

GRUPA UGLJENIKA

1																	18
1	1	2															2
2	3	4															10
3	11	12											13	14	15	16	17
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112					

GRUPA UGLJENIKA

Si – posle kiseonika najrasprostranjeniji – SiO_2 i silikati

C – na 17. mestu po rasprostranjenosti u litosferi
jedan od osnovnih bioloških elemenata

Ge – retki minerali

Pb, Sn – u obliku mineralnih ruda

GRUPA UGLJENIKA

Grupa velikog kontrasta između 1. i 2. člana

	13	14	15	16	17	He
	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
		114		116		118

Nemetal

Metaloidi

Metali

C, Si, Ge, Sn, Pb

$\chi = 2,5$

1,8

GRUPA UGLJENIKA

Elektronska konfiguracija **ns^2np^2**

- maksimalni oksidacioni broj IV

Tipični oksidacioni brojevi

IV – kod C isključivo (izuzetak CO), Si, Ge
kovalentne veze

II, IV – Pb, Sn

- ne postoje joni E^{4-} i E^{4+}
 - C jedini gradi višestruke veze
-

GRUPA UGLJENIKA

Tipični oksidacioni brojevi

Oksidaciono stanje **IV**

- C, Si, Ge grade kovalentne veze
- ne postoje joni E^{4-} i E^{4+}
- C jedini gradi višestruke veze

hidridi + sposobnost katenacije energija veze C–C 348 kJ/mol

C_nH_{2n+2} (izuzetno veliko n) - ugljovodonici → **stabilni**

Si_nH_{2n+2} (n=8)

Ge_nH_{2n+2} (n=5)

Sn_nH_{2n+2} (n=2)

} → **nestabilni**, sponatno se pale
(veći radijus atoma i polarnost veze E-H)

- hidridi 14. grupe su neutralne supstance
-

Tipični oksidacioni brojevi

Oksidaciono stanje II

- sa porastom Z raste stabilnost ovih jedinjenja

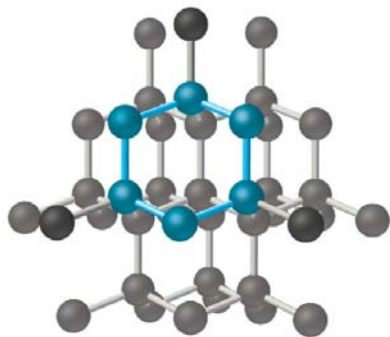
Sn^{II} i Sn^{IV} – podjednako stabilni

Pb^{II} mnogo stabilniji od Pb^{IV} (jaka oksidaciona sredstva)

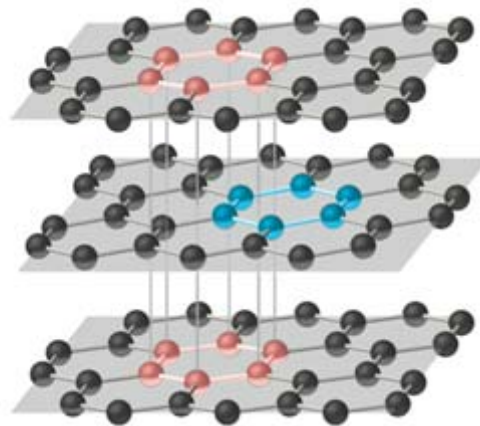
- pretažan udeo kovalentnog karaktera
 - $\text{E}(\text{OH})_2$ hidroksidi su amfoterni (mada više bazni)
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

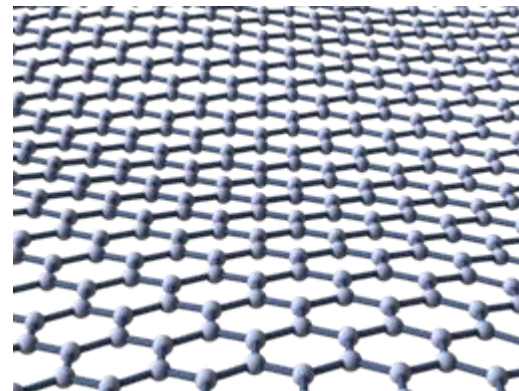
ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA



