

# Silicij i spojevi silicija

III. RAZRED

PREDMET: KEMIJA

PROFESOR: ANTONIJA JURČIĆ

ŠKOLA: GIMNAZIJA LJUBUŠKI

# Silicij

- ▶ Silicij u prirodi ne možemo naći u elementarnom stanju, već u obliku silicijevog(IV) oksida ( $\text{SiO}_2$ ) i mnogobrojnih silikata
- ▶ Po rasprostranjenosti u Zemljinoj kori, odmah je iza kisika,  $w(\text{Si}) = 25,7 \%$
- ▶ Plinoviti spojevi silicija dokazani su u međuzvjezdanim plinovima, a čvrsti silikati pronađeni su na meteoritima i u zvjezdanoj prašini
- ▶ Silicija ima u stabljikama i lišću žitarica, u dlakama, perju i zubima, te u ljušturama algi kremenjašica (diatomeja)



Slika 1. Kristal kvarca,  $\text{SiO}_2$

# Dobivanje silicija



- ▶ Elementarni silicij može se proizvesti na više načina, a procesi su dosta složeni
- ▶ Jedna od važnijih metoda je redukcija silicijevog(IV) oksida (kvarca), koksom pri temperaturi od oko 2 100 °C



- Dobiveni silicij sadrži oko 2 % nečistoća
- Silicij visoke čistoće proizvodi se iz plinovitog triklorsilana ( $\text{SiHCl}_3$ ), koji se dobiva reakcijom nečistog silicija s klorovodikom pri 600 °C



- Plinoviti triklorsilan, pročišćen frakcijskom destilacijom, reducira se vodikom, a nastali elementarni silicij taloži se na šipke vrlo čistog i zagrijanog silicija u samom reaktoru

# Dobivanje silicija



- Dobiveni silicij ima čistoću 99,9999 %
- Kada je izdvojen, najčišći silicij sastoji se od mnogo malih kristala
- Da bi se dobili veliki monokristali silicija, kakvi su potrebni za proizvodnju čipova, silicij se rastali pri 1 440 °C
- U taljevinu se uroni jedan mali kristal za cijepljenje pričvršćen na dršci
- On se dalje uz stalnu vrtnju izvlači iz silicijeve taljevine, pri čemu se na njemu kristalizira ostali silicij
- Tim postupkom može se dobiti kristal promjera 20 cm, i mase do 70 kg
- Iz tog kristala u obliku šipke može se izrezati oko tisuću ploča debljine 1 mm
- Iz svake takve ploče može se načiniti do 100 čipova

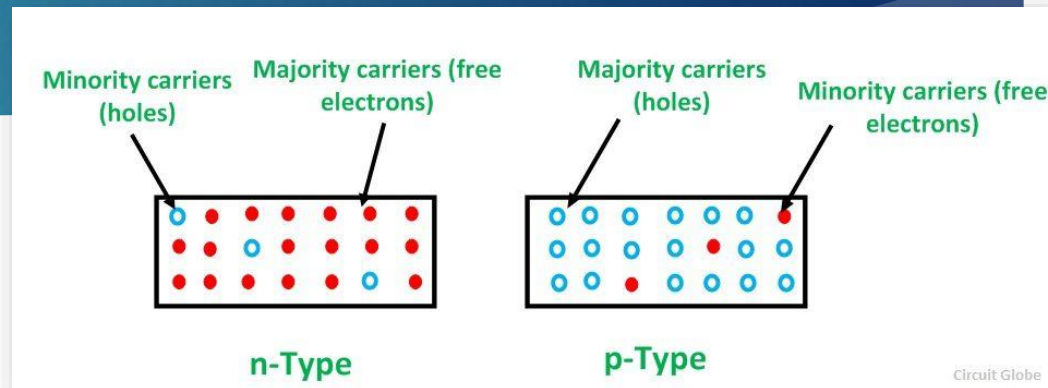


# Fizikalna svojstva silicija

- ▶ Čvrsti silicij ima dijamantnu strukturu
- ▶ Tvrd je i krt
- ▶ Ima visoko talište i vrelište

