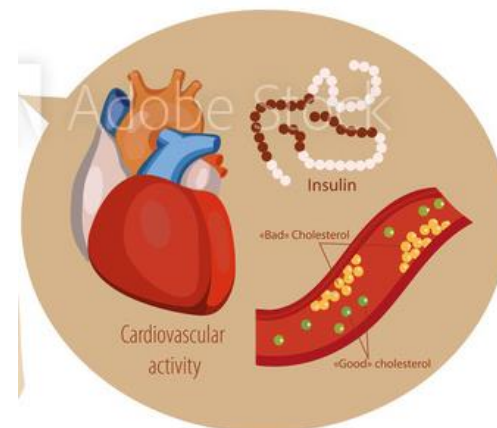


Własności chemiczne i fizyczne

Wanadowce są metalami o barwie szarej, o dużej twardości, ciągliwe, wysokotopliwe. Wykazują dużą odporność chemiczną i korozyjną.

Zastosowanie

Vanad ma zastosowanie jako: dodatek stopowy poprawiający odporność na ścieranie i pękanie, w produkcji cermetali, katalizator utleniania w przemysłowej chemii organicznej, materiał konstrukcyjny reaktorów jądrowych, znacznik promieniotwórczy - izotop ^{48}V . Jest jednym z mikroelementów znajdującym się w centrach aktywnych enzymów przemiany glukozy i innych węglowodanów.



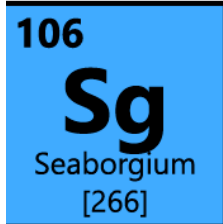
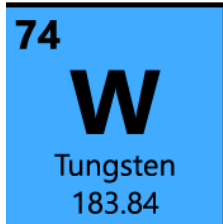
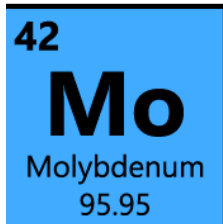
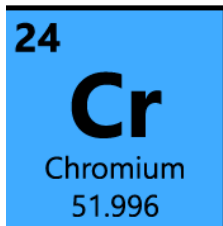
Zastosowanie

Tantal ze względu na wysoką temperaturę topnienia stosowany jest do produkcji pancerzy czołgowych, pocisków, powlekania statków kosmicznych, wykorzystywany do wyrobu aparatury elektronicznej, chemicznej, narzędzi chirurgicznych i dentystycznych, w reaktorach atomowych. Jest niezbędny do produkcji telefonów komórkowych nowej generacji (kondensatory i inne części).

Niob stosuje do produkcji stopów z żelazem i niklem oraz w technice jądrowej. Stopy niobu z cyną i glinem wykazują właściwości



Chromowce



Symbol	Cr	Mo	W	Sg
Nazwa	chrom	molibden	wolfram	siborg
Konfiguracja elektronowa	$4s^1 3d^5$	$5s^1 4d^5$	$6s^1 4f^{14} 5d^5$	$7s^1 5f^{14} 6d^5$
Masa atomowa	52,00	95,94	183,85	(263)
Temperatura topnienia [K]	2180	2890	3683	–
Gęstość [g/cm ³]	7,14	10,8	19,3	–
Elektroujemność	1,56	1,30	1,40	–

Występowanie w przyrodzie

Cr 0,02%; Mo $1,5 \times 10^{-4}$ %; W $1,6 \times 10^{-4}$ %; Sg nietrwały (1974 rok - ^{263}Sg Berkeley USA, ^{259}Sg Dubna ZSRR).

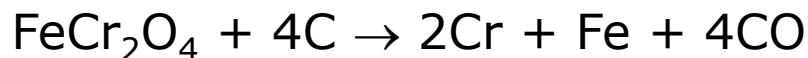
Chrom występuje w postaci rud FeCr_2O_4 chromit, PbCrO_4 krokoit. Cr(III) można znaleźć w minerałach glinu i niektórych glinokrzemianach.

Molibden występuje w postaci MoS_2 molibdenitu oraz PbMoO_4 wulfenitu i CaMoO_4 powellit.

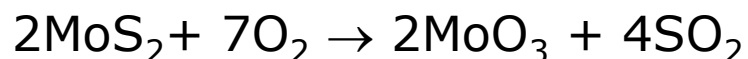
Wolfram w przyrodzie tworzy głównie wolframiany, jak $(\text{Fe,Mn})\text{WO}_4$ wolframit i CaWO_4 szelit.



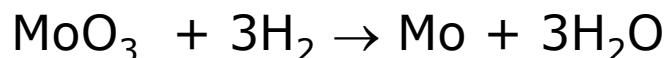
Chrom otrzymuje się najczęściej w postaci ferrochromu wyniku redukcji chromitu węglem:



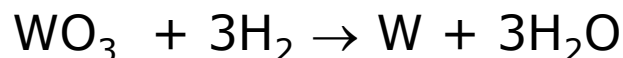
Molibden uzyskuje się z siarczku po wstępnym wyprażeniu w powietrzu:



a następnie redukcji tlenku wodorem w temp. 800-1400K:



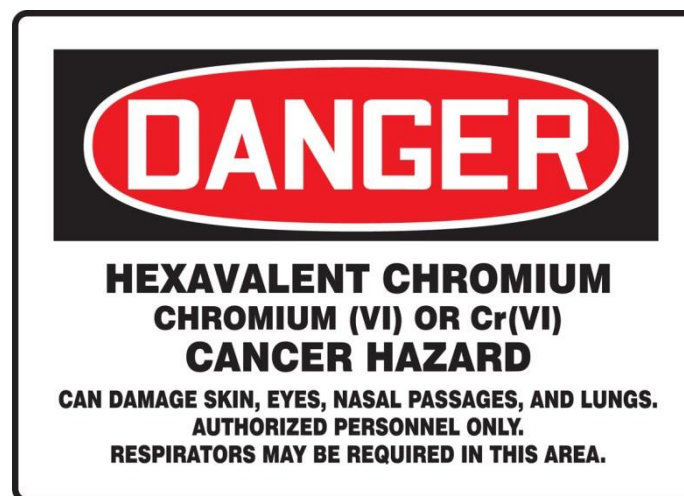
Wolfram otrzymuje się podobnie, jak Mo po wstępnej przeróbce przez redukcję tlenku wodorem:



Własności chemiczne i fizyczne

Cr metaliczny jest błękitno-białym metalem, bardzo odpornym na korozję na skutek pasywacji tlenkiem chromu(III) w reakcji z tlenem z powietrza. Roztwory soli Cr(III) i Cr(VI) posiadają bardzo intensywne barwy (zieloną i pomarańczową).

Sole chromu(VI) są toksyczne i mają właściwości rakotwórcze.



Własności chemiczne i fizyczne

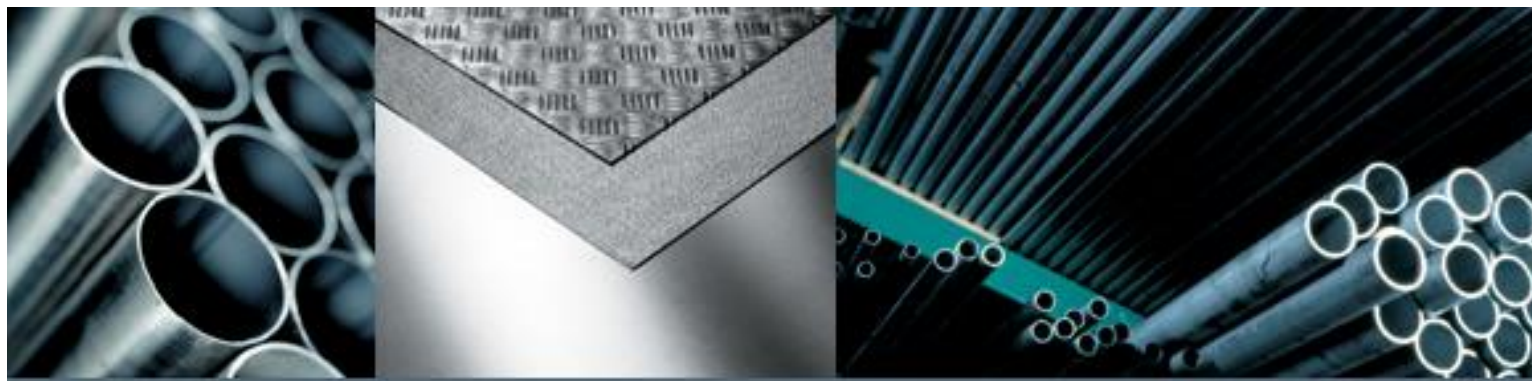
Mo jest srebrzystobiałym i bardzo twardym, wysokotopliwy metalem ulegającym pasywacji tlenem z powietrza.

W jest ciemnoszarym, ciągliwym metalem. Ma najwyższą temperaturę topnienia spośród wszystkich pierwiastków. W temperaturze bliskiej 0K staje się nadprzewodnikiem. Dzięki pasywacji jest odporny na działanie tlenu, wody, zasad, kwasów, a nawet wody królewskiej.



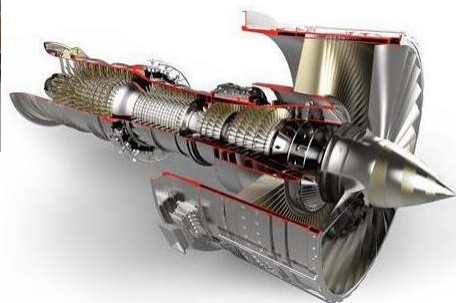
Zastosowanie

Chrom stosowany jest jako zewnętrzna, nanoszona galwanicznie, warstwa pokrywająca elementy stalowe, poprawiająca ich wygląd oraz chroniąca przed korozją. Ze względu na właściwości pasywne stanowi dodatek stopowy stali nierdzewnych i kwasoodpornych, np. stal 18/8 - 18%Cr, 8% Ni.



