

Učni načrt

LABORATORIJSKE VAJE MATERIALI – OSNOVNI MODUL

Tehniška gimnazija (70 ur)

UČNI NAČRT

LABORATORIJSKE VAJE – MATERIALI – OSNOVNI MODUL

Gimnazija; tehniška gimnazija (70 ur)

Predmetna komisija:

dr. Niko Torelli, predsednik

mag. Mojca Knez, Srednja gradbena šola in Gimnazija Maribor, članica

Gabrijela Dolenšek, SŠC Ljubljana, Oddelek za lesarstvo, članica

dr. Gorazd Lojen, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, član

Bojan Lutman, Šolski center Novo mesto, član

dr. Ladislav Kosec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za materiale, član

Pri posodabljanju učnega načrta je Predmetna komisija za posodabljanje učnega načrta za laboratorijske vaje – materiali – osnovni modul izhajala iz veljavnega učnega načrta iz leta 2000, ki je bil sprejet na 37. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 6. 7. 2000.

Recenzenta:

Dr. Marija Kosec, Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana

Andrej Marhl, Srednja gradbena šola in Gimnazija, Maribor

Izdala: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo

Za ministrstvo: dr. Igor Lukšič

Za zavod: mag. Gregor Mohorčič

Uredila: Lektor'ca

Jezikovni pregled: Lektor'ca

Ljubljana, 2010

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.091.214:620.1/.2(0.034.2)

UČNI načrt. Laboratorijske vaje. Materiali. Osnovni modul
[Elektronski vir] : gimnazija, tehniška gimnazija (70 ur) /
predmetna komisija Niko Torelli ... [et al.]. - El. knjiga. -
Ljubljana : Ministrstvo za šolstvo in šport : Zavod RS za šolstvo,
2010

Način dostopa (URL): [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/
programi/gimnazija/teh_gim/UN_LAV_Materiali-osnovni_modul.pdf](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/gimnazija/teh_gim/UN_LAV_Materiali-osnovni_modul.pdf)

ISBN 978-961-234-873-1 (Zavod RS za šolstvo)
1. Torelli, Niko

250764288

Sprejeto na 128. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 17. 12. 2009.

VSEBINA

1 OPREDELITEV PREDMETA	5
2 SPLOŠNI CILJI IN KOMPETENCE	6
2.1 Splošni cilji.....	6
2.2 Splošne in strokovne kompetence.....	6
3 CILJI IN VSEBINE	9
3.1 Kristalna struktura materialov.....	10
3.2 Realna zgradba materialov.....	10
3.3 Difuzija v trdnih snoveh s kristalno strukturo.....	11
3.4 Fazne transformacije, termična analiza, fazni diagrami.....	11
3.4.1 Taljenje – strjevanje.....	11
3.4.2 Ravnotežne in neravnotežne fazne transformacije v trdnem.....	12
3.5 Deformacija materialov, upogibni preizkus.....	13
3.6 Natezni preizkus.....	14
3.7 Tlačni preizkus.....	15
3.8 Merjenje trdote.....	15
3.9 Korozija.....	16
3.10 Polimeri.....	17
3.11 Kompoziti.....	17
3.12 Oblikovanje in sintranje keramike.....	18
3.13 Toplotna prevodnost keramike in drugih materialov.....	19
3.14 Električne lastnosti keramike.....	19
3.15 Steklo.....	20
3.16 Cement, beton, malta, strjevanje.....	21
3.17 Les.....	21
3.17.1 Zgradba lesa.....	21
3.17.2 Higroskopnost, krčenje in nabrekanje, nehomogenost in anizotropnost lesa,.....	22
ravnovesna vlažnost.....	22
3.17.3 Vrste lesa in lesnih tvoriv.....	23
4 PRIČAKOVANI REZULTATI	24
4.1 Vsebinska znanja.....	24
4.2 Procesna znanja.....	25
5 MEDPREDMETNE POVEZAVE	27
6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA	29

1 OPREDELITEV PREDMETA

Izvajanje laboratorijskih vaj omogoča utrditev, združevanje in nadgrajevanje znanja, pridobljenega pri teoretičnem pouku. Dijaki¹ povezujejo teoretična znanja s praktičnim delom. Program predmeta laboratorijske vaje je sestavljen iz preprostih nalog, vaj oziroma poskusov, pri katerih dijaki opazujejo (preverijo, dokažejo ...) veljavnost pri pouku predmeta materiali – osnovni modul obravnavanih zakonitosti oziroma lastnosti.

¹ V tem učnem načrtu izraz *dijak* velja enakovredno za *dijaka* in *dijakinjo*. Enako velja izraz *učitelj* enakovredno za *učitelje* in *učiteljice*.

2 SPLOŠNI CILJI IN KOMPETENCE

2.1 SPLOŠNI CILJI

Splošni cilji podajajo namen laboratorijskih vaj na tehniški gimnaziji. Dijaki pri laboratorijskih vajah:

- se učijo temeljnih eksperimentalnih veščin, kar pomeni, da razvijajo natančnost, zanesljivost in sistematičnost, znajo pravilno uporabiti osnovne merilne naprave, znajo načrtovati preproste poskuse ter jih tudi samostojno izvesti. Pri vajah dijaki razvijajo odgovoren odnos do eksperimentalnega dela in lastnega zdravja,
- razvijajo sposobnosti opazovanja, prepoznavanja, razločevanja in načrtovanja in reševanja problemov,
- se učijo natančno zapisovati rezultate opazovanj in meritev, jih analizirati in kritično oceniti, ustrezno predstaviti, analizirati pojave in procese, kompleksno razmišljati in reševati probleme,
- povezujejo strokovno teoretična znanja s praktičnim delom,
- se učijo uporabljati sodobne elektronske aparate in medije za pridobivanje informacij in podatkov ter predstavljanje rezultatov;
- se navajajo uporabljati strokovno literaturo, slediti navodilom in predpisom
- se navajajo na skupinsko delo.