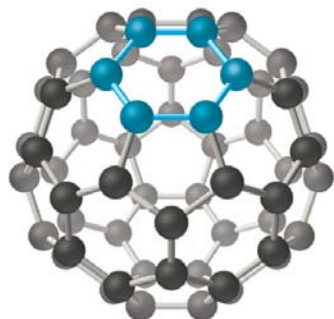
dijamant



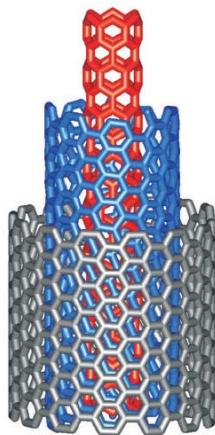
grafit



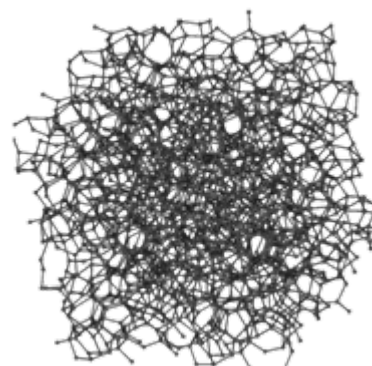
grafen



fuleren



C nanocev

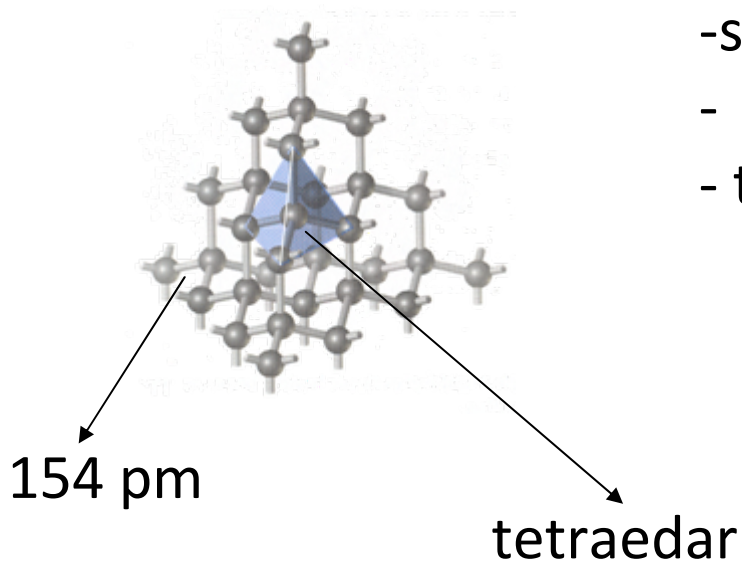


amorfni C

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA

dijamant



- sp^3 hibridizacija ugljenika
- C ostvaruje četiri veze
- trodimenzioni raspored

- bezbojan
- tvrd (10 po Mosovoj skali)
- dobro provodi toplotu
- ne provodi struju

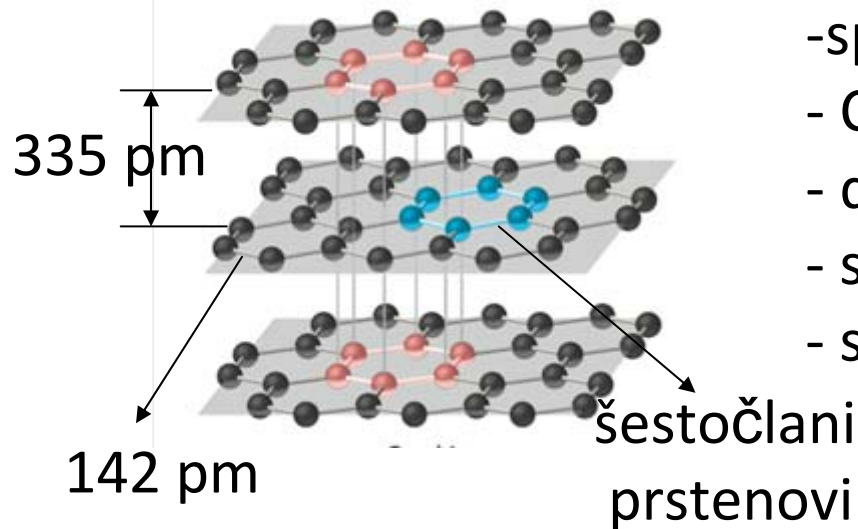
PRIMENA

- nakit (1 karat 0,200 g)
 - rezni alati
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA

grafit



PRIMENA

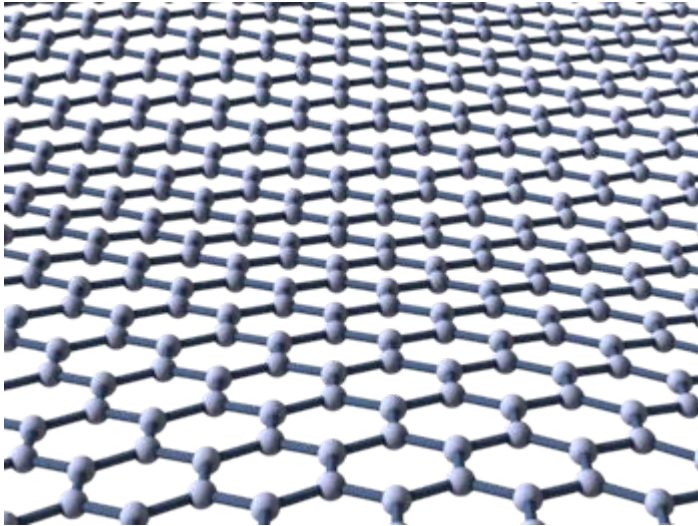
- grafitne elektrode
- čvrsto mazivo
- olovke

- sp^2 hibridizacija ugljenika
 - C ostvaruje tri veze
 - delokalizacija π -elektrona
 - slojevita struktura
 - svaki drugi sloj se preklapa
 - mekan
 - metalnog sjaja
 - anizotropna svojstva (različita u različitim pravcima)
 - dobar provodnik elektriciteta
 - reaktivniji od dijamanta (kinet.)
 - nešto stabilniji od dijamanta
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA

Grafen



- 2D nanomaterijal (debljine 1 atom)
- neobična električna, mehanička, termička i dr. svojstva

DOBIJANJE

- raslojavanjem grafita (Scotch tehnika)

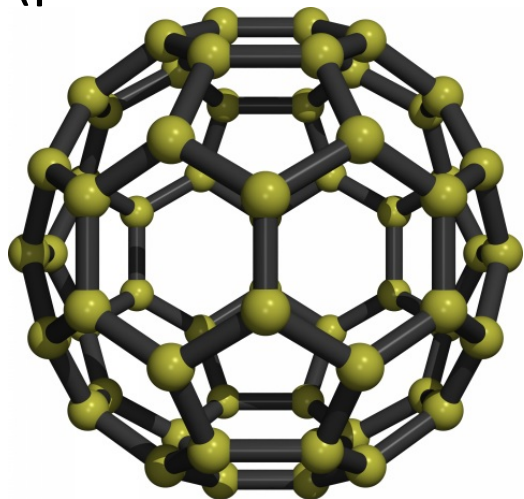
Nobelova nagrada za fiziku 2010. Andre Gaim i Konstantin Novoselov