Chrom jest niezbędnym do życia mikroelementem: ułatwia przenikanie glukozy z krwi do komórek, zmniejsza zapotrzebowanie na insulinę, bierze udział w syntezie białek. Zmniejsza ryzyko zawału serca i rozwoju miażdżycy, ponieważ obniża stężenie całkowitego cholesterolu

Molibden stosuje się jako dodatek w stalach wysokoodpornych i wysokotemperaturowych. (np. stopy marki Hastelloy są bardzo odporne na wysoką temperaturę i korozję w roztworach chlorków). Jest też używany w przemyśle lotniczym i zbrojeniowym oraz elektronicznym. Molibden jest także mikroelementem, gra ważną rolę w metabolizmie roślin; znajduje się również w enzymach.



Saturn V F-1 Engine
Assembly Line



Saturn V Stage 1
Assembly Line

Wolfram stosowany jest jako dodatek do wysokogatunkowej szybko tnącej stali stosowanej do wyrobu noży do skrawania metali, z jego stopów sporządza się elektrody lamp elektronowych i rentgenowskich, włókna żarowe itp. W piecach wolframowych można uzyskiwać temperatury powyżej 2300K.



Najważniejsze związki

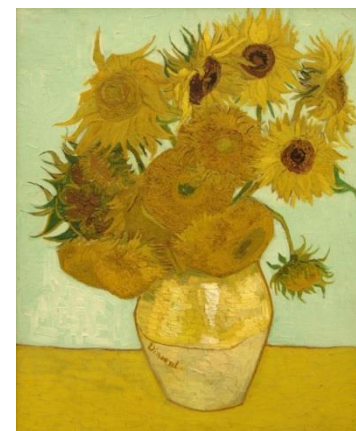
FeCr_2O_4 chromit, posiada silne własności diamagnetyczne, stosowany jako aktywna warstwa w taśmach magnetycznych.

Sole Cr(III) i Cr(VI) są wykorzystywane w fotochemii i technikach kolorymetrycznych.

Cr_2O_3 tlenek chromu(III) (zieleń chromowa) jest używany jako pigment, służy do barwienia szkła i glazury.

$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ałun chromowo-potasowy stosowany jest do w przemyśle garbarskim.

PbCrO_4 chromian ołowiu jest używany jako żółta farba mineralna.



Izotop ^{99}Mo znajduje zastosowanie w przemyśle nuklearnym.

WC węglík wolframu dzięki niezwyklej twardości służy do wyrobu materiałów ściernych i narzędzi - jest głównym składnikiem widii (wiertła widiowe), ze względu na wysoką twardość i ciężar właściwy znalazł zastosowanie w pociskach przeciwpancernych z utwardzanym rdzeniem.



Manganowce

25
Mn
 Manganese
 54.938

43
Tc
 Technetium
 98.907

75
Re
 Rhenium
 186.207

107
Bh
 Bohrium
 [264]

Symbol	Mn	Tc	Re	Bh
Nazwa	mangan	technet	ren	bohr
Konfiguracja elektronowa	$4s^2 3d^5$	$5s^2 4d^5$	$6s^2 4f^{14} 5d^5$	$7s^2 5f^{14} 6d^5$
Masa atomowa	54,94	(98)	186,21	(264)
Temperatura topnienia [K]	1517	2600	3453	–
Gęstość [g/cm ³]	7,44	11,5	21,0	–
Elektroujemność	1,60	1,36	1,46	–

Występowanie w przyrodzie

Mn 0,02%; Tc - pierwszy otrzymany sztucznie pierwiastek (1937); Re $10^{-7}\%$; Bh nietrwały (1976 ^{261}Bh , Dubna, ZSRR, 1981 ^{262}Bh , Darmstadt, RFN).

Mangan tworzy liczne minerały stanowiące zwykle zanieczyszczenia rud żelaza: MnO_2 brausztyn występujący w piroluzycie, Mn_3O_4 hausmanit, Mn_2O_3 braunit, $\text{MnO}\cdot\text{OH}$ manganit.

Technet nie występuje naturalnie na Ziemi, stwierdzono jego obecność w widmie niektórych czerwonych olbrzymów. **Ren** zwykle towarzyszy rudom manganu.



piroluzyt



hausmanit



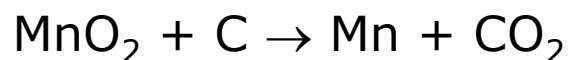
manganit



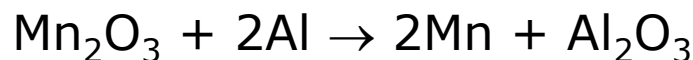
Otrzymywanie

Mn otrzymuje się przez:

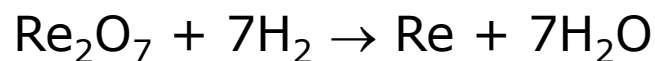
- redukcję dwutlenku manganu węglem:



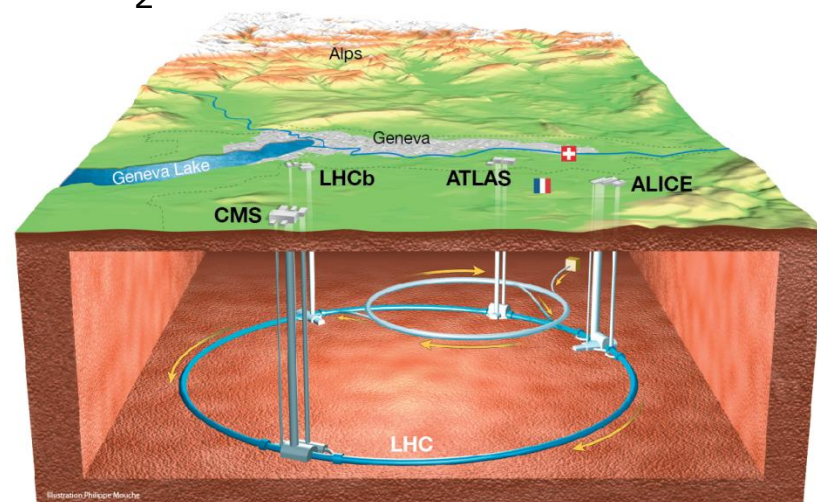
- redukcję tlenku glinem.



Re uzyskuje się poprzez redukcję tlenku wodorem:



Tc otrzymywany jest sztucznie w procesie rozbijania neutronami jąder uranu lub bombardowania lekkimi jądrami izotopów niobu lub molibdenu.



Własności chemiczne i fizyczne

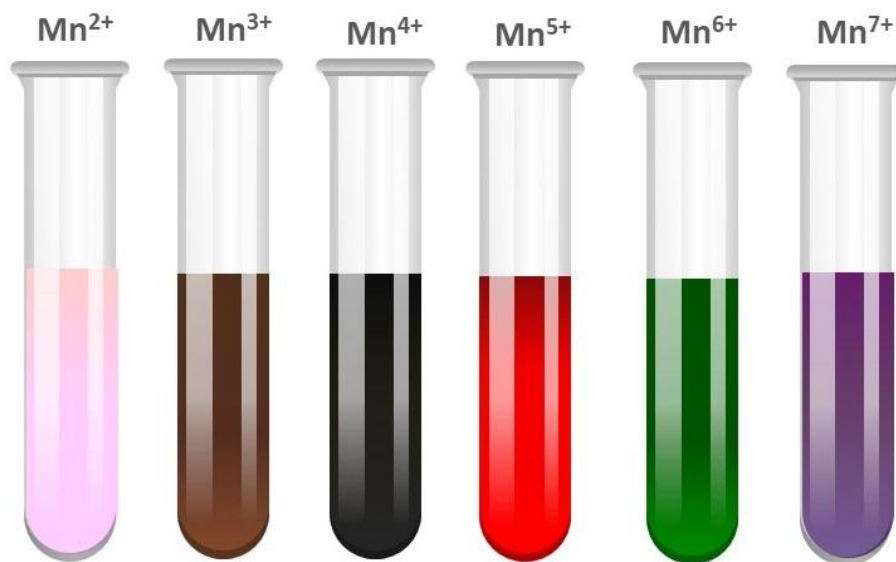
Metaliczny **mangan** jest twardym i kruchym materiałem. Jest bardzo reaktywny, zapala się w powietrzu i reaguje z wodą tworząc wodorotlenek. Jego własności są zbliżone do metali alkalicznych

Ren formie czystej, pierwiastek ten jest srebrzystym błyszczącym metalem o dużej twardości. Po wyżarzeniu staje się miękki i kowalny. Zaliczany jest do metali szlachetnych.



Własności chemiczne i fizyczne

Metaliczny **mangan** jest twardym i kruchym materiałem. Jest bardzo reaktywny, zapala się w powietrzu i reaguje z wodą tworząc wodorotlenek. Jego własności są zbliżone do metali alkalicznych

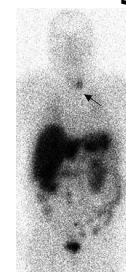


Zastosowanie

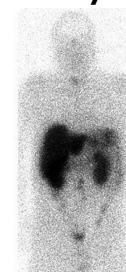
Mn jest dodatkiem stopowym obniżającym temperaturę topnienia i stali i poprawiając jej własności mechaniczne (stal Hadfielda). Posiada własności paramagnetyczne.

Re – ma zastosowanie jako stopy odporne na wysokie temperatury (elektryczne elementy próżniowe, termoelementy, części samolotów i rakiet), jako dodatek stopowy zwiększa twardość i odporność na korozję katalizator w reakcjach organicznych (hydrogenacja, dehydrogenacja).

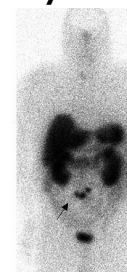
Tc – metastabilny izotop ^{99m}Tc jest podstawowym pierwiastkiem wykorzystywanym w medycynie nuklearnej do celów diagnostycznych.