2.2 SPLOŠNE IN STROKOVNE KOMPETENCE

Kompetence so opredeljene kot kombinacija znanja, spretnosti in odnosov, ustrežajočih okoliščinam (Uradni list EU št. 394/10, 2006). Laboratorijske vaje razvijajo strokovno kompetenco, ki je osnova za razmišljanje, sklepanje, računanje, načrtovanje, izražanje in sporazumevanje v tehniki, torej osnova za praktično delo. Ob tem razvijajo tudi kompetence širšega pomena, ki imajo jezikovni, tehnični, tehnološki, informacijski, ekološki, varnostni in splošni socialni pomen.

Matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji:

Pri laboratorijskih vajah se seznanjajo z osnovami praktičnega eksperimentalnega dela, izvajajo meritve, poskuse, opazujejo pojave, zapisujejo rezultate in opažanja, izvajajo izračune, analizirajo, kritično presojujejo in predstavljajo rezultate ... Spoznajo pomen materialov za razvoj znanosti, tehnologije in družbe kot celote, ter tako razširijo svoje znanje s področja naravoslovja in tehnike ter s tem splošno tehniško izobrazbo ter razgledanost. Vse to neposredno prispeva k razvoju matematične in kompetence ter temeljne znanstveno tehnološke kompetence.

Digitalna pismenost

Nekatere vaje podpirajo elektronski merilni instrumenti, računalniška oprema in programi. Dijaki iščejo gradiva in podatke na svetovnem spletu, pripravljajo predstavitve rezultatov in pri predstavitev uporabljajo digitalne informacijsko komunikacijske tehnologije.

Učenje učenja

Z delom v laboratoriju, analizo podatkov in izdelavo poročil dijaki preverjajo svoje znanje in njegovo kakovost. Interdisciplinarnost vaje vzpodbuja in usposablja dijake za samostojno pridobivanje, razvija delovne navade, sposobnost načrtovanja lastnih aktivnosti, občutek za objektivno ocenjevanje lastnega znanja ter zavest o odgovornosti za lastno znanje. Tako se povečuje učinkovitost učenja, se večja želja po učenju.

Sporazumevanje v slovenščini

Vaje se izvajajo v slovenskem jeziku. Ob temeljnih kompetencah sporazumevanja (natančno bralno razumevanje, pisno sporočanje in govorno sporočanje) je poudarek na pravilni in dosledni uporabi slovenskega besednjaka s področja materialov ter naravoslovja in tehnike nasploh.

Sporazumevanje v tujih jezikih

Laboratorijske vaje se velikokrat izvajajo z opremo tujih proizvajalcev s pomanjkljivimi slovenskimi navodili, pri uporabi računalnika in spleta je nujno vsaj pasivno obvladovanje tujih jezikov, zlasti angleškega. Tudi pri uporabi številnih tiskanih virov informacij s področja materialov je znanje tujih jezikov neizogibno zaradi pomanjkanja ustrezne slovenske literature. Splošno znanje tujega jezika pri tem ne zadošča. Nujno je tudi učenje oziroma poznavanje tuje

strokovne terminologije. Vse to pripomore, da dijaki tudi pri laboratorijskih vajah dijaki razvijajo kompetenco sporazumevanja v tujem jeziku.

Samoiniciativnost in podjetnost

Pri pouku, vajah, z rednim prebiranjem strokovnih revij in rednim spremljanjem informacij s svetovnega spleta pridobivajo dijaki pomembna znanja o trendih v tehniki in tehnologijah. V ospredje stopa tudi smisel dela, njegova koristnost in ekonomski vidiki. Ob tem se krepi želja po lastni ustvarjalnosti, ki se kaže v invazivnosti, razvijanju izboljšav ali snovanju novih naprav ali postopkov, krepi se želja po dajanju pobud, sposobnost ocenjevanja tveganj, pripravljenost in odločnost pri sprejemanju odločitev in sposobnost utemeljevanja odločitev.

Socialne in državljanske kompetence

Izvedba vaj zahteva od dijakov krepitev osebnostnih kvalitete kot so socialnost, sposobnost produktivnega sodelovanja v skupini in vodenja skupine, obvladovanje čustev, na znanju in sposobnostih temelječa samozavest. Dijaki spoznajo nevarnosti uporabe orodij, naprav, materialov in tehnologij za človeka in okolje. Ob tem razvijajo zavest o potrebi varovanja zdravja, okolja, virov oziroma dobrin.

Kulturna zavest in izražanje

Pri vajah se razvija kulturna zavest predvsem z uporabo in poudarjanjem enakovrednosti maternega jezika tudi v strokovnem sporazumevanju, kljub nujnosti obvladovanja tujih jezikov zaradi pomanjkanja virov v slovenščini. Ob učenju vsebin predmeta se vzporedno z drugimi kompetencami (sinergija znanja in kompetenc) razvija kompetenca izražanja: več se sposobnost podajanja vsebin na pregleden, razumljiv ter strokovno in jezikovno pravilen način.

3 CILJI IN VSEBINE

Cilji in vsebine so urejeni po tematskih sklopih. Vaje, ki se navezujejo na splošna poglavja, je treba izvesti pred drugimi vajami, sicer pa je v učnem načrtu zapisan vrstni vaj le priporočilo. Vsako podpoglavje v poglavju *Cilji in vsebine* pomeni samostojno vajo. Vse potrebne materiale in opremo pripravijo učitelji in demonstratorji pred vajami. Učitelji pravočasno pripravijo za dijake natančna navodila za izvedbo vaje.

