

Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

PROJEKT:
Razvoj naravoslovnih kompetenc

Didaktična gradiva/modeli
(fizikalne vsebine)

F5

Maribor, 2010



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, Jerneja Pavlin, mag. Robert Repnik, Eva Ferk, Matjaž Štuhec



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: doc. dr. Vladimir Grubelnik, FNM in FERi

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:

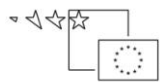
A.5.1. Vodstvo projekta:

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 Žarić (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 Ciringer, 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 Wisiak 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

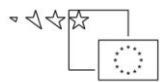
A.6.2. Stopnja:

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



KAZALO

Priprava didaktičnih gradiv/modelov (fizika) za preverjanje v šolski praksi za tretje četrtletje leta 2011 (1. 4. 2011 – 30. 6. 2011)	7
Avtor: mag. Robert Repnik	7
Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli	10
Avtorja: Robert Repnik, Ivan Gerlič	10
Različni kvadri – lepenje in trenje	97
Avtorji: Milan Ambrožič, Zlatko Bradač, Andrej Nemec	97
Različni kvadri – vztrajnostni moment	116
Avtojir: Milan Ambrožič, Zlatko Bradač, Andrej Nemec	116
Optični pojavi v atmosferi	145
Avtorja: Marko Gosak in Jerneja Pavlin	145
Radioaktivnost in sevanje	197
Avtor: Matjaž Štuhec	197
Lastno nihanje	218
Avtor: Sergej Faletič	218



Priprava didaktičnih gradiv/modelov (fizika) za preverjanje v šolski praksi za tretje četrletje leta 2011 (1. 4. 2011 – 30. 6. 2011)

Avtor: mag. Robert Repnik

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

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

Priprava didaktičnih gradiv/modelov (fizika) za preverjanje v šolski praksi za tretje četrletje leta 2011 (1. 4. 2011 – 30. 6. 2011);

Rezultat: Didaktična gradiva/modeli (fizikalne vsebine) F4;

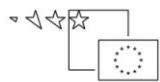
Kazalnik: Didaktična gradiva za poučevanje v naravoslovju – gradivo F4.

Povzetek opravljenega dela na področju fizike

Kot pri predzadnjem sklopu fizikalnih gradiv je tudi pri tem sklopu poudarjena digitalna kompetenca. Spet je predvidena precejšnja uporaba power pointa, pa tudi drugih orodij informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT), npr. svetovnega spleta. Poskusi, skupinski ali frontalni demonstracijski, so kot vedno najpomembnejši steber sklopa.

Novih gradiv pri fiziki je osem. Tudi sedaj je fizikalna vsebina gradiv raznovrstna in sega na naslednja področja: tekoči kristali, klimatologija, trenje, vrtenje, optika, jedrska fizika in nihanje. Eno od dveh optičnih gradiv je vezano na novo učilo – model očesa, ki so si ga sicer zamislili biologi, vendar je zanimivo tudi za pouk fizike. Znova je predvidena tudi uporaba fizikalnega učila – kvadri iz različnih materialov. Nekaj avtorjev je poskusilo tudi med-predmetne povezave v zasnovi gradiv.

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 Tekoči kristali in Globalno segrevanje ozračja. 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. Čeprav gre pri gradivih za kompetence in ne toliko za vsebino, vseeno omenimo pomen druge teme tega sklopa (Globalno segrevanje ozračja) kot del prizadevanj za trajnostni razvoj: zelo pomembno je čim prej seznanjati učence s tem problemom, zato da



pravočasno razvijejo čut odgovornosti za kvalitetno prihodnost človeštva. In tudi to je pravzaprav del ključnih kompetenc.

Avtorji dr. Milan Ambrožič, dr. Zlatko Bradač in Andrej Nemec so izdelali dve gradivi v zvezi s fizikalnim učilom, ki vsebuje komplet kvadrov iz 6 različnih snovi: *Različni kvadri – lepenje in trenje* in *Različni kvadri – vztrajnostni moment* za gimnazije in druge srednje šole. Gre za spretnost in iznajdljivost dijakov pri eksperimentalnem delu, pa tudi za matematično kompetenco, povezano z izračuni iz eksperimentalnih podatkov. Evalvacijo lahko naredi učitelj na osnovi doma dopolnjenih delovnih listov dijakov. Opomba: že pri prejšnjih gradivih smo navajali učilo kot komplet kock, vendar so načrtovalci učila iz tehničnih razlogov spremenili zasnovo in namesto kock so kvadri z dvema enakima roboma (pravilne štiristrane prizme). Ker septembra to novo učilo končno prihaja na trg, ga bodo lahko učitelji uporabili pri vseh z njim povezanih dosedanjih gradivih.

Avtor Matej Cvetko je napisal gradivo *Oko* za srednje šole. Gre za uporabo novega učila *Model očesa*, ki je bilo razvito v okviru projekta RNK in so si ga zamislili biologi. Razvijajo se generične kompetence pri skupinskem eksperimentiranju, kot je sposobnost samostojnega in skupinskega dela in podobno. Poudariti pa velja predvsem zelo očitno med-predmetno povezavo fizika – biologija. Vprašanja pred-testov in po-testov so v izbirnega tipa. Sam poskus, še bolj pa nekaj vprašanj v testih zelo spodbuja prostorsko predstavo dijakov, posebno gre za koncept leve in desne strani, ki je relatičen in odvisen od odnosa opazovalec – opazovani predmet.

Avtorja Jerneja Pavlin in Marko Gosak sta pripravila vsebinsko izjemno privlačno gradivo za srednješolski nivo: *Optični pojavi v atmosferi*. Dijaki delajo z besedilom na učnih listih, po skupinah, kjer obdela vsaka skupina drug pojav. Tudi tu je predvidena uporaba power pointa, tako kot pri prejšnjem gradivu obeh avtorjev. Učenci naj bi se med drugim naučili razlikovati med dobro in slabo pripravljenimi elektronskimi prosojnicami, zato da ne bi ponavljali pogostih napak, kot je npr. prenatrpano besedilo na prosojnici. IKT pri tem gradivu pa se kaže tudi v uporabi spletnih iskalnikov za iskanje dodatnih informacij (avtorja sta nekaj dodatnega gradiva na spletnih straneh pripravila sama).

Avtor dr. Matjaž Štuhec poroča o novem gradivu *Radioaktivnost in sevanje*, ki je namenjeno četrtemu letniku gimnazij. Tu ne gre le za golo predstavitev zanimive fizikalne teme, marveč se je avtor povezal z avtorjema na področju biologije (Iztok Tomažič) in kemije (Andrej Godec), da bi ustvarili interdisciplinarni trojček gradiv na temo jedrskih reakcij. Pozneje bodo ti trije avtorji iz teh gradiv v sodelovanju z učitelji – praktiki sestavili več učnih enot, pri vsaki pa bodo vključeni biološki, kemijski in fizikalni vidik, ne glede na to, pri katerem od teh treh šolskih predmetov bo gradivo zares izvedeno.



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



Dr. Sergej Faletič je izdelal gradivo za gimnazijski in srednješolski nivo: *Lastno nihanje*. Gre za to, da dijaki sami s poskusi ugotovijo, katere veličine vplivajo na nihajni čas nitnega nihala in kako. Poleg kompetenc, povezanih s skupinskimi poskusi, gre tukaj predvsem za pomembno generično kompetenco uporabe matematičnih idej in tehnik.



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

Avtorja: Robert Repnik, Ivan Gerlič

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Razred: 8, 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 04, P 1

Tabela 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:	Tekoči kristali
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	1) Učenec po ogledu fotografij in razlagi pozna sestavo tekočih kristalov. 2) Učenec se ob poskusu z zobotrebci seznani z delovanjem tekočih kristalov. 3) Učenec po opravljenem razgovoru zna naštetih načine uporabe tekočih kristalov. 4) Učenec se zave pomena koriščenja tekočih kristalov. 5) Učenec se seznani z enim od možnih ekološko manj obremenjujočih načinov uporabe tekočih kristalov.
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, metoda dela s tekstom
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna
Medpredmetne povezave:	tehnična vzgoja, ekologija, matematika
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	agregatna stanja, snov, kristali
Novi pojmi:	tekoči kristali, izotropna faza, nematična faza,

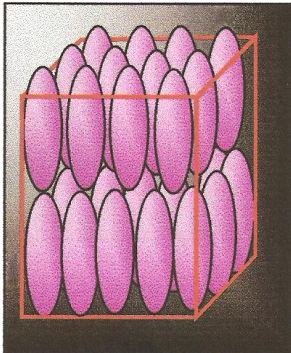


	smektična faza
Eksperimenti:	zobotrebc
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, zobotrebc
Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10

Literatura:

1. Ivan Gerlič. Metodika pouka v fizike. Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Radko Istenič. 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. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki>
12. Web: http://www.mojmikro.si/v_središču/tehnologije/tekoči_kristali
13. Web: <http://www.minet.si/fizika>
14. Web: <http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>
15. Web: http://www.repnik.com/complex/tk_vrml/index.htm



SNOV / UČITELJ	UČENEC
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 <i>Učitelj postavlja pokaže na LCD zaslon in postavlja vprašanja.</i> <i>Kdo mi zna povedati kaj je to? Kaj menite iz česa je sestavljena slika na LCD zaslonih? Kaj pa povzroči prikaz slike na zaslonu?</i> LCD-zaslon za prikaz slike izkorišča lastnost tekočih kristalov, da ob prisotnosti <u>električnega polja</u> spremenijo prepustnost svetlobe iz ozadja.  1.3 Napoved cilja Danes se bomo pogovarjali tekočih kristalih. Zato v zvezke zapišite naslov. <i>Naslov:</i> »Tekoči kristali«.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci odgovarjajo na vprašanja in sodelujejo v razpravi. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure ter si v zvezek zapišejo naslov: »Tekoči kristali«.
2 Obravnava nove učne snovi 2.1. Sestava tekočih kristalov <i>Učitelj seznani učence s sestavo tekočih kristalov.</i> (predstavi prosojnico 1) Prerišite si skico. Na sliki so prikazane molekule, ko so postavljene v kristalno mrežo. Molekule imajo podolgovato paličasto obliko.  Pa pogledimo kaj se dogaja s tekočimi kristali. Z spreminjanjem temperature, se molekule tekočih kristalov različno razporedijo. Eksperiment: Predstavljajte si, da so naši zobotrebeci molekule tekočega kristala. Če zobotrebec podržim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno	Učenci prerišejo sliko v zvezek in poslušajo razlago. Učenci opazujejo eksperiment in sodelujejo pri razlagi rezultatov.



spremenbo energije. Poglejmo kaj se zgodi, če jih spustim. Naše molekule so ostale skupaj in so vse obrnjene v enako smer.



Zdaj pa dvignimo naše molekule še više. Kaj menite se bo zgodilo? Pa pogledajmo.



Pa jih dvignimo še više, kaj se bo zgodilo? Zdaj se pa vse obrnejo v različne smeri.

To pomeni, da lahko mi z dovajanjem energije tekočim kristalom, vplivamo na molekule in na to kako se bodo odzivale. Pa si zapišite v zvezek: s spreminjanjem energije molekul tekočega kristala, lahko vplivamo na njihovo ureditev. Zakaj je to pomembno?

Vse to uporabimo pri LCD zaslonih, kalkulatorjih, ročnih urah itd.

Učenci opazujejo eksperiment in sodelujejo pri razlagi rezultatov.

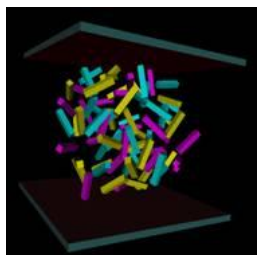
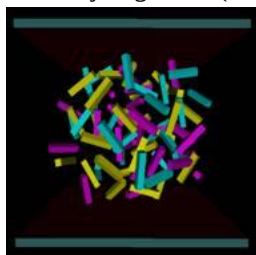
Učenci opazujejo eksperiment in sodelujejo pri razlagi rezultatov.

2.2 Različne faze tekočih kristalov

Učitelj pove učencem, da so tekoči kristali lahko v treh različnih fazah.

IZOTROPNA FAZA

Pri tej fazi so kristali neurejeni. Ni niti pozicijskega niti orientacijskega reda (so obrnjeni v vse smeri).

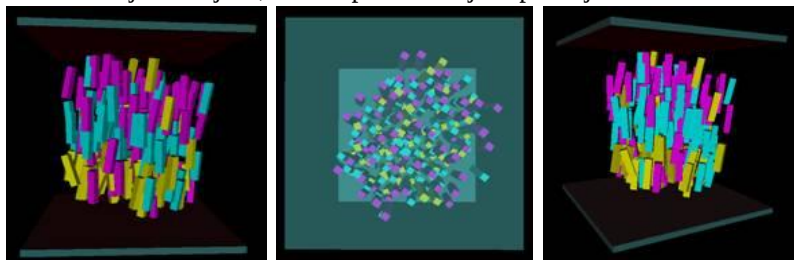


Učenci poslušajo razlago učitelja in opazujejo slike na prosojnici.



NEMATičNA FAZA

Pri tej fazi se paličaste molekule postavijo v isto smer, kar pomeni da so orientacijsko urejene, vendar pa niso urejene pozicijsko.



Učenci poslušajo razlago učitelja in opazujejo slike na prosojnici.

SMEKTIČNA FAZA

V to fazo lahko preidejo nekateri tekoči kristali po znižanju temperature. Opazimo orientacijski in pozicijski red. Dolge osi paličastih molekul so v povprečju pravokotne na smektične plasti.



Učenci poslušajo razlago učitelja in opazujejo slike na prosojnici.

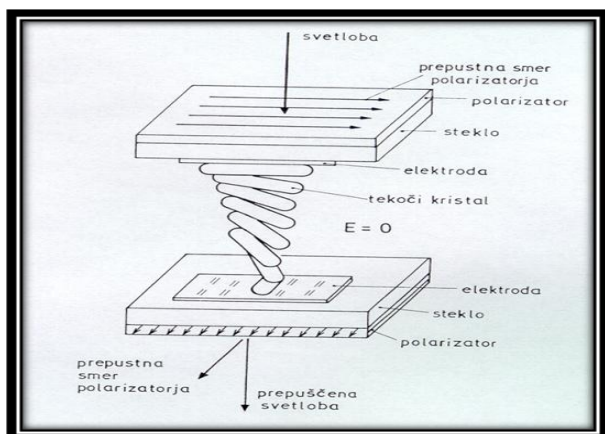
2.3 Delovanje LCD zaslona

Učitelj učencem razloži delovanje LCD zaslona.

(predstavi prosojnico 2)

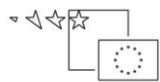
Kako pa tekoči kristali delujejo oz. kakšno vlogo imajo v LCD zaslonu?

Poglejmo sliko in jo prerišite v zvezek.



Učenci prerišajo skico v zveze.

Učenci poslušajo razlago in si zabeležijo v zvezke kako deluje LCD zaslon.



Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. V ozadju je vir svetlobe, ki je lahko ogledalo, fluorescentna žarnica ali svetleča dioda. Sledi plošča, ki ima vlogo polarizacijskega filtra. Nad ploščo je množica elektrod s tekočimi kristali. Zapišite v zvezek: Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).

Učitelj pokaže applet na spletni strani
<http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>, kjer je prikazano delovanje tekočih kristalov.

2.4 Uporaba tekočih kristalov

Učitelj pove učencem, kje vse dandanes uporabljamo tekoče kristale.

Z našim poskusom smo pokazali, kako se obnašajo molekule tekočega kristala. Kaj menite, kje vse se še srečujemo z uporabo tekočih kristalov

Radio, digitalne ure, telefoni, kalkulatorji, LCD televizor, digitalni fotoaparati,....





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).

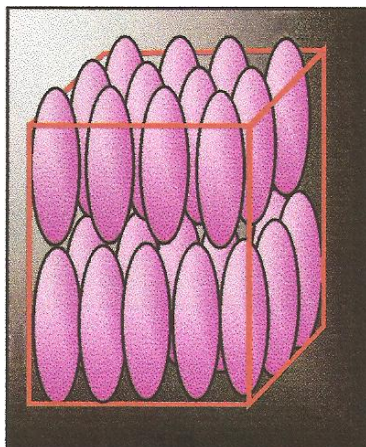
Učenci po navodilih rešujejo potest.

Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja.



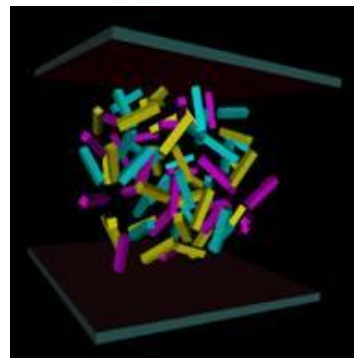
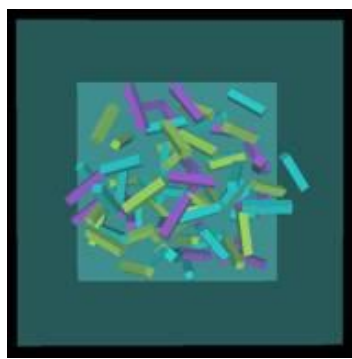
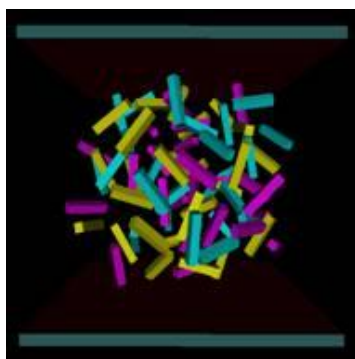
Prosojnica 1

MOLEKULE TEKOČEGA KRISTALA

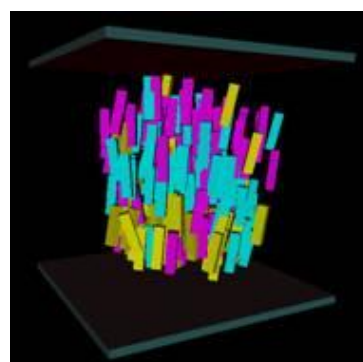
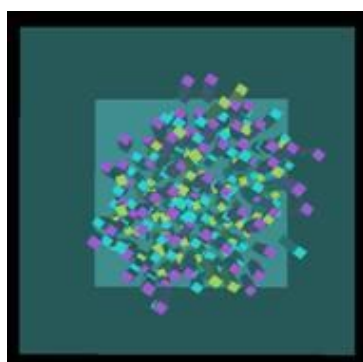
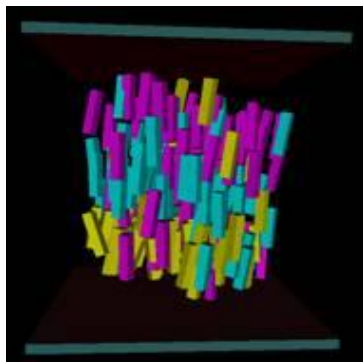


RAZLIČNE FAZE TEKOČIH KRISTALOV

IZOTROPNA FAZA



NEMATIČNA FAZA





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

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

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

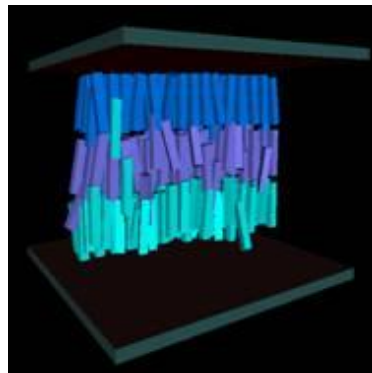
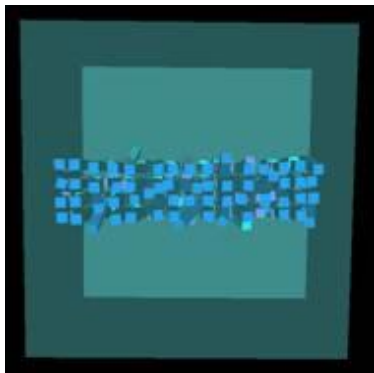
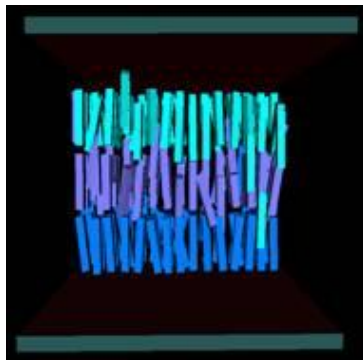
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



SMEKTIČNA FAZA





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

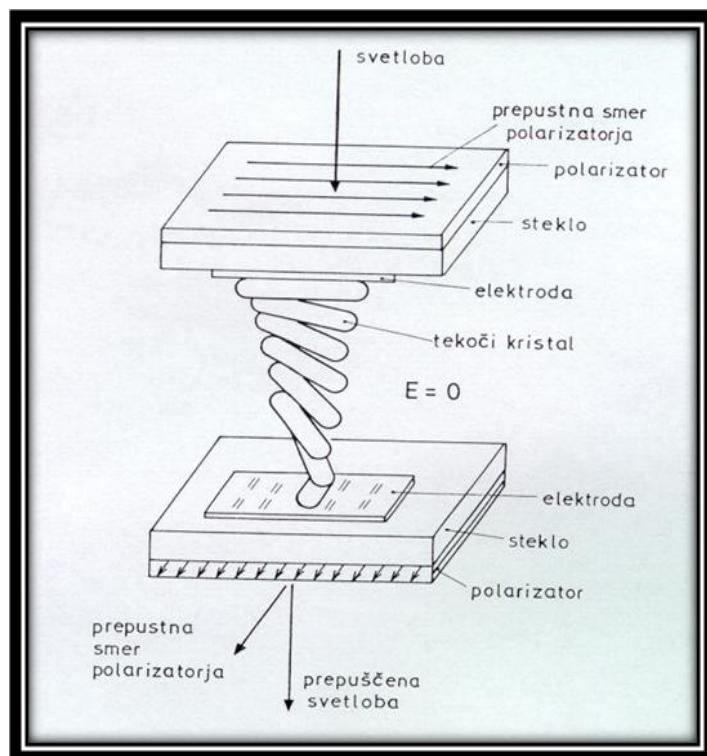
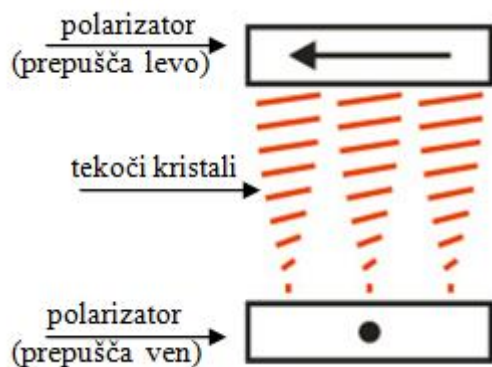


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Prosojnica 2

DELOVANJE LCD ZASLONA



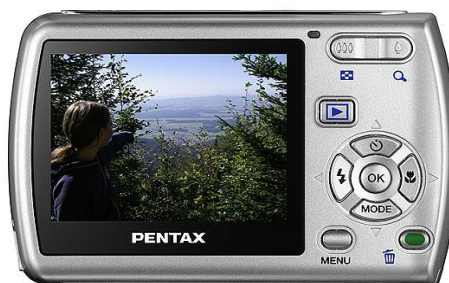
UPORABA TEKOČIH KRISTALOV



Radio



Kalkulator



Digitalni fotoaparāt



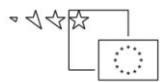
LCD televizor



Mobilni telefon



Digitalna ura

Razred: 8, 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 04, P 2**Tabela 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:	Optični vodniki
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	6) Učenec po ogledu fotografij in razlagi pozna sestavo tekočih kristalov. 7) Učenec se ob poskusu z zobotrebci seznani z delovanjem tekočih kristalov. 8) Učenec po opravljenem razgovoru zna naštetih načine uporabe tekočih kristalov. 9) Učenec se zave pomena koriščenja tekočih kristalov. 10) Učenec se seznani z enim od možnih ekološko manj obremenjujočih načinov uporabe tekočih kristalov.
Vzgojno – izobraževalne metode:	Metoda razgovora, razlage, demonstracije, delo s tekstom.
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	agregatna stanja, snov, kristali
Novi pojmi:	tekoči kristali, izotropna faza, nematična faza, smektična faza
Eksperimenti:	zobotrebci
Pripomočki:	grafoskop, prosojnice, zobotrebci

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. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki>
12. Web: http://www.mojmikro.si/v_središču/tehnologije/tekoči_kristali
13. Web: <http://www.minet.si/fizika>
14. Web: <http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>
15. Web: http://www.repnik.com/complex/tk_vrml/index.htm



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 <i>Učitelj postavlja pokaže na LCD zaslon in postavlja vprašanja.</i> <i>Kdo mi zna povedati kaj je to? Kaj menite iz česa je sestavljena slika na LCD zaslonih? Kaj pa povzroči prikaz slike na zaslonu?</i> LCD-zaslon za prikaz slike izkorišča lastnost tekočih kristalov, da ob prisotnosti <u>električnega polja</u> spremenijo prepustnost svetlobe iz ozadja.  1.3 Napoved cilja Danes se bomo pogovarjali tekočih kristalnih. Zato v zvezke zapišite naslov. <i>Naslov:</i> »Tekoči kristali«.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci odgovarjajo na zastavljeno vprašanje učitelja. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure.
2 Obravnava nove učne snovi 2.1 Sestava tekočih kristalov <i>Učitelj razdeli učne liste in poda učencem napotke za reševanje</i> Učitelj da napotke za reševanje naloge 1 na učnem listu. Učenci naj natančno preberejo besedilo prve naloge na učnem listu in odgovorijo na zastavljena vprašanja. Eksperiment: Predstavljajte si, da so naši zobotrebci molekule tekočega kristala. Če zobotrebce podžim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Poglejmo kaj se zgodi, če jih spustim. Naše molekule so ostale skupaj in so vse obrnjene v enako smer.  Zdaj pa dvignimo naše molekule še višje. Kaj menite se bo zgodilo? Pa pogledjmo: še vedno je večina molekul obrnjena v isto smer. 	Učenci opazujejo eksperiment in sodelujejo pri razlagi rezultatov. Učenci opazujejo eksperiment in sodelujejo pri razlagi rezultatov.



