

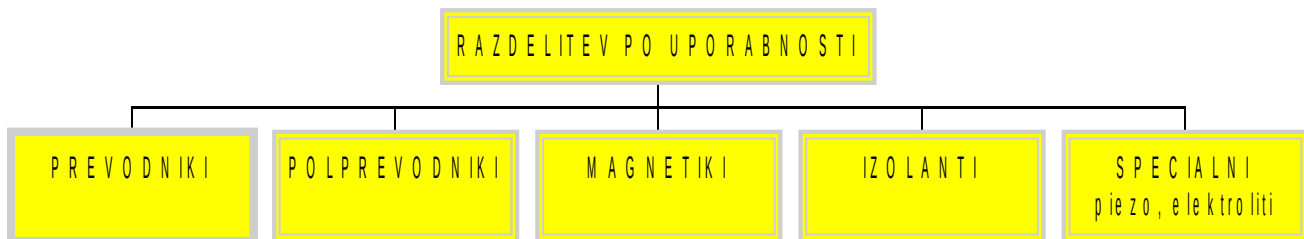
## 2. RAZDELITEV (RAZVRSTITEV) ELEKTROTEHNIČNIH MATERIALOV (FUNKCIJA, VRSTA, AGREGATNO STANJE)

- Razdelitev po funkciji materiala
- Razdelitev po uporabnosti
- Razdelitev po vrsti materiala
- Razdelitev po agregatnih stanjih

RAZDELITEV PO FUNKCIJI MATERIALA **Aktivni el. mat.**-direktno sodelujejo pri dogajanju elek. in magnetne narave: Vodnik, kontakt, uporovi materiali, katode, železna jedra, tuljave.

Vodenje elek. toka, odpiranje in zapiranje tokokrogov, pretvarjanje el. energije v toplotno, emitiranje e-, razdelitev mest z različnimi potenciali, vodenje magnetnega pretoka.

**Konstruktivski materiali** - mehanska povezava aktivnih mat. v funkcionalno celoto (ohišja, ročice, gredi itd.) **Pomožni materiali**: hladilna sredstva, laki, maziva, olja in dr.



RAZDELITEV PO VRSTI MATERIALA: **Kovinski mat.** -kovinski elementi + nekovinske primesi (C, N, O). **Zlitine** imajo več kovinskih elementov.

**Keramični mat.** so anorganski, nekovinski elementi (porcelan, abrazivi, emajli, stekla) in moderna keramika: (magnetni mat., neoksidna keramika, feroelektriki, monokristali)

**Umetne mase** so polimeri (organske verige ali mreže) in aditivi (polnila, mehčala, stabilizatorji)

**Kompoziti** -kombinacija več materialov v cilju bolj{ih lastnosti (sinergijski učinek)

**elektronski mat.** -uporabljamo jih v submikroskopski ali molekularni tehniki (molekule, monokristali, primesni atomi)

## 3. SUBMIKROSKOPSKA SUBMIKROSKOPSKA ZGRADBA SNOVI

Sile med atomi so električne narave. Atomi se povezujejo preko valenčnih e- v molekule.

Medatomska sila:

$$F = \frac{b}{r^n} - \frac{a}{r^m}$$

$n \neq m$

Lastnosti trdnin so odvisne od vrste atomov, ki jih sestavljajo in od njihovega gibanja; Submikroskopska zgradba je odvisna od narave vezi. Kovine-kovinska vez, keramika -ionska polimeri-kovalentan vez.

#### 4. KOVINE-KOVINSKA VEZ

Atomi se povezujejo tako, da oddajo odvečne el. in se spremenijo v pozitivne katione, katerih zunanje lupine so zasedene. Oddani el. pripadajo celotni kovini kot oblak napolnjujejo prostor med kationi v kristalni mreži (odlična toplotna in električna prevodnost, kovinski sijaj, neprozornost).

#### 5. KERAMIKA –IONSKA

Med atomi alkalne skupine periodnega sistema elementov (**H, Li, Na**)-v valenčni lupini imajo  $1e^-$  in atomi halogenih elementov (F, Cl, Br)- v valenčni lupini imajo  $2e^-$ . Alkalni element odda odvečni  $e^-$ . atomu halogena in postane **kation**<sup>+</sup>, halogeni pa **anion**<sup>-</sup>.

#### 6. POLIMERI-KOVALENTAN VEZ

nastopa pri elementih, ki so sosedi v periodnem sistemu (npr. kisik, ogljik, silicij itd). Atomi se ne morejo medsebojno povezati s kovinsko ali ionsko vezjo, saj bi morali oddati oz. prejeti po 3 ali 4 zunanje  $e^-$ , da bi napolnili zunanje lupine. Atomi si delijo zunanje  $e^-$ . Valenčna  $e^-$  sosednjih atomov se združita v par, ki pripada obema atomoma.