Učni načrt ne predpisuje časovnega obsega posameznih vaj. O dejanskem obsegu in o časovni razporeditvi posameznih tem se učitelj odloči samostojno, glede število ciljev in vsebin, zajetih v posamezni vaji, glede na predznanje in sposobnosti dijakov ter glede na izbrane načine poučevanja, preverjanja in ocenjevanja znanja. Kljub temu je obvezno uskladiti zaporedje izvajanja laboratorijskih vaj s teoretičnim poukom pri predmetu materiali – osnovni modul tako, da se vsaka vsebina obravnava najprej pri teoretičnem pouku, šele nato pa pri laboratorijskih vajah. Nekatere vaje so povezane – izdelki ali rezultati se uporabijo pri izvedbi naslednjih vaj. Tudi takšne vaje je treba izvesti v ustreznem vrstnem redu. Katere vaje so takšne, je razvidno iz ciljev in vsebin, navedenih pri posameznih vajah.

Učni načrt navaja delitev znanj na *splošna* in *posebna znanja*. Splošna znanja (SZ) so opredeljena kot znanja, potrebna za splošno izobrazbo in so namenjena vsem dijakom, zato jih mora učitelj obvezno obravnavati. *Posebna znanja* (PZ) opredeljujejo dodatna ali poglobljena znanja, ki jih učitelj obravnava glede na zmožnosti in interese dijakov ter glede na strokovne zahteve gimnazijskega programa. V poglavju *Cilji in vsebine* so:

- splošna znanja zapisana v pokončnem tisku,
- *posebna znanja pa pisana v poševnem tisku.*

3.1 KRISTALNA STRUKTURA MATERIALOV

Cilji

Dijaki:

- s pomočjo modelov utrdijo geometrijsko predstavo o kristalni mreži, zlogih atomov, osnovni celici kristalnih mrež, ravninah in smereh,
- na modelih prepoznajo mrežna mesta, vrzeli in praznine,
- na modelih razložijo povezavo med velikostjo atomov in velikostjo kristalne celice,
- zgradijo modele najpomembnejših kristalnih mrež kovinskih materialov.

Vsebine

- Kristalna zgradba materialov.
- Mrežna mesta, vrzeli in praznine.
- Modeli kristalnih mrež iz žice in kroglic.

3.2 REALNA ZGRADBA MATERIALOV

Cilji

Dijaki:

- razlikujejo strukturo in mikrostrukturo,
- naštejejo elemente mikrostrukture,
- naštejejo in pri delu upoštevajo osnovna pravila in postopke in za odvzem in pripravo materialografskih vzorcev,
- uporabljajo osnovni pripomoček za opazovanje mikrostruktur – svetlobni mikroskop,
- opazujejo mikrostrukturo s svetlobnim mikroskopom.

Vsebine

- Struktura in mikrostruktura materialov.
- Napake v kristalni mreži.
- Odvzem in priprava materialografskega vzorca.
- Svetlobna mikroskopija, meje zmogljivosti (ločljivost, katere elemente mikrostrukture

lahko vidimo, katerih ne).

- Opazovanje in ocenjevanje mikrostrukturnih sestavin.

3.3 DIFUZIJA V TRDNIH SNOVEH S KRISTALNO STRUKTURO

Cilji

Dijaki:

- opredelijo difuzijski par, difuzijsko mejo, koncentracijski gradient, difuzijski tok,
- razlikujejo in razložijo pojma substitucijska in intersticijska difuzija,
- opazujejo gibanje atomov v kristalni mreži s pomočjo računalniškega modela (simulacije),
- prikažejo gibanje atomov v kristalni mreži s pomočjo modelov iz kroglic.

Vsebina

- Difuzija.

3.4 FAZNE TRANSFORMACIJE, TERMIČNA ANALIZA, FAZNI DIAGRAMI

3.4.1 Taljenje – strjevanje

Cilji

Dijaki:

- pripravijo (zatehtajo, stalijo) zlitino Pb-Sn s približno 30–40 mas. % Sn,
- merijo temperaturo med strjevanjem in taljenjem binarne zlitine Pb-Sn,
- narišejo krivuljo temperatura/čas,
- razložijo povezavo med obliko krivulje in faznimi transformacijami,
- *s pomočjo faznega diagrama in termične analize ocenijo kemično sestavo zlitine,*
- *razumejo metodo termične analize in razložijo povezanost krivulj s faznim diagramom,*
- *uporabljajo fazni diagram za ugotavljanje agregatnega stanja zlitine znane sestave pri podani temperaturi.*

Vsebine

- Fazne transformacije tekoče/trdno.
- Termična analiza.
- *Binarni fazni diagram.*

3.4.2 Ravnotežne in neravnotežne fazne transformacije v trdnem

Cilji

Dijaki:

- pripravijo (zatehtajo, stalijo, odlijejo) zlitino Pb-Sn z 10–15 mas. % Sn,
- dva vzorca raztopno žarijo (200 °C),
- en vzorec gasijo v vodi, drugega ohladijo počasi (v peči),
- opazujejo metalografske obruse obeh vzorcev,
- analizirajo razlike med mikrostrukturama,
- *razložijo, katera mikrostruktura je skladna s faznim diagramom,*
- razložijo vzroke za ugotovljene razlike:
 - razložijo povezavo mikrostrukture z omogočeno/preprečeno difuzijo,
 - razložijo povezavo difuzije s hitrostjo ohlajanja,
- avstenitizirajo vzorce jekla za poboljšanje (npr. C45, C55, C60 ali podobno),
- en vzorec kalijo v vodi, drugega ohlajajo počasi, v peči,
- opazujejo mikrostrukture,
- izmerijo trdote,
- razložijo rezultate s potekom različnih faznih transformacij, fazne transformacije pa s hitrostjo ohlajanja oziroma s potekom/preprečitvijo difuzije med ohlajanjem,
- visokotemperaturno popuščajjo (poboljšajo) kaljene vzorce,
- opazujejo mikrostrukturo in izmerijo trdoto,
- povežejo spremembe mehanskih lastnosti in mikrostrukture med popuščanjem z difuzijskimi procesi.

Vsebine

- Ravnotežne in neravnotežne fazne transformacije v trdnem (izločanje, evtektoidna transformacija, gašenje, kaljenje).
- Povezave hitrost ohlajanja, difuzija, fazna transformacija, mikrostruktura, mehanske lastnosti.