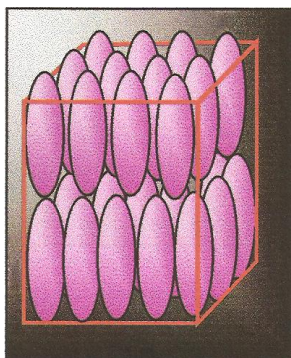
Pa jih dvignimo še više, kaj se bo zgodilo? Zdaj se pa vse obrnejo v različne smeri.

To pomeni, da lahko mi z dovajanjem energije tekočim kristalom, vplivamo na molekule in na to kako se bodo odzivale. Pa si zapišite v zvezek: s spreminjanjem energije molekul tekočega kristala, lahko vplivamo na njihovo ureditev. Zakaj je to pomembno?

Vse to uporabimo pri LCD zaslonih, kalkulatorjih, ročnih urah itd.

(predstavi prosojnico 1)

Na sliki so prikazane molekule, ko so postavljene v kristalno mrežo. Molekule imajo podolgovato paličasto obliko.



Pa pogledjmo kaj se dogaja s tekočimi kristali. Z spreminjanjem temperature, se molekule tekočih kristalov različno razporedijo.

Učenci opazujejo eksperiment in sodelujejo pri razlagi rezultatov.

Učenci po potrebi dopolnijo odgovore.



2.2 Različne faze tekočih kristalov

Učitelj poda napotke za reševanje druge naloge na učnem listu.

Učitelj pove učencem, da so tekoči kristali lahko v treh različnih fazah.

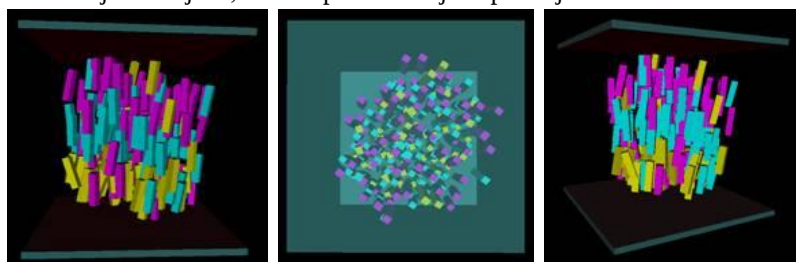
IZOTROPNA FAZA

Pri tej fazi so kristali neurejeni. Ni niti pozicijskega niti orientacijskega reda (so obrnjeni v vse smeri).



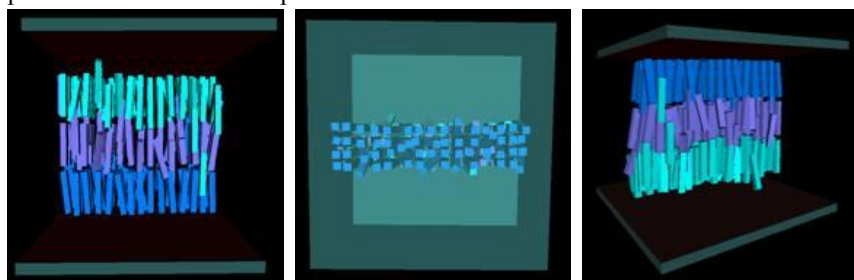
NEMATIČNA FAZA

Pri tej fazi se paličaste molekule postavijo v isto smer, kar pomeni da so orientacijsko urejene, vendar pa niso urejene pozicijsko.



SMEKTIČNA FAZA

V to fazo lahko preidejo nekateri tekoči kristali po znižanju temperature. Opazimo orientacijski in pozicijski red. Dolge osi paličastih molekul so v povprečju pravokotne na smektične plasti.

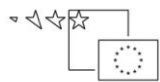


Učitelj pokaže prosojnico in preveri odgovore učencev na učnem listu

Faze tekočih kristalov

Učenci preberejo besedilo druge naloge na učnem listu in pod slike napišejo odgovore.

Učenci s pomočjo učitelja po potrebi dopolnijo odgovore.

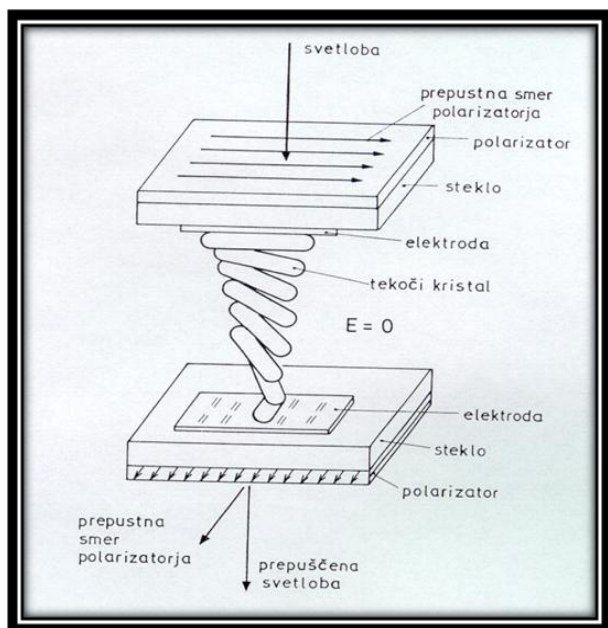


2.3 Delovanje LCD zaslona

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

Učenci si naj natančno preberejo besedilo naloge in dopolnijo sliko na učnem listu.

Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. V ozadju je vir svetlobe, ki je lahko ogledalo, fluorescentna žarnica ali svetleča dioda. Sledi plošča, ki ima vlogo polarizacijskega filtra. Nad ploščo je množica elektrod s tekočimi kristali. Zapišite v zvezek: Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).



Učitelj pokaže applet na spletni strani

<http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>, kjer je prikazano delovanje tekočih kristalov.

Delovanje LCD zaslona

Učenci preberejo besedilo 3. naloge in dopolnijo sliko, ki prikazuje zgradbo LCD zaslona.

Učenci poslušajo učitelja in opazujejo prosojnico na kateri je slika zgradbe LCD zaslona.

Učenci po potrebi dopolnijo sliko, ki prikazuje zgradbo LCD zaslona.

Učenci poslušajo učitelja in opazujejo računalniško animacijo.



2.4 Uporaba tekočih kristalov

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

Učenci si naj natančno preberejo besedilo naloge in pod slike na učnem listu napišejo odgovore.



Učitelj pove učencem, kje vse dandanes uporabljamo tekoče kristale.

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).

Uporaba tekočih kristalov

Učenci preberejo besedilo 4. naloge in pod slike napišejo odgovore.

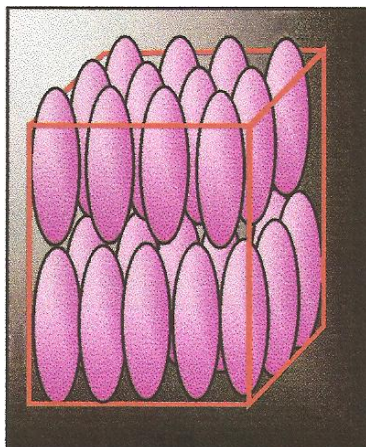
Učenci po potrebi dopolnijo odgovore na učnem listu.

Učenci po navodilih rešujejo potest.
 Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja.



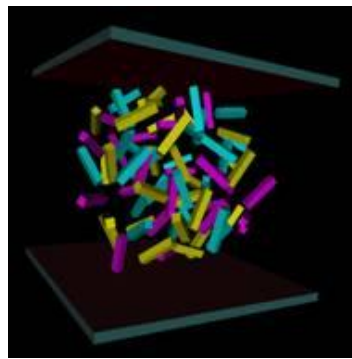
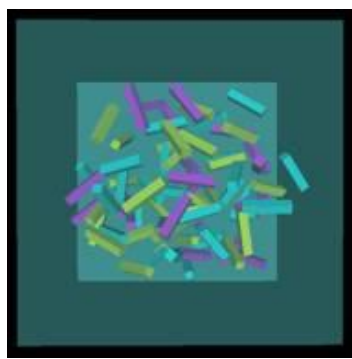
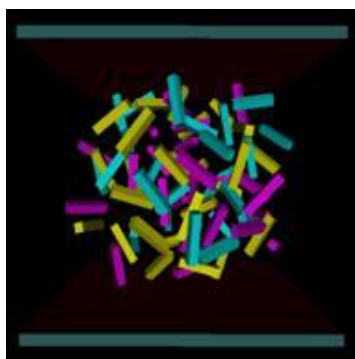
Prosojnica 1

MOLEKULE TEKOČEGA KRISTALA

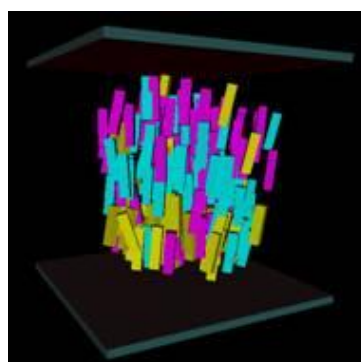
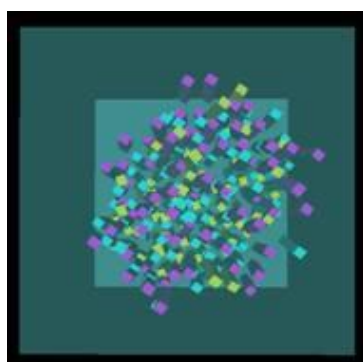
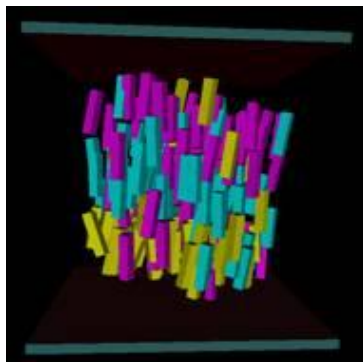


RAZLIČNE FAZE TEKOČIH KRISTALOV

IZOTROPNA FAZA



NEMATIČNA FAZA





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

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

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

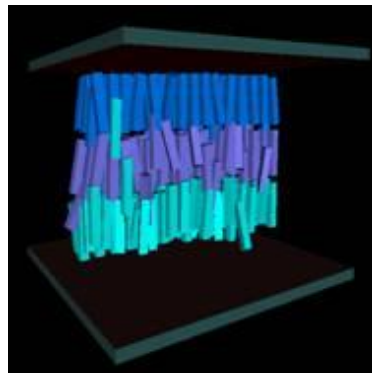
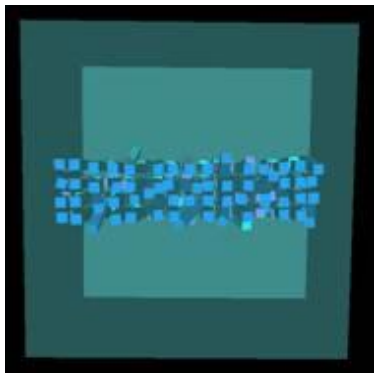
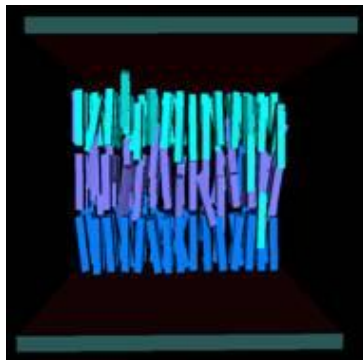
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



SMEKTIČNA FAZA





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

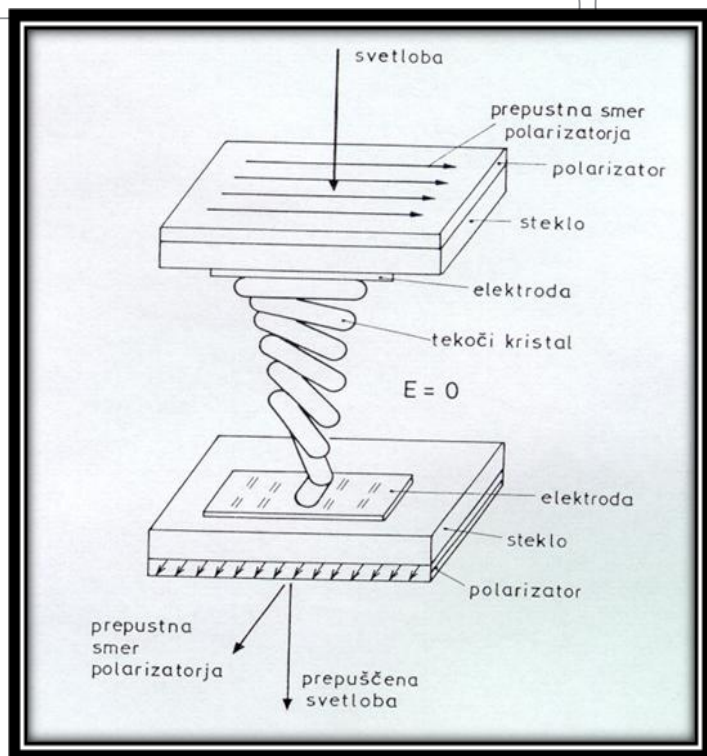
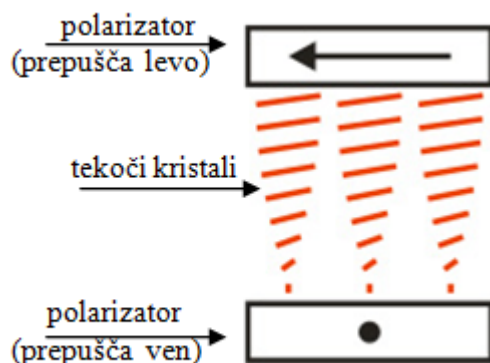
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si
Masarykova 16, 1000 Ljubljana
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



DELOVANJE LCD ZASLONA



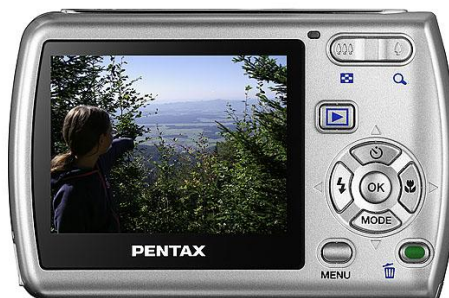
UPORABA TEKOČIH KRISTALOV



Radio



Kalkulator



Digitalni fotoaparāt



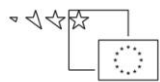
LCD televizor



Mobilni telefon



Digitalna ura

Razred: 8, 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 04, P 3**Tabela 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:	Optični vodniki
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	11) Učenec po ogledu fotografij in razlagi pozna sestavo tekočih kristalov. 12) Učenec se ob poskusu z zobotrebci seznani z delovanjem tekočih kristalov. 13) Učenec po opravljenem razgovoru zna naštetih načine uporabe tekočih kristalov. 14) Učenec se zave pomena koriščenja tekočih kristalov. 15) Učenec se seznani z enim od možnih ekološko manj obremenjujočih načinov uporabe tekočih kristalov.
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, praktičnih del, metoda dela s tekstom
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna, delo v dvojicah/individualna
Medpredmetne povezave:	tehnična vzgoja, ekologija, matematika
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	agregatna stanja, snov, kristali
Novi pojmi:	tekoči kristali, izotropna faza, nematična faza, smektična faza
Eksperimenti:	zobotrebci
Učni in tehnični pripomočki:	grafoskop, prosojnice, zobotrebci

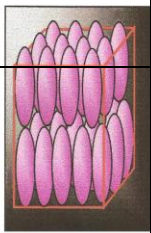


Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10

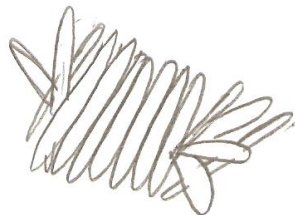
Literatura:

1. Ivan Gerlič. Metodika pouka v fizike. Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Radko Istenič. 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. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki>
12. Web: http://www.mojmikro.si/v_središču/tehnologije/tekoči_kristali
13. Web: <http://www.minet.si/fizika>
14. Web: <http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>
15. Web: http://www.repnik.com/complex/tk_vrml/index.htm
16. Web: <http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/lcdzasloni/LCD.htm>
17. Web: <http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>
18. Web: <http://www.druga.org/lzpostavljam/Dijaki/SkacejGregor.html>



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 <i>Učitelj postavlja pokaže na LCD zaslon in postavlja vprašanja.</i> <i>Kdo mi zna povedati kaj je to? Kaj menite iz česa je sestavljena slika na LCD zaslonih? Kaj pa povzroči prikaz slike na zaslonu?</i> LCD-zaslon za prikaz slike izkorišča lastnost tekočih kristalov, da ob prisotnosti <u>električnega polja</u> spremenijo prepustnost svetlobe iz ozadja.  1.3 Napoved cilja Danes se bomo pogovarjali tekočih kristalnih. Zato v zvezke zapišite naslov. Naslov: »Tekoči kristali«.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci odgovarjajo na vprašanja in sodelujejo v razpravi. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure ter si v zvezek zapišejo naslov: »Tekoči kristali«.
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/T04/ (naveden tudi na vrhu delovnega lista). Preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo.</i> 2.1 Uporaba optičnih vodnikov Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 1 rešijo nalogo 1 na delovnem listu. Poiskati morajo, kako so zgrajeni tekoči kristali in kaj se zgodi, če jim spremenjamo energijo in temperaturo. Začetna spletna stran (1. naloga): 1. Sestava tekočih kristalov Na spletni strani poiskati kako so zgrajeni tekoči kristali in kaj se zgodi če jim spremenjamo energijo. V pomoč ti je lahko naslednja spletna povezava: • http://sl.wikipedia.org/wiki/Teko%C4%BD_kristal <i>Pozorno opazuj eksperiment in zapiši ugotovitve!</i> Eksperiment Predstaviš si, da so mali robotčki molekule tekočega kristala. Če robotčke podižem 10 cm nad tla, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Pogledaj kaj se zgodi, če jih spustiš. <i>Napisi kaj se je zgodilo:</i> Zdaj pa dvignimo naše molekule še višje, kar pomeni, da imajo ob padcu večjo spremembo energije. <i>Napisi kaj se je zgodilo:</i> Zdaj pa jih spustimo le iz višje točke. <i>Napisi kaj se je zgodilo:</i> <i>Zakaj je pomembno kako so obložene molekule tekočih kristalov?</i> 	Učitelj: ▪ razporedi učence za delo na računalnikih ▪ razdeli delovne liste ▪ pove spletni naslov ▪ preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo. Delovni list (1. naloga) Učenci opazujejo eksperiment in na delovnem listu odgovarjajo na vprašanja.



Eksperiment: Predstavljajte si, da so naši zobotrebci molekule tekočega kristala. Če zobotrebce podržim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Poglejmo kaj se zgodi, če jih spustim. Naše molekule so ostale skupaj in so vse obrnjene v enako smer.   Zdaj pa dvignimo naše molekule še više. Kaj menite se bo zgodilo? Pa poglejmo: še vedno je večina molekul obrnjena v isto smer.  Pa jih dvignimo še više, kaj se bo zgodilo? Zdaj se pa vse obrnejo v različne smeri. To pomeni, da lahko mi z dovajanjem energije tekočim kristalom, vplivamo na molekule in na to kako se bodo odzivale. Pa si zapišite v zvezek: s spreminjanjem energije molekul tekočega kristala, lahko vplivamo na njihovo ureditev. Zakaj je to pomembno? Vse to uporabimo pri LCD zaslonih, kalkulatorjih, ročnih urah itd.	Učenci dopolnijo delovni list. Učenci dopolnijo delovni list. Učenci dopolnijo delovni list. Analiza in korekcija rezultatov.
2.2 Zgradba optičnih vodnikov <i>Učitelj učencem poda napotke za reševanje druge naloge na delovnem listu.</i> Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 1 rešijo nalogo 1 na delovnem listu. Poiskati morajo, katere so faze v katerih so lahko tekoči kristali. Začetna spletna stran (2. naloga):	<u>Delovni list (2. naloga)</u> Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani



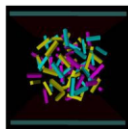
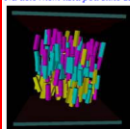
2. Različne faze tekočih kristalov

Preglej spletne povezave in razširj v katerih fazah se lahko nahajajo tekoči kristali.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

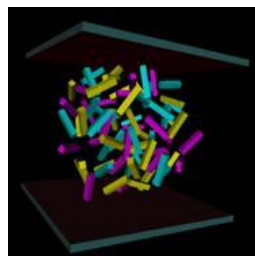
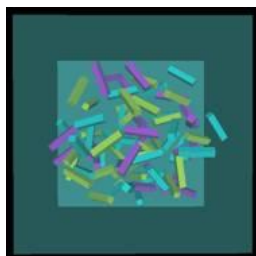
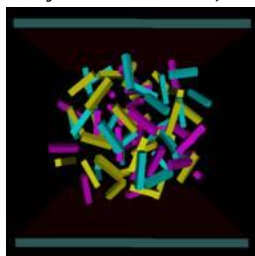
- http://id.wikipedia.org/wiki/Teko%C4%8Di_kristal
- http://www.research.com/complex/8_vml/index.htm

Na delovnem listu pod sliko zapiši v kateri fazi se nahajajo tekoči kristali!



