

Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

PROJEKT:
Razvoj naravoslovnih kompetenc

*Didaktična
gradiva/modeli
(fizikalne vsebine)
F3*

Maribor, 2010



KAZALO

Avtor: dr. Ivan Gerlič	7
Uvodnik vodje projekta	7
Avtor: mag. Robert Repnik	9
Poročilo koordinatorja fizike za obdobje 1. 1. – 31. 3. 2010.....	9
Avtorja: mag. Robert Repnik in izr. prof. dr. Ivan Gerlič	12
Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli	12
Avtor gradiva: Milan Ambrožič, Marko Gosak in Matej Cvetko	91
Serija poskusov z električnim tokom.....	91
Avtor gradiva: Milan Ambrožič	120
Energija iz orbite	120
Avtorji gradiva: Milan Ambrožič, Zlatko Bradač, Andrej Nemec	144
Električna prevodnost in perkolacijska teorija	144
Avtorji gradiva: Zlatko Bradač, Andrej Nemec, Milan Ambrožič, Robert Repnik 	162
Trdota.....	162
Avtor gradiva: Sergej Faletič.....	169
Vezava vzmeti.....	169



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Urednik

mag. Robert Repnik, dr. Milan Ambrožič

Uredniški odbor

dr. Milan Ambrožič, dr. Zlatko Bradač, Sergej Faletič, dr. Ivan Gerlič, Andrej Nemec, mag. Robert Repnik, Eva Ferk, Marko Gosak, Matej Cvetko



A. OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

A.1. Naslov projekta:

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC (št. 3311-08-986011)

A.2. Tip projekta:

Strateški razvojno - raziskovalni projekt

A.3. Naročnik:

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT, Masarykova 16, 1000 Ljubljana

A.4. Nosilec projekta:

A.4.1. Odgovorni nosilec in vodja projekta:

Nosilec: prof. dr. Ivan Rozman, rektor UM

Vodja: prof. dr. Ivan Gerlič, FNM

A.4.2. Pogodbena stranka za izvedbo projekta:

Univerza v Mariboru, Slomškov trg 15, 2000 Maribor

s članico

Fakulteto za naravoslovje in matematiko, Koroška cesta 160, 2000 Maribor

A.5. Projektna skupina:

A.5.1. Vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta), dr. Nataša Bukovec (koordinatorica zunanjih sodelavcev)

A.5.2. Programski svet projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), dr. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), dr. Milan Ambrožič (pomočnik koordinatorja za področje fizike), Kornelia Žarič (pomočnica koordinatorice za področje kemije), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), dr. Marjan Krašna in dr. Igor Pesek (računalniška podpora projekta, spletne strani projekta), Eva Ferk (administracija)

A.5.3. Programsko vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta,



koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), dr. Jelka Strgar (sokoordinatorica področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Gorazd Planinšič (sokoordinator področja fizike), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Nataša Bukovec (sokoordinatorica področja kemije, koordinatorica zunanjih sodelavcev), dr. Margareta Vrtačnik (sokoordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), Milena Pačnik (koordinatorica področja osnovnih šol s prilagojenim programom), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta)

A.5.2. Strokovni sodelavci:

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Milan Ambrožič, dr. Jurij Bajc, dr. Barbara Bajd, Said Bešlagič, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringner, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, Eva Ferk, dr. Vesna Ferk Savec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Vladimir Grubelnik, Manica Grčar, dr. Vlasta Hus, dr. Marjan Krašna, dr. Dušan Krnel, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andreja Nekrep, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, dr. Igor Pesek, dr. Darija Petek, dr. Gorazd Planinšič, Sonja Plazar, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, mag. Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, dr. Janez Vogrinc, mag. Dušan Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Blaž Zmazek, Kornelia Žarič, dr. Janez Žerovnik

A.5.2. Učitelji:

Jelka Avguštin, Daniel Bernad, Romana Bezjak, Jožica Brecl, Darko Briški, Sanja Cvar, Silva Čepin, Irena Česnik-Vončina, Martina Črešnik, Romana Čuješ, Robert Dimec, Mojca Dobnik Repnik, Ines Fišer, Matej Forjan, Neda Golmajer, Lidija Grubelnik, Zdravka Hajdinjak, Katja Holnthaner Zorec, Jasmina Jančič, Senka Jauk, Zdenka Keuc, Marjeta Križaj, Magdalena Kunc, Andreja Kuhar, Samo Lipovnik, Andrej Marl, Alenka Mozer, Jasna Novak, Damjan Osrajnik,



Milena Pačnik, Marjanca Poljanšek, Hedvika Popič, Davorka Pregl, Peter Sekolonik, Milenko Stiplovšek, Tanja Štefl, Maja Štukl, Katja Stopar, Mladen Tancer, Diana Tavčar Ročenovič, Simon Ülen, Karmen Vidmar, Samo Zanjekovič, Felicita Hromc, Jasna Žic, Marko Žigart

A.6. Raziskovalno polje

A.6.1. Predmetna področja:

1. Biologija
2. Fizika
3. Kemija
4. Skupni predmeti – Matematika, Tehnika, Računalništvo, Razredni pouk,
Osnovna šola s prilagojenim programom

A.6.2. Stopnja:

Vrtci, osnovne šole (razredna in predmetna stopnja), osnovne šole s prilagojenim programom in srednje šole.



Avtor: dr. Ivan Gerlič

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru



Uvodnik vodje projekta

Z uvodnikom, ki je pred nami, podajamo in prikazujemo šesto poročilo projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc«¹, s katerim nadaljujemo delo druga vsebinska sklopa, katerega osnovni cilj je postavljanje in preverjanje didaktičnih gradiv oz. modelov v šolski praksi. Prikaz dela 6. poročila, ki je potekalo med 1.1.2010 - 31.3.2010, lahko v osnovi delimo na dva dela, in sicer:

- preverjanje drugega sklopa didaktičnih gradiv/modelov v šolski praksi ter izobraževanja učiteljev praktikov (aktivnosti: S2.04, S2.05 in S2.06) in
- priprava tretjega sklopa didaktičnih gradiv/modelov za preverjanje v šolski praksi (S1.13, S1.14 in S1.15).

Pričnimo s prikazom prvega dela, to je s **preverjanjem drugega sklopa didaktičnih gradiv/modelov v šolski praksi**.

Biologi so v globalu evalvirali 6 obsežnejših sklopov gradiv, ki so v didaktičnem in metodološkem smislu zgledno in zanimivo pripravljena. Iz podrobno podanega poročila lahko povzamemo, da so se v projektu sodelujoči biologi posvetili iskanju razvoja naravoslovnih kompetenc predvsem s pomočjo laboratorijskega dela. Mnenje koordinatorja pa je, da bi morali vsaj del pozornosti posvetiti razvoju učnih strategij in metod, ki pa niso skupne le naravoslovju, temveč poučevanju v celoti, da bi razvijali kompetence prav vsako uro pouka v šoli.

Fiziki podajajo poročilo za 6 bolj ali manj obsežnih sklopov gradiv. Iz obsežnejšega prikaza poročila je razvidno, da je bilo testiranja gradiv na tem področju na šolah tokrat veliko manj kot v prejšnjem obdobju. Ta upad je po mnenju koordinatorja zaskrbljujoč, saj morda nakazuje popuščanje začetnega delovnega zanosa. Povsem razumljiv je tudi predlog, da bodo morali koordinatorji in vodstvo projekta razmisliti o novih strategijah in motivativnih posegih za nadaljnje delo projekta.

Tudi področje kemije je tokrat evalviralo 6 sklopov gradiv; za vse evalvacije je značilno, da označujejo testirana gradiva kot primerna za razvijanje

¹ Spletna predstavitev projekta: <http://kompetence.uni-mb.si/default.htm>



naravoslovnih kompetenc pri katerih učenci na aktiven način pridobivajo novo znanje, ter so tako dobrodošlo dopolnilo ali nadomestilo gradiv, ki so jih učitelji do sedaj uporabljali za doseganje z učnimi načrti predpisanih ciljev.

Drugi del poročila predstavlja **pripravo tretjega sklopa didaktičnih gradiv/modelov za preverjanje v šolski praksi**. Po pregledu gradiv lahko ugotovimo, da število gradiv kvantitativno ni napredovalo. Nova gradiva, ki so jih pripravili avtorji posameznih skupin največkrat predstavljajo nadgradnjo gradiv prejšnjih obdobjih projekta, seveda pa je tudi več kot polovica gradiv povsem nova, tako v vsebinskem kot metodološkem pristopu. Zelo dejavni so tudi tokrat skupni oz. podporni predmeti; področje skupnih predmetov zajema poleg naravoslovja tudi tehniko, matematiko, računalništvo in spoznavanje okolja. Gradiva pokrivajo tako predšolsko obdobje, kot tudi celotno vertikalno izobraževanja v osnovni šoli. Podobno kot do sedaj, je tudi pri gradivih pripravljenih v tem obdobju, poudarek na eksperimentalnem delu, ki je še posebej izpostavljeno na nižji stopnji izobraževanja oziroma predšolski vzgoji. V gradivih se eksperimentalno delo odraža v obliki didaktičnih iger, skupinskega dela po posameznih kotičkih ter v obliki naravoslovnih in tehničnih dni.

V sklopu projekta je pomembna naloga tudi **izobraževanja učiteljev praktikov**. V lanskem letu smo to opravili v Mariboru (posvet in delavnica), letos pa v soboto 6. marca 2010 na oddelku za Kemijsko izobraževanje in informatiko v prostorih Naravoslovno tehniške fakultete Univerze v Ljubljani². Udeležilo se ga je okrog 50 sodelavcev projekta, kar predstavlja približno polovico vseh sodelujočih. Posvet in delavnica sta po mnenju programskega sveta in udeležencev samih, v celoti uspela.

V nadaljevanju delavniških in promocijskih aktivnosti ob tradicionalnih planiramo tudi posvet in delavnice na tematiko metodologije.

Za letošnje leto načrtujemo tudi izdajo prve monografije projekta RNK, z naslovom "Opredelitev naravoslovnih kompetenc", vsebovala pa bo predvsem pomembne rezultate iz prvega obdobja dela na projektu: opredelitev ključnih, generičnih in predmetno specifičnih kompetenc, analizo stanja in trendov za posamezne naravoslovne predmete (TIMMS, PISA, analize priljubljenosti teh predmetov na naših šolah, itd.), analizo naravoslovne pismenosti in drugo.

² http://kompetence.uni-mb.si/2_posvet/default.htm



Avtor: mag. Robert Repnik

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Poročilo koordinatorja fizike za obdobje 1. 1. – 31. 3. 2010

Izhodišče in vodilo za delo v obdobju od januarja do marca 2010 je bila v projektu predvidena aktivnost **S 1.14**

Priprava didaktičnih gradiv/modelov (fizika) za preverjanje v šolski praksi za prvo četrtletje leta 2011 (1. 10. 2010 – 31. 12. 2010);

Rezultat: Didaktična gradiva/modeli(fizikalne vsebine) F3;

Kazalnik: Didaktična gradiva za poučevanje v naravoslovju – gradivo F3.

Povzetek opravljenega dela na področju fizike

V tem obdobju je bilo pripravljenih še manj novih gradiv kot v prejšnjem obdobju. Ta upad je zaskrbljujoč, saj morda nakazuje popuščanje začetnega delovnega znanja na vseh straneh, tako da bomo morali koordinatorji razmisliti o novih strategijah za nadaljnje delo na projektu, hkrati pa smo že izvedli določene ukrepe. Položaj rešuje nekaj avtorjev z več gradivi namesto z enim samim. V naslednjem obdobju bomo skušali spodbuditi tudi učitelje, ki sicer gradiva testirajo, da bi morda še sami napisali kaj gradiv, pri njihovi pripravi pa jim bomo pomagali.

Pričakujemo, da bodo morda nekateri avtorji zaradi časovne stiske še oddali nova gradiva z zamudo, tako da jih ne bomo mogli vključiti v sedanje poročilo. Takšna gradiva bomo vseeno vključili v testiranje v jesenskem obdobju, poročilo o samem gradivu pa bomo oddali skupaj z ustreznim evalvacijskim poročilom.

Avtorja mag. Robert Repnik in dr. Ivan Gerlič sta pripravila dve novi gradivi iz serije gradiv Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli, in sicer s temama Zaznavanje barv in Vremenska napoved. Gradiva so namenjena učencem 8. in 9. razreda OŠ. Pred-test in po-test preverjata ne le znanje s področja fizike, temveč posegata tudi v kompetenčno področje. Kot njuna prejšnja gradiva tudi ti dve gradivi primerjata tri različne tradicionalne metode pouka: frontalni pristop, delo z učnimi listi in tradicionalni frontalni pristop z dodatno uporabo IKT. Pri tretjem načinu gradiva spodbujajo predvsem učenčevo uporabo



spletnih virov kot vedno pomembnejši del prve generične kompetence – sposobnost zbiranja informacij.

Avtorji dr. Milan Ambrožič, Marko Gosak in Matej Cvetko so napisali sklop gradiv *Serija poskusov z električnim tokom*. Gre za uporabo novega fizikalnega učila »Elektro zbirka za tok in prevodnost«, ki je bilo razvito v okviru projekta RNK. Avtorji načrtujejo pripravo več nadaljnjih gradiv v zvezi s tem učilom, sedanji sklop pa vsebuje 3 enote gradiv: za 6. in 9. razred OŠ in za srednje šole. V 6. razredu naj bi se v poskusu preverjala logika delovanja stikal, v 9. razredu bi se primerjale prevodnosti različnih trdnin, v srednji šoli pa bi se delal poskus s prevodnostjo tekočih elektrolitov. V vseh primerih gre za skupinske poskuse in s tem za razvijanje ustreznih kompetenc, kot je sposobnost samostojnega in skupinskega dela in podobno. Vprašanja pred-testov in po-testov so v glavnem izbirnega tipa.

Avtor dr. Milan Ambrožič poroča o novem gradivu *Energija iz orbite*, ki je namenjeno predvsem gimnazijam in drugim srednjim šolam, primerno pa je tudi za 8. razred OŠ pri poglavju o delu in energiji. S tem gradivom želi doseči predvsem troje: 1) preverjanje tehnike *možganska nevihta z uporabo miselnih vzorcev* pri frontalnem in skupinskem načinu dela v šoli, podobno kot pri prejšnjem gradivu, 2) dotik vseh 8 ključnih kompetenc, vsaj z ustreznimi vprašanji v pred-testu in po-testu, 3) predstavitev aktualne teme iz trajnostnega razvoja. Pred-test in po-test sta različna, vsebujeta pa po 8 vprašanj izbirnega tipa, po ustreznih ključnih kompetencah.

Avtorji dr. Milan Ambrožič, dr. Zlatko Bradač in Andrej Nemec so zaradi pomanjkanja decembra oddanih gradiv za fiziko pripravili dodatno gradivo *Električna prevodnost in perkolacijska teorija* za 9. r. OŠ ter gimnazije in druge srednje šole, ki bi se testiralo že aprila in maja 2010. Motivacij za izdelavo tega gradiva je bilo (razen pomanjkanja fizikalnih gradiv) več. Pri poskusu v šolah bi učenci/dijaki eksperimentirali z verjetnostjo in verjetnostnim računom, kar bi bilo nekaj novega. Verjetnostni račun se obravnava le teoretično, pri matematiki v višjih letnikih srednjih šol. Drugič, uporabili bi lahko ista učila – komplete različnih enako velikih kock, ki so sicer namenjena prejšnjemu gradivu Bradača in Nemca. Tretjič, ta tema je lep zgled interdisciplinarnosti, saj perkolacijska teorija v splošnem povezuje matematiko, fiziko, elektrotehniko, geologijo, kozmologijo in še kaj. In četrtič, s priloženim računalniškim programom 2D-perkolacijskega problema bi se lahko učenci/dijaki pozabavali doma in s tem krepili digitalno kompetenco.

Avtorji dr. Zlatko Bradač, Andrej Nemec, dr. Milan Ambrožič in mag. Robert Repnik so izdelali gradivo *Trdota* za gimnazije in druge srednje šole. V njem poudarjajo razlike med slovenskimi izrazi za sorodne, a različne fizikalne



veličine, kot so trdnost, togost in trdota. Pri tem gradivu poudarjajo ključno kompetenco *sporazumevanje v maternem jeziku na področju naravoslovja*.

Dr. Sergej Faletič je izdelal gradivo za gimnazijski in srednješolski nivo: Vezava vzmeti. V njem poudarja, da veliko različnih naravnih pojavov opisujejo ekvivalentne matematične enačbe. Na primer, vzporedno in zaporedno vezavo vzmeti, ki se v srednjih šolah ne obravnavata, primerja z vzporedno in zaporedno vezavo upornikov. Gre za pomembno kompetenco v znanosti: uporabljati analogije, z njimi pa dan matematični model, razvit za eno znanstveno področje, prenesti na analogno področje, ne da bi bilo treba model razvijati ponovno.



Avtorja: mag. Robert Repnik in izr. prof. dr. Ivan Gerlič

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli

Teoretični del

Raziskovalni problem:

Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli

Povzetek predvidenega načrta raziskave:

Razlogi za vključitev dejavnosti v kurikulum.

V učnem načrtu za fiziko v 8. in 9. razredu je po mnenju stroke primerno število vsebinsko nerazporejenih ur, ki so med drugim namenjene za vnašanje poljubnih tem v pouk fizike po presoji učitelja. V praksi je tega izredno malo, oz. praktično tovrstnih učnih ur ni. Razlogov za to je več, od težavnega postopka pri izbiri teme do še večjih problemov pri izbiri didaktičnih oblik in metod dela za izvedbo tovrstne ure. Za razvoj naravoslovnih kompetenc pa so takšne ure izrednega pomena, saj je lahko učiteljevo delo bolj usmerjeno v cilj razvijanja prenosljivih naravoslovnih kompetenc pri učencih (in dijakih) in ne le zgolj v usvajanje znanja, kar se praviloma dogaja pri pouku v slovenski osnovni šoli.

Opis dejavnosti ali serije dejavnosti.

Tekom dveh šolskih let bodo izvedene vnaprej pripravljene učne ure, ki jih v izvedbo pouka fizike v 8. in 9. razredu uvrstimo na podlagi možnosti, zapisane v učnem načrtu za fiziko osnovne šole. Učne ure bodo obravnavale različne aktualne teme, predvsem novosti in sodobna znanstvena dognanja, ki jih ne najdemo med eksplicitno navedenimi cilji v učnem načrtu. Zaradi omejene časovne razpoložljivosti bodo preverjanja tekom raziskave razvitega didaktičnega modela potekala v največ dveh zaporednih šolskih letih.

Nakazati možnosti za vključevanje v pouk, zasnovane na obstoječih učnih načrtih.

Po učnem načrtu je v devetletni osnovni šoli v Sloveniji v osmem razredu na razpolago 70 ur in v devetem razredu 64 ur fizike. Na tem mestu v nadaljevanju citiramo za raziskavo relevantne odstavke iz učnega načrta fizike za osmi in deveti razred osnovne šole, sprejet leta 1998, ki je še vedno v veljavi:



»V osmem razredu je razporejenih 47 ur od 70 ur. **Ostale ure so namenjene ponavljanju, preverjanju, ocenjevanju, izbirnim vsebinam, ki jih izbere učitelj, ter naravoslovnim aktivnostim.** Ob posameznem poglavju je zapisano število ur, namenjeno obravnavi tega poglavja. Pri ciljih je temeljno znanje označeno s polkrepkim tiskom, izbirne vsebine pa s poševnim tiskom.«.

»V devetem razredu je razporejenih 49 ur od 64 ur. Ostale ure so namenjene ponavljanju, preverjanju, ocenjevanju, izbirnim vsebinam, ki jih izbere učitelj, ter naravoslovnim aktivnostim. Ob posameznem poglavju je zapisano število ur, namenjeno obravnavi tega poglavja. Pri ciljih je temeljno znanje označeno s polkrepkim tiskom, izbirne vsebine pa s poševnim tiskom.«.

»Ob naslovu posameznega poglavja je zapisano število ur, namenjeno obravnavi tega poglavja, in je učitelju za orientacijo pri razporejanju ur in pripravi njegovega letnega učnega načrta. Zapisano število ur ni obvezujoče. Nerazporejene ure v 8. in 9. razredu naj učitelj nameni utrjevanju, ponavljanju, preverjanju in ocenjevanju.«

Ciljna skupina, ki ji je dejavnost namenjena.

Učenci pri pouku fizike v 8. in 9. razredu osnovne šole v Republiki Sloveniji. V raziskavi bodo zajete tako mestne in primestne šole ter podeželske šole. V analizi rezultatov se bomo osredotočili na različne taksonomske nivoje znanj ter z njimi povezanih naravoslovnih kompetenc (predvsem generičnih in tudi nekaj predmetno specifičnih kompetenc). Analiziran bo vpliv naslednjih faktorjev: spol, številčna ocena naravoslovnega predmeta iz predhodnega obdobja kot podlaga za oceno predznanja, predvsem pa uporabe različnih pristopov (kombinacije metod in oblik dela).

Opis in razlaga dejavnosti s stališča razvoja kompetenc.

Določeni taksonomski nivoji znanj pri usvajanju novih fizikalnih vsebin se lažje dosegajo, če imajo učenci pred obravnavo nove snovi osvojene določene naravoslovne kompetence. V učnem načrtu vsebinsko nedefinirane ure so dobra priložnost za razvoj naravoslovnih kompetenc, saj učitelj ni v tolikšni meri obremenjen z doseganjem vsebinskih znanj, kakor pri običajnih urah. V raziskavi bomo doseganje nivojev znanj opazovali z metodo primerjave predtestov in potestov, izpolnjevanih s strani posameznega učenca v začetku in ob koncu učne ure, v kateri se obravnava snov. Uspešnost osvajanja različnih nivojev znanj v učni uri osvajanja nove snovi s področja izbrane tematike lahko analiziramo na podlagi omenjenih testov. Za ugotavljanje uspešnosti določene didaktične metode dela glede razvoja določenih naravoslovnih kompetenc pa je potrebno daljše opazovalno obdobje (do 2 šolski leti).



PODROBNEJE O RAZISKAVI:

1. Opredelitev problema.

Tema sodi na področje didaktike fizike. Obravnavana tema združuje področje fizikalnih znanj in področje specialne didaktike. Spoznanja bodo predvidoma univerzalne narave za področja tudi ostalih naravoslovnih ved, v kolikor je učni načrt v segmentu definiranja vsebinsko neopredeljenih ur dovolj podoben učnemu načrtu fizike ter je izpolnjen pogoj starostne primerljivosti (zadnje triletnje osnovne šole). Poudarek raziskave je na analizi izbranih didaktičnih metod dela v frontalni obliki dela [1], ki se v doseganju višjih taksonomskih nivojev znanja [2, 3] izkaže kot najuspešnejša pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli.

Razvoj fizike in drugih naravoslovnih znanosti poteka danes zelo hitro tudi zaradi potreb razvoja novih tehnologij v sodobni družbi. Znanstveniki spremljamo in soustvarjamo sodobna dognanja na svojem znanstvenem področju. Ljudje v vsakdanjem življenju vsakodnevno uporabljajo nekatere aplikacije, ki so nastale na podlagi tega znanstvenega razvoja, na primer: fizika tekočih kristalov [4] in pestra uporaba tekoče-kristalnih zaslonov [5], proizvodnja električne energije v jedrski elektrarni, prenos signala v optičnih vodnikih ipd. Nove tehnologije s pridom in zelo radi uporabljajo ravno mladi, običajno pa ne poznajo ali ne razumejo fizikalnih principov delovanja. Mnoge med njimi zanima način delovanja nekaterih novih tehnologij in prav bi bilo, da bi fizikalno korektne in razvojni stopnji primerne odgovore ponudila že osnovna šola. Občasno zasledimo v različnih medijih prispevke, ki skušajo na poljuden način pojasniti delovanje določene tehnologije, a so interpretacije prepogosto fizikalno in metodološko nekorektne, saj takšni prispevki v medijih nagovarjajo preširoko javnost in ne uporabljajo uveljavljene fizikalne terminologije [6, 7].

Učni načrti v osnovni šoli so dovolj fleksibilni [8], da omogočajo številne možnosti za vključevanje sodobnih fizikalnih znanstvenih dognanj v izobraževanje osnovnošolcev. Možnosti segajo od določenega števila vsebinsko nedoločenih ur pri posameznih predmetih, kakor na primer fizika v osmem in devetem razredu, naravoslovje, projekti iz fizike in tehnike... ter razni krožki, interesne dejavnosti, dnevi dejavnosti, ekskurzije itd. Učitelj fizike je tudi kompetenten tako po strokovni (fizika) kot po metodološki plati (didaktika, pedagogika, psihologija), da bi lahko poskrbel za prenos sodobnih znanj v poučevanje fizikalnih vsebin.

Žal pa opažamo, da tega prenosa v našem izobraževalnem sistemu še ni v ustrezni meri [3]. V osnovni šoli, kjer sicer pri učencih vlada velik interes za



spoznavanje in usvajanje novega, ne izkoristimo v zadostni meri vseh možnosti, ki so na voljo. Osnovne vsebine učnih načrtov so zasnovane historično, glede na hiter razvoj tehnologij pa v naboru temeljnih fizikalnih vsebin ne ponujajo odgovora na vprašanje, kako vnašati sodobna dognanja v osnovnošolsko izobraževanje, čeprav sama struktura predmetov v osnovni šoli to omogoča.

Ugotavljamo, da trenutno ne obstaja znanstveno preverjen didaktični model, ki bi nudil celovito informacijo in napotke učitelju, kako naj postopa takrat, kadar želi in ima možnost v poučevanje vnesti vsebine, ki bi obravnavale aktualna znanstvena dognanja iz naravoslovnih področij. Vsi se strinjamo, da bi morali osnovnošolci slišati o novejših dosežkih fizikalnih znanosti več in na ustrezen način. Vemo, da je zgolj reševanje pogosto zaprtih fizikalnih problemov pri pouku premalo; problemsko naravnani pouk ponuja bistveno boljše priložnosti v ta namen [3]. Poučevanje fizikalnih vsebin bi s tem postalo tako za učence kot za učitelje zanimivejše, vodilo bi k večji aktivnosti udeležencev pouka, h globljim znanjem ter posledično k večji priljubljenosti pouka fizike pri nas [9]. Primerno in fizikalno korektno informacijo bi posredoval učitelj in mediji, ki jo pogosto predstavijo pomanjkljivo ali celo napačno.

Odločitev, katere vsebine so v določenem trenutku aktualne, je relativno preprosta; s tem učitelji nimajo večjih težav. Že v sklopu projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc smo razvili Model, kako naj učitelj postopa v fazi izbire vsebin (glej: Priložnosti za vnašanje sodobnih znanstvenih dognanj v pouk osnovnošolske fizike. V: FOŠNARIČ, Samo (ur.). *IV. mednarodno znanstveni posvet na temo Ekologija za boljši jutri, od 25. 3. do 27. 3. 2009*. Rakičan: RIS - Raziskovalno izobraževalno središče, 2009, str. 19-30.). Problem je povsem specialno-didaktične narave. Učitelji so večči izvedb v učnem načrtu določenih vsebin, kar uspešno izvajajo s pestrim naborom učnih metod in oblik dela [1]. V fazi priprave teh gradiv sva imela avtorja več srečanj z učitelji fizike in sorodnih naravoslovnih predmetov, ki so vključeni v projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc; potrdili so tezo, zapisano v prejšnjem stavku in naju hkrati opozorili na dileme, o katerih teče beseda v nadaljevanju. Precej več težav pri učitelju nastopi, ko je potrebno sprejeti odločitev glede izbire metod in oblik dela, ki bi jih uporabili za vnos novih vsebin v pouk. Ocenjujemo, da je razlog za izredno redke primere prenosa sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli ravno učiteljeva negotovost glede izbire ustreznega in učinkovitega didaktičnega pristopa.

V sodobni šoli [10] želimo dosežati višje taksonomske nivoje znanj, še vedno pa se preveč pozablja na razvoj naravoslovnih kompetenc. To lahko dosežemo le z uporabo ustreznih učnih pristopov, didaktičnih metod in oblik dela, pri katerih se pri pouku izvedejo ustrezni kognitivni in metakognitivni procesi [3]. V znanstvenem področju didaktike se je v zadnjem času uveljavil



znanstveni instrument uvajanja strategij presoje v vlogi meritve stanja taksonomskega nivoja znanja [11]. Zavedati se moramo, da so doseganja določenih nivojev znanj tesno povezana z razvojem določenih naravoslovnih kompetenc. Kadar želimo med seboj primerjati različne metode dela, lahko denimo uporabimo strategije presoje za določitev stanja pred obravnavo in po obravnavi določene teme na določen način; pravimo, da izvedemo pedagoški eksperiment z uporabo strategij presoje v primerjalni analizi uspešnosti izbranih didaktičnih metod oz. postopkov učnega dela. Tako po analitični in empirični poti raziščemo ter dokažemo, katera metoda je uspešnejša pri doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj [12, 13, 14, 15]. Pri ugotavljanju uspešnosti posamezne učne metode je delo bistveno lažje, kadar ugotavljamo uspešnost pri doseganju nivojev znanj; in oteženo, kadar raziskujemo uspešnost pri razvoju naravoslovnih kompetenc. Za to je potrebno daljše obdobje spremljanja.

2. Cilji raziskave.

Osrednji cilj raziskave je analizirati uspešnost naslednjih učnih metod v procesih vnašanja aktualnih znanstvenih vsebin in dognanj s področja fizike v osnovnošolsko poučevanje:

- tradicionalni frontalni pouk (P1),
- tradicionalni pouk z vključevanjem elementov metode dela s tekstom (P2),
- tradicionalni pouk z vključevanjem elementov informacijsko-komunikacijske tehnologije v obliki uporabe pasivnih in aktivnih e-gradiv (P3).

V primerih izvedbe učne ure s povsem novo tematiko se učitelji nagibajo k tradicionalnim oblikam dela, kar sva ugotovila v večih pogovorih z učitelji, vključenimi v projekt razvoj naravoslovnih kompetenc in drugimi. Tudi znotraj tradicionalne oblike dela je na voljo več možnih pristopov; v naši raziskavi smo se osredotočili na tiste 3, za katere se ob uvajanju novosti v pouk učitelji fizike najpogosteje odločajo [1]. S problemsko orientiranim poukom in na podlagi empirične raziskave želimo z izbranimi učnimi metodami dela obravnavati iste fizikalne tematike z izbranimi učnimi metodami dela v 8. in 9. razredu slovenske osnovne šole. Omejili se bomo torej na najpogostejše učne metode, izbrane s strani učitelja za primere vpletanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli, in to na tiste, ki izrabijo tudi možnosti razpoložljivih učnih pripomočkov, pomagala in informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT). Zanima nas uspešnost izbranih učnih metod glede na kriterije, ki jih narekuje Bloomova taksonomija učnih ciljev [1, 2, 3]. Uspešnejša bo tista učna metoda, ki bo dosegla višje taksonomske cilje, saj je s tem osvojeno znanje trajnejše in operativnejše, daje pa tudi dobre možnosti



iskanja odgovorov na izzive sodobne družbe mladim po zaključku šolanja. Prav tako pa z raziskavo v daljšem obdobju ne ugotavljamo zgolj dviga znanj, ampak tudi razvoj naravoslovnih kompetenc.

Sistem testiranja

Uspešnost posamezne učne metode bomo analizirali s pedagoškim eksperimentom in dodatnim mehanizmom t.i. strategij presoje. S strategijami presoje [3, 11] bomo ugotavljali v skrbno pripravljeni meritvi stanje znanja posameznika glede določene fizikalne tematike z ozirom na dosežene nivoje v hierarhiji po Bloomovi taksonomiji vzgojno-izobraževalnih ciljev [2, 3]: znati, razumeti, uporabljati, analizirati, sintetizirati in vrednotiti. Takšen posnetek stanja bomo napravili pred in po procesu (pred-test in po-test) vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike ter poleg samega stanja določili še napredek posameznika pri posamezni globini znanja. Z empirično raziskavo bomo po uveljavljenih principih [12, 13, 14, 15] analizirali in dokazali, kateri didaktični pristop je ustrežnejši v primerih vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole neodvisno od obravnavane vsebine.

Aktualne vsebine, zanimive za obravnavo pri pouku osnovnošolske fizike v posameznem šolskem letu, se bodo seveda iz leta v leto spreminjale; ustrezati morajo le kriterijem strokovne, specialno-didaktične in razvojne primernosti za obravnavo. Iz tega razloga navajanja aktualnih vsebin ne moremo najti v veljavnih učnih načrtih [8], v njih zasledimo le navodilo o stremenju k problemskosti in aktualizaciji obravnavanih vsebin. V naši raziskavi bomo na podlagi znanstvenega pristopa po kriterijski analizi s pomočjo strategij presoje ponudili jasen odgovor na sedanjo dilemo, kateri didaktični pristop je ustrežnejši v frontalni tradicionalni obliki dela v doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj in s tem trajnosti ter uporabnosti znanja, seveda pa nam bo to dalo tudi mnoge odgovore na vprašanja, povezana z razvijanjem naravoslovnih kompetenc.

Trenutno stanje glede naravoslovnih kompetenc učencev na podlagi dosedanjih raziskav je bilo predstavljeno v poročilih mednarodnih in nekaterih nacionalnih raziskav (dokumenti so dostopni na spletnem portalu projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc). Iz empirične analize pričakujemo spoznanja glede uspešnosti posameznega pristopa v smislu osvajanja različnih nivojev znanj ter v smislu razvoja naravoslovnih kompetenc pri učnih urah fizike, kjer se obravnavajo sodobna znanstvena dognanja. Uporabljena metodologija bo: eksperimentalna metoda tradicionalnega empirično-analitičnega pedagoškega raziskovanja. Pedagoški eksperiment bo izveden na naslednji način: za vsako izbrano učno temo bodo izvedene tri učne ure, vsaka z drugačnim učnim pristopom. S predtestom in potestom pri vsaki učni



uri bomo primerjali nivo znanja pred obravnavo, nivo znanja po obravnavi snovi in napredek posameznika in razreda v odvisnosti od didaktičnega pristopa. Iz analize rezultatov bomo sklepali o uspešnosti izbranega didaktičnega pristopa glede razvoja določenih naravoslovnih kompetenc. Tekom dveh let bo obravnavanih 12 različnih učnih tem, ki bodo v pouk vnašale aktualna in sodobna fizikalna dognanja. Korelirali bomo uspešnost posameznega didaktičnega pristopa v odvisnosti od stratuma, spola učencev, ocene iz fizike oz. naravoslovja iz predhodnega šolskega leta ter obiskovanega razreda (8. in 9. razred). Uspešnost didaktičnega pristopa pri meritvi napredka posameznika in razreda ugotavljamo z izboljšanjem rezultata znotraj posamezne strategije presoje in z izboljšanjem rezultata pri doseganju globljih stopenj znanj ter v daljšem obdobju določenih naravoslovnih kompetenc. Navedli bomo opis v raziskavi uporabljenega vzorca z določitvijo kriterijev, ki zagotavljajo verodostojnost empirične raziskave. Sledil bo opis izvedbe samega preverjanja učinkovitosti izbranega didaktičnega pristopa ter rezultati testiranja. Rezultate preverjanja učinkovitosti različnih didaktičnih pristopov bomo analizirali in v diskusiji podali zaključke. Izvedena bo tudi mnenjska anketa v pedagoški eksperiment vključenih učencev glede njihovega odnosa do predmeta fizike nasploh ter do konkretne učne ure, v kateri se je obravnavala nova snov: sodobna znanstvena dognanja.

Deloma že v sprotnih poročilih, predvsem pa v sklepnem poročilu o raziskavi bomo glavne ugotovitve povzeli ter nakazali možnosti razširitve proučevanja didaktičnih procesov vnašanja na druge oblike in metode dela pri poučevanju fizikalnih vsebin, tudi izven pouka fizike (npr. predmet naravoslovje, izbirni predmeti), saj je razvoj naravoslovnih kompetenc medpredmetno horizontalno povezan in v času izobraževanja med naravoslovnimi predmeti v različnih razredih vertikalno prepleten. Izsledki raziskave bodo – upamo – uporabni ne le za didaktično preučevanje pouka fizike, ampak tudi širše.

Raziskovalne teze.

- Uspešnost izbranega didaktičnega pristopa je neodvisna od vsebinske izbire obravnavane učne teme v procesu vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole.
- Napredek v doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj je večji v primeru tradicionalnega pouka z vključevanjem elementov informacijsko-komunikacijske tehnologije ter specialno-didaktičnih e-gradiv v primerjavi glede na ostala dva analizirana didaktična pristopa.
- Napredek v doseganju nižjih taksonomskih nivojev znanj je večji v primeru tradicionalnega frontalnega pouka v primerjavi glede na ostala dva analizirana didaktična pristopa.



- Učenke dosegajo večji napredek v doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj od učencev, neodvisno od uporabljenega didaktičnega pristopa.
- Stratum (mestna in primestna šola / podeželska šola) se ne odraža kot vpliven faktor pri uspešnosti izbranega didaktičnega pristopa.
- Učenčeva predhodna ocena iz fizike se odraža kot vpliven faktor pri uspešnosti izbranega didaktičnega pristopa.
- Razred (8. ali 9. razred), v katerem preverjamo določeno učno vsebino v odvisnosti od didaktičnega pristopa, se ne odraža kot vpliven faktor pri uspešnosti izbranega didaktičnega pristopa.
- Sedanji strukturalni model izobraževanja fizike v osnovni šoli omogoča uspešno vnašanje sodobnih fizikalnih dognanj v pouk fizike.

Pričakovani izvirni znanstveni prispevki.

Specialno-didaktična raziskava s pedagoškim eksperimentom in strategijami presoje v analizi uspešnosti tradicionalnih učnih metod v procesih vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike predvidoma daje naslednja izvirna znanstvena spoznanja:

1. Izbira didaktičnega pristopa ključno vpliva na napredek v doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj v procesu vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole ter v daljšem obdobju na razvoj naravoslovnih kompetenc.
2. Izbira ustreznega didaktičnega pristopa v procesu vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole kaže zelo podobno uspešnost pri doseganju višjih taksonomskih ciljev neodvisno od starosti otrok (8. ali 9. razred) in s tem odpravlja razloge za obravnavo aktualnih fizikalnih vsebin le v 9. razredu.
3. Izbira didaktičnega pristopa v procesu vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole, ki k tradicionalni frontalni učni metodi dodaja še druge elemente, vodi k manjšemu napredku slabših in k večjemu napredku boljših učencev glede na predhodno oceno iz fizike v primerjavi z izvedbo učne ure, pri kateri smo izbrali le tradicionalno frontalno učno metodo; v tem primeru opazimo sicer večji napredek slabših, a izostane večji napredek boljših učencev.
4. Primerjava izbranih učnih pristopov v procesu vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole kaže podobno uspešnost istega učnega pristopa pri zelo različni vsebinski izbiri obravnavane učne tematike. To potrди splošno veljavnost rezultata raziskave: v empirični raziskavi spoznan najuspešnejši didaktični pristop velja uporabiti pri vseh procesih vnašanja sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike osnovne šole.



5. Izdelali bomo strukturalni model poučevanja fizike za segment vnašanja sodobnih dognanj fizike v pouk. Posebej se bomo osredotočili na model uporabe računalnika oz. IKT v izobraževanju, in sicer segment specialnih didaktičnih vsebin v podpodročju izobraževalnega interneta pri sekundarnem področju uporabe računalnika oz. IKT v izobraževanju.

Predpostavke in morebitne omejitve.

Vsak učni sistem ima svoje specifike. Splošnost veljavnosti znanstvenih dognanj naloge je omejena na slovenski osnovnošolski prostor poučevanja fizike. Pedagoški eksperiment bo izveden tako, da bo zagotovljeno zadostno število testiranih učencev za verodostojnost iz empirične raziskave izpeljanih sklepov, kot to dokazujejo J.R. Levin in drugi [16, 17]. Raziskava bo omejena na pouk fizike v 8. in 9. razredu osnovne šole. Ocenjujemo, da bo v celotno preverjanje dvanajstih tem v obdobju do dveh let izvedenih 48 učnih ur z različnimi pogoji v razredu, izpolnjenih bo med 1500 in 2300 testov. Analiza rezultatov bo predstavljala razmeroma precejšen zalogaj.

Predvidevamo preverjanje pomembnosti vpliva naslednjih faktorjev na uspešnost izbranega didaktičnega pristopa: spol testiranih učencev, predhodna ocena učenca iz fizike, stratum (mestne in primestne ter podeželske šole) ter razred učenca (8. oziroma 9. razred).

Predvidene metode raziskovanja.

Raziskava je predvsem empirična s široko teoretično podlago. Uporabili bomo eksperimentalno metodo tradicionalnega empirično-analitičnega pedagoškega raziskovanja. S pomočjo pedagoškega eksperimenta in strategij presoje (analiza, primerjava, sklep in interpretacija ter ovrednotenje) bomo določili stanje in napredek v nivojih znanja glede na izbran učni pristop pri obravnavi sodobnih znanstvenih dognanj ter primerjalno v daljšem obdobju opazovali uspešnost določenega didaktičnega pristopa na razvoj naravoslovnih kompetenc.

Literatura.

1. Gerlič I. (1991) Metodika pouka fizike v osnovni šoli, Pedagoška fakulteta Maribor.
2. Bloom B.S. (1970) Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva, Beograd.
3. Gerlič I., Udir V. (2006) Problemski pouk fizike v osnovni šoli, ZRSŠ.
4. Repnik R., Mathelitsch L., Svetec M., Kralj S. (2003) Physics of defects in nematic liquid crystals, European Journal of Physics, 24.



5. Mathelitsch L., Repnik R. Bradač Z., Vilfan M., Kralj S. (2003) Flüssigkristalle im Überblick : Unentbehrlich in Natur, Technik und Forschung. *Phys. Unserer Zeit*, vol. 34.
6. Kuščer I., Moljk A. (1999) Fizika za srednje šole, DZS.
7. Strnad J. (2006) O poučevanju fizike, DMFA
8. Učni načrti za fiziko, <http://www.zrss.si/default.asp?link=predmet&tip=6&plD=8&rlD=99> (pridobljeno 28.11.2008, Zavod Republike Slovenije za šolstvo)
9. Slana R. (2007) Priljubljenosti fizike v osnovni šoli, diplomska seminarska naloga, Fakulteta za naravoslovje in matematiko UM.
10. Blažič M., Ivanuš Grmek M., Kramar M., Strmčnik F. (2003) Didaktika – visokošolski učbenik, Visokošolsko središče Novo mesto.
11. Phye G.D. (1997) Handbook of Classroom Assessment: Learning, Adjustment and Achievement, Academic press, ZDA.
12. Bao L (2006) Theoretical comparisons of average normalized gain calculations, *American Journal of Physics*, 74 (10).
13. Coletta P.V. idr. (2005) Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability, *American Journal of Physics*, 73 (10)
14. Coletta P.V. idr. (2007) Why You Should Measure Your Students' Reasoning Ability, *The Physics Teacher*, 45.
15. Hake R.R. (1998) Interactive – engagement versus traditional methods: A six – thousand – student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, 66 (1).
16. Levin J.R., O'Donnell A.M. (1999) Educational research's credibility gaps, in closing, *Issues in Education: Contributions from Educational Psychology*, 5.
17. Phye G.D idr. (2005) Empirical Methods for Evaluating Educational Interventions, Elsevier Academic Press.
18. Bybee R.W. (2002) Learning Science and the Science of learning, NTSA press.
19. Blažič M. (1990) Izbrana poglavja iz didaktike, Pedagoška fakulteta Ljubljana.
20. Cenčič M. (1995) Problemski pouk, Pedagoška obzorja, Ljubljana.
21. Čepič M. (2004) Fizikalne vsebine v naravoslovju OŠ – temelj naravoslovne nadgradnje v srednjem in visokem šolanju posameznika, Zbornik prispevkov mednarodnega posveta o splošni izobrazbi, ZRSS.
22. Duit R. idr. (1991) Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies, Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen.
23. Furlan I. (1972) Učenje kot komunikacija, DZS.



24. Gerlič I. (1984) Metodika in metodologija pouka fizike v osnovni šoli, Pedagoška fakulteta Maribor.
25. Gerlič I. (2000) Sodobna informacijska tehnologija v izobraževanju, DZS, Ljubljana.
26. Gibbs K. (1999) The resourceful Physics Teacher, 600 ideas for creative teaching, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia.
27. Hayed N. idr. (1998) Psihologija, ZRSŠ.
28. Kralj S., Repnik R., Popa-Nita V. (2006) Pojav gospodar-suženj v mehki snovi, 5. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah, Gozd Martuljek, 10. november 2006, Zbornik povzetkov, DMFA.
29. Krašna M., Repnik R., Bradač Z., Kralj S. (2006) Sudden isotropic-nematic phase transition within a plan-parallel cell, Mol. cryst. liq. cryst., vol. 449.
30. Mathelitsch L. (1995) Narava in fizika, DZS.
31. Morrison J.A. (2003) Science Teacher's Diagnosis and Understanding of Students's Preconceptions, Scientific Education, 87.
32. Reif F. (1981) Teaching problem solving – A scientific approach, The Physics Teacher.
33. Repnik R., Bradač Z., Kralj S., Krašna M. (2003) Presentation of liquid crystals' structure and its defects for educational purposes, 14th International Conference on Information and Intelligent Systems, Varaždin: Faculty of Organization and Informatics Varaždin.
34. Repnik R., Krašna M., Kralj S. (2006) Teaching and learning the physics of liquid crystals, 17th International Conference on Information and Intelligent Systems, Varaždin: Faculty of Organisation and Informatics.
35. Repnik R., ment. Kralj S., soment. Gerlič I. (2005) Strukturni prehodi nematičnega tekočega kristala v planparalelni celici : magistrsko delo, Pedagoška fakulteta Maribor.
36. Strmčnik F. (1992) Problemski pouk v teoriji in praksi, Didakta, Radovljica.
37. Šindler G. (1990) Prilozi problemski usmerjenoj nastavi fizike, Školska knjiga, Zagreb.

Praktični del

V obdobju do dveh šolskih let bo obravnavano 12 različnih tem v učnih urah osvajanja nove snovi skozi različne didaktične pristope.

Preverjanje bo organizirano v skladu z naslednjo razpredelnico:

Preglednica 1: Preverjanje

	8.r.	8.r.	8.r.	8.r.	8.r.	8.r.	9.r.	9.r.	9.r.	9.r.	9.r.	9.r.
	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S2	S2	S2
T	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
1	1	2	3	13	14	15	25	26	27	37	38	39



2	2	3	1	14	15	13	26	27	25	38	39	37
3	3	1	2	15	13	14	27	25	26	39	37	38
4	4	5	6	16	17	18	28	29	30	40	41	42
5	5	6	4	17	18	16	29	30	28	41	42	40
6	6	4	5	18	16	17	30	28	29	42	40	41
7	7	8	9	19	20	21	31	32	33	43	44	45
8	8	9	7	20	21	19	32	33	31	44	45	43
9	9	7	8	21	19	20	33	31	32	45	43	44
10	10	11	12	22	23	24	34	35	36	46	47	48
11	11	12	10	23	24	22	35	36	34	47	48	46
12	12	10	11	24	22	23	36	34	35	48	46	47

Izvedenih bo 48 različnih učnih ur z različnimi pogoji v razredu.

V levem stolpcu so posamezne učne teme, npr. Vloga jedrske elektrarne Krško pri pridobivanju električne energije v Sloveniji, Svetlobne celice, Jedrski odpadki, Optični vodniki, Segrevanje teles s sončno svetlobo itd.

Razred:

8.r.: osmi razred slovenskih osnovnih šol

9.r.: deveti razred slovenskih osnovnih šol

Stratum:

S1: mestne in primestne šole

S2: podeželske šole

Didaktični pristop:

P1: tradicionalni frontalni pouk

P2: tradicionalni pouk z vključevanjem elementov metode dela s tekstom

P3: tradicionalni pouk z vključevanjem elementov informacijsko-komunikacijske tehnologije v obliki uporabe pasivnih in aktivnih e-grafov

V drugem obdobju preverjanja bosta predvidoma izvedeni dve učni temi:

- Zaznavanje barv
- Vremenska napoved

Dokumenti, ki sledijo v nadaljevanju, so pripravljene osnutki, ki jih bodo učitelji – izvajalci preverjanja – v okviru delavnice oz. drugih srečanj med avtorjema, laboranti in drugimi strokovnjaki ter učitelji, še sooblikovali.

V nadaljevanju sledijo za vsako posamezno temo naslednji dokumenti:

- P1:
 - priprava



- P2:
 - priprava
 - učni list
 - rešitve učnega lista
- P3:
 - priprava
 - delovni list
 - rešitve delovnega lista
 - spletna stran
- SKUPNI DOKUMENTI:
 - predtest
 - rešitve predtesta
 - potest
 - rešitve potesta
- MOREBITNI DODATNI DOKUMENTI:
 - ???



Zaznavanje barv

Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 09, P 1

Vzgojno – izobraževalna tema:	Vnašanje sodobnih dognanj v pouk fizike (ni opredeljeno v letnem delovnem načrtu učitelja - proste ure).
Vzgojno – izobraževalna enota:	Zaznavanje barv
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Didaktični pristop:	P1: tradicionalni frontalni pristop
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	1) Učenec se seznani, da je bela svetloba sestavljena iz svetlob različnih barv. 2) Učenec spozna kako človeško oko zaznava barve. 3) Učenec razume delovanje barvnih monitorjev. 4) Učenec se zaveda vpliva novih tehnologij na kvaliteto življenja.
Vzgojno – izobraževalne metode:	Metoda razgovora, razlage, demonstracije, metoda praktičnih del.
Vzgojno – izobraževalne oblike:	Frontalna.
Korelacije:	biologija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	
Novi pojmi:	
Eksperimenti:	1. Eksperiment s trikotno stekleno prizmo, ki prikazuje, da je bela svetloba sestavljena iz posameznih barv. 2. Eksperiment z barvno vrtavko, ki ponazarja, da s sestavo posameznih barv



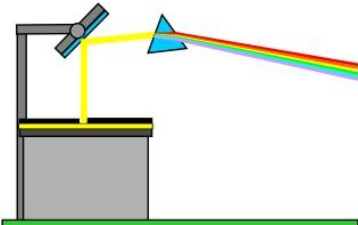
	dobimo belo barvo. 3. Eksperiment za ugotavljanje delovanja barvnih monitorjev.
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice

Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Uvajanje	10
Osvajanje	25
Preverjanje	10

Literatura:

1. Metodika pouka v fizike, Ivan Gerlič, Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Fizika, narava, življenje 1. Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole, Milan Ambrožič idr., Ljubljana, DZS, 2005
3. Fizika, narava, življenje 2. Učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne osnovne šole, Milan Ambrožič idr., Ljubljana, DZS, 2005
4. Moja prva fizika 1 : fizika za 8. razred osnovne šole, Branko Beznec idr., Modrijan, 2006
5. Moja prva fizika 2 : fizika za 9. razred osnovne šole, Branko Beznec idr., Modrijan, 2002
6. Fizika za srednješolce. 1, Gibanje, sila, snov, Rudolf Kladnik, DZS, 1997
7. Fizika za srednješolce. 2, Energija, Rudolf Kladnik, DZS, 1998
8. Fizika za srednješolce. 3, Svet elektronov in atomov, Rudolf Kladnik, DZS, 1997
9. Fizika za srednješolce. +1, Pot k maturi iz fizike, Rudolf Kladnik, DZS, 1996

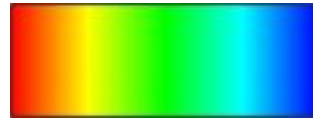


SNOV/UČITELJ	UČENCI
1. Uvajanje 1.1 Uvodno ponavljanje, mobilizacija (Predtest) <i>Učitelj razdeli predteste in poda učencem napotke za reševanje predtesta.</i> - Predtest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (predtestu). 1.2 Motivacija in postavitve problema <i>Učitelj zastavi učencem vprašanje, zakaj vidimo predmete različnih barv.</i> Učitelj skupaj z učenci ugotavlja, da vidimo predmete različnih barv takrat, ko nanje pada svetloba. Tudi svetloba je lahko različnih barv. To vidimo pri mavrici. 1.3 Napoved cilja Učitelj pove učencem da vidimo predmete različnih barv zato, ker se se od posameznih predmetov odbija določena svetloba, ki pade v naše oči. Kot primer omenimo rdeč list od katerega se odbija rdeča svetloba. Ta svetloba nato prispe v naše oči, ki jo zaznajo kot rdečo barvo. Kako dobimo svetlobo posameznih barv in kako naše oči zaznavajo barve pa bomo podrobneje spoznali pri današnji uri. Učitelj pove učencem, da si v zvezke zapišejo naslov teme današnje ure: »Zaznavanje barv«	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učenci odgovarjajo na zastavljeno vprašanje učitelja in ugotavljajo da so predmeti različnih barv, če posveti nanje svetloba. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure ter si v zvezek zapišejo naslov: »Zaznavanje barv«
2 Obravnava nove učne snovi 2.1 Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter) <i>Učitelj razloži učencem, da je bela svetloba, ki prihaja od Sonca sestavljena iz posameznih barv.</i> Svetila oddajajo običajno <u>belo svetlobo</u>, ki pa je sestavljena iz posameznih barv. V naravi lahko to vidimo kot mavrico. Učitelj razloži učencem, da se svetloba pri prehodu iz ene snovi v drugo (zrak, steklo, voda) <u>lomi</u>. Pri tem se svetloba različnih barv lomi različno. Rdeča svetloba se lomi najmanj, zelena že nekoliko bolj, modra pa še bolj. Zaradi tega pojava lahko pri prehodu bele svetlobe iz ene snovi v drugo zaznamo <u>marvrico</u>. Eksperiment: <i>Učitelj s pomočjo grafoskopa pokaže učencem eksperiment kako nastane mavrica.</i> Na grafoskop položimo dva temna lista, ki ne prepuščata svetlobi, tako da je med njim tanka reža. Tanko rezo svetlobe z grafoskopom projiciramo na steno. Nato za grafoskopom postavimo trikotno prizmo, ki povzroči, da se svetloba razkloni. Na steni lahko zagledamo mavrico. <i>Učitelj pokaže na prosojnici skico poskusa, ki si jo učenci prerišejo v zvezek.</i>  Učitelj razloži učencem, da so posamezne barve, ki jih vidimo v mavrici združene v beli svetlobi. Te barve imenujemo tudi barvni spekter.	Barvni spekter <i>Učenci se seznanijo da je bela svetloba sestavljena iz posameznih barv</i> Učenci poslušajo razlago učitelja in se pri tem seznanijo, da nastane mavrica pri prehodu bele svetlobe iz ene snovi v drugo. <i>Učenci opazujejo eksperiment</i> Učenci so pozorni na posamezne barve, ki nastanejo pri razklonu svetlobe. <i>Učenci si v zvezke prerišejo skico eksperimenta</i> Učenci opazujejo barvni spekter in si v zvezke zapišejo



Učitelj pokaže na prosojnici barvni spekter bele svetlobe.