## ▶ Poluvodič je

- Vodljivost silicija povećava se s porastom temperature (ali i s prisutnošću malih količina drugih atoma u njegovoj strukturi, tada govorimo o poluvodičima s nečistoćama)
- Ako su nečistoće atomi elemenata 13. skupine, radi se o poluvodičima p-tipa
- Ako su nečistoće atomi 15. skupine, radi se o poluvodičima n-tipa
- Atomi nečistoća zamjenjuju atome silicija, a sama struktura se pri tome ne mijenja
- Budući da atomi nečistoća i atomi silicija imaju različit broj valentnih elektrona, vodljivost se znatno povećava

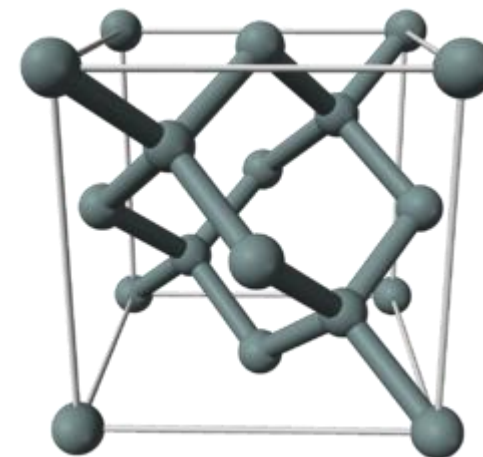


# Kemijska svojstva silicija

- ▶ Silicij ne reagira s kiselinama
- ▶ Silicij s lužinama tvori silikate oslobađajući vodik



- ▶ U reakciji s halogenim elementima nastaju tetrahalogenidi,  $\text{SiX}_4$
- ▶ U reakciji s vodikom nastaju silani, opće formule  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$  gdje je  $n$  broj atoma silicija
- ▶ Silicij pri povišenoj temperaturi reagira s kisikom, čiji je produkt silicijev(IV) oksid (silicijev dioksid ili  $\text{SiO}_2$ )



# Silicijev dioksid (silicijev(IV) oksid), SiO<sub>2</sub>

- ▶ U prirodi se pojavljuje u dvadesetak različitih kristalnih i amornih modifikacija
- ▶ Najpoznatiji su **kremen** i **kvarc** (najrasprostranjeniji minerali u prirodi)
- ▶ Uz kremen se pojavljuju *tridimit* i *kristobalit*
- ▶ To su 3 osnovna kristalna oblika koji su stabilni u određenim temperaturnim područjima i ne prelaze lako jedan u drugi

kremen ⇌ tridimit ⇌ kristobalit ⇌ taljevina SiO<sub>2</sub>

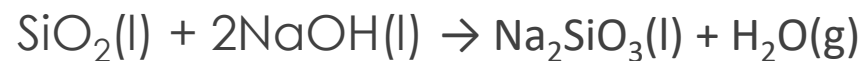
- Kristali kvarca mogu biti različite veličine, s više od 99,9 % SiO<sub>2</sub> su potpuno prozirni
- Obojeni kristali kvarca rabe se kao drago i poludrago kamenje
- Kremen je tvrd i krt kristal, visoka tališta, otporan na djelovanje svih kiselina osim fluorovodične, a lužine ga vrlo slabo i polagano otapaju
- SiO<sub>2</sub> u obliku kremena pijeska, važna je sirovina pri proizvodnji stakla, keramike, vatrogasnog materijala, itd.
- Kremen reagira s taljevinama alkalijskih hidroksida ili karbonata, pri čemu nastaju **silikati**



# Silikati



- ▶ Silikati su soli silicijskih kiselina
- ▶ Izgrađuju gotovo 90 % Zemljine kore
- ▶ Reakcijom rastaljena kremenena i natrijevog hidroksida nastaju silikati, soli silicijskih kiselina



- Nastali natrijevi silikati, za razliku od ostalih silikata, topljivi su u vodi, a njihovu viskoznu otopinu nazivamo **vodeno staklo**
- Reakcijom otopine vodena stakla i klorovodične kiseline nastaje ortosilicijska kiselina,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$



- ▶ Nastala kiselina je nepostojana i zato polikondenzacijom prelazi u polikiseline, čiji se anioni nalaze u raznim vrstama silikata