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

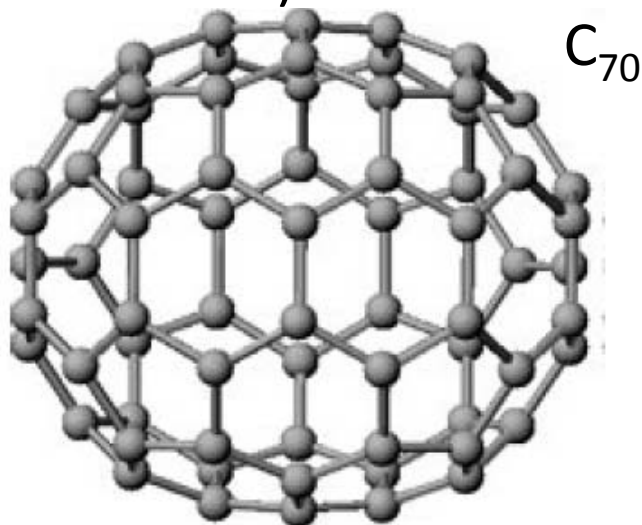
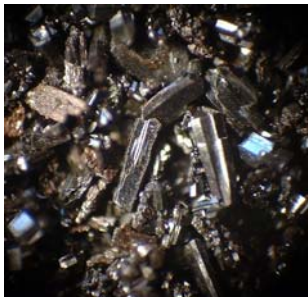
ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA

Bakminster fulereni ili fulareni

(prema arhitekti Buckminster Fuller)



12 petougla (C-5 prstena)
20 šestougla (C-6 prstena)
 sp^2 hibridizacija C atoma



C_{70}

Postoje i C_{20} , C_{24} , C_{76} ,
 C_{80} , C_{84}

DOBIJANJE

- u električnom luku između dve grafitne elektrode u inertnom gasu
- rastvorljivi u benzenu
- ne provode električnu struju
- dopovani npr. alkalnim metalima provodni

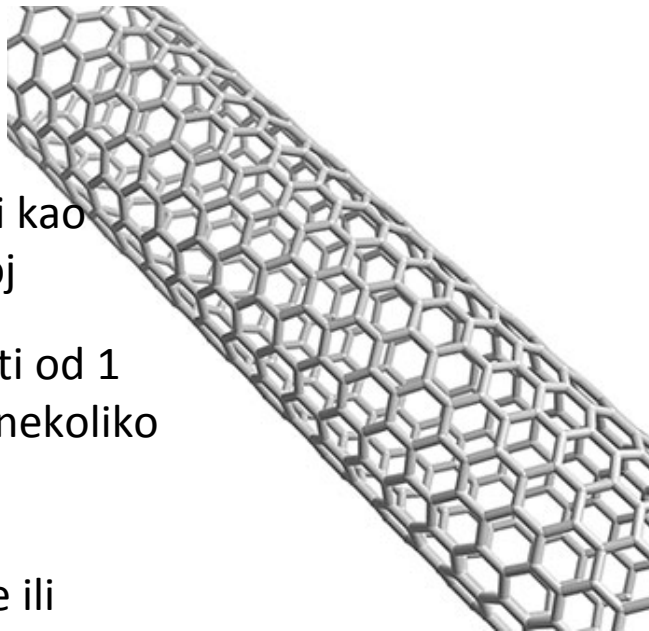
Nobelova nagrada za hemiju 1996.

Harold Kroto, Robert Curl i Richard Smalley

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA

Ugljenične nanotube



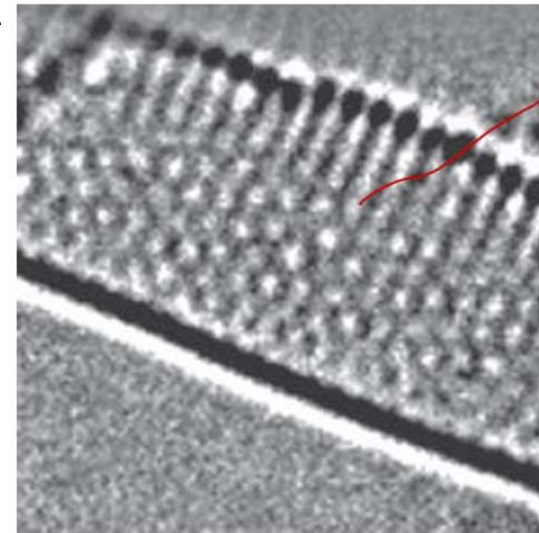
- Može se zamisliti kao savijeni grafitni sloj
- Prečnika može biti od 1 do 3 nm, dužine i nekoliko stotina mikrona
- poluprovodničke ili metalne

DOBIJANJE industrija

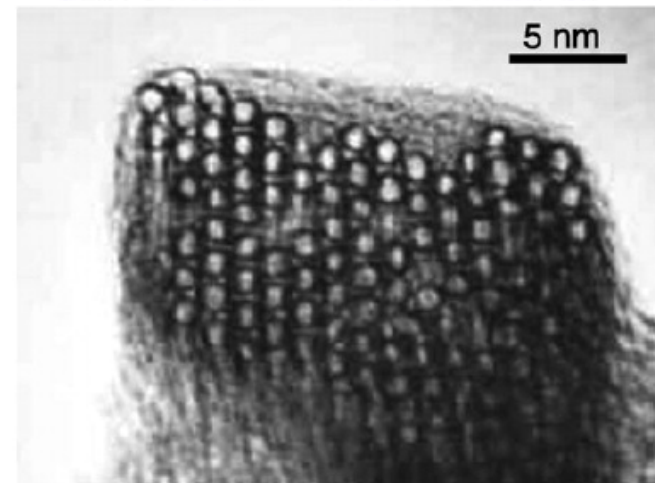
- Katalitički raspad gasovitog izvora ugljenika

