



STAKLO, CEMENT I BETON

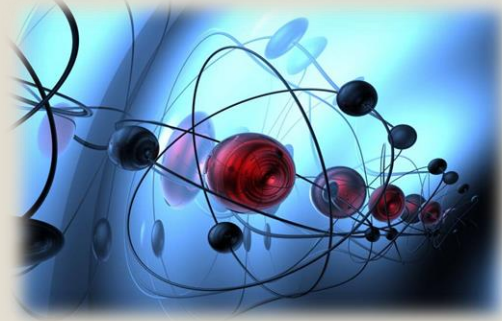
III. razred

Predmet: Kemija

Profesor: Antonija Jurčić

Škola: Gimnazija Ljubuški

Uvod



- U suvremenom svijetu život bez tehnologije jest gotovo nemoguć, a razvoj novih tehnologija izravno ovisi o vrsti i kakvoći konstrukcijskih materijala
- Elektrotehnika, nuklearna energetika, strojarstvo, građevinarstvo, automobilska i ostale industrije izuzetno ovise o znanju iz kemije i materijalima koje proizvode kemičari
- Kemija kao znanost općenito podiže općeljudske standarde i kvalitetu života



Staklo

- Staklo je materijal koji se ne nalazi u prirodi
- Danas je nezamjenjiv materijal u svakodnevnom životu
- Staklo se dobiva taljenjem osnovnih sirovina:
 - Kvarcnog pijeska
 - Sode
 - Vapnenca
- Osnovnim sirovinama dodaje se i stakleni krš (oko 30 %) jer ima niže talište od osnovnih sirovina, pa povećava brzinu staljivanja (time se uštedi oko 32 % energije)
- Kemijski proces u proizvodnji običnog ili natrijeva stakla prikazujemo jednačbom:
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + 6 \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \times \text{CaO} \times 6 \text{SiO}_2 + 2 \text{CO}_2$$
- Staklo je pothlađena tekućina amornog sastava koja nema određeno talište, pa zagrijavanjem polako mekša, što omogućuje njegovu obradu puhanjem
- Sastoji se od nepravilne mrežaste strukture djelomično spojenih SiO_4^{4-} tetraedara.



Vrste stakla



- **Obično staklo** rabi se za izradu prozorskih stakala, zatim kao staklo za ogledala i razno stakleno posuđe
 - Sastav mu približno određuje formula $\text{Na}_2\text{O} \times \text{CaO} \times 6 \text{SiO}_2$, takvo prozorsko staklo se rabi od 18. stoljeća
- **Kristalno staklo** je najpoznatije i dobije se ako se kalcijev oksid djelomično zamjeni olovnim(II) oksidom (PbO)
 - Teško olovno staklo ima veliki indeks loma svjetlosti, pa se rabi za izradu leća, kristalnih čaša, vaza i drugog
- **Vatrostalno** (natrijevo borosilikatno) staklo se rabi u kemijskom laboratoriju, neosjetljivo na promjene temperature i kemijske reagense
- **Kvarcno** je staklo otporno na brze promjene temperature, a izrađeno od čistog silicijeva dioksida
 - Upotrebljava se za izradu kemijskog pribora koji mora podnijeti nagle promjene temperature (npr. lončići koji su otporni na brze promjene temperature), a kako propušta ultraljubičasto zračenje, upotrebljava se i u kvarcnim svjetiljkama
 - Napravljeno je od čistog SiO_2

Sastav nekih najčešćih vrsta stakla; Recikliranje

- **Optičko staklo:** 69% SiO_2 , 12% CaO , 6% Na_2O , 0,3% B_2O_3 i 12% K_2O .
- **Alumosilikatno staklo:** 55% SiO_2 , 15% CaO , 20% Al_2O_3 i 10% MgO .
- **Vatrostalno staklo** (borosilikatno staklo): 76 % SiO_2 , 3% CaO , 5% Na_2O , 13% B_2O_3 , 2% Al_2O_3 i 12% K_2O .
- **Prozorsko staklo** (natrijevo staklo): 72 % SiO_2 , 11% CaO , 13% Na_2O , 0,3 % Al_2O_3 i 3,8% K_2O
- Energija koja se uštedi recikliranjem jedne staklene boce dovoljna je da žarulja od 100W svijetli 4 sata
- Staklo proizvedeno od recikliranog stakla smanjuje onečišćenje zraka u procesu proizvodnje za 20%, a onečišćenje vode za 50%
- Iskorištenu staklenu ambalažu valja skupljati jer je pogodna za recikliranje
- Može se u potpunosti reciklirati i koristiti kao isključiva sirovina za proizvodnju novih predmeta od stakla i time se smanjuje onečišćenje zraka u procesu proizvodnje za 20%, a onečišćenje vode za 50%