3.5 DEFORMACIJA MATERIALOV, UPOGIBNI PREIZKUS

Cilji

Dijaki:

- spoznajo delovanja univerzalnega stroja za mehanske preizkuse,
- opazujejo obnašanje različnih pomembnih materialov pri upogibnem preizkusu: duktilne kovine, kaljenega jekla, litega železa, keramike, termoplasta, duroplasta, lesa, betona ... *Razen naštetih se lahko preizkusijo tudi drugi materiali. Namesto naštetih se lahko preizkusijo drugi materiali s podobnim obnašanjem, tudi materiali po predlogih dijakov,*
- opišejo značilno obnašanje nekaterih pomembnih materialov pri mehanski obremenitvi,
- pri upogibanju pločevine (npr. hladno valjan jeklen trak) opazujejo, da je ob plastični deformaciji prisoten tudi določen delež elastične deformacije,
- izvedejo poskus večkratnega upogibanja (z rokami) mehke jeklene žice; pri tem spoznajo deformacijsko utrjanje duktilnega kovinskega materiala z gnetenjem,
- *povežejo plastično deformacijo kovinskih materialov z drsenjem dislokacij,*
- *razložijo deformacijsko utrjanje z naraščanjem gostote dislokacij,*
- *povežejo pojav razpok in porušitev z nesposobnostjo nadaljnje plastične deformacije*
- rekristalizacijsko žarijo deformacijsko utrjen kovinski vzorec,
- povežejo zmanjšanje trdote in ponovno pridobljeno sposobnost za plastično deformiranje z rekristalizacijskim žarjenjem,
- *razložijo zmanjšanje trdote in ponovno pridobljeno sposobnost za plastično deformiranje s spremembami mikrostrukture, zlasti z zmanjšanjem števila dislokacij.*

Vsebine

- Elastična in plastična deformacija.
- Značilno obnašanje različnih vrst materialov pri obremenitvi, ki močno presega mejo reverzibilne deformacije.
- Krhki lom, žilav lom.
- Deformacijsko utrjanje kovin.
- Rekristalizacija.
- Upogibni preizkus – izvedba in pomen.
- Karakteristično obnašanje posameznih skupin materialov pri upogibnih obremenitvah.

3.6 NATEZNI PREIZKUS

Cilji

Dijaki:

- razložijo pomen nateznega preizkusa za razvoj, karakterizacijo in kontrolo različnih materialov,
- opišejo (kvalitativno, brez mer in toleranc) oblike standardnih preizkušancev,
- naštejejo lastnosti materialov, ki jih običajno ugotavljamo z nateznim preizkusom,
- opazujejo izvedbo nateznega preizkusa mehkega aluminija ali bakra ali mehkega jekla, kaljenega jekla ali litega železa, termoplasta. *Razen naštetih se lahko preizkusijo tudi drugi materiali. Namesto naštetih se lahko preizkusijo drugi materiali s podobnim obnašanjem, tudi materiali po predlogih dijakov,*
- povežejo oblike krivulj napetost – deformacija različnih materialov z opazovanim obnašanjem materiala pri preizkusu,
- odčitajo s krivulj napetost – deformacija napetost tečenja, natezno trdnost in velikost deformacije pri poružitvi.

Vsebini

- Natezni preizkus – izvedba in pomen.
- Karakteristično obnašanje posameznih skupin materialov pri nateznih obremenitvah.

3.7 TLAČNI PREIZKUS

Cilji

Dijaki:

- razložijo pomen tlačnega preizkusa za razvoj, karakterizacijo in kontrolo različnih materialov,
- opišejo oblike (brez natančnih mer ali toleranc) standardnih preizkušancev,
- naštejejo lastnosti materialov, ki se lahko izmerijo s tlačnim preizkusom,
- opazujejo izvedbo tlačnega preizkusa mehkega aluminija ali bakra ali mehkega jekla, keramike ali betona, polimera. *Razen naštetih se lahko preizkusijo tudi drugi materiali. Namesto naštetih se lahko preizkusijo drugi materiali s podobnim obnašanjem, tudi materiali po predlogih dijakov,*
- *povežejo oblike krivulj napetost – deformacija različnih materialov z opazovanim obnašanjem materiala pri preizkusu,*
- odčitajo s krivulje napetost – deformacija napetost tečenja, natezno trdnost in velikost deformacije pri porušitvi,
- primerjajo krivulje tlačnega in nateznega preizkusa istega materiala.

Vsebini

- Tlačni preizkus – izvedba in pomen.
- Karakteristično obnašanje posameznih skupin materialov pri tlačnih obremenitvah.

3.8 MERJENJE TRDOTE

Cilji

Dijaki:

- definirajo trdoto,
- opišejo (kvalitativno) povezanost trdote in trdnosti materialov,
- opišejo pomen meritev trdote kot enega od osnovnih in najpomembnejših mehanskih preizkusov,
- naštejejo bistvena pravila za odvzem in pripravo vzorcev ter izvedbo meritev po Brinellu,

Vickersu in Rockwellu (vsaj HRC) in opišejo uporabnost vsake od metod,

- opazujejo izvedbo meritve trdote po Brinellu, Vickersu in Rockwellu (vsaj HRC); izmerijo se trdote materialov, preizkušenih pri upogibnem, nateznem in tlačnem preizkusu,
- rezultate primerjajo z rezultati upogibnega, nateznega in tlačnega preizkusa ter ugotovijo korelacije.

Vsebini

- Meritve trdote po Brinellu, Vickersu, Rockwellu.
- Pomen trdote in meritev trdote v tehniki.

3.9 KOROZIJA

Cilji

Dijaki:

- izvedejo preizkus korozijske obstojnosti v različnih okoljih; zrak, voda, slana voda, blaga raztopina kisline (npr. solne), razredčen lug... Uporabijo vzorce različnih materialov: konstrukcijsko ogljikovo jeklo, nerjaveče jeklo odporno na morsko vodo, aluminij, eloksiran aluminij, baker, polimeri, keramika, beton, steklo ...,
- poznajo odpornost oziroma občutljivost različnih materialov na korozijo v različnih okoljih.