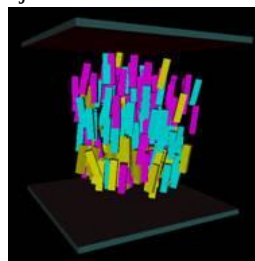
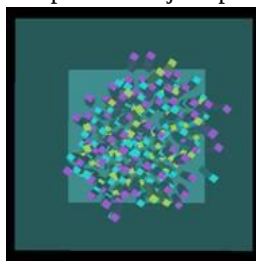
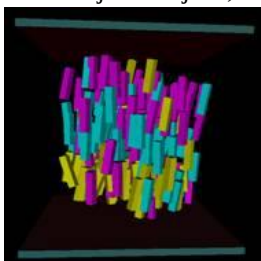
IZOTROPNA FAZA

Pri tej fazi so kristali neurejeni. Ni niti pozicijskega niti orientacijskega reda (so obrnjeni v vse smeri).



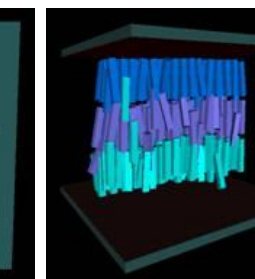
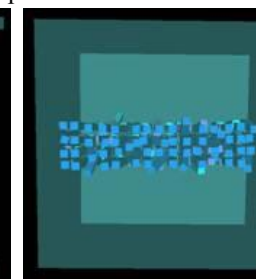
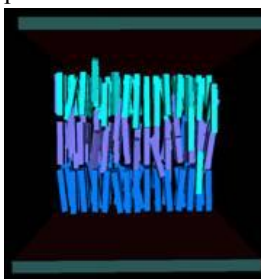
NEMATIČNA FAZA

Pri tej fazi se paličaste molekule postavijo v isto smer, kar pomeni da so orientacijsko urejene, vendar pa niso urejene pozicijsko.



SMEKTIČNA FAZA

V to fazo lahko preidejo nekateri tekoči kristali po znižanju temperature. Opazimo orientacijski in pozicijski red. Dolge osi paličastih molekul so v povprečju pravokotne na smektične plasti.



poiščejo rešitev
naloge.

Učenci napišejo
odgovore pod slike na
delovnem listu.

Analiza in korekcija
rezultatov.

Analiza in korekcija
rezultatov.

Analiza in korekcija
rezultatov.

2.3 Delovanje LCD zaslona

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

Delovni list (3.



Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 3 rešijo nalogo 3 na delovnem listu. Poiskati morajo, kako je zgrajen LCD zaslon.

Začetna spletna stran (3. naloga):

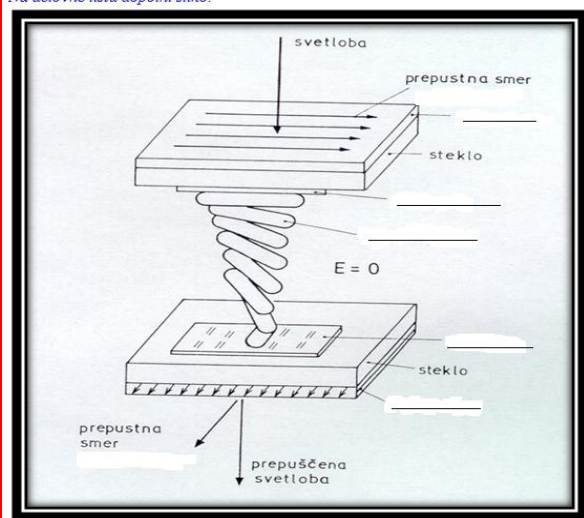
3. Delovanje LCD zaslona

S pomočjo spleta poišči kako so zgrajeni LCD zasloni.

V pomoč so ti lahko naslednje povezave:

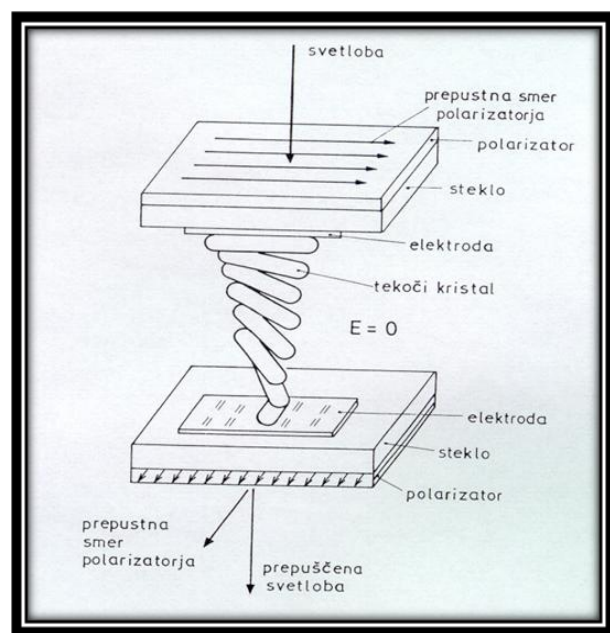
- <http://zvz.fgg.uni-lj.si/seminarij/lcdzasloni/LCD.htm>
- <http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>

Na delovne listu dopolni sliko!



Učitelj učencem razloži delovanje LCD zaslona.

(predstavi prosojnico 2)



naloga)

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

Učenci dopolnijo shemo zgradbe LCD zaslona.

Analiza in korekcija rezultatov.



Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. V ozadju je vir svetlobe, ki je lahko ogledalo, fluorescentna žarnica ali svetleča dioda. Sledi plošča, ki ima vlogo polarizacijskega filtra. Nad ploščo je množica elektrod s tekočimi kristali. Zapišite v zvezek: Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).

Učitelj pokaže applet na spletni strani

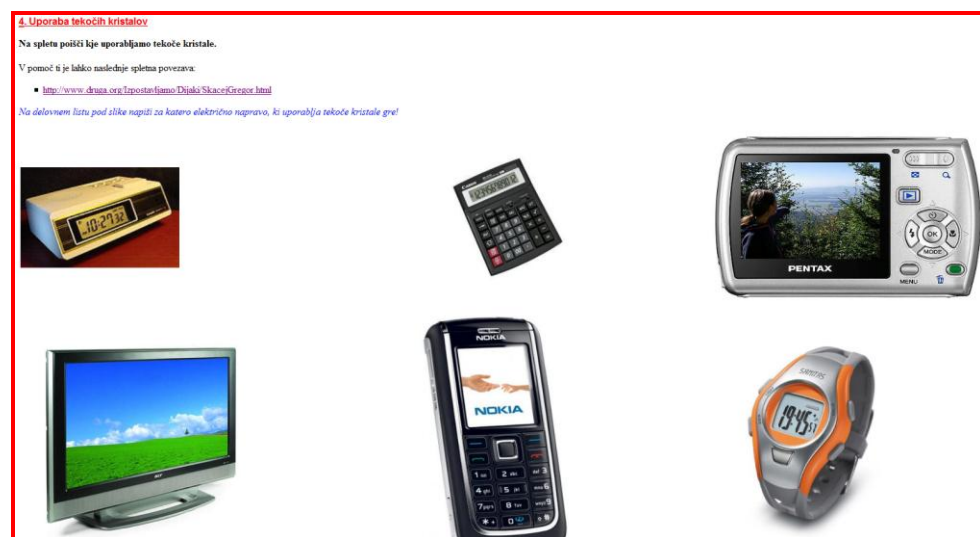
<http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html>, kjer je prikazano delovanje tekočih kristalov.

2.4 Uporaba tekočih kristalov

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, kje vse dandanes uporabljamo tekoče kristale.

Začetna spletna stran (4. naloga):



Učitelj pove učencem, kje vse dandanes uporabljamo tekoče kristale.

Z našim poskusom smo pokazali, kako se obnašajo molekule tekočega kristala. Kaj menite, kje vse se še srečujemo z uporabo tekočih kristalov?

Delovni list (3. naloga)

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

Analiza in korekcija rezultatov.

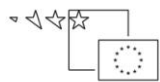
Radio, digitalne ure, telefoni, kalkulatorji, LCD televizor, digitalni fotoaparati,....

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).

Učenci po navodilih rešujejo potest. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja.

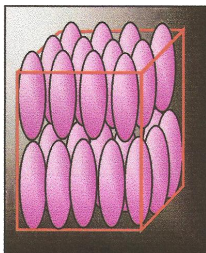


TEKOČI KRISTALI

Učni list

1. Sestava tekočih kristalov

Na sliki so prikazane molekule, ko so postavljene v kristalno mrežo. Molekule imajo podolgovato paličasto obliko.



Pa pogledjmo kaj se dogaja s tekočimi kristali. Z spreminjanjem temperature, se molekule tekočih kristalov različno razporedijo.

Eksperiment:

Predstavljajte si, da so naši zobotrebci molekule tekočega kristala. Če zobotrebce podržim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Pogledjmo kaj se zgodi, če jih spustim.

Napiši kaj se je zgodilo: _____

Zdaj pa dvignimo naše molekule še više, kar pomeni, da imajo ob padcu večjo spremembo energije.

Napiši kaj se je zgodilo: _____

Zdaj pa jih spustimo še iz višje točke.

Napiši kaj se je zgodilo: _____

To pomeni, da lahko mi z dovajanjem energije tekočim kristalom, vplivamo na molekule in na to kako se bodo odzivale. S spreminjanjem energije molekul tekočega kristala, lahko vplivamo na njihovo ureditev.

Zakaj je to pomembno? _____

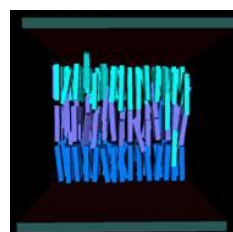
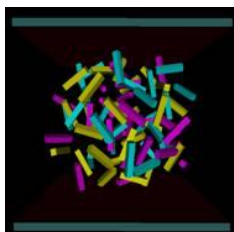
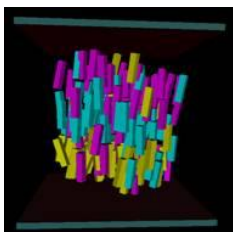
2. Različne faze tekočih kristalov

Tekoči kristali so lahko v treh različnih fazah: izotropna faza, nematična faza in smektična faza. Pri izotropni fazi so kristali neurejeni, ni niti pozicijskega niti orientacijskega reda (so obrnejni vse smeri). Pri nematični fazi se paličaste molekule tekočih kristalov postavijo v isto smer, kar pomeni da so orientacijsko urejene, vendar niso urejene pozicijsko (niso urejene po plasteh). Pri smektični fazi so kristali pozicijsko in orijentacijsko urejeni (dolge osi



paličastih molekul so v povprečju pravokotne na smektične plasi). V to fazo preidejo nekateri tekoči kristali po znižanju temperature.

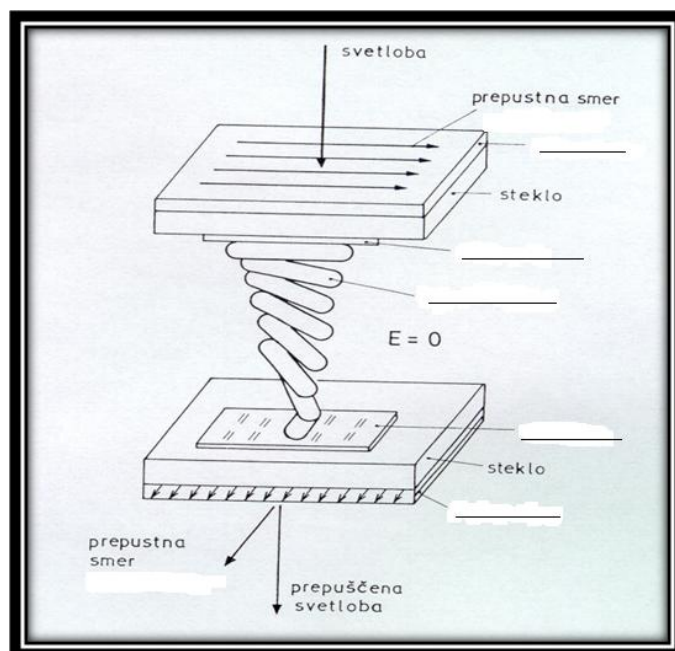
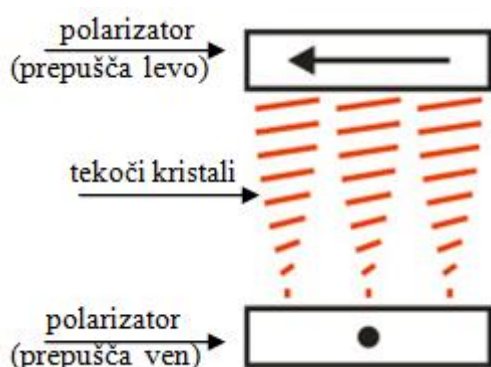
Pod slike zapiši v kateri fazi se nahajajo tekoči kristali!



3. Delovanje LCD zaslona

Preberi besedilo in dopolni sliko!

Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. V ozadju je vir svetlobe, ki je lahko ogledalo, fluorescentna žarnica ali svetleča dioda. Sledi plošča, ki ima vlogo polarizacijskega filtra. Nad ploščo je množica elektrod s tekočimi kristali. Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).



3. Uporaba tekočih kristalov

Tekoče kristale dandanes uporabljamo pri različnih elektronskih napravah (monitorji, kalkulatorji, mobiteli...)



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



Pod slike napiši za katero napravo, ki uporablja električne kristale gre!



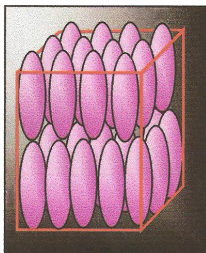


TEKOČI KRISTALI

Učni list

1. Sestava tekočih kristalov

Na sliki so prikazane molekule, ko so postavljene v kristalno mrežo. Molekule imajo podolgovato paličasto obliko.



Pa pogledjmo kaj se dogaja s tekočimi kristali. Z spreminjanjem temperature, se molekule tekočih kristalov različno razporedijo.

Eksperiment:

Predstavljajte si, da so naši zobotrebci molekule tekočega kristala. Če zobotrebce podrim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Pogledjmo kaj se zgodi, če jih spustim.

Zobotrebci (molekule) so ostali skupaj in so obrnjeni v enako smer.

Napiši kaj se je zgodilo: _____

Zdaj pa dvignimo naše molekule še više, kar pomeni, da imajo ob padcu večjo spremembo energije.

Še vedno je večina zobotrebcev obrnjenih v isto smer.

Napiši kaj se je zgodilo: _____

Zdaj pa jih spustimo še iz višje točke.

Zobotrebci so razmetani v vse smeri.

Napiši kaj se je zgodilo: _____

To pomeni, da lahko mi z dovajanjem energije tekočim kristalom, vplivamo na molekule in na to kako se bodo odzivale. S spreminjanjem energije molekul tekočega kristala, lahko vplivamo na njihovo ureditev.

Zakaj je to pomembno? _____

Vse to uporabljamo pri LCD zaslonih, kalkulatorjih, ročnih urah,...

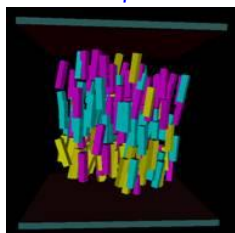
2. Različne faze tekočih kristalov

Tekoči kristali so lahko v treh različnih fazah: izotropna faza, nematična faza in smektična faza. Pri izotropni fazi so kristali neurejeni, ni niti pozicijskega niti orientacijskega reda (so

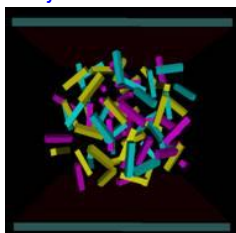


obrneji vse smeri). Pri nematični fazi se paličaste molekule tekočih kristalov postavijo v isto smer, kar pomeni da so orientacijsko urejene, vendar niso urejene pozicijsko (niso urejene po plasteh). Pri smektični fazi so kristali pozicijsko in orijentacijsko urejeni (dolge osi paličastih molekul so v povprečju pravokotne na smektične plasi). V to fazo preidejo nekateri tekoči kristali po znižanju temperature.

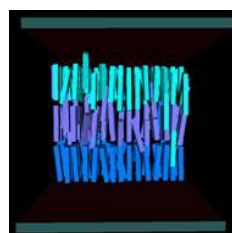
Pod slike zapiši v kateri fazi se nahajo tekoči kristali!



Nematična faza



Izotropna faza

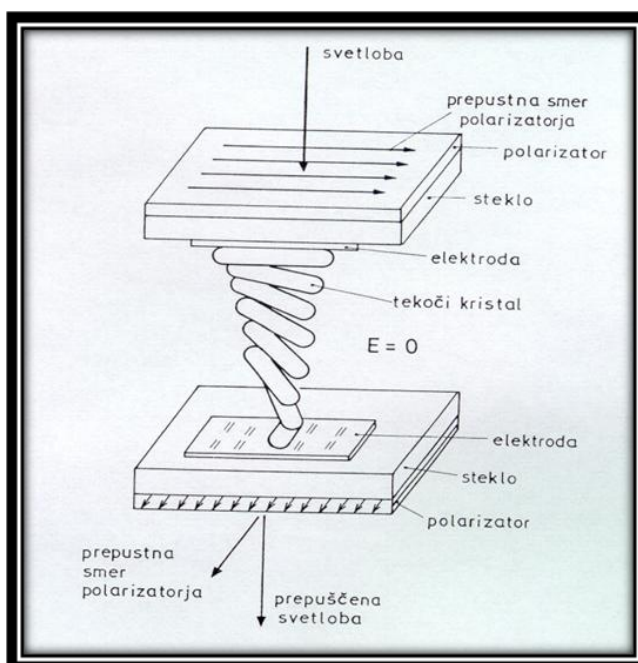
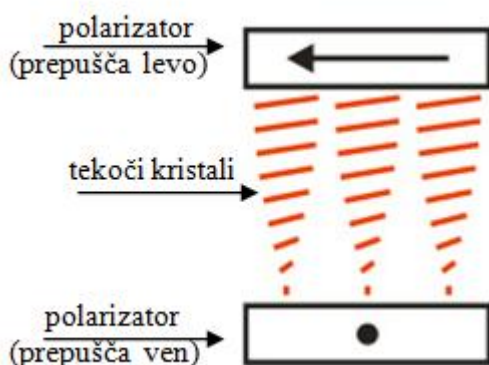


Smektična faza

3. Delovanje LCD zaslona

Preberi besedilo in dopolni sliko!

Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. V ozadju je vir svetlobe, ki je lahko ogledalo, fluorescentna žarnica ali svetleča dioda. Sledi plošča, ki ima vlogo polarizacijskega filtra. Nad ploščo je množica elektrod s tekočimi kristali. Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).



3. Uporaba tekočih kristalov



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



Tekoče kristale dandanes uporabljamo pri različnih elektronskih napravah (monitorji, kalkulatorji, mobiteli...)

Pod slike napiši za katero napravo, ki uporablja električne kristale gre!



Radio



Kalkulator



Digitalni fotoaparati



Digitalni TV



Mobilni telefon



Digitalna ura



TEKOČI KRISTALI

Delovni list

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Sestava tekočih kristalov

OPOMNIK

Tekoči kristali so zgrajeni iz molekul, ki imajo podolgovato paličasto obliko. Z spreminjanjem temperature, se molekule tekočih kristalov različno razporedijo.

NALOGE

Na spletu poišči kako so zgrajeni tekoči kristali in kaj se zgodi če jim spreminjamo energijo.

V pomoč ti je lahko naslednja spletna povezava:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Teko%C4%8Di_kristal

Pozorno opazuj eksperiment in odgovori na vprašanja!

Eksperiment:

Predstavljajte si, da so naši zobotrebci molekule tekočega kristala. Če zobotrebce podržim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Poglejmo kaj se zgodi, če jih spustim.

Napiši kaj se je zgodilo:

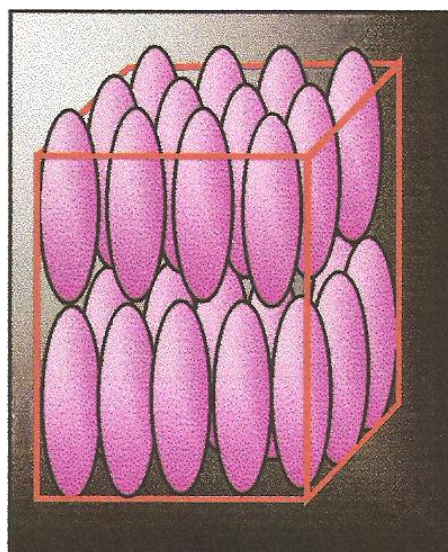
Zdaj pa dvignimo naše molekule še više, kar pomeni, da imajo ob padcu večjo spremembo energije.

Napiši kaj se je zgodilo:

Zdaj pa jih spustimo še iz višje točke.

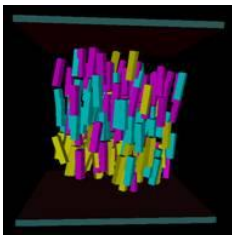
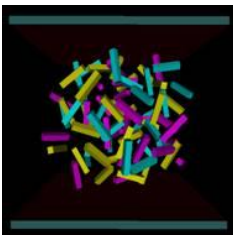
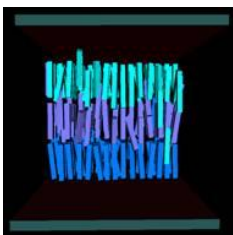
Napiši kaj se je zgodilo:

Zakaj je pomembno kako so obrnjene molekule tekočih kristalov?



2. Različne faze tekočih kristalov



OPOMNIK Tekoči kristali so lahko v treh različnih fazah: <u>izotropna faza</u>, <u>nematična faza</u> in <u>smektična faza</u>. Faze se spreminjajo z spreminjanjem energije in temperature tekočih kristalov.	NALOGE Preglej spletne povezave in razišči v katerih fazah se lahko nahajajo tekoči kristali. V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave: ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Teko%C4%8Di_kristal ▪ http://www.repnik.com/complex/tk_vrml/index.htm Na črte napiši, katere faze so prikazane na slikah!
<i>Pod slike zapiši v kateri fazi se nahajajo tekoči kristali!</i>   	

3. Delovanje LCD zaslona

OPOMNIK Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).	NALOGE S pomočjo spleta poišči kako so zgrajeni LCD zasloni. V pomoč so ti lahko naslednje povezave: ▪ http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/lcdzasloni/LCD.htm ▪ http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html Dopolni sliko, v pomoč ti je lahko tudi desna slika!



