

Steklo



Gimnazija Koper
Mentor: Bojana Reščič
Učenka: Nataša Stepančič
2.Č

STEKLO v širšem pomenu so vse taline, ki se pri ohlajanju strdijo in so v taki imenovanem *steklastem stanju*, kar pomeni, da se stekla pri točno določeni temperaturi ne stalijo, temveč počasi zmehčajo. (*se nahajajo v amorfnem (brez enotne strukture), nekristaliničnem stanju.*)

Naravno steklo je obstajalo že od nekdaj, saj so se nekatere kamnine ob pojavih, ki povzročijo visoko temperaturo, kot na primer vulkanski izbruhi, udarci strele ali pa trčenje meteoritov, stopile, nato pa hitro ohladile in strdile. V kameni dobi ga je človek uporabljal kot orodje za rezanje. Kot je zapisal starorimski zgodovinar Plinij, naj bi steklo odkrili Feničanski trgovci, ki so prevažali kamenje na področju Sirije okrog 5000 let pred našim štetjem.

Steklo je lahko je produkt organskih (npr. sladkor) ali anorganskih tekočin (npr. stopljen pesek), kot tudi večine tekočin pod pogojem, da je hitrost hlajenja dovolj velika, da njihova struktura "zamrzne" preden se pojavi kristalizacija. Če je hitrost hlajenja pri neki talini dovolj velika, praktično vsako staljeno snov lahko pripeljemo v "stekleno stanje". Zato pod stekla ne štejemo samo produkte iz kremenca, temveč tudi substance kot so steklo iz akrila, celuloze in kovin. V ožjem pomenu razumemo pod steklom samo strjeno talino nekaterih silikatov. Pri teh trdnih telesih ni moč govoriti o nobeni določeni kristalni strukturi, saj jih sestavljajo silikatni ioni zgrajeni iz tetraedrov SiO_4 , ki se držijo skupaj s kovinskimi ioni in so popolnoma neenakomerno razporejeni. Steklo je moč najti tudi v naravi, in sicer v obsidianu. To je trda, steklu podobna vulkanska kamnina, ki je nastala pri hlajenju lave.

Pri segrevanju se steklo zopet utekočini. Steklo je praviloma prozorno, lahko pa je tudi le deloma prozorno ali neprozorno, pa tudi barvno z dodatkom posebnih primesi. Steklo ima veliko prednosti pred drugimi snovmi, predvsem zato, ker ga je mogoče stoodstotno predelati, zaradi njegove raznolike in enkratne uporabnosti, okolju prijazne pridelave in okolju prijaznih produktov iz stekla, izjemne kemijske odpornosti in raznolikih optičnih lastnosti.

KEMIJSKE IN FIZIKALNE LASTNOSTI

Pri amorfnih (nekristalinični) snovi, kot je steklo, so (drugače kot pri kristaliničnih snoveh) molekule ali ioni neurejeni oz. urejeni le na zelo majhnih razdaljah ("podhlajena talina"), zato te snovi nimajo ostro omejenega tališča, ampak se zmehčajo v širših temperaturnih intervalih. Tako je tališče stekla med $500^{\circ}C$ in $1650^{\circ}C$, odvisno od njegove sestave.

Natezna trdnost (največja mogoča obremenitev, ki jo telo prenese, ne da bi se pretrgalo), lahko pri posebno obdelanem steklu preseže $7000 kg/cm^2$.

S pihanjem, valjanjem, vlečenjem in ulivanjem je steklo moč obdelati v vse možne oblike. Steklo je posebej pomembno zato, ker je pri njegovi izdelavi moč v veliki meri vplivati na njegove lastnosti. Je higienično, ker ne prevzema nobenega okusa.

Steklo prav tako nima vonja, njegovo gladko površino pa je lahko očistiti. Ker površina nima por, steklo ne prepušča plinov.

