

## A szilícium és vegyületei (28. fejezet)

### A szilícium jellemzése

#### Általános jellemzők

A szilícium a Földön az egyik leggyakrabban előforduló elemek egyike. Noha tiszta állapotban nincs, vegyületei igen nagy mennyiségben vannak jelen. Legfontosabb ásványai közé a kvarc ( $\text{SiO}_2$ ) és a különböző szilikátok tartoznak, melyek a földkéreg felépítésében részt vevő kőzetek túlnyomó részét teszik ki.

Vegyértékelektron-szerkezetét tekintve  $3s^2 3p^2$ . Két párosítatlan elektronja van.

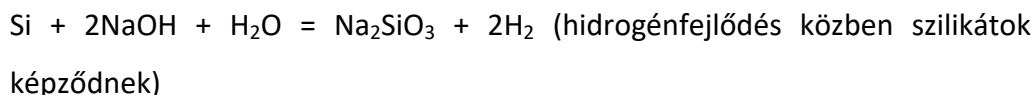
Sötétszürke színű, fémesen csillogó, a gyémánthoz hasonló, atomrácsban kristályosodó elem. Magas olvadás- és forrásponttal rendelkezik, kemény, oldhatatlan. A gyémánttal összehasonlítva azonban alacsonyabb olvadás- és forráspontja, keménysége is kisebb. Ez arra vezethető vissza, hogy a szilícium atomrácsában az atomok távolabb helyezkednek el, emiatt a köztük lévő kovalens kötés energiája is kisebb, és ez okból könnyebben fel is szakítható.

Az áram vezetésének szempontjából van egy különleges tulajdonsága, amit szintén a kisebb kötési energiának köszönhet. Félvezető tulajdonságú, ami azt jelenti, hogy alacsony hőmérsékleten szigetelő, de a hőmérséklet emelésével vezetővé válik. A félvezető anyagok egy érdekes tulajdonsága, hogy – a fémekkel ellentétben – a hőmérséklet emelésével vezetőképességük szinte exponenciálisan nő.

Kémiai tulajdonságait vizsgálva, a szilícium standard állapotban meglehetősen közömbös anyag. Nem hajlandó semmiben oldódni, még a tömény, oxidáló savaknak is ellenáll a felületén kialakuló védő oxidrétegnek köszönhetően.

*Érdemes említést tenni arról, hogy természetesen előállítható olyan sav-elegy, amelyben feloldható. Ha hidrogén-fluorid vizes oldatát salétromsavval elegyítünk, akkor a szilícium feloldódik benne.*

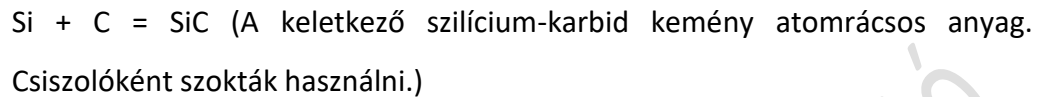
- Erős lúgokban, víz jelenlétében (pl.: NaOH) oldódik:



- A fluor, nagyon erős oxidálószer lévén, standard körülmények között is képes megtámadni:

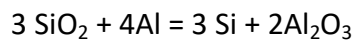
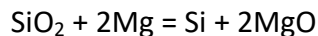


- Magasabb hőmérsékleten szénnel képes reakcióba lépni:

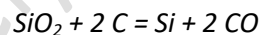


- Magasabb hőmérsékleten a fémek egy részével képes reakcióba lépni, egy másik részében viszont oldódni tud.