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

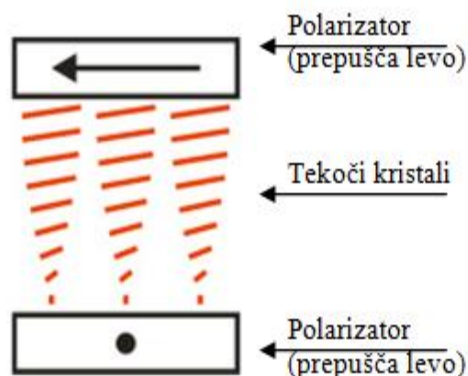
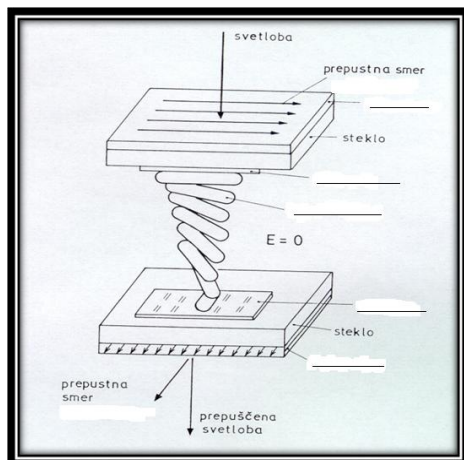
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

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



4. Uporaba tekočih kristalov

OPOMNIK

Tekoče kristale dandanes uporabljamo pri različnih elektronskih napravah (monitorji, kalkulatorji, mobiteli...)

NALOGE

Na spletu poišči kje uporabljamo tekoče kristale.

V pomoč ti je lahko naslednje spletna povezava:

- <http://www.druga.org/lzpostavljam/Dijaki/SkacejGregor.html>

Pod slike napiši za katero napravo gre!





www.repnik.com/T04/

TEKOČI KRISTALI

Delovni list

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Sestava tekočih kristalov

OPOMNIK

Tekoči kristali so zgrajeni iz molekul, ki imajo podolgovato paličasto obliko. Z spreminjanjem temperature, se molekule tekočih kristalov različno razporedijo.

NALOGE

Na spletu poišči kako so zgrajeni tekoči kristali in kaj se zgodi če jim spreminjamo energijo.

V pomoč ti je lahko naslednja spletna povezava:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Teko%C4%8Di_kristal

Pozorno opazuj eksperiment in odgovori na vprašanja!

Eksperiment:

Predstavljajte si, da so naši zobotrebci molekule tekočega kristala. Če zobotrebce podržim 10 cm nad mizo, pomeni da ima naš kristal majhno spremembo energije. Poglejmo kaj se zgodi, če jih spustim.

Napiši kaj se je zgodilo:

Zobotrebci (molekule) so ostali skupaj in so obrnjeni v enako smer.

Zdaj pa dvignimo naše molekule še više, kar pomeni, da imajo ob padcu večjo spremembo energije.

Napiši kaj se je zgodilo:

Še vedno je večina zobotrebcev obrnjenih v isto smer.

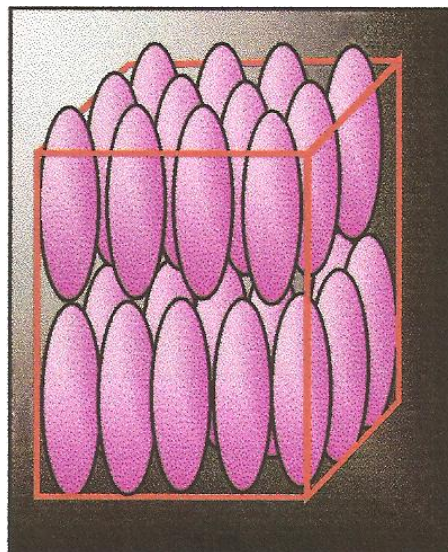
Zdaj pa jih spustimo še iz višje točke.

Napiši kaj se je zgodilo:

Zobotrebci so razmetani v vse smeri.

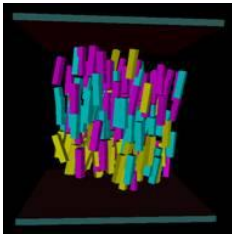
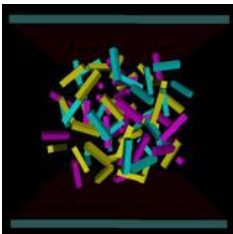
Zakaj je pomembno kako so obrnjene molekule tekočih kristalov?

Vse to uporabljamo pri LCD zaslonih, kalkulatorjih, ročnih urah,...



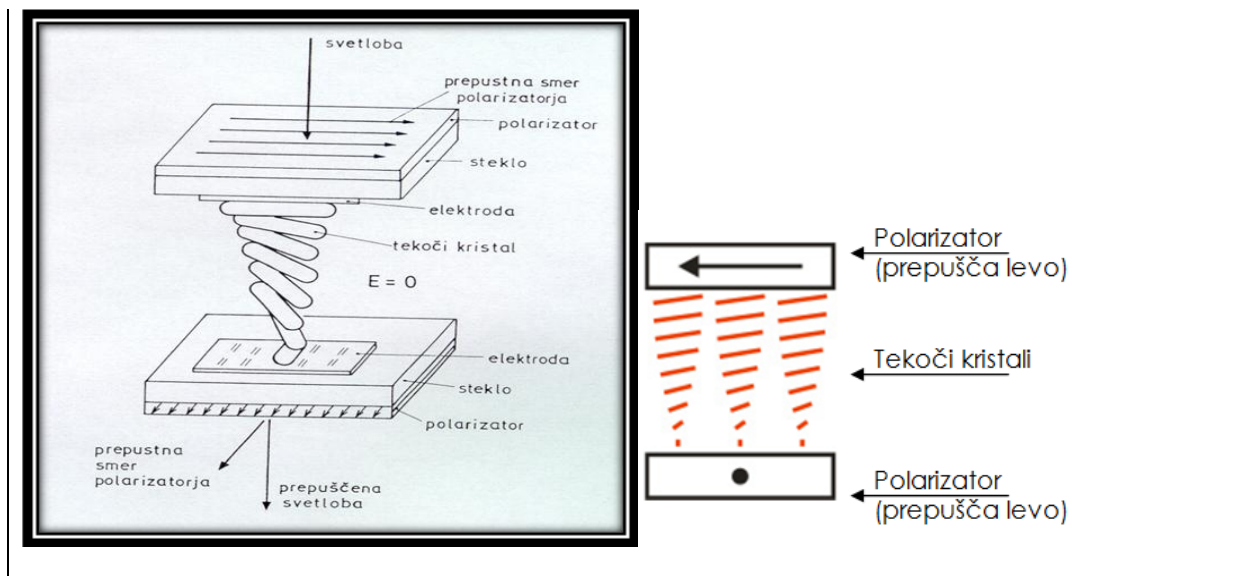
2. Različne faze tekočih kristalov



OPOMNIK Tekoči kristali so lahko v treh različnih fazah: <u>izotropna faza</u>, <u>nematična faza</u> in <u>smektična faza</u>. Faze se spreminjajo z spreminjanjem energije in temperature tekočih kristalov.	NALOGE Preglej spletne povezave in razišči v katerih fazah se lahko nahajajo tekoči kristali. V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave: ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Teko%C4%8Di_kristal ▪ http://www.repnik.com/complex/tk_vrml/index.htm Na črte napiši, katere faze so prikazane na slikah!
<i>Pod slike zapiši v kateri fazi se nahajajo tekoči kristali!</i>  <u>Nematična faza</u>  <u>Izotropna faza</u>  <u>Smektična faza</u>	

3. Delovanje LCD zaslona

OPOMNIK Vsak LCD-zaslon v osnovi sestavlja šest plasti. Kristali so vrtljiv polarizacijski filter. Kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel). Bolj kot je tekoči kristal zasukan, manj svetlobe prepusti (temen piksel).	NALOGE S pomočjo spleta poišči kako so zgrajeni LCD zasloni. V pomoč so ti lahko naslednje povezave: ▪ http://zvonko.fgg.uni-lj.si/seminarji/lcdzasloni/LCD.htm ▪ http://www.colorado.edu/physics/2000/laptops/calculator2.html Dopolni sliko, v pomoč ti je lahko tudi desna slika!



4. Uporaba tekočih kristalov

OPOMNIK

Tekoče kristale dandanes uporabljamo pri različnih elektronskih napravah (monitorji, kalkulatorji, mobiteli...)

NALOGE

Na spletu poišči kje uporabljamo tekoče kristale.

V pomoč ti je lahko naslednje spletna povezava:

- <http://www.druga.org/lzpostavljamo/Dijaki/SkacejGregor.html>

Pod slike napiši za katero napravo gre!



Radio



Kalkulator



Digitalni fotoaparāt



Digitalni TV



Mobilni telefon



Digitalna ura



PRED-TEST, Izpolni učitelj: **T-01**, 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 zapisano 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.«	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. Kaj izkorišča LCD-zaslon za prikaz slike? A) elektrone v katodni cevi B) tekoče kristale C) elektrone v katodni cevi in tekoče kristale D) LCD-zaslon ne prikazuje slike	A B C D
3. V katerem od naštetih aparatov se uporabljajo tekoči kristali? A) mobilni telefon B) sušilnik za lase C) palični mešalnik D) namizna svetilka	 A B C D
4. Kako vplivamo na ureditev molekul tekočih kristalov A) na ureditev ne moremo vplivati B) s spreminjanjem pozicije tekočih kristalov C) z vrtenjem posode s tekočimi kristali D) s spreminjanjem energije	A B C D
5. Na sliki sta prikazana katodna televizija in LCD televizija. Primerjaj ju. Katera izjava je pravilna. A) katodna televizija počasi izpodriva LCD B) LCD televizija je veliko težja od katodne z enako diagonalo C) LCD je manjših mer, je lažja in porabi manj energije D) katodna televizija uporablja tekoče kristale	 A B C D



6. Katera od naštetih lastnosti najbolj prispeva k razširjenosti LCD zaslonov. A) velika poraba energije B) majhna poraba energije in majhne zunanje mere zaslonov C) velike zunanje mere zaslonov D) majhna poraba energije in velike zunanje mere zaslonov	 A B C D
7. Razvrsti po vrsti elemente v LCD zaslonu, kot si sledijo od znotraj navzven. A) vir svetlobe – polarizacijski filter – tekoči kristali B) polarizacijski filter – vir svetlobe – tekoči kristali C) tekoči kristali – vir svetlobe – polarizacijski filter D) vir svetlobe – tekoči kristali – polarizacijski filter	A B C D

PRED-TEST, Izpolni učitelj: T-01, 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 zapisano 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. Kaj izkorišča LCD-zaslon za prikaz slike? A) elektrone v katodni cevi B) tekoče kristale C) elektrone v katodni cevi in tekoče kristale D) LCD-zaslon ne prikazuje slike	Fakt1 A B C D B
3. V katerem od naštetih aparatov se uporabljajo tekoči kristali? A) mobilni telefon B) sušilnik za lase C) palični mešalnik D) namizna svetilka	Fakt2 A B C D A





4. Kako vplivamo na ureditev molekul tekočih kristalov A) na ureditev ne moremo vplivati B) s spreminjanjem pozicije tekočih kristalov C) z vrtenjem posode s tekočimi kristali D) s spreminjanjem energije	Analiza	A B C D	D
5. Na sliki sta prikazana katodna televizija in LCD televizija. Primerjaj ju. Katera izjava je pravilna. A) katodna televizija počasi izpodriva LCD B) LCD televizija je veliko težja od katodne z enako diagonalo C) LCD je manjših mer, je lažja in porabi manj energije D) katodna televizija uporablja tekoče kristale	Primerjanje	A B C D  	C
6. Katera od naštetih lastnosti najbolj prispeva k razširjenosti LCD zaslonov. A) velika poraba energije B) majhna poraba energije in majhne zunanje mere zaslonov C) velike zunanje mere zaslonov D) majhna poraba energije in velike zunanje mere zaslonov	Sklepanje	A B C D 	B
7. Razvrsti po vrsti elemente v LCD zaslonu, kot si sledijo od znotraj navzven. A) vir svetlobe – polarizacijski filter – tekoči kristali B) polarizacijski filter – vir svetlobe – tekoči kristali C) tekoči kristali – vir svetlobe – polarizacijski filter D) vir svetlobe – tekoči kristali – polarizacijski filter	Vrednotenje	A B C D	A

PO-TEST, Izpolni učitelj: T-04, P 1 2 3, Šola: _____, datum: _____

Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____

Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v zapisano 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. Kaj izkorišča LCD-zaslon za prikaz slike? A) elektrone v katodni cevi in tekoče kristale B) LCD-zaslon ne prikazuje slike C) tekoče kristale D) elektrone v katodni cevi	A B C D



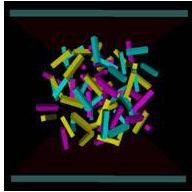
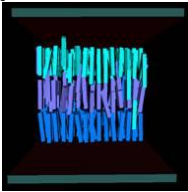
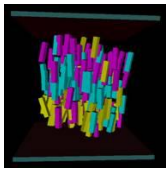
3. Katera faza je na sliki? A) izotropna B) nematična C) smektična D) kolumnarna		A B C D
4. Kako tekoči kristal vpliva na sliko na zaslonu? A) kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, ne prepušča svetlobe (temen piksel) B) tekoči kristal ne vpliva na sliko C) bolj kot je tekoči kristal zasukan, več svetlobe prepusti (svetel piksel) D) kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel)		A B C D
5. Na sliki sta dva različna LCD zaslona. Primerjaj ju. Katera izjava je pravilna. A) zaslon na telefonu je barven, na kalkulatorju pa črnobel B) oba zaslona sta barvna C) zaslon na kalkulatorju ima večjo ločljivost od zaslona na telefonu D) oba zaslona imata enako ločljivost	 	A B C D
6. Katera od naštetih lastnosti najbolj prispeva k razširjenosti LCD zaslonov. A) velika poraba energije in velike zunanje mere B) večje zunanje mere od katodnih zaslonov C) slaba ločljivost zaslona D) majhna poraba energije in majhne zunanje mere zaslonov		A B C D
7. Na slikah so različne faze tekočih kristalov. Kako si sledijo od leve proti desni? A) nematična – izotropna – smektična B) izotropna – smektična – nematična C) izotropna – nematična – smektična D) smektična – izotropna – nematična	 	A B C D

PO-TEST, Izpolni učitelj: **T-04**, P 1 2 3 , Šola: _____, datum: _____
 Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____



Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v zapisano 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. Kaj izkorišča LCD-zaslon za prikaz slike? A) elektrone v katodni cevi in tekoče kristale B) LCD-zaslon ne prikazuje slike C) tekoče kristale D) elektrone v katodni cevi						Fakt1	A B C D
3. Katera faza je na sliki? A) izotropna B) nematična C) smektična D) kolumnarna						Fakt2	A B C D
4. Analiza Kako tekoči kristal vpliva na sliko na zaslonu? A) kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, ne prepušča svetlobe (temen piksel) B) tekoči kristal ne vpliva na sliko C) bolj kot je tekoči kristal zasukan, več svetlobe prepusti (svetel piksel) D) kadar je tekoči kristal obrnjen enako kot polarizacijski filter v plošči, prepušča svetlobo (svetel piksel)							A B C D
5. Na sliki sta dva različna LCD zaslona. Primerjaj ju. Katera izjava je pravilna. A) zaslon na telefonu je barven, na kalkulatorju pa črnobel B) oba zaslona sta barvna C) zaslon na kalkulatorju ima večjo ločljivost od zaslona na telefonu D) oba zaslona imata enako ločljivost						Primerjanje	A B C D
6. Katera od naštetih lastnosti najbolj prispeva k razširjenosti LCD zaslonov. A) velika poraba energije in velike zunanje mere B) večje zunanje mere od katodnih zaslonov C) slaba ločljivost zaslona D) majhna poraba energije in majhne zunanje mere zaslonov						Sklepanje	A B C D



7. Na slikah so različne faze tekočih kristalov. Kako si sledijo od leve proti desni? A) nematična – izotropna – smektična B) izotropna – smektična – nematična C) izotropna – nematična – smektična D) smektična – izotropna – nematična	Vrednotenje  	A B C D 
--	---	--

B

Razred: 8, 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 11, P 1**Tabela 4: 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:	Globalno segrevanje ozračja
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	16) Učenec po prikazanih prosojnicah pozna, da je atmosfera v primerjavi z velikostjo Zemlje zelo tanka. 17) Učenec se ob prosojnici in razgovoru seznani s sestavo ozračja. 18) Učenec se ob prosojnicah in razgovoru seznani s toplogrednimi plini in njihovimi povzročitelji. 19) Učenec ob poskusu spozna delovanje tople grede. 20) Učenec se zaveda katastrofalnih posledic v okolju zaradi segrevanja ozračja.
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, metoda dela s tekstom
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna
Medpredmetne povezave:	kemija, tehnika, ekologija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	notranja energija, toplota, temperatura, ozračje
Novi pojmi:	toplogredni plini, CO ₂ , metan
Eksperimenti:	segrevanje zraka v dveh posodah (pokriti in razkriti)
Učni in tehnični pripomočki:	termometer, posoda s steklenim pokrovom



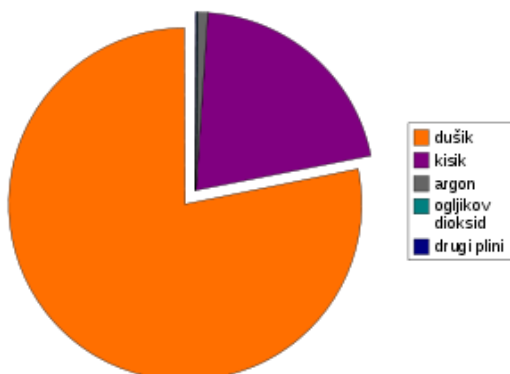
Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10

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. Web: http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplogredni_plini. Toplogredni plini (2.1.2010)
12. Web: http://sl.wikipedia.org/wiki/U%C4%8Dinek_tople_grede. Učinek tople grede (2.1.2010)
13. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Zrak>. Sestava zraka (2.1.2010)



SNOV / UČITELJ	UČENEC
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 vpraša učence:</i> <i>Ali kdo ve, zakaj so poletja vedno bolj vroča, pozimi pa je vedno manj snega?</i> Učitelj usmerja učence na segrevanje ozračja. 1.3 Napoved cilja <i>Danes se bomo pogovarjali o globalnem segrevanju, kaj ga povzroča in kakšne so njegove posledice.</i> <i>Naslov:</i> »Globalno segrevanje ozračja«.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa, še posebej 1. vprašanja. Učenci sodelujejo v razgovoru in odgovarjajo na vprašanje učitelja. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure ter si v zvezek zapišejo naslov: »Globalno segrevanje ozračja«.
2. Pridobivanje učne snovi 2.1. Zgradba zemeljskega ozračja <i>Učitelj s pomočjo prosojnic seznani učence z debelino zemeljskega ozračja (prosojnica 1).</i> <i>Najprej bomo spoznali naše ozračje. Kaj mislite, je atmosfera v primerjavi z velikostjo Zemlje tanka ali debela?</i> Učitelj pove, da je debelina ozračja 10 km (spodnja plast ozračja - troposfera). V primerjavo poda premer Zemlje, ki je 12800 km.	Učenci aktivno sodelujejo, opazujejo slike na prosojnici in si zapisujejo v zvezke. Učenci aktivno sodelujejo, opazujejo slike na prosojnici in si zapisujejo v zvezke.



Učitelj s pomočjo prosojnic predstavi učencem ozračje kot zmes različnih plinov (prosojnica 1).

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

2.2 Toplogredni plini

Učitelj s pomočjo prosojnic učence seznani s toplogrednimi plini in povzročitelji toplogrednih plinov

(predstavi prosojnico 2)

Učenci opazujejo slike na prosojnici, poslušajo in sledijo razlagi učitelja.



Promet



Industrija



Kmetijstvo



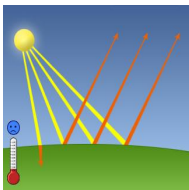
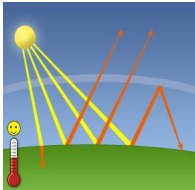
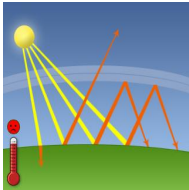
Odpadki

Učitelj pove, da so toplogredni plini tisti plini, ki povzročajo učinek tople grede v Zemeljskem ozračju. Nekateri tudi uničujejo ozonski plašč in s tem povzročajo ozonsko luknjo, vendar pojava med seboj nista povezana.

Poudari, da najpogostejši toplogredni plin je ogljikov dioksid, ki predstavlja kar 82% človekovih izpustov.

Učenci iz prosojnice v zvezke prerišejo tabelo toplogrednih plinov.



- Ogljikov dioksid (CO₂) kot posledica prometa in industrije (82% vseh emisij). - Metan (CH₄) kot posledica kmetijstva in odpadkov (11 % vseh emisij) - Dušikov oksid (N₂O), kot posledica kmetijstva in izogrevanja goriv (6% vseh emisij). - F-plini, kot posledica industrije (1% vseh emisij)	
2.3 Delovanje tople grede <i>Učitelj ob poskusu in s pomočjo prosojnice razloži učencem delovanje tople grede</i> Poskus 1: Imamo dve enaki posodi, ki jih postavimo ob grelec. Eno posodo pokrijemo s stekleno ploščo. Merimo temperaturo zraka v posodah. Opazujemo v kateri posodi se bo zrak bolj segrel. (predstavi prosojnico 3) Brez ozračja (toplogre. pli.)  Normalno ozračje  Veliko CO₂ 	Učenci opazujejo poskus in pridejo do ugotovitve, da se v pokriti posodi zrak segreje bolj kot v odkriti. Učenci opazujejo prosojnico na kateri so narisane slike kako deluje topla greda.
2.4 Posledice globalnega segrevanja <i>Učitelj s pomočjo prosojnic učence seznani s posledicami globalnega segrevanja</i>   Taljenje ledenikov  	

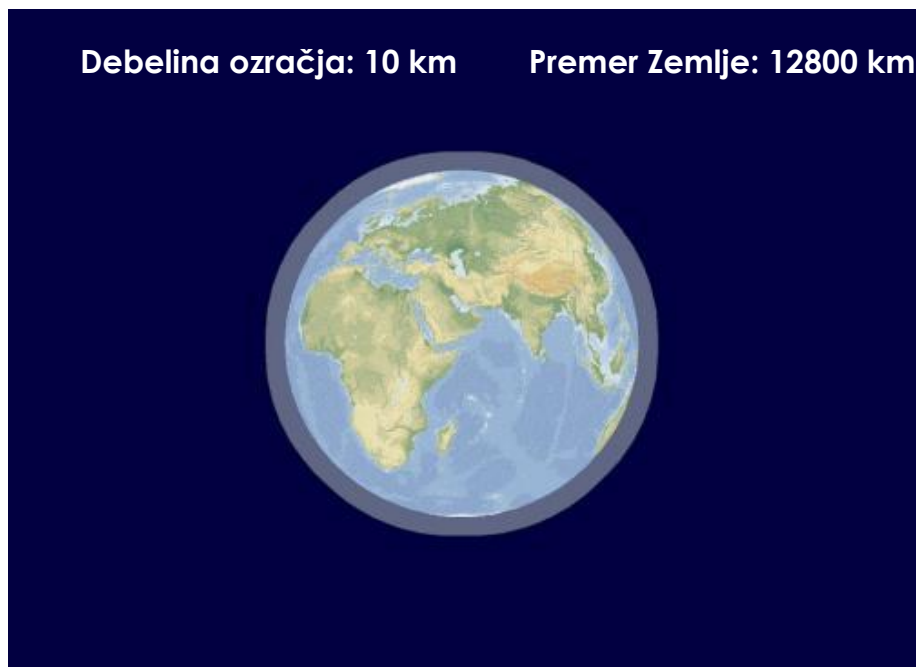


Poplave  Širjenje puščav Temperaturni ekstremi Učitelj pove, katere posledice prinaša globalno segrevanje. Posebej poudari taljenje ledenikov, zaradi česar se dviguje gladina morja, vse hujše poplave, suša in širjenje puščav na rodovitna ozemlja in ekstremno visoke in nizke temperature. Omeni tudi močnejše orkane in spremembe populacije različnih živalskih vrst.	Učenci opazujejo slike na prosojnici, poslušajo in sledijo razlagi učitelja. Seznani se z posledicami globalnega segrevanja.
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. Učitelj pojasni način reševanja testa.