10/2003



01/2004



04/2005

Najważniejsze związki

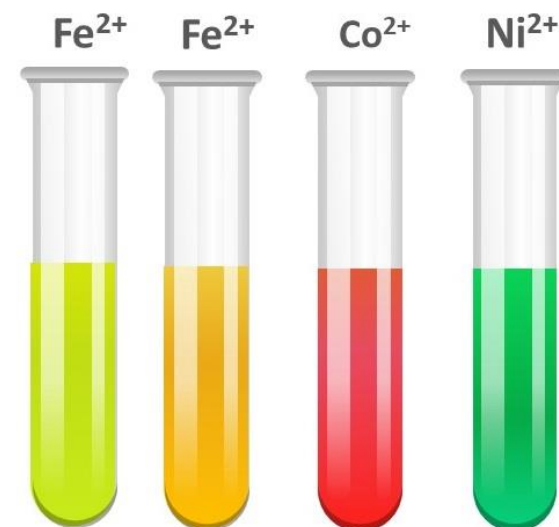
KMnO₄ nadmanganian potasu (manganian (VII)) – posiada silne właściwości bakteriobójcze i grzybobójcze, stosowany do odkażania wody oraz w walce z pasożytami skóry.

MnO₂ dwutlenek manganu - stosowany jako katalizator utleniania CO do CO₂ w maskach gazowych.



Żelazowce

26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693
--	--	--



Symbol	Fe	Co	Ni
Nazwa	żelazo	kobalt	nikiel
Konfiguracja elektronowa	4s ² 3d ⁶	4s ² 3d ⁷	4s ² 3d ⁸
Masa atomowa	55,85	58,93	58,69
Temperatura topnienia [K]	1812	1760	1728
Gęstość [g/cm ³]	7,86	8,9	8,9
Elektroujemność	1,64	1,70	1,75
Potencjał standardowy [V]	-0,440	-0,277	-0,250

Występowanie w przyrodzie

Fe 5,6% litosfery (IV miejsce); Co 0,0025%; Ni 0,0075%, metaliczne jądro ziemi najprawdopodobniej zbudowane jest żelaza i niklu.

Żelazo rzadko występuje w postaci rodzimej (samorodki żelazne, meteoryty).



Techniczne rudy żelaza



Fe_3O_4 - tlenek żelaza (II,III)
magnetyt



Fe_2O_3 - tlenek żelaza(III)
hematyt (żelaziak czerwony)



$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
limonit (żelaziak brunatny)



FeCO_3 - węglan żelaza (II)
syderyt



FeS_2 - dwusiarczek żelaza
piryt

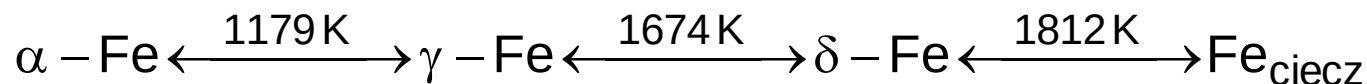
Kobalt występuje w postaci minerałów: CoAs_2 smaltyn, CoAsS kobaltyt.

Nikiel tworzy następujące minerały: $(\text{FeNi})\text{S}$ pentlandyt, NiAs_2 ramelsbergit, NiAsS gersdorfit.

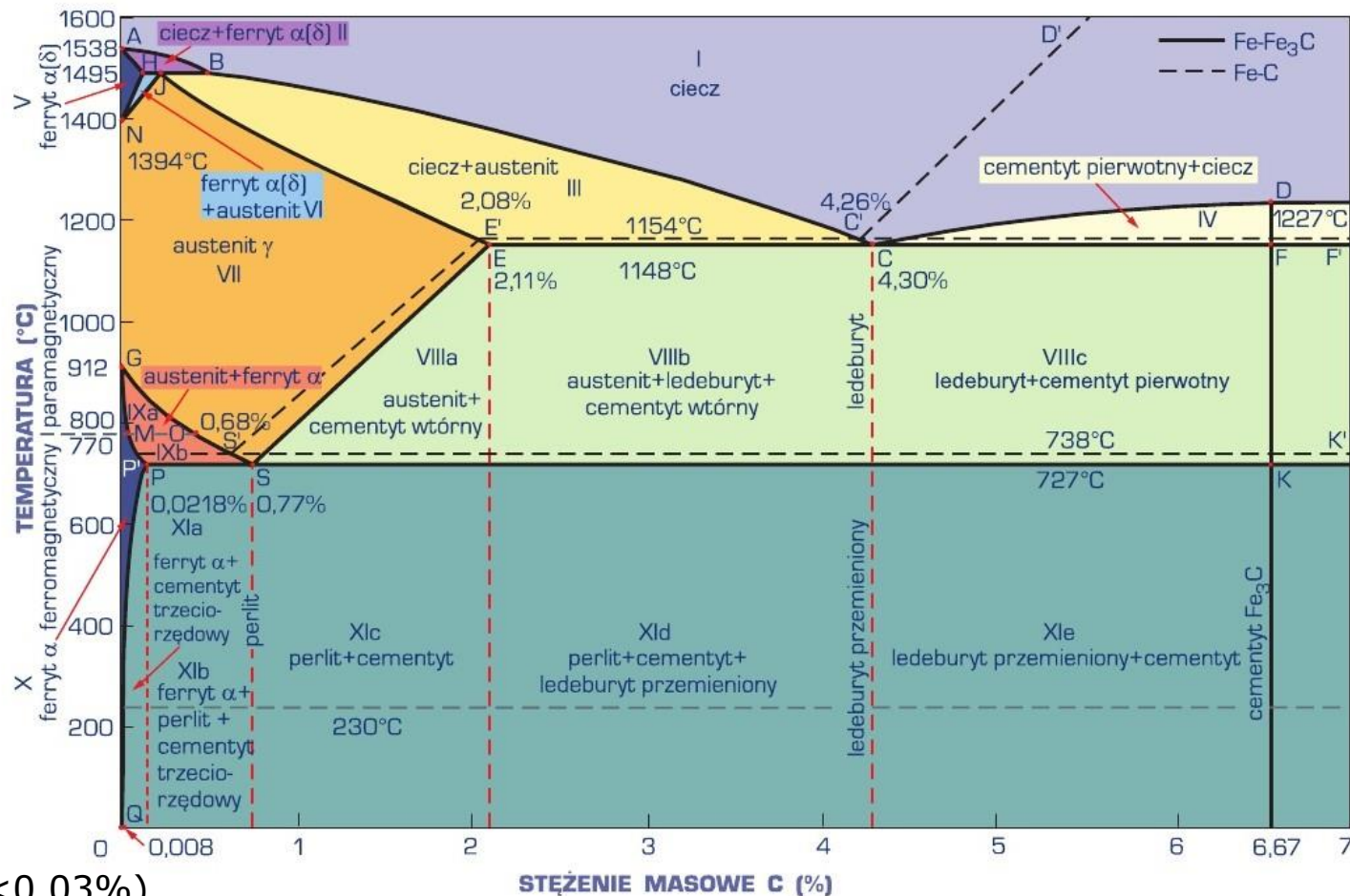


Własności chemiczne i fizyczne żelaza

Czyste żelazo jest srebrzystobiałym, ciągliwym i kowalnym metalem. Występuje w trzech odmianach alotropowych: α -Fe tworząca sieć regularną przestrzennie centrowaną, wykazującą aż do 1041 K własności ferromagnetyczne, γ -Fe o sieci płasko centrowanej, trwałą w zakresie 1179 do 1674K oraz δ -Fe, o sieci podobnej jak α -Fe, topniejącą w temp. 1812 K.

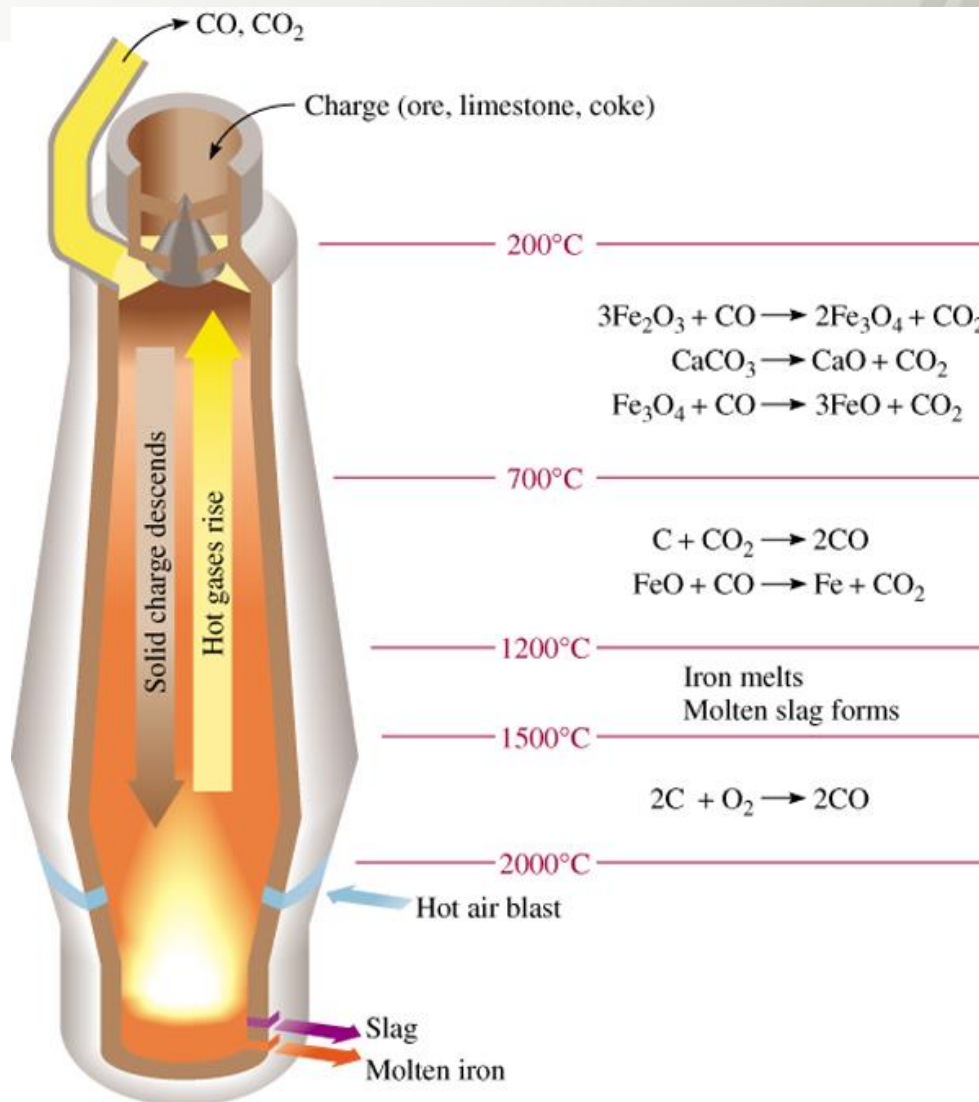


Żelazo na powietrzu pokrywa się warstwą tlenków zapobiegającą dalszej reakcji. W obecności wilgoci tlenki te przechodzą w mieszaninę uwodnionych tlenków i wodorotlenków tworzących rdzę. Fe rozpuszcza się w rozcieńczonych kwasach z wydzielaniem wodoru, zaś w stężonych podobnie, jak metale szlachetne, z wydzielaniem tlenków niemetalu.