Svjetlovodi



- Svjetlovodi su telekomunikacijski vodovi budućnosti
 - To je prijenosni medij za vrlo niske frekvencije ($10^{12} - 10^{15}$ Hz) koji omogućava prijenos (za sada) najvećeg broja informacija
 - Optički prijenos informacija ima goleme prednosti u odnosu na žičano povezivanje
 - Osnovna sirovina za proizvodnju svjetlovoda je kvarc (SiO_2), vrlo zastupljen u Zemljinoj kori i relativno jeftin
 - Naziv *svjetlovodi* potječe od prirode elektromagnetskih valova koje oni prenose – vidljivi dio elektromagnetskog spektra
 - Svjetlovodi u svojoj jezgri imaju prozirna staklena ili plastična optička vlakna kroz koja prolazi svjetlost
 - Optički laser, čiju osnovu čine galij, aluminij i arsen, koristi se u raznim tehnologijama
- Mogućnosti prenošenja informacija suvremenim svjetlovodom stotinama su puta veće od bilo kojih drugih sredstava, npr. jednim se vlaknom na različitim frekvencijama i u serijskim paketima prenose desetci milijuna telefonskih razgovora istodobno, a mogu se prenositi i drugi elektronički oblikovani signali, npr. televizijski programi, multimedijски internetski sadržaji...

Cement



- Cement je silikatni građevinski materijal, koji prema svojim svojstvima spada u hidraulična veziva
- Hidraulična veziva bila su poznata već u starom vijeku, a naročito su ih usavršili Rimljani, koji su ih proizvodili iz vulkanskih pepela ili usitnjene opeke s gašenim vapnom
- Riječ *cementum* potječe od latinskog glagola *caedere* (lapidem) = lomiti (kamen), što je prvobitno označavalo lomljeni kamen, a zatim zidnu žbuku i konačno puno vezivo
- Industrija cementa počela se razvijati u 19. stoljeću
- Prema kemijskom sastavu cement dijelimo na dvije skupine: silikatne i aluminatne cemente
- **Silikatni cementi** dobivaju se pečenjem lapora i vapnenca
- Najznačajniji iz skupine silikatnih cementa je portland cement, koji služi i kao baza za proizvodnju metalurških, pucolanskih i supersulfatnih cementa
- Jedna od vrsta portland cementa je i bijeli portland cement koji se dobiva pečenjem kaolina i vapnenca
- **Aluminatni cementi** dobivaju se pečenjem boksita i vapnenca, koriste se pri izradi vatrostalnih betona, kao i pri betoniranju na vrlo niskim temperaturama

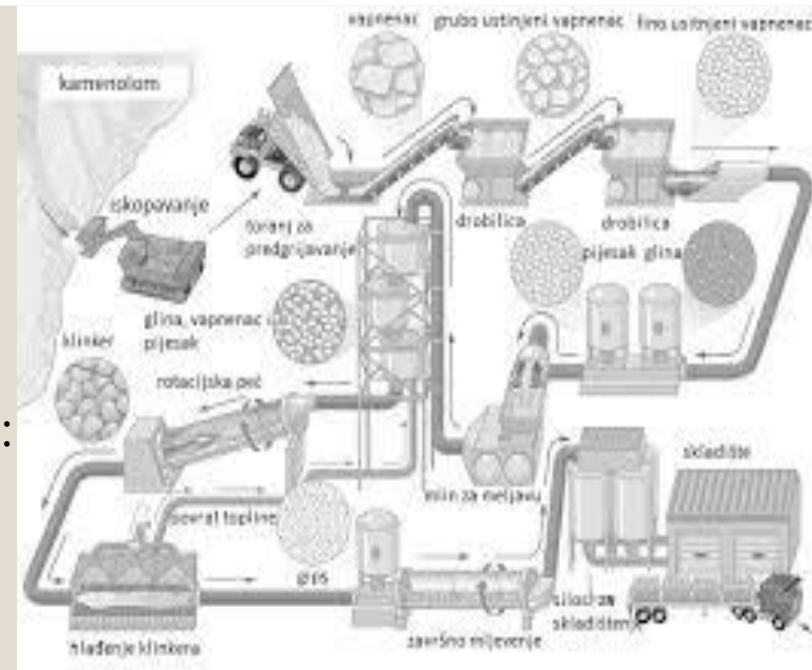
Proizvodnja cementa

- Proces proizvodnje cementa dijelimo na 4 osnovna podprocesa:
 - proizvodnja sirovine
 - proizvodnja klinkera
 - proizvodnja cementa
 - pakiranje i otprema

➤ Cjeline proizvodnog procesa:

U kamenolomu se eksploatiraju sirovine, *laporoviti vapnenci* (imaju veliki sadržaj CaCO_3), *glineni pijesci* (sadrže određene omjere oksida kalcija, silicija, aluminija i željeza), *niski lapor* i *visoki lapor*. Nakon iskapanja sirovine, sirovina se usitnjava u drobilicama do potrebitih granulacija (1-8 cm) nakon čega se skladišti na deponiju sirovine.