Ob majhnih obremenitvah reagira elastično, pri velikih pa je drobljiv. Steklo je izolator in slabo prevaja toploto. Steklo je odporno proti skoraj vsem kemičnim vplivom, relativno hitro ga najedajo le flourovodikova kislina in taline hidrokisidov alkalijskih kovin. Za jedkanje stekla uporabljajo flourovodikovo kislino in nekatere druge flourove kisline. Alkalne raztopine steklo le najedajo, tako da npr. alkalna pralna sredstva v pomivalnih strojih praske na kozarcih le povečajo.

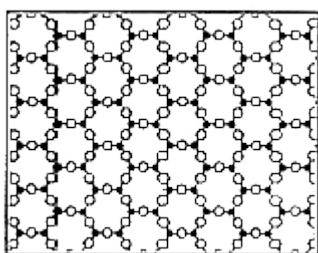
Talina stekla ima drugačne lastnosti, saj do neke mere prevaja elektriko, ker se pri raztapljanju ioni sprostijo.

PRIDOBIVANJE IN PREDELAVA STEKLA

Poznamo **kemijsko** in **tehnično** pridobivanje stekla. Osredotočila se bom na kemijsko. Glavna sestavina stekla je kremen, tj. silicijev dioksid (SiO_2). Najdemo ga predvsem v pesku, kjer pa je pomešan z različnimi nečistočami. Zelo čistega najdemo v kameni streli. Pesek deluje kot osnova stekla, tako da ustvari stekleno mrežo, na primer s pomočjo barvnih oksidov. Ti steklo obarvajo, zato ga sme pesek vsebovati v majhnih količinah. Kremen je glavna sestavina skoraj vseh stekel in od njega so odvisne osnovne lastnosti in struktura stekla.

Silicijev dioksid je zelo trdna snov. Silicijevi atomi in atomi kisika, ki so v obliki tetraedra razporejeni okrog njih, tvorijo kristalno mrežo, pri čemer so atomi kisika znova povezani z atomi silicija. Nastane kristalna mreža, v kateri so vsi atomi med seboj povezani preko atomskih vezi.

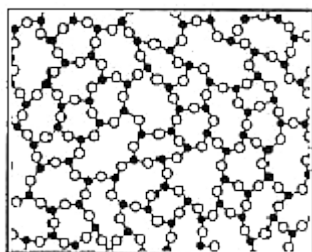
Kremenov kristal



Kremen ima zelo visoko tališče, $1700\text{ }^\circ\text{C}$. Vzrok temu so močne Si-O vezi, ki se morajo pri taljenju prekiniti. Pri hlajenju je talina gosto tekoča in se na koncu strdi, ne da bi kristalizirala. Nastane kremenovo steklo. Podobno kot pri kremenu so silicijevi atomi tudi v kremenovem steklu obdani s štirimi

kisikovimi atomi v obliki tetraedra. Ti tetraedri pa niso razporejeni tako kot v kremenu, temveč so ostali v neredu, ki je bil navzoč v tekočini.

Talina kremena



Kremenovo steklo je sorazmerno drago in zelo kvalitetno, saj ima zelo majhno toplotno razteznost, kar pomeni, da je zelo majhna nevarnost, da se steklo pri ekstremni menjavi temperature razleti. Poleg tega, da je kremenovo steklo obstojno proti toploti, je tudi odporno proti koroziji in prepustno za ultravijolične žarke.

Da bi bila izdelava stekla cenejša, pesku primešajo še nekatere druge snovi, večinoma sodo (Na_2CO_3). Ta snov kremenu zniža visoko tališče. Včasih so jo pridobivali iz egiptovskih jezer, ki so vsebovala sodo, ali pa tako, da so sežigali rastline, ki so vsebovala sodo, in nato luščili pepel. Danes sodo izdelujejo po Solvayevem postopku tako, da v raztopino kuhinjske soli uvajajo amoniak in CO_2 , pri čemer se obarja natrijev hidrogenkarbonat ("soda bikarbona"), ki ga s segrevanjem prevedejo v karbonat, sodo.