- ferryt** – α -Fe (zaw. C<0,03%),
- austenit** – r-r stały C w γ -Fe (zaw. C<1,7%), trwały do 710°C,
- cementyt** – Fe₃C trwały powyżej 1027°C,
- perlit** – mieszanina cienkich warstw ferrytu i cementytu, trwały poniżej 710°C (eutektoid),
- ledeburyt** – mieszanina kryształów austenitu i cementytu (eutektyk), krzepnie w 1140°C.
- martenzyt** – przesycony r-r stały węgla w α -Fe, otrzymany wskutek przemiany austenitu (deformacja sieci kryst.)

Otrzymywanie



Zastosowanie

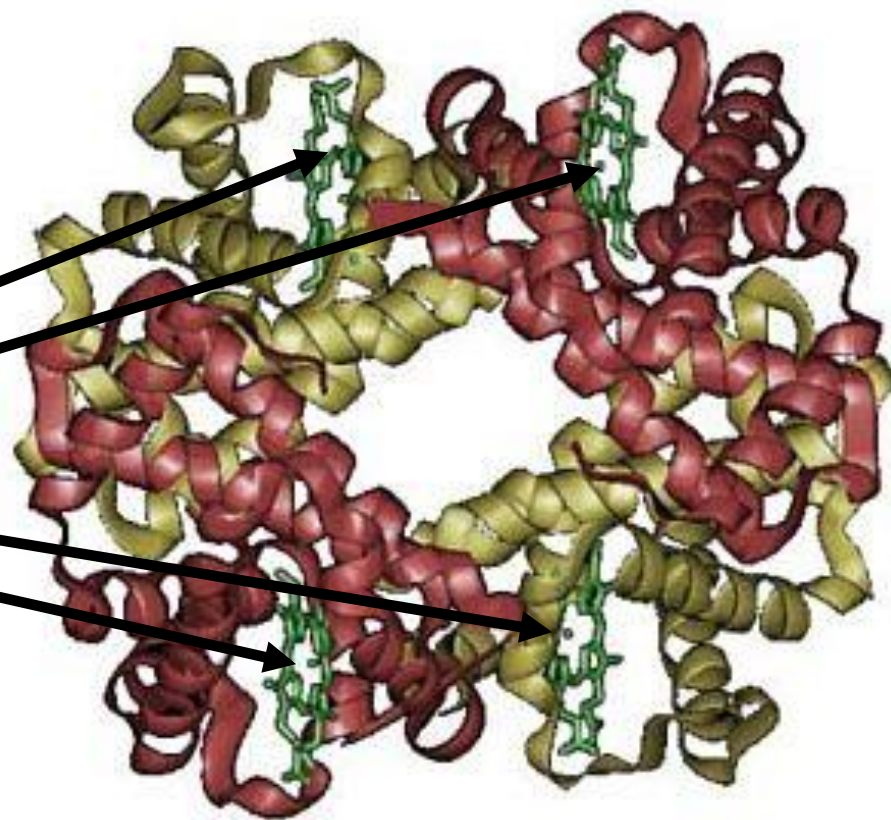
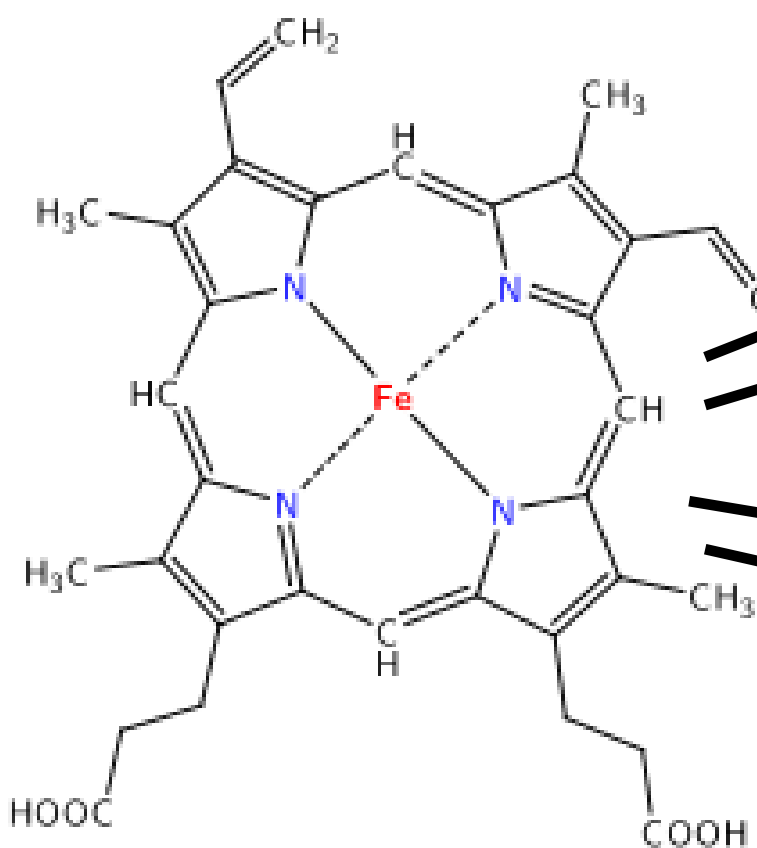
Żelazo stosowane było od wieków do produkcji broni, przedmiotów codziennego użytku, konstrukcji budowlanych itd., itp.

W światowej produkcji stali surowej, wynoszącej w 2016 r. ok. 1 mld 609 mln ton, przodowały: Chiny 808 mln ton), Japonia (104 mln ton), Indie (95 mln ton), USA 78,5 mln ton), Rosja (71 mln ton). Polska, sklasyfikowana 26 pozycji wyprodukowała ok. 9 mln ton stali.

skład procentowy									
rodzaj stali	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Cu	zastosowanie
zwykła	1,35	1,65	0,04	0,05	0,06	–	–	0,2–0,6	blachy, narzędzia
wysoko odporna	0,25	1,65	0,04	0,05	0,15–0,9	0,4	1,0	0,01–0,08	konstrukcje, turbiny
kwasoodporna	0,03–1,2	1,0–10	0,04–0,06	0,03	1–3	1–22	>15	–	sprzęt kuchenny, ostrza

Najważniejsze związki

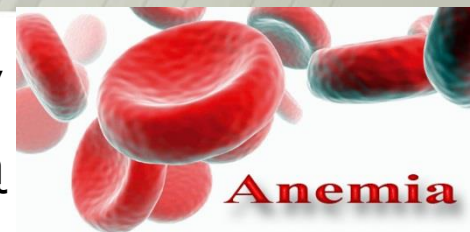
Hem – czerwony barwnik krwi, znajdujący się w hemoglobinie, odpowiedzialnej za transport tlenu w organizmie.



FeCl_2 chlorek żelaza (II) podaje się przy niedokrwistości (anemii), jednak zbyt duże ilości są toksyczne, żelazo (III) nie wchłania się do organizmu. Stosowany jest także do wytrawiania płytek drukowanych.

FeSO_4 siarczan (VI) żelaza II również stosuje się jako lek przy niedoborze żelaza.

FeCl_3 chlorek żelaza (III) stosuje się do wytrawiania płytek PCB.



Własności i otrzymywanie Co i Ni



Kobalt i nikiel mają własności zbliżone do żelaza. Są to metale ciągliwe i kowalne, wykazują własności ferromagnetyczne w temp. pokojowej. Są bardziej odporne chemicznie niż Fe (wyższe potencjały standardowe).

Ni otrzymuje się przez prażenie rudy, a następnie elektrolityczną rafinację.

Zastosowanie

Co używa się do wyrobu twardych spieków z WC. Stal zawierająca 35% Co jest stosowana do wyrobu trwałych magnesów.



Zastosowanie

Ni i jego stop z miedzią (75%Cu, 25%Ni) służy do wyrobu monet, chromonikiel (60%Ni, 40%Cr) wykorzystuje się do produkcji elementów grzejnych w piecach i grzejnikach elektrycznych, konstantan (40%Ni, 60%Cr), nikielin (31%Ni, 56%Cu, 13%Zn) oraz manganin (4%Ni, 12%Mn, 84%Cu) stosuje się w produkcji precyzyjnych opornic.

Powłoki niklowe nanoszone galwanicznie mają ładny połysk i chronią przed korozją. Nikiel wykazuje własności katalityczne w reakcjach uwodorniania nienasyconych olei roślinnych (utwardzanie tłuszczu).