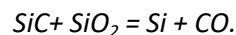
A szilíciumot szilícium-dioxid (kvarc, homok) redukációjával lehet előállítani alumínium vagy magnézium segítségével, magas hőmérsékleten (gyakorlatilag termitreakcióról van szó):



*A szilícium (kevésbé tiszta formában) a fémeknél megszokott szenes redukcióval is előállítható szilícium-dioxidból magas hőmérsékleten:*



*A reakcióban kvarchomok felesleget alkalmaznak, mert az képes visszaalakítani a melléktermékként keletkező szilícium karbidot:*



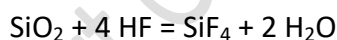
A szilícium a mai elektronikus eszközökhöz elengedhetetlen alapanyag. Például a számítógépek processzorai is szilíciumlapokból épülnek fel. Másik nagyon fontos felhasználási területe a kohászat. Ott ötvöző anyagként használják a fémek bizonyos tulajdonságainak (pl. korrózióval szembeni ellenállás) javítása érdekében.

## **A szilícium fontosabb vegyületei**

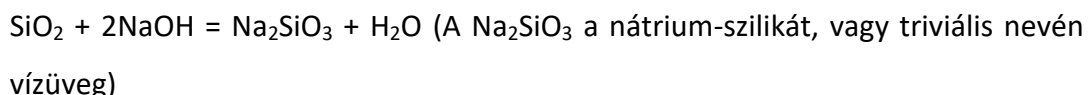
### **Szilícium-dioxid (SiO<sub>2</sub>)**

A szilícium-dioxid szilárd, rendkívül kemény anyag. Kristályszerkezete atomrácsos, ez okozza nagy keménységét, magas olvadáspontját, valamint azt, hogy fizikai oldószere nincs. Szilárd állapotban többféle módosulatban fordul elő, az egyes módosulatok csak a kristályszerkezetükben, ezáltal fizikai tulajdonságaikban térnek el. Szaknyelven az ilyen anyagokat **polimorf módosulat**nak nevezzük. Legfontosabb módosulatai a kvarc, a tridimit és a krisztobalit. E három módosulatnak vannak még egyéb módosulatai is. A három közül kiemelkedő jelentőségű a kvarc.

A kvarc vízben nem oldódó, átlátszó, elektromosan szigetelő, nagy keménységű, magas olvadáspontú, atomrácsos anyag. Az SiO<sub>2</sub> összegképlet picit csalóka, valójában „csak” egy tapasztalati képlet, ugyanis a kristályszerkezetében egy szilíciumatom négy oxigénatomhoz kapcsolódik (tetraéderes vegyérték-orientáció). Az így létrejött SiO<sub>4</sub> egységek az atomrács „elemi cellái”. A SiO<sub>2</sub> kémiailag nagyon ellenálló, szinte semmivel nem reagál szobahőmérsékleten. Van azonban egy sav, amelynek nem tud ellenállni, ez a hidrogén-fluorid (folsav). A HF-el történő reakcióját üvegmaratásnak is szokták nevezni, ugyanis a SiO<sub>2</sub> az üveg fő komponense (következésképpen a folsavat nem szabad üvegedényben tárolni, azzal üvegeszközben dolgozni).



Erős lúgokkal (pl. NaOH) aktiválás után szilikátokat képez:



A kvarc alkalmazási területe eléggé széleskörű:

- UV áteresztő tulajdonsága miatt kvarclámpakészítésnél használják.
- Szilícium előállításánál kiindulási anyag.

- *Üveggyártásnál kulcsfontosságú szerepet tölt be. A kvarcból olvasztással kvarcüveg is készíthető. A kvarcüveget laboratóriumi eszközök készítésénél használják, ugyanis olyan tulajdonsággal rendelkezik, hogy nagyon magas hőmérsékleten, vörös izzáson is ellenálló, valamint hirtelen hűtés hatására nem törik. Ezek a szempontok számos esetben nagyon fontosak pl. egy magas hőmérsékletű kémiai reakciók megfigyelése, kivitelezése esetén.*
- Cementgyártásnál alapanyagként szolgál.
- A kvarckristályok ultrahang előállítására is alkalmasak.
- Kvarcóra készítésénél is használatosak.

A kvarc legnagyobb mennyiségben homok alakjában fordul elő.