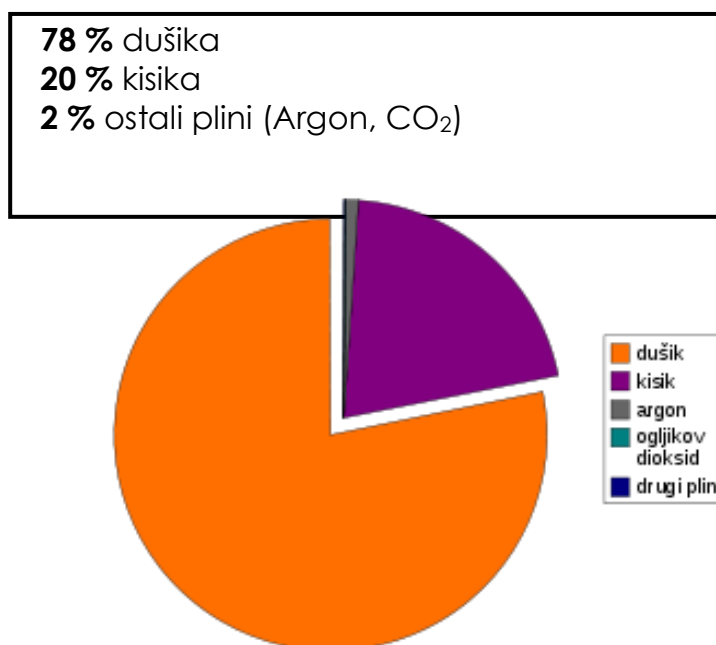


Prosojnica 1

DEBELINA ZEMELJSKEGA OZRAČJA



SESTAVA ZEMELJSKEGA OZRAČJA





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 2

TOPLOGREDNI PLINI

TOPLOGREDNI PLIN:	POVZROČITELJI:
Ogljikov dioksid (CO ₂)	Posledica prometa in industrije (82%)
Metan (CH ₄)	Posledica kmetijstva in odpadkov (11%)
Dušikov oksid (N ₂ O)	Kmetijstvo in izgorevanje goriv (6%)
F-plini	Posledica industrije (1%)



Promet



Industrija



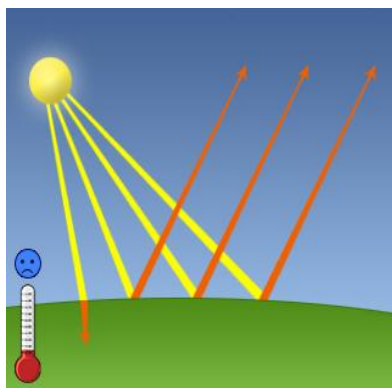
Kmetijstvo



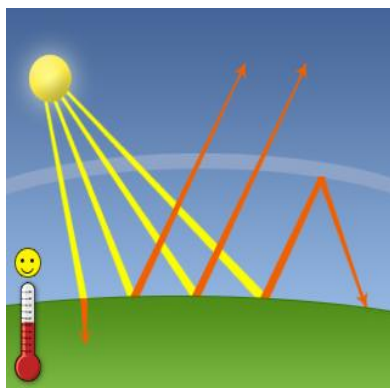
Odpadki



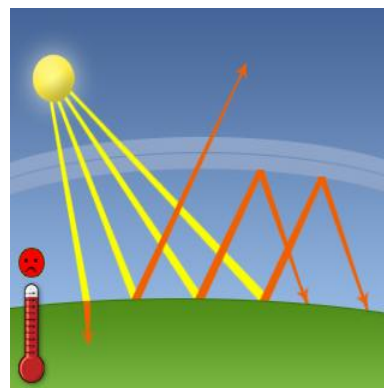
Prosojnica 3 DELOVANJE TOPLE GREDE



Brez atmosfere



Normalna atmosfera



Veliko ogljikovega dioksida

POSLEDICE GLOBALNEGA SEGREVANJA



taljenje ledenikov



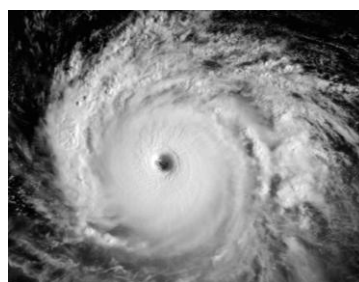
poplave



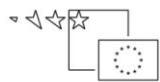
širjenje puščav na nekoč rodovitne površine



zelo nizke in visoke temperature



orkani

Razred: 8 , 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 11, P 2**Tabela 5: 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:	Globalno segrevanje ozračja
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	21) Učenec po prikazanih prosojnicah pozna, da je atmosfera v primerjavi z velikostjo Zemlje zelo tanka. 22) Učenec se ob prosojnici in razgovoru seznani s sestavo ozračja. 23) Učenec se ob prosojnicah in razgovoru seznani s toplogrednimi plini in njihovimi povzročitelji. 24) Učenec ob poskusu spozna delovanje tople grede. 25) Učenec se zaveda katastrofalnih posledic v okolju zaradi segrevanja ozračja.
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, metoda dela s tekstom
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna
Medpredmetne povezave:	kemija, tehnika, ekologija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	notranja energija, toplota, temperatura, ozračje
Novi pojmi:	toplogredni plini, CO ₂ , metan
Eksperimenti:	segrevanje zraka v dveh posodah (pokriti in razkriti)

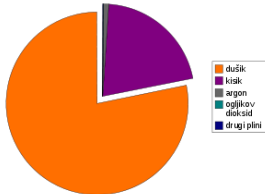


Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Mobilizacija (predtest)	10
Osrednji del učne ure (uvodni del, motivacija, NS, osvajanje)	25
Preverjanje osvojenega (potest)	10
Učni in tehnični pripomočki:	termometer, posoda s steklenim pokrovom

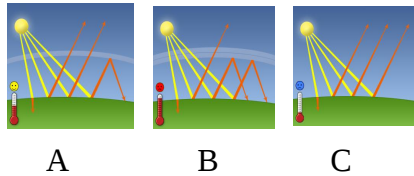
Literatura:

1. Ivan Gerlič. Metodika pouka v fizike. Maribor, Pedagoška fakulteta, 1991
2. Radko Istenič. 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. Web: http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplogredni_plini. Toplogredni plini (2.1.2010)
12. Web: http://sl.wikipedia.org/wiki/U%C4%8Dinek_tople_grede. Učinek tople grede (2.1.2010)
13. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Zrak>. Sestava zraka (2.1.2010)



SNOV / UČITELJ	UČENEC
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 vpraša učence:</i> <i>Ali kdo ve, zakaj so poletja vedno bolj vroča, pozimi pa je vedno manj snega?</i> Učitelj usmerja učence na segrevanje ozračja. 1.3 Napoved cilja <i>Danes se bomo pogovarjali o globalnem segrevanju, kaj ga povzroča in kakšne so njegove posledice.</i> <i>Naslov:</i> »Globalno segrevanje ozračja«.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa. Učenci sodelujejo v razgovoru in odgovarjajo na vprašanje učitelja. Učenci poslušajo napoved učitelja o vsebini ure.
2. Pridobivanje učne snovi 2.1. Zgradba zemeljskega ozračja <i>Učitelj razdeli učne liste in poda učencem napotke za reševanje naloge 1 na učnem listu.</i> <i>Učitelj pokaže prosojnico 1 ob kateri učencem zastavi vprašanje:</i> <i>Kaj mislite, je atmosfera v primerjavi z velikostjo Zemlje tanka ali debela?</i> Učitelj pove, da je debelina ozračja 10 km (spodnja plast ozračja - troposfera). Za primerjavo poda premer Zemlje, ki je 12800 km. Učitelj poda odgovor na zastavljeno vprašanje: <i>Pravilni odgovor je 0,3 mm.</i> <i>Učitelj poda učencem napotke, da preberejo besedilo na učnem listu, ki opisuje sestavo ozračja (naloge 1.1).</i> <i>Učitelj s pomočjo prosojnic predstavi učencem ozračje kot zmes različnih plinov (prosojnica 1).</i> 78 % dušika 20 % kisika 1 % argona 1% ostali (toplogredni) plini (CO₂)  	Učenci preberejo besedilo 1. naloge in odgovorijo na zastavljeno vprašanje. Učenci aktivno sodelujejo, opazujejo slike na prosojnici in preverijo odgovore na zastavljeno vprašanje na učnem listu. Učenci preberejo besedilo in dopolnijo sliko. Učenci poslušajo učitelja in preverijo ali so pravilno dopolnili sliko. Največji delež ima dušik, sledi mu kisik.



2.2 Toplogredni plini <i>Učitelj poda učencem napotke, da preberejo besedilo na učnem listu, ki opisuje toplogredne pline ter odgovorijo na zastavljeni vprašanji.</i> <i>Učitelj s pomočjo prosojnic učence seznani s toplogrednimi plini in povzročitelji toplogrednih plinov ter preveri odgovore učencev.</i> (prosojnica 2) 	Učenci preberejo besedilo in odgovorijo na zastavljeni vprašanji. Učenci opazujejo slike na prosojnici, poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore na učnem listu.
2.3 Delovanje tople grede <i>Učitelj ob poskusu razloži učencem delovanje tople grede</i> Poskus 1: Imamo dve enaki posodi, ki jih postavimo ob grelec. Eno posodo pokrijemo s stekleno ploščo. Merimo temperaturo zraka v posodah. Opazujemo v kateri posodi se bo zrak bolj segrel. <i>Učitelj poda učencem napotke, da preberejo besedilo naloge 3 na učnem listu ter odgovorijo na zastavljeno vprašanje.</i> <i>Učitelj predstavi prosojnico 3 in skupaj z učenci preveri odgovore na zastavljeno vprašanje na učnem listu.</i> (prosojnica 3)  A B C	Učenci opazujejo poskus in pridejo do ugotovitve, da se v pokriti posodi zrak segreje bolj kot v odkriti. Učenci preberejo besedilo in odgovorijo na vprašanje. Učenci opazujejo prosojnico na kateri so narisane slike, poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore. Najmanj toplogrednih plinov - C Največ toplogrednih plinov - B
2.4 Posledice globalnega segrevanja <i>Učitelj poda učencem napotke, da preberejo besedilo na učnem listu, ki opisuje posledice globalnega segrevanja. Učenci naj ob slikah opišejo tudi pojave, ki so prikazani.</i> <i>Učitelj s pomočjo prosojnic učence seznani s posledicami globalnega segrevanja</i> 	Učenci preberejo besedilo in dopolnijo opise slik. Učenci opazujejo prosojnico, poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore.

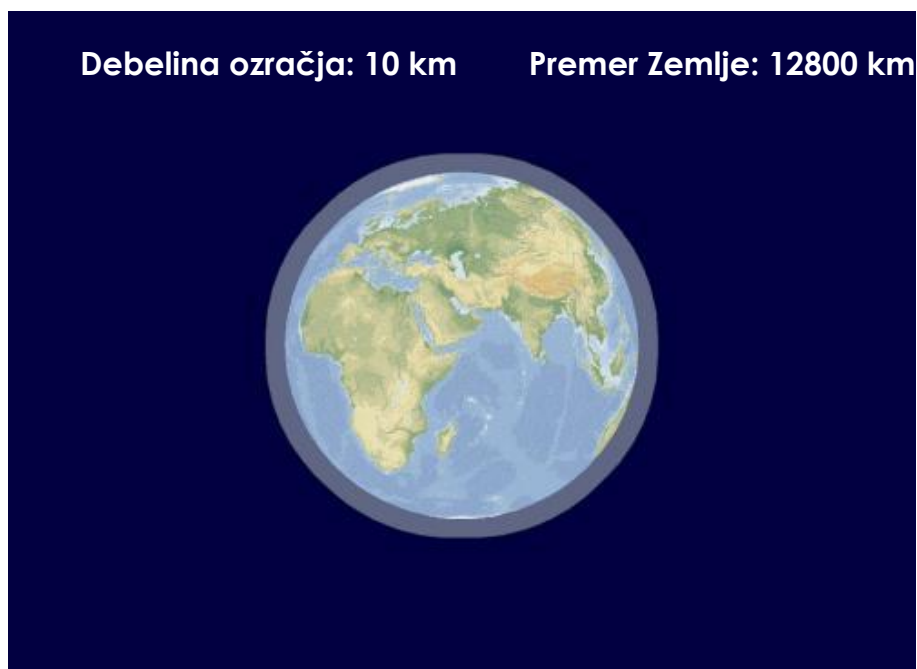


3. Preverjanje usvojenega (potest) <i>Učitelj razdeli poteste in poda učencem napotke za reševanje potesta.</i> - Potest se rešuje 10 minut. - Navodila za reševanje so podana na listih (potestu).	Učenec vsak sam rešuje potest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa.

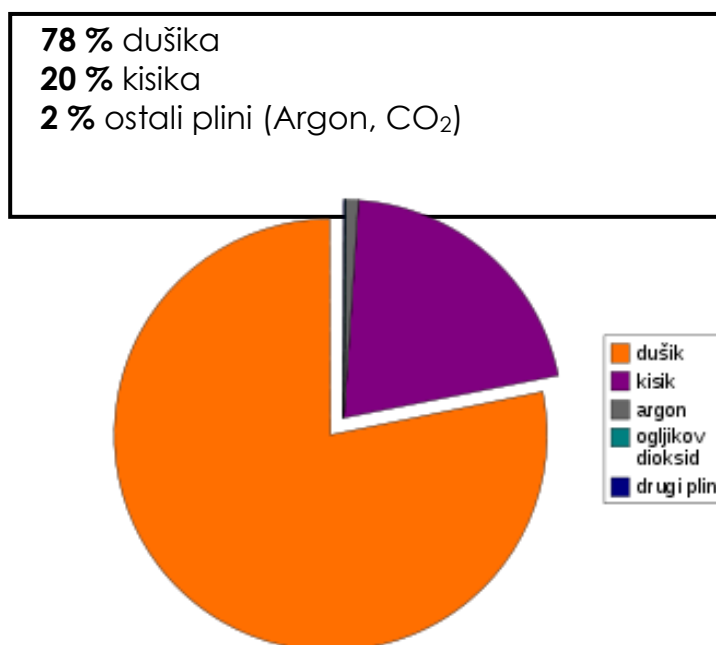


Prosojnica 1

DEBELINA ZEMELJSKEGA OZRAČJA



SESTAVA ZEMELJSKEGA OZRAČJA





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 2

TOPLOGREDNI PLINI

TOPLOGREDNI PLIN:	POVZROČITELJI:
Ogljikov dioksid (CO ₂)	Posledica prometa in industrije (82%)
Metan (CH ₄)	Posledica kmetijstva in odpadkov (11%)
Dušikov okdis (N ₂ O)	Kmetijstvo in izgorevanje goriv (6%)
F-plini	Posledica industrije (1%)



Promet



Industrija



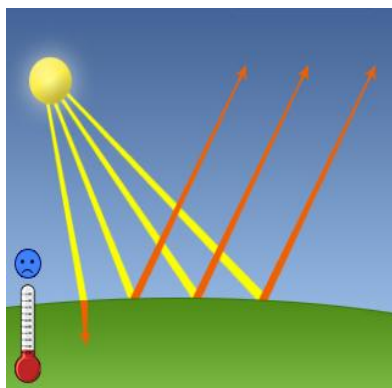
Kmetijstvo



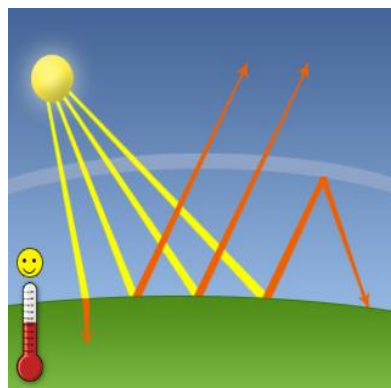
Odpadki



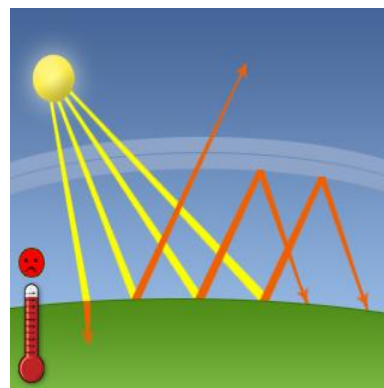
Prosojnica 3 DELOVANJE TOPLE GREDE



Brez atmosfere



Normalna atmosfera



Veliko ogljikovega dioksida

POSLEDICE GLOBALNEGA SEGREVANJA



taljenje ledenikov



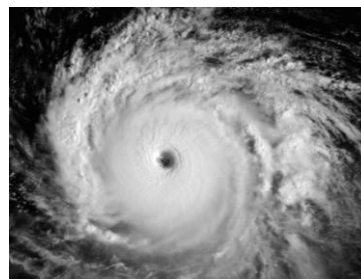
poplave



širjenje puščav na nekoč rodovitne površine



zelo nizke in visoke temperature



orkani

Razred: 8, 9 (obkroži)

Ura: _____ (vpiši)

T 11, P 3**Tabela 6: 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:	Globalno segrevanje ozračja
Tip učne ure:	pridobivanje nove snovi.
Operativni vzgojno izobraževalni cilji:	26) Učenec po prikazanih prosojnicah pozna, da je atmosfera v primerjavi z velikostjo Zemlje zelo tanka. 27) Učenec se ob prosojnici in razgovoru seznani s sestavo ozračja. 28) Učenec se ob prosojnicah in razgovoru seznani s toplogrednimi plini in njihovimi povzročitelji. 29) Učenec ob poskusu spozna delovanje tople grede. 30) Učenec se zaveda katastrofalnih posledic v okolju zaradi segrevanja ozračja.
Vzgojno – izobraževalne metode:	metoda razgovora, razlage, demonstracije, praktičnih del, metoda dela s tekstom, eksperimentalna
Vzgojno – izobraževalne oblike:	frontalna, individualna, delo v dvojicah/individualna
Medpredmetne povezave:	kemija, tehnika, ekologija
Pojmi in pojmovna struktura:	
Stari pojmi:	notranja energija, toplota, temperatura, ozračje
Novi pojmi:	toplogredni plini, CO ₂ , metan
Eksperimenti:	1. segrevanje zraka v dveh posodah (pokriti in



	razkriti)
Učni in tehnični pripomočki:	termometer, posoda s steklenim pokrovom

Didaktična struktura ure:	
Etapa ali faza	Čas v minutah
Uvajanje	10
Osvajanje	25
Preverjanje	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. Web: http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplogredni_plini. Toplogredni plini (2.1.2010)
12. Web: http://sl.wikipedia.org/wiki/U%C4%8Dinek_tople_grede. Učinek tople grede (2.1.2010)
13. Web: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Zrak>. Sestava zraka (2.1.2010)
14. Web: <http://www.focus.si/index.php?node=21>. Vzroki za spreminjanje ozračja (2.1.2010)
15. Web: <http://freeweb.t-2.net/pavliha/ucinek.htm>. Učinek tople grede (2.1.2010)
16. Web: http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/what/climatechange_sl.htm. Podnebne spremembe (2.1.2010)



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



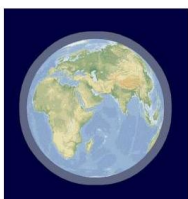
Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

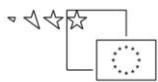


17. Web:

<http://ekoangel.com/Ekotech27/Poslediceglobalnegasegrevanja/tabid/78/Default.aspx>. Posledice globalnega segrevanja (2.1.2010)



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 vpraša učence:</i> <i>Ali kdo ve, zakaj so poletja vedno bolj vroča, pozimi pa je vedno manj snega?</i> Učitelj usmerja učence na segrevanje ozračja. 1.3 Napoved cilja <i>Danes se bomo pogovarjali o globalnem segrevanju, kaj ga povzroča in kakšne so njegove posledice.</i> <i>Naslov:</i> »Globalno segrevanje ozračja«.	Učenec vsak sam rešuje predtest. Čas reševanja je omejen na 10 minut. Učitelj pojasni način reševanja testa. Učenci sodelujejo v razgovoru in odgovarjajo na vprašanje učitelja. 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 brskalnik vpišejo naslov začetne spletne strani: www.repnik.com/T11/ (naveden tudi na vrhu delovnega lista). Preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo.</i> 2.1. Zgradba zemeljskega ozračja <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 prvi del naloge 1 na delovnem listu. Poiskati morajo podatke o zemeljskem ozračju. Začetna spletna stran (1. naloga, prvi del): 1. Zgradba zemeljskega ozračja S pomočjo spleta poišči podatke o zemeljske ozračju. V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave: ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozračje ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozon ▪ http://sl.wikipedia.org/wiki/Struktura_Zemlje Odgovori na vprašanja na delovnem listu! <i>Kako s skupno besedo imenujemo pline, ki obdajajo Zemljo?</i> <i>Kako debela bi bila atmosfera na globusu, katerega premer je 40 cm? Obkroži pravičen odgovor?</i> a) 3 cm b) 1 cm c) 3 mm d) 1 mm e) 0,3 mm 	Učitelj: ▪ razporedi učence za delo na računalnikih ▪ razdeli delovne liste ▪ pove spletni naslov ▪ preveri, če imajo učenci začetno spletno stran naloženo. <u>Delovni list (1. naloga)</u> Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge.



Učitelj pove, da je debelina ozračja 10 km (spodnja plast ozračja - troposfera). Za primerjavo poda premer Zemlje, ki je 12800 km.

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

Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 1 rešijo drugi del naloge 2 na delovnem listu. Poiskati morajo kako je zgrajeno zemeljsko ozračje.

Začetna spletna stran (1. naloga, drugi del):

1.1 Sestava ozračja

Na spletu si poišči, kako je zgrajeno zemeljsko ozračje.

V pomoč so ti lahko naslednji povezavi:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozračje>

Na prazne črte na delovnem listu vpiši pravilne odgovore!

Na črto napiši plina, ki predstavlja prikazan delež v ozračju



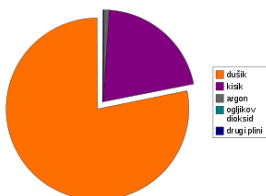
Učitelj s pomočjo prosojnic predstavi učencem ozračje kot zmes različnih plinov (prosojnica 1).

78 % dušika

20 % kisika

1 % argona

1% ostali (toplogredni) plini (CO₂)



Učenci poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore.

Učenci preberejo besedilo in dopolnijo sliko.

Učenci poslušajo učitelja in preverijo ali so pravilno dopolnili sliko. Največji delež ima dušik, sledi mu kisik.

2.2 Toplogredni plini

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, katere toplogredne pline poznamo in kaj so njihovi povzročitelji.

Začetna spletna stran (2. naloga):

Delovni list (2. naloga)

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

Učenci preberejo besedilo 2. naloge na



2. Toplogredni plini

Na spletu poišči katere toplogredne pline poznamo in kateri so njihovi povzročitelji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplogredni_plin
- <http://www.focus.si/index.php?node=21>
- <http://freeweb.t-2.net/pavliha/ucinek.htm>

Na delovnem listu odgovori na zastavljeni vprašanji!