Barve, ki jih lahko zaznamo v mavrici so: rdeča, oranžna, rumena, zelena, modra, vijolična. Seveda pa se barve prelivajo ena v drugo, tako da lahko v mavrici zasledimo ogromno odtenkov različnih barv.



barvni spekter

posamezne barve v mavrici:

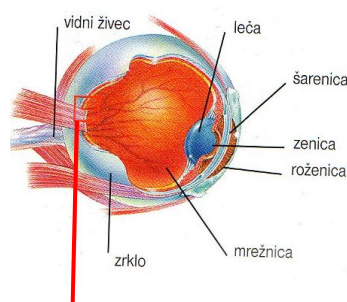
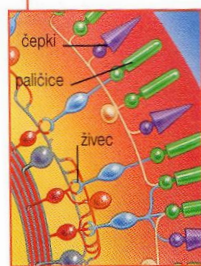
rdeča, oranžna, rumena,
zelena, modra, vijolična.

2.2 Zaznavanje barv s človeškim očesom

Učitelj pokaže prosojnico na kateri je prikazano kako človeško oko zaznava barve.

Prosojnica:

Učitelj razloži učencem, da so v človeškem očesu posebne celice, ki jih imenujemo palčice in čepki. Palčice zaznavajo svetlobo (svetlo-temno), čepki pa barve. V človeškem očesu so tri vrste čepkov. Eni najbolj zaznavajo rdečo svetlobo, drugi zeleno in tretji modro svetlobo. Zato govorimo tudi o treh osnovnih barvah (rdeča, zelena, modra)



Zaznavanje barv s človeškim očesom

Učenci opazujejo prosojnico in poslušajo razlago učitelja.

Učenci si zapišejo v zvezke

Oko vsebuje čepke, ki zaznavajo barve. Poznamo tri vrste čepkov. Eni so najbolj občutljivi na rdečo svetlobo, drugi na zeleno svetlobo in tretji na modro svetlobo.

Učitelj pokaže liste različnih barv in ob prosojnici razloži kako zaznavamo posamezne barve.

Bel list vidimo bel zato, ker odbija vse barve. Ko opazujemo bel list v našo oko vpadejo vse barve in tako se vzbudijo vsi trije čepki. Naši možgani to zaznajo kot belo barvo. Ko opazujemo zelen list, se od njega odbije v naše oko le zelena barva. Vzbudijo se le čepki, ki so najbolj občutljivi na zeleno barvo.

Pri opazovanju rdečega lista se v naše oko odbije rdeča svetloba in vzbudijo se čepki, ki so najbolj občutljivi na rdečo svetlobo. Črn list vpije vso svetlobo. Ker se v naše oko ne odbije nobena svetloba, se čepki ne vzbudijo, kar zaznamo kot črno barvo. Pri opazovanju ostalih barv se posamezni čepki različno vzbudijo in tako omogočajo zaznavanje najrazličnejših otenkov barv.

Učenci poslušajo razlago učitelja in si v zvezke prerisajo skico, ki prikazuje odbijanje barv od posameznih listov.

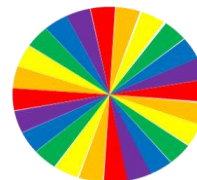
prosojnica:



Eksperiment:

Učitelj pokaže eksperiment z vrtavko

Učitelj namesti na posebej izdelano vrtavko krog z mavričnimi barvami. Nato zavrti vrtavko in opozori učence, da naj bodo pozorni na barvo mavričnega kroga. Mavrični krog postane bele barve.



Učitelj razloži učencem, da pri vrtenju mavričnega kroga hkrati pade v naše oko svetloba različnih barv, kar povzroči, da se vzbudijo vse tri vrste čepkov. To zaznamo kot belo barvo.

Učenci opazujejo eksperiment

Pozorni so na barvo vrtavke pri vrtenju.

Poslušajo razlago učitelja.

2.3 Delovanje barvnih monitorjev

Delovanje barvnih monitorjev

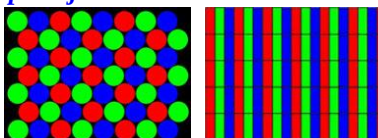


Učitelj pokaže učencem barvni monitor in jim razloži kako prikazuje barve.

Na podoben način kot se v našem očesu odzivajo čepki, delujejo tudi barvni monitorji. Monitorji so sestavljeni iz velikega števila majhnih lučk, ki svetijo. Ko kupujemo monitor, smo pozorni na „resolucijo monitorja“. Večja je resolucija, več lučk ima monitor in bolj natančno lahko prikaže sliko.

Monitor vsebuje tri različne vrste lučk (rdeče, modre in zelene), ki so razporejene točno v določenem zaporedju. Lučke so lahko različnih oblik, odvisno od monitorja. Posameznim lučkam ne moremo spreminjati barv, lahko jih le prižigamo in ugašamo.

prosojnica:

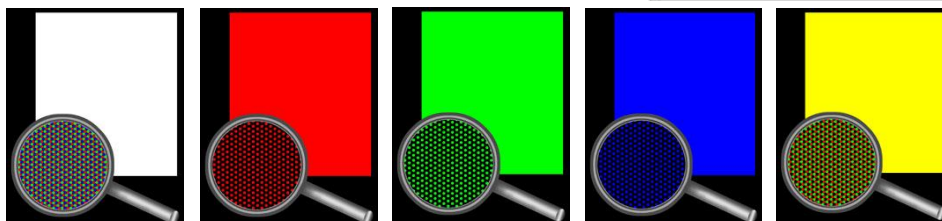
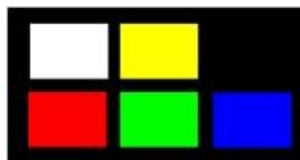


Eksperiment:

Učitelj s pomočjo lupe pokaže učencem katere lučke gorijo na posameznem delu monitorja.

Na monitorju prikazemo sliko na kateri se vidi bela rdeča, zelena, modra in rumena barva.

Nato učitelj s pomočjo lupe pokaže učencem kako gorijo posamezne lučke na različno obarvanih območjih.



Na območju bele barve so prižgane vse tri lučke. Tako v naše oko hkrati vpada rdeča, zelena in modra svetloba, kar zaznamo kot belo barvo. Na rdečem predelu so prižgane le rdeče lučke, modre in zelene so ugasnjene. Na zelenem delu so prižgane le zelene lučke, rdeče in modre pa so ugasnjene. Na modrem delu so prižgane le modre lučke.

Tudi vse ostale barve lahko dobimo s kombinacijo rdečih, modrih in zelenih lučk, ki so različno močno prižgane. Tako na primer dobimo rumeno barvo tako, da so prižgane rdeče in zelene lučke, modre pa so ugasnjene.

Učenci poslušajo razlago učitelja.

Učenci opazujejo prosojnico in si v zvezke prerišejo skico razporeditve barvnih lučk pri monitorju.

Učenci opazujejo eksperiment in poslušajo razlago učitelja.

Učenci so pozorni na posamezne barve na ekranu.

Učenci so pozorni, da so na belem delu ekrana prižgane vse tri vrste lučk. Na rdečem delu samo rdeče lučke, na zelenem delu samo zelene lučke, na modrem delu pa samo modre lučke.

V zvezke si narišejo skice, ki ponazarjajo kako so prižgane lučke na posameznem delu monitorja

Učenci se seznani, da lahko različne barve prikazemo s kombinacijo treh vrst lučk

3. Preverjanje usvojenega (Potest)

Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.

- Potest se rešuje 10 minut.
- Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).

Učenec vsak sam rešuje potest. Čas reševanja je omejen na 10 minut.



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21

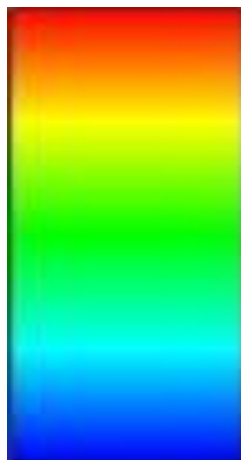
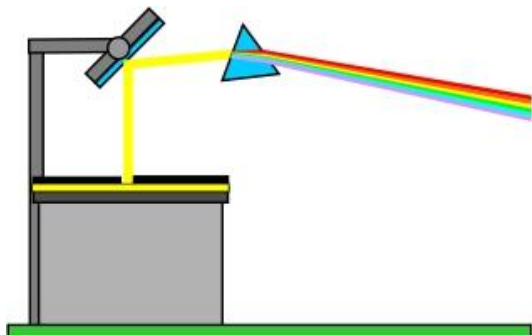


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



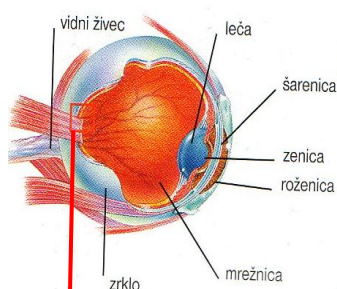
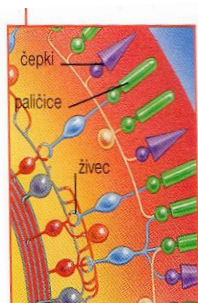
Prosojnica 1

Barvni spekter

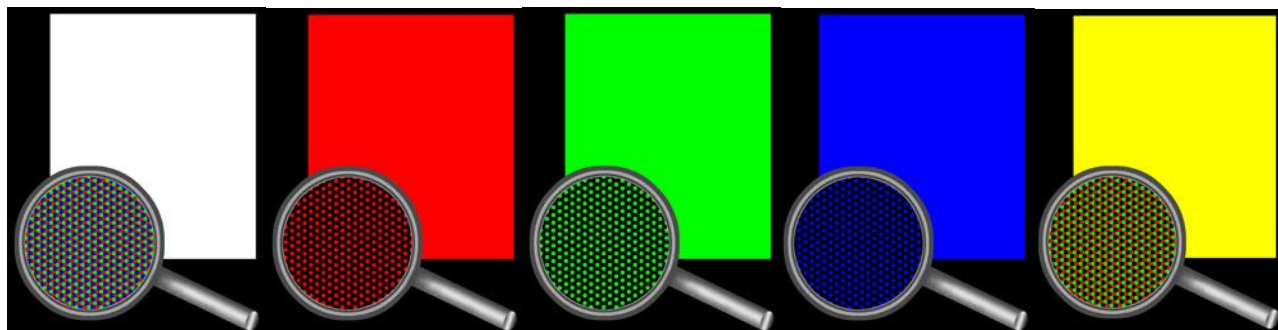
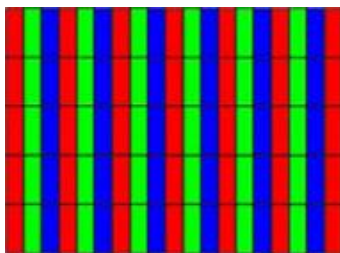
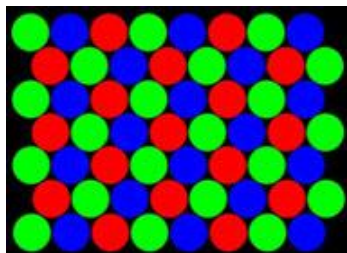


Bela svetloba je sestavljena iz svetlob različnih barv

Zaznavanje barv s človeškim očesom



Delovanje barvnih monitorjev



Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 09, P 2

Vzgojno – izobraževalna tema:	Vnašanje sodobnih dognanj v pouk fizike (ni opredeljeno v letnem delovnem načrtu učitelja - proste ure).
Vzgojno – izobraževalna enota:	Zaznavanje barv
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Didaktični pristop:	P2: delo z učnimi listi
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	5) Učenec se seznani, da je bela svetloba sestavljena iz svetlob različnih barv. 6) Učenec spozna kako človeško oko zaznava barve. 7) Učenec razume delovanje barvnih monitorjev. 8) Učenec se zaveda vpliva novih tehnologij na kvaliteto življenja.
Vzgojno – izobraževalne metode:	Metoda razgovora, razlage, demonstracije, metoda praktičnih del.
Vzgojno – izobraževalne oblike:	delo s tekstom
Korelacije:	biologija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	
Novi pojmi:	
Eksperimenti:	4. Eksperiment s trikotno stekleno prizmo, ki prikazuje, da je bela svetloba sestavljena iz posameznih barv. 5. Eksperiment z barvno vrtavko, ki ponazarja, da s sestavo posameznih barv dobimo belo barvo. 6. Eksperiment za ugotavljanje delovanja



	barvnih monitorjev.
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, učni list

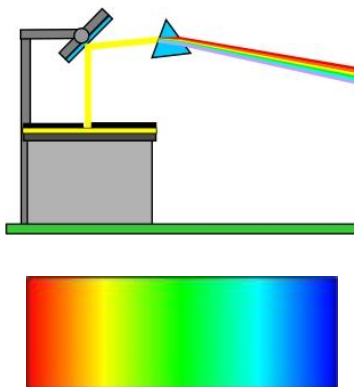
Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Uvajanje	10
Osvajanje	25
Preverjanje	10

Literatura:

1. Metodika pouka v fizike, Ivan Gerlič, Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Fizika, narava, življenje 1. Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole, Milan Ambrožič idr., Ljubljana, DZS, 2005
3. Fizika, narava, življenje 2. Učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne osnovne šole, Milan Ambrožič idr., Ljubljana, DZS, 2005
4. Moja prva fizika 1 : fizika za 8. razred osnovne šole, Branko Beznec idr., Modrijan, 2006
5. Moja prva fizika 2 : fizika za 9. razred osnovne šole, Branko Beznec idr., Modrijan, 2002
6. Fizika za srednješolce. 1, Gibanje, sila, snov, Rudolf Kladnik, DZS, 1997
7. Fizika za srednješolce. 2, Energija, Rudolf Kladnik, DZS, 1998
8. Fizika za srednješolce. 3, Svet elektronov in atomov, Rudolf Kladnik, DZS, 1997
9. Fizika za srednješolce. +1, Pot k maturi iz fizike, Rudolf Kladnik, DZS, 1996



SNOV/UČITELJ	UČENCI
1. Uvajanje 1.1 Uvodno ponavljanje, mobilizacija (Predtest) <i>Učitelj razdeli predteste in poda učencem napotke za reševanje predtesta.</i> - Predtest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (predtestu). 1.2 Motivacija in postavitve problema <i>Učitelj zastavi učencem vprašanje, zakaj vidimo predmete različnih barv.</i> Učitelj skupaj z učenci ugotavlja, da vidimo predmete različnih barv takrat, ko nanje pada svetloba. Tudi svetloba je lahko različnih barv. To vidimo pri mavrici. 1.3 Napoved cilja Učitelj pove učencem da vidimo predmete različnih barv zato, ker se se od posameznih predmetov odbija določena svetloba, ki pade v naše oči. Kot primer omenimo rdeč list od katerega se odbija rdeča svetloba. Ta svetloba nato prispe v naše oči, ki jo zaznajo kot rdečo barvo. Kako dobimo svetlobo posameznih barv in kako naše oči zaznavajo barve pa bomo podrobneje spoznali pri današnji uri. <i>Učitelj razdeli učne liste.</i>	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učenci odgovarjajo na zastavljeno vprašanje učitelja in ugotavljajo da so predmeti različnih barv, če posveti nanje svetloba. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure.
2 Obravnava nove učne snovi 2.1 Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter) <i>Učitelj poda učencem napotke za reševanje naloge 1.1 na učnem listu</i> Svetila oddajajo običajno <u>belo svetlobo</u>, ki pa je sestavljena iz posameznih barv. V naravi lahko to vidimo kot mavrico. Svetloba se pri prehodu iz ene snovi v drugo (zrno, steklo, voda) <u>lomi</u>. Pri tem se svetloba različnih barv lomi različno. Rdeča svetloba se lomi najmanj, zelena že nekoliko bolj, modra pa še bolj. Zaradi tega pojava lahko pri prehodu bele svetlobe iz ene snovi v drugo zaznamo <u>mavrico</u>. <i>Učitelj skupaj z učenci preveri odgovor na zastavljeno vprašanje.</i> Eksperiment: <i>Učitelj s pomočjo grafoskopa pokaže učencem eksperiment kako nastane mavrica.</i> Na grafoskop položimo dva temna lista, ki ne prepuščata svetlobo, tako da je med njim tanka reža. Tanko režo svetlobe z grafoskopom projiciramo na steno. Nato za grafoskopom postavimo trikotno prizmo, ki povzroči, da se svetloba razkloni. Na steni lahko zagledamo mavrico. <i>Učitelj poda učencem napotke za reševanje naloge 1.2 na učnem listu.</i> <i>Učitelj pokaže na prosojnici skico poskusa in barvni spekter bele svetlobe. Ob prikazu prosojnice preveri odgovore učencev.</i> Barve, ki jih lahko zaznamo v mavrici so: <u>rdeča</u>,	Barvni spekter <i>Učenci preberejo besedilo in odgovorijo na vprašanje.</i> Učenci se seznani, da nastane mavrica pri prehodu bele svetlobe iz ene snovi v drugo. <i>Učenci po potrebi dopolnijo odgovor.</i> <i>Učenci opazujejo eksperiment</i> Učenci so pozorni na posamezne barve, ki nastanejo pri razklonu svetlobe. <i>Učenci preberejo besedilo in rešijo naloge 1.2 na učnem listu.</i> Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore.



barvni spekter



oranžna, rumena, zelena, modra, vijolična. Seveda pa se barve prelivajo ena v drugo, tako da lahko v mavrici zasledimo ogromno odtenkov različnih barv.

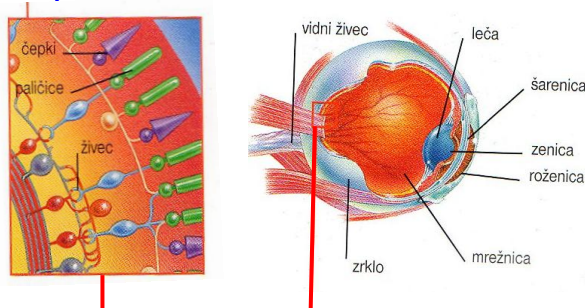
2.2 Zaznavanje barv s človeškim očesom

Učitelj poda učencem napotke za reševanje naloge 2.1 na učnem listu.

Učitelj pokaže prosojnico na kateri je prikazano kako človeško oko zaznava barve. Ob prosojnici preveri odgovore učencev.

Prosojnica:

Učitelj razloži učencem, da so v človeškem očesu posebne celice, ki jih imenujemo palčice in čepki. Palčice zaznavajo svetlobo (svetlo-temno), čepki pa barve. V človeškem očesu so tri vrste čepkov. Eni najbolj zaznavajo rdečo svetlobo, drugi zeleno in tretji modro svetlobo. Zato govorimo tudi o treh osnovnih barvah (rdeča, zelena, modra)



Učitelj pokaže liste različnih barv in poda navodila za reševanje naloge 2.2 na učnem listu.

Bel list vidimo bel zato, ker odbija vse barve. Ko opazujemo bel list v našo oko vpadejo vse barve in tako se vzbudijo vsi trije čepki. Naši možgani to zaznajo kot belo barvo. Ko opazujemo zelen list, se od njega odbije v naše oko le zelena barva. Vzbudijo se le čepki, ki so najbolj občutljivi na zeleno barvo. Pri opazovanju rdečega lista se v naše oko odbije rdeča svetloba in vzbudijo se čepki, ki so najbolj občutljivi na rdečo svetlobo. Črn list vpije vso svetlobo. Ker se v naše oko ne odbije nobena svetloba, se čepki ne vzbudijo, kar zaznamo kot črno barvo. Pri opazovanju ostalih barv se posamezni čepki različno vzbudijo in tako omogočajo zaznavanje najrazličnejših otenkov barv.

Učitelj s pomočjo prosojnice preveri rezultate učencev.

Eksperiment:

Učitelj pokaže eksperiment z vrtavko

Učitelj namesti na posebej izdelano vrtavko krog z mavričnimi barvami. Nato zavrti vrtavko in opozori učence, da naj bodo pozorni na barvo mavričnega kroga. Mavrični krog postane bele barve.

Učitelj razloži učencem, da pri vrtenju mavričnega kroga hkrati pade v naše oko svetloba različnih barv, kar povzroči, da se vzbudijo vse tri vrste čepkov. To zaznamo kot belo barvo.

2.3 Delovanje barvnih monitorjev

Učitelj pokaže učencem barvni monitor in jim poda napotke za reševanje naloge 3.1 na učnem listu.

Zaznavanje barv s človeškim očesom

Učenci preberejo besedilo in odgovorijo na zastavljeno vprašanje.

Učenci poslušajo razlago učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore

Učenci preberejo besedilo in dopolnijo skice.



Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo skice.

Učenci opazujejo eksperiment

Pozorni so na barvo vrtavke pri vrtenju.

Poslušajo razlago učitelja.

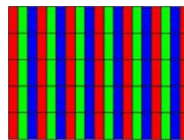
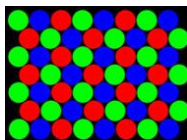
Delovanje barvnih monitorjev

Učenci preberejo besedilo in



Na podoben način kot se v našem očesu odzivajo čepki, delujejo tudi barvni monitorji. Monitorji so sestavljeni iz velikega števila majhnih lučk, ki svetijo. Ko kupujemo monitor, smo pozorni na „resolucijo monitorja“. Večja je resolucija, več lučk ima monitor in bolj natančno lahko prikaže sliko.

Monitor vsebuje tri različne vrste lučk (rdeče, modre in zelene), ki so razporejene točno v določenem zaporedju. Lučke so lahko različnih oblik, odvisno od monitorja. Posameznim lučkam ne moremo spreminjati barv, lahko jih le prižigamo in ugašamo.



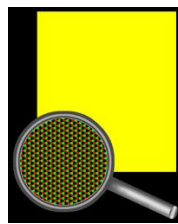
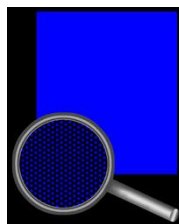
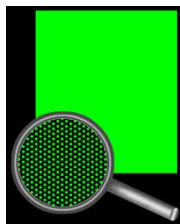
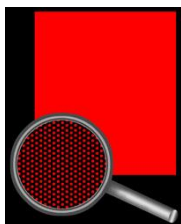
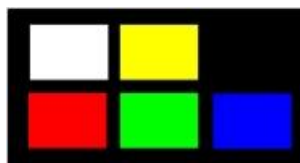
Učitelj s pomočjo prosojnice preveri rezultate učencev.

Ekspiriment:

Učitelj s pomočjo lupe pokaže učencem katere lučke gorijo na posameznem delu monitorja.

Na monitorju prikažemo sliko na kateri se vidi bela rdeča, zelena, modra in rumena barva.

Nato učitelj s pomočjo lupe pokaže učencem kako gorijo posamezne lučke na različno obarvanih območjih.



Učitelj poda učencem navodila za reševanje naloge 3.2 na učnem listu.

Na območju bele barve so prižgane vse tri lučke. Tako v naše oko hkrati vpada rdeča, zelena in modra svetloba, kar zaznamo kot belo barvo. Na rdečem predelu so prižgane le rdeče lučke, modre in zelene so ugasnjene. Na zelenem delu so prižgane le zelene lučke, rdeče in modre pa so ugasnjene. Na modrem delu so prižgane le modre lučke.

Tudi vse ostale barve lahko dobimo s kombinacijo rdečih, modrih in zelenih lučk, ki so različno močno prižgane. Tako na primer dobimo rumeno barvo tako, da so prižgane rdeče in zelene lučke, modre pa so ugasnjene.

Učitelj s pomočjo prosojnice preveri rezultate učencev.

odgovorijo na zastavljeni vprašanja

Učenci spoznajo, da ima monitor lučke treh različnih barv (rdeče, zelene in modre)

Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore.

Učenci opazujejo eksperiment in poslušajo razlago učitelja.

Učenci so pozorni na posamezne barve na ekranu.

Učenci so pozorni, da so na belem delu ekrana prižgane vse tri vrste lučk. Na rdečem delu samo rdeče lučke, na zelenem delu samo zelene lučke, na modrem delu pa samo modre lučke.

Učenci si preberejo besedilo in ustrezno pobarvajo posamezne lučke.

Učenci se seznani, da lahko različne barve prikažemo s kombinacijo treh vrst lučk

Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo skico

3. Preverjanje usvojenega (Potest)

Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.

- Potest se rešuje 10 minut.
- Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).

Učenec vsak sam rešuje potest. Čas reševanja je omejen na 10 minut.



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21

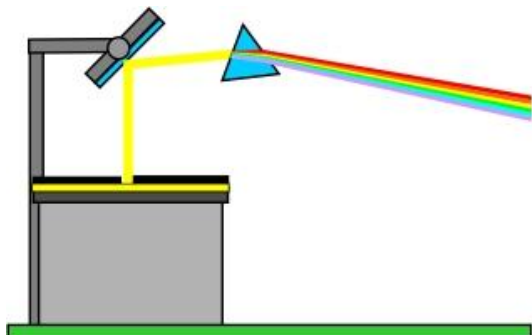


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



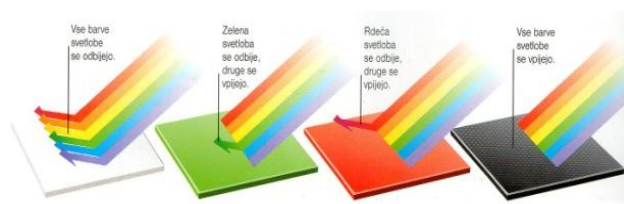
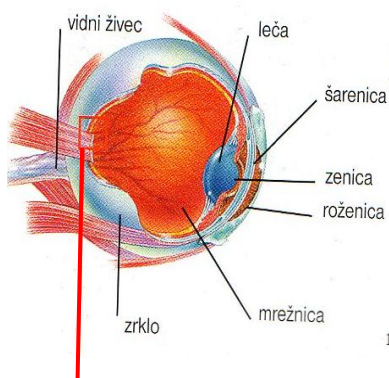
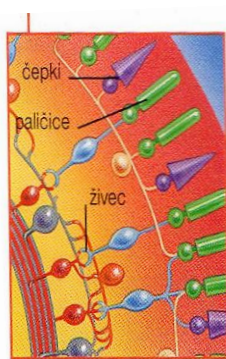
Prosojnica 1

Barvni spekter

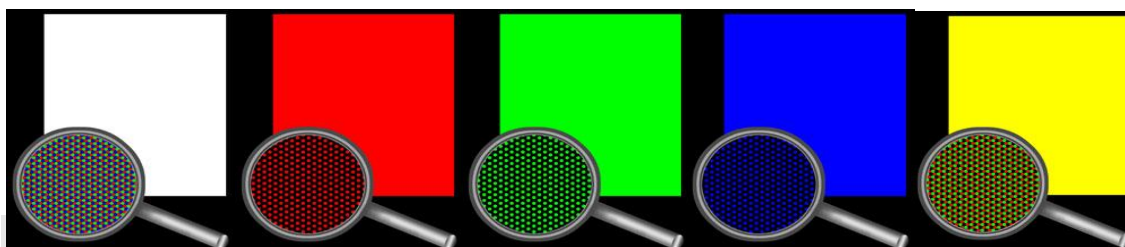
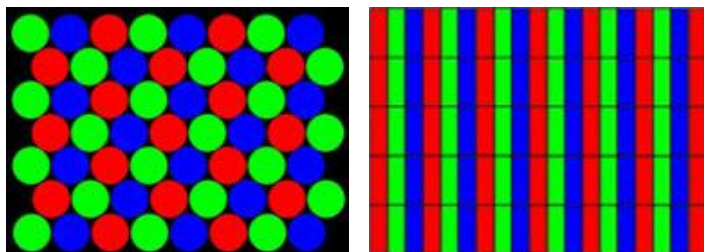


Bela svetloba je sestavljena iz svetlob različnih barv

Zaznavanje barv s človeškim očesom



Delovanje barvnih monitorjev





ZAZNAVANJE BARV

Učni list

1. Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter)

1.1 Preberi besedilo in odgovori na vprašanje!

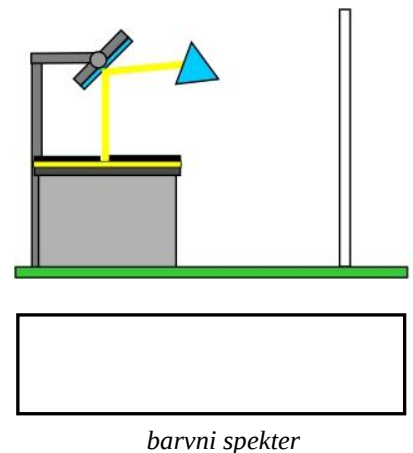
Svetila oddajajo običajno belo svetlobo, ki je sestavljena iz posameznih barv. V naravi lahko to vidimo kot mavrico. Svetloba se pri prehodu iz ene snovi v drugo (zrak, steklo, voda) lomi. Pri tem se svetloba različnih barv lomi različno. Rdeča svetloba se lomi najmanj, zelena že nekoliko bolj, modra pa še bolj. Zaradi tega pojava lahko pri prehodu bele svetlobe iz ene snovi v drugo zaznamo marvrice.

Zakaj nastane mavrica, ko sončni žarki posijejo na dežne kapljice?

1.2 Prikaz mavrice (eksperiment)

Na grafoskop položimo dva temna lista, ki ne prepuščata svetlobo, tako da je med njim tanka reža. Svetlobno režo z grafoskopom projiciramo na steno. Nato za grafoskopom postavimo trikotno prizmo, ki povzroči, da se svetloba razkloni. Na steni lahko zagledamo mavrico.

Na skico nariši pot svetlobnih žarkov različnih barv skozi prizmo vse do stene!



Barve, ki jih lahko zaznamo v mavrici so: rdeča, oranžna, rumena, zelena, modra, vijolična. Seveda pa se barve prelivajo ena v drugo, tako da lahko v mavrici zasledimo ogromno odtenkov različnih barv. Te barve imenujemo tudi barvni spekter.

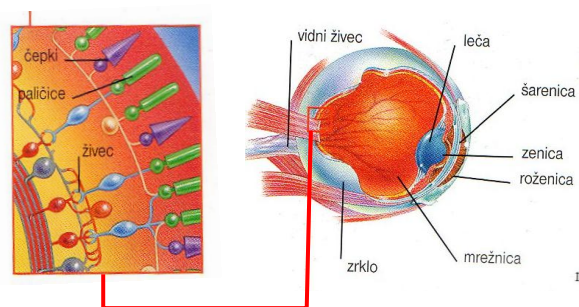
Pobarvaj kvadratega na desni strani tako kot si sledijo barve v mavrici.

2. Zaznavanje barv s človeškim očesom

2.1 Preberi besedilo in odgovori na vprašanje!

Na sliki je prikazana zgradba človeškega očesa. V očesu so posebne celice, ki jih imenujemo palčice in čepki. Palčice zaznavajo svetlobo (svetlo-temno), čepki pa barve. V človeškem očesu so tri vrste čepkov. Eni najbolj zaznavajo rdečo svetlobo, drugi zeleno in tretji modro svetlobo. Zato govorimo tudi o treh osnovnih barvah.

Katere so osnovne barve, ko govorimo o zaznavanju svetlobe s človeškim očesom?



2.2 Preberi besedilo in na skico nariši, katera svetloba se odbije od lista!

Bel list vidimo bel zato, ker odbija vse barve. Ko opazujemo bel list v našo oko vpadejo vse barve in tako se vzbudijo vsi trije čepki. Naši možgani to zaznajo kot belo barvo. Ko opazujemo zelen list, se od njega odbije v naše oko le zelena barva. Vzbudijo se le čepki, ki so najbolj občutljivi na zeleno barvo. Pri opazovanju rdečega lista se v naše oko odbije rdeča svetloba in vzbudijo se čepki, ki so najbolj občutljivi na rdečo svetlobo. Črn



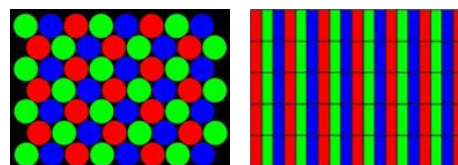
list vpije vso svetlobo. Ker se v naše oko ne odbije nobena svetloba, se čepki ne vzbudijo, kar zaznamo kot črno barvo. Pri opazovanju ostalih barv se posamezni čepki različno vzbudijo in tako omogočajo zaznavanje najrazličnejših otenkov barv.

3. Delovanje

3.1 Preberi t

Na podoben n iz velikega števila majhnih lučk, ki svetijo. Ko kupujemo monitor, smo pozorni na „resolucijo monitorja“. Večja je resolucija, več lučk ima monitor in bolj natančno lahko prikaže sliko.

Monitor vsebuje tri različne vrste lučk (rdeče, modre in zelene), ki so razporejene točno v določenem zaporedju. Lučke so lahko različnih oblik, odvisno od monitorja. Posameznim lučkam ne moremo spreminjati barv, lahko jih le prižigamo in ugašamo.



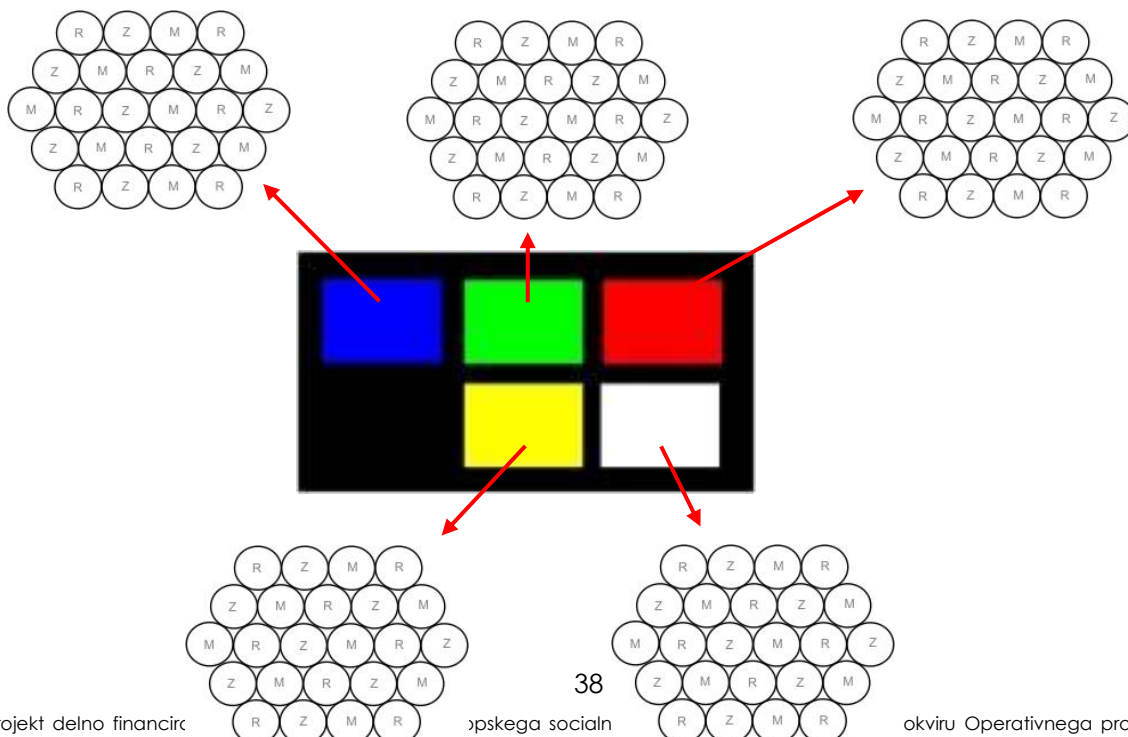
Koliko različnih barvnih luči ima monitor? _____

Kakšne barve so lučke na monitorju? _____

3.2 Prikaz barv na monitorju (eksperiment)

S kombinacijo prižiganja in ugašanja rdečih, modrih in zelenih lučk lahko na monitorju prikažemo različne odtenje barv. Na območju bele barve so prižgane vse tri lučke. Tako v naše oko hkrati vpada rdeča, zelena in modra svetloba, kar zaznamo kot belo barvo. Na rdečem predelu so prižgane le rdeče lučke, modre in zelene so ugasnjene. Na zelenem delu so prižgane le zelene lučke, rdeče in modre pa so ugasnjene. Na modrem delu so prižgane le modre lučke.

Opazuj sliko na monitorju, na kateri se vidi bela, rdeča, zelena, modra in rumena barva. Z lupo opazuj katere lučke so prižgane na posameznem območju. Na spodnji sliki pobarvaj lučke, ki so prižgane.



Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 09, P 3

Vzgojno – izobraževalna tema:	Vnašanje sodobnih dognanj v pouk fizike (ni opredeljeno v letnem delovnem načrtu učitelja - proste ure).
Vzgojno – izobraževalna enota:	Zaznavanje barv
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Didaktični pristop:	P3: tradicionalni pouk z vključevanjem elementov informacijsko-komunikacijske tehnologije
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	9) Učenec se seznani, da je bela svetloba sestavljena iz svetlob različnih barv. 10) Učenec spozna kako človeško oko zaznava barve. 11) Učenec razume delovanje barvnih monitorjev. 12) Učenec se zaveda vpliva novih tehnologij na kvaliteto življenja.
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, praktičnih del, metoda dela s tekstom, eksperimentalna
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna, delo v dvojicah/individualna
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	
Novi pojmi:	
Eksperimenti:	7. Eksperiment s trikotno stekleno prizmo, ki prikazuje, da je bela svetloba sestavljena iz posameznih barv. 8. Eksperiment z barvno vrtavko, ki



	ponazarja, da s sestavo posameznih barv dobimo belo barvo. 9. Eksperiment za ugotavljanje delovanja barvnih monitorjev.
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, delovni listi

Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Uvajanje	10
Osvajanje	25
Preverjanje	10

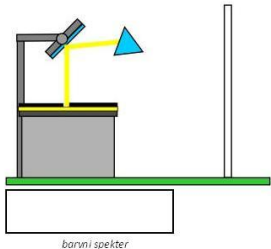
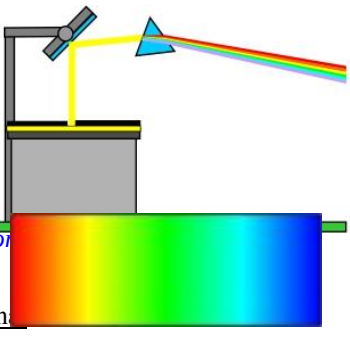
Literatura:

1. Metodika pouka v fizike, Ivan Gerlič, Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Mala enciklopedija jedrske energije, Radko Istenčič..., Ljubljana, Institut "Jožef Stefan", Izobraževalni center za jedrsko energijo, 2005
3. Fizika, narava, življenje 1. Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole, Milan Ambrožič idr., Ljubljana, DZS, 2005
4. Fizika, narava, življenje 2. Učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne osnovne šole, Milan Ambrožič idr., Ljubljana, DZS, 2005
5. Moja prva fizika 1 : fizika za 8. razred osnovne šole, Branko Beznec idr., Modrijan, 2006
6. Moja prva fizika 2 : fizika za 9. razred osnovne šole, Branko Beznec idr., Modrijan, 2002
7. Fizika za srednješolce. 1, Gibanje, sila, snov, Rudolf Kladnik, DZS, 1997
8. Fizika za srednješolce. 2, Energija, Rudolf Kladnik, DZS, 1998
9. Fizika za srednješolce. 3, Svet elektronov in atomov, Rudolf Kladnik, DZS, 1997
10. Fizika za srednješolce. +1, Pot k maturi iz fizike, Rudolf Kladnik, DZS, 1996
11. Žnideršič M... (2000). *Enciklopedija znanosti*. Ljubljana: Slovenska knjiga
12. <http://sl.wikipedia.org/wiki/>
13. <http://www.fiz.uni-lj.si/~jaglicic/sola/seminarji/mavrica/mavrica.html>
14. <http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/dispprizm/>
15. http://www.sbaza.net/clanek_html.php?url_clanka=clanki_sb1%2Ffg%2Fmonitorji.sb&vsebina_replace=fg



SNOV/UČITELJ	UČENCI
1. Uvajanje 1.1 Uvodno ponavljanje, mobilizacija (Predtest) <i>Učitelj razdeli predteste in poda učencem napotke za reševanje predtesta.</i> - Predtest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (predtestu). 1.2 Motivacija in postavitve problema <i>Učitelj zastavi učencem vprašanje, zakaj vidimo predmete različnih barv.</i> Učitelj skupaj z učenci ugotavlja, da vidimo predmete različnih barv takrat, ko nanje pada svetloba. Tudi svetloba je lahko različnih barv. To vidimo pri mavrici. 1.3 Napoved cilja Učitelj pove učencem da vidimo predmete različnih barv zato, ker se se od posameznih predmetov odbija določena svetloba, ki pade v naše oči. Kot primer omenimo rdeč list od katerega se odbija rdeča svetloba. Ta svetloba nato prispe v naše oči, ki jo zaznajo kot rdečo barvo. Kako dobimo svetlobo posameznih barv in kako naše oči zaznavajo barve pa bomo podrobneje spoznali pri današnji uri.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učenci odgovarjajo na zastavljeno vprašanje učitelja in ugotavljajo da so predmeti različnih barv, če posveti nanje svetloba. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure.
2 Obravnava nove učne snovi <i>Učitelj razporedi učence za delo na računalnikih in razdeli delovne liste. Učencem da navodilo, da naj v spletni brskalniki vpišejo naslov začetne spletne strani: www.repnik.com/T09/ (naveden tudi na vrhu delovnega lista). Preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo.</i> 2.1 Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter) <i>Učitelj da navodila za reševanje 1. naloge na delovnem listu (spletni strani).</i> Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 1 rešijo nalogo 1 na delovnem listu. Poiskati morajo, kako je zgrajena bela svetloba in zakaj nastane mavrica. Začetna spletna stran (1. naloga):	Učitelj: ▪ razporedi učence za delo na računalnikih ▪ razdeli delovne liste ▪ pove spletni naslov ▪ preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo. Barvni spekter Delovni list (1. naloga) Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge. <i>Učenci opazujejo eksperiment</i> Učenci so pozorni na



1. Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter) S pomočjo spleta poišči kako je zgrajena bela svetloba. V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave: ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Barva ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Vidni_spekter ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Mavrica ▪ http://www.fiz.uni-lj.si/~jagdic/sola/seminarij/mavrica/mavrica.html ▪ http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/disprizm/ Poglej si kaj se dogaja z belo svetlobo, pri prehodu iz ene v drugo snov in odgovori na vprašanje na delovnem listu. Zakaj nastane mavrica, ko sončni žarki postijejo na dežne kapljice? Pozorno spremljaj eksperiment, ki ga izvaja učitelj in reši naloge na delovnem listu!  Na skico nariši pot svetlobnih žarkov različnih barv skozi prizmo vse do stene! Pobarvaj kvadrater na desni strani tako kot si sledijo barve v mavrici. barvni spekter	posamezne barve, ki nastanejo pri razklonu svetlobe. Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore. Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore.
Svetila oddajajo običajno <u>belo svetlobo</u>, ki pa je sestavljena iz posameznih barv. V naravi lahko to vidimo kot mavrico. Svetloba se pri prehodu iz ene snovi v drugo (zrak, steklo, voda) <u>lomi</u>. Pri tem se svetloba različnih barv lomi različno. Rdeča svetloba se lomi najmanj, zelena že nekoliko bolj, modra pa še bolj. Zaradi tega pojava lahko pri prehodu bele svetlobe iz ene snovi v drugo zaznamo <u>marvrice</u>. <i>Učitelj skupaj z učenci preveri odgovor na zastavljeno vprašanje.</i> Eksperiment: <i>Učitelj s pomočjo grafoskopa pokaže učencem eksperiment kako nastane mavrica.</i> Na grafoskop položimo dva temna lista, ki ne prepuščata svetle tako da je med njim tanka reža. Tanko režo svetlobe z grafoskopo projiciramo na steno. Nato za grafoskopom postavimo trikotno prizmo, ki povzroči, da se svetloba razkloni. Na steni la zagledamo mavrico. <i>Učitelj pokaže na prosojnici skico poskusa in barvni spekter bele svetlobe. Ob prikazu prosojnice preveri odgovore učencev.</i> Barve, ki jih lahko zaznamo v mavrici so: <u>rdeča, oranžna, rumena, zelena, modra, vijolična</u>. Seveda pa se barve prelivajo ena v drugo, tako da lahko v mavrici zasledimo ogromno odtenkov različnih barv.  barvni spekter	2.2 Zaznavanje barv s človeškim očesom <i>Učitelj da navodila za reševanje 2. naloge na delovnem listu (spletni strani).</i> Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 2 rešijo nalogo 2 na delovnem Zaznavanje barv s človeškim očesom <u>Delovni list (2. naloga)</u> Učenci sledijo



listu. Poiskati morajo, kako je zgrajeno človeško oko in kako mi vidimo.

Začetna spletna stran (2. naloga):

2. Zaznavanje barv s človeškim očesom

Na spletu poišči kako ljudje vidimo barve.

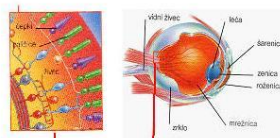
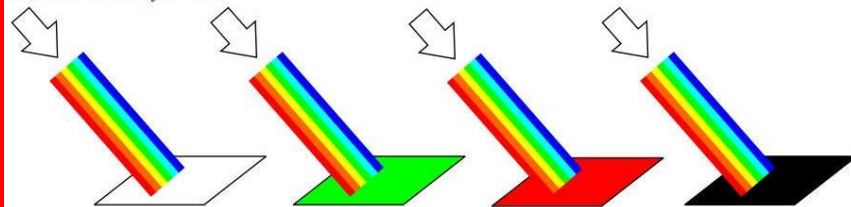
V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vid>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Oko>

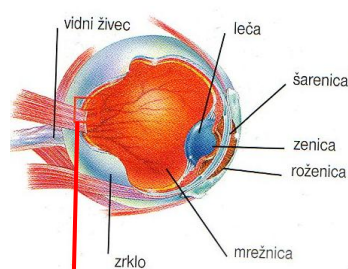
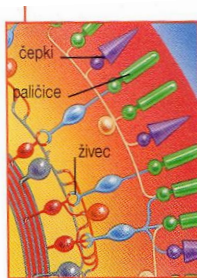
Na delovnem listu odgovori na vprašanje in dopolni sliko.

Katere so osnovne barve, ko govorimo o zaznavanju svetlobe s človeškim očesom?

Katera svetloba se odbija od lista?



Učitelj razloži učencem, da so v človeškem očesu posebne celice, ki jih imenujemo palčice in čepki. Palčice zaznavajo svetlobo (svetlo-temno), čepki pa barve. V človeškem očesu so tri vrste čepkov. Eni najbolj zaznavajo rdečo svetlobo, drugi zeleno in tretji modro svetlobo. Zato govorimo tudi o treh osnovnih barvah (rdeča, zelena, modra)



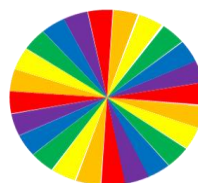
Bel list vidimo bel zato, ker odbija vse barve. Ko opazujemo bel list v našo oko vpadejo vse barve in tako se vzbudijo vsi trije čepki. Naši možgani to zaznajo kot belo barvo. Ko opazujemo zelen list, se od njega odbije v naše oko le zelena barva. Vzbudijo se le čepki, ki so najbolj občutljivi na zeleno barvo. Pri opazovanju rdečega lista se v naše oko odbije rdeča svetloba in vzbudijo se čepki, ki so najbolj občutljivi na rdečo svetlobo. Črn list vpije vso svetlobo. Ker se v naše oko ne odbije nobena svetloba, se čepki ne vzbudijo, kar zaznamo kot črno barvo. Pri opazovanju ostalih barv se posamezni čepki različno vzbudijo in tako omogočajo zaznavanje najrazličnejših otenkov barv.

Učitelj s pomočjo prosojnice preveri rezultate učencev.

Eksperiment:

Učitelj pokaže eksperiment z vrtavko

Učitelj namesti na posebej izdelano vrtavko krog z mavričnimi barvami. Nato zavrti vrtavko in opozori učence, da naj bodo pozorni na barvo mavričnega kroga. Mavrični krog postane bele barve.



navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge.

Učenci preberejo besedilo 2. naloge na učnem listu in odgovorijo na vprašanje.

Učenci poslušajo razlago učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore



Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo skice.

Učenci opazujejo eksperiment

Pozorni so na barvo vrtavke pri vrtenju.



Učitelj razloži učencem, da pri vrtenju mavričnega kroga hkrati pade v naše oko svetloba različnih barv, kar povzroči, da se vzbudijo vse tri vrste čepkov. To zaznamo kot belo barvo.

2.3 Delovanje barvnih monitorjev

Učitelj da navodila za reševanje prvega dela 3. naloge na delovnem listu (spletni strani).

Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 3 rešijo nalogo 3 na delovnem listu. Poiskati morajo, kako so zgrajeni in kako delujejo barvni monitorji.

Začetna spletna stran (3. naloga):

3. Delovanje barvnih monitorjev

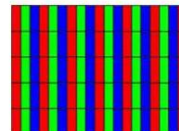
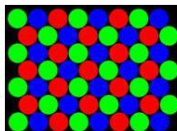
Na spletu poišči kako so zgrajeni in kako delujejo barvni monitorji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

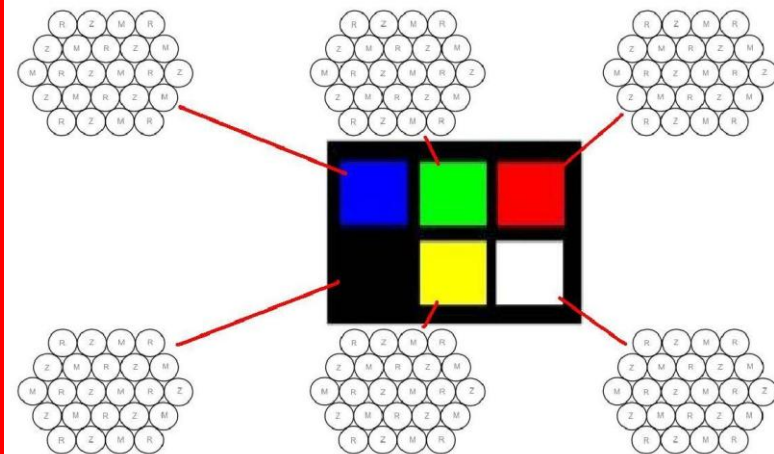
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Barvni_model_RGB
- http://www.sbaza.net/clanek_html.php?url_clanka=clanki_sb1%2Ffg%2Fmonitorji_sb&vsebina_replace=fg

Na delovnem listu odgovori na vprašanje.

Koliko različnih barvnih lučk ima monitor?
 Kakšne barve so lučke na monitorju?

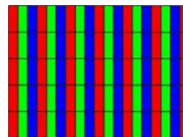
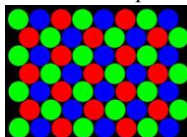


Opazuj sliko na monitorju, na kateri se vidi bela, rdeča, zelena, modra in rumena barva. Z lupjo opazuj katere lučke so pritrjene na posameznem območju. Na delovnem listu na sliki pobarvaj lučke, ki so pritrjene.



Na podoben način kot se v našem očesu odzivajo čepki, delujejo tudi barvni monitorji. Monitorji so sestavljeni iz velikega števila majhnih lučk, ki svetijo. Ko kupujemo monitor, smo pozorni na „resolucijo monitorja“. Večja je resolucija, več lučk ima monitor in bolj natančno lahko prikaže sliko.