Pesku in sodi dodajo še zmleti apnenec (CaCO_3), ki steklu poveča trdnost in kemijsko odpornost proti številnim kemijskim snovem. Pri segrevanju snovi izhaja ogljikov dioksid in nastajajo silikati, ki imajo podobno kot silicijev dioksid deloma mrežasto zgradbo.



Tudi silikati preidejo pri hlajenju v stekleno stanje. Nastalo steklo je mešanica natrijevega in kalcijevega silikata, imenovano natrijevo-kalcijevo steklo ali "običajno steklo". Ta vrsta stekla se uporablja najpogosteje, čeprav je manj kvalitetno kot čisto kremenovo steklo in se pri velikih temperaturnih spremembah razleti. Vzrok za to leži v strukturi nastalega stekla. V natrijevem-kalcijevem steklu niso sklenjene vse silicijeve vezi Si-O. Tu natrijevi ioni nevtralizirajo negativne naboje nevezanih kisikovih atomov na robovih tetraedrov SiO_4^- .

Glede na uporabo stekla pri izdelavi dodajajo tudi druge surovine, kot na primer različne okside, ki steklo obarvajo. Kobaltov oksid steklo obarva modro, aurati ga obarvajo rdeče (rubinasto), svinčev oksid pa povzroči večji lom svetlobe, zato ga uporabljamo za kristalno steklo. Tudi druga barvila se lahko v mikroskopsko majhni obliki porazdelijo v snovi. Steklo kalijo npr. s kalcijevim fosfatom, cinkovim dioksidom in kriolitom. Pogosta je tudi kasnejša obdelava z brušenjem ali jedkanjem s flourovodikom.

Danes steklo skoraj izključno predelujejo strojno, le nekatera posebna in okrasna stekla so izdelana ročno. Postopki za nadaljnjo predelavo taline so različni, od vlivanja, valjanja, vlečenja do pihanja in stiskanja.

Poznamo kontinuirni postopek in postopek po Pittsburgu.



Po tem postopku izdelujejo na primer okensko steklo. Potrebne sestavine zmešajo v zbiralnem lijaku in talijo v peči, kurjeni z nafto. Rastaljena steklena masa izteka v lebdečo kopel, ki je dolga do 60 metrov in široka 8 metrov, iz rastaljenega kositra z nevtralno atmosfero. Steklo se razlije po površini te rastaljene kovine in dobi obliko enakomerno debele plošče. Pri prehodu skozi kopel se steklo postopno ohlaja, saj temperatura pade od 1000 °C na 600 °C. Medtem ko kositer ostane v tekočem stanju, saj se strdi šele pri 232 °C, se steklo počasi strjuje.

Postopek po pittsburgu → steklo preko ohlajenega valja povlečejo iz taline. Tega postopka danes skoraj ne uporabljajo več, ker dobljeno steklo ni dovolj gladko.

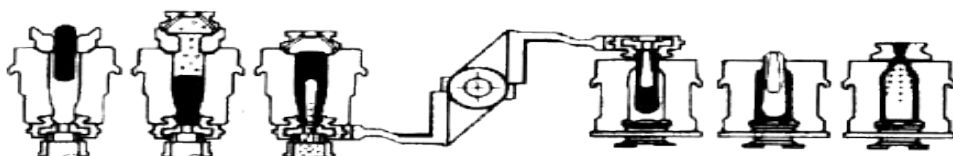
UPORABA STEKLA IN PROIZVAJANJE

Ker je steklo mogoče stokratno reciklirati, ga lahko vedno znova uporabimo, pri tem pa snov ne izgubi na kakovosti. Proces pridobivanja novega stekla iz starega je tudi zelo učinkovit, saj pri tem skoraj ni odpadkov ali neželenih stranskih produktov. Skoraj vedno ko govorimo o odpadnem steklu, s tem mislimo stekleno embalažo, tj. steklenice in kozarce za hrano in pijačo. Katerakoli druga vrsta stekla bi vmešala v zbrano steklo nečistoče, in sicer zato, ker je steklo za embalaže natrijevo-kalcijevo steklo, ki vsebuje pesek, sodo in apnenec. Druge vrste stekla vsebujejo številne druge primesi, ki povzročijo težave v talilni kadi. Pri tem je posebno nevarno laboratorijsko steklo, ki vsebuje borosilikate, pa tudi razne kemikalije, ki ostanejo v kemijskem posodju lahko onesnažijo reciklirano steklo.