Vsebine

- Korozijska obstojnost materialov.

3.10 POLIMERI

Cilji

Dijaki:

- opišejo obnašanje različnih vrst polimerov pri nizkih temperaturah in pri povišanih temperaturah,
- opazujejo vnetljivost in način gorenja,
- opišejo obnašanje različnih vrst polimerov pri gorenju,
- razložijo ugotavljanja vrste polimera s preizkusom gorenja.

Vsebine

- Termoplasti, duroplasti, elastomeri.
- Polimeri pri povišanih in pri nizkih temperaturah.
- Vnetljivost in gorenje polimerov.
- Prepoznavanje polimerov s preizkusom gorenja.

3.11 KOMPOZITI

Cilji

Dijaki:

- definirajo kompozit,
- izdelajo kompozit steklo/poliester (npr. plošča velikosti 10 x 20 cm),
- razlikujejo kompozite glede na vrsto matice in utrjevalne faze,
- na kratko opišejo polimerizacije.

Vsebini

- Kompoziti – definicija, vrste.
- Osnovni postopki izdelave.

3.12 OBLIKOVANJE IN SINTRANJE KERAMIKE

Cilji

Dijaki:

- spoznajo izdelavo keramike z gnetenjem, ulivanjem suspenzije ter s stiskanjem in sintranjem prahov,
- uporabijo (*izdelajo*) mavčne modele za pravokotno keramično palico (npr. 15 x 15 x 100 mm),
- prilagodijo plastičnost gline z ustreznim dodatkom vode; plastičnost je primerna, ko se da glino oblikovati v svaljke brez pokanja,
- plastično glino vtisnejo v mavčni model in tako oblikujejo palico,
- iz gline pripravijo suspenzijo in jo ulijejo v model,
- po sušenju in po žganju izmerijo dimenzije palic, jih stehtajo in določijo gostoto,
- določijo skrček med sintranjem; sintrajo pri vsaj dveh različnih temperaturah in ugotovijo razliko v skrčkih,
- razložijo plastično obnašanje mokre gline,
- razložijo procese med žganjem,
- razložijo skrček in spremembo mehanskih lastnosti,
- izdelajo tableto superprevodne keramike $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$: zatehtajo ustrezne količine Y_2O_3 , BaO_2 in CuO , okside zmešajo v porcelanski terilnici, zmes stisnejo v tablete in sintrajo (približno 930 °C, 10 do 16 ur; hladijo počasi in zadržijo pri 500 °C 10 ur);

Vsebini

- Oblikovanje in sintranje keramike.
- Procesni med žganjem oziroma sintranjem.

3.13 TOPLOTNA PREVODNOST KERAMIKE IN DRUGIH MATERIALOV

Cilji

Dijaki:

- izvedejo preizkus toplotne prevodnosti kovine, keramike, polimera, lesa, stekla z paličastimi preizkušanci enakih dimenzij; preizkušance na enem koncu segrevajo (npr. s plinskim gorilnikom), na drugem merijo temperaturo v odvisnosti od časa,
- primerjajo značilne toplotne prevodnosti različnih skupin materialov – naštejejo primere dobrih in slabih prevodnikov.

Vsebina

- Toplotna prevodnost materialov.

3.14 ELEKTRIČNE LASTNOSTI KERAMIKE

Cilji

Dijaki:

- preizkusijo električno prevodnost keramične palice, ki so jo izdelali pri vaji Oblikovanje in sintranje keramike – ugotovijo, da je izolator,
- izmerijo električno prevodnost/upornost pozistorja; ugotovijo, da je polprevodnik, kar dokažejo z merjenjem prevodnosti med segrevanjem (s plinskim gorilnikom ali električnim sušilnikom); upornost s temperaturo pada,
- superprevodnost $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$: tableto povežejo v vezje (zaporedna vezava 9V baterije, upora in tablete). Izgubo upornosti pod kritično temperaturo dokažejo z merjenjem padca napetosti na tablete. Tableto potopijo v tekoči dušik in merijo padec napetosti na tableti. Ko postane superprevodna, voltmeter pokaže napetost 0 V,
- meissnerjev efekt: superprevodno tableto postavijo v plastično posodo, izolirano s stiroporom; na tableto položijo močan magnet; previdno dolijejo v posodo tekoči dušik; ko se tableta ohladi pod kritično temperaturo (~92 K), začne magnet lebdeti nad tabletko,
- vedo, da imajo različni keramični materiali zaradi različne narave kemičnih vezi in strukture močno različne električne lastnosti,

- ugotovijo, da je keramika električni izolator, če ima ustrezno sestavo pa je lahko tudi polprevodnik ali superprevodnik,
- vedo, da predstavlja zmožnost prilagajanja električnih lastnosti keramike potrebam določene aplikacije velik potencial v sodobni tehniki.

Vsebine

- Električna prevodnost, upornost keramike.
- Polprevodnost.
- Superprevodnost.
- Meissnerjev efekt.

3.15 STEKLO

Cilji

Dijaki:

- segrevajo steklene cevke (nizkotalno steklo premera 5 mm) v plamenu plinskega gorilnika. Med segrevanjem cevko vrtijo. Cevko na zmečkanem mestu potegnejo in jo zatalijo. Na stekleno cevko nataknejo gumijasto cev in s pihanjem v stekleno cevko oblikujejo balonček. Steklene cevke v plamenu tudi krivijo in spajajo,
- definirajo pojem podhlajena talina,
- opišejo pomen viskoznosti in njene temperaturne odvisnosti,
- razlikujejo med viskoznostjo taline (1–100 Pas) in viskoznostjo, ki omogoča oblikovanje stekla (10^3 – 10^4 Pas),
- definirajo zmeččišče in temperaturo popuščanja,
- opišejo osnove oblikovanja stekla.