Monitor vsebuje tri različne vrste lučk (rdeče, modre in zelene), ki so razporejene točno v določenem zaporedju. Lučke so lahko različnih oblik, odvisno od monitorja. Posameznim lučkam ne moremo spreminjati barv, lahko jih le prižigamo in ugašamo.



Učitelj s pomočjo prosojnice preveri rezultate učencev.

Poslušajo razlago učitelja.

Delovanje barvnih monitorjev

Delovni list (3. naloga)

Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge.

Učenci preberejo besedilo 2. naloge na učnem listu in odgovorijo na vprašanje.

Učenci spoznajo, da ima monitor lučke treh različnih barv (rdeče, zelene in modre)

Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo



Eksperiment: <i>Učitelj s pomočjo lupe pokaže učencem katere lučke gorijo na posameznem delu monitorja.</i> Na monitorju prikažemo sliko na kateri se vidi bela rdeča, zelena, modra in rumena barva. Nato učitelj s pomočjo lupe pokaže učencem kako gorijo posamezne lučke na različno obarvanih območjih.  Na območju bele barve so prižgane vse tri lučke. Tako v naše oko hkrati vpada rdeča, zelena in modra svetloba, kar zaznamo kot belo barvo. Na rdečem predelu so prižgane le rdeče lučke, modre in zelene so ugasnjene. Na zelenem delu so prižgane le zelene lučke, rdeče in modre pa so ugasnjene. Na modrem delu so prižgane le modre lučke. Tudi vse ostale barve lahko dobimo s kombinacijo rdečih, modrih in zelenih luč, ki so različno močno prižgane. Tako na primer dobimo rumeno barvo tako, da so prižgane rdeče in zelene lučke, modre pa so ugasnjene. <i>Učitelj s pomočjo prosojnice preveri rezultate učencev.</i>	<i>odgovore.</i> <i>Učenci opazujejo eksperiment in poslušajo razlago učitelja.</i> Učenci so pozorni na posamezne barve na ekranu. Učenci so pozorni, da so na belem delu ekrana prižgane vse tri vrste lučk. Na rdečem delu samo rdeče lučke, na zelenem delu samo zelene lučke, na modrem delu pa samo modre lučke. <i>Učenci si preberejo besedilo in ustrezno pobarvajo posamezne lučke.</i> Učenci se seznani, da lahko različne barve prikažemo s kombinacijo treh vrst lučk. <i>Učenci poslušajo učitelja in potrebi dopolnijo skico.</i>
3. Preverjanje usvojenega (Potest) <i>Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.</i> - Potest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).	Učenec vsak sam rešuje potest. Čas reševanja je omejen na 10 minut.



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21

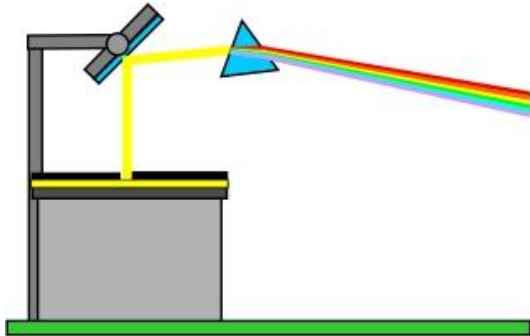


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



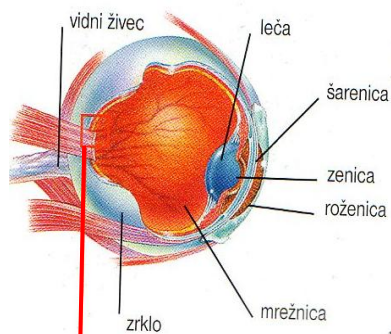
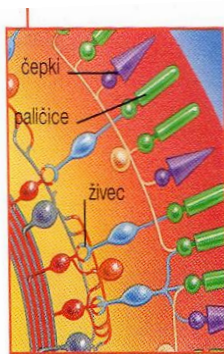
Prosojnica 1

Barvni spekter

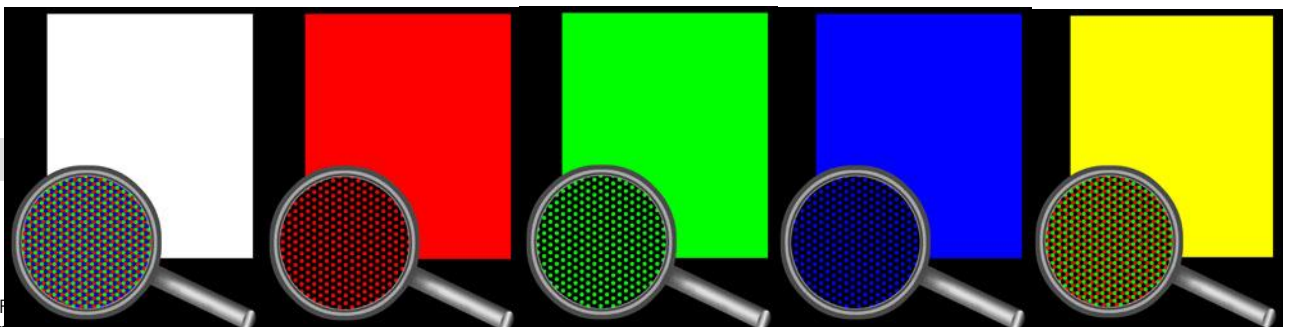
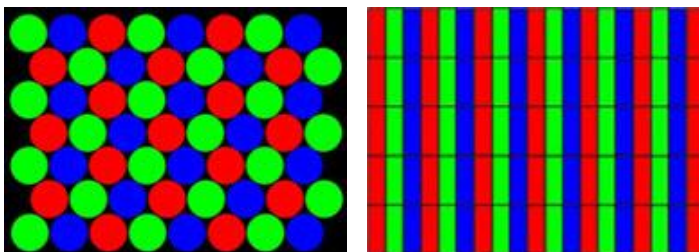


Bela svetloba je sestavljena iz svetlob različnih barv

Zaznavanje barv s človeškim očesom



Delovanje barvnih monitorjev



prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011.



ZAZNAVANJE BARV

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter)

OPOMNIK

Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv.

Odgovori na vprašanje in dopolni sliko!

Pozorno spremljaj eksperiment!

NALOGE

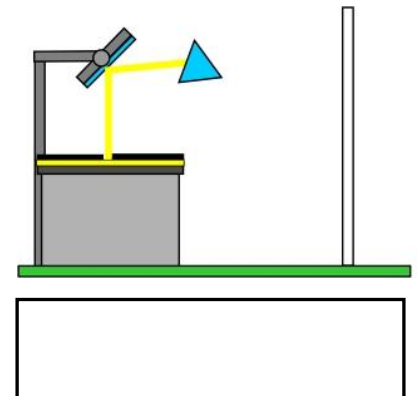
S pomočjo spleta poišči kako je zgrajena bela svetloba.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Barva>
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Vidni_spekter
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Mavrica>
- <http://www.fiz.uni-lj.si/~jaglicic/sola/seminarji/mavrica/mavrica.html>
- <http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/dispprizm/>

Zakaj nastane mavrica, ko sončni žarki posijejo na dežne kapljice?

Na skico nariši pot svetlobnih žarkov različnih barv skozi prizmo vse do stene!



Pobarvaj kvadratega na desni strani tako kot si sledijo barve v mavrici.

barvni spekter

2. Sestava zraka

OPOMNIK

V človeškem očesu se nahajajo posebne celice, ki jih imenujemo paličice in čepki.

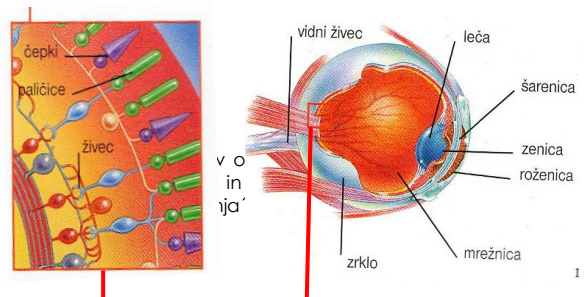
Odgovori na vprašanje in dopolni sliko!

NALOGE

Na spletu poišči kako ljudje vidimo barve.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

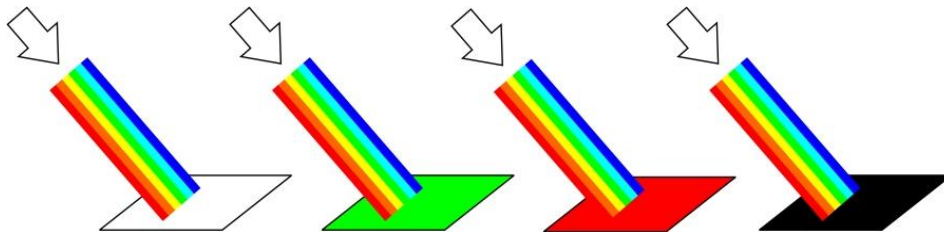
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vid>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Oko>





Katere so osnovne barve, ko govorimo o zaznavanju svetlobe s človeškim očesom?

Katera svetloba se odbija od lista?



3. Delovanje barvnih monitorjev

OPOMNIK

Slika na zaslonu je sestavljena iz velikega števila lučk, ki svetijo.

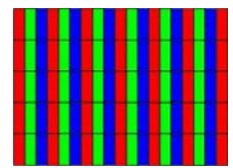
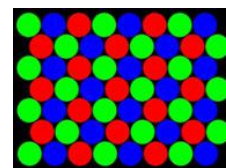
Odgovori na vprašanja!
Izvedi eksperiment in dopolni sliko!

NALOGE

Na spletu poišči kako so zgrajeni in kako delujejo barvni monitorji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

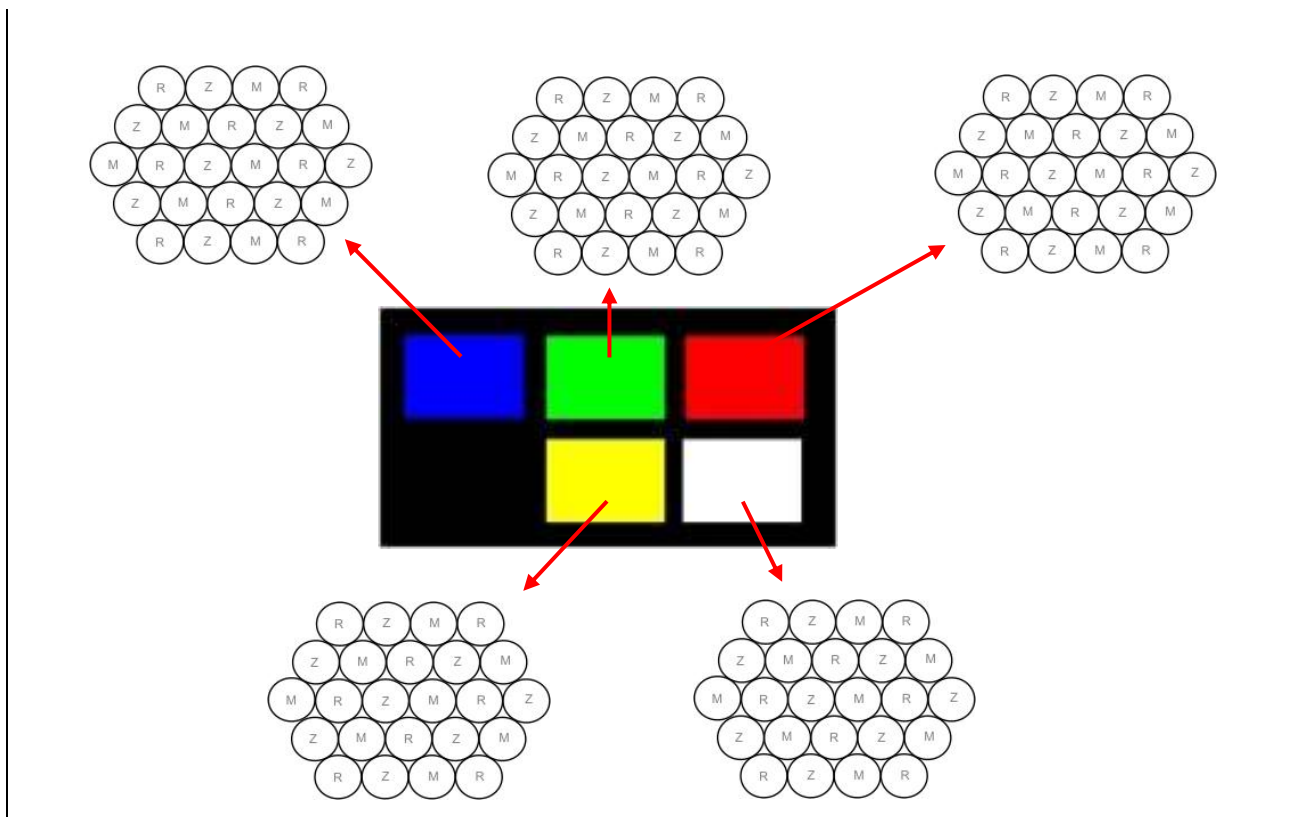
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Barvni_model_RGB
- http://www.sbaza.net/clanek_html.php?url_clanka=clanki_sb1%2Ffg%2Fmonitorji.sb&vsebina_replace=fg



Koliko različnih barvnih luči ima monitor? _____

Kakšne barve so lučke na monitorju? _____

Opazuj sliko na monitorju, na kateri se vidi bela, rdeča, zelena, modra in rumena barva. Z lupo opazuj katere lučke so prižgane na posameznem območju. Na spodnji sliki pobarvaj lučke, ki so prižgane.





ZAZNAVANJE BARV

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv (barvni spekter)

OPOMNIK

Bela svetloba je sestavljena iz posameznih barv.

Odgovori na vprašanje in dopolni sliko!

Pozorno spremljaj eksperiment!

NALOGE

S pomočjo spleta poišči kako je zgrajena bela svetloba.

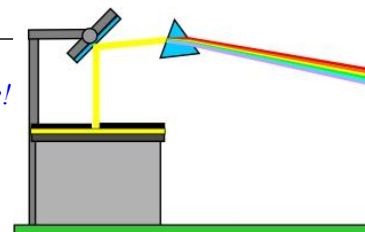
V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Barva>
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Vidni_spekter
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Mavrica>
- <http://www.fiz.uni-lj.si/~jaglicic/sola/seminarji/mavrica/mavrica.html>
- <http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/dispprizm/>

Zakaj nastane mavrica, ko sončni žarki posijejo na dežne kapljice?

Zaradi loma bele svetlobe na kapljicah.

Na skico nariši pot svetlobnih žarkov različnih barv skozi prizmo vse do stene!



barvni spekter

Pobarvaj kvadratega na desni strani tako kot si sledijo barve v mavrici.

2. Sestava zraka

OPOMNIK

V človeškem očesu se nahajajo posebne celice, ki jih imenujemo paličice in čepki.

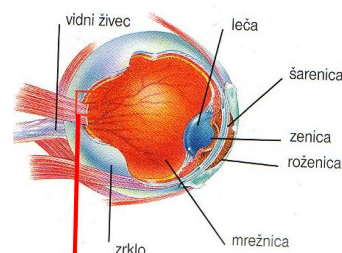
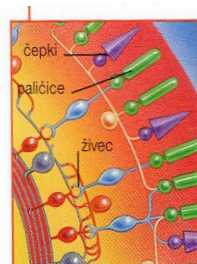
Odgovori na vprašanje in dopolni sliko!

NALOGE

Na spletu poišči kako ljudje vidimo barve.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vid>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Oko>

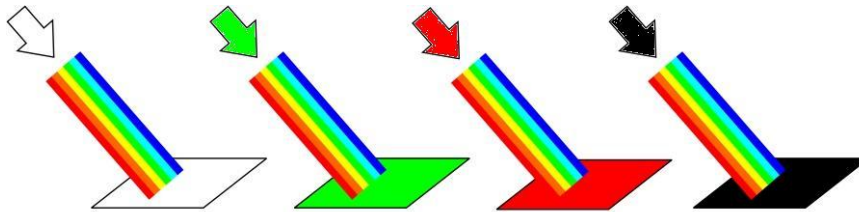




Katere so osnovne barve, ko govorimo o zaznavanju svetlobe s človeškim očesom?

Modra, rdeča, zelena

Katera svetloba se odbija od lista?



3. Delovanje barvnih monitorjev

OPOMNIK

Slika na zaslonu je sestavljena iz velikega števila lučk, ki svetijo.

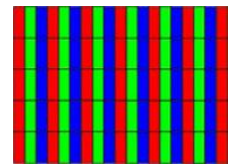
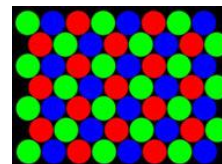
Odgovori na vprašanja!
Izvedi eksperiment in dopolni sliko!

NALOGE

Na spletu poišči kako so zgrajeni in kako delujejo barvni monitorji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

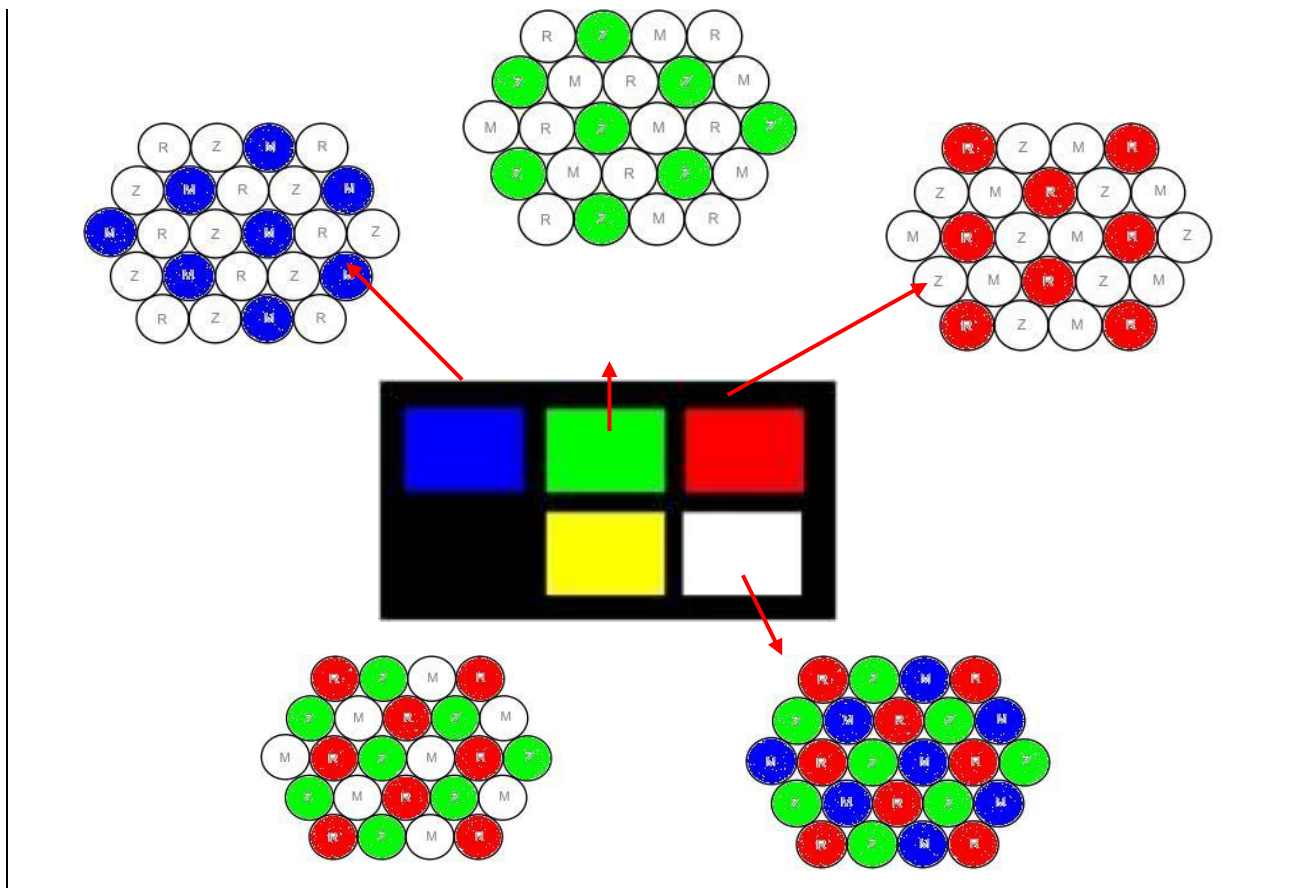
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Barvni_model_RGB
- http://www.sbaza.net/clanek_html.php?url_clanka=clanki_sb1%2Ffg%2Fmonitorji.sb&vsebina_replace=fg



Koliko različnih barvnih luči ima monitor? tri

Kakšne barve so lučke na monitorju? Modre, rdeče, zelene

Opazuj sliko na monitorju, na kateri se vidi bela, rdeča, zelena, modra in rumena barva. Z lupo opazuj katere lučke so prižgane na posameznem območju. Na spodnji sliki pobarvaj lučke, ki so prižgane.



PRED in PO test bomo sestavili naknadno v sodelovanju z učitelji, ki bodo test izvajali.

**Vremenska napoved**Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpisi)

T 10, P 1

Eksperimentalni didaktični pristop: tradicionalni frontalni pouk (P1)

Vzgojno-izobraževalna tema:	Vnašanje sodobnih dognanj v pouk fizike (ni opredeljeno v letnem delovnem načrtu učitelja – proste ure).
Vzgojno-izobraževalna enota:	Vreme in vremenska napoved
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	1) Učenec po ogledu slike pozna zračno sestavo 2) Učenec razloči molekulo zraka in molekulo vode. 3) Učenec s pomočjo eksperimenta razume, zakaj je v primeru »slabega« vremena zračni tlak nižji kot v primeru sončnega vremena. 4) Učenec se zaveda pomena vremenskih napovedi in zna pravilno ravnati v različnih okoljih (gore, morje,...).
Vzgojno-izobraževalne metode:	Razgovor, razlaga, demonstracija
Vzgojno-izobraževalne oblike:	frontalna
Korelacije:	biologija, kemija, geografija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	vreme, tlak, molekula, vlažnost, zračni tlak
Novi pojmi:	nizki in visok zračni tlak, ciklon, anticiklon, altimeter
Eksperimenti:	vremenska postaja
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, doma narejena vremenska postaja



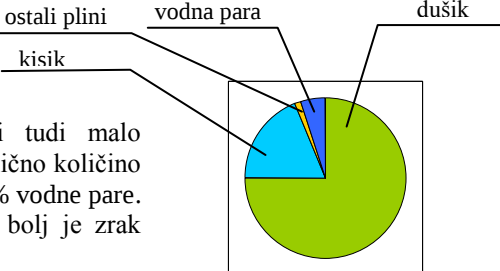
Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10

Literatura:

1. Ivan Gerlič. Metodika pouka v fizike. Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Radko Istenčič. Mala enciklopedija jedrske energije. Ljubljana, Institut "Jožef Stefan", Izobraževalni center za jedrsko energijo, 2005
3. Milan Ambrožič idr. Fizika, narava, življenje 1. Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana, DZS, 2005
4. Milan Ambrožič idr. Fizika, narava, življenje 2. Učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana, DZS, 2005
5. Branko Beznec idr. Moja prva fizika 1 : fizika za 8. razred osnovne šole. Modrijan, 2006
6. Branko Beznec idr. Moja prva fizika 2 : fizika za 9. razred osnovne šole. Modrijan, 2002
7. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 1, Gibanje, sila, snov. DZS, 1997
8. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 2, Energija, DZS, 1998
9. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 3, Svet elektronov in atomov. DZS, 1997
10. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce +1, Pot k maturi iz fizike. DZS, 1996
11. Žnideršič M... Enciklopedia znanosti. Slovenska knjiga, 2000
12. Web: http://www.grubelnik.com/galerija/02_ilustracije/008/008.htm. Preproste slike mulekul (18.9.2009)
13. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Kisik>. Lastnosti kisika (18.9.2009)
14. Web: <http://www.arso.gov.si/zrak/>. Sestava zraka (18.9.2009)
15. Web: <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm#VREME>. Opis vremenskih pojavov (18.9.2009)

Opis



SNOV/UČITELJ	UČENCI
1. Uvajanje 1.1 Uvodno ponavljanje (Predtest) <i>Učitelj razdeli predteste in poda učencem napotke za reševanje predtesta.</i> - Predtest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (predtestu). 1.2 Motivacija in postavitve problema <i>Učitelj pokaže prosojnico vremenske postaje.</i> Na vremenski postaji so poleg različnih podatkov (temperatura, vlažnost, ...) narisani tudi oblaki in sonček. (<i>prosojnica 1</i>) V kolikor ima učitelj na razpolago vremensko postajo, ki napoveduje vreme, jo pokaže učencem in učenci v živo opazujejo prikaz na vremenski postaji in ga primerjajo z dejanskim vremenom.  <i>Učitelj vpraša učence:</i> <i>Ali kdo ve, na kakšni podlagi je vremenska postaja napovedala sončno vreme?</i> Učitelj usmerja učence na količine, ki jih prikazuje vremenska postaja (temperatura, vlažnost, tlak, smer in hitrost vetra, ...) 1.3 Napoved cilja <i>Učitelj predstavi učencem tematiko današnje ure.</i> Danes se bomo pogovarjali o tem, kako vremenska postaja napove vreme. Pokazali bomo povezavo med vlažnostjo zraka in zračnim tlakom. <i>Učitelj napiše na tablo naslov učne ure:</i> »Vreme in vremenska napoved«	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci si ogledajo sliko vremenske postaje in sodelujejo v razgovoru. Učenci sodelujejo v razgovoru in odgovarjajo na vprašanje učitelja. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure ter si v zvezek zapišejo naslov: »Vreme in vremenska napoved«
2 Obravnava nove učne snovi 2.1 Sestava zraka <i>Učitelj predstavi učencem zrak kot zmes različnih plinov (prosojnic 1).</i> 78 % dušika 20 % kisika 1 % argona 1% ostali plini (CO₂) Učitelj poudari, da se lahko ti deleži tudi malo spremenijo, saj lahko zrak vsebuje tudi različno količino vodne pare. Zrak lahko vsebuje tudi do 7 % vodne pare. Večjo količino vodne pare vsebuje zrak, bolj je zrak vlažen. (<i>prosojnica 1</i>) 	Učenci poslušajo učitelja in si v zvezek zapišejo sestavo zraka. 78 % dušika 20 % kisika 1 % argon 1 % ostali plini (CO₂) Učenci se seznani, da zrak lahko vsebuje tudi različno količino vodne pare. Seznani se z relativno



Vremenske postaje običajno prikazujejo **relativno vlažnost**, ki kaže koliko vodne pare še lahko prejme zrak, dokler ne začne deževati (100% relativna vlažnost pomeni, da je pričelo deževati).



vlažnostjo, ki jo prikazuje vremenska postaja. Vedo da prične deževati, ko relativna vlažnost doseže 100 %.

2.2 Razlika med molekulami vode in ostalimi molekulami v zraku

Učitelj predstavi učencem razliko med posameznimi molekulami zraka in molekulo vode. (prosojnica 1)

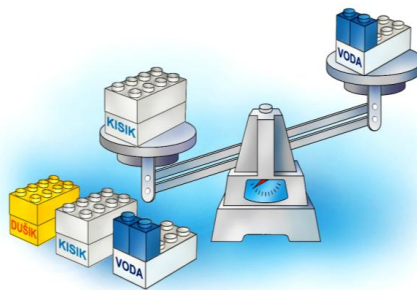
Učitelj predstavi učencem, da se kisik v zraku nahaja v obliki molekul O_2 , dušik pa kot molekule N_2 . V periodnem sistemu pokaže, kje se nahajajo posamezni elementi in kolikšna je njihova molska masa.

01	14,01	16,00	19,00
7	N	O	F
dušik	dušik	kisik	fluor
09	30,97	32,07	35,45

Iz periodnega sistema vidimo, da je molska masa molekule O_2 enaka: $M_{O_2} = 2 \cdot 16 = 32$ kg/kmol in molekule N_2 enaka: $M_{N_2} = 2 \cdot 14 = 28$ kg/kmol

Zapišimo še molsko maso za molekulo vode (H_2O), ki je $M_{H_2O} = 2 \cdot 1 + 16 = 18$ kg/kmol

Iz molskih mas lahko vidimo, da so molekule vode precej manjše kot ostale molekule v zraku (kisik, dušik)



Učenci opazujejo elemente v periodnem sistemu in si zapišejo kmolske mase molekul, ki so najbolj zastopane v zraku.

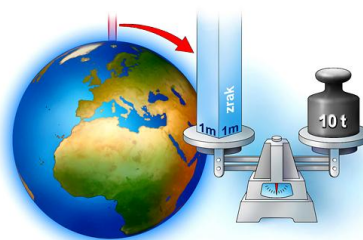
Učenci primerjajo med seboj molekulo vode in molekule ostalih plinov v zraku.

Pridejo do zaključka, da je molekula vode lažja od molekul kisika in dušika, ki sta v zraku najbolj zastopana.

2.3 Zračni tlak

Učitelj predstavi učencem zračni tlak kot tlak, ki nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Zračni tlak znaša okoli 1 bar, kar pomeni, da na 1 m^2 pritiska približno 10 ton zraka.

Zračni tlak se tudi nekoliko spreminja. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva temperatura, predvsem pa vlažnost zraka.



Učitelj razloži učencem razliko med suhim in vlažnim zrakom.

Vlažen zrak vsebuje vodno paro, suh zrak pa je ne vsebuje. Torej se v vlažnem zraku nahaja več molekul vode kot v suhem zraku. Ker vlažen zrak vsebuje več molekul vodne pare, ima posledično manj molekul ostalih plinov v zraku, saj porazdelitev molekul v nekem prostoru ostane približno enaka.

Vpliv vlažnosti zraka na zračni tlak

Učitelj pokaže doma narejeno vremensko postajo in razloži njeno delovanje.

Učenci opazujejo prosojnico in si zapišejo v zvezek, da znaša zračni tlak:

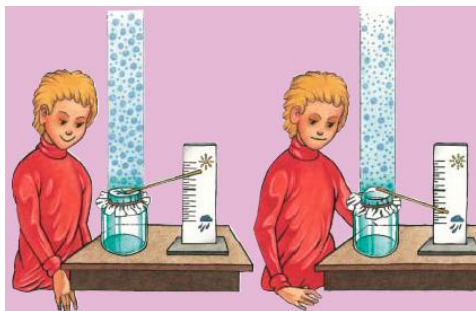
$$p_0 = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ N/m}^2 \quad (10 \text{ ton zraka na m}^2)$$

Učenci poslušajo učitelja in si poskušajo zapomniti razliko med suhim in vlažnim zrakom.

Učenci opazujejo poskus in se naučijo, kako deluje doma



Ker vsebuje vlažen zrak več molekul vode in s tem naj molekul kisika in dušika, je zračni tlak vlažnega zraka manjši. Molekule vode so namreč manjše in manj pritiskajo na površino. Zaradi manjšega tlaka se opno na kozarcu izboči in slamica se nagne navzdol. V primeru lepega vremena oziroma suhega zraka, pa se tlak poveča, opno na kozarcu se vboči in slamica se nagne navzgor.



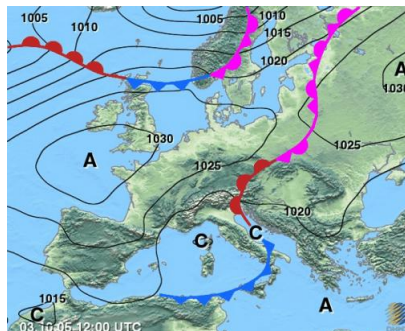
Učitelj da napotke za spremljanje zračnega tla in vremena.

2.4 Cikloni in anticikloni

Učitelj učencem predstavi ciklone in anticiklone

V primeru slabega vremena je torej nizek tlak, v primeru lepega vremena pa visok zračni pritisk. Območja s slabim vremenom oziroma z nizkim zračnim pritiskom imenujemo **cikloni**, območja z visokim zračnim pritiskom (lepo vreme) pa **anticikloni**.

Na vremenski karti si lahko ogledamo območja z visokim zračnim pritiskom (anticikloni z oznako - A) in območja z nizkim zračnim pritiskom (cikloni z oznako - C)



narejena vremenska postaja.

Učenci se naučijo povezavo med zračnim tlakom lepim oziroma slabim vremenom.

Učenci nekaj dni zapored spremljajo vreme in delovanje vremenske postaje.

Učenci opazujejo prosojnico in se ob prosojnici naučijo opazovat vremenske karte in napovedovat območja z lepim in slabim vremenom.

3. Preverjanje usvojenega (potest)

Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.

- Potest se rešuje 10 minut.
- Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).

Učenec vsak sam rešuje potest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja.



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

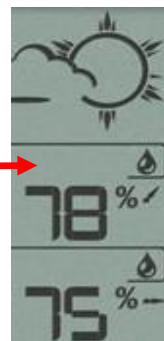
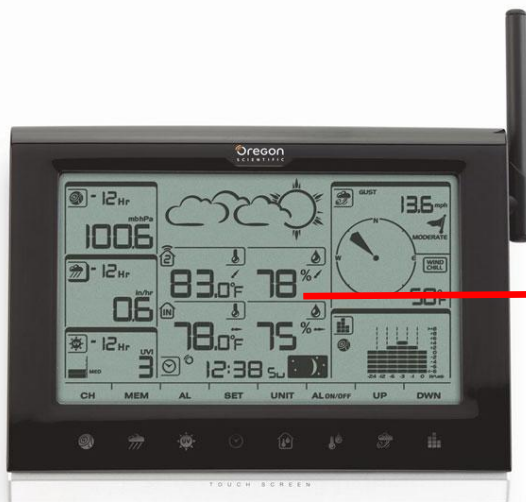
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



VREMENSKA POSTAJA

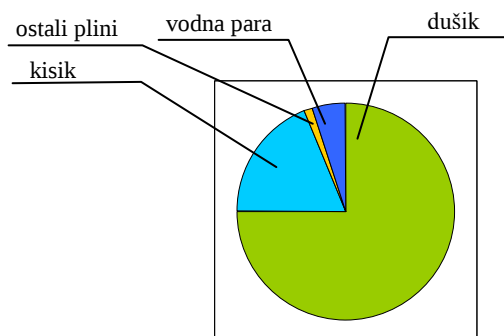


Sestava zraka

78 % dušika
21 % kisika
1 % ostali plini (Argon, CO₂)

Vodna para (vlažnost zraka)

vlažen zrak

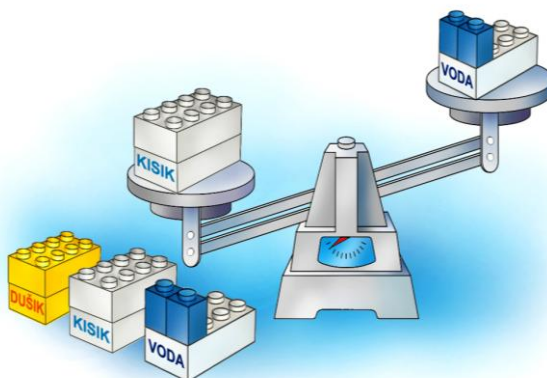


IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
				4,00 He 2 helij
12,01 C 6 ogljik	14,01 N 7 dušik	16,00 O 8 kisik	19,00 F 9 fluor	20,18 Ne 10 neon
28,09 Si 14	30,97 P 15	32,07 S 16	35,45 Cl 17	39,95 Ar 18

O₂ (32 kg/kmol)

N₂ (28 kg/kmol)

H₂O (18 kg/kmol)





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

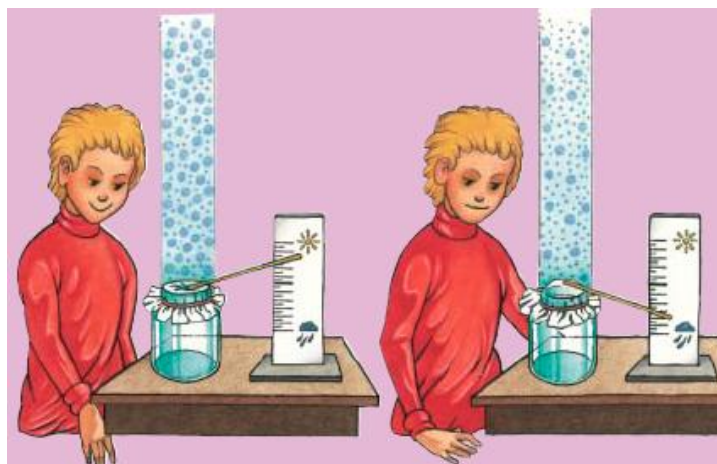
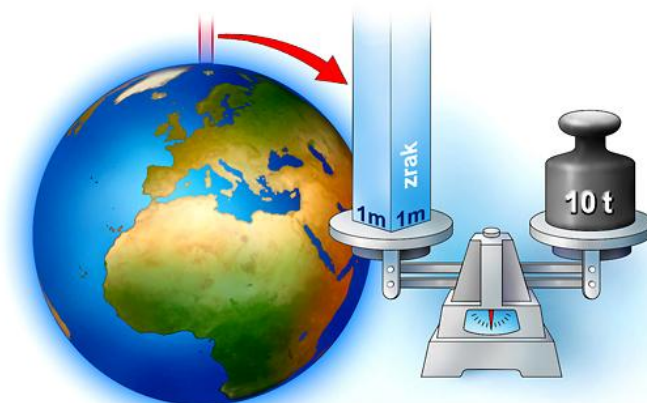
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



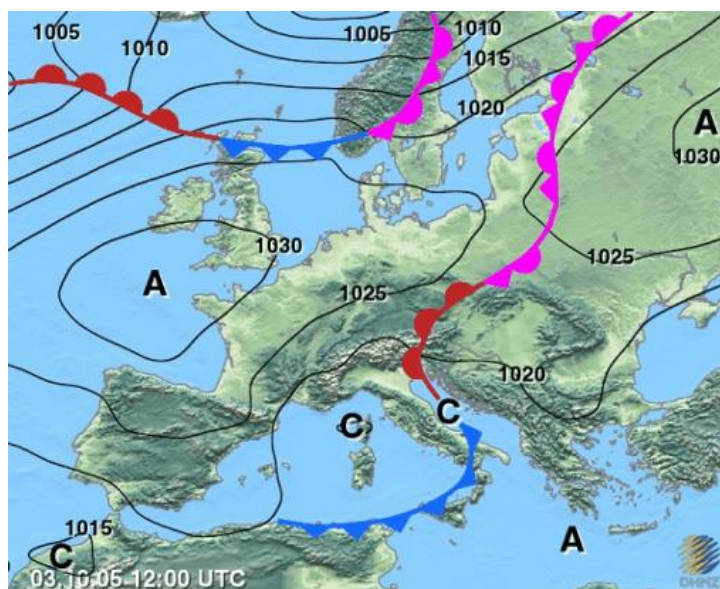
Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



ZRAČNI TLAK



Cikloni in anticikloni



Projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Projekt se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007 – 2013, 3. razvojne prioritete: "Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja", 3.1 prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008 – 2011.

Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 10, P 2

Eksperimentalni didaktični pristop: frontalni pouk (z metodo dela s tekstom) (P2)

Vzgojno-izobraževalna tema:	Vnašanje sodobnih dognanj v pouk fizike (ni opredeljeno v letnem delovnem načrtu učitelja – proste ure).
Vzgojno-izobraževalna enota:	Vreme in vremenska napoved
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	5) Učenec po ogledu slike pozna zračno sestavo 6) Učenec razloči molekulo zraka in molekulo vode. 7) Učenec s pomočjo eksperimenta razume, zakaj je v primeru »slabega« vremena zračni tlak nižji kot v primeru sončnega vremena. 8) Učenec se zaveda pomena vremenskih napovedi in zna pravilno ravnati v različnih okoljih (gore, morje,...).
Vzgojno-izobraževalne metode:	delo z tekstom (učni list), razgovor, razlaga, demonstracija
Vzgojno-izobraževalne oblike:	frontalno, individualno
Korelacije:	biologija, kemija, geografija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	vreme, tlak, molekula, vlažnost, zračni tlak
Novi pojmi:	nizki in visok zračni tlak, ciklon, anticiklon, altimeter
Eksperimenti:	vremenska postaja
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, učni list, doma narejena vremenska postaja



Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10

Literatura:

1. Ivan Gerlič. Metodika pouka v fizike. Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Radko Istenčič. Mala enciklopedija jedrske energije. Ljubljana, Institut "Jožef Stefan", Izobraževalni center za jedrsko energijo, 2005
3. Milan Ambrožič idr. Fizika, narava, življenje 1. Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana, DZS, 2005
4. Milan Ambrožič idr. Fizika, narava, življenje 2. Učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana, DZS, 2005
5. Branko Beznec idr. Moja prva fizika 1 : fizika za 8. razred osnovne šole. Modrijan, 2006
6. Branko Beznec idr. Moja prva fizika 2 : fizika za 9. razred osnovne šole. Modrijan, 2002
7. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 1, Gibanje, sila, snov. DZS, 1997
8. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 2, Energija, DZS, 1998
9. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 3, Svet elektronov in atomov. DZS, 1997
10. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce +1, Pot k maturi iz fizike. DZS, 1996
11. Žnideršič M... *Enciklopedia znanosti*. Slovenska knjiga, 2000
12. Web: http://www.grubelnik.com/galerija/02_ilustracije/008/008.htm. Preproste slike mulekul (18.9.2009)
13. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Kisik>. Lastnosti kisika (18.9.2009)
14. Web: <http://www.arso.gov.si/zrak/>. Sestava zraka (18.9.2009)
15. Web: <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm#VREME>. Opis vremenskih pojavov (18.9.2009)



SNOV/UČITELJ	UČENCI
1. Uvajanje 1.1 Uvodno ponavljanje (Predtest) <i>Učitelj razdeli predteste in poda učencem napotke za reševanje predtesta.</i> - Predtest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (predtestu). 1.2 Motivacija in postavitve problema <i>Učitelj pokaže prosojnico vremenske postaje.</i> Na vremenski postaji so poleg različnih podatkov (temperatura, vlažnost, ...) narisani tudi oblaki in sonček. (<i>prosojnica 1</i>) V kolikor ima učitelj na razpolago vremensko postajo, ki napoveduje vreme, jo pokaže učencem in učenci v živo opazujejo prikaz na vremenski postaji in ga primerjajo z dejanskim vremenom.  <i>Učitelj vpraša učence:</i> <i>Ali kdo ve, na kakšni podlagi je vremenska postaja napovedala sončno vreme?</i> Učitelj usmerja učence na količine, ki jih prikazuje vremenska postaja (temperatura, vlažnost, tlak, smer in hitrost vetra, ...) 1.3 Napoved cilja <i>Učitelj predstavi učencem tematiko današnje ure.</i> Danes se bomo pogovarjali o tem, kako vremenska postaja napove vreme. Pokazali bomo povezavo med vlažnostjo zraka in zračnim tlakom. <i>Učitelj napiše na tablo naslov učne ure: »Vreme in vremenska napoved«</i> <i>Učitelj razdeli delovne liste in poda učencem napotke za delo.</i> (Reševanje 1. naloge na delovnem listu)	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci si ogledajo sliko vremenske postaje in sodelujejo v razgovoru. Učenci sodelujejo v razgovoru in odgovarjajo na vprašanje učitelja. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure. Učenci si preberejo tekst prve naloge na delovnem listu in odgovorijo na vprašanje.



2 Objava nove učne snovi

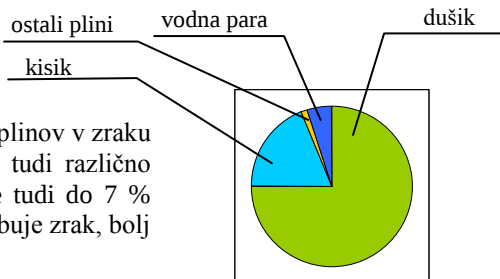
2.1 Sestava zraka

Učitelj predstavi učencem zrak kot zmes različnih plinov in da učencem napotke za reševanje 2. naloge na delovnem listu.

78 % dušika, 20 % kisika, 1 % argona, 1% ostali plini (CO₂)

Učitelj skupaj z učenci preveri rezultate.

Učitelj nadalje poudari, da se lahko deleži plinov v zraku malo spremenijo, saj lahko zrak vsebuje tudi različno količino **vodne pare**. Zrak lahko vsebuje tudi do 7 % vodne pare. Večjo količino vodne pare vsebuje zrak, bolj je zrak vlažen.



Učitelj da napotke za reševanje drugega dela 2. naloge na učnem listu in rezultate po reševanju preveri.

Učenci preberejo tekst in dopolnijo besedilo pri grafu.

Učenci po potrebi rezultate dopolnijo.

Učenci se seznani, da zrak lahko vsebuje tudi različno količino vodne pare.

Učenci preberejo besedilo 2. naloge na učnem listu in odgovorijo na vprašanje.

2.2 Razlika med molekulami vode in ostalimi molekulami v zraku

Učitelj predstavi učencem razliko med posameznimi molekulami zraka in molekulo vode ter jim da napotke za reševanje 3. naloge na učnem listu.

Kot smo lahko spoznali, se v zraku nahaja **dušik**, **kisik** in **vodna para**, ter še zelo mali deleži ostalih plinov. Molekule teh plinov se med seboj razlikujejo. Označba za kemijski element dušik je črka N. V ozračju se nahaja kot molekula N₂, kjer sta dva atoma povezana skupaj. Tudi kisik je vezan v dvoatomno molekulo O₂. Voda pa vsebuje en atom kisika, na katerega sta vezana dva atoma vodika. To zapišemo takole: H₂O.

Učitelj preveri rezultate, ki so jih učenci zapisali v tabelo.

dušik N₂ (2·14=28)
 kisik O₂ (2·16=32)
 vodna para H₂O (2·1+16=18)

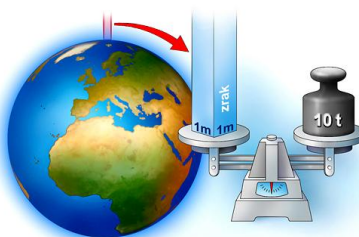
01	14,01	16,00	19,00
N	dušik	O	kisik
7		8	
9		9	
09	30,97	32,07	35,45
Si			

Ugotovimo, da je molekula dušika malce lažja od molekule kisika, molekula vode pa je kar precej lažja.

2.3 Zračni tlak

Učitelj predstavi učencem zračni tlak kot tlak, ki nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Zračni tlak znaša okoli 1 bar, kar pomeni, da na 1 m² pritiska približno 10 ton zraka.

Zračni tlak se tudi nekoliko spreminja. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva



Učenci preberejo besedilo 3. naloge, dopolnijo tabelo in odgovorijo na vprašanje

Učenci poslušajo učiteljevo razlago.

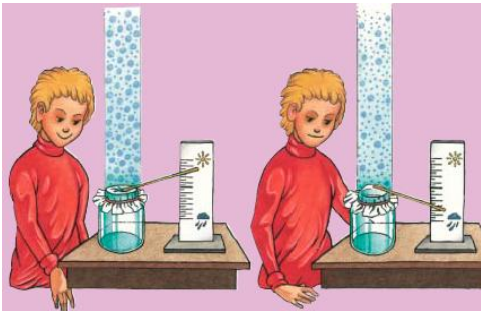
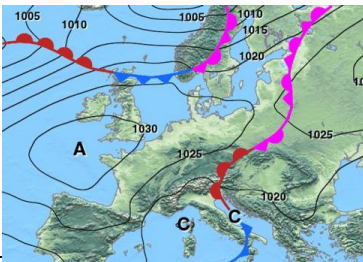
Učenci s pomočjo prosojnice preverijo rezultate in jih po potrebi dopolnijo.

Pridejo do zaključka, da je molekula vode lažja od molekul kisika in dušika.

Učenci poslušajo razlago učitelja in odgovorijo na vprašanje 4. naloge.

$$p_0 = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ N/m}^2$$



temperatura, predvsem pa vlažnost zraka. Učencem da navodila za reševanje 4. naloge na delovnem listu. Po potrebi pomaga učencem pri pretvorbi enot. <i>Učitelj razloži učencem razliko med suhim in vlažnim zrakom.</i> Vlažen zrak vsebuje vodno paro, suh zrak pa je ne vsebuje. Torej se v vlažnem zraku nahaja več molekul vode kot v suhem zraku. Ker vlažen zrak vsebuje več molekul vodne pare, ima posledično manj molekul ostalih plinov v zraku, saj porazdelitev molekul v nekem prostoru ostane približno enaka. Učencem da navodila, da rešijo nalogo 4.1. <i>Učitelj pokaže eksperiment.</i> Učitelj pokaže doma narejeno vremensko postajo in razloži njeno delovanje. Ker vsebuje vlažen zrak več molekul vode in s tem naj molekul kisika in dušika, je zračni tlak vlažnega zraka manjši. Molekule vode so namreč manjše in manj pritiskajo na površino. Zaradi manjšega tlaka se opno na kozarcu izboči in slamica se nagne navzdol. V primeru lepega vremena oziroma suhega zraka, pa se tlak poveča, opno na kozarcu se vboči in slamica se nagne navzgor.  Učitelj da napotke za spremljanje zračnega tlaka in vremena. <i>Učitelj pove učencem, da območja z nizkim in visokim tlakom tudi posebej poimenujemo. (Cikloni in anticikloni)</i> Učencem da navodila, da preberejo besedilo naloge 4.3 na učnem listu in dopolnijo vremensko sliko.  Na vremenski karti si lahko ogledamo območja z visokim zračnim pritiskom (anticikloni z oznako - A) in območja z nizkim zračnim pritiskom (cikloni z oznako - C)	(10 ton zraka na m²) Učenci poslušajo razlago učitelja in se s tem seznani, da vodna para vpliva na zračni tlak. Učenci opazujejo poskus in poslušajo razlago, nato na učnem listu in odgovorijo na vprašanja 4.2 naloge. Učenci preberejo besedilo naloge 4.3 na učnem listu in dopolnijo sliko. Analiza in korekcija rezultatov.
3. Preverjanje usvojenega (potest) <i>Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.</i> - Potest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja.



VREMENSKA NAPOVED

Učni list

1. Vremenska postaja

Danes si lahko kupimo najrazličnejše vremenske postaje, ki nam kažejo kakšno bo vreme. Na sliki lahko vidite del vremenske postaje, ki s sličico označuje stanje vremena. Vremenske postaje lahko merijo različne količine kot so: temperatura, vlažnost zraka, zračni tlak, smer vetra, ...



Kakšno vreme prikazuje vremenska postaja?

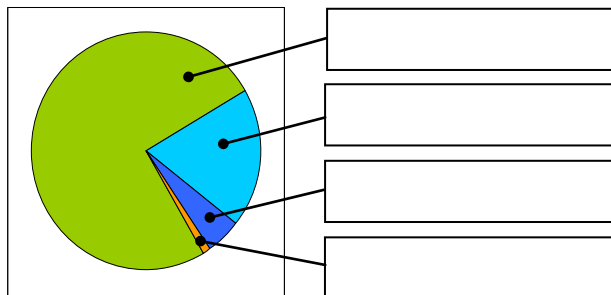
2. Sestava zraka

Preberi besedilo in ob spodnji graf zapiši pline, ki zavzemajo določen delež v zraku.

Zrak je mešanica različnih plinov. V suhem zraku je približno 78 % dušika, 20 % kisika, 1 % argona. Vsi ostali plini, ki so tudi prisotni, se nahajajo v preostalem 1 %. Ker pa je v zraku vedno prisotne nekaj vode, se ti deleži malo spreminjajo. Zrak lahko vsebuje tudi do 7 % vodne pare. Večjo količino vodne pare vsebuje zrak, bolj je zrak vlažen.

Dopolni graf z naslednjimi plini:

(dušik, kisik, vodna para, ostali plini)



Relativna vlažnost zraka

Vremenske postaje običajno prikazujejo **relativno vlažnost**, ki kaže koliko vodne pare še lahko prejme zrak, dokler ne začne deževati (100% relativna vlažnost pomeni, da je pričelo deževati).

Vremenska postaja je prikazala takšno sličico:
Približno kolikšna je relativna vlažnost zraka?
(obkroži)



5 % 70 % 100 %

3. Molekule dušika, kisika in vode

Če želimo molekule primerjati med sabo, lahko primerjamo kar molekulske mase. Molekulske mase pa lahko izračunamo, če poznamo njihovo sestavo. Iz periodnega sistema elementov preberemo relativne atomske mase posameznih elementov, ki sestavljajo molekulo, in jih seštejemo. Če želimo izračunati relativno molekulsko maso za molekulo N_2 , potrebujemo relativno atomsko maso dušika, ki je 14. Ker je molekula sestavljena iz dveh atomov, je relativna molekulska masa ravno $14 + 14$, kar je 28. Po enakem postopku lahko pridemo do relativnih molekulskih mas vseh molekul, katerih sestavo poznamo.

1,01	— relativna atomska masa
H	— simbol
1	— vrstno število
vodik	— ime elementa

14,01	16,00	1
N	O	
7	8	
dušik	kisik	



V tabelo zapiši imena posameznih plinov in njihove relativne molekulske mase.