Primer je C (Z=6), ki ima  $4e^-$  v zunanji lupini

#### 7. SEKUNDARNE VEZI

- veze med dipoli (Van der Walsove vezi).
- DIPOL nastane takrat, kadar se središči pozitivnega in negativnega naboja ne ujemata
- dipoli so **permanetni** (asimetrične molekule) ali **inducirani** (polarizacija molekule v elektr. polju).

#### 10. LASTNOSTI MATERIALOV V ELEKTROTEHNIKI (FIZIKALNE, MEHANSKE, TEHNOLOŠKE, ELEKTRIČNE, MAGNETNE, TOPLOTNE, KEMIČNE)

##### SPLOŠNE FIZIKALNE LASTNOSTI:

1. **gostota:**

$$\rho = \frac{m}{V} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

2. **specifična teža:**

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

3. **Tališče**, področja taljenja, točka mehčanja, kapljišče, v K -meja med trdnim in tekočim stanjem (ostra ali neizrazita pri amorfnih materialih)

4. **Vrelišče**: temp. v K, ki predstavlja mejo med tekočim in plinastim stanjem.

5. **Vpojnost za vodo.**

##### MEHANSKE LASTNOSTI

**trdnost** na: vlek, tlak, zvijanje(torzijo), upogibanje na enoto preseka pred zlomom (enota je Pa)

**trdota** je upor trdnega telesa proti prodiranju drugega trdnega telesa

**modul elastičnosti E** je napetost ( $1N/m^2=Pa$ ), ki bi teoretično raztegnilo telo v Hookovem območju za 100%

**trgalna meja** je merjena v km. Je dolžina, pri kateri bi se nit, žica, vrvica, trak.. pretrgala zaradi nategovanja z lastno težo

**žilavost** (število upogibov neke pločevine ali število zavojev žice dokler se material ne prelomi.

## TEHNOLOŠKE LASTNOSTI

Kakšne so sposobnosti materiala za obdelavo? Definicija je atributivna: **dobro, slabo, sprejemljivo, nesprejemljivo**  
sposobnost deformiranja (**preoblikovanja**) v hladnem in toplem stanju (**valjanje, kovanje, zvijanje, izvlačenje, previjanje**)  
sposobnost **litja**  
**oblikovanje z odrezovanjem**  
**varjenje**  
**lotanje**

## ELEKTRIČNE LASTNOSTI

- obstaja celi niz elek. lastnosti, ki jih bomo spoznali pozneje
- za vodnike je to lastna prevodnost (S/m), električna upornost ( $\Omega m$ ) in temperaturni koeficient upornosti (K-
- pri žici dolžine 1m in preseku

$$1mm^2 \rightarrow \frac{\Omega mm^2}{m}, \frac{Sm}{mm^2}$$

$$pri \rightarrow T = 20^{\circ}C$$

$$\rho \left( 1 \frac{\Omega mm^2}{m} = 10^{-6} \Omega m \right) \quad 1)$$

$$\lambda \left( 1 \frac{Sm}{mm^2} = 10^{+6} S / m \right)$$

## MAGNETNE LASTNOSTI

okarakteriziramo obnašanje materiala v magnetnem polju

- permeabilnost
- magnetna krivulja
- koercitivna poljska jakost

## TOPLOTNE LASTNOSTI

- Linearni koeficient raztezanja
- specifična toplota
- specifična toplotna prevodnost
- toplotna prestopnost
- temperaturni količnik

## KEMIČNE IN FIZIKALNO-KEMIČNE LASTNOSTI

- topnost
- sposobnost spajanja z drugimi materiali
- obstojnost materiala proti atmosferskim in drugim vplivom (korozijska odpornost)
- sprememba strukture

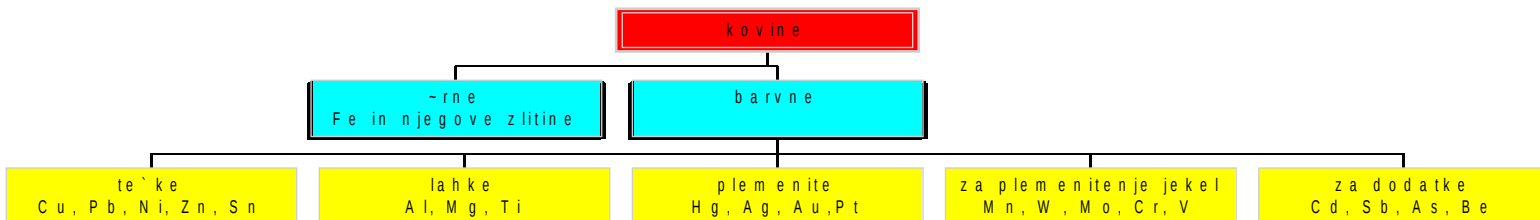
## 11. PREIZKUŠANJE IN NORMIRANJE MATERIALOV