Vsebini

- Mehanske in tehnološke lastnosti stekla v odvisnosti od temperature.
- Oblikovanje in spajanje stekla.

3.16 CEMENT, BETON, MALTA, STRJEVANJE

Cilji

Dijaki:

- razlikujejo cement, beton, malto, pesek in agregat,
- zmešajo cement, pesek in vodo (razmerje približno 3 : 3 : 1) in napolnijo lesene modele,
- z merjenjem temperature dokažejo sproščanje toplote pri hidrataciji,
- po strjevanju (7, 14, 28 dni) se izvede preizkus tlačne trdnosti,
- razložijo strjevanja cementa in betona s kemičnimi reakcijami cementnih materialov z vodo,
- razložijo sproščanje toplote pri hidrataciji,
- ugotovijo naraščanje trdnosti v krajšem obdobju po hidrataciji,
- opišejo (naštejejo značilne primere) uporabo betonov in malt,
- *utemeljijo razmerje cement – pesek (agregat) – voda.*

Vsebine

- Cement, apno, pesek, agregat, beton, malta.
- Strjevanje.
- Lastnosti betonov in malt.
- Uporaba betonov in malt.

3.17 LES

3.17.1 Zgradba lesa

Cilji

Dijaki:

- makroskopsko in mikroskopsko opazujejo prečni, radialni in tangencialni prerez lesa iglavca in listavca,
- les opišejo kot kompleks, sestavljen iz več tkiv z različnimi funkcijami (les je tkivni kompleks),
- razlikujejo les, skorjo in kambij, beljavo, črnjavo, ličje in lubje in poznajo njihove

funkcije,

- definirajo letno prirastno plast, braniko, rani in kasni les, letnico ter jih prepoznajo na vzorcu,
- definirajo les kot naravni obnovljiv material in kot naravni kompozit.

Vsebina

- Rast in zgradba lesa.

3.17.2 Higroskopnost, krčenje in nabrekanje, nehomogenost in anizotropnost lesa, ravnovesna vlažnost

Cilji

Dijaki:

- uporabijo (*pripravijo*) sveže smrekove in bukove usmerjene vzorce z dimenzijami: 1,5 cm aksialno \times 5,0 cm radialno \times 5,0 cm tangencialno,
- vzorce stehtajo, nato jih sušijo v laboratorijskem sušilniku 7 dni, pri čemer počasi stopnjujejo temperaturo do 103 °C,
- absolutno suhim vzorcem izmerijo maso in dimenzije. Določijo vlažnost suhega lesa U , aksialni, radialni, tangencialni in volumenski skrček (b_a, b_r, b_t, b_v),
- absolutno suhe vzorce potopijo za tri dni v vodo. Namočenim vzorcem izmerijo maso in dimenzije. Določijo vlažnost (U), linearne (aksialni, radialni, tangencialni) nabreke in volumski nabrek (a_a, a_r, a_t, a_v),
- razložijo, da se les krči in nabreka anizotropno,
- anizotropnost skrčkov in nabrekov razložijo z anizotropno zgradbo lesa in z lupinastim priraščanjem debla,
- ugotovijo razlike med posameznimi vrstami lesa,
- razložijo vplive krčenja in nabrekanja na uporabnost lesa,
- definirajo ravnovesno vlažnost,
- opišejo pomen ravnovesne vlažnosti za uporabo lesa.

Vsebini

- Krčenje, nabrekanje lesa.
- Ravnovesna vlažnost.

3.17.3 Vrste lesa in lesnih tvoriv

Cilji

Dijaki:

- naštejejo najpomembnejše domače drevesne vrste,
- opazujejo vzorce lesa, listov, skorje in slike dreves,
- prepoznajo *in opišejo* obliko in velikost listov, skorjo, *značilno velikost in obliko drevesa*,
- naštejejo glavne makroskopsko prepoznavne znake za posamezne vrste lesa *in dreves*,
- prepoznajo najpogostejše domače drevesne vrste,
- prepoznajo najpomembnejše vrste domačega lesa,
- opazujejo vzorce najpomembnejših lesnih tvoriv,
- prepoznajo najpomembnejša lesna tvoriva,
- poznajo anizotropnost mehanskih lastnosti lesa in razlike med najpomembnejšimi vrstami,
- opišejo lastnosti (anizotropnost/izotropnost, krhkost/žilavost ...) najpomembnejših lesnih tvoriv,
- opazujejo izvedbo upogibnih preizkusov do preloma vzdolžno in prečno izrezanih vzorcev različnih vrst lesa in lesnih tvoriv.

4 PRIČAKOVANI REZULTATI

Pričakovani dosežki in rezultati izhajajo iz zapisanih ciljev, vsebin in kompetenc. Da jih dijak doseže, poskrbi učitelj z načrtovanjem in izvedbo vaj, dijak pa z aktivnim sodelovanjem pri vajah in samostojnim delom doma. Pričakujemo, da bodo dijaki obvladali temeljna znanja predmeta, razen tega pa tudi veščine oziroma spretnosti, ki so potrebne za ustvarjalnost in učinkovito uporabo znanja ter da bodo razvili zaupanje v lastne sposobnosti. Pričakujemo tudi, da bodo pripravljeni na univerzitetni študij in da bodo razvili kompetence, ki vodijo k sposobnostim za vseživljenjsko učenje. Neodvisno od predhodnega znanja dijakov, pričakujemo, da bodo vsebine dobro razumeli, jih znali povezovati in uporabiti pri sestavljenih problemih in medpredmetno. Pričakovani dosežki in rezultati so zapisani splošno, kar pomeni, da jih bodo dijaki dosegli v različnem obsegu in na različnih taksonomskih stopnjah.

4.1 VSEBINSKA ZNANJA

Dijak:

- v materialnem svetu, ki nas obdaja, prepozna snovi, surovine, materiale in izdelke oziroma konstrukcije,
- usvoji temeljna znanja s področja materialov (zgradba, lastnosti, skupine materialov, značilne lastnosti, načini in pomen preizkušanja, propadanje in zaščita, recikliranje),
- sistematično preučuje probleme materialov v vsakdanjem življenju, jih opiše in rešuje z uporabo različnih strategij in znanj iz matematike, fizike, kemije, biologije.