Katera molekula je najlažja?

ime plina	simbol	relativna molekulska masa
	N ₂	
	O ₂	
	H ₂ O	

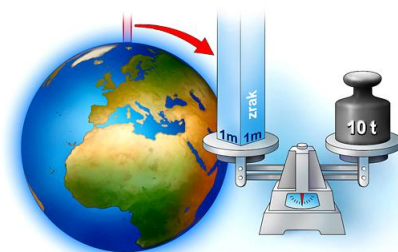
4. Zračni tlak

Zračni tlak nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Višje se dvignemo, manj zraka pritiska na nas in manjši je zračni tlak. Ob morski gladini znaša zračni tlak okoli 1 bar, kar pomeni, da je nad 1 m² površine približno 10 ton zraka.

Približno kolikšen je zračni tlak ob morski gladini?

$p =$ _____ bar = _____ N/m².

Zakaj je v hribih nižji zračni tlak kot v dolini?



4.1 Vpliv vodne pare na zračni tlak

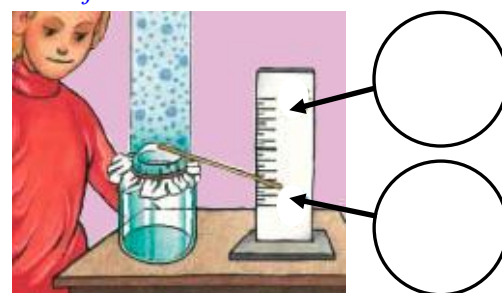
Zračni tlak se tudi nekoliko spreminja. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva temperatura, predvsem pa vlažnost zraka. Vlažen zrak vsebuje vodno paro, suh zrak pa je ne vsebuje. Torej se v vlažnem zraku nahaja več molekul vode kot v suhem zraku. Ker vlažen zrak vsebuje več molekul vodne pare, ima posledično manj molekul ostalih plinov v zraku. Molekule vode namreč potisnejo ostale molekule v stran, tako da porazdelitev molekul v nekem prostoru ostane približno enaka.

4.2 Merjenje zračnega tlaka

Na sliki je prikazana doma narejena vremenska postaja, ki je narejena iz kozarca, opne, slamice in stojala, ki služi za prikaz vremena.

Pod posamezno sliko na desni strani zapiši kakšno vreme prikazuje vremenska postaja (sončno/deževno)?

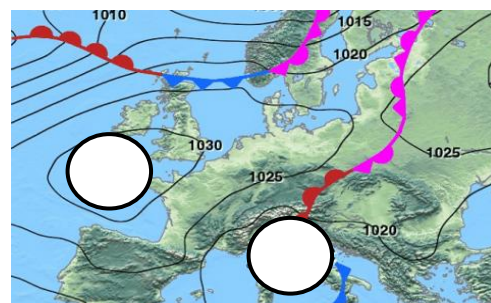
Na stojalo nariši sonček in deževni oblak.



4.3 Cikloni in anticikloni

Območja s slabim vremenom oziroma z nizkim zračnim pritiskom imenujemo **cikloni**, območja z visokim zračnim pritiskom (lepo vreme) pa **anticikloni**.

Na vremenski karti si oglej območja z visokim in nizkim zračnim pritiskom ter na sliki označi s črko (C) – ciklon in črko (A) – anticiklon.





VREMENSKA NAPOVED

Učni list

1. Vremenska postaja

Danes si lahko kupimo najrazličnejše vremenske postaje, ki nam kažejo kakšno bo vreme. Na sliki lahko vidite del vremenske postaje, ki s sličico označuje stanje vremena. Vremenske postaje lahko merijo različne količine kot so: temperatura, vlažnost zraka, zračni tlak, smer vetra, ...



Kakšno vreme prikazuje vremenska ^{delno oblačno} postaja?

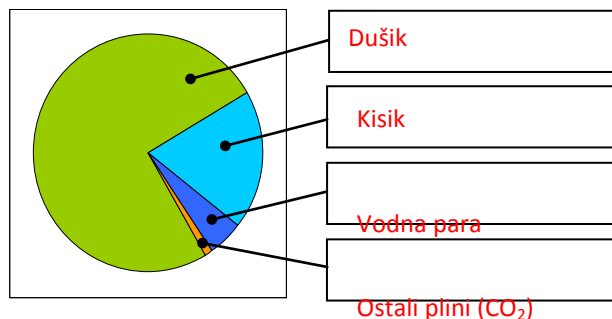
2. Sestava zraka

Preberi besedilo in ob spodnji graf zapiši pline, ki zavzemajo določen delež v zraku.

Zrak je mešanica različnih plinov. V suhem zraku je približno 78 % dušika, 20 % kisika, 1 % argona. Vsi ostali plini, ki so tudi prisotni, se nahajajo v preostalem 1 %. Ker pa je v zraku vedno prisotne nekaj vode, se ti deleži malo spreminjajo. Zrak lahko vsebuje tudi do 7 % vodne pare. Večjo količino vodne pare vsebuje zrak, bolj je zrak vlažen.

Dopolni graf z naslednjimi plini:

(dušik, kisik, vodna para, ostali plini)



Relativna vlažnost zraka

Vremenske postaje običajno prikazujejo **relativno vlažnost**, ki kaže koliko vodne pare še lahko prejme zrak, dokler ne začne deževati (100% relativna vlažnost pomeni, da je pričelo deževati).

Vremenska postaja je prikazala takšno sličico:
Približno kolikšna je relativna vlažnost zraka? (obkroži)



5 % **70 %** 100 %

3. Molekule dušika, kisika in vode

Če želimo molekule primerjati med sabo, lahko primerjamo kar molekulske mase. Molekulske mase pa lahko izračunamo, če poznamo njihovo sestavo. Iz periodnega sistema elementov preberemo relativne atomske mase posameznih elementov, ki sestavljajo molekulo, in jih seštejemo. Če želimo izračunati relativno molekulsko maso za molekulo N_2 , potrebujemo relativno atomsko maso dušika, ki je 14. Ker je molekula sestavljena iz dveh atomov, je relativna molekulska masa ravno $14 + 14$, kar je 28. Po enakem postopku lahko pridemo do relativnih molekulskih mas vseh molekul, katerih sestavo poznamo.

1,01	— relativna atomska masa
H	— simbol
1	— vrstno število
vodik	— ime elementa

14,01	16,00	1
N	O	
7	8	
dušik	kisik	



V tabelo zapiši imena posameznih plinov in njihove relativne molekulske mase.

Katera molekula je najlažja?

vode

ime plina	simbol	relativna molekulska masa
Dušik	N ₂	28
Kisik	O ₂	32
Voda	H ₂ O	18

4. Zračni tlak

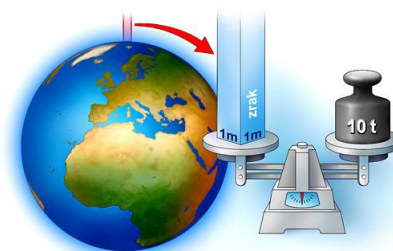
Zračni tlak nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Višje se dvignemo, manj zraka pritiska na nas in manjši je zračni tlak. Ob morski gladini znaša zračni tlak okoli 1 bar, kar pomeni, da je nad 1 m² površine približno 10 ton zraka.

Približno kolikšen je zračni tlak ob morski gladini?

$p = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ N/m}^2$

Višje ko smo, manj zraka pritiska na nas

Zakaj je v hribih nižji zračni tlak kot v dolini?



4.1 Vpliv vodne pare na zračni tlak

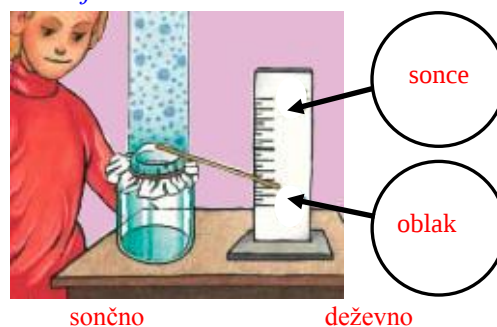
Zračni tlak se tudi nekoliko spreminja. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva temperatura, predvsem pa vlažnost zraka. Vlažen zrak vsebuje več vodne pare kot suh zrak. Torej se v vlažnem zraku nahaja več molekul vode kot v suhem zraku. Ker vlažen zrak vsebuje več molekul vodne pare, ima posledično manj molekul ostalih plinov v zraku. Molekule vode namreč potisnejo ostale molekule stran, tako da porazdelitev molekul v nekem prostoru ostane približno enaka.

4.2 Merjenje zračnega tlaka

Na sliki je prikazana doma narejena vremenska postaja, ki je narejena iz kozarca, opne, slamice in stojala, ki služi za prikaz vremena.

Pod posamezno sliko na desni strani zapiši kakšno vreme prikazuje vremenska postaja (sončno/deževno)?

Na stojalo nariši sonček in deževni oblak.



4.3 Cikloni in anticikloni

Območja s slabim vremenom oziroma z nizkim zračnim pritiskom imenujemo **cikloni**, območja z visokim zračnim pritiskom (lepo vreme) pa **anticikloni**.



REPUBLIKA SLOVENIJA

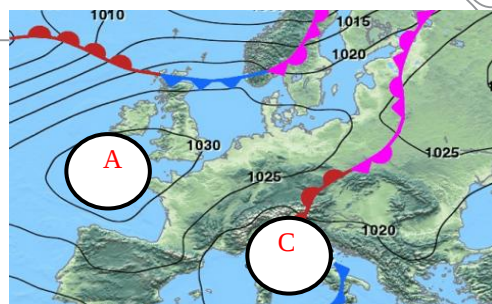
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

Na vremenski karti si ogledaj območja z visokim in nizkim zračnim pritiskom ter na sliki označi s črko (C) – ciklon in črko (A) – anticiklon.



Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpisi)

T 10, P 3

Eksperimentalni didaktični pristop: frontalni pouk z vključevanjem elementov IKT (P3)

Vzgojno – izobraževalna tema:	Vnašanje sodobnih dognanj v pouk fizike (ni opredeljeno v letnem delovnem načrtu učitelja - proste ure).
Vzgojno – izobraževalna enota:	Večja vlažnost pomeni nižji zračni tlak
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	9) Učenec po ogledu slike pozna zračno sestavo 10) Učenec razloči molekulo zraka in molekulo vode. 11) Učenec s pomočjo eksperimenta razume, zakaj je v primeru »slabega« vremena zračni tlak nižji kot v primeru sončnega vremena. 12) Učenec se zaveda pomena vremenskih napovedi in zna pravilno ravnati v različnih okoljih (gore, morje,...).
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, praktičnih del, metoda dela s tekstom
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna, delo v dvojicah/individualna
Korelacije:	biologija, kemija, geografija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	vreme, tlak, molekula, vlažnost
Novi pojmi:	zračni tlak
Eksperimenti:	vremenska postaja
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, delovni listi
Didaktična struktura ure:	



Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10

Literatura:

1. Ivan Gerlič. Metodika pouka v fizike. Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Radko Istenčič. Mala enciklopedija jedrske energije. Ljubljana, Institut "Jožef Stefan", Izobraževalni center za jedrsko energijo, 2005
3. Milan Ambrožič idr. Fizika, narava, življenje 1. Učbenik za pouk fizike v 8. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana, DZS, 2005
4. Milan Ambrožič idr. Fizika, narava, življenje 2. Učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne osnovne šole. Ljubljana, DZS, 2005
5. Branko Beznec idr. Moja prva fizika 1 : fizika za 8. razred osnovne šole. Modrijan, 2006
6. Branko Beznec idr. Moja prva fizika 2 : fizika za 9. razred osnovne šole. Modrijan, 2002
7. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 1, Gibanje, sila, snov. DZS, 1997
8. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 2, Energija, DZS, 1998
9. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce 3, Svet elektronov in atomov. DZS, 1997
10. Rudolf Kladnik. Fizika za srednješolce +1, Pot k maturi iz fizike. DZS, 1996
11. Žnideršič M... Enciklopedija znanosti. Slovenska knjiga, 2000
12. Web: http://www.grubelnik.com/galerija/02_ilustracije/008/008.htm. Preproste slike mulekul (18.9.2009)
13. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki/>. Spletna enciklopedija (18.9.2009)
14. Web: <http://www.arso.gov.si/zrak/>. Sestava zraka (18.9.2009)
15. Web: <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm#VREME>. Opis vremenskih pojavov (18.9.2009)
16. Web: <http://www.aperio.si/pregled-artiklov/3054/Vremenske-postaje-in-ure>
17. Web: http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi-in-podatki/radar_animacija.html. Animacija padavin za Slovenijo (18.9.2009)
18. Web: <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm>
19. Web: http://www.minet.si/gradivo/egradiva/kemija/HTML/KE_4_2_periodni_sistem_elementov/index.html



20. Web: http://www.osbos.si/e-kemija/e-gradivo/4-sklop/molekula_kisika.html
 21. Web: http://www.kii2.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/kovalentna_vez2/index.html
 22. Web: http://www.osbos.si/e-kemija/e-gradivo-tmp/4-sklop/molekula_vode.html
 23. Web: http://www.tzs.si/naravoslovje/eksperimenti/tlak_1/index.htm
 24. Web: http://www2.arnes.si/~kvidma2/Ucila_GJV/mt/MT_7/aneroid.htm
 25. Web: <http://www.revijakapital.com/navtika/clanki.php?idclanka=281>

SNOV/UČITELJ	UČENCI
1. Uvajanje 1.1 Uvodno ponavljanje (Predtest) <i>Učitelj razdeli predteste in poda učencem napotke za reševanje predtesta.</i> - Predtest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (predtestu). 1.2 Motivacija in postavitve problema Učitelj pokaže prosojnico vremenske postaje. Na vremenski postaji so poleg različnih podatkov (temperatura, vlažnost, ...) narisani tudi oblaki in sonček. (<i>prosojnica1</i>) V kolikor ima učitelj na razpolago vremensko postajo, ki napoveduje vreme, jo pokaže učencem in učenci v živo opazujejo prikaz na vremenski postaji in ga primerjajo z dejanskim vremenom. 1.3 Napoved cilja <i>Učitelj predstavi učencem tematiko današnje ure.</i> Danes se bomo pogovarjali o tem, kako vremenska postaja napove vreme. Pokazali bomo povezavo med vlažnostjo zraka in zračnim tlakom. <i>Učitelj napiše na tablo naslov učne ure:</i> »Vremenska napoved«	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci si ogledajo sliko vremenske postaje in sodelujejo v razgovoru. Učenci poslušajo napoved učitelja o vseh 3 ure.
2 Obravnava nove učne snovi <i>Učitelj razporedi učence za delo na računalnikih in razdeli delovne liste. Učencem da navodilo, da naj v spletni brskalnik vpišejo naslov začetne spletne strani: www.repnik.com/T10/ (naveden tudi na vrhu delovnega lista). Preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo.</i> 2.1 Sestava zraka	Učitelj: ▪ razporedi učence za delo na računalnikih ▪ razdeli delovne liste ▪ pove spletni naslov ▪ preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo.



VREMENSKA POSTAJA

Učitelj da navodila za reševanje 1. naloge na delovnem listu (spletni strani).

Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 1 rešijo nalogo 1 na delovnem listu. Poiskati morajo, kaj vse lahko merimo z domačimi vremenskimi postajami.

Začetna spletna stran (1. naloga):

1. Vremenska postaja

S pomočjo spleta poišči par primerov vremenskih postaj za domačo uporabo. Poglej si tudi animacijo, ki prikazuje padavine po Sloveniji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://www.aperio.si/pregled-arkivov/3054/Vremenske-postaje-in-ure>
- http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi-in-podatki/radar_animacija.html

Poglej si kaj vse lahko merimo z domačimi vremenskimi postajami in zapiši na delovni list odgovor.



Kakšno vreme prikazuje vremenska postaja?

Učitelj vpraša učence:

Ali kdo ve, na kakšni podlagi je vremenska postaja napovedala vreme?

Učitelj usmerja učence na količine, ki jih prikazuje vremenska postaja (temperatura, vlažnost, tlak, smer in hitrost vetra,)

SESTAVA ZRAKA

Učitelj da navodila za reševanje 2. naloge na delovnem listu (spletni strani).

Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 2 rešijo nalogo 2 na delovnem listu. Poiskati morajo, kako je zgrajen zrak in kaj je relativna vlažnost.

Začetna spletna stran (2. naloga):

Delovni list (1. naloga)

Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge.

Učenci dopolnijo delovni list.

Analiza in korekcija rezultatov.

Zrak je sestavljen iz različnih plinov.

Delovni list (2. naloga)

Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge.



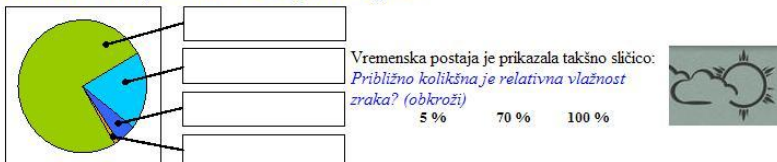
2. Sestava zraka

Na spletu poišči kakšna je sestava zraka.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost>

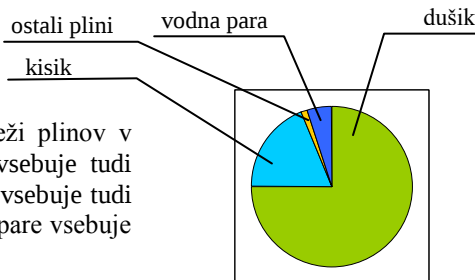
Na delovnem listu dopolni sliko in obkroži pravilni odgovor.



78 % dušika, 20 % kisika, 1 % argona, 1% ostali plini (CO₂)

Učitelj skupaj z učenci preveri rezultate.

Učitelj nadalje poudari, da se lahko deleži plinov v zraku malo spremenijo, saj lahko zrak vsebuje tudi različno količino **vodne pare**. Zrak lahko vsebuje tudi do 7 % vodne pare. Večjo količino vodne pare vsebuje zrak, bolj je zrak vlažen.



Učenci preberejo besedilo 2. naloge na učnem listu in odgovorijo na vprašanje.

Analiza in korekcija rezultatov.

2.2 Molekule dušika, kisika in vode

Kot smo lahko spoznali, se v zraku nahaja **dušik**, **kisik** in **vodna para**, ter še zelo mali delež ostalih plinov. Molekule teh plinov se med seboj razlikujejo. Označba za kemijski element dušik je črka N. V ozračju se nahaja kot molekula N₂, kjer sta dva atoma povezana skupaj. Tudi kisik je vezan v dvoatomno molekulo O₂. Voda pa vsebuje en atom kisika, na katerega sta vezana dva atoma vodika. To zapišemo takole: H₂O.

Učitelj da navodila za reševanje prvega dela 3. naloge na delovnem listu (spletni strani).

Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 3 rešijo nalogo 3 na delovnem listu. Poiskati morajo, kako so zgrajene različne molekule zraka.

Začetna spletna stran (3. naloga):

Molekule zraka so različne velikosti.

Učenci se seznaniijo z sestavo zraka in kako velike so posamezne molekule.

Delovni list (3. naloga)

Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge. Učenci dopolnijo tabelo.

- dušik
- kisik
- voda

Učenci odgovorijo na vprašanje.

- molekula vode

Analiza in korekcija rezultatov.



3. Molekule dušika, kisika in vode.

Na spletu poišči kako so zgrajene molekule zraka.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Voda>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Kisik>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Dušik>

Na delovnem listu izpolni tabelo in odgovori na vprašanje.

1,01	— relativna atomska masa
H	— simbol
1	— vrstno število
vodik	— ime elementa

V tabelo zapiši imena posameznih plinov in njihove relativne molekulske mase

Katera molekula je najlažja?

14,01	16,00	1
N	O	
7	8	
dušik	kisik	

ime plina	simbol	relativna molekulska masa
	N ₂	
	O ₂	
	H ₂ O	

Učitelj preveri rezultate, ki so jih učenci zapisali v tabelo.

dušik N₂ (2·14=28)
 kisik O₂ (2·16=32)
 vodna para H₂O (2·1+16=18)

1,01	14,01	16,00	19,00
H	N	O	F
1	7	8	9
vodik	dušik	kisik	fluor
30,97	32,07	35,45	

2.3 Zračni tlak

Učitelj da navodila za reševanje 4. naloge na delovnem listu (spletni strani).

Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 4 rešijo nalogo 4 na delovnem listu. Poiskati morajo, kaj predstavlja zračni tlak, kaj so cikloni in anticikloni in odgovoriti na vprašanja glede eksperimenta z vremensko postajo.

Začetna spletna stran (4. naloga):

4. Zračni tlak

Na spletu poišči kaj je zračni tlak in kako ga merimo.

V pomoč so ti lahko naslednje povezave:

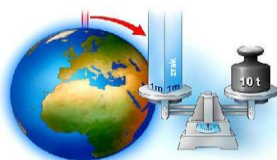
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Zračni_tlak
- <http://www.arso.gov.si/vreme/>

Na delovnem listu odgovori na vprašanja.

Približno kolikšen je zračni tlak ob morski gladini?

p = _____ bar = _____ N/m².

Zakaj je v hribih nižji zračni tlak kot v dolini?



Zračni tlak nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Višje se dvignemo, manj zraka pritiska na nas in manjši je zračni tlak. Ob morski gladini znaša zračni tlak okoli 1 bar, kar pomeni, da je nad 1 m² površine približno 10 ton zraka.

Zračni tlak se tudi nekoliko spreminja. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva temperatura, predvsem pa vlažnost zraka. Vlažen zrak vsebuje vodno paro, suh zrak pa je ne vsebuje. Torej se v vlažnem zraku nahaja več molekul vode kot v suhem zraku. Ker

Pridejo do zaključka, da je molekula vode lažja od molekul kisika in dušika.

Delovni list (4. naloga)

Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitve naloge in dodatne naloge.

Kaj je zračni tlak in kako vpliva na vreme.

Učenci se seznanijo kaj je zračni tlak, kako na njega vpliva temperatura in vlažnost in kako na podlagi zračnega tlaka lahko napovemo vreme.

Nato učenci odgovorijo na zastavljeno vprašanje.

$p_0 = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ N/m}^2$
 (10 ton zraka na m²)

Učenci poslušajo razlago učitelja.



vlažen zrak vsebuje več molekul vodne pare, ima posledično manj molekul ostalih plinov v zraku. Molekule vode namreč potisnejo ostale molekule v stran, tako da porazdelitev molekul v nekem prostoru ostane približno enaka.

Učitelj predstavi učencem zračni tlak kot tlak, ki nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla.

Učitelj razloži učencem, da na zračni tlak vpliva tudi vodna para.

Učitelj pokaže eksperiment.

Učitelj pokaže doma narejeno vremensko postajo in učencem poda napotke za reševanje naloge na delovnem listu.



Pozorno spremljaj eksperiment, ki ga izvaja učitelj in reši naloge na delovnem listu.



4.1 Cikloni in anticikloni

Na spletu si pogledaj kaj so cikloni in kaj anticikloni.

V pomoč so ti lahko naslednji povezavi:

- <http://www.revijakapital.com/narvika/clanki.php?idclanka=281>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Anticiklon>

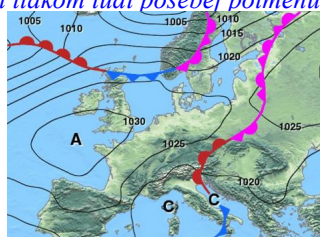
Dopolni sliko na delovnem listu.

Na vremenski karti si ogledaj območja z visokim in nizkim zračnim pritiskom ter na sliki označi s črko (C) – ciklon in črko (A) – anticiklon.



Učitelj pove učencem, da območja z nizkim in visokim tlakom tudi posebej poimenujemo. (Cikloni in anticikloni)

Na vremenski karti si lahko ogledamo območja z visokim zračnim pritiskom (**anticikloni** z oznako - A) in območja z nizkim zračnim pritiskom (**cikloni** z oznako - C)



Učenci opazujejo poskus in na delovnem listu in odgovorijo na vprašanja.

Učenci dopolnijo slike na delovnem listu.

Učenci poiščejo na spletu kar od njih zahteva naloga 4.1 na delovnem listu in dopolnijo sliko.

Analiza in korekcija rezultatov.

3. Preverjanje usvojenega (potest)

Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.

- Potest se rešuje 10 minut.
- Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).

Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja.



VREMENSKA NAPOVED

Delovni list

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Vremenska postaja

OPOMNIK

Danes si lahko kupimo najrazličnejše vremenske postaje, ki nam kažejo kakšno bo vreme.

NALOGE

S pomočjo spleta poišči par primerov vremenskih postaj za domačo uporabo. Poglej si tudi animacijo, ki prikazuje padavine po Sloveniji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://www.aperio.si/pregled-artiklov/3054/Vremenske-postaje-in-ure>
- http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi-in-podatki/radar_animacija.html

Napiši, kakšno vreme prikazuje vremenska postaja!

Kakšno vreme prikazuje vremenska postaja? _____



2. Sestava zraka

OPOMNIK

Zrak je mešanica različnih plinov. Vremenske postaje običajno prikazujejo **relativno vlažnost**, ki kaže koliko vodne pare še lahko prejme zrak, dokler ne začne deževati (100% relativna vlažnost pomeni, da je pričelo deževati).

NALOGE

Na spletu poišči kakšna je sestava zraka.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost>

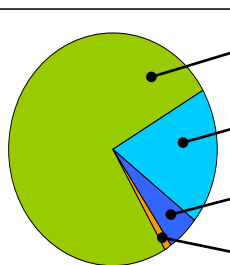
Dopolni sliko in obkroži pravilni odgovor!

Vremenska postaja je prikazala takšno sličico:  *Približno kolikšna je relativna vlažnost zraka? (obkroži)*

5 %

70 %

100 %



3. Molekule dušika, kisika in vode

OPOMNIK

V zraku se nahaja dušik, kisik in vodna para, ter mali delež ostalih plinov.

NALOGE

Na spletu poišči kako so zgrajene molekule zraka.

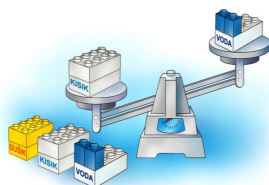
V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:



- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Voda>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Kisik>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Dušik>

Odgovori na vprašanje in izpolni tabelo.

ime plina	simbol	relativna molekulska masa
	N ₂	
	O ₂	
	H ₂ O	

Katera molekula je najlažja?
vode

1,01	— relativna atomska masa
H	— simbol
1	— vrstno število
vodik	— ime elementa

14,01	16,00
N	O
7	8
dušik	kisik

4. Zračni tlak

OPOMNIK

Zračni tlak nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva temperatura, predvsem pa vlažnost zraka.

NALOGE

Na spletu poišči kaj je zračni tlak in kako ga merimo.

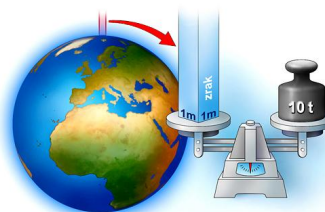
V pomoč so ti lahko naslednje povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Zračni_tlak
- <http://www.arso.gov.si/vreme/>

Pozorno spremljaj eksperiment!

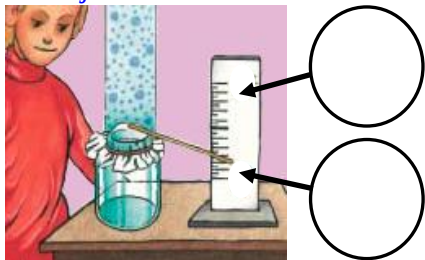
Odgovori na vprašanja in dopolni slike!

Približno kolikšen je zračni tlak ob morski gladini?

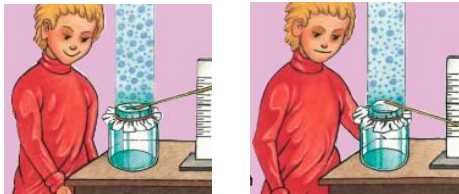
 $p =$ _____ bar = _____ N/m².

Zakaj je v hribih nižji zračni tlak kot v dolini? _____

Na stojalo nariši sonček in deževni



Pod posamezno sliko na desni strani zapiši kakšno vreme prikazuje vremenska postaja (sončno/deževno)?



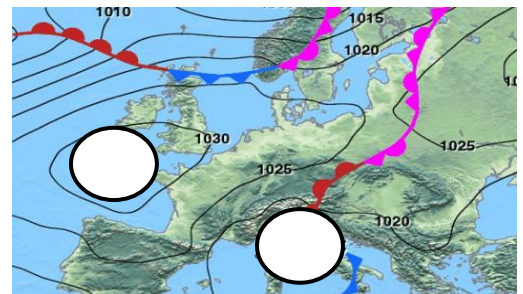
4.1 Cikloni in anticikloni

Na spletu si poglej kaj so cikloni in kaj anticikloni.

V pomoč so ti lahko naslednji povezavi:

- <http://www.revijakapital.com/navtika/clanki.php?idclanka=281>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Anticiklon>

Na vremenski karti si oglej območja z visokim in nizkim zračnim pritiskom ter na sliki označi s črko (C) – ciklon in črko (A) – anticiklon.





VREMENSKA NAPOVED

Delovni list

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Vremenska postaja

OPOMNIK

Danes si lahko kupimo najrazličnejše vremenske postaje, ki nam kažejo kakšno bo vreme.

NALOGE

S pomočjo spleta poišči par primerov vremenskih postaj za domačo uporabo. Poglej si tudi animacijo, ki prikazuje padavine po Sloveniji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://www.aperio.si/pregled-artiklov/3054/Vremenske-postaje-in-ure>
- http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi-in-podatki/radar_animacija.html

Napiši, kakšno vreme prikazuje vremenska postaja!

Kakšno vreme prikazuje vremenska postaja? Delno oblačno



2. Sestava zraka

OPOMNIK

Zrak je mešanica različnih plinov. Vremenske postaje običajno prikazujejo **relativno vlažnost**, ki kaže koliko vodne pare še lahko prejme zrak, dokler ne začne deževati (100% relativna vlažnost pomeni, da je pričelo deževati).

NALOGE

Na spletu poišči kakšna je sestava zraka.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://www2.arnes.si/~osceifb1s/zrak.htm>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost>

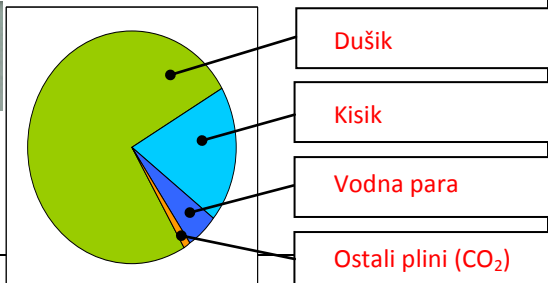
Dopolni sliko in obkroži pravilni odgovor!

Vremenska postaja je prikazala takšno sličico:  *Približno kolikšna je relativna vlažnost zraka? (obkroži)*

5 %

70 %

100 %



3. Molekule dušika, kisika in vode

OPOMNIK

V zraku se nahaja dušik, kisik in vodna para, ter mali delež ostalih plinov.

NALOGE

Na spletu poišči kako so zgrajene molekule zraka.

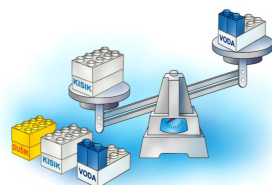
V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:



- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Voda>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Kisik>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Dušik>

Odgovori na vprašanje in izpolni tabelo.

Katera molekula je najlažja?
 vode



1,01	— relativna atomska masa
H	— simbol
1	— vrstno število
vodik	— ime elementa

14,01	16,00
N	O
7	8
dušik	kisik

4. Zračni tlak**OPOMNIK**

Zračni tlak nastane zaradi teže zraka, ki pritiska na tla. Na spreminjanje zračnega tlaka lahko vpliva temperatura, predvsem pa vlažnost zraka.

NALOGE

Na spletu poišči kaj je zračni tlak in kako ga merimo.

V pomoč so ti lahko naslednje povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Zračni_tlak
- <http://www.arso.gov.si/vreme/>

Pozorno spremljaj eksperiment!

Odgovori na vprašanja in dopolni slike!



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21

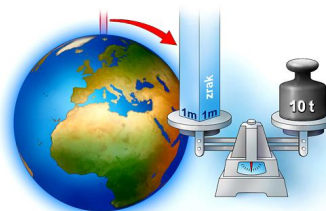


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Približno kolikšen je zračni tlak ob morski gladini?

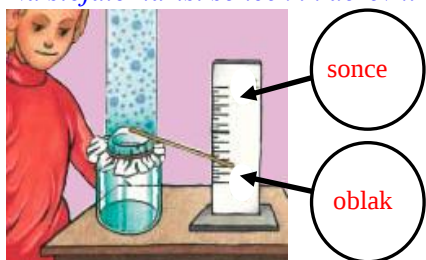
$p = \underline{1} \text{ bar} = \underline{100000} \text{ N/m}^2$.



Zakaj je v hribih nižji zračni tlak kot v dolini?

Višje ko smo, manj zraka pritiska na nas

Na stojalo nariši sonček in deževni



Pod posamezno sliko na desni strani zapiši kakšno vreme prikazuje vremenska postaja (sončno/deževno)?



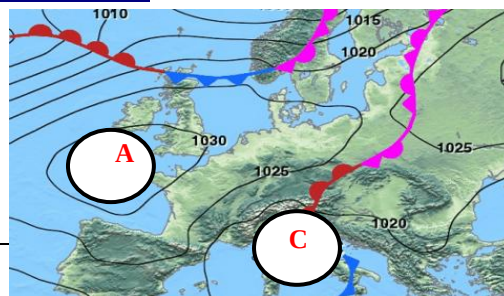
4.1 Cikloni in anticikloni

Na spletu si pogledaj kaj so cikloni in kaj anticikloni.

V pomoč so ti lahko naslednji povezavi:

- <http://www.revijakapital.com/navtika/clanki.php?idclanka=281>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Anticiklon>

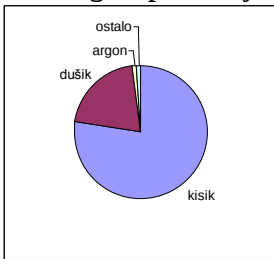
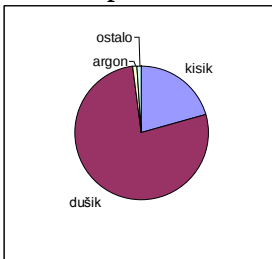
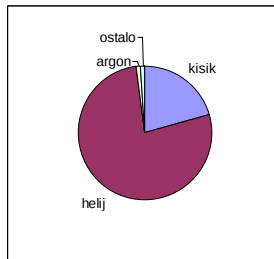
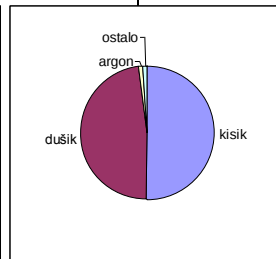
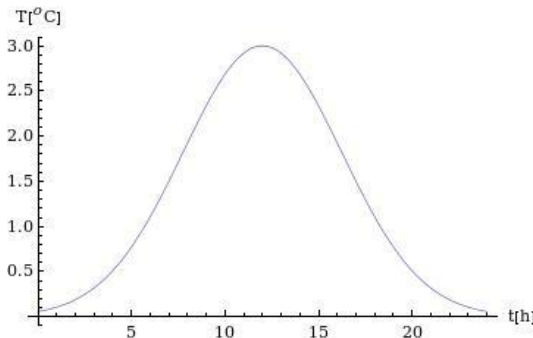
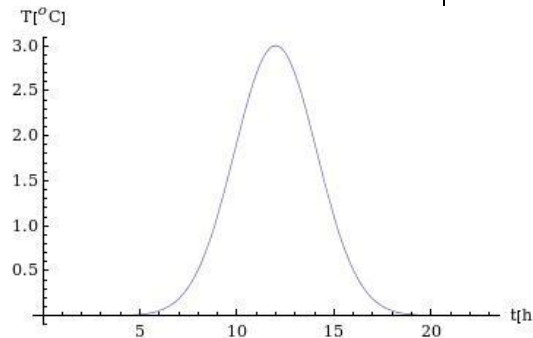
Na vremenski karti si ogledaj območja z visokim in nizkim zračnim pritiskom ter na sliki označi s črko (C) – ciklon in črko (A) – anticiklon.



PRED-TEST, Izpolni učitelj: T-10, P 1 2 3, Šola: _____, datum: _____ M/Ž
Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____, lanska ocena fizike oz. naravoslovja: _____

Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v narekovajih? Na desni strani obkroži tisto številko od 1 do 5, ki najbolj ustreza tvojemu mnenju.
(1...popolnoma se ne strinjam, 5...zelo se strinjam)



1.	1 2 3 4 5			
»Veselim se učne ure fizike.«				
V nadaljevanju boš reševal naloge, pri katerih je le en odgovor pravilen. Pozorno preberi navodilo naloge in obkroži odgovor na desni strani testnega lista.				
2.				A B C D
Visoko v gorah je zračni tlak manjši zaradi: A) nižje temperature. B) visokih hitrosti zraka. C) velike vlažnosti. D) tega, ker je nad nami manj zraka.				
3.				A B C D
Ali obstaja povezava med zračnim tlakom in vremenom? A) Ne obstaja. B) Obstaja. C) Obstaja, vendar znanstveno še ni dokazano. D) Le ob večjem plimovanju.				
4.				A B C D
Kateri graf prikazuje pravilno porazdelitev plinov v zraku?				
   				
A B C D				
5.				A B C D
V vremenski postaji smo dva dneva merili temperaturo ozračja. Spodnja grafa prikazuje kako se je temperatura spreminjala prvi dan in kako se je temperatura spreminjala drugi dan. Kaj opaziš.				
 				
A) Prvi dan je bila v povprečju večja temperatura. B) Drugi dan je bila v povprečju večja temperatura. C) Temperaturi sta bili v povprečju enaki. D) Grafa se ne moremo primerjati.				



6. Zraku se z nižanjem temperature pri nespremenjenem tlaku povečuje gostota, z nižanjem tlaka pri nespremenjeni temperaturi pa se mu gostota znižuje. Ko se dvigamo z balonom, nam barometer pokaže nižanje zračnega tlaka z višino. Katera trditev pravilno (najbolj smiselno!) pojasnjuje zvezo med temperaturo in gostoto pri padajočem tlaku z naraščajočo nadmorsko višino? A) Z višino pada tudi temperatura zraka, gostota pa se ne spreminja. B) Z višino naraščata tako gostota kot temperatura zraka. C) Iz padanja tlaka sklepamo na padanje gostote zraka, neodvisno od temperature. D) Iz padanja tlaka sklepamo na padanje njegove gostote, če je spreminjanje temperature z višino razmeroma blago.	A B C D
7. Predpostavi, da je zaradi posebnih zemljepisnih značilnosti vreme v tvojem kraju zelo muhasto in pogosto drugačno, kot ga napove televizija za celo državo in tvoj okoliš. Čemu v takem primeru najbolj zaupaš pri oceni spremembe vremena v nekaj urah in pri odločitvi za daljše pohajkovanje: A) Jutranji vremenski napovedi po radiu B) Trganju v sklepih ostarelega znanca in vedenju domačih živali C) Instrumentom v vremenoslovni omarici v tvojem kraju D) Trenutnemu osebnemu razpoloženju	A B C D



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



PRED-TEST, Izpolni učitelj: T-10, P 1 2 3 , Šola: _____, datum: _____ M/Ž
Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____, lanska ocena fizike oz. naravoslovja: _____

Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v narekovajih? Na desni strani obkroži tisto številko od 1 do 5, ki najbolj ustreza tvojemu mnenju. (1...popolnoma se ne strinjam, 5...zelo se strinjam)

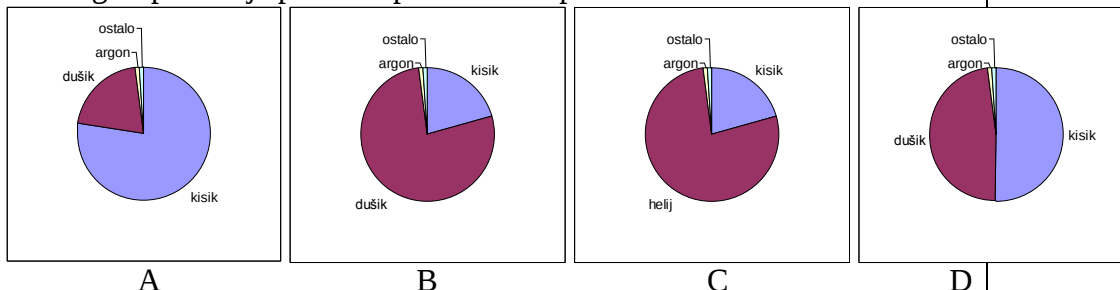
1.	»Veselim se učne ure fizike.«	PREDTEST	1 2 3 4 5	?
----	-------------------------------	-----------------	-----------	----------

V nadaljevanju boš reševal naloge, pri katerih je le en odgovor pravilen. Pozorno preberi navodilo naloge in obkroži odgovor na desni strani testnega lista.

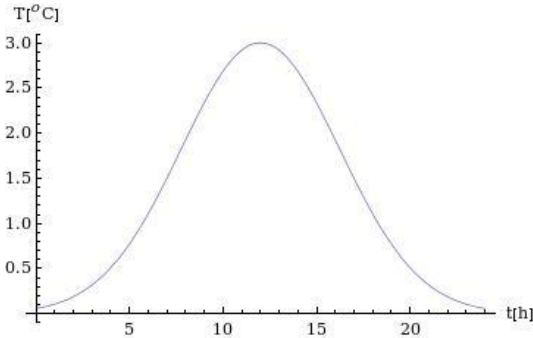
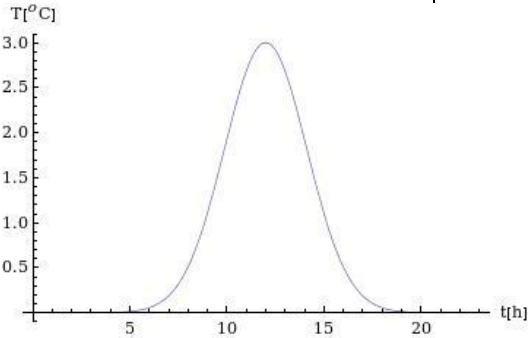
2.	Visoko v gorah je zračni tlak manjši zaradi: A) nižje temperature. B) visokih hitrosti zraka. C) velike vlažnosti. D) tega, ker je nad nami manj zraka.		Fakt1	A B C D	D
----	---	--	--------------	---------	----------

3.	Ali obstaja povezava med zračnim tlakom in vremenom? A) Ne obstaja. B) Obstaja. C) Obstaja, vendar znanstveno še ni dokazano. D) Le ob večjem plimovanju.	Fakt2	A B C D	B
----	---	--------------	---------	----------

4.	Kateri graf prikazuje pravilno porazdelitev plinov v zraku?	Analiza	A B C D	C
----	---	----------------	---------	----------





5. Primerjanje V vremenski postaji smo dva dneva merili temperaturo ozračja. Spodnja grafa prikazuje kako se je temperatura spreminjala prvi dan in kako se je temperatura spreminjala drugi dan. Kaj opaziš.   A) Prvi dan je bila v povprečju večja temperatura. B) Drugi dan je bila v povprečju večja temperatura. C) Temperaturi sta bili v povprečju enaki. D) Grafa se ne moremo primerjati.	A B C D	A
6. Sklepanje Zraku se z nižanjem temperature pri nespremenjenem tlaku povečuje gostota, z nižanjem tlaka pri nespremenjeni temperaturi pa se mu gostota znižuje. Ko se dvigamo z balonom, nam barometer pokaže nižanje zračnega tlaka z višino. Katera trditev pravilno (najbolj smiselno!) pojasnjuje zvezo med temperaturo in gostoto pri padajočem tlaku z naraščajočo nadmorsko višino? A) Z višino pada tudi temperatura zraka, gostota pa se ne spreminja. B) Z višino naraščata tako gostota kot temperatura zraka. C) Iz padanja tlaka sklepamo na padanje gostote zraka, neodvisno od temperature. D) Iz padanja tlaka sklepamo na padanje njegove gostote, če je spreminjanje temperature z višino razmeroma blago.	A B C D	D
7. Vrednotenje Predpostavi, da je zaradi posebnih zemljepisnih značilnosti vreme v tvojem kraju zelo muhasto in pogosto drugačno, kot ga napove televizija za celo državo in tvoj okoliš. Čemu v takem primeru najbolj zaupaš pri oceni spremembe vremena v nekaj urah in pri odločitvi za daljše pohajkovanje: A) Jutranji vremenski napovedi po radiu B) Trganju v sklepih ostarelega znanca in vedenju domačih živali C) Instrumentom v vremenslovni omarici v tvojem kraju D) Trenutnemu osebnemu razpoloženju	A B C D	C



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



PO-TEST, Izpolni učitelj: T-10, P 1 2 3 , Šola: _____, datum: _____
Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____

Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v narekovajih? Na desni strani obkroži tisto številko od 1 do 5, ki najbolj ustreza tvojemu mnenju.
(1...popolnoma se ne strinjam, 5...zelo se strinjam)

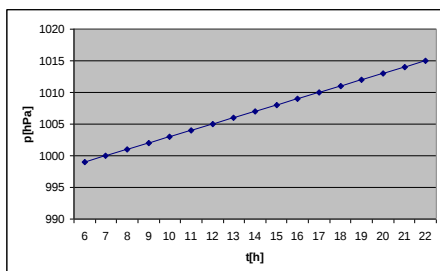
1. »To je bila zame odlična učna ura fizike.«	1 2 3 4 5
--	-----------

V nadaljevanju boš reševal naloge, pri katerih je le en odgovor pravilen. Pozorno preberi navodilo naloge in obkroži odgovor na desni strani testnega lista.

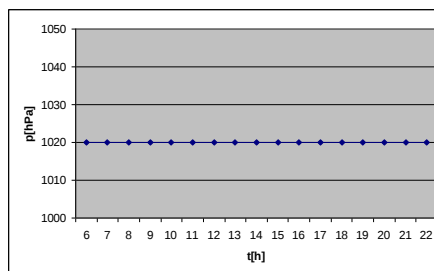
2. Molekula vode je v primerjavi z molekulo kisika približno: A) enkrat težja. B) enkrat lažja. C) dvakrat težja. D) dvakrat lažja.		A B C D
--	--	---------

3. Visoko v gorah je zračni tlak manjši zaradi: A) nižje temperature. B) visokih hitrosti zraka. C) velike vlažnosti. D) tega, ker je nad nami manj zraka.		A B C D
---	---	---------

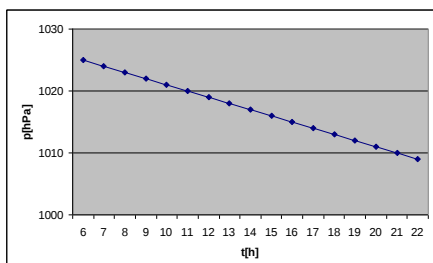
4. Na grafih je prikazan zračni tlak od jutra do večera. Kateri graf kaže poslabšanje vremena?	A B C D
---	---------



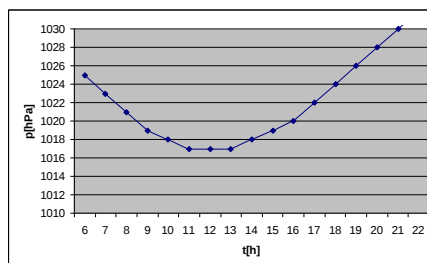
A



B



C



D



5. Pri napovedih vremena na TV velikokrat slišimo o ciklonih in anticiklonih. Kakšna je razlika med njimi? A) v območju ciklona je visok zračni pritisk in lepo vreme B) v območju anticiklona je nizek zračni pritisk in lepo vreme C) v območju anticiklona je visok zračni pritisk in slabo vreme D) v območju ciklona je nizek zračni pritisk in slabo vreme	A B C D 
6. Višinomer na principu merjenja zračnega tlaka imenujemo altimeter. Če nam višinomer kaže, da se počasi dvigamo, mi pa smo ves čas v planinski koči na isti nadmorski višini, je najverjetneje, A) da se nam je višinomer pokvaril. B) da se bo vreme izboljšalo. C) da nam zmanjkuje baterij. D) da se bo vreme poslabšalo.	A B C D 
7. Če ne moreš poslušati vremenske napovedi, na razpolago pa imaš več merilnikov v zvezi z vremenskimi pojavi, na katerega od njih se lahko najbolj zaneseš pri oceni, kakšno vreme bo nastopilo v kratkem? A) vlagomer B) barometer C) termometer D) merilnik hitrosti in smeri vetra	A B C D 



PO-TEST, Izpolni učitelj: T-10, P 1 2 3 , Šola: _____, datum: _____
Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____

Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v narekovajih? Na desni strani obkroži tisto številko od 1 do 5, ki najbolj ustreza tvojemu mnenju.
(1...popolnoma se ne strinjam, 5...zelo se strinjam)

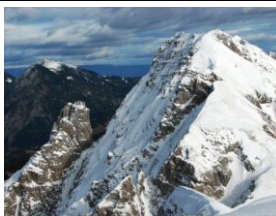
1. »To je bila zame odlična učna ura fizike.« POTEST 1 2 3 4 5 ?

V nadaljevanju boš reševal naloge, pri katerih je le en odgovor pravilen. Pozorno preberi navodilo naloge in obkroži odgovor na desni strani testnega lista.

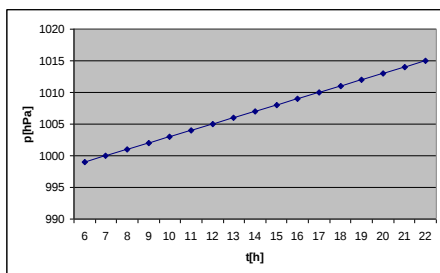
2. Fakt1 A B C D B
Molekula vode je v primerjavi z molekulo kisika približno:
A) enkrat težja.
B) enkrat lažja.
C) dvakrat težja.
D) dvakrat lažja.



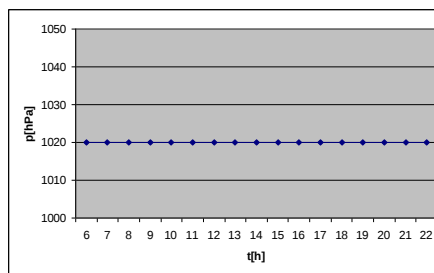
3. Fakt2 A B C D D
Visoko v gorah je zračni tlak manjši zaradi:
A) nižje temperature.
B) visokih hitrosti zraka.
C) velike vlažnosti.
D) tega, ker je nad nami manj zraka.



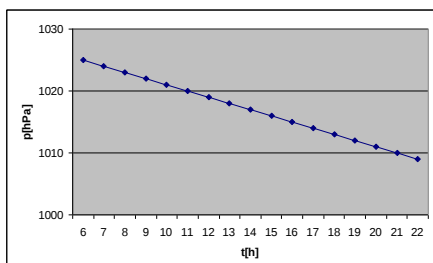
4. Analiza A B C D C
Na grafih je prikazan zračni tlak od jutra do večera. Kateri graf kaže poslabšanje vremena?



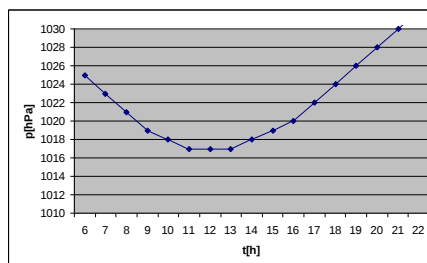
A



B



C



D



5. Primerjanje Pri napovedih vremena na TV velikokrat slišimo o ciklonih in anticiklonih. Kakšna je razlika med njimi? A) v območju ciklona je visok zračni pritisk in lepo vreme B) v območju anticiklona je nizek zračni pritisk in lepo vreme C) v območju anticiklona je visok zračni pritisk in slabo vreme D) v območju ciklona je nizek zračni pritisk in slabo vreme	A B C D 	D
6. Sklepanje Višinomer na principu merjenja zračnega tlaka imenujemo altimeter. Če nam višinomer kaže, da se počasi dvigamo, mi pa smo ves čas v planinski koči na isti nadmorski višini, je najverjetneje, A) da se nam je višinomer pokvaril. B) da se bo vreme izboljšalo. C) da nam zmanjkuje baterij. D) da se bo vreme poslabšalo. 	A B C D	D
7. Vrednotenje Če ne moreš poslušati vremenske napovedi, na razpolago pa imaš več merilnikov v zvezi z vremenskimi pojavi, na katerega od njih se lahko najbolj zaneseš pri oceni, kakšno vreme bo nastopilo v kratkem? A) vlagomer B) barometer C) termometer D) merilnik hitrosti in smeri vetra 	A B C D	B



Avtor gradiva: Milan Ambrožič, Marko Gosak in Matej Cvetko
Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Serija poskusov z električnim tokom

Strategija (metoda): skupinsko delo

Starostne skupine: 6. in 9. razred OŠ, vse srednje šole

Kompetence, ki se razvijajo:

- a) generične: predvsem tiste, ki so povezane s skupinskim delom, npr. sposobnost skupinskega in individualnega dela, pisna in verbalna komunikacija, medosebna interakcija
- b) predmetno-specifične: opazovanje, merjenje na višjem nivoju
- c) dodatne: /

Umestitev v učni načrt: Električni tok, Naravoslovni ali tehnični dan

Način evalvacije: pred-testi in po-testi z vprašanji izbirnega tipa

A) Teoretični del

Serija opisanih poskusov spada v poglavje *Električni tok* in se lahko posamezni poskusi ali več od njih izvedejo na različnih stopnjah, predvsem v 6. in 9. razredu OŠ in v 3. letniku SŠ. Zelo primeren je tudi naravoslovni ali tehnični dan, kjer je dovolj časa, da se izvede veliko poskusov enega za drugim. Poskusi so vezani na novo učilo »Elektro zbirka za tok in prevodnost« (na kratko *Elektro zbirka*) podjetja nTBrog, katerega izdelava je bila naročena v okviru projekta RNK. Razen tega učnega pripomočka ne potrebujemo kakšne posebne eksperimentalne opreme, razen električnih merilnih instrumentov (ampermeter, voltmeter) in dodatnih žic, če hočemo tudi kvantitativno ovrednotiti poskuse.