PRIMENA

- dosta primena u procesu istraživanja
- poboljšanje postojećih materijala



Bela tačka je
heksagon
ugljenika



Snop ugljeničnih NT

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

ALOTROSKE MODIFIKACIJE UGLJENIKA

Amorfni ugljenik – koks, čađ, aktivni ugljenik

Koks

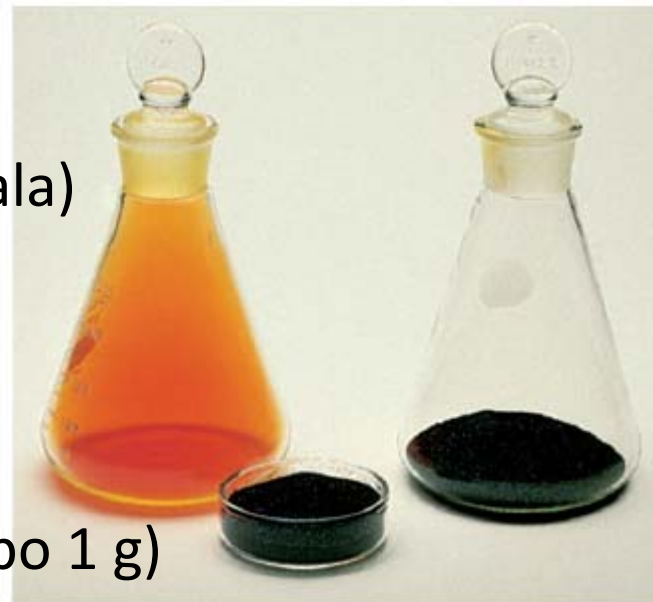
- zagrevanje uglja u odsustvu vazduha (suva destilacija)
- redukciono sredstvo u metalurgiji

Čađ

- nepotpuno sagorevanje ugljovodonika
- u obliku sitnih čestica amornog C
- gumarska industrija (za ojačavanje materijala)

Aktivni ugljenik

- kontrolisano zagrevanje
org. supstanci u odsustvu vazduha
- velika specifična površina (1000 – 2000 m² po 1 g)
- primenjuje se kao adsorbens



Aktivni C je absorbovao sav NO₂

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

HEMIJA UGLJENIKA

- sposobnost katenacije
- višestruke veze
- višestruke veze sa O i N



Organska hemija

Biohemija

Polimerni materijali (veliki deo)

- KARBIDI

- OKSID

- UGLJENA KISELINA

- ORGANOMETALNA JEDINJENJA

- PSEUDOHALOGENA JEDINJENJA

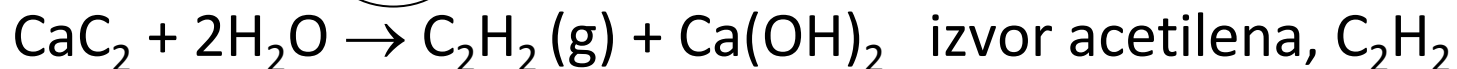
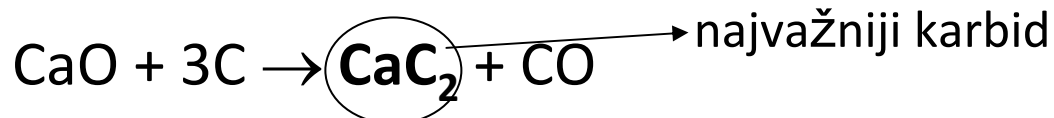
GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

KARBIDI

- binarna jedinjenja sa metalima i semimetalima (manje elektronegativni od C)
- dobijaju se direktno u reakciji metala ili njihovih oksida sa C
- dele se prema tipu veze

Jonski

- sa najelektropozitivnijim metalima; reaktivni



Metalni (intersticijalni)

- karbidi prelaznih elemenata kod kojih je C smešten u šupljine kristalne rešetke metala

Kovalentni

- najpoznatiji karborundum, SiC, karbid izuzetne tvrdoće
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

OKSIDI

Ugljenik(II)-oksid
Ugljen-monoksid

CO

$\text{:C}\equiv\text{O:}$ - trostruka veza velike jačine
- energija veze 1073 kJ/mol

- bezbojni gas bez mirisa
 - izuzetno otrovan
 - kao slabo polaran malo rastvorljiv u vodi
 - neutralan
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

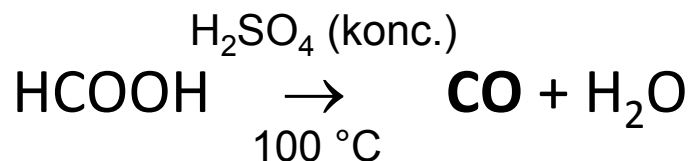
OKSIDI

Ugljenik(II)-oksid
Ugljen-monoksid

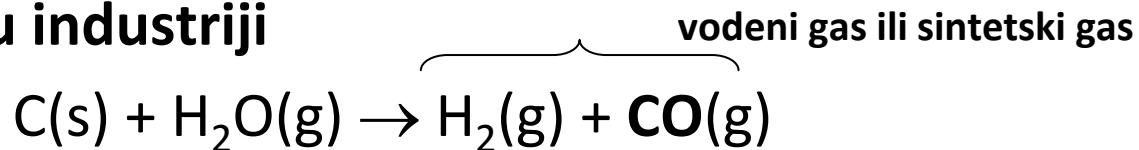
CO

DOBIJANJE

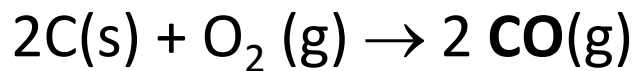
- u laboratoriji
 - dehidratacija mravlje kiseline



- u industriji



generatorski gas



GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

OKSIDI

Ugljenik(II)-oksid
Ugljen-monoksid

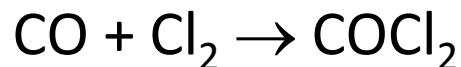
CO

PRIMENA

- kao redukciono sredstvo
- za zagrevanje (generatorski gas)