Platynowce

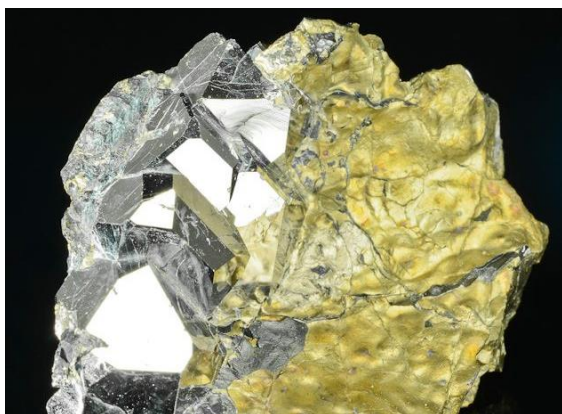
44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42
76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085

	Platynowce lekkie			Platynowce ciężkie		
Symbol	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt
Nazwa	ruten	rod	pallad	osm	iryd	platyna
Konfiguracja elektronowa	$5s^1 4d^7$	$5s^1 4d^8$	$5s^0 4d^{10}$	$6s^2 5d^6$	$6s^2 5d^7$	$6s^1 5d^9$
Masa atomowa	101,07	102,91	106,42	190,2	192,22	195,08
Temperatura topnienia [K]	2740	2240	1826	3300	2727	2042
Gęstość [g/cm ³]	12,45	12,41	12,02	22,61	22,65	21,45
Elektroujemność	2,20	2,28	2,20	2,20	2,20	2,28
Potencjał standardowy [V]	–	–	–	–	–	+1,20

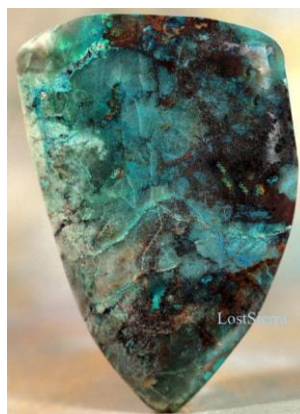
Występowanie w przyrodzie

Łączna zawartość platynowców w przyrodzie wynosi $10^{-6}\%$.

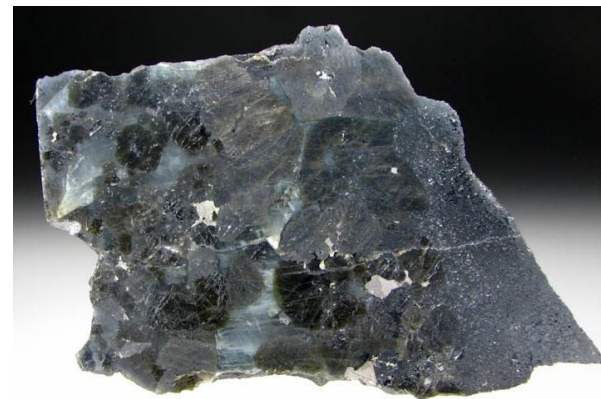
Platynowce występują najczęściej jako zanieczyszczenia siarczkowych i arsenkowych rud niklu i miedzi. Własne rudy tworzy **platyna**: PtAs_2 sperylit, PtS kuperyt oraz $(\text{Pt}, \text{Pd}, \text{Ni})\text{S}$ bragit.



sperylit



kuperyt



bragit

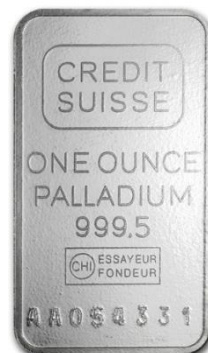
Otrzymywanie

Platynowce otrzymuje się poprzez przeróbkę szlamu po elektrolitycznym otrzymywaniu niklu

Własności chemiczne i fizyczne

Platynowce są szarobiałymi, lśniącymi (oprócz niebieskoszarego Os), twardymi i kruchymi metalami o wysokich temperaturach topnienia. Zaliczane do metali szlachetnych - wykazują wysokie potencjały standardowe.

Pallad i platyna posiadają zdolność rozpuszczania wodoru - w temp. pokojowej mogą rozpuścić objętość wodoru 350-850 razy większą od własnej objętości.



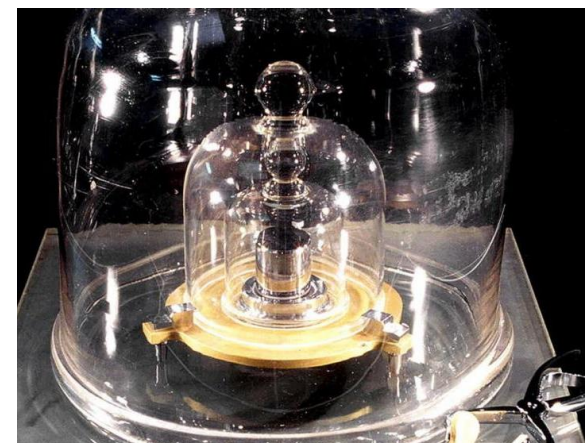
Zastosowanie

Pt używana jest w jubilerstwie, produkuje się z niej elementy urządzeń pomiarowych (elektrody II rodzaju, m.in. w pH-metrach i w ogniwach paliwowych), rezystory stosowane do pomiaru temperatury, niektóre typy termopar, stosowana jest jako katalizator w procesach spalania.

Pd stosuje się jako katalizator oraz filtr do oczyszczania wodoru, jako „gąbka wodorowa”.

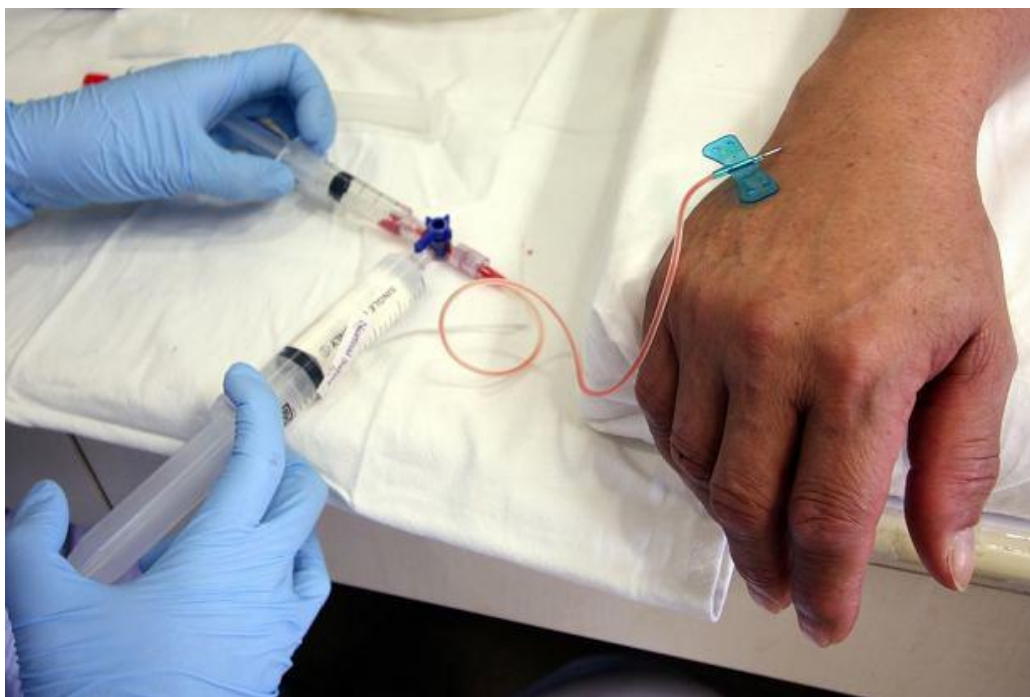
Rh używany jest do produkcji elementów grzejnych

Ir w stopie z Pt jest wykorzystywany do pokrywania ostrzy stalówek, z tego stopu wykonano międzynarodowe wzorce metra i kilograma.

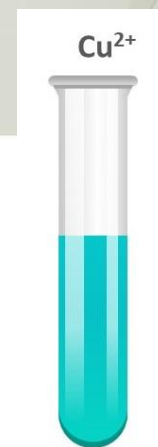


Najważniejsze związki

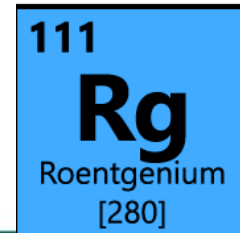
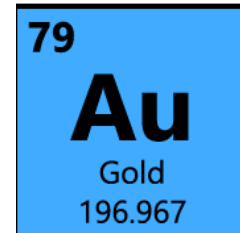
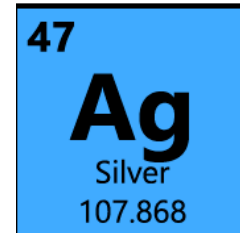
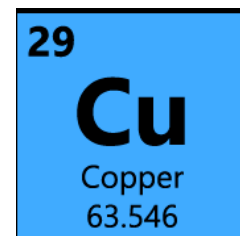
PtF₆ fluorek platyny (VI) i jego pochodne są wykorzystywane w chemioterapii do zwalczania niektórych rodzajów raka.



Miedziowce



Symbol	Cu	Ag	Au	Rg
Nazwa	miedź	srebro	złoto	rentgen
Konfiguracja elektronowa	4s ¹ 3d ¹⁰	5s ¹ 4d ¹⁰	6s ¹ 5d ¹⁰	7s ¹ 5f ¹⁴ 6d ¹⁰
Masa atomowa	63,55	107,87	196,97	(280)
Temperatura topnienia [K]	1357	1234	1338	–
Gęstość [g/cm ³]	8,93	10,5	19,3	–
Elektroujemność	1,90	1,93	2,54	–



Występowanie w przyrodzie

Cu 0,0055%; Ag $4 \times 10^{-6}\%$; Au $4 \times 10^{-7}\%$.