S to zbirko lahko med drugim preverjamo, katere trdne in kapljevinate snovi sorazmerno dobro prevajajo električni tok in katere so slabi prevodniki ali celo izolatorji. Zbirka vsebuje tudi dve 9-voltni bateriji. Namesto ampermetra lahko kot indikatorje električnega toka po tokokrogu uporabljamo kar žarnice iz zbirke. Z uporabo dodatnih žic je mogoče prikazati raznovrstne variacije poskusov, vključno z zaporedno, vzporedno in kombinirano vezavo upornikov. V zbirki so še stikala, propeler in drugo.

Ta sklop gradiv vsebuje pravzaprav tri gradiva z uporabo Elektro zbirke: za 6. in 9. razred osnovne šole ter gradivo za srednješolski nivo. Zahtevnost teh treh gradiv seveda raste s stopnjo, ki so ji namenjena. Za 6. razred pri predmetu Naravoslovje (Vsebina: električni tok služi za prenos energije) gre za poskus z



različnimi kombinacijami vezav stikal, kjer učenci ugotavljajo, kateri tokokrogi so sklenjeni in kateri ne ter kako to vpliva na svetlost žarnice. Za 9. razred smo pripravili gradivo za preverjanje, katere trdne snovi (dobro) prevajajo električni tok. Kvalitativni poskus lahko dopolnimo z merjenjem električnega toka. Pri gradivu za gimnazije in druge srednje šole pa gre za merjenje električnega toka skozi tekoči elektrolit. Načrtujemo še pripravo nadaljnjih gradiv za uporabo Elektro zbirke.

Cilj teh gradiv je med drugim preverjanje, kaj je boljše v primeru električnega toka boljše za razvijanje naravoslovnih kompetenc: frontalni poskus ali poskusi po skupinah učencev.

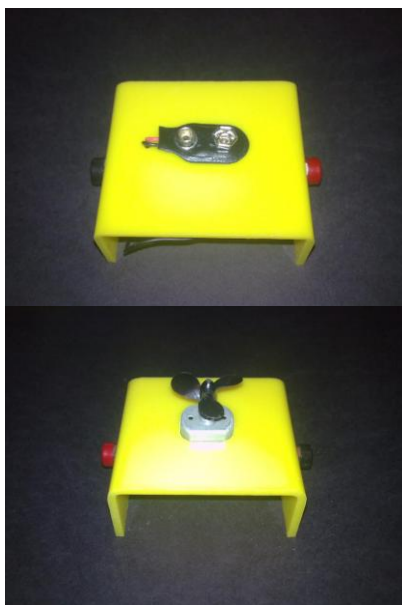
A) Praktični del

1 Elektro zbirka

Električni elementi so vgrajeni v osnovne nosilne elemente iz plastične mase s kovinskimi stiki (osnovne enote, slika 1).

V zbirki so naslednji elementi:

- element za 9 V baterijo
- 3 elementi s stikalom
- 3 elementi z žarnico (3,5 V, 0,2 A)
- element z elektromotorjem in propelerjem
- element z U-nosilcema za trdne snovi – paličice (in 5 različnih paličic iz naslednjih snovi: železo, plastika, baker, aluminij, les)
- platenka za tekoče prevodnike (elektrolite) z ročnim mešalom





Slika 1: Elementi elektro zbirke

Podrobnejše informacije o Elektro zbirki so v priloženem dokumentu dokumentacija.pdf.

Časovni potek izvajanja in testiranja gradiva:

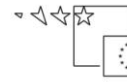
6. razred

- Pred-test: 5 minut
- Izvedba poskusa: 30 minut
- Po-test: 5 minut
- Časovna rezerva: 5 minut
- Doma: učenci izpolnijo do konca delovne liste, vključno z domačo nalogo
- Naslednja šolska ura: Učitelj pobere podpisane delovne liste za pregled

9. razred

- Pred-test: 5 minut
- Izvedba poskusa: 20 minut
- Frontalna razprava o izidih poskusa: 10 minut
- Po-test: 5 minut
- Časovna rezerva: 5 minut
- Doma: učenci izpolnijo do konca delovne liste
- Naslednja šolska ura: Učitelj pobere podpisane delovne liste za pregled,

Srednja šola



- Pred-test: 5 minut
- Izvedba poskusa: 25 minut
- Možganska nevihta po skupinah: 10 minut
- Časovna rezerva: 5 minut
- Doma: učenci izpolnijo do konca delovne liste, vključno z domačo nalogo
- Naslednja šolska ura: Učitelj pobere podpisane delovne liste za pregled, sledi frontalna razprava o izidih meritev različnih skupin (10 minut), po-test (10 minut)

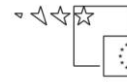
Komentar: V OŠ porabi učitelj (razen svojega domačega dela in domačega dela učencev) za izvedbo gradiva 1 šolsko uro, v SŠ pa še dodatne pol šolske ure.

Podrobnejša navodila za učitelja:

Učitelj naj najprej razdeli vsem učencem pred-teste. Naj jih rešujejo natančno 5 minut, nato učitelj rešene pred-teste pobere. Učence opozori, naj se ne pozabijo podpisati. Nato se izvede poskus: frontalno ali pa skupinsko. Velikost in s tem število skupin naj učitelj določi sam po premisleku, odvisno tudi od tega, koliko kompletov Elektro zbirke ima na voljo. V primeru skupinskega dela naj učitelj za vodje skupin določi najuspešnejše učence v fiziki. Pri frontalnem poskusu naj učitelj pokaže enake stvari kot v primeru skupinskega dela – opisi poskusov so spodaj. Če učitelj testira gradivo v vsaj dveh razredih, naj bo za primerjavo v enem razredu delo frontalno, v drugem pa skupinsko. Med izvajanjem poskusov naj učenci sproti zapisujejo ugotovitve in morebitne merske rezultate v delovne liste, pa naj gre za frontalni ali skupinski poskus.

Takoj po opravljenem poskusu naj v 9. razredu steče 10-minutna razprava o rezultatih poskusa: frontalno jo vodi učitelj, pri skupinskem delu pa vodje skupin. V vsakem primeru naj pri razpravi/razgovoru sodeluje čim več učencev. Naročite učencem, naj sproti zapisujejo v delovne liste v ustrezen okvirček ugotovitve razprave, in sicer čim bolj jedrnato, s ključnimi besedami in ne celimi stavki. Učenci/dijaki naj delovne liste odnesejo domov, dopolnijo in rešijo še domačo nalogo. Učitelj naj delovne liste pobere šele naslednjo šolsko uro. Potem ko delovne liste pregleda in po želji statistično obdela po svojem ključu, naj popravljene delovne liste vrne učencem.

Nazadnje učenci rešujejo še po-test, ki je vsebinsko sicer različen od pred-testa, v bistvu pa sprašuje o podobnih stvareh in testira podobne kompetence. Pred-testi in po-testi vsebujejo naloge izbirnega tipa (obkrožanje enega samega pravilnega ali pa najustrežnejšega odgovora). Zato se da rezultate kvantitativno primerjati, pri tem pa vam je v pomoč



priložen excelov dokument evalvacija.xls. Na koncu tega dokumenta so priložene pravilne rešitve pred-testov in po-testov.

Opis poskusov:

Poskus za 6. razred

Potrebščine (iz Elektro zbirke): element z baterijo, 3 elementi s stikalom, 3 elementi z žarnico, žice

Predviden čas: 30 minut

Način dela: frontalni ali skupinski

Potek poskusa (razviden iz naslednjega delovnega lista za učence); z rdečo pisavo so tukaj dopisane pravilne rešitve, ki jih mora učenec izpolniti v delovnem listu

Ime in priimek učenca:

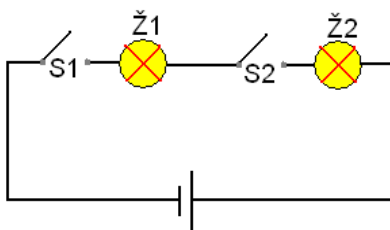
DELOVNI LIST: Poskus »Stikala in žarnice – električni tok«

Potrebščine (iz Elektro zbirke): element z baterijo, 3 elemente s stikalom, 3 elemente z žarnico. Pozor: Zbirka ima več elementov, kot jih potrebujete za ta poskus, zato izberite tiste, ki jih res potrebujete.

Vse vezave sledijo iz skic, ki so podane ne delovnem listu, s tem spodbujamo povezavo med vizualizacijo in praktično izvedbo.

Opozorilo: V tabelah so že vneseni določeni rezultati, predvsem pri stikalih. 1 pomeni, da je posamezno stikalo sklenjeno, 0 pa da je razklenjeno. Prosim, da tabele izpolniš na sledeč način: če posamezna žarnica svetí, vpiši število 1 (1 pomeni DA), če pa ne svetí, vpiši 0 (0 pomeni NE).

- 1) Najprej sestavite električni krog, ki je narisán na sliki 2 in ugotovite kdaj posamezna žarnica svetí. Rezultate meritev sproti vpisujete v tabelo 1 spodaj.



Slika 2: Skica vezave (S-predstavlja stikalo, Ž-predstavlja žarnico, ---|---| predstavlja baterijo - krajša navpična črta je +, daljša pa -)

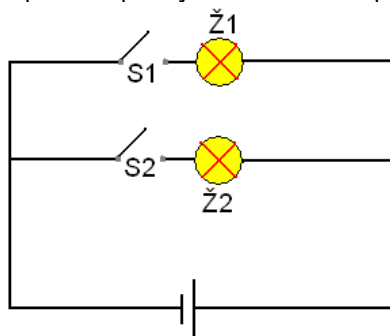
Tabela 1: Rezultati poskusa

Stikalo 1 (S1)	Stikalo 2 (S2)	Žarnica 1 (Ž1)	Žarnica 2 (Ž2)
sklenjeno	sklenjeno	sveti	sveti
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	1	1

Ugotovitve (izpolni doma):

Žarnici svetita le, če sta sklenjeni obe stikali.

- 2) Sestavite vezje kot je predstavljeno na sliki 3 in ugotovite kdaj posamezna žarnica svetli. Rezultate sproti vpisuj v tabelo 2 spodaj.



Slika 3: Skica vezave (S-predstavlja stikalo, Ž-predstavlja žarnico)

Ime in priimek učenca:

Tabela 2: Rezultati poskusa

Stikalo 1 (S1)	Stikalo 2 (S2)	Žarnica 1 (Ž1)	Žarnica 2 (Ž2)
sklenjeno	sklenjeno	sveti	sveti
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	1

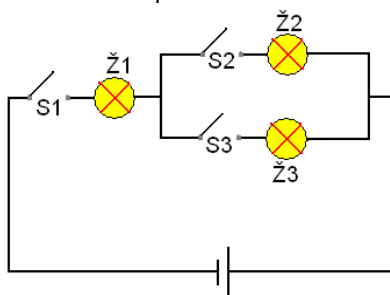


Ugotovitve (izpolni doma):

Vsaka žarnica sveti, če je sklenjeno stikalo ob njej, ne glede na drugo stikalo.

Če je dovolj časa:

- 3) Sestavite vezje kot je predstavljeno na sliki 4 in ugotovite kdaj posamezna žarnica sveti. Rezultate sproti vpisuj v tabelo 3 spodaj. Če ni dovolj časa, naj bo to miselni poskus za doma.



Slika 4: Skica vezave (S-predstavlja stikalo, Ž-predstavlja žarnico)

Tabela 3: Rezultati poskusa.

Stikalo 1 (S1)	Stikalo 2 (S2)	Stikalo 3 (S3)	Žarnica 1 (Ž1)	Žarnica 2 (Ž2)	Žarnica 3 (Ž3)
sklenjeno	sklenjeno	sklenjeno	sveti	sveti	sveti
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1

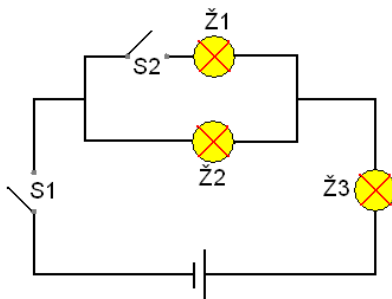
Ugotovitve (izpolni doma):

Da bo sploh svetila katera žarnica, mora biti sklenjeno stikalo S1 in vsaj eno od drugih dveh stikal. Če to velja, potem sveti žarnica Ž1 in tista žarnica, pri kateri je sklenjeno stikalo. Če so sklenjena vsa tri stikala, svetijo vse tri žarnice.

**Domača naloga**

Ime in priimek učenca:

- 4) Miselni poskus. Sestavi v mislih vezje, kot je prikazano na sliki 5, in ugotovi, kdaj posamezna žarnica sveti. Rezultate vpisuj v tabelo 4 spodaj.



Slika 5: Skica vezave (S-predstavlja stikalo, Ž-predstavlja žarnico)

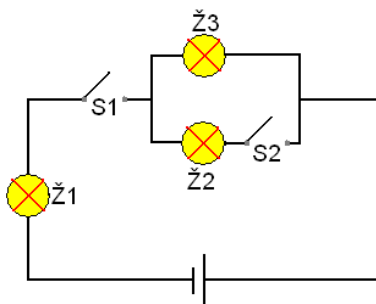
Tabela 4: Rezultati poskusa.

Stikalo 1 (S1)	Stikalo 2 (S2)	Žarnica 1 (Ž1)	Žarnica 2 (Ž2)	Žarnica 3 (Ž3)
sklenjeno	sklenjeno	sveti	sveti	sveti
0	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	0	0	1	1
1	1	1	1	1

Ugotovitve:

Da bo svetila vsaj katera žarnica, mora biti stikalo S1 sklenjeno. Tedaj zagotovo svetita Ž2 in Ž3. Če je sklenjeno še stikalo S2, sveti tudi Ž1.

- 5) Miselni poskus. Sestavi v mislih vezje, kot je prikazano na sliki 6, in ugotovi, kdaj posamezna žarnica sveti. Rezultate vpisuj v tabelo 5 spodaj.



Slika 6: Skica vezave (S-predstavlja stikalo, Ž-predstavlja žarnico)

Tabela 5: Rezultati poskusa

Stikalo 1 (S1)	Stikalo 2 (S2)	Žarnica 1 (Ž1)	Žarnica 2 (Ž2)	Žarnica 3 (Ž3)
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------



sklenjeno	sklenjeno	sveti	sveti	sveti
0	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1

Ugotovitve:

Poskusa 4 in 5 ter ustrezne ugotovitve so si analogni.

Poskus za 9 razred: Električna prevodnost trdnih snovi

Potrebščine (iz Elektro zbirke): element z baterijo, 1 element s stikalom, 1 element z žarnico, element z U-nosilcema za trdne snovi – paličice (in 5 različnih paličic iz naslednjih snovi: železo, plastika, baker, aluminij, les), dodatne žice po potrebi, ampermeter

Predviden čas: 20 minut

Način dela: frontalni ali skupinski

Potek poskusa:

Najprej učenci pri skupinskem delu povežejo v enostaven električni krog baterijo, stikalo, element z U-nosilcema in žarnico. Potem vstavljajo med U-nosilca različne paličice v zbirki, vsakič sklenejo stikalo in ugotavljajo, ali žarnica sveti ali ne. S tem dobijo prvo informacijo, katere od danih snovi so dobri prevodniki in katere ne. V drugem delu poskusa ponovijo preverjanje prevodnosti za vse paličice, le da namesto žarnice vključijo v tokokrog ampermeter. Če ampermeter pokaže nek električni tok znotraj svojega merilnega območja, učenci izračunajo še upor po enačbi $R = U/I$.



Poskus za srednje šole

PREVODNOST RAZTOPIN - NAVODILA ZA DIJAKA

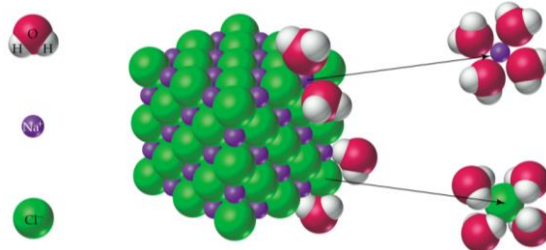
IME IN PRIIMEK UČENCA:

POTREBŠČINE

1.5 V baterija ali nizkonapetostni izvor,
5 žic,
stikalo,
voltmeter,
ampermeter,
posoda za preverjanje prevodnosti kapljev, in
kuhinska sol,
tehtnica (natančnost vsaj 1 g) in posoda za tehtanje kuhinjske soli
smirkov papir

POSKUS IN TEORETIČNO OZADJE

Ko v vodo vržemo kristal kuhinjske soli (NaCl), se le-ta začne raztapljati in nastane raztopina, ki vsebuje proste ione (Na^+ in Cl^-), zaradi česar ta raztopina prevaja električni tok. Polarne molekule vode s svojim pozitivnim in negativnim nabitim polom privlačijo nasprotno nabite ione in jih trgajo iz kristala. Ti ioni se nato obdajo z molekulami vode in se lahko prosto gibljejo po nastali raztopini (glej sliko) in s tem omogočijo prevajanje električnega toka. S pomočjo posode v kateri sta elektrodi bomo raziskali, kako je prevodnost raztopine odvisna od količine soli, ki je v njej raztopljena. Na elektrodi bomo priklopili enosmerno napetost, kar bo povzročilo, da bodo klorovi ioni potovali proti anodi, natrijevi ioni pa proti katodi. Čim več ionov bo v nekem časovnem obdobju prišlo na cilj, tem večji bo električni tok.

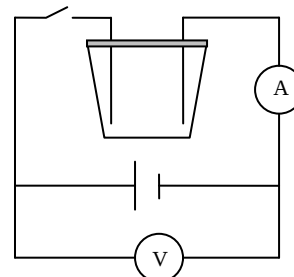


Vir:
http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/2478/2537811/Media-Portfolio/chapter_09/text_images/FG09_01.JPG

POTEK DELA IN NALOGE

V tokokrog zvežemo 1.5 V baterijo, voltmeter, ampermeter, stikalo in posodo za preverjanje prevodnosti kapljev, kot kaže slika. Preverimo napetost.

Posodo splaknemo in vanjo natočimo vodo. Elektrode očistimo s smirkovim papirjem in poveznemo pokrov na posodo. Vključimo stikalo in iz ampermetra odčitamo, kolikšen je tok, ko v vodi ni raztopljene soli ter rezultat vpišimo v tabelo.

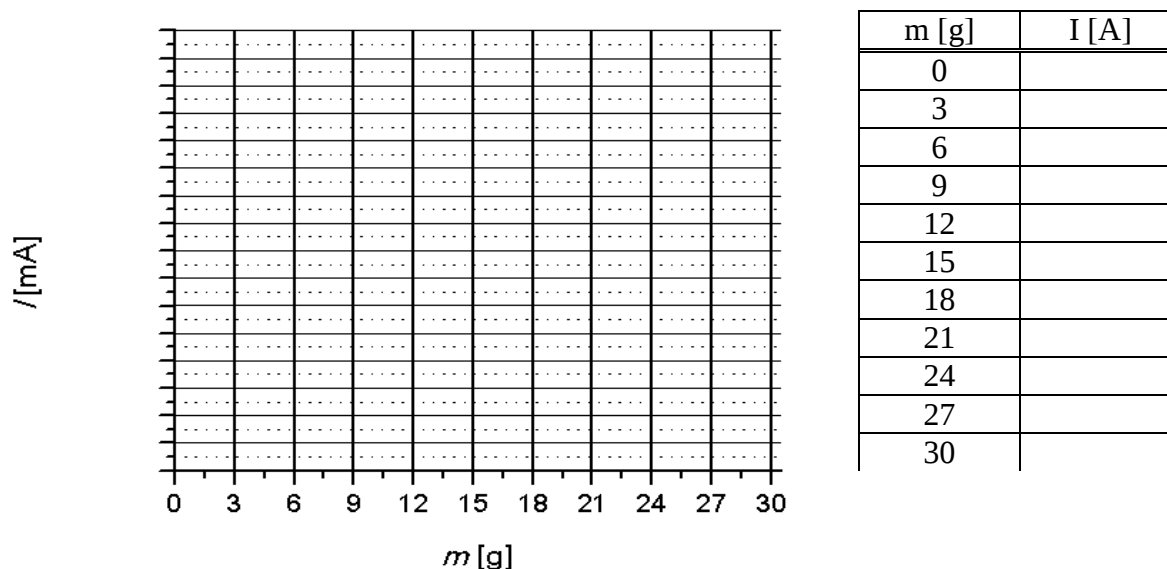




Izklopimo stikalo ter na tehtnici odtehtajmo 3 g soli in jih dodajmo v vodo ter dobro premešamo (vsaj 15 sekund), tako da se vsa sol stopi. Po vklopu stikala počakamo 10 sekund in ponovno odčitamo vrednost toka in ga zapišemo v tabelo.

Postopek iz prejšnje točke ponavljamo, dokler ne dosežemo končne predvidene mase dodane soli. Pri tem smo pozorni na to, da po vsakem vklopu stikala tok pada, ocena za relevantno vrednost toka je vrednost, ki je na ampermetru po 10 sekundah, saj se takrat vzpostavi približno ravnovesje. Po vsaki meritvi elektrodi dobro očistite s smirkovim papirjem, saj snov, ki se na njih nabira, vpliva na prevodnost.

Po končani meritvi izmerjene vrednosti vrišite v pripravljen graf.

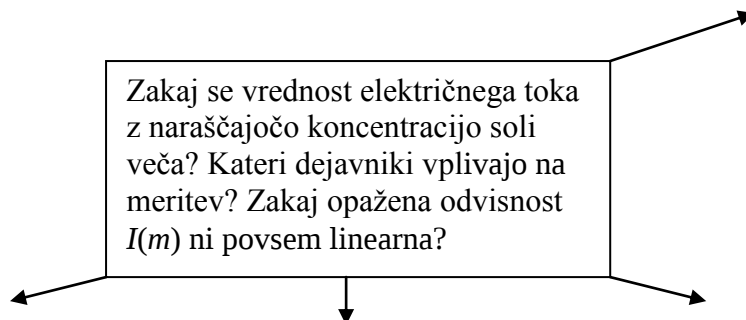


Za domačo nalogo te vrednosti vnesite v računalnik in graf narišite z enim izmed temu namenjenih programov (npr. Excel).

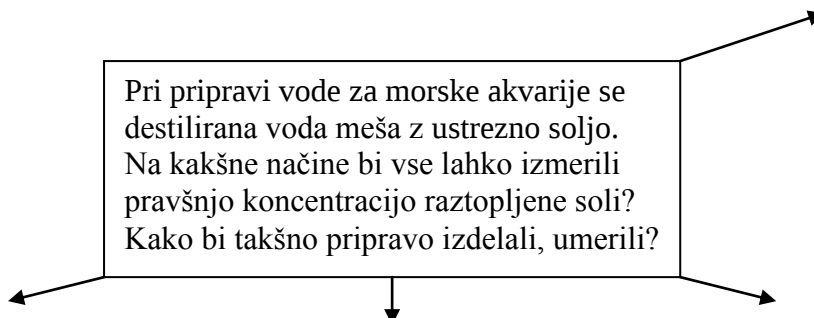
V nadaljevanju naj skupina obravnava naslednje teme po hitri možganski nevihti z miselnimi vzorci:



1. (čas reševanja 4 minute)



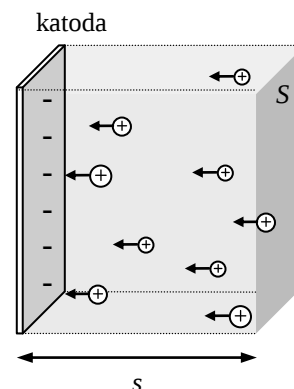
2. (čas reševanja 4 minute)





DOMAČA NALOGA - MODEL PADAJOČE EKSPONENTNE ODVISNOSTI ELEKTRIČNEGA TOKA OD ČASA

Za opis električnega prevajanja v elektrolitu vzemimo preprost mikroskopski model Ohmovega zakona, kot velja v kovinah. Naj bo razdalja med elektrodama L , njun v elektrolitu potopljen del ploščine pa S . Naredimo poenostavitev, da je električno polje med elektrodama homogeno in enako $E = U/L$, kjer je U napetost izvira. Hitrost gibanja nosilcev naboja, ki se gibljejo proti eni od elektrod, je sorazmerna z električnim poljem: $v = \mu E$, kjer je μ njihova gibljivost v tekočini. V elektrolitu imamo pravzaprav dve vrsti nosilcev, pozitivne in negativne, vendar se končni sklep nič ne spremeni, če se delamo, kot da imamo samo nosilce ene vrste – izberimo pozitivne. Električni tok med elektrodama je tedaj enak: $I = e/t = NZe_0/t$. Naboj e , ki se preide v času t na eno od elektrod, je namreč enak NZe_0 . Pri tem je N število prispelih nosilcev, $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ As osnovni naboj, Z pa valenca iona (število osnovnih nabojev). Opredelimo lahko koncentracijo pozitivnih ionov v elektrolitu kot njihovo število na prostorninsko enoto: $C = N/V$. Vzamemo kar volumen tekočine med vzporednima elektrodama, zato velja $N = CV = CSs = CSvt$; s je pot, ki jo v času t prepotujejo nosilci proti elektrodi. Zato je električni tok enak:



$$I = NZe_0/t = (CSvt)Ze_0/t = CSZe_0v = CSZe_0(\mu E) = CSZe_0(\mu U/L). \quad (1)$$

Vidimo, da je velikost toka odvisna od koncentracije ionov, kar smo tudi ugotovili pri naših meritvah. Ta odvisnost je linearna, kar se prav tako, vsaj do neke mere, sklada z našimi rezultati. Toda, če bi meritev izvajali zelo dolgo, bi zaznali zmanjševanje toka zaradi zmanjševanja koncentracije ionov. Med poskusom se namreč ioni nalagajo na elektrodah kot nevtralni atomi; na negativni elektrodi se izloča natrij v obliki natrijevega hidroksida (NaOH), na pozitivni pa klor, kar se je tekom eksperimenta dalo opaziti, saj so iz nje izhajali mehurčki. Izkaže se (natančen izračun je na tem mestu prezahteven), da število ionov in posledično tudi velikost električnega toka padata eksponentno s časom:

$$I = I_z \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right), \quad (2)$$

kjer je I_z začetni tok in je enak tistemu, ki smo ga definirali z enačbo (1). Konstanta τ (tau) pa predstavlja karakteristični čas, ki nam pove, v kolikšnem času bi tok padel na nič, če bi se koncentracija ves čas spreminjala tako kot na začetku. Vendar se ne, zato τ pove v kolikšnem času pade tok na $1/e \approx 0,638$ začetne vrednosti. Manjši kot je τ , tem hitreje bo tok pojemal s časom. Izkaže se, da je definiran kot:

$$\tau = \frac{LV_{pos}}{S\mu U}. \quad (3)$$

Vidimo, da večja kot je razdalja med elektrodama L in večji kot je volumen elektrolita v posodi V_{pos} , počasneje bo tok pojemal s časom, a po drugi strani bodo večja



napetost U , večja gibljivost ionov μ ter večja površina elektrod S povzročile, da bo tok padal hitreje. Model je sicer grob, težko pa se je tudi dokopati do takšnih podatkov, kot je gibljivost nosilcev naboja v raznih elektrolitih. Vseeno lahko pričakujemo, da pravi vrednosti za l_z in τ nista tako zelo daleč od ocen.

Za domačo nalogo se tako z dimenzijsko analizo prepričajte, da so enote v enačbah (1) in (3) pravilne.

Kot drugi del naloge pa izračunajte produkt $l_z \cdot \tau$, če v vodo vsujemo 10 g soli NaCl.



PREVODNOST RAZTOPIN - NAVODILA ZA UČITELJA

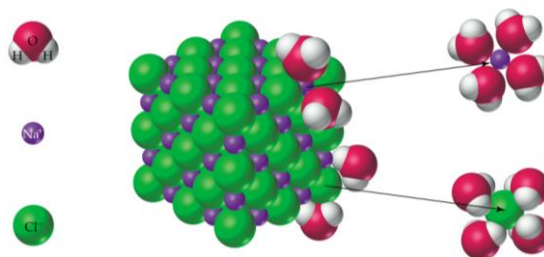
IME IN PRIIMEK UČENCA:

POTREBŠČINE

1.5 V baterija ali nizkonapetostni izvor,
5 žic,
stikalo,
voltmeter,
amperimeter,
posoda za preverjanje prevodnosti kapljev in,
kuhinjska sol,
tehtnica (natančnost vsaj 1 g) in posoda za tehtanje kuhinjske soli
smirkov papir

POSKUS IN TEORETIČNO OZADJE

Ko v vodo vržemo kristal kuhinjske soli (NaCl), se le-ta začne raztapljati in nastane raztopina, ki vsebuje proste ione (Na^+ in Cl^-), zaradi česar ta raztopina prevaja električni tok. Polarne molekule vode s svojim pozitivnim in negativnim nabitim polom privlačijo nasprotno nabite ione in jih trgajo iz kristala. Ti ioni se nato obdajo z molekulami vode in se lahko prosto gibljejo po nastali raztopini (glej sliko) in s tem omogočijo prevajanje električnega toka. S pomočjo posode v kateri sta elektrodi bomo raziskali, kako je prevodnost raztopine odvisna od količine soli, ki je v njej raztopljena. Na elektrodi bomo priklopili enosmerno napetost, kar bo povzročilo, da bodo klorovi ioni potovali proti anodi, natrijevi ioni pa proti katodi. Več ionov, ki bo v nekem časovnem obdobju prišlo na cilj, večji bo električni tok.

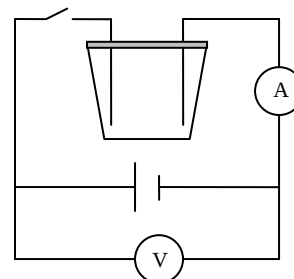


Vir:
http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/2478/2537811/Media-Portfolio/chapter_09/text_images/FG09_01.JPG

POTEK DELA IN NALOGE

V tokokrog zvežemo 1.5 V baterijo, voltmeter, amperimeter, stikalo in posodo za preverjanje prevodnosti kapljev in, kot kaže slika. Preverimo napetost.

Posodo splahnemo in vanjo natočimo vodo. Elektrode očistimo s smirkovim papirjem in povežemo pokrov na posodo. Vključimo stikalo in iz ampermetra odčitamo, kolikšen je tok, ko v vodi ni raztopljenih soli ter rezultat vpišemo v tabelo.

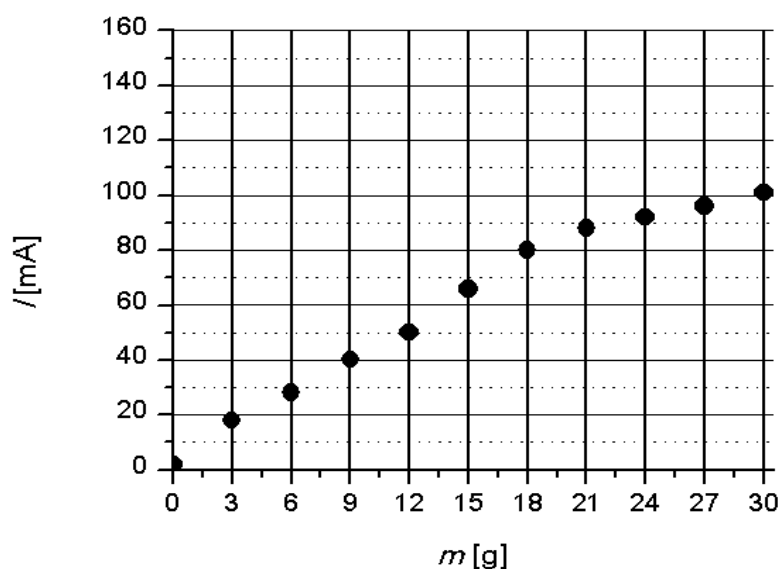




Izklopimo stikalno ter na tehtnici odtehtajmo 3 g soli in jih dodajmo v vodo ter dobro premešamo (vsaj 15 sekund), tako da se vsa sol stopi. Po vklopu stikala počakamo 10 sekund in ponovno odčitamo vrednost toka ter za zabeležimo v tabelo.

Postopek iz prejšnje točke ponavljamo, dokler ne dosežemo končne predvidene mase dodane soli. Pri tem smo pozorni na to, da po vsakem vklopu stikala tok pada, ocena za relevantno vrednost toka je vrednost, ki je na ampermetru po 10 sekundah, saj se takrat vzpostavi približno ravnovesje. Po vsaki meritvi elektrodi dobro očistite s smrkovim papirjem, saj snov, ki se na njih nabira, vpliva na prevodnost.

Po končani meritvi izmerjene vrednosti vrišite v pripravljen graf.



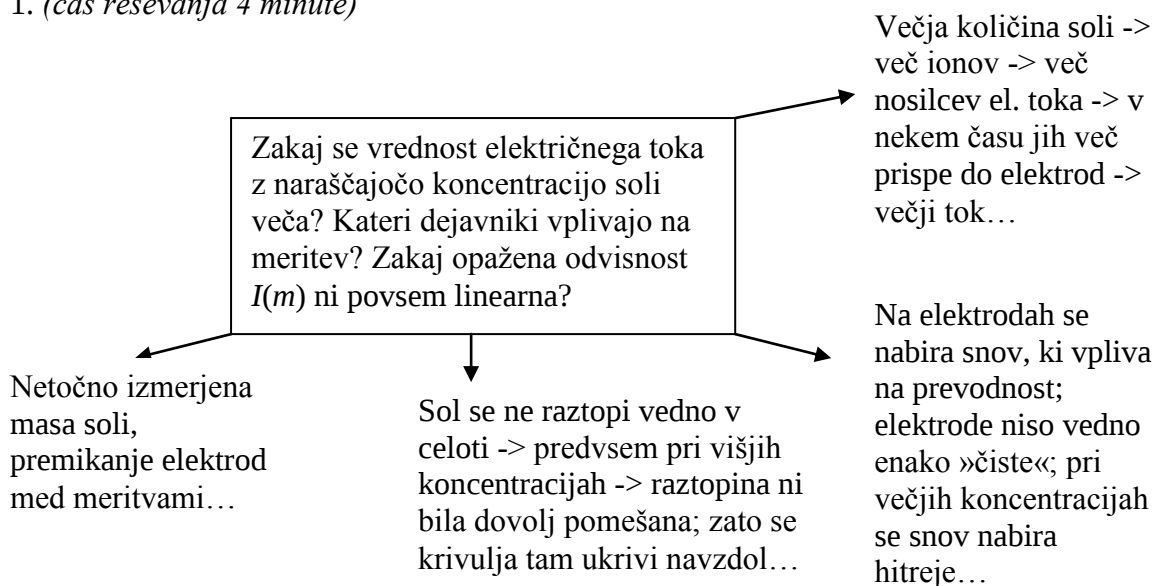
m [g]	I [A]
0	2
3	18
6	28
9	40
12	50
15	66
18	80
21	88
24	92
27	96
30	101

Za domačo nalogo te vrednosti vnesite v računalnik in graf narišite z enim izmed temu namenjenih programov (npr. Excel).

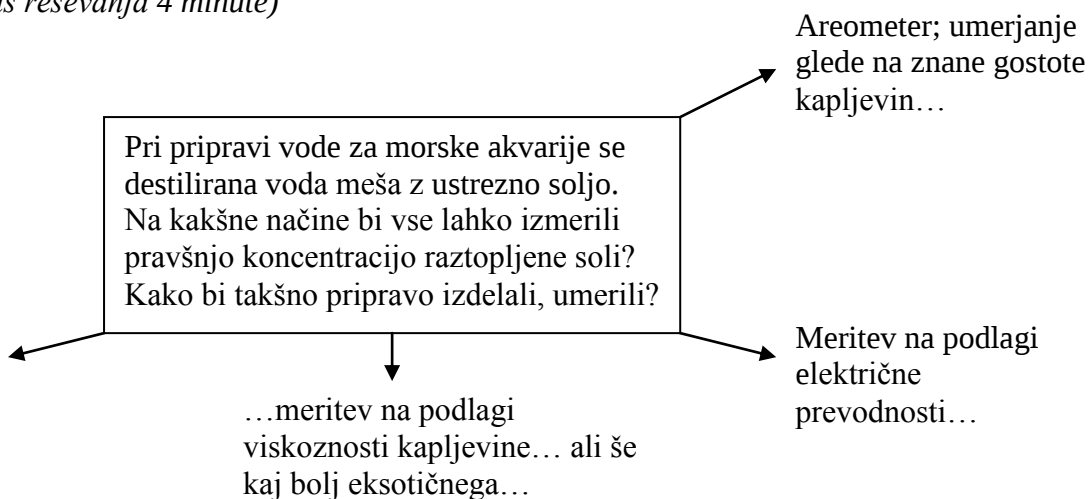
V nadaljevanju naj skupina obravnava naslednje teme po hitri možganski nevihti z miselnimi vzorci:



1. (čas reševanja 4 minute)



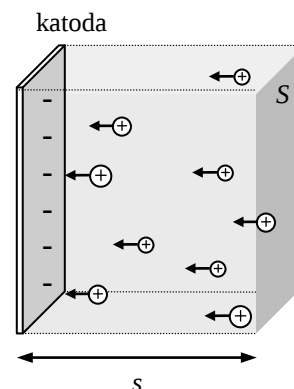
2. (čas reševanja 4 minute)





DOMAČA NALOGA - MODEL PADAJOČE EKSPONENTNE ODVISNOSTI ELEKTRIČNEGA TOKA OD ČASA

Za opis električnega prevajanja v elektrolitu vzemimo preprost mikroskopski model Ohmovega zakona, kot velja v kovinah. Naj bo razdalja med elektrodama L , njun v elektrolitu potopljen del ploščine pa S . Naredimo poenostavitev, da je električno polje med elektrodama homogeno in enako $E = U/L$, kjer je U napetost izvira. Hitrost gibanja nosilcev naboja, ki se gibljejo proti eni od elektrod, je sorazmerna z električnim poljem: $v = \mu E$, kjer je μ njihova gibljivost v tekočini. V elektrolitu imamo pravzaprav dve vrsti nosilcev, pozitivne in negativne, vendar se končni sklep nič ne spremeni, če se delamo, kot da imamo samo nosilce ene vrste – izberimo pozitivne. Električni tok med elektrodama je tedaj enak: $I = e/t = NZe_0/t$. Naboj e , ki se preide v času t na eno od elektrod, je namreč enak NZe_0 . Pri tem je N število prispelih nosilcev, $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ As osnovni naboj, Z pa valenca iona (število osnovnih nabojev). Opredelimo lahko koncentracijo pozitivnih ionov v elektrolitu kot njihovo število na prostorninsko enoto: $C = N/V$. Vzamemo kar volumen tekočine med vzporednima elektrodama, zato velja $N = CV = CSs = CSvt$; s je pot, ki jo v času t prepotujejo nosilci proti elektrodi. Zato je električni tok enak:



$$I = NZe_0/t = (CSvt)Ze_0/t = CSZe_0v = CSZe_0(\mu E) = CSZe_0(\mu U/L). \quad (1)$$

To ugotovitev lahko pišemo v obliki Ohmovega zakona: $I = U/R$, kjer je upor $R = L/(CSZe_0\mu)$. Pri takšnem računu seveda zanemarimo upornost žic. Iz enačbe (1) je razvidno, da je tok sorazmeren s koncentracijo nosilcev C . Vendar pa se C ves čas zmanjšuje, ker se nosilci nalagajo na elektrodi kot nevtralni atomi; v primeru soli NaCl so to natrijevi atomi. Račun pokaže, da pada C eksponentno s časom in zato tudi tok I . Račun je za dijake pretežak, vendar ga tu opravimo za primer, če zanima učitelja. Osredotočimo se na račun odvisnosti $C(t)$. Za tok bomo dobili enako eksponentno odvisnost. V kratkem času dt pride na elektrodo majhno število, to je dN ionov: $dN = CS(\mu U/L)dt$. Privzemimo, kot da se tekočina ves čas dobro meša, to je, čeprav najhitreje izginevajo ioni med elektrodama, prehajajo v vmesno območje ioni iz okoliške tekočine. Tako je koncentracija C po celi posodi enaka: $C = N/V_{\text{pos}}$, kjer je N število ionov v celi posodi, V_{pos} pa volumen vsega elektrolita v posodi. Zaradi primanjkljaja dN se tudi koncentracija zmanjša:

$$dC = -dN/V_{\text{pos}} = -CS(\mu U/L)dt/V_{\text{pos}}. \quad (2)$$

Najprej uvedimo konstanto $\tau = LV_{\text{pos}}/(S\mu U)$ zaradi krajšega zapisovanja in se z dimenzijsko analizo prepričamo, da ima enoto časa. Diferencialno enačbo (2) prepisimo drugače in rešimo takole:



$$\begin{aligned}\frac{dC}{C} &= -\frac{dt}{\tau} \\ \int_{C_z}^C \frac{dC}{C} &= -\int_0^t \frac{dt}{\tau} \\ \ln \frac{C}{C_z} &= -\frac{t}{\tau} \\ C &= C_z \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\end{aligned}$$

Pri tem je C_z začetna koncentracija. Zaradi sorazmernosti C in I velja podobna enačba za tok:

$$I = I_z \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (3)$$

kjer je I_z začetni tok. Konstanto τ (tau) bi lahko poimenovali karakteristični čas. Enačba je analogna enačbi za tok pri polnjenju in praznjenju kondenzatorja ter enačbi za aktivnost pri jedrskih razpadih. Čim manjši je čas τ , tem hitreje tok pojema s časom.

Dijakom seveda ne boste razlagali opisanega pojava kvantitativno, da pa se jim nazorno razložiti odvisnosti obeh parametrov v enačbi (3) od drugih parametrov:

$$I_z = \frac{C_z S Z e_0 \mu U}{L} \quad (4a)$$

$$\tau = \frac{L V_{pos}}{S \mu U} \quad (4b)$$

Začetni tok je večji, če sta večji koncentracija in gibljivost nosilcev naboja, če en nosilec nosi več osnovnih nabojev, če sta elektrodi večji in če je napetost večja. Nasprotno pa pomeni večja razdalja med elektrodama manjše električno polje v elektrolitu, ki »poganja« nosilce nabojev. Zanimivo je, da nastopajo ustrezne veličine v enačbi za čas τ ravno obratno. Na primer, napetost: čim večja je napetost, tem večji je začetni tok, a tudi hitreje pada s časom!

Model je grob, težko pa se je tudi dokopati do takšnih podatkov, kot je gibljivost nosilcev naboja v raznih elektrolitih. Vseeno lahko pričakujemo, da pravi vrednosti za I_z in τ nista tako zelo daleč od ocen (4). Zato priporočamo, da dijaki naredijo doma naslednje:

1) Z dimenzijsko analizo se prepričajo v pravilnost enot v enačbah (4). Pri tem jim morate navesti prave enote za koncentracijo C in gibljivost μ (in seveda povedati, kaj koncentracija v naši obravnavi pomeni). To je dobra vaja v treniranju uporabe enot.



2) Izračunajo produkt $I_z \cdot \tau$, če v vodo vsujemo 5 g soli NaCl.

Rešitve nalog:

1a) Enota za μ je $\text{m}^2/(\text{V s})$; za C je $1/\text{m}^3$, Z je brez enote in ga izpustimo itd.:

$$\frac{C S e \mu U}{L} \rightarrow \left[\frac{1 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{As} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{V}}{\text{m}^3 \cdot \text{m} \cdot \text{Vs}} = \text{A} \right]$$

1b)

$$\frac{LV}{S \mu U} \rightarrow \left[\frac{\text{m} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Vs}}{\text{m}^2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{V}} = \text{s} \right]$$

2)

$$I_z \cdot \tau = \frac{C_z S Z e_0 \mu U}{L} \cdot \frac{LV_{\text{pos}}}{S \mu U} = C_z Z e_0 V_{\text{pos}} = \frac{N_{\text{NaCl}}}{V_{\text{pos}}} \cdot Z e_0 V_{\text{pos}} = \frac{m N_A}{M} e_0$$

Upoštevali smo, da je število »molekul« NaCl v vodi (N_{NaCl}) enako številu molov m/M krat Avogadrovo število N_A , kjer je M molska masa, ki jo preberemo iz periodnega sistema. $Z = 1$ za NaCl. Vstavimo podatke:

$$I_z \cdot \tau = (5 \text{ g} / 58,5 \text{ g mol}^{-1}) \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As} = 8200 \text{ As}$$

REŠITVE PRED-TESTOV IN PO-TESTOV

Pravilni odgovori so označeni z rdečim ozadjem.

6. razred

PRED-TEST

Miselna priprava na poskus: STIKALA IN ŽARNICE – ELEKTRIČNI TOK

Čas reševanja: 5 minut.

Na vprašanja odgovarjaj z DA ali NE, tako da obkrožiš eno od obeh možnosti.

1) Ali je mogoče električno povezati eno stikalo in tri žarnice tako, da s stikalom lahko hkrati vklopljaš in izklopljaš vse tri žarnice? DA NE

2) Ali je mogoče električno povezati tri stikala in eno žarnico tako, da lahko žarnico izklopiš s katerimkoli od treh stikal? DA NE



3) Naloga stikala je, da sklene ali razklene električni krog, zato sklenjeno stikalo pomeni, da lahko po električnem krogu teče električni tok. Ali je smiselno primerjati sklenjen električni krog s sklenjenim kroženjem vode v naravi? **DA**

NE

4) Ali lahko v naravi steče kratkotrajni električni tok, čeprav električni krog ni sklenjen? **DA**

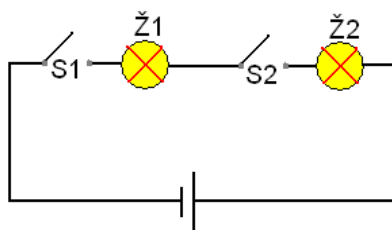
NE

5) Miselni izziv! Delovanje 2 zaporednih stikal lahko primerjamo z množenjem števil 0 in 1, samim s seboj ali eno z drugim (4 možnosti: $0 \cdot 0$, $0 \cdot 1$, $1 \cdot 0$ in $1 \cdot 1$). Na osnovi te podobnosti poskusi izpolniti obe tabeli:

Št. 1		Št. 2		?		S1	S2	Tok teče?
0		0		0	ZATO →	NE	NE	NE
0	×	1	=	0		NE	DA	NE
1		0		0		DA	NE	NE
1		1		1		DA	DA	DA

Komentar: S1 = prvo stikalo, S2 = drugo stikalo, DA/NE pove, ali je stikalo sklenjeno ali ne. V stolpcu »?« zapiši vse štiri možne produkte, v stolpcu »Tok teče?« pa odgovori z DA ali NE.

Torej, kaj pomenita 0 in 1 v tej primerjavi? 0 = NE in 1 = DA



Skica električne vezave pri nalogi 5 (S-predstavlja stikalo, Ž-predstavlja žarnico, $\begin{smallmatrix} + \\ | \end{smallmatrix}$ predstavlja baterijo: krajša navpična črta je +, daljša pa – pol baterije)

6) Ali sta res potrebni obe žarnici, Ž1 in Ž2, na skici, da razumemo pomen zgoraj izpolnjene? **DA** **NE**

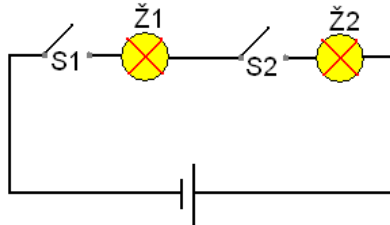
Po-test:

Čas reševanja: 6 minut. Pri vsakem od 5 vprašanj je en odgovor pravilen. Izberi ga tako, da obkrožiš ustrezno črko pred njim. Vsa vprašanja so enakovredna.

1) Zamisli si podobno električno vezavo kot na spodnji sliki, le da imaš 1 stikalo in 3 žarnice, označene po vrsti Ž1, Ž2 in Ž3. Stikalo je sklenjeno. Kaj je s tremi žarnicami?



- a) Nobena ne sveti.
b) Vse tri svetijo.
c) Ž1 sveti, drugi dve pa ne.
d) Ž1 in Ž2 svetita, Ž3 pa ne.



2) Zamisli si podobno električno vezavo kot na zgornji sliki, le da imaš samo 1 žarnico 3 stikala, označena po vrsti S1, S2 in S3. Dodatna »komplikacija« je v tem, da je žarnica vmes med stikaloma S1 in S2. Torej, namesto Ž2 na sliki si zamisli S3. Kaj mora veljati za stikala, da bo žarnica svetila?

- a) Vsa tri morajo biti razklenjena.
b) Vsa tri morajo biti sklenjena.
c) S1 in S2 morata biti sklenjena, S3 pa ne.
č) S1 in S3 morata biti sklenjena, S2 pa ne.
d) S2 in S3 morata biti sklenjena, S1 pa ne.

3) Kakšne so podobnosti in razlike med električnim tokom in kroženjem (tokom) vode v naravi? Poišči najustrežnejši odgovor.

- a) V obeh primerih mora tok nekaj poganjati, vendar pa mora biti električni krog sklenjen, za vodni tok pa to ni nujno.
b) Nasprotno od električnega toka voda lahko teče tudi brez »pogona«, v obeh primerih pa lahko opredelimo fizikalno količino kot pretok nečesa na časovno enoto.
c) Tako električni kot vodni tok v naravi sta sklenjena. Oba imata za gibanje nekaj upor, zato ju je treba z nečim poganjati.
č) To sta fizikalno tako različna sistema, da je nesmiselno iskati kakršnekoli analogije med njima.
d) Pri obeh gre pravzaprav za pretok snovi, vendar je električni tok veliko hitrejši od vodnega.

4) Koliko stikal potrebujemo za to, da po enostavnem električnem krogu (npr. vezava baterije, žarnice in žic) teče električni tok?

- a)** Nobenega.
b) Eno.
c) Dve.
č) Tri.

5) Kakšne so podobnosti in razlike med električnim in svetlobnim tokom (svetlobnim žarkom)?

- a) Oba morata biti sklenjena, vendar za svetlobni tok ni nobenega stikala.



- b)** Za svetlobni tok ni nujno, da je sklenjen, da pa se ga prekiniti s stikalom kot električnega.
- c) Oba morata biti sklenjena in za oba obstajajo stikala..

Če misliš, da obstaja tudi za svetlobni tok neke vrste stikalo, kaj bi lahko to bilo?

Dodatno vprašanje glede izvedenih poskusov in Zbirki za električni tok in prevodnost ter o fiziki in poskusih nasploh. Tu ne gre za pravilne ali napačne odgovore, temveč le za tvoje mnenje. Tvoje mnenje bo koristna informacija za fiste, ki so pripravili to vajo in opremo. Možnih je več odgovorov. (Tu učitelj sešteje vse obkrožene odgovore, kot je označeno v priloženem excelovem dokumentu.)

- 6) Kaj meniš o teh poskusih, o zbirki ter o fiziki in o poskusih nasploh?
- a) Fizika me ne privlači in tudi ne poskusi, kakršni koli so.
- b) Teorija me pri fiziki ne privlači, poskusi pa so mi v splošnem všeč.
- c) Nekateri poskusi so mi pri fiziki všeč, drugi ne.
- č) Izvedeni poskus to šolsko uro mi je bil všeč.
- d) Oprema je zanimiva in z njo bi se dalo narediti še veliko več drugačnih poskusov.
- e) Priporočam še povečanje zbirke z dodatnimi električnimi elementi.

9. razred

Pred-test:

Čas reševanja: 5 minut. Pri vsakem od 5 vprašanj je en odgovor pravilen. Izberi ga tako, da obkrožiš ustrezno črko pred njim. Edino pri 3. vprašanju moraš obkrožiti edini napačni odgovor. Vsa vprašanja so enakovredna.

1) Žici iz železa in bakra imata enaki dolžini in debelini. Baker je boljši električni prevodnik kot železo. Žici priključimo ločeno vsako na svoj vir napetosti. Če sta napetosti enaki, po kateri žici teče večji tok?

- a)** Po bakreni žici.
- b) Po železni žici.
- c) Po obeh teče enak tok.
- č) Odvisno od tega, kako velika je napetost.
- d) Ne vem.