- u reakciji sa hlorom



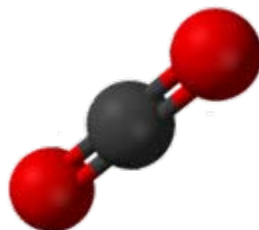
fozgen $\longrightarrow$ **izocijanati**

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

OKSIDI

Ugljenik(IV)-oksid
Ugljen-dioksid

CO_2



- bezbojni gas bez mirisa
- nije otrovan
- inertan
- rastvorljiv u vodi
- kiseo

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

OKSIDI

Ugljenik(IV)-oksid
Ugljen-dioksid



DOBIJANJE

- u laboratoriji

- žarenjem karbonata i hidrogenkarbonata



- reakcijom kiselina sa karbonatima ili bikarbonatima



- sagorevanjem C



- u industriji

- tretiranje vodenog gasa vodenom parom

- kao sporedni proizvod pri proizvodnji drugih supstanci

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

OKSIDI

Ugljenik(IV)-oksid
Ugljen-dioksid

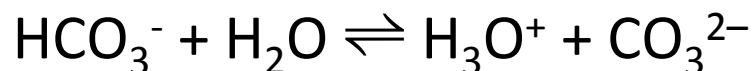
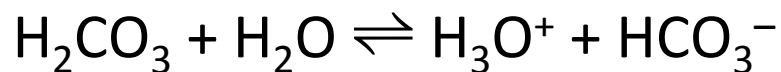
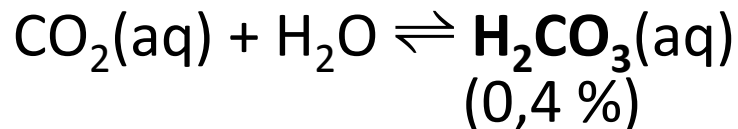
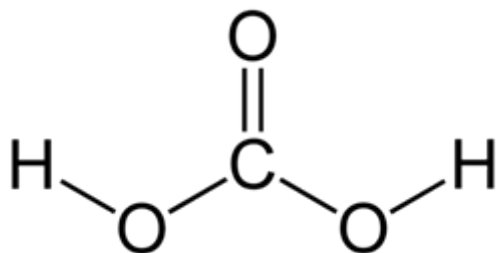


PRIMENA

- sredstvo za gašenje požara
 - prehrambena industrija (konzerviranje hrane, gazirana pića)
 - ekstrakcije nadkritičnim CO_2
 - suvi led (sublimacija čvrstog CO_2 na $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$)
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

UGLJENA KISELINA



$$K_{a,1} = 1,7 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{a,1} = 2,5 \cdot 10^{-4}$$

$$K_{a,2} = 4,8 \cdot 10^{-11}$$

$$K_{a,1}' = 4,4 \cdot 10^{-7}$$

Koristiti !

slaba kiselina – soli hidrolizuju

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

UGLJENA KISELINA



- soli: **karbonati, hidrogenkarbonati**

- **karbonati** su teško rastvorljivi u vodi sem karbonata alkalnih metala
-u prirodi:

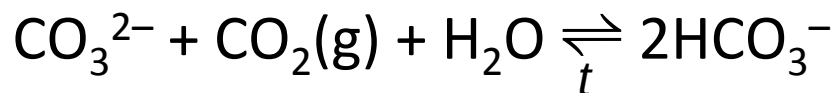
kalцит CaCO_3

dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

magnezit MgCO_3

- **hidrogenkarbonati** su dobro rastvorljivi u vodi sem NaHCO_3

Ravnoteža između karbonata i hidrogenkarbonata



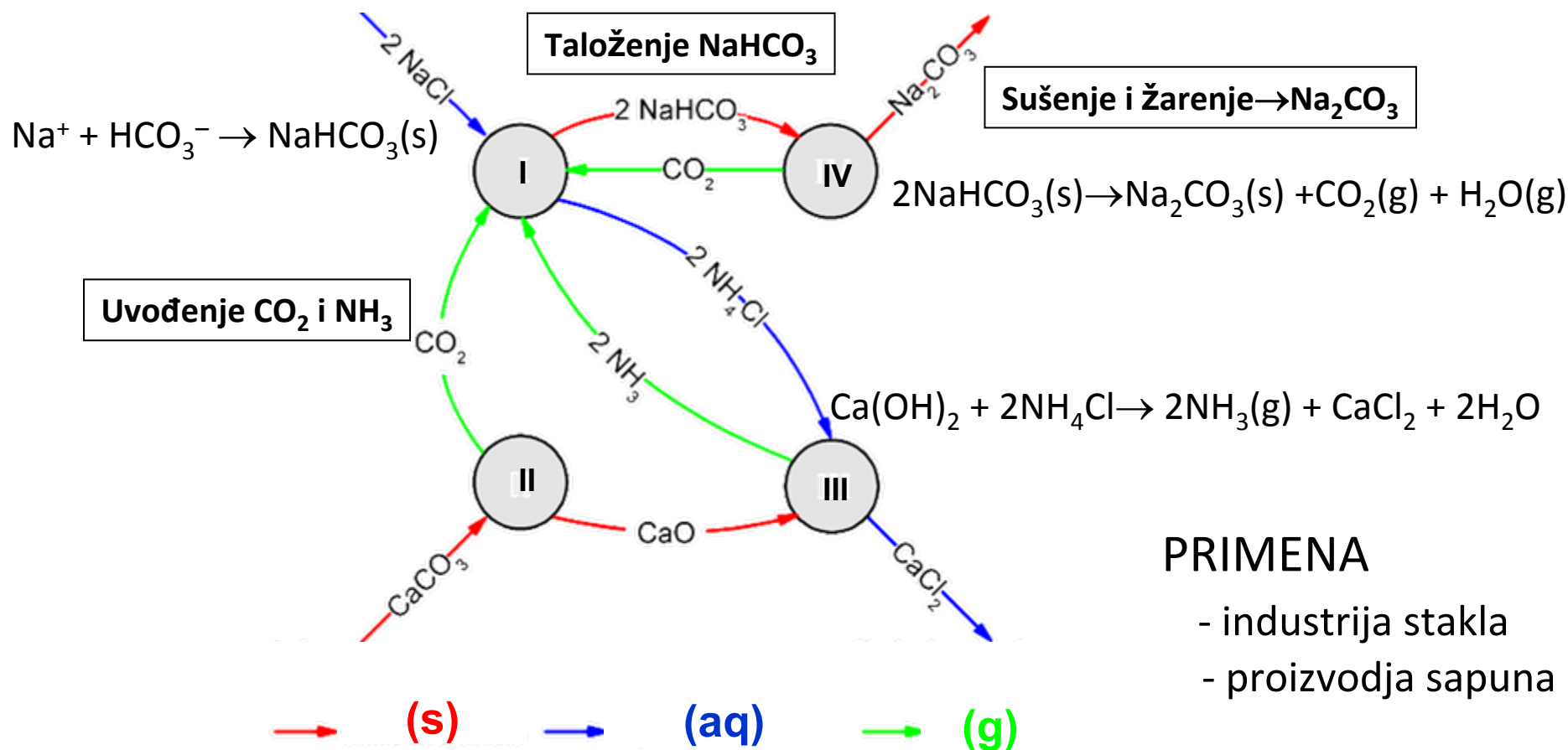
GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