V preprostejših primerih je dijak že sposoben:

- povezati lastnosti materiala s sestavo, strukturo in/ali termomehansko zgodovino,
- analizirati zahteve nekaterih aplikacij in kritično presojati o pravilnosti oziroma smiselnosti izbire določene vrste materiala za določen namen; čeprav pri tem upošteva zlasti tehniške kriterije, je vsaj deloma sposoben upoštevati tudi ekonomske in ekološke kriterije druge kriterije.

4.2 PROCESNA ZNANJA

Pri pouku laboratorijskih vaj bo dijak pridobil ali razvil nekatere veščine oziroma procesna znanja, ki so uporabna in prenosljiva tudi na druga področja. To so zlasti:

- kompleksno razmišljanje. Dijak uporablja teoretična in praktična znanja kot tudi izkušnje. Izvedba vaj zahteva premišljen pristop, logično sklepanje, interpretiranje in kritično vrednotenje, modeliranje, samostojno reševanje problemov itd. Pomembne zmožnosti, ki jih dijak pri laboratorijskih vajah razvije, so tudi kritično mišljenje, ustvarjalno razmišljanje, zmožnost dajanja pobud in sprejemanja odločitev;
- obvladovanje osnovnih veščin eksperimentalnega dela in dela v laboratoriju: Dijak se uči poskrbeti za urejenost delovnega mesta in varnost pri delu; samostojno izvesti preproste poskuse ter izdelati preproste izdelke oziroma vzorce ter jih preizkusiti; uporabljati merilne naprave (upoštevanje navodil, odčitavanje vrednosti, natančnost pri merjenju); urejeno zapisovati podatke v tabele; presoditi zanesljivost in smiselnost pridobljenih podatkov; uporabljati enačbe, ki povezujejo relevantne veličine in izračunati iskane veličine; narisati skice poskusov ali pojavov; grafično prikazati povezave/odvisnosti; razumeti postopek, ki ga mora uporabiti pri eksperimentalnem delu; uporabljati računalniško merilno opremo in različne senzorje ter računalniške programe za delo s preglednicami, za risanje grafov in analizo podatkov;
- iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov: uporaba IKT za iskanje, zbiranje in predstavljanje informacij; načrtno spoznavanje načinov iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov; zmožnost presoje, katere informacije in viri so potrebni in zanesljivi;
- zmožnost predstavljanja projektov, preprostih raziskav, lastnih idej, pri čemer dijak razloži pojave z znanjem, ki si ga je pridobil pri pouku ali samostojno; uporablja strokovni jezik s področja materialov ter naravoslovja in matematike (pojmi, simboli, tabele, grafi, enačbe, skice, risbe ...); argumentirano navaja sklepe; pripravi in izvede poskuse in predstavi rezultate; učinkovito uporablja sodobno IKT (delo z napravami, uporaba interneta, uporaba računalniških programov za urejanje besedil, risanje grafov, priprava predstavitev ...);

- zmožnost skupinskega dela v projektih in drugih oblikah skupinskega dela: Dijak je sposoben prevzeti različne vloge v skupini;
- učenje učenja: dijak razvija strategije razumevanja in sprotnega učenja, delovne navade, načrtuje lastne aktivnosti, išče vire s pomočjo IKT, prevzema odgovornost za lastno znanje, je sposoben objektivno oceniti lastno znanje/sposobnosti ...

5 MEDPREDMETNE POVEZAVE

Laboratorijske vaje povezujejo materiale s številnimi drugimi področji. Materialov ni mogoče obravnavati ločeno od drugih področij. Za celovitost in uspešnost je nujno povezovanje znanj, pridobljenih pri različnih predmetih. Vseskozi je pomembno predznanje kemije, fizike in mehanike. V nekaterih vajah pa se laboratorijske vaje navezujejo tudi na biologijo in geografijo, ter posegajo celo na področje ekonomije, okoljevarstva in družboslovnih znanosti. Z učenjem slovenskega izrazoslovja s področja materialov in tehnike nasploh pa so laboratorijske vaje povezane s slovenščino, tuji strokovni izrazi in tujejezična literatura pa jih povezuje tudi s poukom tujih jezikov. Pomembno je, da se dijaki povezanosti zavedajo in da pri učenju zavestno prenašajo, povezujejo in uporabljajo znanja, pridobljena pri različnih predmetih ter v vsakdanjem življenju pridobljene izkušnje. Naloga učiteljev pa je, da pri dijakih zavestno spodbujajo interdisciplinarni pristop k učenju in jim tako pomagajo, da začitijo vsebine čim bolj celostno in vsestransko, ne le kot parcialne probleme posameznih strok.

Zato naj učitelji materialov pri načrtovanju izvedbe laboratorijskih vaj sodelujejo z učitelji drugih predmetov in z njimi v največji možni meri vsebinsko in časovno uskladijo pouk. Le tako je namreč mogoče izogniti nepotrebnemu podvajanju posameznih vsebin in zagotoviti optimalno doseganje ciljev pri predmetu materiali. Medpredmetne povezave naj se kažejo tudi v medpredmetnem obravnavanju vsebin. Primerne so v vaje vključene vsebine. Nekatere izmed njih so:

- mehanski preizkusi, mehanske lastnosti, deformacije; povezava s fiziko, mehaniko, matematiko,
- keramika; povezava s fiziko, kemijo,
- polimeri, beton, malte; povezava s kemijo,
- les; povezava z biologijo, geografijo,
- kamen; povezava z geografijo,
- propadanje materialov; povezava s fiziko, kemijo, biologijo,
- ne glede na vsebino: povezava s tujim jezikom (angleščina, nemščina ...), če je vključena uporaba tujejezičnih virov,

- ne glede na vsebino: povezava z računalništvom, če je vključeno delo z računalnikom pri meritvah, zbiranju informacij, izdelavi poročil, in multimedijška predstavitev,
- ne glede na vsebino: povezava s slovenščino, če je dijaki pripravijo pisno poročilo in/ali govorno predstavitev.