2) Električno upornost snovi merimo v praktičnih enotah $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Kaj to pomeni?

- a) Da ima 1 mm dolg odsek žice upor 1 Ω .
- b) Da ima 1 mm debela žica upor 1 Ω .
- c) Da ima 1 m dolga in 1 mm debela žica upor 1 Ω .
- č)** Da ima 1 m dolga žica s presekom 1 mm^2 upor 1 Ω .
- d) Da ima 1 mm dolga žica s presekom 1 mm^2 upor 1 Ω .
- e) Da ima 1 m dolga žica s presekom 1 m^2 upor 1 Ω .



3) Električna prevodnost in električna upornost snovi sta fizikalni veličini, ki sta si med seboj obratno sorazmerni. Kaj to pomeni, če primerjamo dva različna materiala?

POZOR: 3 odgovori so pravilni, eden pa napačen. Obkroži napačnega!

- ☒ a) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je tudi prevodnost 2-krat večja.
- b) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je njegova prevodnost 2-krat manjša.
- c) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je prevodnost drugega materiala 2-krat večja.
- č) Če je prevodnost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je upornost drugega materiala 2-krat večja.

4) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz železa, druga pa iz bakra, zvežeš zaporedno (eno za drugo, glej sliko) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih?

- a) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.
- b) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri bakreni žici.
- c) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri železni žici.
- č) Pri železni žici je tok manjši kot pri bakreni, padec napetosti pa je večji.
- d) Pri železni žici je tok večji kot pri bakreni, padec napetosti pa je manjši.
- ☒ e) Oba toka sta enaka, vendar je pri železni žici večji padec napetosti kot pri bakreni.
- d) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri železni žici je tok večji kot pri bakreni.
- e) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.

5) Če inženir dobi nalogo, da sestavi grelni telo, katero žico bo uporabil?

- a) Tisto z manjšim uporom.
- b) Tisto z večjim uporom.
- c) Upor žice je nepomemben.
- ☒ d) Odvisno od tega, ali ima vnaprej predpisan največji padec napetosti na žici ali pa največji možni tok.

Po-test:

Čas reševanja: 6 minut. Pri vsakem od 5 vprašanj je en odgovor pravilen. Izberi ga tako, da obkrožiš ustrezno črko pred njim. Vsa vprašanja so enakovredna.

1) Žici iz železa in bakra imata enaki dolžini in debelini. Priključimo ju ločeno vsako na svoj vir napetosti. Če hočemo, da bo po obeh tekel enak električni tok, pri kateri mora biti večja električna napetost?

- a) Pri bakreni žici.
- ☒ b) Pri železni žici.
- c) Pri obeh sta napetosti enaki.
- d) Ne vem.



2) Električno upornost snovi merimo v praktičnih enotah $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Ali lahko to pretvorimo v enoto $\Omega \cdot \text{m}$? (Naredi ob strani pomožen račun, če je potreben.)

- a) Ne.
- b) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 1000 \Omega \cdot \text{m}$.
- c) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^6 \Omega \cdot \text{m}$.
- č) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = \text{G}\Omega \cdot \text{m}$.
- d) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$.
- e) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = \mu\Omega \cdot \text{m}$.**

3) Električna prevodnost snovi je fizikalna veličina, ki je obratna vrednost upornosti snovi. Kaj to pomeni, če primerjamo med seboj dve žici enakih dimenzij, a iz različnih materialov? Vzemimo, da ima material A 2-krat večjo prevodnost kot material B.

- a) Če ima žica iz A upor 10Ω , ima žica iz B enak upor.
- b) Če ima žica iz A upor 10Ω , ima žica iz B upor 20Ω .**
- c) Če ima žica iz A upor 20Ω , ima žica iz B upor 10Ω .

4) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz železa, druga pa iz bakra, zvežeš zaporedno (eno za drugo, glej sliko) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih? **Pozor:** vprašanja so glede na pred-test premešana, pa tudi niso vsa popolnoma enaka!!!

- a) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri železni žici je tok večji kot pri bakreni.
- b) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.
- c) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri bakreni žici.
- č) Oba toka sta enaka, vendar je pri železni žici manjši padec napetosti kot pri bakreni.
- d) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri železni žici.
- e) Pri železni žici je tok manjši kot pri bakreni, padec napetosti pa je večji.
- f) Pri železni žici je tok večji kot pri bakreni, padec napetosti pa je manjši.
- g) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.**

5) Če inženir dobi nalogo, da sestavi žarnico, katero žico bo uporabil (pomisli na debelino žarilne nitke!)?

- a) Tisto z manjšim uporom.
- b) Tisto z večjim uporom.**
- c) Upor žice je nepomemben.

Dodatno vprašanje glede izvedenih poskusov in Zbirki za električni tok in prevodnost ter o fiziki in poskusih nasploh. Tu ne gre za pravilne ali napačne odgovore, temveč le za tvoje mnenje. Tvoje mnenje bo koristna informacija za tiste, ki so pripravili to vajo in opremo. Možnih je več odgovorov. (Tu učitelj sešteje vse obkrožene odgovore, kot je označeno v priloženem excelovem dokumentu.)

6) Kaj meniš o teh poskusih, o zbirki ter o fiziki in o poskusih nasploh?

- a) Fizika me ne privlači in tudi ne poskusi, kakršni koli so.
- b) Teorija me pri fiziki ne privlači, poskusi pa so mi v splošnem všeč.



- c) Nekateri poskusi so mi pri fiziki všeč, drugi ne.
č) Izvedeni poskus to šolsko uro mi je bil všeč.
d) Oprema je zanimiva in z njo bi se dalo narediti še veliko več drugačnih poskusov.
e) Priporočam še povečanje zbirke z dodatnimi električnimi elementi.

Srednja šola

Pred-test: Priprava na poskus z električnim prevajanjem elektrolita

Ime in priimek:

Čas reševanja: 5 minut. Izberi pravilne odgovore z obkrožitvijo ustreznih črk pred njimi.
Vsa vprašanja so enakovredna.

- 1) Kaj so v prevodnih kapljevinah nosilci električnega naboja med elektrodama?
- a) Elektroni.
 - b) Protoni.
 - c) Nevtroni.
 - ☒ d) Ioni.
 - e) Nevtralne molekule.
- 2) Obkroži pravilne trditve (lahko več kot ena sama):
- ☒ a) Morska voda je boljši električni prevodnik kot navadna voda.
 - b) Če v vodi raztopimo katerokoli snov, s tem povečamo njeno električno prevodnost.
 - c) Večja kot je velikost ionov, ki so v kapljevini, večja bo njena električna prevodnost.
 - č) Če v 1 liter vode dodamo 30 g soli, ali če v pol litra vode dodamo 60 g soli, je prevodnost dobljene raztopine v obeh primerih približno enaka.
 - d) Nosilci električnega naboja v kapljevini so elektroni.
- 3) Razvrsti naštetе kapljevine glede na njihovo električno prevodnost, tako da na črtice pripišeš številke od 1 do 4 (1 ustreza največji prevodnosti):
- 3 radenska,
 - 2 morska voda,
 - 4 destilirana voda,
 - 1 voda iz Mrtvega morja.
- 4) Električno upornost snovi, tudi kapljevine, merimo v enotah $\Omega \cdot m$. Kaj to pomeni?
- a) Da ima 1 m dolg odsek snovi upor 1 Ω .
 - b) Da ima valjast odsek snovi s premerom 1 m upor 1 Ω .
 - c) Da ima valjast odsek snovi s prerezom 1 m^2 upor 1 Ω .
 - č) Da ima 1 m dolg valjast odsek snovi s premerom 1 m upor 1 Ω .
 - ☒ d) Da ima 1 m dolg valjast odsek snovi s prerezom 1 m^2 upor 1 Ω .



5) Električna prevodnost in električna upornost snovi sta fizikalni veličini, ki sta si med seboj obratno sorazmerni. Kaj to pomeni, če primerjamo dva različna materiala?

POZOR: 3 odgovori so pravilni, eden pa napačen. Obkroži napačnega!

- ☒ a) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je tudi prevodnost 2-krat večja.
- b) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je njegova prevodnost 2-krat manjša.
- c) Če je upornost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je prevodnost drugega materiala 2-krat večja.
- č) Če je prevodnost pri enem 2-krat večja kot pri drugem, je upornost drugega materiala 2-krat večja.

KONČNI TEST RAZUMEVANJA POSKUSA

Ime in priimek:

Čas reševanja: 6 minut. Vsa vprašanja so enakovredna. Zadnje vprašanje je informativno.

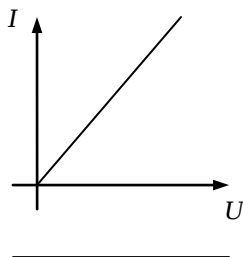
1) Kaj so v prevodnih kapljevinah nosilci električnega naboja med elektrodama?

- a) Elektroni.
- b) Protoni.
- c) Nevtroni.
- ☒ č) Ioni.
- d) Nevtralne molekule.

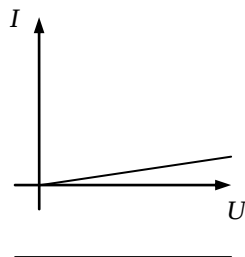
2) Obkroži pravilne trditve.

- ☒ a) Destilirana voda je slabši električni prevodnik kot mineralna voda.
- b) Z raztapljanjem katerih koli snovi v vodi vplivamo na njeno električno prevodnost.
- c) Prevodnost raztopine je obratno sorazmerna z gibljivostjo ionov.
- ☒ č) Če 10 g soli raztopimo v 0.2 litra vode, bo dobljena raztopina imela enako prevodnost, kot če bi 30 g soli raztopili v 0.6 litra vode.
- ☒ d) Električni tok skozi kapljevino teče zaradi v njej prisotnih prostih ionov.

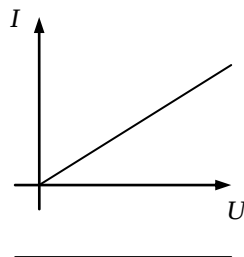
3) Na diagramih (na vseh enaka skala) je prikazana odvisnost električnega toka skozi kapljevino v odvisnosti od napetosti, in sicer za destilirano vodo, vodo iz vodovodnega omrežja, somornico (mešanica morske in navadne vode) ter morsko vodo. Napiši, kateri diagram pripada posamezni kapljevini.



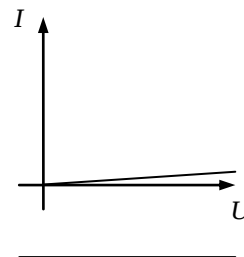
Morska voda



Vodovodna voda



Somornica



Destilirana voda

4) Električno upornost trdnih snovi merimo v praktičnih enotah $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Ali lahko to pretvorimo v enoto $\Omega \cdot \text{m}$, da lahko neposredno primerjamo upornosti trdnin in kapljevin? (Naredi ob strani pomožen račun, če je potreben.)

- a) Ne.
 b) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 1000 \Omega \cdot \text{m}$.
 c) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^6 \Omega \cdot \text{m}$.
 č) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = \text{G}\Omega \cdot \text{m}$.
 d) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$.
e) Da, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = \mu\Omega \cdot \text{m}$.

5) Električna prevodnost snovi je fizikalna veličina, ki je obratna vrednost upornosti snovi. Kaj to pomeni, če primerjamo med seboj dva različna elektrolita pri enaki geometriji poskusa z elektrolizo? Vzemimo, da ima elektrolit A 2-krat večjo prevodnost kot material B.

- a) Če ima elektrolit A upor 10Ω , ima elektrolit B enak upor.
b) Če ima elektrolit A upor 10Ω , ima elektrolit B upor 20Ω .
 c) Če ima elektrolit A upor 20Ω , ima elektrolit B upor 10Ω .

Dodatno vprašanje glede izvedenih poskusov in Zbirki ter o fiziki in poskusih nasploh. Tu ne gre za pravilne ali napačne odgovore, temveč le za tvoje mnenje. Odkritosrčno odgovarjaj, saj bo tvoje mnenje koristna informacija za tiste, ki so pripravili to vajo in opremo. Možnih je več odgovorov.

6) Kaj meniš o teh poskusih, o zbirki in o poskusih nasploh?

- a) Fizika me ne privlači in tudi ne poskusi, kakršni koli so.
 b) Teorija me pri fiziki ne privlači, poskusi pa so mi v splošnem všeč.
 c) Nekateri poskusi so mi pri fiziki všeč, drugi ne.
 č) Izvedeni poskus to šolsko uro mi je bil všeč.
 d) Oprema je zanimiva in z njo bi se dalo narediti še veliko več drugačnih poskusov.
 e) Priporočam še povečanje zbirke. Npr. z dodatnimi električnimi elementi.

PRILOGE:

- delovni listi za učence: delovni_list.doc (za vse 3 stopnje)



- dokumentacija o učilu »Elektro zbirka za tok in prevodnost«: dokumentacija.pdf
- pred-test in po-test za učence: pred-test.doc, po-test.doc (za vse 3 stopnje)
- excelov dokument za evalvacijo: evalvacija.xls



Avtor gradiva: Milan Ambrožič

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Energija iz orbite

Strategija (metoda): učni listi (individualno delo doma), možganska nevihta z miselnim drevesom, frontalno delo ali delo v skupinah

Starostna skupina: 8. razred OŠ, SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo):

d) Vseh 8 ključnih kompetenc

e) predmetno-specifične: razvijanje občutka za velikostne rede fizikalnih veličin (energija, moč)

Umestitev v učni načrt: Delo in energija

Način evalvacije: z vprašanji izbirnega tipa (pred-test in po-test sta različna)

A) Teoretični del

Uporaba možganske nevihte je v nekaterih ustanovah priljubljen občasen način iskanja novih zamisli ali pa reševanja aktualnih vprašanj in težav. Hkrati z nevihto idej se običajno rišejo miselna drevesa (miselni vzorci); v šoli je to lahko na tablo pri frontalnem načinu dela ali pa na papir pri skupinskem delu.

Miselni vzorci podpirajo naravni način mišljenja. Človek ne misli strogo zaporedno, kot se vrstijo postopki na računalniku, temveč povezovalno ter deloma naključno deloma urejeno. Nevrobiologi, ki se ukvarjajo z delovanjem možganov, sklepajo, da del možganov ustvarja neurejeno zaporedje misli in vtisov, drugi del, predvsem možganska skorja, pa te misli urejuje v logičen in smiseln tok. Prva stopnja je nujno potrebna za ustvarjalnost; če bi imeli samo logičen in razumski tok misli, ne bi bilo novih zamisli. Logično usmerjanje prihajajočih misli je potrebno za pravilnost in smiselnost našega mišljenja. Pomembni sta tako ustvarjalnost in domiselnost kot razločevanje resnice od domišljije.

Miselni vzorci lepo uskladijo delovanje obeh možganskih polovic in so odličen pripomoček tudi za trajnejše pomnjenje utrjene snovi ali pripravo na novo snov. Krepijo spomin, ker spodbujajo ustvarjalnost, predvsem iskanje miselnih zvez. Precej ugodno delujejo tudi na logično mišljenje, ker so lahko dobri miselni vzorci narisani zelo načrtno. Pri ponavljanju snovi prihranimo veliko časa, ker zadostuje, da preletimo miselni vzorec, ki je zapisan neprimerno krajše kot običajni zapiski; v njem same ključne besede, zato si snov dobro zapomnimo in hitro osvežimo. Pa še najpomembnejše: z rabo miselnega



drevesa se naučimo iz besedil (poslušanih ali prebranih) izbirati ključne besede, kar pomeni, da bolje dojemamo bistvo snovi. Risanje miselnih vzorcev in ponavljanje iz njih je veliko zabavneje kot navadno ponavljanje snovi.

Na kratko povzemimo nekaj bistvenih značilnosti učinkovitih miselnih vzorcev. Začnemo z najpomembnejšo ključno besedo in jo zapišemo na papir; v zvezi z njo se nam v mislih porodijo nove ključne besede in te s puščicami povežemo s prvotno besedo. Potem sledi nov niz ključnih besed itd. Ključne besede so največkrat samostalniki, pa tudi glagoli in včasih pridevniki. Postopoma se drevo širi in postaja vse bolj razvejano. Pomembnejše besede zapišimo z večjimi črkami kot manj pomembne. Uporabljajmo različne barve, po možnosti tudi obkrožujmo in podčrtujmo najbolj ključne besede, lahko narišemo tudi preproste sličice.

Miselne vzorce ne uporabljamo samo za ponavljanje snovi in ogrevanje pred vnovičnim učenjem, temveč tudi za pripravo in načrtovanje različnih opravil. Zelo priporočljivo jih je narisati pri pripravi kakega govora ali predavanja, pri pripravi članka ali celo knjige, pri načrtovanju počitnic ali novega delovnega projekta itd. Tudi za načrtovanje opravil, ki jih moramo opraviti npr. naslednji teden, je miselno drevo uporabno. Zanimiva je uporaba miselnega drevesa v tako imenovanih »možganskih viharjih/nevihtah« (angleško brain-storming). Če želi skupina znanstvenikov in inženirjev rešiti npr. kako tehnološko težavo v zelo kratkem času (npr. v težavnem položaju), se zberejo skupaj, predlagajo zamisli ali rešitve in jih zapisujejo v vzorec (na tablo). Pomembno je, da nobene zamisli ne zavržejo takoj, ampak jo zapišejo, čeprav se morda zdi neuporabna ali vsaj nepraktična. Zamisel lahko namreč da povezavo na nove, uporabnejše rešitve problema. Šele pozneje, ko je skupina zgradila obsežno miselno drevo, ga začne temeljito reševati in klestiti napačne predloge.

Pri pisanju (risanju) miselnih vzorcev poskušajmo upoštevati naslednja pravila:

1. Začetno ključno besedo napišemo na sredino lista; list je bolje obrniti ležeče, saj je lažje vpisovati besede v širino kot v višino.
2. Uporabljajmo tiskane črke in ne pisanih, boljše je uporabljati male tiskane črke kot velike, le izjemoma, za nekaj najpomembnejših ključnih besed, uporabimo velike črke.
3. Vsako besedo vpišemo v svoj okvirček ali na svojo črto (ne več besed skupaj, razen če sestavljajo povezan pojem).
4. Čim več uporabljajmo barve; zelo dobro je označiti ozadje nekaterih besed s posebno barvo.



5. Narišimo tudi kakšne sličice in uporabljajmo posebne znake, npr. ? (vprašaj). Včasih je koristna tudi trirazsežna podoba.
6. Povezovalne puščice so lahko eno- ali dvosmerne, različnih velikosti, oblik (npr. $\rightarrow$ ali $\Rightarrow$), itd.
7. Čim bolj izkoristimo svojo domišljijo.

V tem gradivu primerjamo uporabo možganske nevihte in miselnega drevesa pri frontalnem in skupinskem načinu dela. Pri frontalnem načinu lahko vodi možgansko nevihto učitelj ali nadarjen učenec, miselno drevo pa se riše na tablo. Pri skupinskem delu (5 ali 6 učencev) pa naj vodi v vsaki skupini možgansko nevihto po en učenec, tako da vzporednega frontalnega risanja miselnega drevesa ni. Priporočljivo pa je, da v vseh primerih vsak posamezni učenec riše svoje miselno drevo; pri frontalnem delu naj bo miselno drevo podobno tistemu na tabli. Možgansko nevihto in miselna drevesa lahko učenci uporabljajo tako pri načrtovanju poskusov in reševanju praktičnih problemov kot pri delu z učnimi listi ali pa po prebranem gradivu doma.

Sedanje gradivo se nanaša na orbitalno energijo, to je na enega od futurističnih načinov uporabe obnovljivih energijskih virov. Ta tema je verjetno večini ljudi (vključno z naravoslovci) neznana, še toliko bolj šolarjem, čeprav je zamisel o orbitalni energiji razmeroma stara. Na kratko, gre za naslednje. Sateliti v eni od orbit okrog Zemlje, npr. v geostacionarni orbiti, bi prestrezali sončno svetlobo. To bi lahko potem pretvarjali v električno energijo na dva najbolj značilna načina: direktno s svetlobnimi celicami ali pa s toplotnimi cikli, v katerih bi turbina poganjala električni generator. Drugi način je podoben kot v termoelektrarnah, le da je vir toplote direktna sončna energija in ne fosilno gorivo. Shranjeno električno energijo bi nato satelit pošiljal na Zemljo v obliki mikrovalov, ki bi jih prestrezale posebne sprejemne antene, le-te pa bi energijo mikrovalov spet pretvarjale v električno energijo. Sončna energija iz orbite ima v ekološkem pogledu nekaj prednosti pred sončno energijo z zemeljskih sončnih elektrarn, a tudi nekaj pomanjkljivosti. Zato je to zelo primerna tema v okviru trajnostnega razvoja, ki bi se ga lahko obravnavalo tudi pri naravoslovnih predmetih v šoli, posebno pri fiziki. Več o tem je napisano v priloženem učnem listu.

Doslej se je pri večini gradiv poudarjalo vsaj nekaj od 14 generičnih kompetenc s spiska, ki smo ga že večkrat predstavili udeležencem projekta RNK. Pri tem gradivu pa se raje osredotočimo na 8 ključnih kompetenc in se poskušamo vsake od njih vsaj dotakniti, bodisi z vsebino učnih listov, predloženo temo za možgansko nevihto ali pa z vprašanji pred-testa in po-testa. Ponovimo teh 8 ključnih kompetenc in jih na kratko označimo zaradi njihovega omenjanja v nadaljnjem besedilu:



- KK1: matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji;
- KK2: digitalna pismenost;
- KK3: sporazumevanje v maternem jeziku na področju naravoslovja;
- KK4: učenje učenja;
- KK5: sporazumevanje v tujih jezikih;
- KK6: socialne in državljanske kompetence;
- KK7: samoiniciativnost in podjetnost ter
- KK8: kulturna zavest in izražanje.

Literatura:

1. Peter Russel: *Knjiga o možganih*, DZS, Ljubljana, 1993.
2. Drago Urbanc: *Vsak lahko izboljša spomin*, Učila, Tržič, 1996.
3. Michael Fidlow: *Strengthen your Memory*, Foulsham, Berkshire, 1989.
4. Tony Buzan: *Delaj z glavo*, Univerzum, Ljubljana, 1980.
5. Tony Buzan: *Izkoristi svoj um*, Univerzum, Ljubljana, 1983.
6. Hermine Hilton: *50 poti do boljšega spomina*, Forma 7, Ljubljana, 1997.
7. Harry Lorayne: *Kako razvijemo izredni spomin*, Tomark, Ljubljana, 1999.
8. *Možganska nevihta* (Brainstorming), dostopno na:
9. <http://omazu.blogspot.com/2007/06/brainstorming-moganska-nevihta.html>
10. P. E. Glaser: *Power from the Sun: Its Future*, Science Magazine, 162 (1968) str. 857-861.
11. N. Lior: *Power from space*, Energy Conversion & Management J., 42 (2001) str. 1769-1805.
12. A. Zidanšek, M. Ambrožič, M. Martinšek, R. Blinc, N. Lior: *Sustainability analysis of solar orbital power*, Mednarodna konferenca o trajnostnem razvoju SDEWES 2009, Dubrovnik.
13. Projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc, dostopno na:
14. <http://kompetence.uni-mb.si/>

B) Praktični del

1. Splošna navodila za učitelja

Tik pred izvedbo testiranja gradiva naj učitelj zelo na kratko razloži pomen in uporabo miselnega drevesa (vzorca), kot je podano v teoretičnem delu, posebej pa poudari zgoraj opisanih 7 pravil za dobre vzorce. Za to je dovolj nekaj minut. V primeru skupinskega dela naj še prej, vsaj eno šolsko uro fizike pred tem, nekaterim najuspešnejšim učencem razdeli priloženi učni list o orbitalni energiji in jim naroči, da ga doma temeljito preberejo; to so učenci, ki



bodo pri naslednji uri fizike vodje skupin. Vsem učencem takrat tudi naročite, naj prinesejo naslednjič za uro možganske nevihte in evalvacije s seboj **čim bolj raznobarna pisala** in dovolj papirja.

Za testiranje gradiva izberite vsaj dve primerjalni skupini (dva razreda). V enem naj bo delo frontalno; v tem primeru učitelj sam prebere učni list, na kratko razloži vsebino vsem učencem in tudi sam vodi možgansko nevihto. Eden od likovno nadarjenih učencev naj mu pri tem pomaga in med nevihto riše na tablo ustrezno miselno drevo (vzorec). V drugem razredu pa naj poteka delo po skupinah velikosti 5 ali 6 učencev po učiteljevem premisleku (odvisno tudi od tega, na koliko dovolj sposobnih vodij skupin lahko v razredu računa). Kar naj bi počel učitelj pri frontalnem delu (npr. kratka razlaga – povzetek doma prebranega gradiva), naredijo vodje skupin. Predpisani časi so enaki za frontalno in skupinsko delo. Pred-test in po-test s predpisanim časom rešujejo v vsakem primeru učenci posamezno. Kratek povzetek gradiva, prebranega doma, naj traja 10 minut in ravno toliko miselna nevihta. Vsakega od obeh testov pa naj učenci rešujejo natanko 8 minut. Rezerve je še nekaj minut za kratek uvod in razdelitev razreda na skupine, zato je evalvacija gradiva izvedljiva v eni šolski uri. Pred-test in po-test z vprašanji izbirnega tipa (obkrožanje odgovorov) sta različna, sprašujeta pa po istih ključnih kompetencah.

2. Podrobnejša navodila+časovni potek

VRSTNI RED IN TRAJANJE DOGODKOV

Predhodna ura fizike:

V primeru skupinskega dela učitelj izbere vodje skupin za naslednjo uro (ko se bo gradivo testiralo), jim razdeli učne liste o orbitalni energiji in jim naroči, naj jih doma temeljito preberejo. Seznani jih s tem, da bodo prevzeli vlogo vodij skupin. V primeru frontalnega dela učitelj sam prebere doma učni list. Kot dodatno gradivo, če bi si učitelj želel še več informacij o tej temi, je priložen članek v angleščini v pdf datoteki (*power_from_space.pdf*).

Ura testiranja gradiva:

- Kratka razlaga miselnih vzorcev: nekaj minut; potem razdelitev pred-testov
- Pred-test: natančno 8 minut
- Učitelj pobere pred-teste. Hitra razporeditev v skupine (v primeru skupinskega dela)
- Vodje skupin v 10 minutah razložijo svojim skupinam bistvo orbitalne energije (v primeru frontalnega dela opravi to učitelj sam za cel razred)



- Možganska nevihta (po skupinah ali frontalna): natančno 10 minut
- Hitra razdružitve skupin; potem razdelitev po-testov
- Po-test: natančno 8 minut; učitelj pobere po-teste

Testiranje je tako izvedljivo v eni šolski uri!

Evalvacija (statistična obdelava rezultatov testov): naredi učitelj doma z uporabo priloženega excelovega dokumenta

DELOVNI LIST ZA UČITELJA – natančnejša navodila

Učencem pri pred-testu opozorite, naj se ne pozabijo podpisati nanje. Poskrbite, da res pišejo natanko 8 minut. V primeru skupinskega dela po pred-testu formirajte skupine naključno ali po vnaprej pripravljenem spisku, a tako, da so vodje vnaprej znani. Formiranje skupin naj se izvede hitro, da ne bo časovne stiske. Zato je priporočljivo, da vnaprej premislite, kako boste to hitro in praktično izvedli. V primeru frontalnega dela ta postopek seveda odpade.

Naročite vodjem, naj na kratko, v 10 minutah, razložijo svojim skupinam to, o čemer so prebrali doma (orbitalna sončna energija). Vi kontrolirajte čas, da bo res 10 minut. V primeru frontalnega dela vi sami izvedite to razlago.

Potem razredu hitro in razločno preberite naslednje besedilo za miselno nevihto (v obeh primerih, pri skupinskem in frontalnem delu):

Katere energijske pretvorbe potekajo v celotnem dogajanju, od takrat, ko poteka zlivanje jeder v Soncu, do tega, ko avtomobil na električni pogon (elektrika iz sončne orbitalne energije!) med vožnjo izkorišča energijo v akumulatorju? Kateri del celotne energijske pretvorbe je najšibkejši in kako bi ga izboljšali? Čas: 10 minut.

Spodbudite vodje skupin, da vodijo miselno nevihto po skupinah. Ustrezno miselno drevo naj si vsak učenec riše posebej na poseben papir. Vodje naj ne rišejo miselnega vzorca, zato da se osredotočijo na potek možganske nevihte. Naj jo nekoliko poskušajo tudi usmerjati. Možganska nevihta naj poteka natančno 10 minut, tako kot prej kratka razlaga snovi. Čas kontrolira učitelj. Kot že omenjeno: v primeru frontalne nevihte učitelj sam vodi njen potek, eden od učencev riše miselni vzorec na tablo, drugi učenci pa ga prikrojijo po svoje na svoje liste.

TESTA ZA VSE UČENCE



Pred-test in po-test (priloge h gradivu) razdelite vsem učencem. Za pomoč učiteljevemu ocenjevanju so v tem dokumentu pravilni odgovori označeni z rdečim ozadjem.

Čas reševanja: 8 minut za vsak test. Vsako od 8 vprašanj se nanaša na eno od ključnih kompetenc, in sicer po istem vrstnem redu, kot so označene zgoraj.

Pred-test (8 vprašanj): O FIZIKI IN ZNANOSTI V SPLOŠNEM

1) Pri šolskem testu učitelj dovoli uporabljati list s formulami. Za neko enačbo, ki si jo zapisal(a) na list, nisi popolnoma prepričan(a), ali nastopi ena od veličin res linearno ali pa bi morda moral biti v enačbi kvadrat te veličine. Kaj narediš?

- A) Izberem »pravo« potenco s hitrim žrebom.
- B) Verjamem, da je zveza linearna, saj je tako v večini primerov.
- C) Z nalogo ne izgubljam časa, temveč se lotim drugih.
- ☒ Č) Poskusim z dimenzijsko analizo.
- D) Na delu utegne biti »Murphyjev zakon«, zato raje uporabim kvadratno odvisnost.

2) Pripravljaš zanimivo seminarsko nalogo, kjer med drugim naletiš na matematični problem, ki ga ne znaš rešiti analitično. Zato si pomagaš z računalnikom. Katero računalniško orodje bi uporabil (vzemimo, da ga solidno obvladaš)?

- A) Excel
- B) Word
- ☒ C) Java
- Č) Mathematica
- D) Corel Draw

3) Zamisli si, da pripravljaš poljuden članek o neki fizikalni temi, npr. za revijo Življenje in tehnika. Nisi prepričan(a) o pravilnem načinu pisanja fizikalnih veličin, njihovih enot, dolgih števil in podobno. Kaj narediš?

- A) Prosim za pomoč znanca slavista.
- ☒ B) Pregledam več številke revije, v katero nameravam poslati članek.
- C) Pregledam 20 let star učbenik za fiziko.
- Č) Pregledam več tujih znanstvenih revij, ki jih imam slučajno doma.
- D) Pogledam v Slovar slovenskega knjižnega jezika, ki ga imam na računalniku.

4) Po končani srednji šoli se vpišeš na enega od naravoslovnih ali tehničnih študijev. Ugotoviš, da zaradi zahtevnosti študija način dela, ki si ga uspešno uporabljal(a) v srednji šoli, ne zadostuje več. Kako naprej?



- A) Učim se naprej po »starem sistemu«, a delam bolj trdo.
B) Vprašam prijatelje v letniku, kako so se oni znašli.
C) Eksperimentiram z novimi študijskimi prijemi.
Č) Vpišem se na drugo, »lažjo« fakulteto, čeprav je študij zame dolgočasen.
D) Preberem kako knjigo o psihologiji učenja in spomina.

5) In your opinion, what's the major difficulty when studying scientific literature in foreign language, or when you want to explain something about science to your »e-mail« friend abroad?

- A) Ne razumem vprašanja!
B) Too many special words.
C) Physical units.
Č) Different cultures.
D) Different physical laws in different countries.

6) Znanstvenik je na pragu pomembnega odkritja, ki bo zelo verjetno močno vplivalo na razvoj neke tehnologije. Preden zaključi raziskavo in objavi rezultate, na kaj mora z etičnega vidika najbolj paziti?

- A) Da bo zaradi potencialnih možnosti zlorabe to znanje (ali le informacija o tem) dostopno čim manj ljudem, sploh pa ne širši javnosti.
B) Da jasno nakaže morebitna ekološka tveganja novih tehnologij, pa tudi njihov socialni vpliv.
C) Zaradi lojalnosti mora biti na prvem mestu ekonomski profit organizacije, ki ga je finančno podprla pri raziskavah, tudi če se zamolčijo nekatere kritične ugotovitve.
Č) Da rezultate objavi čim prej, posebno če se boji, da ga bodo tekmeci prehiteli.
D) Da citira/omeni vse raziskovalce, ki so s svojimi predhodnimi znanstvenimi prispevki vplivali na potek te raziskave.

7) Zamisli si, da delaš v skupini, ki se ukvarja s šolsko raziskovalno nalogo, pri čemer si med seboj razdelite naloge – posamezne dele raziskovalnega problema. Če svoje naloge ne razumeš popolnoma ali pa ne veš, kako se je sploh lotiti, kako ukrepaš?

- A) Na prvem ponovnem sestanku skupine povem, da nalogi nisem kos, in odstopim od projekta.
B) Prosim za zamenjavo nalog.
C) Čakam na »razsvetlitev«.
Č) Prosim nekoga iz skupine, da mi pomaga pri mojem delu naloge.
D) Zagrizem se v problem. Med drugim začnem intenzivno brskati po literaturi, če bi morda naletel(a) na sorodno temo in način reševanja problema.



8) V nekaterih slovenskih revijah, ki so napol strokovne, napol znanstvene, je mogoče napisati članke v slovenščini ali angleščini. Če bi napisal(a) članek za takšno revijo in bi se torej moral(a) odločiti za izbiro jezika, čemu bi dal(a) prednost?

- ☒ A) Zagotovo bi pisal(a) v slovenščini, ker se mi zdi zelo pomembno gojenje slovenščine v strokovni literaturi.
- B) Pisal(a) bi v slovenščini, ker bi članek zanimal nekatera podjetja v Sloveniji.
- C) Verjetno bi pisal(a) v angleščini, da bi članek razumeli tudi tujci na obisku v Sloveniji.
- Č) Zagotovo bi pisal(a) v angleščini, ker bi s tem članek pridobil na veljavi in točkah.
- D) Zagotovo bi pisal(a) v angleščini, ker obstaja veliko angleških strokovnih izrazov, ki nimajo primerne slovenskega prevoda.

Po-test (8 vprašanj): O ORBITALNI ENERGIJI

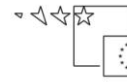
1) Prebral(a) ali slišal(a) si podatek, da Zemlja sprejema od Sonca 170 000 TW svetlobne moči. Kako se prepričaš, da je ta podatek pravilen, če veš, da je intenziteta sončnih žarkov, ki dosežejo Zemljo, 1,35 kW/m²?

- A) Poiščem podatek za oddaljenost Zemlje od Sonca (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$ (intenziteta je moč na plosčinsko enoto).
- ☒ B) Poiščem podatek za polmer Zemlje (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$.
- C) Pobrskam po razni astronomski literaturi, če najdem še kod ta podatek.
- Č) Na internetnih straneh poiščem najprej podatek za svetovno letno porabo energije in si pomagam z njim.
- D) Podatek se mi zdi prevelik, zato namesto terawattov pišem gigawatte.

2) Kako bi v predstavitvi svojega seminarja o orbitalni energiji v program power point vključil(a) animacijo, ki prikazuje energijske pretvorbe pri prestrezanju sončne svetlobe s sateliti in pošiljanju mikrovalov na Zemljo?

- A) Pomagal(a) bi si z excelom.
- B) V wordu bi narisal(a) serijo slik in jih kopirala v datoteko v power pointu.
- ☒ C) Animacijo bo programiral(a) v Javi.
- Č) Pomagal(a) bi si z internetom.
- D) V corel drawu bi narisal(a) serijo slik in jih kopiral(a) v datoteko v power pointu.

3) Kako bi sošolcu(ki), ki slabo zna (razume) fiziko, razložil(a) da je valovna dolžina elektromagnetnega valovanja obratno sorazmerna z njegovo frekvenco? Izberi eno od naslednjih razlag:



- A) Če povečamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina zmanjša.
B) Če zmanjšamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina poveča.
C) Tolikokrat kot se poveča frekvenca, se zmanjša valovna dolžina – in nasprotno.
Č) Če povečamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina dvakrat zmanjša, če pa zmanjšamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina dvakrat poveča.
D) Če povečamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina dvakrat zmanjša, če pa zmanjšamo frekvenco trikrat, se valovna dolžina trikrat poveča.

4) Pri obravnavi energije s SSP (Space Solar Power) satelitov, pa tudi pri študiju svetovne energijske porabe se srečaš z velikimi številkami, tako da je treba pri enotah uporabljati razne predpone, kot je tera za 10^{12} , itd. Uporabo teh predpon si doslej preveč zanemarjal(a). Kaj sedaj?

- A) To, da sem naletel(a) na takšno tematiko z velikimi razponi veličin, je zgolj naključje, zato se ni treba kaj preveč sekirati.
B) To mi daje misliti. Verjetno se splača ponoviti uporabo predpon k enotam in tudi desetiških potenc velikih števil ter se v njihovi rabi zares izuriti.
C) S tem problemom se splača ubadati občasno – takrat pač, ko spet naletim na fizikalni pojav z velikimi merskimi števili.
Č) Nabavim si dober matematični priročnik, v katerem so opisane tudi raba predpon in operacije s potencami.
D) Zanesem se na prijatelja, ki zelo dobro pozna te stvari, tako da ga občasno prosim za pomoč.

5) What's one of the benefits of the use of space solar power instead of electric plants on Earth?

- A) Ne razumem vprašanja!
B) Plenty of space.
C) Too little space.
Č) Cost.
D) No problems with international agreements.

6) Če bodo SSP postaje nekoč res zaživele, kdo bi po tvojem mnenju moral odločati o razporeditvi energije po deželah, ki bi jo sateliti pošiljali na Zemljo z mikrovalovi?

- A) Svetovna vlada.
B) Družbe (podjetja), ki so te postaje zgradile.
C) Najbogatejši ljudje.
Č) Čim širša javnost.
D) To naj se prepusti svobodnemu trgu.



7) Zamisli si, da delaš v skupini, ki se ukvarja s šolsko raziskovalno nalogo v zvezi z zbiranjem podatkov o porabi različnih energijskih virov in o smiselnosti oskrbovanja Slovenije z orbitalno sončno energijo, pri čemer si med seboj razdelite naloge – posamezne dele raziskovalnega problema. Tvoja naloga je zbrati ključne podatke o slovenskih termoelektrarnah na premog in narediti nekaj osnovnih izračunov. Če ne veš, kako se naloge sploh lotiti, kako ukrepaš?

- A) Na prvem ponovnem sestanku skupine povem, da nalogi nisem kos, in odstopim od projekta.
- B) Prosim za zamenjavo nalog.
- C) Čakam na »razsvetlitev«.
- Č) Prosim nekoga iz skupine, da mi pomaga pri mojem delu naloge.
- D)** Zagrizem se v problem. Med drugim začnem intenzivno brskati po literaturi, če bi morda naletel(a) na sorodno temo in način reševanja problema.

8) Ali bi bil(a) pripravljen(a) napisati poljudni članek o orbitalni sončni energiji za revijo Življenje in tehnika, če bi dovolj vedel(a) o tem?

- A)** Da, ker se mi zdi zelo pomembno gojenje slovenščine v strokovni in poljudno-znanstveni literaturi.
- B) Da, ker bi članek zanimal nekatera podjetja v Sloveniji.
- C) Morda.
- Č) Ne vem.
- D) Ne.

Točkovanje testov

Vsa vprašanja v pred-testu in po-testu so enakovredna in vsak pravilen odgovor šteje vsak po 1 točko.

Statistična obdelava rezultatov testa

Za statistično obdelavo rezultatov testa za celoten razred si lahko pomagate s priloženim excelovim dokumentom *evalvacija*.

PRILOGE:

- učni list za učitelja oz. vodje skupin (prebrati doma): [ucni_list.doc](#)
- dodatno gradivo v angleščini za učitelja: [power_from_space.pdf](#)
- pred-test in po-test za vse učence: [pred-test.doc](#), [po-test.doc](#)
- excelov dokument za evalvacijo: [evalvacija.xls](#)

UČNI LIST ZA BRANJE DOMA (učitelj ali vodje skupin)



Sončna energija iz orbite

Opomba: Sekcija 2.2 o toplotnih ciklih ima del besedila označen z zvezdicama, ker je njegov nivo višji, zato je primeren bolj za dijake v vsaj 2. ali 3. letniku. Bralec iz 1. letnika lahko ta del po želji izpusti.

Uvod

Ocene rasti prebivalstva kažejo, da bo sredi tega stoletja Zemljo naseljevalo okrog 10 milijard ljudi. Zato se bo poraba (fizikalno ustrežnejši izraz je *pretvorba*!) energije povečala okrog trikrat, še posebno pa naraščajo potrebe po električni energiji. Že sedaj je svetovna energijska poraba 16 TW (TW = terawatt = 10^{12} W) in od tega pridobimo 85 % s fosilnimi gorivi (premog, nafta, zemeljski plin). Zaradi okoljskih težav se vse bolj uveljavljajo alternativni energijski viri: direktna sončna energija (svetlobne celice in sončni zbiralniki), jedrska energija (fisija ali cepitev jeder, medtem ko je fuzija ali jedrsko zlivanje še v razvojni fazi), geotermalni izviri, vetrna energija, energija plimovanja, energija iz biomase in podobno.

Zemlja sprejema od Sonca 170 000 TW svetlobne moči, približno 10 000 – krat več od trenutne svetovne energijske porabe. Zato je dolgoročno pretvorba direktne sončne energije s svetlobnimi celicami in sončnimi zbiralniki zelo pomembna. Zanimiva pa je tudi zamisel, da bi sončne žarke prestrezali in pretvarjali v električno energijo sateliti v orbitah okrog Zemlje, nato pa zbrano energijo pošiljali v obliki elektromagnetnih mikrovalov sprejemnim postajam na Zemlji. Kolikor je znano iz literature, si je sončno energijo iz orbite prvi zamislil Glaser že leta 1968. To so tako imenovane postaje vesoljskega sončnega napajanja (SSP = *space solar power*).

Prednosti pretvorbe sončne energije v orbiti pred zemeljskimi sončnimi elektrarnami je več:

1) Ni ovir zaradi ozračja. Intenziteta sončne svetlobe (to je energija na časovno in ploščinsko enoto), ki doseže Zemljo vrh ozračja, je okrog 1,35 kW/m². Zaradi absorpcije (vpijanja) v atmosferi je intenziteta svetlobe na Zemljinih tleh veliko manjša. Seveda pa mora biti izkoristek prenosa energije na Zemljo z mikrovalovi dovolj velik. Tudi mikrovalovi se v ozračju absorbirajo, vendar je absorpcija pri izbiri prave valovne dolžine mikrovalov majhna.

2) V primeru toplotnega cikla (toplotni stroj – glej razlago spodaj) je toplotni izkoristek lahko precej večji kot na Zemlji. Izkoristek toplotnega stroja je tem večji, čim večja je razlika med višjo temperaturo, pri kateri stroj sprejema toploto, in nižjo temperaturo, pri kateri toploto oddaja. En način povečanja



izkoristka je torej bistveno znižanje temperature okolice, v katero stroj oddaja odvečno toploto. Vesoljski proctor ima temperaturo le okrog 3 K (podatek 3 kelvini dobimo zaradi kozmičnega radijskega sevanja kot posledice dogajanj po velikem poku).

3) Praktično neomejen prostor v visoki orbiti v primerjavi z Zemljino površino. Ta dejavnik bo postajal vedno pomembnejši, saj zaradi naraščajočega prebivalstva postaja prostor na Zemlji vse bolj dragocen.

4) Stanje breztežnosti, zaradi česar lahko prihranimo pri konstrukcijskih materialih; le-ti morajo na Zemlji prenesti težo objektov.

5) Zmanjšana nevarnost za ljudi v primeru nesreč

6) Daljša doba trajanja zaradi odsotnosti korozivnih snovi

7) Če bi bilo veliko SSP postaj v orbiti, potem bi lahko vsaka oskrbovala manjše območje na Zemlji in ne bi bilo potrebno toliko zapletenega zemeljskega transporta energije (plinovodi, tankerji za nafto, dolgi električni daljnovodi, itd.).

Vendar je treba pred ekonomično in sporazumno uporabo omenjene tehnologije rešiti nekaj resnih izzivov/omejitev:

- 1) pocenitev in zmanjšanje energijske porabe pri transportu opreme v vesolje,
- 2) učinkovit prenos mikrovalov na Zemljo,
- 3) zaščita pred poškodbami, npr. zaradi meteoritov,
- 4) mednarodni sporazumi, npr. glede (pravičnega!) porazdeljevanja energije.

Vedno bolj vlada prepričanje, da bo v bližnji prihodnosti res smiselno pošiljati material z Zemlje za zgraditev SSP postaj v orbitah ali pa zgraditi na Luni ustrezne robotske tovarne in uporabiti Lunin material za energijske postaje.

Osnova delovanja SSP postaj

Dva najuporabnejša načina pretvorbe sončne energije v električno sta s svetlobnimi celicami in s sončnimi toplotnimi cikli. Oba načina seveda delujeta tudi na Zemlji.

Svetlobne celice

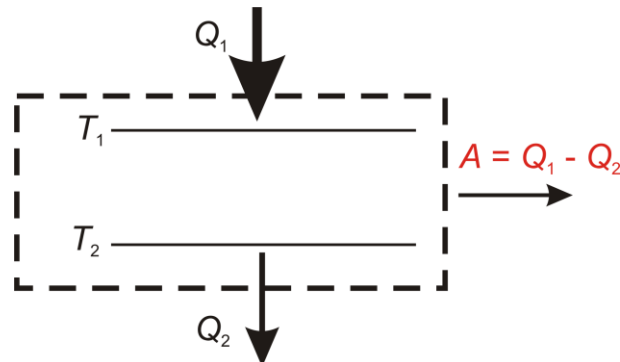


Svetlobne celice (sončne celice, fotocelice) so polprevodniške diode, ki so zmožne direktne pretvorbe vpadne svetlobe v električno energijo. Diodi so električni elementi, pri katerih zveza med električnim tokom in električno napetostjo ni linearna, torej zanje ne velja Ohmov zakon; razen tega lahko v eno smer prepuščajo neprimerno večje električne tokove kot v drugo (zaporno) smer. Polprevodniške diode naredijo tako, da v njihov osnovni polprevodniški material (npr. silicij, Si) vnesejo zelo majhne količine nečistoč (npr. galij na eni strani silicijeve diode in arzen na drugi strani). Na odvisnost toka od napetosti pa pri fotodiodah močno vpliva tudi vpadna svetloba in to je osnova njihovega delovanja. Komercialne sončne celice so največkrat narejene iz polprevodnika silicija, vse bolj pa se uveljavlja tudi galijev arzenid (GaAs). V električno energijo lahko silicijeve celice pretvorijo samo svetlobo z valovno dolžino krajšo od $1,15 \mu\text{m}$. To pomeni, da se vidna svetloba (njene valovne dolžine so v grobem med $0,4 \mu\text{m}$ in $0,7 \mu\text{m}$) lahko pretvarja v električno energijo in prav tako del infrardeče (IR) svetlobe med $0,7 \mu\text{m}$ in $1,15 \mu\text{m}$. Nasprotno IR svetloba z večjimi valovnimi dolžinami svetlobne celice samo segreva. Silicijeve svetlobne celice imajo izkoristek do 23 %.

Svetlobne celice v najnovejši tehnologiji in z drugimi polprevodniki dosegajo izkoristke celo do 35%. Takšne svetlobne celice lahko sestavimo v mreže s specifično električno močjo 1000 W/kg ali 600 W/m^2 (to pomeni 1000 W na kilogram celic oz. 600 W na kvadratni meter njihove površine).

Toplotni cikli

Toplotni cikel pomeni neko ponavljajoče se spreminjanje stanja v toplotnem stroju. Za primerjavo: en toplotni cikel v štiritaktnem bencinskem motorju vsebuje štiri različne takte in to se med delovanjem motorja ves čas ponavlja. Poenostavljena energijska shema vsakega toplotnega stroja je naslednja (slika 7). Stroj na mestu z višjo temperaturo T_1 sprejme toploto Q_1 , pri nižji temperaturi T_2 pa odda manjšo toploto Q_2 . V primeru izkoriščanja direktne sončne energije so vir toplote Q_1 kar sončni žarki. Razlika toplot je delo, ki ga lahko stroj opravi: $A = Q_1 - Q_2$. V našem primeru gre za električno delo. Za vsak toplotni stroj lahko opredelimo tudi izkoristek, ki pove, kolikšen del prejete toplote pretvori v koristno delo.



Slika 7: Energijska shema toplotnega stroja; črtkan okvir pomeni fizikalni sistem (stroj), za katerega sta značilni vsaj dve različni temperaturi delovanja, čeprav je v večini primerov dogajanje v stroju bolj kompleksno. Navznoter usmerjena puščica za Q_1 pomeni prejeta toplota, navzven usmerjeni puščici za Q_2 in A pa oddano toplota in delo. Z debelinami puščic ponazorimo, da je prejeta toplota večja od oddane toplote in dela.

Pri obravnavi toplotnih ciklov je v navadi tudi risanje ustreznih diagramov, ki povedo, kako se v ciklu spreminjajo med seboj povezane termodinamske količine v sistemu: predvsem tlak, prostornina in temperatura. S tem se tu ne bomo ukvarjali, čeprav inženirjem, ki se ukvarjajo s toplotnimi stroji, največ povedo prav takšni diagrami. Z njimi je mogoče za vsak primer posebej izračunati izkoristek.

*Izkoristek stroja (cikla) opredelimo kot kvocient med delom in prejeta toplota:

$$\eta = A/Q_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = 1 - Q_2/Q_1.$$

Izkoristek je tem večji, čim manjša je oddana toplota Q_2 . To se da doseči na primer z velikim razmerjem temperatur T_1/T_2 , kjer obe temperaturi merimo v kelvinih in ne v stopinjah Celzija. Pri posebnem (idealnem) toplotnem stroju, ki ga imenujemo Carnotov stroj, velja enakost med razmerjema toplot in ustreznih temperatur:

$$Q_2/Q_1 = T_2/T_1.$$

V tem primeru lahko hitro izračunamo izkoristek toplotnega stroja. Recimo, da je zunanja temperatura $T_2 = 3$ K (vesolje!), delovna temperatura idealnega toplotnega stroja, ki ga ogreva sončna toplota, pa $T_1 = 10$ K. Tedaj je izkoristek:

$$\eta = 1 - Q_2/Q_1 = 1 - T_2/T_1 = 1 - (3 \text{ K})/(10 \text{ K}) = 0,7 = 70 \text{ \%}.$$

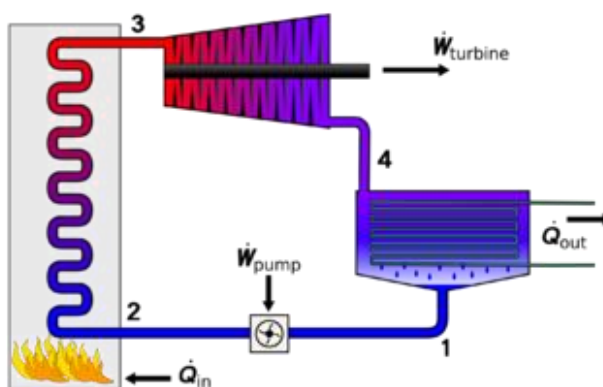
Torej tudi idealni toplotni stroj nima stoo odstotnega izkoristka, kot bi morda kdo napačno sklepal po imenu. Vendar je pri vsakem realnem stroju izkoristek manjši od ustrezne vrednosti idealnega stroja (pri istih temperaturah). Res pa je, da se nekateri realni toplotni stroji z izkoristkom približajo idealnemu.*



Med znanimi vrstami toplotnih strojev, ki jih uporabljajo tudi drugod in na katere računajo kot kandidate za uporabo v vesoljskih energijskih postajah, so med drugimi Braytonov, Rankinov, Stirlingov in Ericssonov stroj (glej Wikipedia). Toplotni stroj in toplotni cikel v praksi označujemo z istim imenom: npr. Rankinov toplotni stroj deluje na osnovi Rankinovega toplotnega cikla.

Vsak toplotni stroj ima delovni medij (snov) v plinastem ali kapljevinskem agregatnem stanju ali v kombinaciji obeh agregatnih stanj. Segret delovni medij namreč lahko poganja turbino, ta pa električni generator. Poskusi in izračuni so pokazali, da je mogoče doseči največje izkoristke v strojih z dvoatomnim plinom kot delovnim medijem, npr. vodikom (H_2) in dušikom (N_2). S temi plini so dosegli naslednje izkoristke: 60 % za Braytonov stroj ter 72 % za Rankinov in Ericssonov stroj.