UGLJENA KISELINA



- dobijanje Na_2CO_3 i NaHCO_3

Solvejev postupak



PRIMENA

- industrija stakla
- proizvodnja sapuna

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

ELEMENTORGANSKA JEDINJENJA – ORGANOMETALNA JEDINJENJA

- jedinjenja kod kojih postoji veza E-C (pr. $\text{H}_3\text{C}-\text{Hg}-\text{CH}_3$)
- na granici organske i neorganske hemije
- često nestabilna, zapaljiva, eksplozivna jedinjenja

PSEUDOHALOGENA JEDINJENJA

- sadrže grupu $\text{C}\equiv\text{N}$

- ili grupu $-\text{E}-\text{CN}$

H-CN cijanovodonična kiselina

E: O, S, Se, Te

- pseudohalogenid joni su stabilniji od pseudohalogenata

CN^- - cijanid jon

OCN^- - cijanat jon

SCN^- - tiocijanat jon

- otrovna jedinjenja
-

GRUPA UGLJENIKA - UGLJENIK

UGLJENIK U PRIRODI

Kruženje

- ciklus C u prirodi uključuje biološki svet, organske i neorganske prirodne materije

Zagađenje

CO_2 – povećana emisija ljudskom aktivnošću

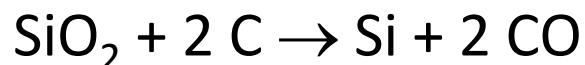


GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

SILICIJUM - srebrnastosivi, metalnog sjaja
- poluprovodnik

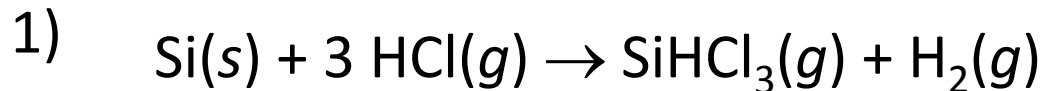
- **dobijanje**

- redukcija SiO_2 koksom



Čistoće 98 %

- za potrebe elektronike (primese $< 1 \cdot 10^{-9}$ at.%) tretiranje sirovog Si



redukcija cinkom



zonalana rafinacija

GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ IV

- karakteristična je sp^3 hibridizacija i veza Si-O

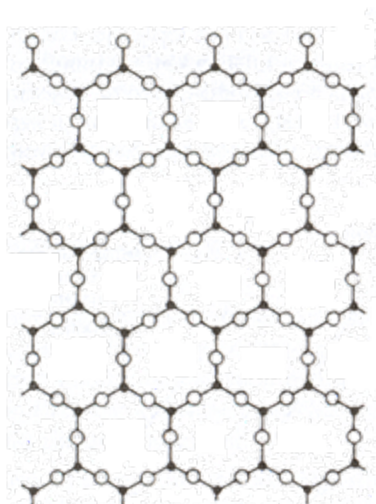
silicijum(IV)-oksid
silicijum-dioksid



- postoji u više kristalnih modifikacija
- najvažnija je α -kvarc

- ne postoji u obliku pojedinačnih molekula; gradi trodimenzionalne mreže

- čvrsta, tvrda supstanca
- $T_t = 1600\text{ }^\circ\text{C}$
(uporediti sa CO_2)
- piezoelektrični materijal

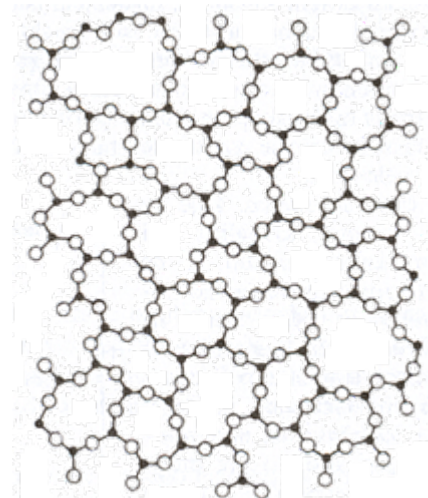


kristalni SiO_2

Si •

O ○

Ukoliko hlađenjem izostane
formiranje pravilne
kristalne strukture
(npr. naglim hlađenjem)



amorfni SiO_2

Podhlađena tečnost - **STAKLO**
Staklasto, neuređeno stanje

GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ IV

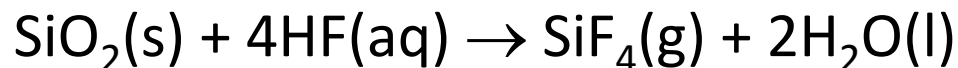
silicijum(IV)-oksid

silicijum-dioksid



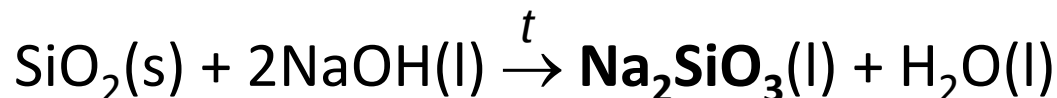
- inertan i nerastvorljiv materijal

- reaguje sa HF:



- prevođenje u rastvor – **alkalno topljenje**

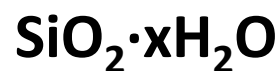
(reakcija sa rastopima baza i karbonata alkalnih metala)



Rastvorljiv silikat – **vodeno staklo**

natrijum-silikat
(ili kalijum-silikat)

dodatak kiseline



“silicijumna kiselina”

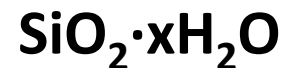
dehidratacija

“silika-gel”

STAKLA (obična): amorfni silikat približne formule $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$

GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ IV



“silicijumna kiselina”

- slabo rastvorljive
- slabe kisline



lako kondenzuje dajući polimerne oblike

- anjoni su stabilni **silikati**

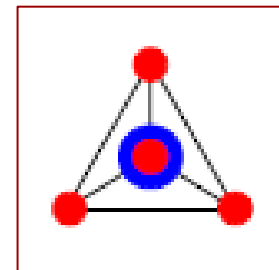
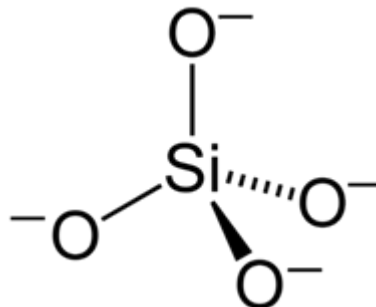
- čine 95 % Zemljine kore:

zemlja, glina, pesak, stene

- osnovna strukturna jedinica silikata:



silikat-jon
ortosilikat-jon



GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ IV SILIKATI

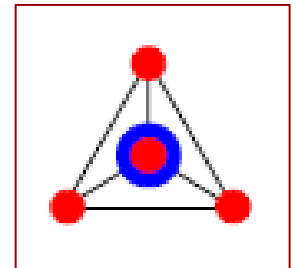
Podela silikata

Silikati sa pojedinačnim anjonima

Silikati sa lančastim i trakastim anjonima

Silikati sa slojevitom strukturom

Silikati sa trodimenzionalnom strukturom

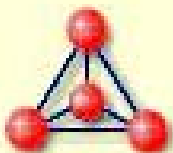


GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ IV

SILIKATI

Silikati sa pojedinačnim anjonima



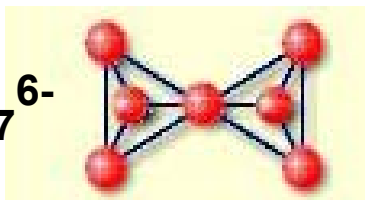
nezosilikati



Zr[SiO₄]
cirkon

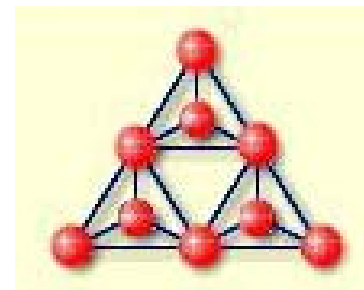
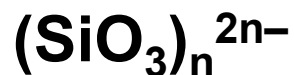