# Silikati

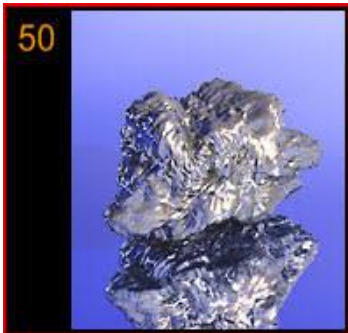
- ▶ Polisilicijske kiseline nisu izolirane u čistom stanju, već postoje samo njihovi anioni vezani u prirodnim silikatima
- ▶ U kristalnoj strukturi polisilicijskih kiselina nalaze se različiti kationi metala
- ▶ Najjednostavniji silikati sadrže izolirani anion  $\text{SiO}_4^{4-}$  i kation metala, primjer takvog silikata je mineral **cirkon** ( $\text{ZrSiO}_4$ )
- ▶ Predstavnik silikata prstenaste strukture je mineral **beril** ( $\text{Al}_2\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ )
- ▶ Vlaknasti silikatni minerali nazivaju se zajedničkim imenom **azbest** (danas se izbacuju iz upotrebe jer štetno djeluju na ljudski organizam)
- ▶ **Liskun** je slojevite kristalne strukture, građen od jednostrukih i dvostrukih lanaca
- ▶ U skupinu alumosilikata trodimenzionalne strukture ubrajamo razne **glinence**: ortoklas, anortit i zeolite

# Ponešto o ostalim elementima 14. skupine

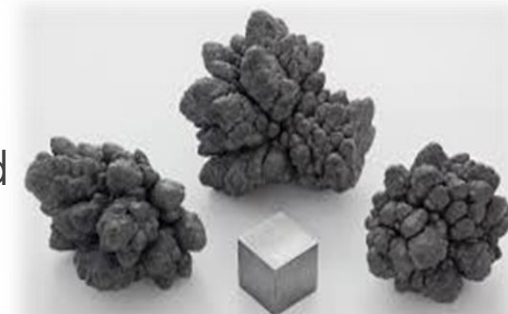
- ▶ **Germanij** je sivobijel, jako krhak polumetal, nalazimo ga samo u spojevima, a ima veliku primjenu kao poluvodič, te se još koristi za izradu optičkih dijelova



- ▶ **Kositar** je važan metal, u prirodi ga nalazimo u spojevima, srebreno bijele boje te veoma sjajan i mekan, pojavljuje u dvjema alotropskim modifikacijama: metalnoj bijeloj i nemetalnoj sivoj, najviše se koristi kod proizvodnje lima za limenke, te kao legirajući metal za dobivanje važnih slitina

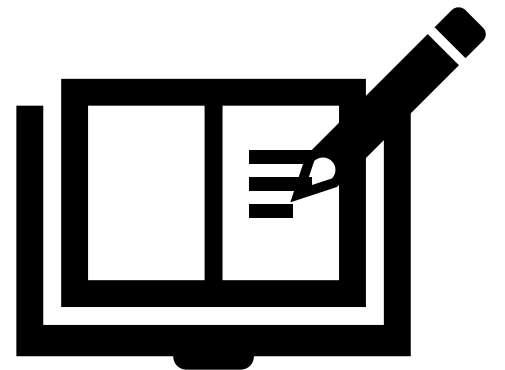


- ▶ **Olovo** je mekan metal, velike gustoće, srebrenkaste boje i niskog tališta, olovo i njegovi spojevi su jako otrovni, a najviše se koristi kod proizvodnje olovnih akumulatora te u industriji boja



# Samostalni rad

1. Nabroji kemijska i fizikalna svojstva silicija.
2. Definiraj silikate.
3. Usporedi germanij, kositar i olovo.
4. Zašto se izbjegava upotreba azbesta i olova u industriji?
5. Jednadžbama prikaži, te objasni dobivanje čistog silicija.



# Literatura



1. Habuš, S., Stričević, D., Tomašić, V., (2017), *Anorganska kemija*, Zagreb, Profil
2. Filipović, I., Lipanović, S., (1988), *Opća i anorganska kemija*, Zagreb, Školska knjiga