Katerega toplogrednega plina izpusti človek največ v ozračje?

Katere panoge povzročajo izpuste toplogrednih plinov? Naštej vsaj štiri.

Učitelj s pomočjo prosojnic učence seznani s toplogrednimi plini in povzročitelji toplogrednih plinov ter preveri odgovore učencev.

2.3 Delovanje tople grede

Učitelj da navodila za reševanje 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, kaj je topla greda in kako deluje.

Začetna spletna stran (3. naloga):

3. Delovanje tople grede.

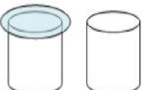
Na spletni pogled kaj je topla greda in kako deluje.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/what/climatechange_sl.htm

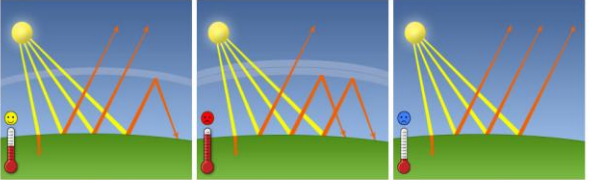
Pozorno opazuj eksperiment in odgovori na vprašanja!

Č kateri posodi se je zrak bolj segrel?



Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju mnogo toplogrednih plinov?

Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju najmanj toplogrednih plinov?



Učitelj ob poskusu razloži učencem delovanje tople grede

Poskus 1:

Imamo dve enaki posodi, ki jih postavimo ob grelec. Eno posodo pokrijemo s stekleno ploščo.

delovnem listu in odgovorijo na vprašanje.

Učenci opazujejo slike na prosojnicah, poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore na delovnem listu.

Delovni list (3. naloga)

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

Učenci preberejo besedilo 3. naloge na delovnem listu in odgovorijo na vprašanje.

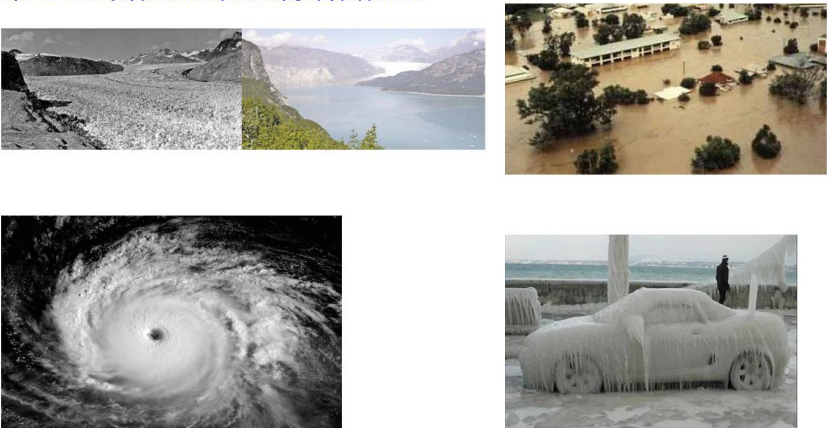
Učenci opazujejo eksperiment

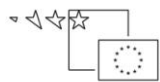
Pozorni so na spreminjanje temperature.

Poslušajo razlago učitelja.

Delovni list (4. naloga)



Merimo temperaturo zraka v posodah. Opazujemo v kateri posodi se bo zrak bolj segrel. 2.4 Posledice globalnega segrevanja <i>Učitelj da navodila za reševanje 3. naloge na delovnem listu (spletni strani).</i> Učenci naj s pomočjo začetne spletne strani in povezav pri nalogi 4 rešijo nalogo 4 na delovnem listu. Poiskati morajo, kakšne posledice ima globalno segrevanje. Začetna spletna stran (4. naloga): 4. Posledice globalnega segrevanja Na spletu poišči katere so posledice globalnega segrevanja. V pomoč so ti lahko naslednje povezave: http://sl.wikipedia.org/wiki/Učinek_tople_grede http://ekoangel.com/Ekotech27/Poslediceglobalnegasegrevanja/tabid/78/Default.aspx Na delovnem listu odgovori pod sliko! <i>Ob posameznih slikah zapiši pojave, ki se v zadnjem času vse pogostejše pojavljajo v naravi.</i> 	Učenci sledijo navodilom na delovnem listu ter s pomočjo povezav na začetni spletni strani poiščejo rešitev naloge. Učenci preberejo besedilo 4. naloge na delovnem listu in odgovorijo na vprašanje. Učenci opazujejo slike na prosojnici, poslušajo učitelja in po potrebi dopolnijo odgovore na delovnem listu.
<i>Učitelj s pomočjo prosojnic učence seznani s posledicami globalnega segrevanja</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.



GLOBALNO SEGREVANJE OZRAČJA

Učni list

1. Zgradba zemeljskega ozračja

Zemlja je obdana z različnimi plini. Te pline s skupno besedo imenujemo **ozračje**. Ozračje je najgostejše tik ob tleh, z višino oziroma oddaljevanjem od Zemlje pa postaja vse redkejšo. Spodnjo plast ozračja imenujemo troposfera. Njena debelina je okoli 10 km, medtem ko premer Zemlje znaša 12800 km.



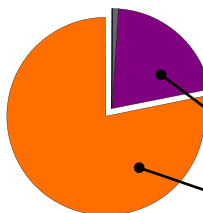
Kako s skupno besedo imenujemo pline, ki obdajajo Zemljo?

Kako debela bi bila atmosfera na globusu, katerega premer je 40 cm? Obkroži pravilen odgovor?

- a) 3 cm b) 1 cm c) 3 mm d) 1 mm e) 0,3 mm

1.1 Sestava ozračja

Zrak je sestavljen iz različnih plinov. V ozračju je največ dušika (78%) in kisika (20%). Precej manj je ostalih plinov, kot so argon, ogljikov dioksid, vodna para in drugi plini.



Na črto napiši plina, ki predstavljata prikazan delež v ozračju

2. Toplogredni plini

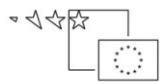
Nekateri izmed plinov v ozračju imajo to lastnost, da zadržujejo toploto ob Zemlji. Imenujemo jih **toplogredni plini**. Danes veliko toplogrednih plinov v ozračje spušča človek z različnimi dejavnostmi. Najpogostejši toplogredni plin je ogljikov dioksid (CO₂), ki predstavlja kar 82% človekovih izpustov. Izpusti ogljikovega dioksida so povezani predvsem s kurjenjem fosilnih goriv (premog, nafta, plin) oziroma z izpusti v prometu in industriji. Zelo učinkovit toplogredni plin je metan (CH₄), ki predstavlja 11 % vseh človeških emisij in je posledica kmetijstva in odpadkov. Kot toplogredni plin deluje tudi dušikov oksid (N₂O), ki predstavlja 6% vseh emisij in je tudi posledica kmetijstva in izgorevanja goriv.

Katerega toplogrednega plina izpusti človek največ v ozračje?

Katere panoge povzročajo izpuste toplogrednih plinov? Naštej vsaj štiri.

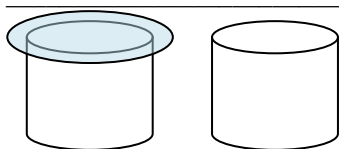
3. Delovanje tople grede (eksperiment)

Opazuj poskus, kjer dve posodi postavimo ob grelec. Ena posoda je odprta, drugo pa



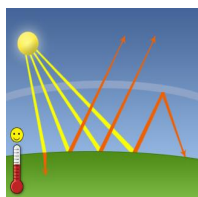
pokrijemo s stekleno ploščo. Merimo temperaturo zraka v posodah.

V kateri posodi se je zrak bolj segrel?

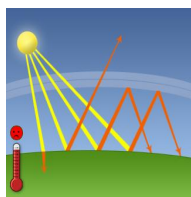


3.1 Toplogredni plini v ozračju

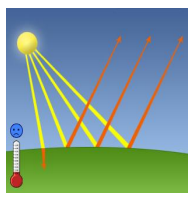
Podobno kot steklo zadržuje toploto v posodi, tudi toplogredni plini zadržujejo toploto ob Zemlji. Rumene črte na spodnjih slikah prikazujejo sevanje Sonca, rdeče črte pa sevanje Zemlje. Toplogredni plini povzročijo, da se sevanje od Zemlje odbije nazaj, kar povzroči dvig temperature na površju Zemlje.



A



B



C

Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju najmanj toplogrednih plinov?

Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju največ toplogrednih plinov?

4. Posledice globalnega segrevanja

Globalno segrevanje ozračja povzroča različne posledice na Zemlji. Opazimo lahko, da izginevajo posamezni ledeniki ter led na severnem in južnem tečaju. Zaradi taljenja ledu se lahko v prihodnosti dvigne gladina morske vode in poplavi obalna mesta. Na določenih predelih zemlje nastajajo tudi vse hujše poplave, drugod pa sušna območja z vse bolj razširjenimi puščavami. Z večanjem temperature ozračja se pojavljajo vse močnejši orkani. Na določenih predelih zemlje lahko zasledimo tudi nepričakovane pojave kot so ekstremno nizke temperature. Zaradi spremembe temperature se pojavljajo tudi spremembe v populaciji različnih živalskih vrst.

Ob posameznih slikah zapiši pojave, ki se v zadnjem času vse pogostejše pojavljajo v naravi.





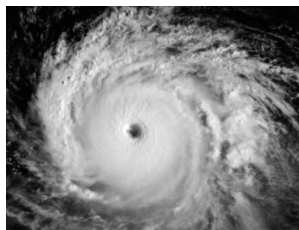
REPUBLIKA SLOVENIJA

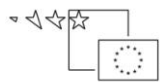
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

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





GLOBALNO SEGREVANJE OZRAČJA

Učni list

1. Zgradba zemeljskega ozračja

Zemlja je obdana z različnimi plini. Te pline s skupno besedo imenujemo **ozračje**. Ozračje je najgostejše tik ob tleh, z višino oziroma oddaljevanjem od Zemlje pa postaja vse redkejšo. Spodnjo plast ozračja imenujemo troposfera. Njena debelina je okoli 10 km, medtem ko premer Zemlje znaša 12800 km.



Kako s skupno besedo imenujemo pline, ki obdajajo Zemljo?

Ozon

Kako debela bi bila atmosfera na globusu, katerega premer je 40 cm? Obkroži pravilen odgovor?

a) 3 cm

b) 1 cm

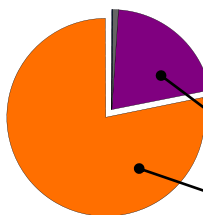
c) 3 mm

d) 1 mm

e) 0,3 mm

1.1 Sestava ozračja

Zrak je sestavljen iz različnih plinov. V ozračju je največ dušika (78%) in kisika (20%). Precej manj je ostalih plinov, kot so argon, ogljikov dioksid, vodna para in drugi plini.



Na četo napiši plina, ki predstavljata prikazan delež v ozračju

Kisik

Dušik

2. Toplogredni plini

Nekateri izmed plinov v ozračju imajo to lastnost, da zadržujejo toploto ob Zemlji. Imenujemo jih **toplogredni plini**. Danes veliko toplogrednih plinov v ozračje spušča človek z različnimi dejavnostmi. Najpogostejši toplogredni plin je ogljikov dioksid (CO_2), ki predstavlja kar 82% človekovih izpustov. Izpusti ogljikovega dioksida so povezani predvsem s kurjenjem fosilnih goriv (premog, nafta, plin) oziroma z izpusti v prometu in industriji. Zelo učinkovit toplogredni plin je metan (CH_4), ki predstavlja 11 % vseh človeških emisij in je posledica kmetijstva in odpadkov. Kot toplogredni plin deluje tudi dušikov oksid (N_2O), ki predstavlja 6% vseh emisij in je tudi posledica kmetijstva in izgorevanja goriv.

Katerega toplogrednega plina izpusti človek največ v ozračje?

Ogljikov dioksid

Katere panoge povzročajo izpuste toplogrednih plinov? Naštej vsaj štiri.

Promet

Industrija

Kmetijstvo

Odpadki

3. Delovanje tople grede (eksperiment)

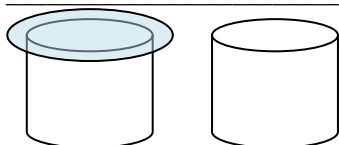
Opazuj poskus, kjer dve posodi postavimo ob grelec. Ena posoda je odprta, drugo pa



pokrijemo s stekleno ploščo. Merimo temperaturo zraka v posodah.

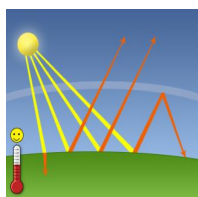
V kateri posodi se je zrak bolj segrel?

Pokriti posodi

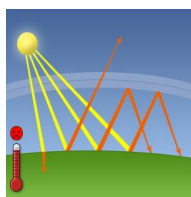


3.1 Toplogredni plini v ozračju

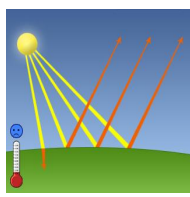
Podobno kot steklo zadržuje toploto v posodi, tudi toplogredni plini zadržujejo toploto ob Zemlji. Rumene črte na spodnjih slikah prikazujejo sevanje Sonca, rdeče črte pa sevanje Zemlje. Toplogredni plini povzročijo, da se sevanje od Zemlje odbije nazaj, kar povzroči dvig temperature na površju Zemlje.



A



B



C

Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju najmanj toplogrednih plinov?

C

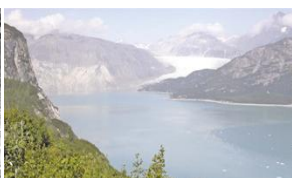
Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju največ toplogrednih plinov?

B

4. Posledice globalnega segrevanja

Globalno segrevanje ozračja povzroča različne posledice na Zemlji. Opazimo lahko, da izginevajo posamezni ledeniki ter led na severnem in južnem tečaju. Zaradi taljenja ledu se lahko v prihodnosti dvigne gladina morske vode in poplavi obalna mesta. Na določenih predelih zemlje nastajajo tudi vse hujše poplave, drugod pa sušna območja z vse bolj razširjenimi puščavami. Z večanjem temperature ozračja se pojavljajo vse močnejši orkani. Na določenih predelih zemlje lahko zasledimo tudi nepričakovane pojave kot so ekstremno nizke temperature. Zaradi spremembe temperature se pojavljajo tudi spremembe v populaciji različnih živalskih vrst.

Ob posameznih slikah zapiši pojave, ki se v zadnjem času vse pogostejše pojavljajo v naravi.



Taljenje ledenikov



Poplave



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

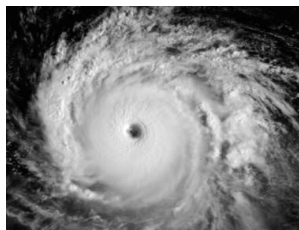
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

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



Orkani



Ekstremne temperature



GLOBALNO SEGREVANJE

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Zgradba zemeljskega ozračja

OPOMNIK

Zemlja je obdana z različnimi plini. Te pline s skupno besedo imenujemo **ozračje**. Spodnjo plast ozračja imenujemo troposfera. Njena debelina je okoli 10 km, medtem ko premer Zemlje znaša 12800 km.

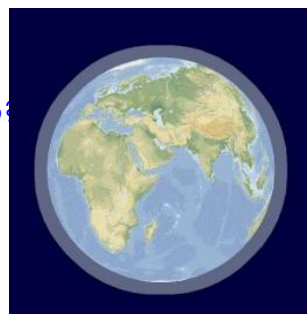
Odgovori na vprašanje!

NALOGE

S pomočjo spleta poišči podatke o zemeljske ozračju.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

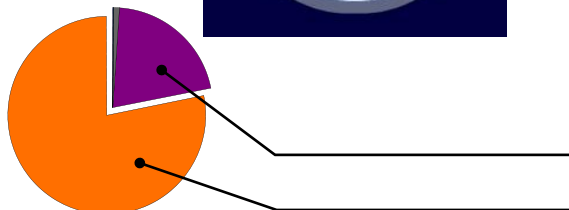
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozračje>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozon>
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Struktura_Zemlje



Kako s skupno besedo imenujemo pline, ki obdajajo Zemljo?

1.1 Sestava ozračja

Na črto napiši plina, ki predstavljata prikazan delež v ozračju



2. Toplogredni plini

OPOMNIK

Nekateri izmed plinov v ozračju imajo to lastnost, da zadržujejo toploto ob Zemlji. Imenujemo jih **toplogredni plini**. Danes veliko toplogrednih plinov v ozračje spušča človek z različnimi dejavnostmi.

Odgovori na vprašanja!

NALOGE

Na spletu poišči katere toplogredne pline poznamo in kateri so njihovi povzročitelji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplogredni_plin
- <http://www.focus.si/index.php?node=21>
- <http://freeweb.t-2.net/pavliha/ucinek.htm>



Katerega toplogrednega plina izpusti človek največ v ozračje?

Katere panoge povzročajo izpuste toplogrednih plinov? Naštej vsaj štiri.

3. Delovanje barvnih monitorjev

OPOMNIK

Podobno kot steklo zadržuje toploto v posodi, tudi toplogredni plini zadržujejo toploto ob Zemlji.

Pozorno opazuj eksperiment in odgovori na vprašanja!

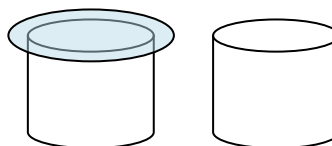
NALOGE

Na spletu pogledaj kaj je topla greda in kako deluje.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

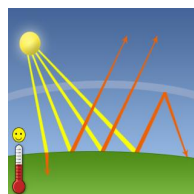
- http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/what/climatechange_sl.htm

V kateri posodi se je zrak bolj segrel?

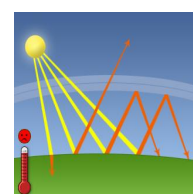


Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju najmanj toplogrednih plinov?

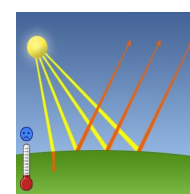
Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju največ toplogrednih plinov?



A



B



C

4. Posledice globalnega segrevanja

OPOMNIK

Globalno segrevanje ozračja povzroča različne posledice na Zemlji. Opazimo lahko, da izginevajo posamezni ledeniki ter led na severnem in južnem tečaju. Zaradi taljenja ledu se lahko v prihodnosti dvigne gladina morske vode in poplavi obalna mesta.

NALOGE

Na spletu poišči katere so posledice globalnega segrevanja.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Učinek_tople_grede
- http://ekoangel.com/Ekotech27/Posledice_globalnegasegrevanja/tabid/78/Default.aspx



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

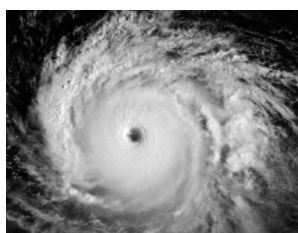


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Odgovori na vprašanja!

Ob posameznih slikah zapiši pojave, ki se v zadnjem času vse pogosteje pojavljajo v naravi.





GLOBALNO SEGREVANJE

Razišči spletne povezave in reši naloge na delovnem listu.

1. Zgradba zemeljskega ozračja

OPOMNIK

Zemlja je obdana z različnimi plini. Te pline s skupno besedo imenujemo **ozračje**. Spodnjo plast ozračja imenujemo troposfera. Njena debelina je okoli 10 km, medtem ko premer Zemlje znaša 12800 km.

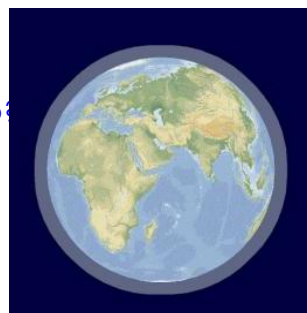
Odgovori na vprašanje!

NALOGE

S pomočjo spleta poišči podatke o zemeljske ozračju.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozračje>
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ozon>
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Struktura_Zemlje

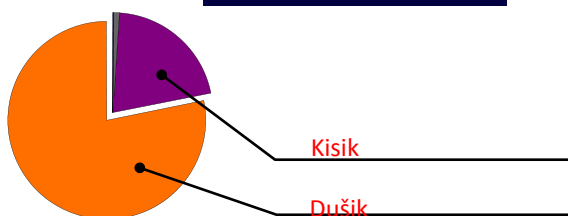


Kako s skupno besedo imenujemo pline, ki obdajajo Zemljo?

Ozon

1.2 Sestava ozračja

Na črto napiši plina, ki predstavljata prikazan delež v ozračju



2. Toplogredni plini

OPOMNIK

Nekateri izmed plinov v ozračju imajo to lastnost, da zadržujejo toploto ob Zemlji. Imenujemo jih **toplogredni plini**. Danes veliko toplogrednih plinov v ozračje spušča človek z različnimi dejavnostmi.

Odgovori na vprašanja!

NALOGE

Na spletu poišči katere toplogredne pline poznamo in kateri so njihovi povzročitelji.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplogredni_plin
- <http://www.focus.si/index.php?node=21>
- <http://freeweb.t-2.net/pavliha/ucinek.htm>



Katerega toplogrednega plina izpusti človek največ v ozračje?

Ogljikov dioksid

Katere panoge povzročajo izpuste toplogrednih plinov? Naštej vsaj štiri.

Promet, industrija, kmetijstvo, odpadki

3. Delovanje barvnih monitorjev

OPOMNIK

Podobno kot steklo zadržuje toploto v posodi, tudi toplogredni plini zadržujejo toploto ob Zemlji.

Pozorno opazuj eksperiment in odgovori na vprašanja!

NALOGE

Na spletu pogledaj kaj je topla greda in kako deluje.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/what/climatechange_sl.htm

V kateri posodi se je zrak bolj segrel?

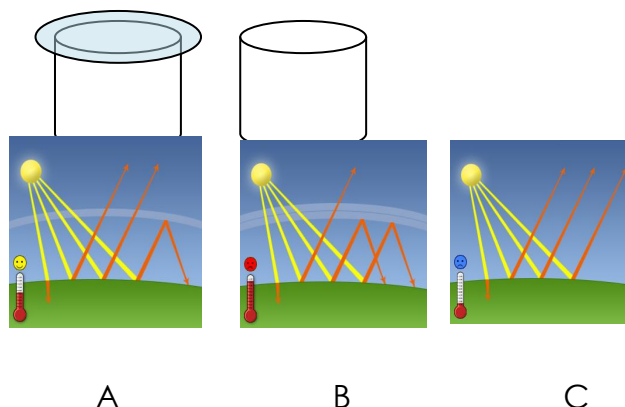
Pokriti posodi

Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju najmanj toplogrednih plinov?

C

Katera slika prikazuje primer sevanja, ko je v ozračju največ toplogrednih plinov?

B



4. Posledice globalnega segrevanja

OPOMNIK

Globalno segrevanje ozračja povzroča različne posledice na Zemlji. Opazimo lahko, da izginevajo posamezni ledeniki ter led na severnem in južnem tečaju. Zaradi taljenja ledu se lahko v prihodnosti dvigne gladina morske vode in poplavi obalna mesta.

NALOGE

Na spletu poišči katere so posledice globalnega segrevanja.

V pomoč so ti lahko naslednje spletne povezave:

- http://sl.wikipedia.org/wiki/Učinek_tople_grede
- http://ekoangel.com/Ekotech27/Posledice_globalnegasegrevanja/tabid/78/Default.aspx



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

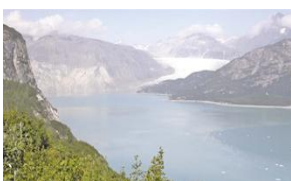


Odgovori na vprašanja!