### Az üveg

Az üveg fő komponense a szilícium-dioxid. Üveggyártás alatt szilícium-dioxid, mészkő ( $\text{CaCO}_3$ ), szóda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) és számos fénoxid összeolvasztását majd túlhűtését értjük. A folyamat során az összetevőket magas hőmérsékleten (1300-1500 °C) összeolvasztják. Az így kapott folyékony, átlátszó olvadékot feldolgozzák (a kitűzött célnak megfelelő eljárásnak vetik alá), majd lehűtik.

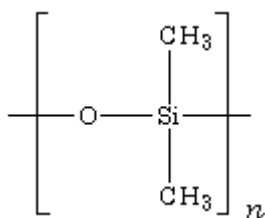
A kapott üveg amorf szerkezetű, mechanikailag rideg, törékeny. Hűtés során a szilícium-dioxid térhálós szerkezete megváltozik, a különböző fénoxidok kationjai bekerülnek a rácsba, melynek szép szabályos elrendeződése ennek hatására megváltozik. Az üveg széleskörűen használható különböző célokra, ugyanis tulajdonságai a fénoxidok minőségével befolyásolható.

Néhány üvegfajta:

- nátronüveg: Szilícium-dioxid mellett csakis nátriumot és kalciumot tartalmaz. Átlátszó és törékeny, elsősorban ablaküveggént használatos.
- ólomüveg: Ólom- és káliumtartalmú üveg. Nagy fénytöréssel és sűrűséggel rendelkezik. Dísz tárgyakat és konyhai eszközöket (pohár, tálca) készítenek belőle.

- káliüveg: Előállításánál alapanyagként a szilícium-dioxid mellett hamuzsirt ( $K_2CO_3$ ) és mészkövet használnak. Főként dísz tárgyakat készítenek belőle, de laboratóriumi eszközök alapanyagaként is szolgálhat.
- hőálló üveg: bórt és alumíniumot tartalmazó üvegfajta. Hőtágulása kicsi, laboratóriumi eszközök és izzók készítésére alkalmas.
- kvarcüveg: tiszta szilícium-dioxidból készül. Vegyszer- és hőálló. Vörös izzásról való hirtelen hűtés hatására nem törik, ezért laboratóriumi eszközök készítésére kiváló.

### Szilikonok



A szilikonok polimerek. A polimerek olyan makromolekuláris (tehát óriásmolekulából álló) vegyületek, melyek sok, kis, azonos molekulából (un. monomerből), változatos kémiai reakciók során (általában: polimerizáció) állnak össze. Minden olyan polimert szilikonnak neveznek, melynek a gerincét szilícium- és oxigénatomok alkotják. A polimerben lévő Si-O-Si kötések sziloxán-kötésnek nevezük.

A szilícium a szénhez hasonlóan négy vegyértékű, vagyis négy darab kovalens kötést képes létrehozni. A szilikonok emiatt igen izgalmas és változatos alakot ölthetnek.

A rövidebb láncú szilikonok olajszerű folyadékok (szilikonolaj), a hosszabb és térhálós szerkezetűek gumiszerűek, szilárdak. A térhálósítás, vagyis az egyes szilikonláncok keresztkötéssel való összekötése a szilícium négy vegyértéke miatt lehetséges (akárcsak a szerves vegyületeknél az elágazó szénláncok). A szilikonok láncában mindig találhatóak szerves alkilcsoportok, vagyis Si-C kötések, amelyekről később lesz szó.

A szilikonok felhasználása igen széles körű. Nagyon nagy előnyük, hogy nem mérgezőek, esetenként biokompatibilisek. Például a rövidebb láncú, olajszerű szilikonok hidraulikaolajként, a hosszabb szénláncú, gumiszerű szilikonok implantátumként, rugalmas protézisként és kontaktlencseként használhatók.

A szilikonokat a második világháború alatt, az 1940-es években kezdték el tömegesen gyártani az USA-ban.