Al₂[(OH,F)₂|SiO₄]
topaz



sorosilikati

ciklični silikati

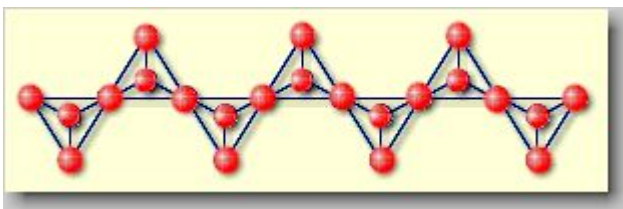


GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

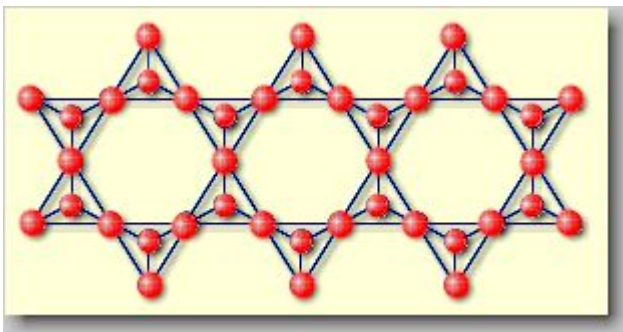
OKSIDACIONI BROJ IV

SILIKATI

Silikati sa lančastim i trakastim anjonima inosilikati



Osnovna jedinica $[\text{SiO}_3]^{2-}$



Osnovna jedinica $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$

GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

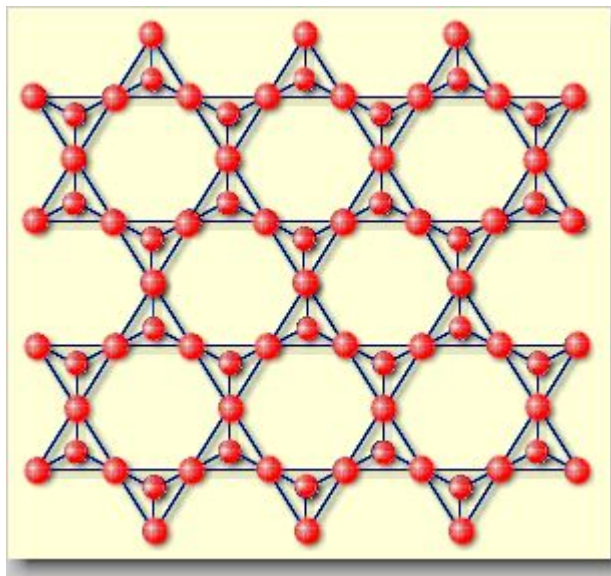
OKSIDACIONI BROJ

IV

SILIKATI

Silikati sa slojevitom strukturom

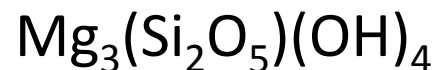
filosilikati



- najvažnija grupa slojevitih silikata su gline

Osnovna jedinica $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$

- između slojeva se mogu naći: voda, joni metala, oksidi, hidroksidi

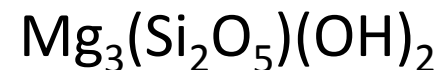


$\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$

OH^-



mineral krizotil
beli azbest



talk

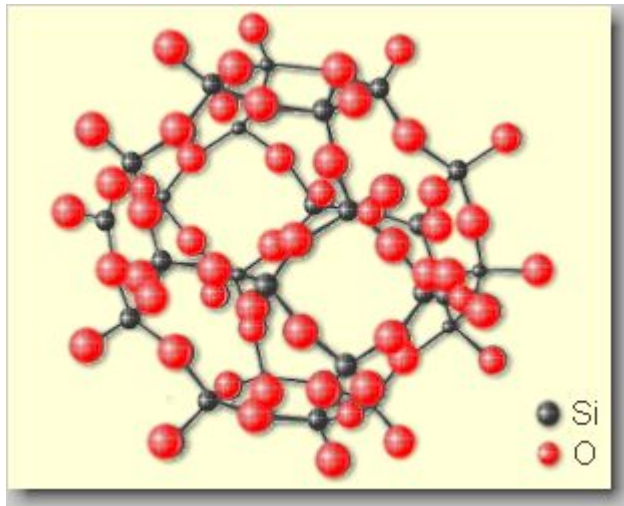
GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ

IV

SILIKATI

Silikati sa trodimenzionalnom strukturom



tektosilikati

Povezivanje tetraedara $[\text{SiO}_4]^{4-}$
u trodimenzionalne strukture pri čemu
jedan kiseonik dele dva tetraedra

ALUMOSILIKATI

Jedan deo Si zamenjen aluminijumom

GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

OKSIDACIONI BROJ

IV

SILIKATI

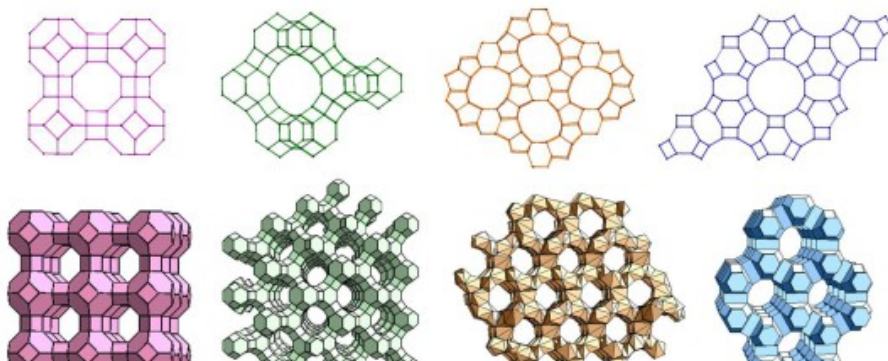
Silikati sa trodimenzionalnom strukturom

- feldspati

pr. ortoklas $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

- zeoliti

Alumosilikati porozne strukture



PRIMENA

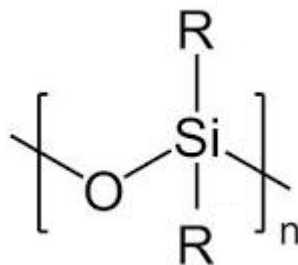
- adsorbesi
- jonoizmenjivači
- nosači katalizatora

GRUPA UGLJENIKA - SILICIJUM

POLISILOKSANI SILIKONI

Polimeri na bazi silicijuma

Osnovna jedinica



- poli(dimetilsiloksani) – viskozne tečnosti
 - umreženi - gume
 - inertni
 - hidrofobni
 - elastični
 - netoksični
 - termički otporni
-

GRUPA UGLJENIKA – KALAJ I OLOVO

- srebrnastobeli, meki metali niske temperature topljenja
- lako se pasiviraju (slojem oksida ili neke soli)

OKSIDACIONI BROJ II

SnO oksidi i hidroksidi imaju amfoterna svojstva
 PbO

- većina soli Pb(II) je slabo rastvorljiva u vodi
- jedinjenja olova, kao i olovo su vrlo toksični

OKSIDI OLOVA

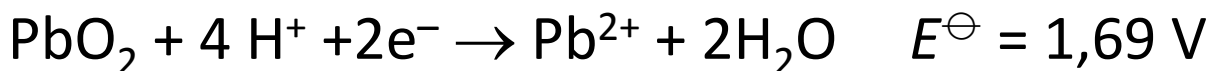


GRUPA UGLJENIKA – KALAJ I OLOVO

OKSIDACIONI BROJ IV

OKSID I OLOVA

PbO₂ – jako oksidaciono sredstvo



- primenjuje se kao oksidans

Pb₃O₄ – minijum - mešoviti oksid