Miedź tworzy liczne minerały: Cu_2S chalkozyn, CuS kowelin, CuFeS_2 chalkopiryt, Cu_2O kupryt, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ malachit, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ azuryt. W Polsce bogate złoża rud miedzi występują między Lubinem i Głogowem oraz w rejonie Bolesławca i Złotoryi.

Srebro występuje w postaci rodzimej lub minerałów Ag_2S argentyt, Ag_3SbS_3 pirargiryt, AgCl chlorargiryt stanowiące zanieczyszczenie rud miedzi i ołowiu.

Złoto występuje w postaci rodzimej tworząc żyły w skałach magmowych.

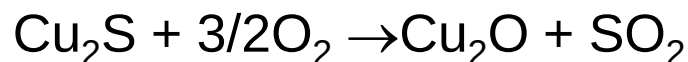




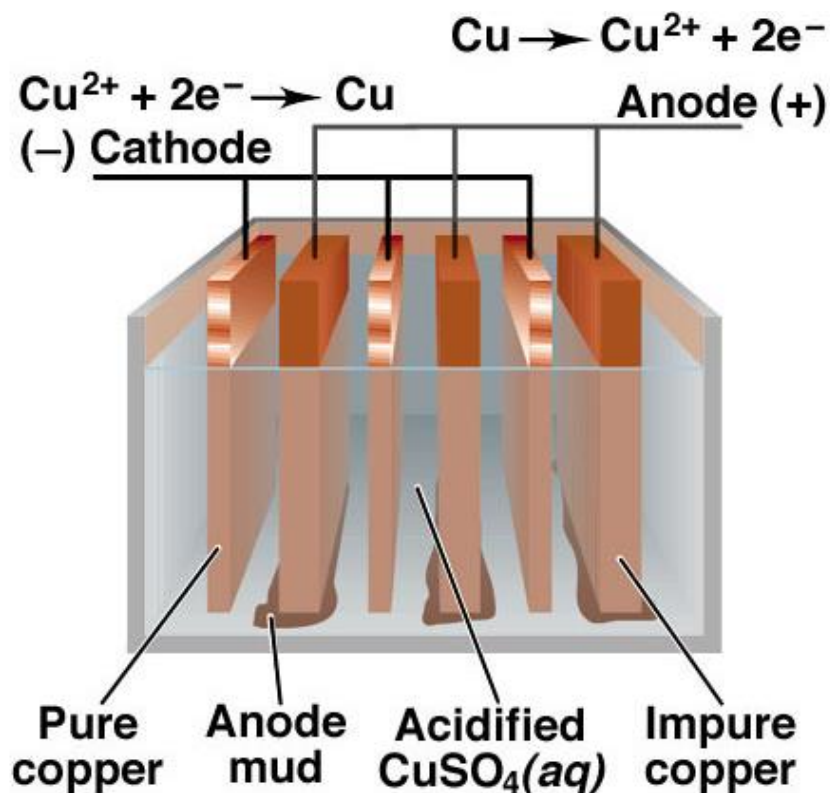
AGH

Otrzymywanie

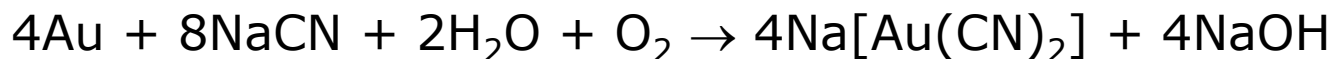
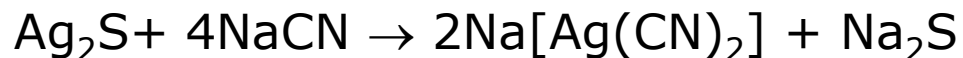
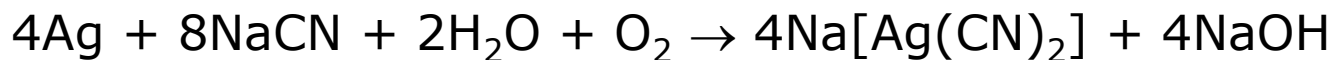
Cu otrzymuje się wyprażanie i utlenienie rudy siarczkowej:



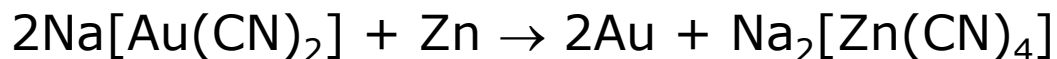
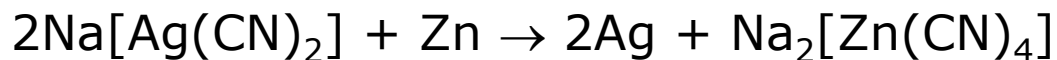
następnie surową miedź poddaje się oczyszczeniu metodą elektrolityczną:



Ag i Au przeprowadza się w cyjankowe związki kompleksowe



następnie złoto i srebro wydziela się działaniem cynku:



Własności chemiczne i fizyczne

Miedziowce są ciągliwymi, kowalnymi metalami o bardzo dobrym przewodnictwie ciepła i elektryczności i wysokiej odporności korozyjnej.

Miedź ma kolor różowy, srebro biały, a złoto żółty.

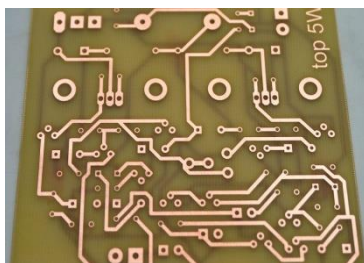
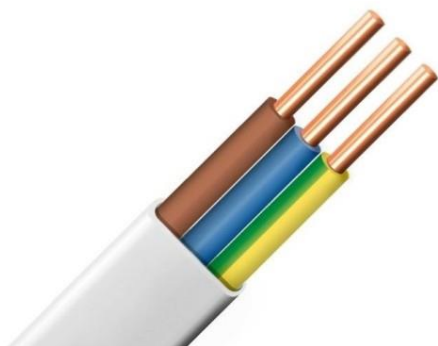
Miedź reaguje z zawartym w powietrzu dwutlenkiem węgla pokrywając się charakterystyczną zieloną patyną. W środowisku o dużym stężeniu dwutlenku siarki zamiast zielonej patyny pojawia się czarny nalot siarczku miedzi.



Zastosowanie

Miedź jest wykorzystywana do produkcji przewodów elektrycznych, w elektronice, budownictwie (dachy), jako barwnik szkła oraz katalizator.

Miedź z cyną, cynkiem, molibdenem i innymi metalami przejściowymi tworzy cały zestaw stopów zwanych brązami. Stopy miedzi stosuje się do wyrobu armatury, elementów precyzyjnych urządzeń mechanicznych i w jubilerstwie. Miedź jest mikroelementem potrzebnym do tworzenia się krwinek czerwonych, bierze udział w przesyłaniu impulsów nerwowych, wpływa na czynność serca i ciśnienie tętnicze krwi.



Srebro (w stopach z miedzią) znajduje zastosowanie głównie jako metal szlachetny. do produkcji biżuterii, naczyń i sztucców, medali, było używane do produkcji monet już 700 lat p.n.e. Używane jest do produkcji sprzętu elektrycznego i elektronicznego, spoiwa lutowniczego, luster, baterii srebrowo-cynkowych i srebrowo-kadmowych o wysokiej pojemności. Jest katalizatorem w procesie produkcji poliestru. Związki srebra są bakteriobójcze.



Złoto jest powszechnie wykorzystywane w jubilerstwie do wyrobu biżuterii, przedmiotów ozdobnych, sakralnych i użytkowych, stanowiło podstawę systemów monetarnych; używane jest do wyrobu monet, w elektronice (do wyrobu złączy), do "złocenia" innych metali, produkcji specjalnego szkła, jest składnikiem szlachetnych stopów, ma zastosowanie w medycynie i w stomatologii.



Najważniejsze związki

AgCl chlorek srebra, AgBr bromek srebra wykorzystuje się w fotografii.

AgNO₃ azotan (V) srebra - środek antyseptyczny (lapis).

Srebro koloidalne – nanocząstki srebra wykazują właściwości bakteriobójcze.

Związki złota są stosowane jako środek leczniczy w reumatoidalnym zapaleniu stawów



Najważniejsze związki

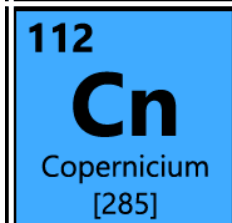
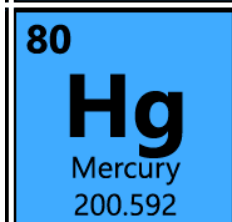
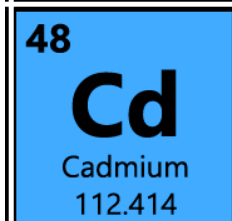
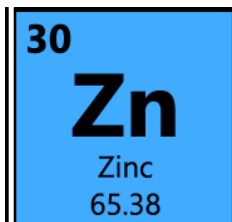
Roztwory wodne soli miedzi(I) są intensywnie zielone, a roztwory soli miedzi(II) intensywnie niebieskie.

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ wodorotlenek miedzi (II) rozpuszcza celulozę - stosowany przy wyrobie sztucznego jedwabiu.

CuSO_4 siarczan miedzi(II) ma właściwości odkażające, a bezwodny ma silne właściwości higroskopijne i jest stosowany do suszenia rozpuszczalników.



Cynkowce



Symbol	Zn	Cd	Hg	Cn
Nazwa	cynk	kadm	rtęć	kopernik
Konfiguracja elektronowa	$4s^2 3d^{10}$	$5s^2 4d^{10}$	$6s^2 5d^{10}$	$7s^2 5f^{14} 6d^{10}$
Masa atomowa	65,38	112,41	200,59	(285)
Temperatura topnienia [K]	692,7	594,1	234,28	–
Gęstość [g/cm ³]	7,1	8,6	13,6	–
Elektroujemność	1,66	1,46	1,44	–
Potencjał stand. [V]	–0,763	–0,403	+0,920	–

Występowanie w przyrodzie

Zn 0,007%; Cd $2 \times 10^{-5}\%$; Hg $8 \times 10^{-6}\%$.