- preskus po normah - standardih
- standardizacija je tehnična urejenost v državi in podjetju (sinonim za doseženo stopnjo gospodarskega razvoja)
- nacionalni (SIST, DIN, VDE, BS, GOST, UL); mednarodni (IEC, ISO, CENELEC, EN)
- posebni preskusi
- preskus materiala v izdelku (daje najboljšo sliko o materialu v konkretnem primeru)
- vpliv tržišča (cene in nabavne možnosti)

## 12. KOVINSKI MATERIALI

- osnovni pojmi (neprozornost, kovinski sijaj, dobra elek. in toplotna prevodnost, tehnološke sposobnosti litja, termomehanske obdelave, spajanje, kovanje)
- čiste kovine v kislinah zamenjajo vodik in tvorijo soli
- sproščajo e<sup>-</sup> in tvorijo katione<sup>+</sup>
- kovine se pridobivajo iz rud (**metalurgija**)
- delitev: 1. po periodičnem sistemu in

### 2. PRAKTIČNA RAZDELITEV



## 13. ZGRADBA KRISTALA

- večina trdnih snovi je zgrajena v obliki kristalov
- kristal se sestoji iz osnovnih delcev (atomi, ioni, molekule) razporejenih v določenem redu. Ti gradijo homogeno (enородno) snov s ponavljajočimi se lastnostmi - KRISTALNO SNOV
- AMORFNE SNOVI v nasprotju z kristali ni urejenosti (steklo, vosek, saje)
- v kristalih opazimo elemente GEOMETRIJSKE SOMERNOSTI (somernost osi, somernostne ali zrcalne ravnine in obratno središče somernosti)

## 14. NASTANEK KRISTALOV

V talini imajo delci precejšno gibalno energijo

- pri ohlajanju je energija gibanja manjša in manjše so medatomske razdalje
- pri približanju drug drugemu začnejo vladati medsebojne sile, nastane **kristalizacijski kal** (nastane na najhladnejšem mestu-teh mest je več)
- iz kristala nastanejo posamezna kristalna zrna, ki so prostorsko različno orjentirana in so med sabo ločena s **kristalnimi mejami**

- če nastane samo ena kal in se razvije enako orientirani kristal govorimo o **monokristalu**

## 16. OHLAJEVALNA KRIVULJA ČISTE KOVINE

- zniževanjem temperature kovinske taline, začne pri temp. strjevanja prehod v kristalno stanje
- več čas strjevanja ostaja temperatura nespremenjena (zaradi sprostitve energije pri tvorbi kristalov)
- amorfne snovi nimajo te stopnice
- proces taljenja poteka po isti krivulji

## 17. OPISOVANJE KRISTALNIH RAVNIN IN SMERI

- za opisovanje uporabimo Millerjeve indekse
- v koordinatnem sistemu ravnina seka osi x, y in z v razdaljah  $x_1$ ,  $y_1$  in  $z_1$ .

$$h = \frac{s_1}{x_1}, k = \frac{s_1}{y_1}, l = \frac{s_1}{z_1}$$

- izvedemo tri prirejena števila h, k in l:

## 19. OBLIKOVALNOST, ANIZOTROPIJA, HLADNO PREOBLIKOVANJE, (DEFORMIRANJE), POPUŠČANJE

- pri hladnem preoblikovanju kovin (valjanje pločevine in vlečenje žice) nastopi usmerjena plastična deformacija in se pojavi anizotropija. Dosežemo **usmerjeno poravnavanje kristalov**
- usmerjeno poravnane kristale imenujemo **tekstura - kristalna tekstura**
- po pravilu bo kovina po hladnem preoblikovanju trša in trdnejša
- ***hladno preoblikovanje povzroča spremembo lastnosti in anizotropijo***
- hladno preoblikovanje kovine: **poveča električno upornost, kemično reaktivnost in energijo kristalne mreže**

## 20. POPRAVA KRISTALA

- V malo preoblikovanem materialu imamo premaknjene in malo deformirane kristalne mreže. Notranje napetosti v mreži so male. Z dodajanjem toplote so ioni bolj gibljivi. Premaknjenost in deformacije se odpravijo. Zgradba snovi se ne menja, oblika kristalov se ne menja.
- poprava kristala menja fizikalne lastnosti
- električna prevodnost dobi isto vrednost, mehanske lastnosti se ne menjajo