Steklenice in steklene posode proizvajajo s pihanjem, serijske izdelke (steklenice, svetila, stekleno embalažo itd.) na avtomatskih strojih, posebne oblike pa s steklopihaško cevjo. Med orodja za obdelavo stekla sodijo cevka za pihanje, palica, klešče, škarje in valjska plošča.

Navadno gospodinjsko posodo, steklene zidake ipd. izdelujejo tako, da vtisnejo ali vpihajo talino v jeklene modele. Pri strojnem pihanju stekla najprej kapljo taline napihnejo v modelu, nato pa ga robot prenese v drug model, kjer ga ponovno segrejejo in s pihanjem izdelek dokončno oblikujejo. Stroji dnevno izdelajo do 60 000 steklenic.



1. Kremenovo steklo uporabljajo za halogenske žarnice in ultravijolične mikroskope. Poleg tega ima zelo majhen koeficient razteznosti, tako da pri veliki spremembi temperature ne počí.
2. Natrijevo-kalcijevo steklo To steklo se lahko tali, saj se zmehča že pri 500 do 600 °C. To steklo je v veliki meri odporno proti kemijskim vplivom, le alkalne raztopine ga hitro najedajo. To je ceneno "običajno steklo", ki se uporablja za okna, kozarce, ogledala in žično steklo.
3. Boral steklo ali jensko steklo (borosilikatno), kjer je del SiO_2 zamenjan z B_2O_3 oziroma Al_2O_3 . To steklo je zelo odporno proti kemikalijami in temperaturi. Zato ga uporabljajo za kemijsko steklovino in kuhinjsko posodje.
4. Kalijevo-kalcijevo steklo vsebuje kremenčev pesek (SiO_2), apnenec (CaCO_3) in pepeliko (K_2CO_3). Ta vrsta stekla je težko taljiva, saj se

zmehča pri 700 do 800 °C, zato ga uporabljajo za epruvete, kot "češko kristalno steklo" in "kronsko steklo" za optične naprave.

5. "Kristalno" steklo vsebuje 54 do 65 odstotkov kremenčevega peska (SiO_2), 18 do 38 odstotkov svinčevega oksida in 13 do 15 odstotkov pepelike (K_2CO_3). Ker svinčevo steklo močno lomi svetlobo, je cenjeno kot okrasno steklo. Je težko taljivo. Uporabljajo ga kot optično steklo, "kristalno steklo" npr. za vaze, sklede in kozarce, obarvanega pa za imitacijo dragih kamnov. Zaradi absorpcije močnih energijskih žarkov, pa ga uporabljajo tudi kot zaščitno steklo pred žarčenjem.
6. OPLEMENITENA PLOSKA STEKLA → Tako je na primer večplastno zaščitno steklo. Sestavljeno je iz najmanj dveh plasti stekla, ki sta zlepljeni s plastično folijo. Če se steklo razbije, ostanejo črepinje na foliji, steklo pa ostane prozorno. Večplastno zaščitno steklo uporabljajo za vetrobransko steklo in kot zaščitno steklo pri strojih.