Na kratko opišimo le Rankinov stroj, ponazorjen z naslednjo shemo:



Slika 8: Shema delovanja Rankinovega stroja (vzeto iz Wikipedie); veličine so tukaj preračunane na časovno skalo (torej v enotah watt). Angleške oznake pomenijo: $\dot{Q}_{in} = \frac{Q_1}{t}$,

$\dot{Q}_{out} = \frac{Q_2}{t}$, $\dot{W}_{turbine} = \frac{A}{t}$ in $\dot{W}_{pump} = \frac{A_{not}}{t}$. Modra barva delovnega medija pomeni kapljevinsko agregatno stanje, rdeča pa plinasto

Črpalka spodaj na sliki 8 med številčkama 1 in 2 usmerja utekočinjeno delovno sredstvo (npr. vodo v klasičnih Rankinovitih strojih) od kondenzatorja na desni do segrevalne komore (bojlerja, levo na sliki), kjer je visok tlak. Pri stalnem tlaku se sredstvo segreva in uplini, tako da nastane suha nasičena para (dogajanje med številčkama 2 in 3). Le-ta poganja turbino, se zaradi tega nekoliko ohladi in se ji tudi zniža tlak. Del pare se utekočini (dogajanje med številčkama 3 in 4). Vlažna para vstopi v kondenzator, kjer se še bolj ohladi in vsa utekočini (med 4 in 1). Ta cikel se ves čas ponavlja. To je v nasprotju z delovanjem bencinskega motorja zaprt krog, saj vedno isto delovno sredstvo kroži po



stroju. Medtem, ko je pri bencinskem motorju mešanica bencina in zraka hkrati gorivo in delovno sredstvo (zaradi česar se mora ves čas obnavljati), izgoreva gorivo, npr. premog, pri Rankinovem stroju izven delovnega sredstva. Zato delovnega sredstva ni treba kar naprej obnavljati.

Za delovanje moramo Rankinovemu stroju dovesti nekaj dela A_{not} za pogon črpalke, tako da je efektivno delo, ki ga od stroja lahko dobimo, enako $A' = A - A_{\text{not}}$. Vendar je dovedeno delo A_{not} relativno majhno, če gre za usmerjanje utekočinjenega delovnega sredstva.

Prenos energije na Zemljo in njen sprejem z antenami

Električna energija iz fotocelic ali toplotnega stroja se pretvori v mikrovalove, za kar bi lahko uporabili posebno napravo – klistron: to je posebna vakuumsko cev, v kateri pospešeni elektroni (pospeševalna napetost več deset kilovoltov), ki so izstopili iz katode, povzročijo nastanek mikrovalov. Oddajna antena usmeri mikrovalovni žarek k eni ali več sprejemnim antenam na Zemlji – na tleh ali na morju. Le-te pretvorijo mikrovalove v enosmerni tok dokaj varno in učinkovito, električni tok pa teče po vodih do uporabnikov. Sprejemne antene bi morale biti kar velike, zato ocenjujejo, da bi zahtevale 10 % cene celotnega sistema. Za preskus so poslali žarek moči 30 kW prek razdalje ene milje do sprejemne antene in skupen izkoristek prenosa po zraku in pretvorbe v električno energijo je bil 82%.

Značilna frekvenca mikrovalov naj bi bila velikostnega reda GHz (gigahertz, $\text{GHz} = 10^9 \text{ Hz} = 10^9 \text{ s}^{-1}$), čemur ustreza valovna dolžina:

$$\lambda = c/\nu = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})/(10^9 \text{ s}^{-1}) = 0,3 \text{ m}.$$

Upoštevali smo vrednost svetlobne hitrosti $c \approx 300\,000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, s katero potujejo mikrovalovi tako kot vidna svetloba in vsako drugo elektromagnetno valovanje.

Začetni predlog je bil, naj bi bila frekvenca mikrovalov 2,45 GHz, saj je pri tej vrednosti absorpcija v zraku zelo majhna. Vendar pa so sedaj to frekvenčno območje zasedli komunikacijski sateliti, tako da bo treba za prenos energijskih mikrovalov izbrati drugo frekvenco v gigaherčnem območju.

Pojavlja se vprašanje morebitne nevarnosti mikrovalov, npr. 1) za zdravje, če se ljudje zadržujejo v bližini sprejemnih anten, 2) ali pa, če leti letalo neposredno skozi mikrovalovni žarek. Vsaj glede prvega vprašanja je bilo narejenih veliko raziskav že zaradi uporabe mobilnih telefonov. Po poročilih niso našli nobenih mutagenskih učinkov, če žarek ne zadene tkivo



neposredno. Vendar moramo biti vseeno previdni in vpeljati določene varnostne standarde. Načrtujejo, naj bi bila povprečna intenziteta mikrovalovnega žarka s SSP postaje 75 W/m^2 , največja intenziteta v sredini žarka pa 230 W/m^2 , kar je še vedno veliko manj od intenzitete sončne svetlobe. Proti "robu" žarka intenziteta hitro pada. Zato domnevajo, da bi bilo sevanje v neposredni bližini sprejemnih anten veliko manjše kot v bližini današnjih električnih daljnovodov. Zaradi občutljive elektronske opreme pa verjetno ne bi bilo ravno priporočljivo, da bi letalo presekalo sredino mikrovalovnega žarka.

Položaj energijskih postaj

SPP postaje so lahko v orbiti okrog Zemlje ali pa kar na Luni. Obstaja pa tudi tretja, kar obetavna možnost: te postaje bi lahko izdelovali kar na Luni (robotske tovarne) in jih pošiljali z Lune v orbito okrog Zemlje. Pravzaprav so te postaje pretežke za raketni transport v enem kosu: z Zemlje ali Lune naj bi v orbito pošiljali le dele postaj, sestavljali bi pa jih skupaj v sami orbiti. Glede starta in cilja pošiljanja delov SSP postaj futuriste – načrtovalce trajnostnega razvoja največ zanimajo naslednje štiri možnosti:

1. z Zemlje do "nizke Zemljine orbite" (LEO = Low Earth Orbit)) na višini okrog 200 km nad tlemi,
2. z Zemlje do geostacionarne orbite (GEO) – natančneje $3,5785 \cdot 10^4 \text{ km}$ nadmorske višine nad ekvatorjem,
3. z Zemlje na Luno na povprečni razdalji $3,82 \cdot 10^5 \text{ km}$
4. z Lune na GEO – razdalja okrog $3,46 \cdot 10^5 \text{ km}$.

Ocene emisij CO₂

Za zgoraj omenjene štiri možnosti start – cilj smo s sodelavci med drugim ocenili emisije (izločanje) ogljikovega dioksida, CO₂, za celotno predvideno obdobje delovanja teh energijskih sistemov. CO₂ je namreč toplogredni plin in glede na Kyotski sporazum iz leta 2005 naj bi njegovo emisijo v naslednjih desetletjih zmanjšali ali vsaj ne bistveno povečevali. CO₂ sicer ne nastaja med samim delovanjem SSP postaj (pa tudi, če bi nastajal, ne bi bilo nič hudega, saj bi pobegnil v vesolje), upoštevati pa moramo njegovo izločanje na Zemlji pri izdelavi delov postaj, nosilnih raket in tudi emisije pri izgorevanju raketnega goriva.

Za konkretne izračune smo vzeli znane podatke za francosko raketo Ariane 5 ECA in ameriško raketo SpaceX Falcon Heavy 9. Na primer, Ariane 5 poganjata dve vrsti goriva:

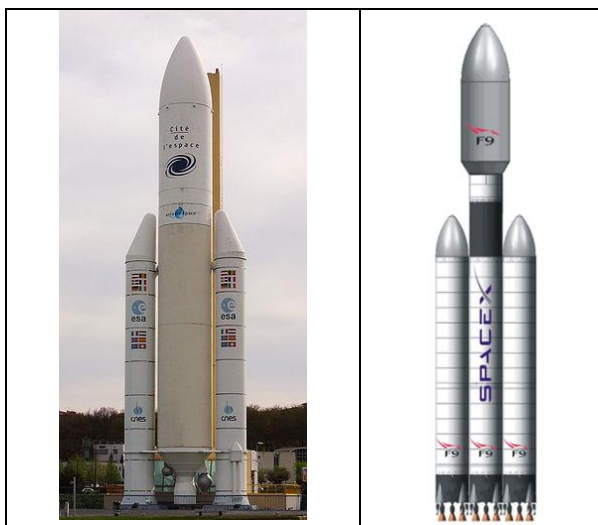
- 1) 476 ton trdnega goriva v dveh stranskih raketnih motorjih za začetni pogon na manjših višinah; to je mešanica 68 % masnega deleža amonijevega



perklorata (NH_4ClO_4 , oksidant), 18 % aluminija in 14 % polibutadiena kot veziva;

2) tekoče gorivo, to je nizkotemperaturnas mešanica tekočega kisika in tekočega vodika v masnem razmerju 5.1 : 1. To je glavno gorivo, ki začne izgorevati, ko se porabi trdno gorivo.

Pri izgorevanju trdnega goriva pravzaprav NH_4ClO_4 kot oksidant zažge aluminij. Pri tem se sprošča CO_2 le zaradi razpadanja organske snovi butadiena. Pri gorenju tekočega goriva pa se kisik in vodik spajata v vodo – to je navidezno res čist energijski vir. Ne smemo pa pozabiti, da potrebujemo tudi za proizvodnjo aluminija za trdno gorivo energijo: aluminij pridobimo iz rude, za kar potrebujemo energijo. Za to uporabljamo npr. premog, ki pri izgorevanju oddaja CO_2 . Tudi za pridobivanje vodika kot dela tekočega goriva potrebujemo veliko energije, npr. pri elektrolizi vode. Upoštevati moramo tudi emisije CO_2 pri proizvodnji materialov za raketo in satelit. Na primer, 85-tonska raketa Ariane brez goriva vsebuje okrog 35 % aluminija, 40% jekla, 15% plastike, ojačane z ogljikovimi vlakni in 10 % drugih materialov.



Slika 9: Raketi Ariane (levo) in Falcon (desno)

Za primerjavo: Falcon uporablja kot gorivo kerozin, ki izhaja iz petroleja, ta pa je destilacijski produkt nafte. Kerozin je kompleksna mešanica raznih ogljikovodikov. Kot oksidant, ki reagira s kerozinom pri gorenju, se uporablja tekoči kisik.

Tabela 6: Primerjava emisij CO_2 na watt električne moči za sistem raketa –SSP satelit pri dveh raketah in pri lansiranju na LEO, GEO in Luno ter z Lune na GEO.

Kg CO_2 / W	Zemlja – LEO	Zemlja – GEO	Zemlja – Luna	Luna – GEO
Ariane 5 ECA	5,2	5,6	5,7	0,056



SpaceX Falcon Heavy	9	5,6	6,4	6,5	0,064
------------------------------------	----------	-----	-----	-----	-------

Morda zgleda čudno, da so emisije CO₂ preračunane na watt in ne morda na joule, ko pa vemo, da npr. pri izgorevanju 1 kg rjavega premoga dobimo okrog 15 MJ energije, masa izgorelega premoga pa je sorazmerna z maso nastalega CO₂. Emisije lahko preračunamo na enoto moči watt zato, ker predvidevamo določeno življenjsko dobo SSP satelita in vemo, kolikšna je njegova energijska moč. Računamo z značilno življenjsko dobo 25 let.

Najpomembnejša tuja vira

[1] P. E. Glaser, Power from the Sun: Its Future, Science Magazine, 162 (1968) str. 857-861.

[2] N. Lior, Power from space, Energy Conversion & Management J., 42 (2001) str. 1769-1805.

PRED-TEST IN PO-TEST

Pred-test (8 vprašanj): O FIZIKI IN ZNANOSTI V SPLOŠNEM

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 8 minut. Obkroži po 1 pravilen/najustrežnejši odgovor na vsako vprašanje. Nasvet: za vsako vprašanje si vzemi po 1 minuto, ker so enakovredna.

1) Pri šolskem testu učitelj dovoli uporabljati list s formulami. Za neko enačbo, ki si jo zapisal(a) na list, nisi popolnoma prepričan(a), ali nastopi ena od veličin res linearno ali pa bi morda moral biti v enačbi kvadrat te veličine. Kaj narediš?

- A) Izberem »pravo« potenco s hitrim žrebom.
- B) Verjamem, da je zveza linearna, saj je tako v večini primerov.
- C) Z nalogo ne izgubljam časa, temveč se lotim drugih.
- Č) Poskusim z dimenzijsko analizo.
- D) Na delu utegne biti »Murphyjev zakon«, zato raje uporabim kvadratno odvisnost.

2) Pripravljaš zanimivo seminarsko nalogo, kjer med drugim naletiš na matematični problem, ki ga ne znaš rešiti analitično. Zato si pomagaš z računalnikom. Katere računalniško orodje bi uporabil (vzemimo, da ga solidno obvladaš)?

- A) Excel
- B) Word
- C) Java
- Č) Mathematica
- D) Corel Draw



3) Zamisli si, da pripravljaš poljuden članek o neki fizikalni temi, npr. za revijo Življenje in tehnika. Nisi prepričan(a) o pravilnem načinu pisanja fizikalnih veličin, njihovih enot, dolgih števil in podobno. Kaj narediš?

- A) Prosim za pomoč znanca slavista.
- B) Pregledam več številke revije, v katero nameravam poslati članek.
- C) Pregledam 20 let star učbenik za fiziko.
- Č) Pregledam več tujih znanstvenih revij, ki jih imam slučajno doma.
- D) Pogledam v Slovar slovenskega knjižnega jezika, ki ga imam na računalniku.

4) Po končani srednji šoli se vpišeš na enega od naravoslovnih ali tehničnih študijev. Ugotoviš, da zaradi zahtevnosti študija način dela, ki si ga uspešno uporabljal(a) v srednji šoli, ne zadostuje več. Kako naprej?

- A) Učim se naprej po »starem sistemu«, a delam bolj trdo.
- B) Vprašam prijatelje v letniku, kako so se oni znašli.
- C) Eksperimentiram z novimi študijskimi prijemi.
- Č) Vpišem se na drugo, »lažjo« fakulteto, čeprav je študij zame dolgočasen.
- D) Preberem kako knjigo o psihologiji učenja in spomina.

5) In your opinion, what's the major difficulty when studying scientific literature in foreign language, or when you want to explain something about science to your »e-mail« friend abroad?

- A) Ne razumem vprašanja!
- B) Too many special words.
- C) Physical units.
- Č) Different cultures.
- D) Different physical laws in different countries.

6) Znanstvenik je na pragu pomembnega odkritja, ki bo zelo verjetno močno vplivalo na razvoj neke tehnologije. Preden zaključi raziskavo in objavi rezultate, na kaj mora z etičnega vidika najbolj paziti?

- A) Da bo zaradi potencialnih možnosti zlorabe to znanje (ali le informacija o tem) dostopno čim manj ljudem, sploh pa ne širši javnosti.
- B) Da jasno nakaže morebitna ekološka tveganja novih tehnologij, pa tudi njihov socialni vpliv.
- C) Zaradi lojalnosti mora biti na prvem mestu ekonomski profit organizacije, ki ga je finančno podprla pri raziskavah, tudi če se zamolčijo nekatere kritične ugotovitve.
- Č) Da rezultate objavi čim prej, posebno če se boji, da ga bodo tekmeci prehiteli.
- D) Da citira/omeni vse raziskovalce, ki so s svojimi predhodnimi znanstvenimi prispevki vplivali na potek te raziskave.

7) Zamisli si, da delaš v skupini, ki se ukvarja s šolsko raziskovalno nalogo, pri čemer si med seboj razdelite naloge – posamezne dele raziskovalnega problema. Če svoje naloge ne razumeš popolnoma ali pa ne veš, kako se je sploh lotiti, kako ukrepaš?



- A) Na prvem ponovnem sestanku skupine povem, da nalogi nisem kos, in odstopim od projekta.
- B) Prosim za zamenjavo nalog.
- C) Čakam na »razsvetlitev«.
- Č) Prosim nekoga iz skupine, da mi pomaga pri mojem delu naloge.
- D) Zagrizem se v problem. Med drugim začnem intenzivno brskati po literaturi, če bi morda naletel(a) na sorodno temo in način reševanja problema.

8) V nekaterih slovenskih revijah, ki so napol strokovne, napol znanstvene, je mogoče napisati članke v slovenščini ali angleščini. Če bi napisal(a) članek za takšno revijo in bi se torej moral(a) odločiti za izbiro jezika, čemu bi dal(a) prednost?

- A) Zagotovo bi pisal(a) v slovenščini, ker se mi zdi zelo pomembno gojenje slovenščine v strokovni literaturi.
- B) Pisal(a) bi v slovenščini, ker bi članek zanimal nekatera podjetja v Sloveniji.
- C) Verjetno bi pisal(a) v angleščini, da bi članek razumeli tudi tujci na obisku v Sloveniji.
- Č) Zagotovo bi pisal(a) v angleščini, ker bi s tem članek pridobil na veljavi in točkah.
- D) Zagotovo bi pisal(a) v angleščini, ker obstaja veliko angleških strokovnih izrazov, ki nimajo primerne slovenskega prevoda.

Po-test (8 vprašanj): O ORBITALNI ENERGIJI

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 8 minut. Obkroži po 1 pravilen/najustrežnejši odgovor na vsako vprašanje. Nasvet: za vsako vprašanje si vzemi po 1 minuto, ker so enakovredna.

1) Prebral(a) ali slišal(a) si podatek, da Zemlja sprejema od Sonca 170 000 TW svetlobne moči. Kako se prepričaš, da je ta podatek pravilen, če veš, da je intenziteta sončnih žarkov, ki dosežejo Zemljo, 1,35 kW/m²?

- A) Poiščem podatek za oddaljenost Zemlje od Sonca (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$ (intenziteta je moč na ploščinsko enoto).
- B) Poiščem podatek za polmer Zemlje (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$.
- C) Pobrskam po razni astronomski literaturi, če najdem še kod ta podatek.
- Č) Na internetnih straneh poiščem najprej podatek za svetovno letno porabo energije in si pomagam z njim.
- D) Podatek se mi zdi prevelik, zato namesto terawattov pišem gigawatte.

2) Kako bi v predstavitvi svojega seminarja o orbitalni energiji v program power point vključil(a) animacijo, ki prikazuje energijske pretvorbe pri prestrezanju sončne svetlobe s sateliti in pošiljanju mikrovalov na Zemljo?

- A) Pomagal(a) bi si z excelom.
- B) V wordu bi narisal(a) serijo slik in jih kopirala v datoteko v power pointu.
- C) Animacijo bo programiral(a) v Javi.



Č) Pomagal(a) bi si z internetom.

D) V corel drawu bi narisal(a) serijo slik in jih kopiral(a) v datoteko v power pointu.

3) Kako bi sošolcu(ki), ki slabo zna (razume) fiziko, razložil(a) da je valovna dolžina elektromagnetnega valovanja obratno sorazmerna z njegovo frekvenco? Izberi eno od naslednjih razlag:

A) Če povečamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina zmanjša.

B) Če zmanjšamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina poveča.

C) Tolikokrat kot se poveča frekvenca, se zmanjša valovna dolžina – in nasprotno.

Č) Če povečamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina dvakrat zmanjša, če pa zmanjšamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina dvakrat poveča.

D) Če povečamo frekvenco dvakrat, se valovna dolžina dvakrat zmanjša, če pa zmanjšamo frekvenco trikrat, se valovna dolžina trikrat poveča.

4) Pri obravnavi energije s SSP (Space Solar Power) satelitov, pa tudi pri študiju svetovne energijske porabe se srečaš z velikimi številkami, tako da je treba pri enotah uporabljati razne predpone, kot je tera za 10^{12} , itd. Uporabo teh predpon si doslej preveč zanemarjal(a). Kaj sedaj?

A) To, da sem naletel(a) na takšno tematiko z velikimi razponi veličin, je zgolj naključje, zato se ni treba kaj preveč sekirati.

B) To mi daje misliti. Verjetno se splača ponoviti uporabo predpon k enotam in tudi desetiških potenc velikih števil ter se v njihovi rabi zares izuriti.

C) S tem problemom se splača ubadati občasno – takrat pač, ko spet naletim na fizikalni pojav z velikimi merskimi števili.

Č) Nabavim si dober matematični priročnik, v katerem so opisane tudi raba predpon in operacije s potencami.

D) Zanesem se na prijatelja, ki zelo dobro pozna te stvari, tako da ga občasno prosim za pomoč.

5) What's one of the benefits of the use of space solar power instead of electric plants on Earth?

A) Ne razumem vprašanja!

B) Plenty of space.

C) Too little space.

Č) Cost.

D) No problems with international agreements.

6) Če bodo SSP postaje nekoč res zaživele, kdo bi po tvojem mnenju moral odločati o razporeditvi energije po deželah, ki bi jo sateliti pošiljali na Zemljo z mikrovalovi?

A) Svetovna vlada.

B) Družbe (podjetja), ki so te postaje zgradile.

C) Najbogatejši ljudje.

Č) Čim širša javnost.

D) To naj se prepusti svobodnemu trgu.



7) Zamisli si, da delaš v skupini, ki se ukvarja s šolsko raziskovalno nalogo v zvezi z zbiranjem podatkov o porabi različnih energijskih virov in o smiselnosti oskrbovanja Slovenije z orbitalno sončno energijo, pri čemer si med seboj razdelite naloge – posamezne dele raziskovalnega problema. Tvoja naloga je zbrati ključne podatke o slovenskih termoelektrarnah na premog in narediti nekaj osnovnih izračunov. Če ne veš, kako se naloge sploh lotiti, kako ukrepaš?

A) Na prvem ponovnem sestanku skupine povem, da nalogi nisem kos, in odstopim od projekta.

B) Prosim za zamenjavo nalog.

C) Čakam na »razsvetlitev«.

Č) Prosim nekoga iz skupine, da mi pomaga pri mojem delu naloge.

D) Zagrizem se v problem. Med drugim začnem intenzivno brskati po literaturi, če bi morda naletel(a) na sorodno temo in način reševanja problema.

8) Ali bi bil(a) pripravljen(a) napisati poljudni članek o orbitalni sončni energiji za revijo Življenje in tehnika, če bi dovolj vedel(a) o tem?

A) Da, ker se mi zdi zelo pomembno gojenje slovenščine v strokovni in poljudno-znanstveni literaturi.

B) Da, ker bi članek zanimal nekatera podjetja v Sloveniji.

C) Morda.

Č) Ne vem.

D) Ne.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		EXCELOV DOKUMENT ZA AVTOMATSKO OVREDNOTENJE TESTOV														
2		POMEMBNO: Podatke vstavljajte SAMO v rumena polja!!!														
3		Vse številke v rdeči pisavi izračuna sam program.														
4		IME ŠOLE: Vstavite ime šole														
5		UČITELJ: Vstavite svoje ime in imek														
6		RAZRED: Vstavite razred ali oddelok														
7		POSKUS: Frontalno ali skupinsko delo?														
8		OPOMBE: Vstavite morebitne opombe, npr. ali so kaj prepisovali														
9		drug od drugega, itd.														
10																
11		ŠT. UČENCEV Z OBEMA TESTOMA: 13 (max. 35)														
12		POMEMBNO: Ne pozabite prav izpolniti polje F11 za število učencev!														
13		PRED-TEST (tabela pravičnih - 1 in napačnih - 0 odgovorov; navodila so pod tabelo)														
14		IZPOLNITE TABELO!														
15		Št. uč.	Ozn. uč.	Številka vprašanja v testu				ZA VSAK PRAVILEN ODGOVOR VSAKEGA UČENCA SPREMENITE NULO V ENICO.								
16				1	2	3	4	5	6	7	8	Skupaj prav rešenih/učenca				
17		1 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18		2 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19		3 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		4 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21		5 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22		6 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23		7 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24		8 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25		9 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26		10 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27		11 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28		12 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29		13 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30		14 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Slika 10: PRINT-SCREEN PRVE STRANI EVALVACIJSKEGA EXCEL DOKUMENTA



Avtorji gradiva: Milan Ambrožič, Zlatko Bradač, Andrej Nemec
Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Električna prevodnost in perkolacijska teorija

Strategija (metoda): skupinski poskus s kockami

Starostna skupina: 9. razred OŠ, SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo):

- f) Predvsem naslednje generične kompetence: sposobnost interpretacije in sinteze zaključkov, sposobnost skupinskega dela, medosebna interakcija, uporaba matematičnih idej in tehnik
- g) predmetno-specifične: /

Umestitev v učni načrt: Električni tok

Način evalvacije: z vprašanji izbirnega tipa (pred-test in po-test sta različna)

A) Teoretični del

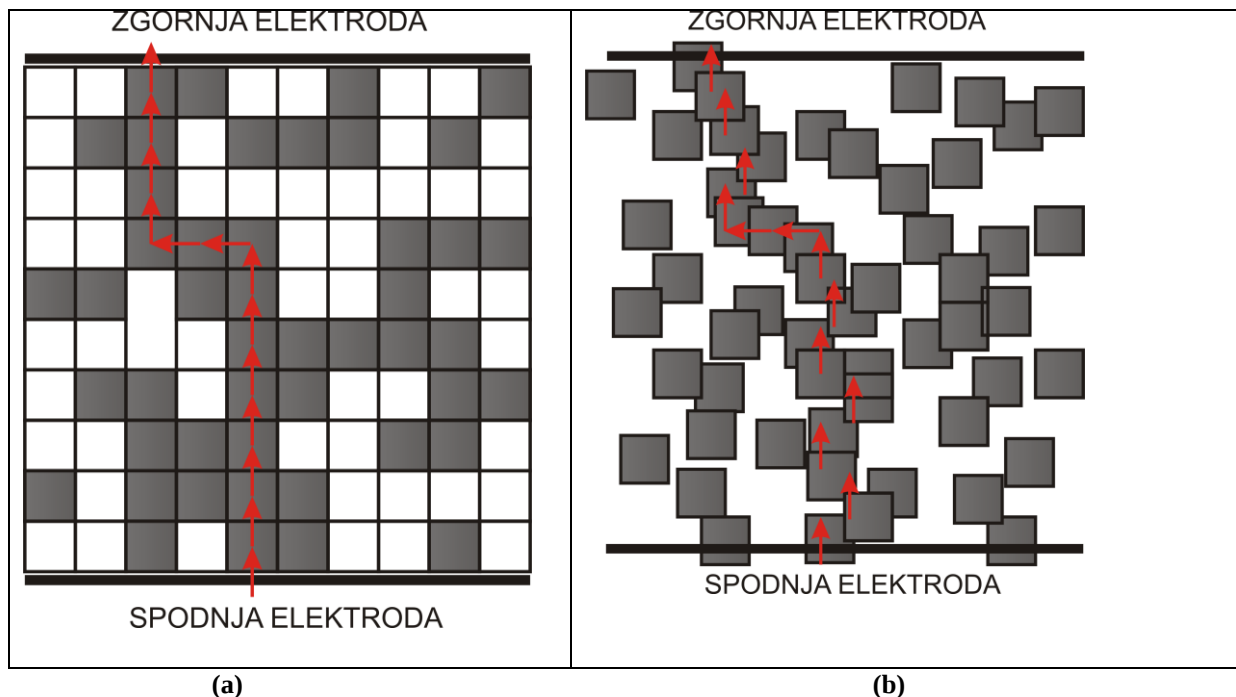
Perkolacijska teorija je v drugi polovici 20. stol. doživela velik znanstveni razmah, posebno pri svoji teoretični interpretaciji. Njen razvoj so najbrž spodbudile geološke raziskave; eno od vprašanj v teh raziskavah je bilo: pod katerimi pogoji (poroznost kamenin, oblika in velikostna porazdelitev por, itd.) lahko voda pronica (perkolira) skozi kamnite plasti. Ker je to v bistvu geometrijski problem (kdaj tvorijo pore povezano mrežo?), je perkolacijska teorija kmalu našla svoje mesto tudi na drugih znanstvenih področjih, npr. pri študiju električnih lastnosti kompozitov, sestavljenih iz prevodne in neprevodne komponente. Če je takšen kompozit na primer keramika (ki je navadno odličen električni izolator) s kovinskimi delci kot prevodno komponento, potem mora biti prostorninski delež kovine dovolj velik, da je celoten kompozit prevoden. Kovinski delci morajo namreč omogočati prevodno pot od ene elektrode do druge. To ni samo akademski problem, saj imajo takšni kompoziti – kermeti (ker = keramika + met = metal) velik tehnološki pomen. Keramika kot večinska komponenta lahko daje kompozitu dobre mehanske lastnosti (trdnost, trdota, obrabna obstojnost, kemijska inertnost), kovina pa s svojim prostorninskim deležem določa električno prevodnost.

Ključni podatek za takšne kompozite je perkolacijski prag, to je mejni prostorninski delež prevodne komponente, nad katero postane celoten material električno prevoden. Perkolacijski prag je zelo odvisen od geometrije problema:



- 1) Dvodimenzionalni (2D, prevajanje zelo tanke plasti) ali tridimenzionalni (3D, prevajanje materiala, kjer so vse tri dimenzije velike) problem
- 2) Oblika prevodnih delcev (npr. v 3D: idealne krogle ali pa elipsoidi ali dolge prevodne paličice ali diski)
- 3) Velikostna porazdelitev delcev. Računalniške simulacije in poskusi pokažejo, da je perkolacijski prag najmanjši, če so vsi prevodni delci enako veliki.
- 4) Homogenost, urejenost ali nered (npr. urejenost smeri prevodnih paličic), itd.

Z razvojem računalnikov so postale v teoretičnih raziskavah perkolacije poleg analitičnih prijemov na osnovi verjetnostnega računa popularne tudi razne Monte Carlo simulacije. Pri njih gre za računalniško simulacijo naključnosti – računalniški program na osnovi naključnega generatorja števil »meče kocko«, npr. pri določanju naključnih položajev prevodnih delcev v keramični matriki. Pri matematičnih modelih za perkolacijske probleme (pa naj so računalniško podprti ali ne) moramo predvsem razlikovati med *mrežnimi* in *zveznimi modeli*. Za večjo nazornost razložimo razliko med obema skupinama modelov na primeru problema električne prevodnosti v dveh dimenzijah, kar je tudi tema tega gradiva. Pri 2D mrežnem modelu vzamemo urejeno mrežo pravilnih likov (kvadratov, pravokotnikov, enakostraničnih trikotnikov ali šestkotnikov, rombov, itd.), ki mrežo lepo izpolnjujejo. Čeprav imamo v tem primeru položajno urejenost likov (vzemimo kvadratke), gre še vedno za neke vrste naključnost, ki je bistvena sestavina perkolacijske teorije: nekateri kvadrati so prevodni, drugi pa ne in to je naključno določeno. Nasprotno imamo pri zveznem modelu prevodne kvadratke postavljene na neprevodnem ozadju povsem naključno. Razlika med mrežnim in zveznim modelom s kvadrati kot prevodnimi delci je prikazana na sliki 1. Navadno so zvezni modeli bolj realistični, vendar je matematična obravnava mrežnih modelov lažja. Pri zveznih modelih navadno dovoljujemo delno prekrivanje kvadratkov, saj se analiza in programiranje modelov izredno zaplete, če dovolimo le njihovo dotikanje. Pri modeliranju pri vsaki naključno izbrani konfiguraciji kvadratkov preverimo, ali je nastala prevodna pot med dvema elektrodama, npr. med spodnjo in zgornjo elektrodo na sliki 11. Za mrežni model vzamemo sodilo, da je med sosednjima prevodnima kvadratkoma prevodni stik, če se dotikata s celo stranico, ne samo z ogliščem.

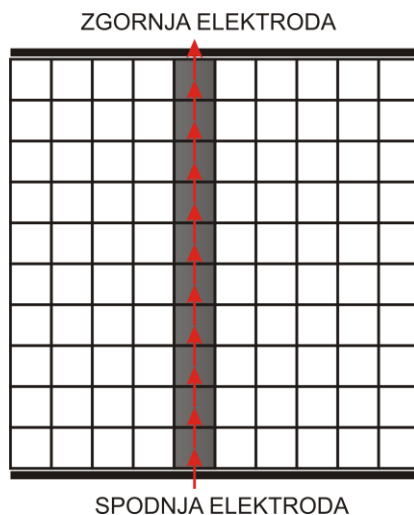


Slika 11: Razlika med mrežnim (a) in zveznim (b) modelom (v splošnem bi lahko bili kvadrati tudi različno zasukani). Prevodni kvadrati so temni. V obeh primerih je kriterij prevajanja med elektrodama izpolnjen, saj obstaja prevodna pot med njima (lahko je več takšnih poti), nakazana s puščicami.

Za obravnavo v šoli se osredotočimo na 2D mrežni model s kvadrati (slika 1a). Ključni podatek za ta model je verjetnost p , da je poljubni kvadrat (ko sestavljamo njihovo mrežo) prevoden. Če je npr. $p = 60\%$, potem bo približno 60 % vseh kvadratov prevodnih, 40 % pa neprevodnih. Paziti moramo tudi na razliko med zelo velikimi (praktično neskončnimi) mrežami kvadratov in končnimi mrežami. Če je mreža zelo velika (npr. milijon $\times$ milijon kvadratov), je kljub naključnosti položajev prevodnih in neprevodnih kvadratov perkolacijski prag natančno določen: $p_c \approx 59\%$. To pomeni: prevodnih kvadratov mora biti vsaj 59%, da nastane prevodna pot med spodnjo in zgornjo elektrodo. Če imamo na razpolago na milijone prevodnih in temu ustrezen delež neprevodnih kvadratov in seveda neomejen čas (zato takšno opravilo raje prepustimo računalniškim simulacijam!) ter z rokami mešamo kvadrate, preden jih razporedimo v mrežo, bomo vsakič sestavili drugačno razporeditev. Vendar če je $p = 59\%$ ali več, bomo vsakič našli prevodno pot med elektrodama. Če je p precej večji od 59 %, bomo prevodno pot našli lažje, zato tudi sama prevodnost sistema močno narašča nad perkolacijskim pragom. Za $p < 59\%$ pa nikoli ne dobimo prevodne poti. Pozor: lahko bi načrtno sestavili takšno porazdelitev kvadratov, da bi vseeno nastopila prevodna pot, pa čeprav je verjetnost p precej manjša od 59 %, kot prikazuje



slika 12. Vendar pa to ni naključna razporeditev, o kateri govori perkolacijska teorija.

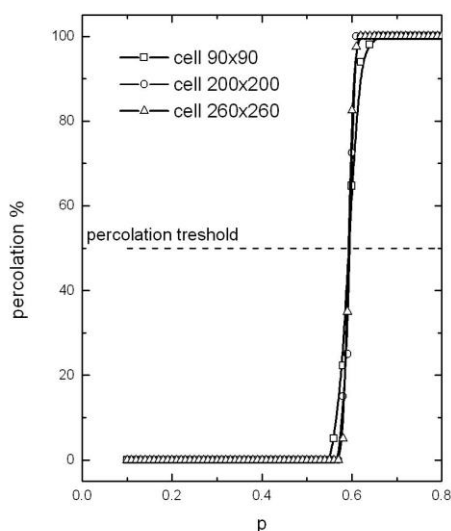


Slika 12: Izjemen (redak) primer prevodne poti daleč pod formalnim perkolacijskim pragom 59% za zelo velike mreže. To se lahko zgodi le pri zelo majhnih mrežah.

In tu nastopi bistvena razlika med majhnimi in velikimi mrežami, ki se je moramo ves čas zavedati. Recimo, da imamo majhno mrežo, npr. 10×10 kvadratkov in p samo 10 % (torej 10 prevodnih kvadratkov od 100), pa da z zavezanimi očmi jemljemo pomešane kvadratke in jih postavljamo v mrežo. Tedaj se nam lahko zgodi, da ustvarimo prevodno pot, prikazano na sliki 12, vendar je verjetnost za to izredno majhna, čeprav teoretično večja od nič. Če pa imamo veliko večjo mrežo (npr. milijon $\times$ milijon), je verjetnost, da bomo naključno izbrali takšne poti kot na sliki 12, povsem zanemarljiva. Iz tega sledi pomembna ugotovitev: medtem ko je perkolacijski prag pri neskončni mreži točno določen, je pri končni mreži razmazan čez širše območje verjetnosti p . To območje je tem širše, čim manjša je mreža. Zgled rezultatov Monte Carlo simulacije, ki smo jo naredili za različno velike mreže, prikazuje slika 13. Govorimo o perkolacijski verjetnosti P , ki jo moramo razlikovati od verjetnosti p (deleža prevodnih kvadratkov). Perkolacijska verjetnost P pomeni tole: če sestavimo veliko število različnih naključnih konfiguracij prevodnih in neprevodnih kvadratkov pri dani velikosti mreže (npr. 90×90 na sliki 13) in pri dani vrednosti p , potem bo pri nekaterih konfiguracijah nastopila prevodna pot med nasprotnima elektrodama, pri drugih pa ne; P pomeni delež tistih konfiguracij s prevodno potjo. Pri dani velikosti mreže je P (oznaka percolation % na sliki 3) funkcija p . Le pri neskončni mreži je prehod nenaden: $P = 0$ pri $p < p_c$ ter $P = 100$ % pri $p > p_c$. Čeprav prehod med $P = 0$ in $P = 100$ % pri končnih mrežah ni skokovit, se da vseeno smiselno definirati natančno vrednost



perkolacijskega praga p_c : to je tista vrednost p , kjer je $P = 50\%$ (presečišče krivulj s črtkano črto na sliki).



Slika 13: Funkcijska odvisnost perkolacijske verjetnosti P (spremenljivka na navpični osi) od deleža prevodnih kvadratkov p . Tudi pri končnih mrežah, ne le pri neskončni mreži, je perkolacijski prag približno $p_c = 59\%$ (tam je namreč $P = 50\%$). Vidimo, da je celo pri najmanjši mreži 90×90 perkolacijski prehod razmeroma ozek in strm, še bolj pa to velja za večje mreže. Pri veliko manjših mrežah, recimo 10×10 , pa je širina prehodnega območja precej večja.

V tem gradivu ponazorimo perkolacijski model z 2D kvadratno mrežo s serijo poskusov, kjer zlagamo 2 vrsti kock (prevodne in neprevodne ali pa kocke z dvema različnima barvama v kvadrat). Delo poteka v več skupinah učencev/dijakov z različnimi parametri problema, npr. z različnim številskim deležem prevodnih kock, postavljanje kock v kvadrat pa je »slepo« (natančnejša razlaga je v podrobnejših navodilih spodaj). Pri poskusu se lahko zares meri prepuščen elektrini tok skozi takšno mrežo (kar lahko pomeni nekaj tehničnih težav) ali pa se prevodno pot v vsaki konfiguraciji kock preveri vizuelno (pri majhnih mrežah, kot je na sliki 1a, to ni težko). Gre za nov pedagoški prijem – praktično igro s teorijo verjetnosti, kar bi utegnilo biti za osnovnošolce in dijake dokaj zanimivo.

Literatura:



1. D. Stauffer, "Introduction to Percolation Theory", Taylor & Francis, London 1985.
2. G. E. Pike and C. H. Seager, "Percolation and Conductivity: A Computer Study", Phys. Rev. B, **10**, 1421 (1974).
3. W. J. Boudville and T. C. McGill, "Finite-Size Effects in Two-Dimensional Continuum Percolation", Phys. Rev. B, **39**, 369 (1989).
4. F. Lux, "Review: Models Proposed to Explain the Electrical Conductivity of Mixtures Made of Conductive and Insulating Materials", J. Mater. Sci., **28**, 285 (1993).
5. A. A. Gusev and O. A. Guseva, "Voltage Breakdown in Random Composites", Adv. Eng. Mater., **5**, 713, (2003).
6. M. Ambrožič, "Numerična analiza perkolacijskega praga prevodnosti v kermetih", Obzornik za matematiko in fiziko **51**, št. 5, 144, (2004).
7. M. Valant, A. Daksobler, M. Ambrožič, T. Kosmač, "Giant permittivity phenomena in layered BaTiO₃ – Ni composites", J. Eur. Ceram. Soc. **26**, 891, (2006).

B) Praktični del

SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

Tik pred izvedbo testiranja gradiva naj učitelj zelo na kratko razloži pomen perkolacijske teorije, kot je nakazano v teoretičnem delu zgoraj. Za to naj si vzame 5 minut. Priporočljivo je, da učencem prikaže s projektorjem zgornje slike modela s kvadratno mrežo. Pred-test in po-test naj trajata tudi točno po 5 minut. Preostali čas naj poteka poskus po skupinah. Testiranje prevodnih poti med namišljenima elektrodama naj bo predvsem vizuelno (tako da npr. ena od dveh barv kock pomeni prevodno fazo), lahko pa se za večjo nazornost dodatno poskusi z elektrodama, ki morata biti dovolj dolgi, da z dolžino zajameta eno stranico kvadrata kock, kot je prikazano na sliki 1. Poskus in obravnava perkolacije nista mišljena kot nadomestitev ene od klasičnih ur fizike, temveč kot dodatna zanimivost pri nerazporejenih urah v učnem načrtu. Zato tudi ni nobene kontrolne skupine. Poleg pred-testa in po-testa za učence je priložen še vprašalnik za učitelje, v katerem sami ocenjujejo gradivo in potek njegovega testiranja, z možnostjo dodatnih predlogov in dopolnitev gradiva. Za dodaten trening perkolacijske metode doma pa lahko učenci preskusijo priložen perkolacijski program: napisan je v delphi pascalu in preveden v exe program za DOS, vendar pa se z dvojnim klikom nanj lahko zažene kar iz windows sistema.

PODROBNEJŠA NAVODILA+časovni potek

2.1 VRSTNI RED IN TRAJANJE DOGODKOV



- Kratka razlaga perkolacijske teorije: 5 minut; potem razdelitev pred-testov
- Pred-test: natančno 5 minut
- Učitelj pobere pred-teste. Hitra razporeditev v skupine in razdelitev kompletov kock
- Poskus po skupinah: 20 do 25 minut
- Poročanje vodij skupin: do 10 minut;
- Domača naloga: učenci si sami narišejo doma graf $P(p)$ po vzoru slike 3; priporočljiva je tudi uporaba priloženega programa perko2D.exe
- Naslednja šolska ura fizike: pisanje po-testa, natančno 5 minut

Testiranje je tako izvedljivo v eni šolski uri + dodatnih pet minut naslednjo šolsko uro!

Evalvacija (statistična obdelava rezultatov testov): naredi učitelj doma z uporabo priloženega excelovega dokumenta

NEKAJ DODATNIH NAPOTKOV

Učence pri pred-testu opozorite, naj se ne pozabijo podpisati nanje. Poskrbite, da res pišejo natanko 5 minut. Po pred-testu formirajte skupine naključno ali po vnaprej pripravljenem spisku, a tako, da so vodje vnaprej znani (najuspešnejši učenci/dijaki v fiziki). Formiranje skupin naj se izvede hitro, da ne bo časovne stiske. Zato je priporočljivo, da vnaprej premislite, kako boste to hitro in praktično izvedli. Na kratko razložite potek poskusov.

OPIS POSKUSA

POTREBŠČINE: priporočljivo vsaj 2 kompleta po 36 enako velikih kock na skupino, tako da se da sestaviti kvadratno mrežo 6×6 . Drugače za silo zadostuje tudi mreža 5×5 kock. Če se ne izvede dodatna meritev električnega toka, je dovolj, da se oba kompleta kock razlikujeta le vizuelno, npr. po barvi. V primeru meritve toka še šolski nizkonapetostni vir, ampermeter, žice in dve kovinski plošči kot elektrodi. Krajša dimenzija elektrode mora biti enaka robu kocke, daljša pa 6 robov. Kocke se lahko polaga na ravno mizo, poskrbeti pa je treba za dober stik med njimi.

POTEK: Opisujemo poskus brez dodatnega merjenja električnega toka. Za vsako skupino naj učitelj izbere, koliko kock od 36 naj bo »prevodnih«. To število naj bo v bližini perkolacijskega praga ~60 % (zaokroženo pomeni to 22 prevodnih kock od 36). Za različne skupine naj se število prevodnih kock giblje v bližini perkolacijskega praga, npr. 18, 20, 22, 24 in 26 kock, če je 5 skupin (seveda, če je dovolj kompletov kock). Večja odstopanja od perkolacijskega



praga niso najbolj smiselna. Potem vsaka skupina izbere iz obeh različnih kompletov pravo število prevodnih in neprevodnih kock. Vsaka skupina naj si najprej izračuna p . Če je npr 20 prevodnih kock od 36, potem je $p = 20/36 \approx 55,6\%$. Če le gre, naj poteka delo v skupini dovolj hitro, da se izvede 10 postavitvev (zaradi grobega določanja perkolacijske verjetnosti P) različnih konfiguracij 6×6 kock. Pri postavitvi ene naključne konfiguracije naj delo poteka na naslednji način. Skupina na mizi dobro »premeša« med seboj kocke, tako da so v gruči čim bolj naključno razporejene kocke obeh vrst. Potem en učenec v skupini z zaprtimi ali zavezanimi očmi jemlje kocke iz gruče in jih podaja sošolcu, ki jih po vrsti (po vrsticah) postavlja na mizo v kvadrat. Ko je razporejenih vseh 36 kock, skupina hitro preveri, ali je nastala prevodna pot med namišljenima elektrodama ali ne. Zapiše si rezultat DA ali NE. To naredi 10-krat, tako da lahko nazadnje grobo izračuna perkolacijsko verjetnost: $P = (\text{število konfiguracij z DA})/10$.

Po končanem poskusu vodje skupin poročajo o dobljenih vrednostih P za različne vrednosti p . Pare $P(p)$ naj si zapišejo vsi učenci, zato da lahko doma narišejo ustrezni diagram. Diagrami, ki jih učenci dobijo, so po kakovosti seveda daleč od krivulj na sliki 3, ki so bile dobljene z obsežnimi Monte Carlo simulacijami na hitrem računalniku. Vendar pa diagrami vseeno dajo kvalitativno sliko.

VARIACIJE OPISANEGA POSKUSA: Učitelj lahko v drugih razredih za kontrolo naredi različne variacije opisane poskusa (pa tudi če sploh nima tehničnih možnosti za zgornji poskus, npr. premalo kock). Na primer, namesto mreže 6×6 kock naj skupine uporabijo le mrežo 4×4 kocke. Ker je v tem primeru več kot pol manj kock, se da eno konfiguracijo sestaviti 2-krat hitreje, zato lahko skupine v 20 minutah naredi 20 konfiguracij namesto 10, kar izboljša statistiko za verjetnost P . Primerno število prevodnih kock je treba spet preračunati okrog perkolacijskega praga $\approx 60\%$. Druga možnost, če kock sploh ni, je, da učitelj naroči učencem, da si doma sami izrežejo dovolj kvadratkov iz dveh obarvanih papirjev različnih barv (ali pa si sami natisnejo kvadratke z uporabo kakega grafičnega programa). V šole lahko papirne kvadratke obrnejo z nepobarvano stranjo navzgor in pomešajo. Potem naključno jemljejo kvadratke, jih obračajo s pobarvano stranjo navzgor in zlagajo v kvadratno mrežo. To lahko počne vsak učenec sam, torej gre za individualno delo namesto skupinskega. V tem primeru je tudi več možnosti za dobro statistiko. Na primer: po 5 učencev dela z isto verjetnostjo za p , tako da se nazadnje njihovi rezultati za funkcijo $P(p)$ povprečijo. Namesto papirčkov lahko učenci prinesejo v šolo dvojni komplet kart za igro »remi«, kjer ima en komplet rdečo zadnjo stran (prevodna faza), drugi pa modro (neprevodna faza). Prav nič ni pomembno, če so to sedaj pravokotniki namesto kvadratov. Pri »slepi« izbiri



modrih ali rdečih kart so sedaj figure pomešanih kart obrnjene navzgor, v mrežo pravokotnikov pa jih učenec postavlja s hrbtno stranjo navzgor.

REŠITVE PRED-TESTA IN PO-TESTA

Pred-test:

1) Na izvir električne napetosti je priključen upornik z majhnim uporom. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik s praktično neskončnim uporom (električni izolator). Ali pri tej vezavi teče skozi izvir napetosti kak tok?

A) Ne vem.

B) Ne.

☒ C) Da.

Č) Da, vendar je tok izredno majhen.

2) Na baterijo je priključen upornik z uporom $10\ \Omega$. Skozi baterijo teče tok $0,9\ \text{A}$. Nato dodamo še tri upore po $1\ \text{G}\Omega$, vezane vzporedno. Kolikšen je potem tok skozi baterijo?

☒ A) Praktično enak kot prej.

B) Praktično nič.

C) Četrtno prejšnje vrednosti, to je $0,225\ \text{A}$.

Č) 4-krat več kot prej, to je $3,6\ \text{A}$.

3) Na izvir električne napetosti je priključen upornik z majhnim uporom. Nato dodamo še en zaporedno vezan upornik s praktično neskončnim uporom (električni izolator). Ali pri tej vezavi teče skozi izvir napetosti kak tok?

A) Ne vem.

☒ B) Ne.

C) Da.

Č) Da, in to precej večji tok kot prej, ko je bil v tokokrogu le majhen upor.

4) Na baterijo je priključen upornik z uporom $10\ \Omega$. Skozi baterijo teče tok $0,9\ \text{A}$. Nato dodamo še tri upore po $1\ \text{G}\Omega$, tako da so vsi 4 upori vezani zaporedno. Kolikšen je potem tok skozi baterijo?

A) Praktično enak kot prej.

☒ B) Praktično nič.

C) Četrtno prejšnje vrednosti, to je $0,225\ \text{A}$.

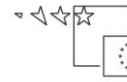
Č) 4-krat več kot prej, to je $3,6\ \text{A}$.

5) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz slabšega, druga pa iz precej boljšega električnega prevodnika, zvežeš zaporedno (eno za drugo) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih?

A) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.

B) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz boljšega prevodnika.

C) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz slabšega prevodnika.



Č) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok manjši kot pri drugi, padec napetosti pa je večji.

D) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok večji kot pri drugi, padec napetosti pa je manjši.

E) Oba toka sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika večji padec napetosti kot pri drugi.

F) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika tok večji kot pri drugi.

G) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.

6) Električna upornost (ali električni specifični upor) in električna prevodnost snovi sta si obratni fizikalni veličini. Če označimo električno upornost z grško črko ζ (zeta), prevodnost pa s σ (sigma), potem velja: $\sigma = 1/\zeta$. Kaj to pomeni za odličen (idealni) električni izolator?

A) $\zeta = 0$, $\sigma = 0$.

B) $\zeta = \infty$ (neskončno), $\sigma = 0$.

C) $\zeta = 0$, $\sigma = \infty$.

Č) $\zeta = \infty$, $\sigma = \infty$.

D) Nimam pojma.

7) Perkolacijska teorija električnega prevajanja v snovi se v bistvu ukvarja z zapleteno kombinacijo (»vezavo«) dobrih električnih prevodnikov in električnih izolatorjev. Kaj misliš, katero je eno od ključnih vprašanj perkolacijske teorije prevodnosti?

A) Kolikšen je električni upor prevodnih delcev v snovi?

B) Kolikšen je električni upor neprevodnih delcev v snovi?

C) Vsaj kolikšen mora biti prostorninski delež prevodnih delcev, da celotna snov prevaja električni tok?

Č) Kolikšno je razmerje med električnim tokom skozi prevodne delce in tokom skozi neprevodne delce?

D) Kolikšna je električna napetost na prevodnih delcih in kolikšna na neprevodnih?

8) Perkolacijske teorije ne uporabljajo samo pri električni prevodnosti kompozitnih materialov (npr. neprevodne keramike s prevodnimi kovinskimi delci), temveč marsikje drugje, npr. pri študiju pronicanja vode skozi porozne kamnite plasti. Kaj imata torej ta dva na videz popolnoma različna pojava skupnega oziroma ali obstaja kakšna analogija med njima?

A) Pojava nimata prav nič skupnega, to da se z obema ukvarja perkolacijska teorija, je le naključje.

B) Pore v kamnini ustrezajo kovinskim delcem, kamnina sama pa keramiki.

C) Pore v kamnini ustrezajo keramiki, kamnina sama pa kovinskim delcem.

Po-test:



1) Na akumulator je priključen upornik z majhnim uporom. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik z 10^6 -krat večjim uporom. Ali se tok skozi akumulator z dodanim upornikom kaj spremeni?

- A) Ne.
- B) Da, zelo se poveča.
- C) Da, zelo se zmanjša.
- ☒ D) Da, zelo malo se poveča.
- D) Da, zelo malo se zmanjša.

2) Na izvir električne napetosti je priključen upornik z majhnim uporom, med njim in eno od priključnih žic pa je tanka izolacijska plast. Ali teče skozi upornik kak tok?

- ☒ A) Ne.
- B) Da, če je izolacijska plast tanjša od 1 mm.
- C) Da, če je izolacijska plast debelejša od 1 mm.
- Č) Da, če je upornik krajši od 1 cm, neodvisno od debeline izolacijske plasti.
- Č) Da, če je upornik krajši od 1 cm, izolacijska plast pa tanjša od 1 mm.

3) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz slabšega, druga pa iz precej boljšega električnega prevodnika, zvežeš zaporedno (eno za drugo) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih?