Cynk występuje w postaci ZnS blendy cynkowej oraz ZnCO₃ smitsonitu. Bogate złoża cynku znajdują się w Polsce w rejonie pomiędzy Chrzanowem, Olkuszem, a Bytomiem.

Kadm występuje jako zanieczyszczenie rud cynku w postaci CdS grenokitu.

Rtęć występuje w postaci HgS cynobru.



smitsonit

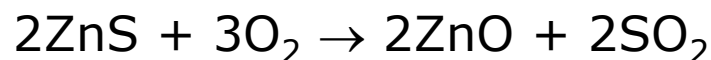


grenokit

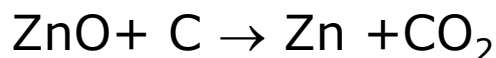


cynober

Zn otrzymuje się na drodze piro-metalurgicznej poprzez wyprażanie rudy siarczkowej:



a następnie redukcji tlenku węglem:

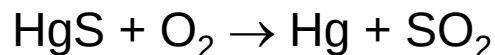


lub elektrolitycznie:



Cd otrzymuje się jako produkt uboczny metalurgii cynku.

Hg otrzymuje się poprzez ogrzewanie siarczku rtęci w strumieniu powietrza i kondensacji par rtęci.



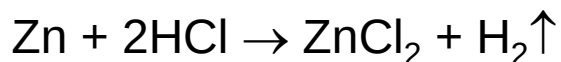
Własności chemiczne i fizyczne



Cynk jest są łatwo topliwym metalem o niebieskawym odcieniu, w temp. pokojowej jest kruchy, daje się obrabiać w zakresie temperatur 370-420K.

W atmosferze powietrza zarówno Zn pokrywa się pasywną warstwą tlenków.

Reaguje z kwasami wydzielając wodór.



Cynk jest amfoteryczny, czyli reaguje zarówno z kwasem, jak i z wodorotlenkiem:



Kadm jest pierwiastkiem niezwykle toksycznym (wielokrotnie bardziej niż arsen). Ma działanie kancerogenne, uszkodza nerki, powoduje anemię, choroby kostne (osteoporozę).

Rtęć w temp. pokojowej jest srebrzystobiałą lśniącą cieczą. Pary rtęci działają toksycznie na organizm - powoduje uszkodzenie systemu nerwowego.

Rtęć ma wysoki potencjał standardowy, co oznacza, że zachowuje się, jak metal szlachetny. W temperaturze pokojowej rozpuszcza większość metali tworząc amalgamaty.



Zastosowanie

Cynk stosuje się przede wszystkim do pokrywania blach stalowych, dla ochrony przed korozją (ochrona protektorowa) jest składnikiem wielu stopów, zwłaszcza z miedzią (mosiądz, brąz, tombak), stosowany jest też w ogniwach elektrycznych Daniella i Leclanchego.

Cynk jest jednym z mikroelementów, bierze udział w mineralizacji kości, gojeniu się ran, wpływa na pracę systemu odpornościowego, wydzielanie się insuliny i stężenie witaminy A oraz cholesterolu, wpływa na regulację ciśnienia krwi i rytmu serca.



Kadm stosuje się w metalurgii, stopach łożyskowych, jako powłoki ochronne innych metali, medycynie (plomby), energetyce, akumulatorach niklowo-kadmowych, w reaktorach jądrowych, do wyrobu prętów kontrolujących przebieg reakcji łańcuchowej, do otrzymywania barwnika, żółcieni kadmowej.

Rtęć służy do wypełniania termometrów, barometrów, manometrów, pomp próżniowych, wydobywania złota i srebra, oraz do elektrolizy litowców i produkcji materiałów wybuchowych, do produkcji farb okrętowych, w polagrografii używa się kroplowej elektrody rtęciowej.



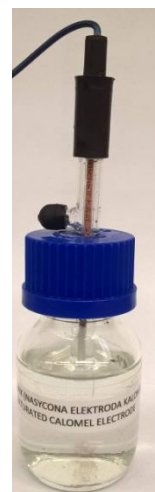
Najważniejsze związki

ZnO tlenek cynku (biel cynkowa) - stosowany jako dodatek do farb i lakierów, oraz jako wypełniacz i stabilizator gumy i tworzyw sztucznych.

CdS siarczek kadmu - żółta farba malarska.

Hg₂Cl₂ chlorek rtęci(I) (kalomel) - stosowany jest w lecznictwie, do wyrobu elektrod, jako środek ochrony roślin.

Hg(CNO)₂ piorunian rtęci - ma zastosowanie do wyrobu spłonek i detonatorów.



Skandowce

21
Sc

 Scandium
44.956

39
Y

 Yttrium
88.906

57
La

 Lanthanum
138.905

89
Ac

 Actinium
227.028

Symbol	Sc	Y	La	Ac
Nazwa	skand	itr	laktyn	aktyn
Konfiguracja elektronowa	$4s^23d^1$	$5s^24d^1$	$6s^25d^1$	$7s^26d^1$
Masa atomowa	44,95	88,91	138,91	227
Temperatura topnienia [K]	1814	1799	1193	1323
Gęstość [g/cm ³]	2,99	4,47	6,15	10,07
Elektroujemność	1,36	1,22	1,10	1,1
Potencjał normalny [V]	—	—	−2,52	—

Występowanie w przyrodzie

Sc 0,0022%, Y 0,0033%, La 0,0035% , Ac $6 \cdot 10^{-14}$ %.

Skand występuje w postaci tlenku skandu(III), który jest głównym składnikiem tortweitytu.

Ittr występuje w minerałach - gadolinicie $Y_2FeBe_2Si_2O_{10}$, ksenotymie YPO_4 , samarskicie $Y_4[(Ta,Nb)_2O_7]_3$.

Lantan znajduje się w monacycie $(Ce,La,Th,Nd,Y,Pr)PO_4$ i bastnezycie $(Ce,La,Nd,Y,Pr)CO_3F$.

Aktyn jest nietrwały, spotyka się go w bardzo małych ilościach w rudach uranu i toru.



Otrzymywanie

Otrzymywanie skandowców jest trudne, ponieważ występują one wspólnie z lantanowcami. Otrzymuje się je na kilka sposobów:

- krystalizacji frakcjonowanej,
- frakcjonowanego wytrącania z roztworu,
- chromatografii jonowymiennej,
- ekstrakcji.



skand

Własności chemiczne i fizyczne

Skandowce jest są miękkimi aktywnymi chemicznie metalami, na powietrzu łatwo pokrywają się warstwą tlenku. Z kwasami tworzą sole.



itr

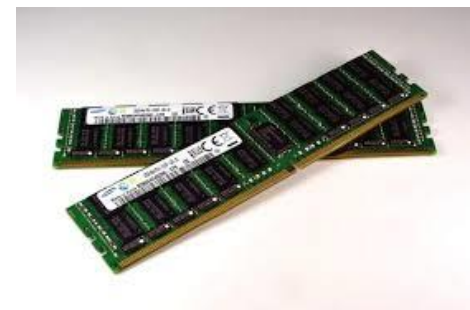


lantan

Sc stosuje się go jako dodatek do stopów, z których produkuje się anteny telefonów komórkowych, posiada on unikalne własności elektromagnetyczne pozwalające zmniejszać rozmiary anten.



Y stosowany jest jako dodatek stopowy w metalurgii oraz jako materiał konstrukcyjny w technice jądrowej. Granat itrowo-żelazowy $3Y_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$ ma własności ferrimagnetyczne i znajduje zastosowanie w elektronice do budowy pamięci komputerowych.



La składnik stopów np. stali, szkła używanego do produkcji soczewek o dużej rozdzielczości; znajduje zastosowanie jako stop z cerem (kamienie do zapalniczek) oraz z glinem.



Lantanowce

57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.243	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967
---	--------------------------------------	--	---	--	---------------------------------------	--	---	---------------------------------------	--	---------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---	--

I. atomowa	symbol	nazwa	konfiguracja
57	La	lantan	$6s^2 5d^1$
58	Ce	cer	$6s^2 5d^1 4f^1$
59	Pr	prazeodyn	$6s^2 5d^1 4f^2$
60	Nd	neodyn	$6s^2 5d^1 4f^3$
61	Pm	promet	$6s^2 5d^1 4f^4$
62	Sm	samar	$6s^2 5d^1 4f^5$
63	Eu	europ	$6s^2 5d^1 4f^6$
64	Gd	gadolin	$6s^2 5d^1 4f^7$
65	Tb	terb	$6s^2 5d^1 4f^8$
66	Dy	dyzproz	$6s^2 5d^1 4f^9$
67	Ho	holm	$6s^2 5d^1 4f^{10}$
68	Er	erb	$6s^2 5d^1 4f^{11}$
69	Tm	tul	$6s^2 5d^1 4f^{12}$
70	Yb	iterb	$6s^2 5d^1 4f^{13}$
71	Lu	lutet	$6s^2 5d^1 4f^{14}$

Występowanie w przyrodzie

symbol	zawartość [%]
Ce	0,006
Pr	0,0008
Nd	0,0028
Pm	ok. 10^{-19}
Sm	0,0006
Eu	0,0001
Gd	0,0005
Tb	0,0001
Dy	0,0003
Ho	0,0001
Er	0,0003
Tm	0,00005
Yb	0,0003
Lu	0,00005

Głównym minerałem lantanowców jest monacyt $(\text{Ce,La,Th,Nd,Y,Pr})\text{PO}_4$, niektóre z nich występują także w bastenazycie $(\text{Ce,La,Nd,Y,Pr})\text{CO}_3\text{F}$.



monacyt

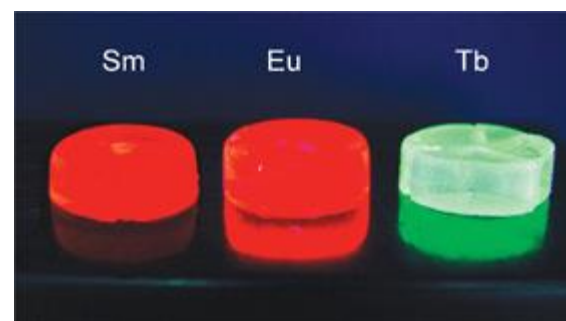


bastenazyt

Otrzymywanie

Lantanowce otrzymuje się z monacytu w wyniku:

- krystalizacji frakcjonowanej,
- frakcjonowanego wytrącania z roztworu,
- chromatografii jonowymiennej,
- ekstrakcji.