## 21. REKRISTALIZACIJA

- pri močno hladno preoblikovalnih materialih razen močnih deformacij se tudi porušijo kristali
- s segrevanjem se kristali vrnejo v prvotne oblike in drobci razdrobljenih kristalov dobijo vlogo kristalizacijske kalii, ki omogoča **rast** novih kristalov
- čim večje so bile deformacije pri hladnem preoblikovanju, toliko bolj zrnato strukturo dobimo
- **rekristalizacija je proces nastajanja novih kristalov pri isti vrsti mreže**
- posledice hladnega preoblikovanja so odpravljene, material je ponovno mehak in je mogoče ponovno preoblikovanje
- rekristalizacija se začne pri zadostnem dovodu toplote in obstajajo temperature, ki karakterizirajo energetska stanja

## 22. SESTAVLJENI MATERIALI, ZLITINE (LEGURE)

- čiste kovine zelo težko pridobivamo
- zlitine so zmesi dveh kovin ali kovin in nekovin v trdem stanju
- sestavine zlitine so **komponente**
- skupnost vseh komponent v zlitini je **sistem**
- svinec in kositer sta komponenti, ki sestavljata **binarni sistem**
- razmerje mešanja komponent A:B imenujemo koncentracija
- npr.: koncentracija neke zlitine svinec-kositer 60/40 pomeni: V 100g te zlitine je 60 g svinca in 40 g kositra.
- trdota, raztezki, trdnost, el. in toplotna prevodnost zlitin so drugačne kot pri čistih kovinah
- lastnosti zlitin so funkcija vrste in količin komponent lahko izdelamo spec. kovinske materiale: narjavna ali nemagnetna jekla

## 23. POSEBNE LASTNOSTI BINARNIH SISTEMOV

- zlitine, ki tvorijo zmesne kristale imajo lastnosti, ki jih ne moremo pričakovati kot kombinacijo lastnosti obeh komponent
- zlitina Ag-Au se uporablja v kontaktni tehniki
- za vodnike, ki morajo prehajati skozi stekla raztezni koeficient mora biti prilagojen steklu. To so zlitine Fe-Ni (invar), Fe-Ni-Cr, Fe-Ni-Co

## 24. ŽELEZO IN ZLITINE ŽELEZA

- železo ima izredno tehnično in gospodarsko pomembnost:
- železne rude se na lahek način predalojo v tehnične mater.
- lahko litje in obdelovanje
- z legiranjem in toplotno obdelavo se spreminjajo in razvijajo
- feromagnetizem je bistvenega pomena v elektro tehniki
- v metalurgiji železo delimo v odvisnosti od količine C: na jekla (do 2%) in surovo železo-grodlje (nad 2%)
- najvažnejša skupina železnih materialov so jekla. Delimo jih na:

- po načinu izdelave na: Siemens-Martinovo (SM) jeklo, Thomasovo konvertorsko jeklo, elektro-jeklo in jeklo iz kisikovega konvertorja,
- kvaliteti: navadna, kvalitetna in plemenita
- kemični sestavi na: nelegirana, malo legirana (do 5%) in močno legirana (nad 5%). Legirab+na jekla imenujemo po elementu, s katerim ga legiramo: krom-nikljevo jeklo, silicijevo jeklo, wolframovo
- po uporabi: konstrukcijska jekla, orodna jekla in jekla s posebnimi lastnostmi

## 25. JEKLA S POSEBNIMI FIZIKALNIMI LASTNOSTMI ZA ELEKTROTEHNIKO

- posebne magnetne lastnosti
- posebne lastnosti raztezanja

## 26. JEKLA S POSEBNIMI MAGNETNIMI LASTNOSTMI

- trajni magneti-legirani s Cr, Cr-Co, Al-Ni, Al-Ni-Co, Cr-V in pd.
- mehko magnetni materiali (dinamo in transformatorska pločevina za prenos moči ali signalov), magnetna jeklena litina za električne stroje, jekla za kovanje, za magnetne zaslone in sl.)

## 27. BAKER IN BAKROVE ZLITINE

## 28. ALUMINIJ IN ZLITINE

## 29. UPOROVNI MATERIALI

## 30. MATERIALI ZA KONTAKTE

## 31. RAZDELITEV MAGNETNIH MATERIALOV

## 32. POSTOPKI ZA IZDELAVO MAGNETNIH MATERIALOV

## 33. KERAMIŠKA TEHNOLOGIJA

### Eksploimentalne vaje

1. MERJENJE GOSTOTE MAGNETNEGA POLJA S HALLOVIM MERILNIKOM
2. MERJENJE SPREJEMNE KARAKTERISTIKE IRSPREJEMNIKA, FAKTORJA DUŠENJA PRI UMETNEM OPTIČNEM VLAKNU IN KOAKSIALNEM KABLU
3. ZVOČNA MOČ PO STANDARDU ISO 3745