Ob posameznih slikah zapiši pojave, ki se v zadnjem času vse pogostejše pojavljajo v naravi.



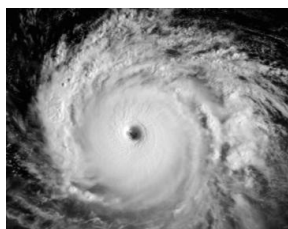
Taljenje ledenikov



Poplave



Orkani



Ekstremne temperature



PRED-TEST, Izpolni učitelj: T-11, 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
Kolikšna je debelina spodnje plasti ozračja – troposfera?	
A) 1 km	
B) 10 km	
C) 100 km	
D) 20 km	



3.	A B C D
Katerega plina je največ v atmosferi?	
A) kisika	
B) argona	
C) dušika	
D) helija	



4. Kateri toplogredni plin predstavlja največji delež človekovih izpustov? A) kisik B) dušikov oksid C) metan D) ogljikov dioksid (CO ₂)		A B C D
5. Kateri od toplogrednih plinov je posledica prometa in industrije? A) ogljikov dioksid (CO ₂) B) metan (CH ₄) C) ogljikov dioksid (CO ₂) in metan (CH ₄) D) nobeden od teh dveh		A B C D
6. Kaj se bi zgodilo, če bi se količine toplogrednih plinov še v prihodnje intenzivno povečevale? A) zmanjšala bi se količina ekstremnih vremenskih pojavov B) ledeniki bi se začeli večati, gladina morja bi se znižala C) ne bi bilo nobenih sprememb D) ledeniki bi se še dalje talili, gladina morja bi se zviševala		A B C D
7. Kateri od vremenskih pojavov, ki so posledica tople grede je pri nas najbolj izrazit in n... A) taljenje ledenikov B) poplave C) ekstremne temperature D) orkani		A B C D

PRED-TEST, Izpolni učitelj: T-11, 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.«	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.	

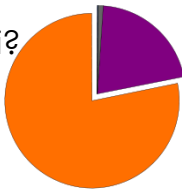




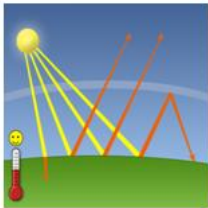
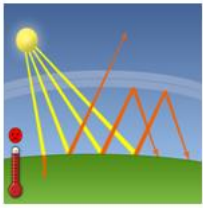
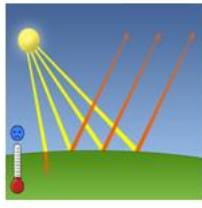
2. Kolikšna je debelina spodnje plasti ozračja – tropopauze? A) 1 km B) 10 km C) 100 km D) 20 km	Fakt1 	A B C D	B
3. Katerega plina je največ v atmosferi? A) kisika B) argona C) dušika D) helija	Fakt2	A B C D	C
4. Kateri toplogredni plin predstavlja največji delež človekovih izpustov? A) kisik B) dušikov oksid C) metan D) ogljikov dioksid (CO ₂)	Analiza 	A B C D	D
5. Kateri od toplogrednih plinov je posledica prometa in industrije? A) ogljikov dioksid (CO ₂) B) metan (CH ₄) C) ogljikov dioksid (CO ₂) in metan (CH ₄) D) nobeden od teh dveh	Primerjanje 	A B C D	A
6. Kaj se bi zgodilo, če bi se količine toplogrednih plinov še v prihodnje intenzivno povečevale? A) zmanjšala bi se količina ekstremnih vremenskih pojavov B) ledeniki bi se začeli večati, gladina morja bi se znižala C) ne bi bilo nobenih sprememb D) ledeniki bi se še dalje talili, gladina morja bi se zviševala	Sklepanje	A B C D	D
7. Kateri od vremenskih pojavov, ki so posledica tople grede je pri nas najbolj izrazit in nevar? A) taljenje ledenikov B) poplave C) ekstremne temperature D) orkani	Vrednotenje 	A B C D	B

PO-TEST, Izpolni učitelj: T-06, P 1 2 3, Šola: _____, datum: _____
Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____

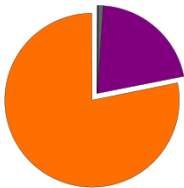


Pri prvem vprašanju oceni, v kolikšni meri se strinjaš s trditvijo v narekovajih? Na desni strani obkroži tisto številko od 1 do 5, ki najbolj ustreza tvojemu mnenju. (1...popolnoma se ne strinjam, 5...zelo se strinjam)	
1. »To je bila zame odlična učna ura fizike.«	1 2 3 4 5
V nadaljevanju boš reševal naloge, pri katerih je le en odgovor pravilen. Pozorno preberi navodilo naloge in obkroži odgovor na desni strani testnega lista.	
2. Kolikšen je odstotek kisika v Zemljini atmosferi? A) 20% B) 5% C) 35% D) 10%	 A B C D
3. Katerega plina je največ v atmosferi? A) dušika B) helija C) kisika D) argona	A B C D
4. Katerega izmed naravnih pojavov, ki so posledica tople grede prikazuje spodnja slika? A) širjenje puščav B) orkane C) poplave D) ekstremne temperature	 A B C D
5. Katera človekova dejavnost prispeva največji delež toplogrednih plinov? A) promet in industrija B) industrija C) kmetijstvo in izgorevanje gorilnih snovi D) kmetijstvo in odpadki	 A B C D



6. Na vrtu posadimo sadike paradižnika. Polovico jih posadimo na prostem, polovico pa jih posadimo v toplo gredo. Izberi pravilno trditev. A) Sadike posajene na prostem bodo dozorele hitreje. B) Oboje sadike bodo dozorele v enakem času. C) Hitreje bodo dozorele sadike posajene v topli gredi. D) Mesto sajenja ne vpliva na hitrost rasti.	A B C D 
7. Katera slika prikazuje primer segrevanja, ko je v ozračju največ toplogrednih plinov? A) slika A B) slika C C) nobena od teh treh sli D) slika B    A B C	A B C D

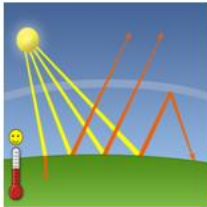
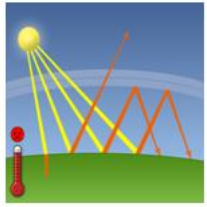
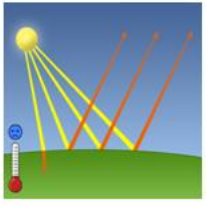
PO-TEST, Izpolni učitelj: **T-06**, P 1 2 3 , Šola: _____, datum: _____
 Izpolni učenec: Ime in Priimek: _____, razred: _____

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 POTEST ?
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. Kolikšen je odstotek kisika v Zemljini atmosferi? A) 20% B) 5% C) 35% D) 10%	A B C D Fakt1 A 



3.	Fakt2	A B C D	B
Katerega plina je največ v atmosferi?			
A) dušika			
B) helija			
C) kisika			
D) argona			
4.	Analiza	A B C D	C
Katerega izmed naravnih pojavov, ki so posledica tople grede prikazuje spodnja slika?			
A) širjenje puščav			
B) orkane			
C) poplave			
D) ekstremne temperature			
			
5.		A B C D	A
Katera človekova dejavnost prispeva največji delež toplogrednih plinov?			
A) promet in industrija			
B) industrija			
C) kmetijstvo in izgorevanje goril			
D) kmetijstvo in odpadki			
  			
6.	Sklepanje	A B C D	C
Na vrtu posadimo sadike paradižnika. Polovico jih posadimo na prostem, polovico pa jih posadimo v toplo gredo. Izberi pravilno trditev.			
A) Sadike posajene na prostem bodo dozorele hitreje.			
B) Oboje sadike bodo dozorele v enakem času.			
C) Hitreje bodo dozorele sadike posajene v topli gredi.			
D) Mesto sajenja ne vpliva na hitrost rasti.			
			



7. Katera slika prikazuje primer segrevanja, ko je v ozračju največ toplogrednih plinov? A) slika A B) slika C C) nobena od teh treh slik D) slika B	Vrednotenje	A B C D
	 A  B  C	

D



Različni kvadri – lepenje in trenje

Avtorji: Milan Ambrožič, Zlatko Bradač, Andrej Nemec

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Strategija (metoda): skupinski ali demonstracijski poskus, delovni listi.

Starostna skupina: 1. ali 2. letnik SŠ.

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo): Predvsem naslednje generične kompetence: sposobnost interpretacije in sinteze sklepov, sposobnost skupinskega dela, sposobnost učenja in reševanja problemov.

Umestitev v učni načrt: Sile na klancu, definicija lepenja in trenja.

Način evalvacije: pregled delovnih listov.

A) Teoretični del

Pri teh poskusih, bodisi demonstracijskih bodisi skupinskih, se dijaki soočijo s po dvema alternativnima meritvama koeficientov lepenja in trenja: na klancu ali pa na vodoravni podlagi. Primerjava izidov meritev sprošča ustvarjalno razmišljanje in med drugim krepi generičnih kompetenc: sposobnost interpretacije in sinteze sklepov, reševanje problemov, itd. Uporabi se komplet kvadrov iz različnih snovi, to je novo zasnovano učilo podjetja NT BROG (slika 1).

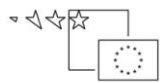


Slika 1: Učilo s kompletom kvadrov (učilo ima še nekaj elementov, ki za to gradivo niso pomembni)

OPOMBA: Podane so razlage poskusov. Enake in nekoliko dopolnjene razlage z ustreznimi slikami so tudi na delovnih listih za dijake. Bolj praktično je namreč, če učitelj dobi krajši wordov dokument in si ga po potrebi dopolnjuje, npr. tako, da iz delovnih listov na pdf datoteki kopira slike z uporabo tipke PRINT SCREEN. Ali pa to naroči dijakom, tako da s tem trenirajo tudi digitalno kompetenco.

A.1 Merjenje koeficienta lepenja s spreminjanjem nagiba podlage

Telo postavimo na klanec in klancu postopoma povečujemo nagib, dokler telo ne zdrsne po njem. Dokler telo miruje, sklepamo, da sila lepenja F_l uravnoveša



dinamično komponento teže $F_d = m g \sin \varphi$ (m je masa telesa, g težni pospešek, φ pa nagib klanca, slika 2). Vendar pa se sila lepenja ne more povečevati poljubno, temveč je maksimalna sila lepenja enaka: $F_{lM} = k_l F_n$, kjer je k_l koeficient lepenja med podlago in stično ploskvijo telesa, F_n pa normalna (pravokotna komponenta) sila podlage na telo. Na klanecu je le-ta enaka statični komponenti teže: $F_n = F_s = m g \cos \varphi$. V trenutku zdrsa telesa torej velja:

$$\begin{aligned} F_{lM} &= F_d \\ k_l m g \cos \varphi &= m g \sin \varphi \\ k_l &= \tan \varphi \end{aligned} \quad (1)$$

Tangens naklonskega kota klanca ob zdrsu telesa je enak koeficientu lepenja, ki ga zato lahko izmerimo na takšen način.

A.2 Merjenje koeficienta trenja pri drsenju telesa po klanecu

Ko telo pri večjem nagibu klanca drsi po njem, obravnavamo to kot enakomerno pospešeno gibanje, kjer je rezultanta sil na telo enaka razliki dinamične komponente teže in sile trenja: $F_R = F_d - F_{tr}$. Za silo trenja velja podobna enačba kot za maksimalno silo lepenja: $F_{tr} = k_{tr} F_n$, kjer je k_{tr} koeficient trenja med telesom in podlago (slika 3). Navadno je nekaj manjši od koeficienta lepenja, v splošnem pa je lahko odvisen tudi od hitrosti gibanja telesa glede na stično podlago. Vendar to odvisnost navadno zanemarimo, sicer bi se obravnavo gibanja zelo zapletla. Po 2. Newtonovem zakonu izračunamo pospešek telesa na klanecu:

$$\begin{aligned} m a &= F_d - F_{tr} = m g \sin \varphi - k_{tr} m g \cos \varphi \\ a &= g (\sin \varphi - k_{tr} \cos \varphi) \end{aligned}$$

Ker je lažje meriti pot in čas kot pospešek, si pomagamo še z enačbo $s = a t^2/2$, če je začetna hitrost telesa nič. Tako velja:

$$\begin{aligned} s &= g (\sin \varphi - k_{tr} \cos \varphi) \cdot t^2/2 \\ k_{tr} &= \tan \varphi - 2s/(gt^2 \cos \varphi) \end{aligned} \quad (2)$$

Izpeljavi enačb (1) in (2) sta tudi na delovnih listih dijakov, z vprašanjem o tem, kaj imata enačbi skupnega in zakaj.

Tabela 7: Nekaj koeficientov lepenja med pari različnih površin, če so gladke in suhe. Vir:

http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html



Material 1	Material 2	k_l
Aluminij	Aluminij	1,05 – 1,35
Aluminij	taljeno jeklo	0,61
Medenina	Jeklo	0,35
Oglje	Jeklo	0,14
Baker	Baker	1
Diamant	Diamant	0,1
Steklo	Steklo	0,9 – 1
Steklo	Kovina	0,5 – 0,7
Led	Les	0,05
Pleksi steklo	Pleksi steklo	0,8
Guma	Asfalt	0,9
Jeklo	Jeklo	0,8
Les	Les	0,25 – 0,5
Les	Kovina	0,2 – 0,6

A.3 Merjenje koeficienta lepenja na vodoravni podlagi s škripcem in utežjo

Telo z maso m_T postavimo na vodoravno podlago, nanj privežemo vrstico, jo napeljemo čez škripec na robu podlage, na njen prosti konec pa obešamo vedno več uteži (slika 4). V trenutku, ko telo zdrsne, je sila teže vseh uteži s skupno maso m_U ravno enaka maksimalni sili lepenja. Od tod lahko izračunamo koeficient lepenja med podlago in telesom:

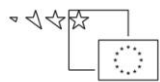
$$F_{lM} = F_g$$

$$k_l m_T g = m_U g$$

$$k_l = m_U / m_T \quad (3)$$

A.4 Merjenje koeficienta trenja na vodoravni podlagi s škripcem in utežjo

Poskus je podoben kot pri merjenju koeficienta lepenja, le da je sedaj masa vseh uteži m_U večja od mejne vrednosti za zdrs telesa po vodoravni podlagi (slika 5). Podobno kot pri poskusu z drsenjem telesa po klancu si je treba sedaj pomagati z merjenjem poti s in časa t , v katerem naredi telo to pot. Začnemo s sistemom dveh



enačb za 2. Newton zakon, ki opisuje gibanje telesa in spuščajoče uteži, kjer silo vrvice označimo z F_v :

$$m_T a = F_v - F_{tr} = F_v - k_{tr} m_T g$$

$$m_U a = F_g - F_v = m_U g - F_v$$

Enačbi seštejemo in izrazimo pospešek (ta je seveda za obe telesi enak):

$$a = (m_U - k_{tr} m_T) g / (m_U + m_T)$$

Če spet upoštevamo $s = a t^2 / 2$, lahko nazadnje izrazimo k_{tr} :

$$k_{tr} = m_U / m_T - 2 s (m_U + m_T) / (g t^2 m_T) \quad (4)$$

Izpeljavi enačb (3) in (4) sta tudi na delovnih listih dijakov, z vprašanjem o tem, kaj imata enačbi skupnega in zakaj.

B) Praktični del

SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

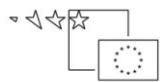
Pri tem gradivu gre za primerjavo uspešnosti (glede razumevanja snovi in s kompetenčnega vidika) dveh načinov dela: 1) frontalne razlage z demonstracijskimi poskusi, 2) skupinskega eksperimentalnega dela z uporabo delovnih listov. V enem oddelku naj se preskusi en način dela, v drugem pa drugi način. Za oba načina je predvidena ena šolska ura, naslednjo šolsko uro pa učitelj pobere doma izpolnjene delovne liste in jih primerja za oba vzorca. Pri frontalnem demonstracijskem poskusu naj učitelj izvede sam vse 4 poskuse, opisane spodaj, a v skrajšani obliki. V primeru skupinskega dela naj se razred razdeli na 4 skupine, vsaka pa naj izvede enega od 4 različnih poskusov, nazadnje pa skupine poročajo o svojih rezultatih.

PODROBNEJŠA NAVODILA+časovni potek

VRSTNI RED IN TRAJANJE DOGODKOV

Pri frontalnem delu

- 4 poskusi po 10 minut, od tega je 5 minut sam poskus, 5 minut pa razlaga; dijaki na osnovi poskusov in razlage deloma izpolnjujejo delovne liste
- Domača naloga: dopolnitev delovnih listov

Pri skupinskem delu

- Vsaka od 4 skupin izvede svoj poskus (vse skupine sočasno), čas 20 minut
- Poročanje vodij skupin: po 5 minut, skupaj torej 20 minut
- Domača naloga: dopolnitev delovnih listov

OPISI POSKUSOV (v delovnem listu za dijake)

Opomba glede delovnih listov: Čeprav prisostvuje pri skupinskem delu vsak dijak le enemu poskusu, so na vseh delovnih listih opisani vsi 4 poskusi, da dijaki vedo, kaj so delale vse skupine. Delovni listi so enaki, ne glede na to, ali gre za frontalno ali skupinsko delo.

Tehnična opomba: Če so pri skupinskem delu na voljo 4 kompleti kvadrov, dela vsaka skupina s svojim kompletom. Če ima učitelj samo en komplet, si dijaki lahko pomagajo tako, da si skupine med seboj izmenjujejo različne kvadre.

POMEMBNO: Opozorite dijake, naj si po izvedenih poskusih zapišejo tudi meritve pri poskusih drugih skupin, zato da bodo delovne liste doma lahko izpolnili v celoti. Enako velja za vse meritve pri demonstracijskih frontalnih poskusih.

POSKUS 1: Merjenje koeficientov lepenja med kvadri in podlago z nagibanjem podlage

POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les, aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo ali kotomer

POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Počasi ji povečujte nagib, dokler kvader ne zdrsne. Kot, pri katerem se to zgodi, izmerite s kotomerom, ali pa si pomagajte z ravnilom, s katerim izmerite vodoravno in navpično razdaljo pri nagibu deske. Drugi način je še priročnejši, saj je razmerje obeh razdalj (pazite, katero delite s katero) kar enako tangensu naklonskega kota v enačbi (1). Poskus naredite za vseh 6 materialov. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta lepenja pa naj naredi vsak sam doma. Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. povečevanje nagiba deske z uporabo stojala z vijakom namesto z roko, itd. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo dvema kvadroma.

POSKUS 2: Merjenje koeficientov trenja med kvadri in podlago z drsenjem po nagnjeni podlagi

POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les, aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo in kotomer ali pa samo ravnilo, štoparica



POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Počasi ji povečujte nagib, dokler kvader ne zdrsne. Potem pa povečajte nagib še za kakih 10 stopinj. Kot izmerite s kotomerom, ali pa si pomagajte z ravnilom, s katerim izmerite vodoravno in navpično razdaljo pri nagibu deske. Drugi način je še priročnejši, saj je razmerje obeh razdalj (pazite, katero delite s katero) kar enako tangensu naklonskega kota v enačbi (2). Kako pa v tem primeru ugotovite kosinus kota v enačbi (2)? Vnaprej izberite in na deski označite primerno razdaljo, ki naj bi jo kvader pri drsenju prepotoval, nato pa izmerite še čas drsenja. Poskus naredite le za 3 materiale: plastiko, les in aluminij. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta trenja pa naj naredi vsak sam doma. Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. povečevanje nagiba deske z uporabo stojala z vijakom namesto z roko, itd. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo enim kvadrom.

POSKUS 3: Merjenje koeficientov lepenja na vodoravni podlagi

POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo, lahka vrvica (nit), škripec, komplet uteži

POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Na kaveljček privežite vrvico, jo napeljite čez škripec na robu podlage (poskrbite, da bo vrvica vodoravna), na njen prosti (viseči) konec pa obešajte vedno več uteži. Zabeležite si maso vseh uteži v trenutku, ko kvader zdrsne. Poskus naredite za vseh 6 materialov. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta lepenja pa naj naredi vsak sam doma – enačba (3). Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. dodajanje majhnih uteži, tik preden kvader zdrsne, itd. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo dvema kvadroma (istima kot pri poskusu 1).

POSKUS 4: Merjenje koeficientov lepenja na vodoravni podlagi

POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo, lahka vrvica (nit), škripec, komplet uteži, štoparica

POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Na kaveljček privežite vrvico, jo napeljite čez škripec na robu podlage (poskrbite, da bo vrvica vodoravna), na njen prosti (viseči) konec pa obešajte vedno več uteži, dokler kvader ne zdrsne. Nato dodajte še kako utež. Zabeležite si maso vseh uteži. Vnaprej izberite in na deski označite primerno razdaljo, ki naj bi jo kvader pri drsenju prepotoval, nato pa izmerite še čas drsenja. Poskus naredite le za 3 materiale: plastiko, les in aluminij. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta trenja pa naj naredi vsak sam doma – enačba (4). Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

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

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

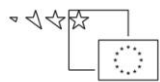
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



meritve čim natančnejše, npr. z izbiro tolikšne skupne mase uteži, da se kvader ne bo premikal niti prepočasi niti prehitro in bo merjenje časa učinkovito in dovolj natančno. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo enim kvadroma (istim kot pri poskusu 2).



PRILOGA: Delovni listi za vsakega dijaka: [delovni_list.pdf](#)

REŠITVE POSEBNIH NALOG NA DELOVNIH LISTIH

POSEBNA NALOGA 1 (+): Zamisli si, da bi moral opisano merjenje koeficienta lepenja razložiti osnovnošolcu, ki ne pozna kotnih funkcij. Razmisli, kako bi prišel do enačbe, podobne enačbi (1), a brez kakršnekoli uporabe kotnih funkcij, če imaš namesto kota nagiba, ko telo zdrsne, podane ustrezni dimenziji, a in b , prikazani na sliki 2b. Napiši enačbo, ekvivalentno enačbi (1). Pomagaj si z dvema med seboj podobnima trikotnikoma (trikotnik dolžin in trikotnik sil).

REŠITEV:

Zaradi podobnosti pravokotnih trikotnikov velja enakost ustreznega razmerja katet (slika 2b na delovnih listih):

$$\frac{F_d}{F_s} = \frac{a}{b} \quad (\text{R.1})$$

Ker so sile v ravnovesju, imamo dva para enakih sil: $F_l = F_d$ in $F_n = F_s$, tako da enačbo prepíšemo:

$$\frac{F_l}{F_n} = \frac{a}{b} \quad (\text{R.2})$$

Za silo lepenja vzamemo njeno maksimalno možno vrednost tik pred zdrsom telesa: $F_l = F_{\text{IM}} = k_l F_n$, vstavimo v enačbo (R.2) in dobimo:

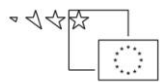
$$k_l = \frac{a}{b} \quad (\text{R.3})$$

v skladu z enačbo (1) zgoraj pri razlagi.

POSEBNA NALOGA 2: Razmisli, kaj imata enačbi (1) in (2) skupnega in zakaj.

REŠITEV:

V obeh enačbah je člen $\tan \varphi$, ker nagib klanca določa velikosti sil. Drugi člen v enačbi (2) je povezan z gibanjem po klanecu. Če je čas gibanja zelo dolg, postane drugi člen zanemarljiv. To pomeni, da so sile skoraj v ravnovesju, v skladu z enačbo (1). Pomembna razlika pa je v koeficientih za lepenje in trenje, ki v splošnem nista enaka.