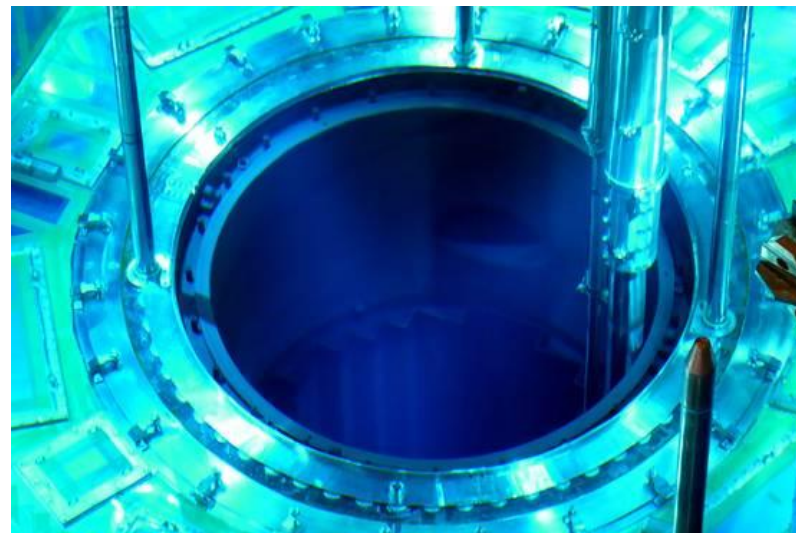
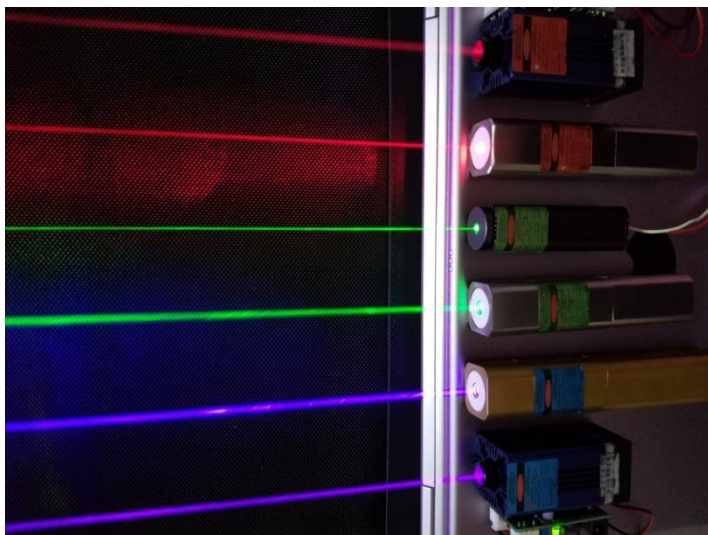


Własności chemiczne i fizyczne

Wszystkie lantanowce mają zbliżone własności fizyczne i chemiczne, są miękkimi szarymi metalami, wykazują niskie potencjały standardowe (Ce - 2,48 ÷ Lu -2,25), gwałtownie reagują z wilgocią i tlenem. Występują na +3 stopniu utlenienia.

Zastosowanie

Lantanowce są stosowane do produkcji specjalnych urządzeń elektronicznych i optycznych, stosowane są jako materiały laserowe. Europ i gadolin stosowane są w reaktorach atomowych do wychwytu neutronów termicznych.



89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]
--	---------------------------------------	--	--------------------------------------	---	---	---	--------------------------------------	---	---	---	--	--	---	---

I. atomowa	symbol	nazwa	konfiguracja
89	Ac	aktyn	$7s^2 6d^1$
90	Th	tor	$7s^2 6d^2$
91	Pa	protaktyn	$7s^2 6d^1 5f^2$
92	U	uran	$7s^2 6d^1 5f^3$
93	Np	neptun	$7s^2 6d^1 5f^4$
94	Pu	pluton	$7s^2 5f^6$
95	Am	ameryk	$7s^2 5f^7$
96	Cm	kiur	$7s^2 6d^1 5f^7$
97	Bk	berkel	$7s^2 5f^9$
98	Cf	kaliforn	$7s^2 5f^{10}$
99	Es	einstein	$7s^2 5f^{11}$
100	Fm	ferm	$7s^2 5f^{12}$
101	Md	mendelew	$7s^2 5f^{13}$
102	No	nobel	$7s^2 5f^{14}$
103	Lr	lorens	$7s^2 6d^1 5f^{14}$

Występowanie w przyrodzie

Th 12×10^{-6} , Pa 1×10^{-6} , U $2,4 \times 10^{-6}$, aktynowce położone w układzie okresowym za uranem tzw. transuranowce, praktycznie nie występują w przyrodzie i muszą być otrzymywane sztucznie.

Tor i protaktyn stanowią zanieczyszczeni rud uranu.

Najważniejszymi minerałami uranu są: blenda uranowa UO_2 , uranit U_3O_8 , karnotyt $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, autunit $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10-12\text{H}_2\text{O}$.



Otrzymywanie

Uran otrzymuje się jest poprzez ługowanie zmielonej rudy uranowej stężonymi kwasami, zasadami i nadtlenkami. Po odfiltrowaniu i osuszeniu otrzymuje się Yellowcake - stabilny półprodukt o żółtym zabarwieniu, który można przechowywać. Zawiera on 70-90% U_3O_8 . W celu uzyskania stosowanego w pozostałych reaktorach jądrowych uranu wzbogaconego, Yellowcake przeprowadza się w sześćiofluorek uranu (UF_6). Z UF_6 można, wykorzystując efekty izotopowe metodami fizycznymi (poprzez dyfuzję lub wirowanie) wydzielić frakcję zawierającą ponad 20% $^{235}UF_6$.



Yellowcake



Uran

Właściwości fizyczne i chemiczne

Są to srebrzystobiałe metale o dużej gęstości (Th 11,72 g/cm³; Pa 15,37 g/cm³; U 19,05 g/cm³). Wszystkie aktynowce są promieniotwórcze i niebezpieczne dla człowieka. Pluton jest zabójczy dla człowieka nawet w minimalnych ilościach (kumuluje się w tkance kostnej).

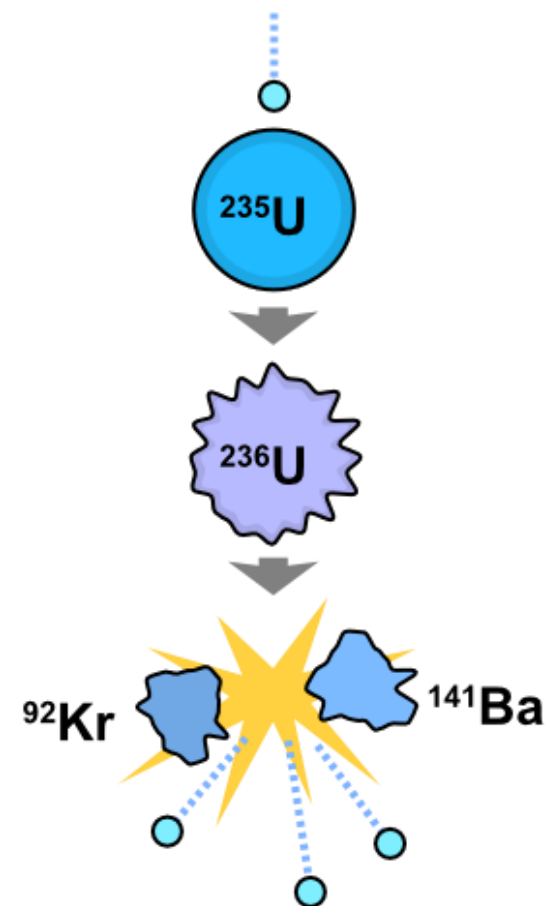


Zastosowanie

Głównym zastosowaniem uranu jest użycie izotopu ^{235}U jako materiału rozszczepialnego w bombach jądrowych oraz reaktorach jądrowych, (elektrownie atomowe, napęd okrętów podwodnych). Garść uranu daje tyle energii, co 70 t węgla lub 90 baryłek ropy. Elektrownia atomowa zasilająca w energię milionowe miasto zużywa tylko 3 kg uranu dziennie.



Bomba atomowa czerpie swoją energię z reakcji rozszczepienia ciężkich jąder atomowych (np. uranu lub plutonu) na lżejsze pod wpływem bombardowania neutronami. Rozpadające się jądra emitują kolejne neutrony, które bombardują inne jądra, wywołując reakcję łańcuchową.





Nagasaki 1945

^{238}U jako izotop o bardzo długim okresie rozpadu ($4,468 \times 10^9$ lat) oraz produkty rozpadu służą do określania wieku skał. Uran jako metal o bardzo dużej gęstości (uran zubożony) używany jest jako rdzeń pocisków przeciwczołgowych (Serbia, Kosowo - NATO, Kuwejt - USA).

^{239}Pu stosowany jest w bombach jądrowych oraz elektrowniach atomowych. Kilogram plutonu-239 może wyzwolić taką energię jak wybuch 20 000 ton trotylu.

^{241}Am wykorzystywany jest w precyzyjnych urządzeniach pomiarowych i czujnikach dymu.



Dziękuję za uwagę