- A) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.
- B) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok manjši kot pri drugi, padec napetosti pa je večji.
- C) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok večji kot pri drugi, padec napetosti pa je manjši.
- Č) Oba toka sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika manjši padec napetosti kot pri drugi.
- D) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika tok večji kot pri drugi.
- E) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz boljšega prevodnika.
- F) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz slabšega prevodnika.
- ☒ G) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.

4) Jantar je odličen električni izolator. Katera od spodnjih trditev je po tvojem resnična?

- A) Specifični upor jantarja je $10^{21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{21}/(\Omega \cdot m)$.
- B) Specifični upor jantarja je $10^{-21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{-21}/(\Omega \cdot m)$.
- ☒ C) Specifični upor jantarja je $10^{21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{-21}/(\Omega \cdot m)$.
- Č) Specifični upor jantarja je $10^{-21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{21}/(\Omega \cdot m)$.

5) Ko kemiki in drugi inženirji sestavljajo kompozitni material iz prevodne in neprevodne komponente, morajo poznati perkolacijski prag, to je, kolikšen mora biti prostorninski delež prevodne komponente, da celotna snov prevaja električni tok. Vendar kemiki raje merijo masne deleže kot prostorninske deleže snovi, ker je tehtanje lažje od merjenja volumna. Katera dva podatka še potrebujejo za preračun med prostorninskim in masnim deležem komponent materiala?



- A) Atomski masi obeh komponent.
B) Valenci obeh komponent.
C) Agregatni stanji obeh komponent.
☒ D) Gostoti obeh komponent.
D) Nobenega dodatnega podatka, saj je masni delež snovi kar enak prostorninskemu.

6) Malo prostorske predstave. Zamisli si, da ima švicarski sir ravno dovolj lukenj, da »perkolira«, to je, da voda pricurlja skozi luknje na spodnjo stran, če jo nalijemo v luknje na vrhu sira. Ali lahko takšen sir sploh stoji skupaj?

A) Nikakor; če je lukenj toliko, da pride voda skozi, potem sir nujno razpade na več kosov.

☒ B) Da, sir se lahko še vedno drži skupaj.

7) Spet sir z dovolj luknjami, da voda pricurlja skozi! Kaj misliš, približno kolikšen mora vsaj biti prostorninski delež lukenj v siru, da voda pronica?

A) 10 %.

☒ B) 30 %.

C) 50 %.

Č) 70 %.

8) Perkolacijska teorija je dokaj interdisciplinarna. Kljub temu: v katero vedo po tvojem najbolj spada?

☒ A) V matematiko.

B) V fiziko.

C) V kemijo.

Č) V biologijo.

D) V geologijo.

Vsi vprašanja so enakovredna in vsak pravilen odgovor šteje po 1 točko. Za statistično obdelavo rezultatov si lahko pomagata s priloženim excelovim dokumentom *evalvacija.xls*. Tam so tudi podrobna navodila njegove uporabe.

UPORABA PEKOLACIJSKEGA PROGRAMA perko2D.exe

Učenci naj ga doma poženejo kar z dvojnim klikom miške; odprlo se jim bo DOS okno. Izpis sicer ni lepo grafičen, vendar ne škodi, če učenci malo spoznajo pogoje sodobnih operacijskih sistemov. Učitelji, testirajte najprej program sami. Program je koristen, ker bodo videli, kako program simulira 2D konfiguracije prevodnih in neprevodnih kvadratkov, in to veliko hitreje, kot gre z zlaganjem kock v šoli. Učencem svetujte naslednje:

1. Primerna velikost mreže je okrog 20, ker gre še lepo izpis na zaslon.
2. Verjetnost za prevodne kvadratke naj bo 50% in več (lahko ta delež postopoma in sistematično zvišujejo od 50 % navzgor, da opazijo, kako



se povečuje verjetnost perkolacije). Tudi ta program lahko uporabijo za račune $P(p)$ in primerjalni izris grafa (primerjava z grobim grafom iz šolskih poskusov).

- Število ponovitev je lahko 100, če imajo dovolj potrpežljivosti. Tako je izračun verjetnosti P zanesljivejši.
- Svetujte jim, naj takrat, ko računalnik preveri konfiguracijo in javi »Perkolira !!!«, sami poskusijo najti prevodno pot med elektrodama po P -jih.

PRILOGE:

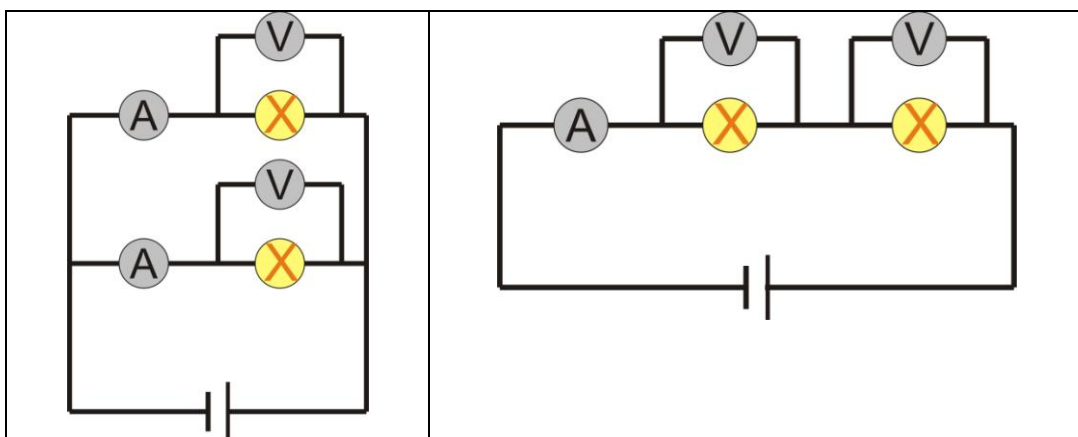
- Pred-test: pred-test.doc
- Po-test: po-test.doc
- Perkolacijski program: perko2D.exe
- Evalvacijski excelov program: evalvacija.xls
- Vprašalnik za učitelje: anketa_ucitelji.doc
- Dodatno gradivo za učitelja (ali za nadarjene učence/dijake po želji): perkol_seminar.pdf

PRED-TEST IN PO-TEST

Pred-test (8 vprašanj): DOBRI ELEKTRIČNI PREVODNIKI & IZOLATORJI

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 5 minut. Obkroži po 1 pravilen/najustreznejši odgovor na vsako vprašanje. Ker je časa malo, beri vprašanja in odgovore hitro in pozorno.



Slika 14: Vzporedna vezava (levo, vprašanja 1 in 2, tok se porazdeli) in zaporedna vezava (desno, vprašanja 3 in 4, napetost se porazdeli). Oznake: A = amperimeter, V = voltmeter, X = žarnica ali kak drug upornik.



1) Na izvir električne napetosti je priključen upornik z majhnim uporom. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik s praktično neskončnim uporom (električni izolator). Ali pri tej vezavi teče skozi izvir napetosti kak tok?

- A) Ne vem.
- B) Ne.
- C) Da.
- Č) Da, vendar je tok izredno majhen.

2) Na baterijo je priključen upornik z uporom $10\ \Omega$. Skozi baterijo teče tok $0,9\ \text{A}$. Nato dodamo še tri upore po $1\ \text{G}\Omega$, vezane vzporedno. Kolikšen je potem tok skozi baterijo?

- A) Praktično enak kot prej.
- B) Praktično nič.
- C) Četrtno prejšnje vrednosti, to je $0,225\ \text{A}$.
- Č) 4-krat več kot prej, to je $3,6\ \text{A}$.

3) Na izvir električne napetosti je priključen upornik z majhnim uporom. Nato dodamo še en zaporedno vezan upornik s praktično neskončnim uporom (električni izolator). Ali pri tej vezavi teče skozi izvir napetosti kak tok?

- A) Ne vem.
- B) Ne.
- C) Da.
- Č) Da, in to precej večji tok kot prej, ko je bil v tokokrogu le majhen upor.

4) Na baterijo je priključen upornik z uporom $10\ \Omega$. Skozi baterijo teče tok $0,9\ \text{A}$. Nato dodamo še tri upore po $1\ \text{G}\Omega$, tako da so vsi 4 upori vezani zaporedno. Kolikšen je potem tok skozi baterijo?

- A) Praktično enak kot prej.
- B) Praktično nič.
- C) Četrtno prejšnje vrednosti, to je $0,225\ \text{A}$.
- Č) 4-krat več kot prej, to je $3,6\ \text{A}$.

5) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz slabšega, druga pa iz precej boljšega električnega prevodnika, zvežeš zaporedno (eno za drugo) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih?

- A) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.
- B) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz boljšega prevodnika.
- C) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz slabšega prevodnika.
- Č) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok manjši kot pri drugi, padec napetosti pa je večji.
- D) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok večji kot pri drugi, padec napetosti pa je manjši.
- E) Oba toka sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika večji padec napetosti kot pri drugi.
- F) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika tok večji kot pri drugi.



G) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.

6) Električna upornost (ali električni specifični upor) in električna prevodnost snovi sta si obratni fizikalni veličini. Če označimo električno upornost z grško črko ζ (zeta), prevodnost pa s σ (sigma), potem velja: $\sigma = 1/\zeta$. Kaj to pomeni za odličen (idealen) električni izolator?

- A) $\zeta = 0$, $\sigma = 0$.
- B) $\zeta = \infty$ (neskončno), $\sigma = 0$.
- C) $\zeta = 0$, $\sigma = \infty$.
- Č) $\zeta = \infty$, $\sigma = \infty$.
- D) Nimam pojma.

7) Perkolacijska teorija električnega prevajanja v snovi se v bistvu ukvarja z zapleteno kombinacijo (»vezavo«) dobrih električnih prevodnikov in električnih izolatorjev. Kaj misliš, katero je eno od ključnih vprašanj perkolacijske teorije prevodnosti?

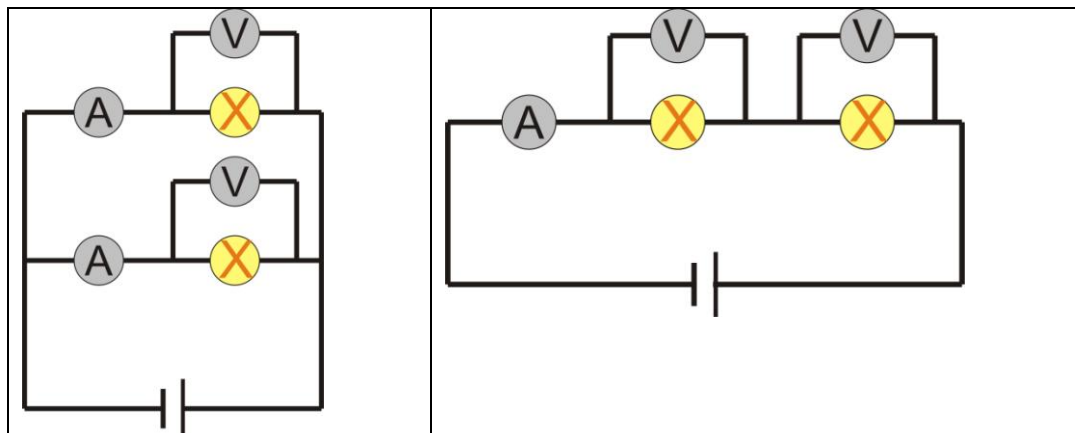
- A) Kolikšen je električni upor prevodnih delcev v snovi?
- B) Kolikšen je električni upor neprevodnih delcev v snovi?
- C) Vsaj kolikšen mora biti prostorninski delež prevodnih delcev, da celotna snov prevaja električni tok?
- Č) Kolikšno je razmerje med električnim tokom skozi prevodne delce in tokom skozi neprevodne delce?
- D) Kolikšna je električna napetost na prevodnih delcih in kolikšna na neprevodnih?

8) Perkolacijske teorije ne uporabljajo samo pri električni prevodnosti kompozitnih materialov (npr. neprevodne keramike s prevodnimi kovinskimi delci), temveč marsikje drugje, npr. pri študiju pronicanja vode skozi porozne kamnite plasti. Kaj imata torej ta dva na videz popolnoma različna pojava skupnega oziroma ali obstaja kakšna analogija med njima?

- A) Pojava nimata prav nič skupnega, to da se z obema ukvarja perkolacijska teorija, je le naključje.
- B) Pore v kamnini ustrezajo kovinskim delcem, kamnina sama pa keramiki.
- C) Pore v kamnini ustrezajo keramiki, kamnina sama pa kovinskim delcem.

Po-test (8 vprašanj): DOBRI ELEKTRIČNI PREVODNIKI & IZOLATORJI - perkolacija
Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 5 minut. Obkroži po 1 pravilen/najustreznejši odgovor na vsako vprašanje. Ker je časa malo, beri vprašanja in odgovore hitro in pozorno.



Slika 15: Vzporedna vezava (levo) in zaporedna vezava (desno). Oznake: A = amperimeter, V = voltmeter, X = žarnica ali kak drug upornik.

1) Na akumulator je priključen upornik z majhnim uporom. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik z 10^6 -krat večjim uporom. Ali se tok skozi akumulator z dodanim upornikom kaj spremeni?

- A) Ne.
- B) Da, zelo se poveča.
- C) Da, zelo se zmanjša.
- Č) Da, zelo malo se poveča.
- D) Da, zelo malo se zmanjša.

2) Na izvir električne napetosti je priključen upornik z majhnim uporom, med njim in eno od priključnih žic pa je tanka izolacijska plast. Ali teče skozi upornik kak tok?

- A) Ne.
- B) Da, če je izolacijska plast tanjša od 1 mm.
- C) Da, če je izolacijska plast debelejša od 1 mm.
- Č) Da, če je upornik krajši od 1 cm, neodvisno od debeline izolacijske plasti.
- Č) Da, če je upornik krajši od 1 cm, izolacijska plast pa tanjša od 1 mm.

3) Dve žici enakih dimenzij, ena je iz slabšega, druga pa iz precej boljšega električnega prevodnika, zvežeš zaporedno (eno za drugo) na isti izvir napetosti. Kako je s tokoma po žicah in padcema napetosti na njih?

- A) Toka in padca napetosti sta enaka za obe žici.
- B) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok manjši kot pri drugi, padec napetosti pa je večji.
- C) Pri žici iz slabšega prevodnika je tok večji kot pri drugi, padec napetosti pa je manjši.
- Č) Oba toka sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika manjši padec napetosti kot pri drugi.
- D) Oba padca napetosti sta enaka, vendar je pri žici iz slabšega prevodnika tok večji kot pri drugi.
- E) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz boljšega prevodnika.
- F) Oboje, tok in padec napetosti, je večje pri žici iz slabšega prevodnika.
- G) Nobeden od zgornjih odgovorov ni pravilen.



4) Jantar je odličen električni izolator. Katera od spodnjih trditev je po tvojem resnična?

- A) Specifični upor jantarja je $10^{21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{21}/(\Omega \cdot m)$.
- B) Specifični upor jantarja je $10^{-21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{-21}/(\Omega \cdot m)$.
- C) Specifični upor jantarja je $10^{21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{-21}/(\Omega \cdot m)$.
- Č) Specifični upor jantarja je $10^{-21} \Omega \cdot m$, prevodnost pa $10^{21}/(\Omega \cdot m)$.

5) Ko kemiki in drugi inženirji sestavljajo kompozitni material iz prevodne in neprevodne komponente, morajo poznati perkolacijski prag, to je, kolikšen mora biti prostorninski delež prevodne komponente, da celotna snov prevaja električni tok. Vendar kemiki raje merijo masne deleže kot prostorninske deleže snovi, ker je tehtanje lažje od merjenja volumna. Katera dva podatka še potrebujejo za preračun med prostorninskim in masnim deležem komponent materiala?

- A) Atomski masi obeh komponent.
- B) Valenci obeh komponent.
- C) Agregatni stanji obeh komponent.
- Č) Gostoti obeh komponent.
- D) Nobenega dodatnega podatka, saj je masni delež snovi kar enak prostorninskemu.

6) Malo prostorske predstave. Zamisli si, da ima švicarski sir ravno dovolj lukenj, da »perkolira«, to je, da voda pricurlja skozi luknje na spodnjo stran, če jo nalijemo v luknje na vrhu sira. Ali lahko takšen sir sploh stoji skupaj?

- A) Nikakor; če je lukenj toliko, da pride voda skozi, potem sir nujno razpade na več kosov.
- B) Da, sir se lahko še vedno drži skupaj.

7) Spet sir z dovolj luknjami, da voda pricurlja skozi! Kaj misliš, približno kolikšen mora vsaj biti prostorninski delež lukenj v siru, da voda pronica?

- A) 10 %.
- B) 30 %.
- C) 50 %.
- Č) 70 %.

8) Perkolacijska teorija je dokaj interdisciplinarna. Kljub temu: v katero vedo po tvojem najbolj spada?

- A) V matematiko.
- B) V fiziko.
- C) V kemijo.
- Č) V biologijo.
- D) V geologijo.

VPRAŠALNIK ZA UČITELJE

VPRAŠALNIK O GRADIVU



- 1) Ali bi bilo treba dodati še kakšne priloge, npr. delovne liste za učence? (Sami mislimo, da delovni listi niso nujno potrebni in da bi šlo za nepotrebno porabo papirja.)
- 2) Ali so navodila za učitelje dovolj jasna ali pa bi bilo treba kaj dopolniti?
- 3) Ali sta pred-test in po-test za učence primerna in ali je čas reševanja primeren, če učenci rešujejo testa hitro in zbrano?
- 4) Ali je perkolacijski program dovolj razumljiv za uporabo? Ali bi ga bilo dobro dati na katero spletno stran, kar je bolj praktično za učence, kot da v šolo nosijo spominske ključke?
- 5) Kakšni drugi predlogi (kakšne težave?) glede pripomočkov za perkolacijski poskus v šoli?
- 6) Kaki drugi predlogi?

```
C:\Users\ambrozic\arhiv\1\FNM\nar_kompetence\gradiva\ambrozic\gradiva\jan-mar2010\perkolacija...
Uhodni podatki (vsako stevilko moras potrditi s tipko ENTER):
Velikost kvadratne mreze (priporocljivo okrog 20 ali manj): 20
Verjetnost prevodnih kvadratkov (%): 60
Stevilo ponovitev: 100
Nekaj navodil:
Elektrodi sta oznaceni z zvezdicami.
Neprevodni kvadrati so prazni, prevodni pa oznaceni s P
Pozor: dva sosednja P-ja se lahko stikata v vodoravni ali navpični smeri.
Posebna povezava se ne steje kot stik
Utipkaj 1 za nadaljevanje. 1
---- Ponovitev: 1 od 100 ----
*****
P  P PP PPPP PP
PPPP PP P P PP P
P PP P PPPP P P P
PP PP PPPPPPP P
PP P P PP PPPPP
P P PP P P PP
PP PPPP PPPP PPP
P PPPPP PPPP P P P
PP PPPPP PP P P
P PPP PP PP P PP
PP P PPPPP P PPP
PPPP PPP P PPP P
PPPPPP PP P P PPP
PPPP PP PP P PP
PPP PP PP P P
PP P PP P P P
P PPPPPPP PPPPP P
P P PP P PPPP PPP P
PPPPPPPPPPPP PP P
PP PP PP P P PP P
*****
Perkolira !!!
Utipkaj 1 za nadaljevanje ali 2 za predcasen konec.
```

Slika 16: print-screen izvajanja perkolacijskega programa



Avtorji gradiva: Zlatko Bradač, Andrej Nemec, Milan Ambrožič, Robert Repnik
Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Trdota

Strategija (metoda): skupinski poskus s kockami

Starostna skupina: 1. letnik SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo):

- h) Predvsem naslednje generične kompetence: sposobnost interpretacije in sinteze zaključkov, sposobnost skupinskega dela, medosebna interakcija, uporaba matematičnih idej in tehnik
- i) predmetno-specifične: /

Umestitev v učni načrt: Dodatna vsebina pri obravnavi tlaka

Način evalvacije: z vprašanji izbirnega tipa (pred-test in po-test sta različna)

A) Teoretični del

OPIS POJMA TRDOTE

Med pomembne mehanske lastnosti konstrukcijskih materialov spada tudi trdota. Trdoto moramo razlikovati od drugih lastnosti s podobnim imenom: togostjo, trdnostjo in žilavostjo, ki pa so bolj ali manj povezane med seboj. Togost snovi podamo na primer z Youngovim elastičnim modulom in Poissonovim številom, ki podajata elastično deformacijo materiala pri dani mehanski napetosti (velikost in vrsta napetosti). Če ni presežena neka mejna napetost, se material po obremenitvi popolnoma vrne v prvotno obliko. Trdnost in žilavost snovi sta med seboj prepleteni fizikalni veličini, ki opredelita odpornost materiala proti porušitvi (zlomu) pri povečevanju mehanske napetosti. Trdnost je lahko močno odvisna od načina obremenitve, zato govorimo posebej o natezni, tlačni, upogibni trdnosti, itd. Žilavost povezuje med seboj velikost največjih mikro-razpok in drugih napak v snovi in trdnost: čim večja je žilavost in čim manjše so napake, tem večja je trdnost snovi. Pri pridobivanju in obdelavi konstrukcijskih materialov (kovine, inženirska keramika, steklo, beton, itd.) se ne moremo popolnoma izogniti napakam v njih. Zato je dobro poznati oboje, trdnost in žilavost. Na primer, pri enaki žilavosti lahko povečamo trdnost, če izboljšamo postopke izdelave, tako da zmanjšamo napake v snovi (razpoke, pore, fazne meje, itd.).

Nasprotno od zgoraj omenjenih lastnosti pomeni trdota površinsko značilnost snovi: opredelimo jo lahko kot odpornost površine proti razenju, nastankom vdolbin in podobno. Pri tem moramo spet paziti na razliko npr. med trdoto in



obrabno obstojnostjo snovi. Pri obrabni obstojnosti nas zanima, koliko materiala odnese s površine v danem času in danih okoliščinah (velikost strižnih sil, kemijska agresivnost okolja, temperatura, hrapavost stičnih površin in podobno). Pri trdoti pa ne gre za odnašanje materiala, temveč za trajno (plastično) spremembo dela površine zaradi velikih kontaktnih sil.

Uveljavljena sta dva načina za opredelitev trdote: bolj kvalitativni in kvantitativni. Pri prvem načinu se uporablja Mohsova lestvica trdote, kjer lahko snov z večjo trdoto razi mehkejšo snov, nasprotno pa mehkejša snov ne more raziti trše. Lestvica vsebuje 10 stopenj trdote (brezdimenzijsko število), kjer ima najtrša znana snov – diamant največjo trdoto. Zgledi materialov z ustreznimi trdotami so prikazani v spodnji tabeli (Wikipedia).

Tabela 7: Trdote snovi po Mohsovi lestvici:
http://sl.wikipedia.org/wiki/Mohsova_trdotna_lestvica

Trdota	Mineral	Kemijska formula	Absolutna trdota*	Realna trdota	Učinek*
1	lojevec	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	1	0,03	noht ga zareže
2	sadra	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3	1,24	noht ga razi
3	kalcit	CaCO_3	9	4,50	bakreni kovanec ga razi
4	fluorit	CaF_2	21	5,00	žepni nož ga lahko razi
5	apatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$	48	6,50	žepni nož ga še razi
6	ortoklaz	KAlSi_3O_8	72	37	jeklena konica ga razi
7	kremen	SiO_2	100	120	razi steklo
8	topaz	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH}, \text{F})_2$	200	175	reže steklo
9	korund	Al_2O_3	400	1000	reže steklo
10	diamant	C	1600	140.000	reže steklo

Drugi – kvantitativni način uporabljamo za podrobnejšo primerjavo trdot. Zamisel je enostavna: z ostro konico znane geometrije iz čim tršega materiala z znano silo pritismo na snov, ki ji želimo izmeriti trdoto, nato pa pogledamo vtisk, ki ga je v površino naredila konica. Od več standardiziranih metod podrobneje razložimo le Vickersovo meritev trdote. Z diamantno konico v obliki pravilne 4-strane piramide s kotom $\theta = 136^\circ$ pritismo z znano silo F (določeno z maso uteži, ki od zgoraj pritiskajo na konico) na vodoravno polirano površino snovi (slika 17). Značilna masa uteži je 5 kg pri obremenjevanju trdih materialov, kot so jekla in keramika.

TRDOTA, H

- Odtis diamantne piramide (po Vickersu), jeklene kroglice (po Brinellu) ali diamantnega stožca (po Rockwellu) v gladko (polirano) površino vzorca, merjenje dimenzij odtisa.

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number ^a
		Side View	Top View		
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			P	$HB = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers microhardness	Diamond pyramid			P	$HV = 1.854P/d_1^2$
Knoop microhardness	Diamond pyramid			P	$HK = 14.2P/l^2$
Rockwell and Superficial Rockwell	Diamond cone $\frac{1}{16}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ in. diameter steel spheres			60 kg } Rockwell 100 kg } 150 kg } 15 kg } Superficial Rockwell 30 kg } 45 kg }	

Slika 17: Več standardnih metod za merjenje trdote (slika vzeta iz power point predstavitev seminarja dr. Kristoffera Krnela, IJS, K6, Ljubljana)

3D vtis v površino materiala ima obliko diamantne konice, če pa ga pogledamo od zgoraj z optičnim mikroskopom, vidimo na 2D sliki le kvadrat. Kvadratu izmerimo diagonali d in mu tako izmerimo ploščino: $S = d^2/2$. Kvadrat namreč nima idealne oblike, zato je lažje meriti diagonali kot stranici. Razen tega tudi diagonali nista povsem enaki, zato za d vzamemo povprečje meritev obeh. Trdoto definiramo podobno kot tlak:

$$HV = \frac{F \sin(\theta/2)}{a^2} = 1,854 \cdot \frac{F}{d^2}. \quad (1)$$

Po standardu smo vpeljali še sinusni faktor, ker diamantna piramida tišči na plašč vtisnjene piramide in ne na osnovno ploskev. Črki H in V , ki označujeta trdoto, sta začetnici besed *hardness* in *Vickers*.

Značilne vrednosti trdot zelo trdih materialov so okrog 10 GPa (gigapaskal), zato so ustrezne dolžine diagonal v enačbi (1) za 5-kilogramsko utež okrog 0,1 mm. Zaradi tega je potreben mikroskop. Najbolj praktično je, če je na mikroskopu nameščen digitalni fotoaparati, zato da lahko posneto sliko pregledamo s katerim od grafičnih programov, ki vsebujejo tudi možnost nastavitve in uporabe dolžinskega merila.



Poleg GPa se zaradi tradicije uporablja še ena, s fizikalnega vidika manj praktična enota za Vickersovo trdoto, in sicer kar enota HV. Dobimo jo tako, da HV v enačbi (1) pomnožimo z dodatnim faktorjem 0,102 (ali $1/9,8$ in to je povezano s podatkom, da je teža kilogramskega bremena 9,8 N), razen tega moramo silo vnesti v enačbo v newtonih, diagonalo pa v milimetrih, da dobimo rezultat v HV. Hiter račun pokaže pretvorbo $1 \text{ HV} = 0,0098 \text{ GPa}$. Na primer, jeklo ST 70 ima trdoto 215 HV ali 2,1 GPa, izboljšano jeklo pa skoraj dvakrat večjo trdoto. Tehnična keramika, npr. Al_2O_3 , ZrO_2 , Si_3N_4 , SiC, itd., je še precej trša.

V tem gradivu uporabimo za prikaz različnih trdote kocke iz 6 različnih materialov, katerih kompleti so namenjeni tudi drugim poskusom v zvezi z gradivi iz projekta RNK. Namesto Vickersove diamantne piramide uporabimo za šolski poskus kar zakaljen jekleni žebelj. Z optičnim mikroskopom opravimo le kvalitativno primerjavo vtisov žebelja v različne kocke.

B) Praktični del

SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

Pred izvedbo testiranja gradiva naj učitelj na kratko razloži pojem trdote, pri tem pa si lahko pomaga s priloženo power point predstavitevjo. Pred-test in po-test naj trajata po 5 minut. Preostali čas naj poteka poskus po skupinah. Poskus in obravnava trdote nista mišljena kot nadomestitev ene od klasičnih ur fizike, temveč kot dodatna zanimivost pri nerazporejenih urah v učnem načrtu. Zato tudi ni nobene kontrolne skupine.

PODROBNEJŠA NAVODILA+časovni potek

VRSTNI RED IN TRAJANJE DOGODKOV

- Kratka razlaga trdote: 10 minut; potem razdelitev pred-testov
- Pred-test: natančno 5 minut
- Učitelj pobere pred-teste. Hitra razporeditev v skupine in razdelitev različnih kock
- Poskus po skupinah: 20 minut
- Po-test, natančno 5 minut
- Časovna rezerva: 5 minut

Testiranje je tako izvedljivo v eni šolski uri!

Evalvacija (statistična obdelava rezultatov testov): naredi učitelj doma z uporabo priloženega excelovega dokumenta



NEKAJ DODATNIH NAPOTKOV:

Učence pri pred-testu opozorite, naj se ne pozabijo podpisati nanje. Poskrbite, da res pišejo natanko 5 minut. Po pred-testu formirajte skupine naključno ali po vnaprej pripravljenem spisku, a tako, da so vodje vnaprej znani (najuspešnejši učenci/dijaki v fiziki). Formiranje skupin naj se izvede hitro, da ne bo časovne stiske. Zato je priporočljivo, da vnaprej premislite, kako boste to hitro in praktično izvedli. Na kratko razložite potek poskusov.

OPIS POSKUSA:

POTREBŠČINE: Kocke iz 6 različnih snovi: jekla, bakra, aluminija, svinca, lesa in plastike, žebelj, uteži do 5 kg, mikroskop z merilom, prenosni mehanizem za obtežitev, štoparica.

POTEK: Z enako obtežitvijo (5 kg) pritisnite s kaljeno konico žeblja po trikrat na vsako od 6 kock (na tri različna mesta ne eni ploskvi). Ni treba, da so mesta vtiskov daleč narazen, vendar pa mora biti razdalja vseeno precej večja od npr. debeline žeblja. Žebelj naj tišči na ploskev kocke okrog 10 sekund. Medtem lahko s flomastrom označite na površini krogec okrog konice žeblja, da boste lažje našli z mikroskopom vtisk. Najbolj prikladno je, da naredite po 3 vtiske na vsako od 6 kock, potem pa jih pregledate pod mikroskopom. Poskusite izmeriti ali vsaj oceniti premer krožcev vtiskov. Za tri vtiske na isti kocki izračunajte povprečje vseh treh premerov. Razmerja trdot materialov izračunajte kot obratna razmerja kvadratov premerov krožcev.

REŠITVE PRED-TESTA IN PO-TESTA

Pred-test

TEMA: TRDOTA

MISELNA PRIPRAVA NA POSKUS

Obkroži 1 sam pravi odgovor pri vsakem vprašanju.

- 1) Kakšna je zveza med trdnostjo in trdoto materiala?
 - a) Trdota in trdnost pomenita isto fizikalno lastnost materiala.
 - ☒ b) Največkrat ima material z večjo trdnostjo tudi večjo trdoto, ne pa vedno.
 - c) Trdota in trdnost pomenita nekaj drugega, vendar pa ima material z večjo trdnostjo vedno tudi večjo trdoto.
 - č) Trdota in trdnost nimata nikakršne medsebojne povezave.
- 2) Trdnost kovin navadno merimo v megapaskalih, trdoto pa v gigapaskalih. S katero fizikalno veličino sta povezani trdnost in trdota?
 - a) Z energijo.
 - b) Z gibalno količino.



c) S silo.

☒ S tlakom.

3) Ko se človek uleže na blazino, se ta pod njim upogne. Ali ima to kakšno zvezo z njeno trdoto?

a) Da.

☒ Ne.

4) Govorimo o »trdi« in »mehki« vodi. Ali ima to direktno fizikalno analogijo s trdim in mehkim jeklom?

a) Da.

☒ Ne.

5) Kolikšen tlak je pod konico s ploščino $1 \mu\text{m}^2$, če pritiska konica s silo 1 kN na podlago ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$)?

a) 10^{-18} Pa ;b) 10^{-15} Pa ;c) 10^{-12} Pa ;č) 10^{-9} Pa ;d) 10^{-6} Pa ;e) 10^{-3} Pa ;

f) 1 Pa;

g) 10^3 Pa ;h) 10^6 Pa ;i) 10^9 Pa ;j) 10^{12} Pa ;☒ 10^{15} Pa ;l) 10^{18} Pa ;m) 10^{18} kPa ;n) 10^{18} MPa ;o) 10^{18} GPa ;

Po-test

TEMA: TRDOTA

TESTIRANJE RAZUMEVANJA POSKUSA

Obkroži 1 sam pravilen odgovor pri vsakem vprašanju.

1) Material A ima trdoto 1 GPa, material B pa 3 GPa. V katerega naredimo pri enaki obremenitvi z isto konico večjo vdolbino?

☒ V material A.

b) V material B.

c) Pri obeh je vdolbina enako velika.

2) Material A ima trdoto 2,5 GPa, material B pa 3 GPa. Katerega lažje zlomimo?

a) Material A.

b) Material B.

c) Oba enako lahko zlomimo.

☒ Ne vem, ker trdnost snovi ni enolično določena s trdoto.

3) Ko se človek uleže na blazino, se ta pod njim upogne. Ali ima to kakšno zvezo z njeno trdnostjo in trdoto?

a) Da.

☒ Ne.

c) S trdnostjo ima, s trdoto pa ne.

č) S trdoto ima, s trdnostjo pa ne.



4) Pri trdnih snoveh obravnavamo razen trdote in trdnosti tudi modul stisljivosti, ki pove nekaj o stisljivosti snovi. Če je ta modul večji, snov teže stisnemo. Tudi kapljevine imajo modul stisljivosti: za vodo je ta enak 2,2 GPa. Kaj lahko trdimo o trdoti vode?

- a) Je neskončna.
- ☒ b) Je enaka nič.
- c) Je enaka 2,2 GPa.

5) Kolikšen tlak je pod konico s ploščino $1 \mu\text{m}^2$, če pritiska konica s silo 100 N na podlago ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$)?

- | | | | |
|-----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| a) $10^{-4} \mu\text{Pa}$; | b) $10^{-1} \mu\text{Pa}$; | c) 1 mPa; | č) 1 cPa; |
| d) 1 Pa; | e) 10^2 hPa ; | f) 10^2 kPa | g) 1 MPa |
| h) 10^4 MPa ; | ☒ i) 10^8 MPa ; | j) 10^{12} MPa ; | k) 10^{16} MPa ; |
| l) 10^{100} Pa ; | m) 10^{180} Pa ; | n) 10^{200} Pa ; | o) 10^{280} Pa ; |

6) Dodatno »hitro« vprašanje v zvezi z odgovori na vprašanje (5): ali si res sledijo vse vrednosti tlakov v odgovorih a-o po vrsti od najmanjšega do največjega?

- ☒ a) Da.
- b) Ne.



Avtor gradiva: Sergej Faletič
Institucija: FMF UL

Vezava vzmeti

Poglavja v UN: 3.8, 1.4, 1.6, 1.7

Kompetence po Mayerjevem odboru: 3, 4, 7, 8, 10, 11, 1

Časovni okvir: 40 min

Legenda: pokončni Century gothic tisk: naloge za dijake, vse kar je izpisano na delovnih listih. Ležeči Times New Roman tisk: navodila za učitelja.

Razlogi za vključitev dejavnosti v kurikulum. V fiziki se kar naprej srečujemo z istimi matematičnimi zvezami. Iste zveze opisujejo vezave električnih uporov, toplotnih prevodnikov, vzmeti, kondenzatorjev. To ponavljanje matematičnih modelov je pomembna in zanimiva lastnost narave, zato jo je smiselno dijakom predstaviti. Z vezavo vzmeti se načelno ne srečajo, ali pa samo nekateri, medtem ko so vezave upornikov načelno obravnavane. Ta naloga torej omogoča, da sami spoznajo, da za vzmeti veljajo matematično podobne zakonitosti kot za vezave upornikov itd.

Opis naloge. Naloga obravnava vezave vzmeti (vzporedno in zaporedno). Cilj je, da dijaki sami pridejo do zakonitosti, ki veljajo za "nadomestne" koeficiente. Hkrati pa lahko trenirajo merjenja in odčitavanje z grafov.

Možnosti za vključitev v pouk. Naloga je primerna za izvajanje v skupinah kot laboratorijsko delo. Mogoča je tudi izvedba, kjer je poskus samo eden in več skupin odčitava z istega poskusa. Mogoče so kombinacije (po dve skupini odčitavata z istega poskusa a ločeno obdelata rezultate). Slednji način je priporočljiv, če je naprav premalo, saj priporočamo, da so v skupini največ trije dijaki.

Možna je tudi izvedba, kjer pol skupin izvaja nalogo z zaporedno, pol pa z vzporedno vezavo, nato pa primerjajo rezultate. To dodatno razvija kompetence medsebojne komunikacije in predstavitve ugotovitev.

Vaja se lahko izvaja tudi kot vaja iz merenj. V tem primeru je prednost v tem, da take meritve dijaki najbrž še niso delali, zato je zanje nova situacija in predvidoma niso obremenjeni s pričakovanji. Ob takem izvajanju lahko koeficiente izračunamo iz vsake meritve posebej in jih obravnavamo kot množico podatkov, ki jih lahko statistično obdelamo in določimo odstopanja. Ker v nalogi preverjamo hipotezo o tem, da se koeficienti vzmeti (ali njihove



recipročne vrednosti) seštevajo, lahko poudarimo tudi pomen pravilne ocene napak in njihovo vlogo pri preverjanj hipoteze.

Ciljna skupina: naloga je namenjena srednješolcem, predvsem gimnazijcem.

Opis dejavnosti s stališča kompetenc. Naloga se primarno osredotoča na kompetence odčitavanja količin iz grafov in samostojne tvorbe zaključkov na podlagi meritev. Pomembna je še kritična presoja ujemanja na podlagi intervala dovoljenega odstopanja, še posebno, če se naloga izvaja kot vaja iz merenj.

Predlog za evalvacijo. Trenutno predlagamo evalvacijo preko opazovanja dijakov pri delu in njihove uspešnosti pri reševanju. En podatek bi lahko bil tudi, koliko dijakov (skupin) potrebuje podrobna navodila za postavitve poskusov

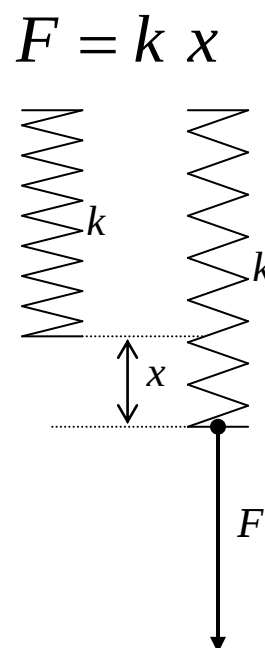


NAVODILA ZA UČITELJA

VZPOREDNA IN ZAPOREDNA VEZAVA VZMETI

Teorija:

Za vzmeti velja t.i. Hookov zakon (Robert Hooke), ki pravi, da je raztezek vzmeti premo sorazmeren s silo, ki razteguje vzmet. Dvakrat večja sila pomeni dvakrat večji raztezek. Enačba je na desni. Količino k imenujemo *koeficient vzmeti* in ima navadno enoto N/cm (Newton na centimeter), ker se raztezki navadno merijo v centimetrih. Na desni je tudi skica, kaj pomenijo količine v enačbi. Zakon s pridom izkoriščamo pri silomerih, tehtnicah in podobnih napravah.



Pripomočki:

- stativni material,
- dve vzmeti z znanima različnima koeficientoma (N/m in N/m),

Za vzmeti lahko uporabimo tudi silomere.

- prečka in nastavek za pomoč pri vezavah,
- Vzmeti je treba nekako povezati, da bosta spodnja dela poravnana. To dosežemo tako, da ju spodaj povežemo s prečko, in obešamo uteži bližje vzmeti z večjim koeficientom, da je prečka ves čas vodoravna.*
- uteži,
 - merilo,
 - geo trikotnik.

1) Nekaj pred-nalog

1.1) Poimenujte koeficient vzmeti (k) z bolj domačim izrazom (prožnost, togost, trdota, ...). Premislite, kaj vam koeficient pove in ga ustrezno poimenujte. *Dijaki naj bi smiselno poimenovali ta koeficient togost ali trdota, ker večja vrednost pomeni, da je vzmet težje raztegniti. Prožnost je zavajajoč izraz.*

1.2) Enačbo $F = k \cdot x$ preoblikujmo v $x = j \cdot F$.

Kakšna je zveza med k in j ?

Dijaki naj bi ugotovili, da velja $k = 1/j$

Namen vpeljave je, da so zveze, ki jih iščemo preproste. Delamo bodisi s k ali j in velja $k = k_1 + k_2$ ali $j = j_1 + j_2$.

1.3) Poimenujte količino j , kot ste poimenovali k .



Podobno kot smo k poimenovali togost ali trdota, bi bilo tu prikladno mehkost ali prožnost.

2) Umerjanje

(V primeru pomanjkanja časa, lahko ta del izpustimo.)

Priporočamo da se ta del izpusti. Domnevamo, da bo z meritvijo in iskanjem zvez dovolj dela za 45 minut. V tem primeru morata biti koeficienta vzmeti vnaprej izmerjena.

2.1) Postavite poskus, s katerim boste izmerili koeficient vsake od danih dveh vzmeti.

$k_1 =$

$k_2 =$



3) Zaporedna vezava

Zaporedna vezava vzmeti pomeni, da vzmeti povežemo tako, da sta ena za drugo. (Za podrobnejša navodila glede postavitve glejte poglavje Izvedba.)

3.1) Postavite poskus, s katerim boste izmerili (skupni) koeficient sestavljene vzmeti (kot bi bila to ena vzmet).

Treba je paziti, da dijaki pravilno razumejo pojme. Da merijo raztezek celotne sestavljene vzmeti in jo na splošno obravnavajo kot eno vzmet, čeprav je sestavljena iz dveh delov.

3.2) Narišite ustrezen graf in iz njega odčitajte (izračunajte) koeficient k_z . Koeficient je treba odčitati kot strmino grafa.

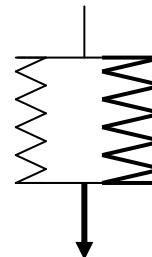
Nalogo se lahko izvaja kot vajo iz merjenj. V tem primeru predlagamo, da se koeficient določi iz vsake meritve posebej (kot razmerje med F in x), in iz grafa kot strmino. Iz meritev dobimo nabor vrednosti za koeficient, ki jih lahko obravnavamo statistično (povprečna vrednost, odstopanje, ...). Iz grafa dobimo vrednost, ki je blizu povprečni vrednosti. Nato se lahko primerja vrednost dobljeno z grafa s povprečno vrednostjo dobljeno iz nabora. Lahko se tudi pokaže pomen odstopanja na grafu (kaj odstopanje pomeni grafično). Dijaki lahko narišejo premice z nakloni k , $k+\Delta k$ in $k-\Delta k$ in jih primerjajo med sabo in s točkami meritve.



4) Vzporedna vezava

Vzporedna vezava vzmeti pomeni, da vzmeti povežemo tako, da sta postavljeni ena ob drugo. Pri tem moramo paziti, da sta spodnja robova vzmeti ves čas poravnana, zgornja pa ves čas v isti legi kot na začetku. (Za podrobnejša navodila glede postavitve glejte poglavje Izvedba.)

Treba je paziti, da bo prečka, ki povezuje spodnja konca vzmeti ves čas vodoravna. To dosežemo tako, da obešamo uteži bližje tisti vzmeti, ki ima večji koeficient k . Uteži lahko vsakič obesimo drugam, da le skrbimo, da je prečka ves čas vzporedna.



4.1) Postavite poskus, s katerim boste izmerili (skupni) koeficient sestavljene vzmeti (kot bi bila to ena vzmet).

Treba je paziti, da dijaki merijo lego oz. premik prečke in da je prečka ves čas vodoravna.

4.2) Narišite ustrezen graf in iz njega odčitajte (izračunajte) koeficient k_v .
Za komentar glejte nalogo 3.2).

5) Zveze med koeficienti

5.1) Določite zvezo med koeficienti k_1 , k_2 , k_z in k_v .

(Namig: k_z in k_v sta vsak zase odvisna od k_1 in k_2 .)

Pri določanju zvez si lahko pomagata tako, da določite zvezo bodisi za k bodisi za j . Ena od njih je preprostejša.

Dijaki naj bi ugotovili, da velja za vzporedno vezavo $k = k_1 + k_2$, za zaporedno pa $j = j_1 + j_2$, oziroma $1/k = 1/k_1 + 1/k_2$.

Ugotovitev naj bi bila vrhunec vaje in omogoča povezavo z električnim uporom (in električno prevodnostjo) in toplotno prevodnostjo. Za vse namreč veljajo enake enačbe (upor in prevodnost pa sta recipročni količini, kot sta tukaj k in j).

5.2) Za vsako vezavo posebej preverite, ali se koeficient sestavljene vzmeti, ki ste ga izmerili z meritvijo, sklada z napovedjo računa, po zvezi, ki ste jo določili pri 5.1). Zavedajte se, da imajo meritve vedno dovoljeno odstopanje in poskrbite, da je to primerno določeno.

Ta naloga poudarja pomen smiselne ocene napake. Koeficient sestavljene vzmeti ne bo točno vsota posameznih koeficientov, a s smiselno oceno napake bi moral pasti v interval odstopanja. To je priložnost, da dijakom



predstavimo pomen napak v smislu tega, da ujemanje nikoli ni povsem točno, če pa je znotraj intervala odstopanja in je ta smiselno določen, lahko trdimo, da zakonitost velja, sicer pa lahko trdimo, da ne velja in jo je treba zamenjati ali popraviti.

6) Vprašanja

6.1) Katera količina iz Hookovega zakona je ista za obe vzmeti pri zaporedni vezavi?

Dijaki naj bi ugotovili, da na obe vzmeti deluje enaka sila (če zanemarimo maso spodnje vzmeti).

6.2) Katera količina iz Hookovega zakona je ista za obe vzmeti pri vzporedni vezavi?

Dijaki naj bi ugotovili, da se obe vzmeti enako raztegneta.

6.3) Zakaj moramo paziti, da so pri vzporedni vezavi robovi vzmeti poravnani? Zato, da se obe vzmeti enako raztegneta. Če se ne bi, nadomestnega koeficienta ne bi mogli tako preprosto izračunati, kot predvideva ta naloga.

Izvedba:

To poglavje obravnava, kako natančno postaviti napravo. Predlagamo, da tega lista učitelj ne razdeli dijakom takoj, pač pa ga da posamezni skupini po potrebi. Ob tem lahko sledimo temu, koliko skupin potrebuje tako podrobna navodila.

Zaporedna vezava:

Na stativ pritrdite vzmeti tako da ena visi na drugi. Poleg pritrdite še merilo, tako da boste lahko z njega odčitavali raztezek vzmeti. Izberete točko na vzmeti, za katero boste odčitaval lego. Navadno je to najnižja točka vzmeti. Na merilu odčitajte vrednost. Pri tem si pomagajte z geo trikotnikom. Na spodnjo vzmet obesite eno utež in na merilu odčitajte novo lego. To ponovite za vsako dodano utež. Utežem izmerite tudi težo.

Vzporedna vezava:

Vzmeti postavite drugo ob drugi na nastavek za vzporedno vezavo. Na spodnjo stran obesite prečko in nastavite vijake tako, da je prečka vodoravna. Vzmeti morata biti VZPOREDNI. (pametno je postaviti vzmet z večjim koeficientom na zunanjo stran, saj tako uteži ne bodo motile odčitavanja.) Odčitajte prvo lego. Na prečko obešate po vrsti uteži in sproti odčitavate lege. PAZITI morate, da je PREČKA VEDNO VODORAVNA.



Ne pozabite: v enačbi nastopa raztezek, ne lega.

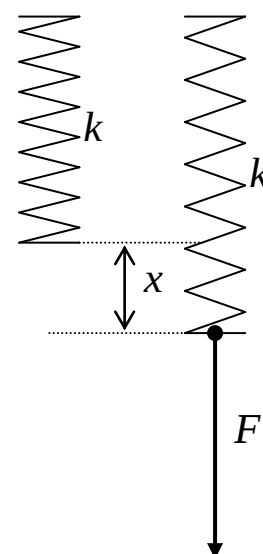
Delovni list za dijake

VZPOREDNA IN ZAPOREDNA VEZAVA VZMETI

Teorija:

Za vzmeti velja t.i. Hookov zakon (Robert Hooke), ki pravi, da je raztezek vzmeti premo sorazmeren s silo, ki razteguje vzmet. Dvakrat večja sila pomeni dvakrat večji raztezek. Enačba je na desni. Količino k imenujemo *koeficient vzmeti* in ima navadno enoto N/cm (Newton na centimeter), ker se raztezki navadno merijo v centimetrih. Na desni je tudi skica, kaj pomenijo količine v enačbi. Zakon s pridom izkoriščamo pri silomerih, tehtnicah in podobnih napravah.

$$F = k x$$



Pripomočki:

- stativni material,
- dve vzmeti z znanima različnima koeficientoma (N/m in N/m),
- prečka in nastavek za pomoč pri vezavah,
- uteži,
- merilo,
- geo trikotnik.

1) Nekaj pred-nalog

1.1) Poimenujte koeficient vzmeti (k) z bolj domačim izrazom (prožnost, togost, trdota, ...). Premislite, kaj vam koeficient pove in ga ustrezno poimenujte.

1.2) Enačbo $F = k \cdot x$ preoblikujmo v $x = j \cdot F$.
Kakšna je zveza med k in j ?

1.3) Poimenujte količino j , kot ste poimenovali k .

2) Umerjanje

(V primeru pomanjkanja časa, lahko ta del izpustimo.)



2.1) Postavite poskus, s katerim boste izmerili koeficient vsake od danih dveh vzmeti.

$k_1 =$

$k_2 =$



3) Zaporedna vezava

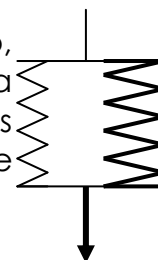
Zaporedna vezava vzmeti pomeni, da vzmeti povežemo tako, da sta ena za drugo. (Za podrobnejša navodila glede postavitve glejte poglavje Izvedba.)

3.1) Postavite poskus, s katerim boste izmerili (skupni) koeficient sestavljene vzmeti (kot bi bila to ena vzmet).

3.2) Narišite ustrezen graf in iz njega odčitajte (izračunajte) koeficient k_z .

4) Vzporedna vezava

Vzporedna vezava vzmeti pomeni, da vzmeti povežemo tako, da sta postavljeni ena ob drugo. Pri tem moramo paziti, da sta spodnja robova vzmeti ves čas poravnana, zgornja pa ves čas v isti legi kot na začetku. (Za podrobnejša navodila glede postavitve glejte poglavje Izvedba.)



4.1) Postavite poskus, s katerim boste izmerili (skupni) koeficient sestavljene vzmeti (kot bi bila to ena vzmet).

4.2) Narišite ustrezen graf in iz njega odčitajte (izračunajte) koeficient k_v .

5) Zveze med koeficienti

5.1) Določite zvezo med koeficienti k_1 , k_2 , k_z in k_v .

(Namig: k_z in k_v sta vsak zase odvisna od k_1 in k_2 .)

Pri določanju zvez si lahko pomagata tako, da določite zvezo bodisi za k bodisi za j . Ena od njih je preprostejša.

5.2) Za vsako vezavo posebej preverite, ali se koeficient sestavljene vzmeti, ki ste ga izmerili z meritvijo, sklada z napovedjo računa, po zvezi, ki ste jo določili



pri 5.1). Zavedajte se, da imajo meritve vedno dovoljeno odstopanje in poskrbite, da je to primerno določeno.

6) Vprašanja

6.1) Katera količina iz Hookovega zakona je ista za obe vzmeti pri zaporedni vezavi?

6.2) Katera količina iz Hookovega zakona je ista za obe vzmeti pri vzporedni vezavi?

6.3) Zakaj moramo paziti, da so pri vzporedni vezavi robovi vzmeti poravnani?

Izvedba:

Zaporedna vezava:

Na stativ pritrdite vzmeti tako da ena visi na drugi. Poleg pritrdite še merilo, tako da boste lahko z njega odčitavali raztezek vzmeti. Izberete točko na vzmeti, za katero boste odčitaval lego. Navadno je to najnižja točka vzmeti. Na merilu odčitajte vrednost. Pri tem si pomagajte z geo trikotnikom. Na spodnjo vzmet obesite eno utež in na merilu odčitajte novo lego. To ponovite za vsako dodano utež. Utežem izmerite tudi težo.

Vzporedna vezava:

Vzmeti postavite drugo ob drugi na nastavek za vzporedno vezavo. Na spodnjo stran obesite prečko in nastavite vijake tako, da je prečka vodoravna. Vzmeti morata biti VZPOREDNI. (pametno je postaviti vzmet z večjim koeficientom na zunanjo stran, saj tako uteži ne bodo motile odčitavanja.) Odčitajte prvo lego. Na prečko obešate po vrsti uteži in sproti odčitavate lege. PAZITI morate, da je PREČKA VEDNO VODORAVNA.

Ne pozabite: v enačbi nastopa raztezek, ne lega.