Medpredmetno izvedbo vaj je mogoče realizirati v obliki projektnih dni, raziskovalnih nalog, seminarских nalog ... Za kakšno obliko se bodo učitelji odločili, katere vaje in kateri predmeti bodo vključeni, se učitelji dogovorijo znotraj kolektivov, glede na možnosti realizacije na posameznih šolah.

6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Namen laboratorijskih vaj (materiali – osnovni modul) je utrditev temeljnega znanja s področja materialov. Dijake moramo pri tem spodbujati k razmišljanju, tako da sami pridejo do sklepov, ugotovitev in temeljnih zakonitosti. Podajanje snovi naj spodbuja interdisciplinarni način razmišljanja, saj so materiali neločljivo povezani z drugimi področji znanosti in tehnologije. Učitelj naj dijake motivira za samostojno poglobljanje in širjenje znanja. Pri materialih naj učitelj poudarja poznavanje in razumevanje osnovnih pojmov, tako da bo usvojeno znanje dobra platforma za nadgrajevanje v kasnejšem šolanju.

Izhodišče pouka naj bo vselej navezovanje na predznanje dijakov in graditve novih znanj na tej podlagi. V največji možni meri naj učitelji ob vsaki priložnosti dijake opozarjajo na povezanost obravnavanih vsebin s predznanjem in izkušnjami dijakov.

V učnem načrtu zapisani vrstni red tem laboratorijskih vaj ni obvezen, mora pa biti usklajen s teoretičnim poukom. Vsako temo je treba najprej obravnavati pri teoretičnem pouku, šele nato pri laboratorijskih vajah. Pri nekaterih vajah so potrebni izdelki (preizkušanci) ali rezultati izdelani, pridobljeni pri predhodnih vajah. Katere so takšne vaje, je razvidno iz ciljev in vsebin, opisanih pri posameznih vajah. Takšne vaje je treba izvesti v ustreznem vrstnem redu.

Število ur za posamezne vaje (teme) ni predpisano. Učitelj naj vsebin, ki so dijakom znane iz predmeta materiali in drugih predmetih, pri laboratorijskih vajah ne ponavlja, če to ni nujno potrebno za razumevanje ter uspešno in varno izvedbo laboratorijskih vaj.

Učitelj pripravlja, organizira in vodi delo v laboratoriju. Dijake je treba seznaniti z uporabo naprav in merilne tehnike. Uvodoma je treba izpostaviti samostojnost pri delu. Gradivo za izvedbo vaj je »delovni zvezek«, ki ga pripravi učitelj. Vsebuje naj splošna navodila za delo v laboratoriju ter varnosti pri delu, za vsako posamezno vajo pa tudi podrobna navodila o izvedbi vaje, podatke o napravah in njihovem delovanju, ter opozorila na morebitne specifične nevarnosti. V delovnem zvezku so tudi tabele za vnašanje podatkov, kar omogoča hitro in pregledno izdelavo poročil. Pri pripravi navodil naj učitelj predstavi tudi praktični pomen vaj.

Pred izvedbo vsake vaje učitelj ponovi varnostna navodila in opozorila, ter med izvajanjem vaje nadzira njihovo upoštevanje. Dosledno je treba upoštevati veljavne predpise s področja varnosti pri delu.

Poskuse in meritve naj dijaki, če je le mogoče, izvajajo sami. Zaradi boljše povezanosti ter usklajenosti teoretičnega pouka in laboratorijskih vaj je priporočljivo, da pouk in vaje organizira in vodi isti učitelj. Demonstrator (laborant) naj bo le v pomoč. Čeprav šole gotovo imajo večino opreme, potrebne za izvedbo vaj, priporočamo, da se laboratorijske vaje deloma izvedejo v specializiranih laboratorijih zunanjih institucij (univerze, visoke šole, raziskovalni inštituti, industrija).

Preverjanje znanja naj bo sprotno. Učitelj preverja znanje s takšnimi vprašanji, da so odgovori nanje kratki, in da lahko učitelj z majhnim številom vprašanj ugotovi, koliko dijaki razumejo določeno snov in do kolikšne mere so jo usvojili. Pri tem dijaki pravočasno odkrijejo morebitne pomanjkljivosti svojega znanja, učitelj pa pravočasno ugotovi, ali znanje dijakov zadošča za učinkovito in varno izvedbo posamezne vaje. Po potrebi pred izvedbo vaje dijaki teoretično znanje utrdijo in razširijo.

Ocenjevanje znanja naj bo ustno in pisno, skladno s pravilnikom o ocenjevanju znanja. Vsa ocenjevanja znanja, ustna in pisna, naj bodo zastavljena tako, da bo mogoče diferencirati osnovni nivo in višje nivoje znanja (poznavanje osnovnih pojmov in definicij, razumevanje in analiziranje pojavov, razmišljanje o tehničnih problemih in povezovanje pridobljenega znanja z znanjem, pridobljenim pri sorodnih predmetih). Priporočena so tri pisna ocenjevanja znanja letno. Vsako ocenjevanje naj vsebuje naloge iz sprotne snovi in tudi naloge, ki povezujejo aktualno snov s prejšnjimi (že ocenjenimi) temami. Priporočamo, da dijaki pri predmetu laboratorijske vaje pripravijo poročilo, ki se tudi oceni. Dijake je treba spodbujati, da pri pisanju poročila samostojno iščejo in uporabljajo različne vire (knjižnice, internet), za predstavitve pa naj jim bo dostopna primerna multimedijaska oprema. Za lažjo pripravo dijakov na maturo naj učitelj v domače naloge, ustna in pisna preverjanja znanja že od samega začetka pouka vključuje vprašanja in naloge enakega tipa kot jih predvideva maturitetni katalog.