ZANIMIVOST

Danes zaščitno steklo uporabljamo kot vetrobransko steklo za avtomobile, zaščitna očala, pa tudi za okna in vrata v mnogih javnih zgradbah. Čeprav je to steklo zelo pomembno, pa je bilo odkrito zaradi nerodnosti. Francoski znanstvenik Edouard Benedictus je namreč v svojem laboratoriju leta 1903 po nesreči na tla sunil stekleničko s celuloidom. Na njegovo začudenje se ta ni razletela po celem laboratoriju kot običajno, temveč je ostala na mestu. Steklenička se je sicer razbila, a je pri tem ohranila svojo obliko. Benedictus se je zavedal pomembnega odkritja in nadaljeval z raziskavo. Tako je razvil proces, pri katerem je s segrevanjem med dve plasti stekla vstavil celuloid. Steklo je bilo tako moč udariti s kladivom, pa se vseeno ni razletelo. Toda na začetku za to odkritje ni bilo zanimanja. Med prvo svetovno vojno je ameriška vojska zaščitno steklo začela uporabljati za plinske maske, avtomobilska doba pa je sliko popolnoma spremenila, saj so z letom 1914 z Benedictusovim odkritjem začeli opremljati avtomobile.

Med oplemenitena stekla spada tudi izolacijsko steklo, ki je sestavljeno iz dveh ali več plasti. Med plastmi je presledek od 9 do 12 milimetrov, ki je zapolnjen z zrakom ali plinom, ki preprečita, da bi toplota uhajala iz notranjosti.

7. STEKLENA VLAKNA → Iz taline pridobivamo tudi niti, katerih premer znaša le nekaj mikronov. Te steklene niti se uporabljajo v gradbeni industriji kot steklena volna za toplotno in zvočno izolacijo. Steklena

vlakna se uporabljajo tudi za krepitev plastičnih delov, kot na primer v proizvodnji vozil, pri športnih napravah in zaščitnih čeladah.

8. POSEBNA STEKLA → - Termometrsko steklo

- Stekla prepustna za ultravijolično svetlobo
- Modro kobaltovo steklo (v talino dodajo Co_3O_4)
- Mečno steklo, ki je motno zaradi dodanega TiO_2
- Svetlobno občutljiva (fototropna, fotokromna - spreminja svojo barvo pri različnih stopnjah osvetlitve) stekla na svetlobi reverzibilno potemnijo in so temnejša, čim bolj je svetlo (vsebujejo srebrov (I) klorid, AgCl)
- Glazure, ki so lahka taljiva stekla
- Nesilikatna stekla (fosfatna, boratna stekla)
- "Organsko steklo", polimetilmetakrilat, bolj znano kot pleksi steklo

ZLATOV RUBIN

...je steklo obarvano s pomočjo zlata. Za takšne vrste stekel je potrebno (čimbolj) čisto zlato, saj primesi dajo steklu drugačno barvo. Izdelki so visoko cenjeni, poleg tega pa nedosegljivi povprečnemu kupcu, saj imajo dokaj veliko ceno.

Andreas Cassius in Johann Kunckel je v delu »De Auro« (1685) prvič opisal metodo za pripravo rdeče oborine iz kositrove kisline z zlatom, snov, ki je kasneje postala znana kot Cassiusov škrlat. A. Cassius in njegov sina sta bila tista, ki sta preučevala nastanek rdeče oborine in jo vpeljala v talino stekla. Med ponovnim segrevanjem stekla, ki je vsebovalo Cassiusov škrlat, sta opazila da se v začetku brezbarvno steklo obarva v rdeče. Kunckel (1630-1705) je bil na trgovski lestvici uspešen v izdelavi zlato-rubinovega stekla in Kuncklova stekla so kmalu postala znana po njihovi lepoti. Umetnost izdelave masivnega zlatega rubina je s Kunckelovo smrtjo šla v pozabo. Ponovno so jo odkrili v 19. stoletju. Do takrat je bil zlatov rubin uporabljen samo za oblaganje stekla.

VIRI

- Nataša Bukovec, Darko Dolenc, Boris Šket → Kemija za gimnazije 2 (učbenik)
- Duden, Kemija → Tematski leksikoni
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Glass>
- Velika ilustrirana enciklopedija za šolo in dom