Na deponiji sirovine sirovina se predhomogenizira (skladišti se vodoravno, a eksploatira okomito radi ujednačavanja smjese sirovine). Nakon predhomogenizacije sirovina se suši u sušari na zadanu vlažnost. Sirovina se dalje melje u mlinu sirovine do te mjere da samljevenu frakciju odnosi struja zraka u silos homogenizacije. U silosu homogenizacije sirovina se iz raznih ćelija (kombinacijom) ispušta u silos da bi se postigao određeni sastav sirovine. Upuhivanjem zraka sirovina se miješa, rahli i fino homogenizira.



Proizvodnja cementa



Nakon silosa homogenizacije sirovina se transportira u izmjenjivač topline. Izmjenjivač topline ubrzano predzagrijava sirovinu prije ulaska u peć, povećavajući energetska učinkovitost peći jer je sirovina kalcinirana 20-40 % prije pečenja. Višak topline i plinova odvodi se u vrećasti filter. Vrećasti filter se sastoji od više slojeva tekstila koji filtriraju čestice materijala iz plinova (iz svih dijelova tehnološkog procesa). Fina prašina se vraća u silos homogenizacije ili se dodaje cementu u silosu klinkera. Zagrijani plinovi se vraćaju u sušaru i/ili izmjenjivač topline.

Iz izmjenjivača topline sirovina zagrijana na oko 1000 °C (vapnenac je na ovoj temperaturi slobodno formirao vapno) odlazi u peć. U blago nagnutoj rotacijskoj peći temperature dosežu i do 2000 °C. Sirovina se dekarbonizira, a u procesu sintetiziranja minerali sirovine tvore kristale kalcij-silikata, cementni klinker. Vrući cementni klinker ispada iz peći i ubrzano se hladi zrakom u hladnjaku. Iz hladnjaka cementni klinker se preko silosa klinkera vodi na završno mljevenje.

U mlinu cementa, cementni klinker se melje u fini prah. Pri mljevenju dodaje se oko 5% prirodnog ili umjetnog gipsa (koji služi za kontrolu brzine vezivanja) a od ostalih dodataka dodaju se (ili mogu biti dodani) troska, tuf, vapnenac, filterska prašina (leteći pepeo). U cement se vrlo često dodaje između 10 i 30 % minerala, pepela iz termoelektrana na ugljen, zgure iz proizvodnje željeza.

- Konačni proizvod je cement, fini sivi prah
- Nakon mljevenja cement se pakira u vreće od 25 kg, 50 kg ili skladišti u silose

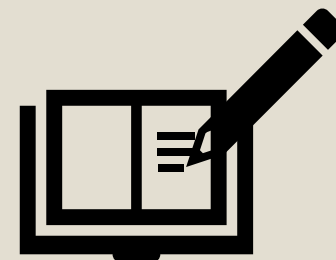
Beton



- **Beton** je kompozitni građevinski materijal dobiven miješanjem agregata (obično šljunka i pijeska) i cementa s vodom
- Svakodnevna je pretpostavka da se beton suši nakon što se ugradi, a zapravo beton se ne stvrdnjava zato što se voda isušila iz betona, već zato što se cement hidrira stvarajući ljepilo koje drži agregate zajedno, te sačinjava vrstu umjetnog kamena
- Beton se koristi za izgradnju objekata, puteva, temelja, nadvožnjaka ili se koristi kao žbuka za pravljenje zidova od cigle
- Beton se odlikuje velikom čvrstoćom koja se svakodnevno povećava
- Čvrstoća i elastičnost betona mogu se povećati i umetanjem željeznih šipki, takav beton nazivamo armirani beton

Samostalni rad

1. Nabroji gdje se sve koristi staklo, cement i beton, te objasni njihovu važnost.
2. Od čega je građeno:
 - a) Staklo
 - b) Cement
 - c) Beton
3. Analiziraj ulogu stakla, cementa i betona u današnjem svijetu.
4. Koje su sirovine potrebne za dobivanje natrijevo-kalcijevo-silikatnog stakla?
5. Objasni proces proizvodnje cementa.



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