POSEBNA NALOGA 3: Teža telesa na vodoravni podlagi je 100 N, koeficient lepenja pa 0,25. Težo uteži postopno povečujemo. Nariši graf odvisnosti F_l (sile lepenja in ne njene maksimalne vrednosti F_{lM} !) od teže uteži F_{gU} . Vzemi samo smiseln razpon vrednosti F_{gU} !

REŠITEV:

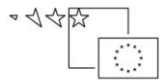
Najprej izračunamo maksimalno silo lepenja: $F_{lM} = 0.25 \cdot 100 \text{ N} = 25 \text{ N}$. Dokler teža F_{gU} in z njo sila vrvice ne preseže te mejne vrednosti, se sila lepenja »prilagaja« sili vrvice, tako da velja enakost: $F_l = F_{gU}$. Graf $F_l(F_{gU})$ je torej premica z naklonskim kotom 45° . Smiselni interval obeh sil (na vodoravni in navpični osi) je samo od 0 do 25 N.

POSEBNA NALOGA 4: Razmisli, kaj imata enačbi (3) in (4) skupnega in zakaj. Kaj pa imata skupnega enačbi (2) in (4) in zakaj? Kaj fizikalno pomeni, če pri neustreznih podatkih dobimo iz enačbe (2) ali (4) negativno vrednost koeficienta trenja?

REŠITEV:

Odgovor na prvo vprašanje je analogen razlagi pri posebni nalogi 2. V obeh enačbah je člen m_U/m_T , saj je tako pri ravnovesju kot neravnovesju sil pomembno razmerje mas. Drugi člen v enačbi (4) je povezan z gibanjem. Če je čas gibanja zelo dolg, postane drugi člen zanemarljiv. To pomeni, da so sile skoraj v ravnovesju, v skladu z enačbo (3). Pomembna razlika pa je v koeficientih za lepenje in trenje, ki v splošnem nista enaka. Enačbi (2) in (4) imata podobno strukturo, kjer je v obeh primerih v drugem členu kvocient $2s/(g t^2)$ – to je pospešek. Tudi razliko v dodatnih faktorjih v drugem členu obeh enačb nazorno pojasnimo. Vodoravna podlaga ima nagib $\varphi = 0$, torej $\cos \varphi = 1$ in zato tega faktorja v enačbi (4) ni. Enačba (4) dalje upošteva, da utež z maso m_U »poganja« telo na vodoravni podlagi in še samo sebe, od tod razmerje $(m_U + m_T)/m_T$. Pri poskusu na klancu pa ni nobene uteži, zato $m_T/m_T = 1$ in ni podobnega faktorja v enačbi (2). Še odgovor na tretje vprašanje: negativen rezultat za k_{tr} pomeni, da je prvi člen (k_i »poganja«) sistem manjši od drugega, torej se v resnici telo ne premakne.

POSEBNA NALOGA 4: Če podate ta odgovor dijakom pri eni od naslednjih ur fizike, jih morda še spodbudite k diskusiji, kako bi dejansko združili enačbi (2) in (4) v splošnejšo enačbo in za kateri fizikalni zgled velja. Verjetno bodo dijaki hitro prišli sami do ugotovitve, da z združitvijo obeh fizikalnih problemov (razlagi A.2 in A.4) dobimo naslednji sistem. Telo z maso m_T je na klancu z nagibom φ , nanj je pripeta vrvica, napeljana prek lahkega škripca, na njenem prostem koncu pa visi utež z maso m_U . Pomembno je, da je vrvica vsaj približno vzporedna s klancem. Iz znane



poti s telesa po klancu (če je začetna hitrost nič) in časa t za to pot je treba izračunati koeficient trenja.

REŠITEV:

Izpeljava je podobna kot pri razlagi A.4, le da moramo pri telesu na klancu upoštevati še dinamično komponento teže in vzeti silo trenja na klancu namesto na vodoravni podlagi:

$$m_T a = F_v + F_d - F_{tr} = F_v + m_T g \sin \varphi - k_{tr} m_T g \cos \varphi$$

$$m_U a = F_g - F_v = m_U g - F_v$$

Enačbi seštejemo in izrazimo pospešek:

$$a = (m_U + m_T g \sin \varphi - k_{tr} m_T \cos \varphi) g / (m_U + m_T)$$

Če spet upoštevamo $s = a t^2 / 2$, lahko nazadnje izrazimo k_{tr} :

$$k_{tr} = \left(\frac{m_U}{m_T \cos \varphi} + \tan \varphi \right) - \frac{2s(m_U + m_T)}{gt^2 m_T \cos \varphi}$$



Lepenje in trenje – merjenje koeficientov lepenja in trenja

DELOVNI LIST Z NAVODILI ZA POSKUSE

A Razlaga in izpeljava enačb

A.0 Definicija kotnih funkcij

Opomba: če kotne funkcije že poznaš, preskoči to razlago. Kotne funkcije vsakemu kotu priredijo določeno vrednost, vpeljemo pa jih v pravokotnem trikotniku (slika 1). Za našo razlago bomo potrebovali tri od njih: sinus (okrajšava sin), kosinus (okrajšava cos) in tangens (okrajšava tan ali tg).

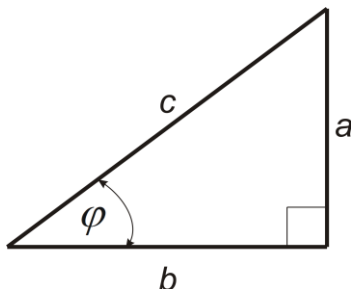
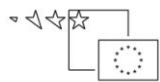
Sinus določenega kota je razmerje med kotu nasproti ležečo kateto in hipotenuzo. Simboličen zapis glede na sliko 1: $\sin \varphi = \frac{a}{c}$. Sinus kota ne more biti večji od vrednosti 1.

Kosinus določenega kota je razmerje med kotu priležno kateto in hipotenuzo. Simboličen zapis glede na sliko 1: $\cos \varphi = \frac{b}{c}$. Kosinus kota ne more biti večji od vrednosti 1.

Tangens določenega kota je razmerje med kotu nasproti ležečo kateto in priležno kateto. Simboličen zapis glede na sliko 1: $\tan \varphi = \frac{a}{b}$. Tangens kota je lahko tudi večji od vrednosti 1. Vidimo tudi, da je tangens kota razmerje med njegovim sinusom in kosinusom.

Tabela 8: Vrednosti kotnih funkcij za nekaj značilnih ostrih kotov

kot	sinus	kosinus	Tangens
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$



Slika 2: Pravokotni trikotnik pri definiciji treh kotnih funkcij

A.1 Merjenje koeficienta lepenja s spreminjanjem nagiba podlage

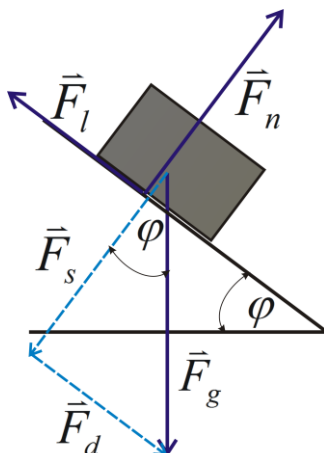
Telo postavimo na klanec in klancu postopoma povečujemo nagib, dokler telo ne zdrsne po njem. Težo telesa vektorsko razstavimo na dve komponenti, dinamično (vzporedno s klancem) in statično (pravokotno nanj): $\vec{F}_g = \vec{F}_d + \vec{F}_s$, glej pravokotni trikotnik teh sil na sliki 2. Odslej ne bomo pisali vektorskega znaka nad simbolom za silo, ker bomo delali z velikostmi sil. Teža je $F_g = m g$, njeni komponenti pa sta s težo povezani s sinusom in kosinusom kota φ . Dokler telo miruje, sklepamo, da sila lepenja F_l uravnoveša dinamično komponento teže $F_d = m g \sin \varphi$ (m je masa telesa, g težni pospešek, φ pa nagib klanca, slika 3). Vendar pa se sila lepenja ne more povečevati poljubno, temveč je maksimalna sila lepenja enaka: $F_{lM} = k_l F_n$, kjer je k_l koeficient lepenja med podlago in stično ploskvijo telesa, F_n pa normalna (pravokotna komponenta) sila podlage na telo. Na klancu je zaradi ravnovesja sil le-ta enaka statični komponenti teže: $F_n = F_s = m g \cos \varphi$. V trenutku zdrsa telesa torej velja:

$$F_{lM} = F_d$$

$$k_l m g \cos \varphi = m g \sin \varphi$$

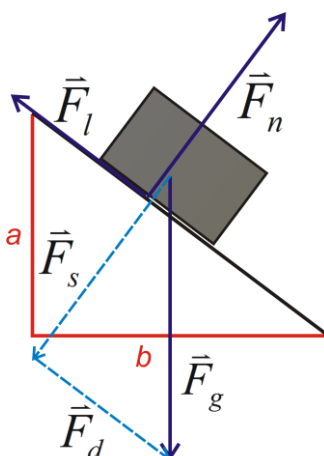
$$k_l = \tan \varphi \quad (1)$$

Tangens naklonskega kota klanca ob zdrsu telesa je enak koeficientu lepenja, ki ga zato lahko izmerimo na takšen način. Na primer, če telo zdrsne pri kotu 45° , je koeficient lepenja enak: $k_l = \tan 45^\circ = 1$ (tabela 2).



Slika 3a: Sile na klanecu pri lepenju (uporaba kotnih funkcij)

POSEBNA NALOGA 1 (+): Zamisli si, da bi moral opisano merjenje koeficienta lepenja razložiti osnovnošolcu, ki ne pozna kotnih funkcij. Razmisli, kako bi prišel do enačbe, podobne enačbi (1), a brez kakršnekoli uporabe kotnih funkcij, če imaš namesto kota nagiba, ko telo zdrsne, podane ustrezni dimenziji, a in b , prikazani na sliki 2b. Napiši enačbo, ekvivalentno enačbi (1). Pomagaj si z dvema med seboj podobnima trikotnikoma (trikotnik dolžin in trikotnik sil).



Slika 4b: Sile na klanecu pri lepenju (brez uporabe kotnih funkcij)

A.2 Merjenje koeficienta trenja pri drsenju telesa po klanecu

Ko telo pri večjem nagibu klanca drsi po njem, obravnavamo to kot enakomerno pospešeno gibanje, kjer je rezultanta sil na telo enaka razliki dinamične komponente teže in sile trenja: $F_R = F_d - F_{tr}$. Za silo trenja velja podobna enačba kot za maksimalno silo lepenja: $F_{tr} = k_{tr} F_n$, kjer je k_{tr} koeficient trenja med telesom in podlago (slika 4). Navadno je nekaj manjši od koeficienta lepenja, v splošnem pa je lahko odvisen tudi od hitrosti gibanja telesa glede na stično podlago. Vendar to



odvisnost navadno zanemarimo, sicer bi se obravnava gibanja zelo zapletla. Po 2. Newtonovem zakonu izračunamo pospešek telesa na klanecu:

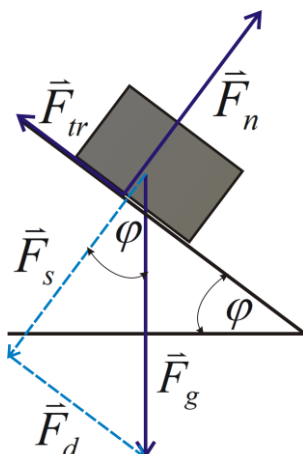
$$m a = F_d - F_{tr} = m g \sin \varphi - k_{tr} m g \cos \varphi$$

$$a = g (\sin \varphi - k_{tr} \cos \varphi)$$

Ker je lažje meriti pot in čas kot pospešek, si pomagamo še z enačbo $s = a t^2/2$, če je začetna hitrost telesa nič. Tako velja:

$$s = g (\sin \varphi - k_{tr} \cos \varphi) \cdot t^2/2$$

$$k_{tr} = \tan \varphi - \frac{2s}{gt^2 \cos \varphi} \quad (2)$$



Slika 5: Sile na klanecu pri trenju. Razlika med to sliko in sliko 2a je v tem, da imamo sedaj namesto sile lepenja silo trenja; medtem ko je bila sila lepenja enako velika kot dinamična komponenta teže, je sila trenja manjša od nje, zato kaže rezultanta vseh sil v smeri klanca navzdol.

POSEBNA NALOGA 2: Razmisli, kaj imata enačbi (1) in (2) skupnega in zakaj.

Tabela 9: Nekaj koeficientov lepenja med pari različnih površin, če so gladke in suhe. Vir:

http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html

Material 1	Material 2	Kl
Aluminij	Aluminij	1,05 – 1,35
Aluminij	taljeno jeklo	0,61
Medenina	Jeklo	0.35
Oglje	Jeklo	0,14



Baker	Baker	1
Diamant	Diamant	0,1
Steklo	Steklo	0,9 – 1
Steklo	Kovina	0,5 – 0,7
Led	Les	0,05
Pleksi steklo	Pleksi steklo	0,8
Guma	Asfalt	0,9
Jeklo	Jeklo	0,8
Les	Les	0,25 – 0,5
Les	Kovina	0,2 – 0,6

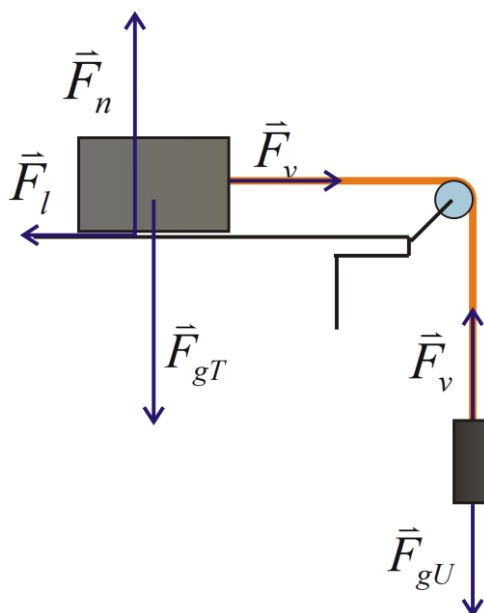
A.3 Merjenje koeficienta lepenja na vodoravni podlagi s škripcem in utežjo

Telo z maso m_T postavimo na vodoravno podlago, nanj privežemo vrstico, jo napeljemo čez škripec na robu podlage, na njen prosti konec pa obešamo vedno več uteži (slika 6). V trenutku, ko telo zdrsne, je teža vseh uteži s skupno maso m_U ravno enaka maksimalni sili lepenja. Sila vrvice F_v , ki deluje na telo, je namreč po velikosti enaka teži uteži F_{gU} . Normalna sila tal F_n pa je enaka teži telesa F_{gT} , maksimalna sila lepenja pa je: $F_{lM} = k_l F_n$. Od tod lahko izračunamo koeficient lepenja med podlago in telesom:

$$F_{lM} = F_{gU}$$

$$k_l m_T g = m_U g$$

$$k_l = \frac{m_U}{m_T} \quad (3)$$



Slika 6: Sile na vodoravni podlagi pri lepenju. Opozorilo: sila vrvice na dveh mestih (pri telesu in pri uteži) je zaradi večje nazornosti obakrat označena z istim simbolom, čeprav vektorja nista enaka (enaki velikosti, a različni smeri).

POSEBNA NALOGA 3: Teža telesa na vodoravni podlagi je 100 N, koeficient lepenja pa 0,25. Težo uteži postopno povečujemo. Nariši graf odvisnosti F_l (sile lepenja in ne njene maksimalne vrednosti F_{lM}) od teže uteži F_{gU} . Vzemi samo smiseln razpon vrednosti F_{gU} !

A.4 Merjenje koeficienta trenja na vodoravni podlagi s škripcem in utežjo

Poskus je podoben kot pri merjenju koeficienta lepenja, le da je sedaj masa vseh uteži m_U večja od mejne vrednosti za zdrs telesa po vodoravni podlagi (slika 7). Podobno kot pri poskusu z drsenjem telesa po klancu si je treba sedaj pomagati z merjenjem poti s in časa t , v katerem naredi telo to pot. Začnemo s sistemom dveh enačb za 2. Newton zakon, ki opisuje gibanje telesa in spuščajoče uteži, kjer silo vrvice označimo z F_v :

$$m_T a = F_v - F_{tr} = F_v - k_{tr} m_T g$$

$$m_U a = F_g - F_v = m_U g - F_v$$

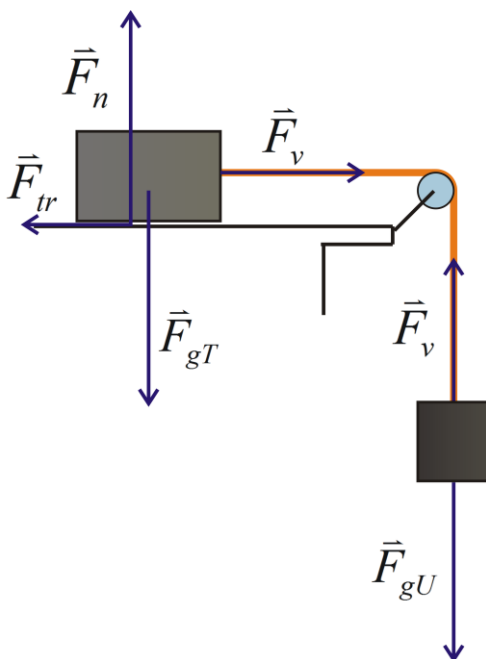
Enačbi seštejemo in izrazimo pospešek (ta je seveda za obe telesi enak):

$$a = (m_U - k_{tr} m_T) g / (m_U + m_T)$$

Če spet upoštevamo $s = a t^2 / 2$, lahko nazadnje izrazimo k_{tr} :



$$k_r = \frac{m_U}{m_T} - \frac{2s(m_U + m_T)}{gt^2 m_T} \quad (4)$$



Slika 7: Sile na vodoravni podlagi pri trenju. Razlika med to sliko in sliko 4 je v tem, da imamo sedaj namesto sile lepenja silo trenja; medtem ko so bile prej tri sile enake: $F_1 = F_v = F_{gU}$, velja sedaj neenakost: $F_{tr} < F_v < F_{gU}$, saj se giblje telo pospešeno na desno, utež pa pospešeno navzdol.

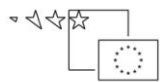
POSEBNA NALOGA 4: Razmisli, kaj imata enačbi (3) in (4) skupnega in zakaj. Kaj pa imata skupnega enačbi (2) in (4) in zakaj? Kaj fizikalno pomeni, če pri neustreznih podatkih dobimo iz enačbe (2) ali (4) negativno vrednost koeficienta trenja?

B Opisi poskusov

POMEMBNO: Po izvedenih poskusih si zapiši tudi rezultate drugih skupin, o katerih poročajo. Delovne list doma izpolni v celoti. Enako velja za vse meritve pri demonstracijskih frontalnih poskusih (če gre za učiteljeve demonstracijske poskuse namesto dela po skupinah).

POSKUS 1: Merjenje koeficientov lepenja med kvadri in podlago z nagibanjem podlage

Razlaga A.1



POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les, aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo ali kotomer

POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Počasi ji povečujte nagib, dokler kvader ne zdrsne. Kot, pri katerem se to zgodi, izmerite s kotomerom, ali pa si pomagajte z ravnilom, s katerim izmerite vodoravno in navpično razdaljo pri nagibu deske. Drugi način je še priročnejši, saj je razmerje obeh razdalj (pazite, katero delite s katero) kar enako tangensu naklonskega kota v enačbi (1). Poskus naredite za vseh 6 materialov. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta lepenja pa naj naredi vsak sam doma. Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. povečevanje nagiba deske z uporabo stojala z vijakom namesto z roko, itd. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo dvema kvadroma.

POSKUS 2: Merjenje koeficientov trenja med kvadri in podlago z drsenjem po nagnjeni podlagi

Razlaga A.2

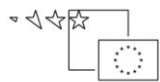
POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les, aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo in kotomer ali pa samo ravnilo, štoparica

POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Počasi ji povečujte nagib, dokler kvader ne zdrsne. Potem pa povečajte nagib še za kakih 10 stopinj. Kot izmerite s kotomerom, ali pa si pomagajte z ravnilom, s katerim izmerite vodoravno in navpično razdaljo pri nagibu deske. Drugi način je še priročnejši, saj je razmerje obeh razdalj (pazite, katero delite s katero) kar enako tangensu naklonskega kota v enačbi (2). Kako pa v tem primeru ugotovite kosinus kota v enačbi (2)? Vnaprej izberite in na deski označite primerno razdaljo, ki naj bi jo kvader pri drsenju prepotoval, nato pa izmerite še čas drsenja. Poskus naredite le za 3 materiale: plastiko, les in aluminij. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta trenja pa naj naredi vsak sam doma. Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. povečevanje nagiba deske z uporabo stojala z vijakom namesto z roko, itd. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo enim kvadrom.

POSKUS 3: Merjenje koeficientov lepenja na vodoravni podlagi

Razlaga A.3

POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les aluminij, železo, baker svinec), lesena deska, ravnilo, lahka vrvica (nit), škripec, komplet uteži



POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Na kaveljček privežite vrvico, jo napeljite čez škripec na robu podlage (poskrbite, da bo vrvica vodoravna), na njen prosti (viseči) konec pa obešajte vedno več uteži. Zabeležite si maso vseh uteži v trenutku, ko kvader zdrsne. Poskus naredite za vseh 6 materialov. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta lepenja pa naj naredi vsak sam doma – enačba (3). Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. dodajanje majhnih uteži, tik preden kvader zdrsne, itd. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo dvema kvadroma (istima kot pri poskusu 1).

POSKUS 4: Merjenje koeficientov lepenja na vodoravni podlagi

Razlaga A.4

POTREBŠČINE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les, aluminij, železo, baker, svinec), lesena deska, ravnilo, lahka vrvica (nit), škripec, komplet uteži, štoparica

POTEK: Kvader postavite na desko na delovni mizi. Na kaveljček privežite vrvico, jo napeljite čez škripec na robu podlage (poskrbite, da bo vrvica vodoravna), na njen prosti (viseči) konec pa obešajte vedno več uteži, dokler kvader ne zdrsne. Nato dodajte še kako utež. Zabeležite si maso vseh uteži. Vnaprej izberite in na deski označite primerno razdaljo, ki naj bi jo kvader pri drsenju prepotoval, nato pa izmerite še čas drsenja. Poskus naredite le za 3 materiale: plastiko, les in aluminij. V šoli si na delovni list zapišite le izmerjene vrednosti, račun koeficienta trenja pa naj naredi vsak sam doma – enačba (4). Skupina naj skuša poskus dodelati, da bodo meritve čim natančnejše, npr. z izbiro tolikšne skupne mase uteži, da se kvader ne bo premikal niti prepočasi niti prehitro in bo merjenje časa učinkovito in dovolj natančno. V primeru demonstracijskega poskusa naj učitelj in njegov pomočnik izvedeta poskus s samo enim kvadroma (istim kot pri poskusu 2).

Podatke in izračune ter odgovore na POSEBNE NALOGE lahko pišeš spodaj na ta list ali pa drugam. Označi poskus, ki ga je delala tvoja skupina, če je delo potekalo po skupinah. Napiši tudi sklepe oziroma skupne ugotovitve za serijo vseh 4 poskusov. Posebne naloge v zvezi z razlago in izpeljavo enačb, še najbolj pa prva, so kar zahtevne, a vseeno jih poskusi rešiti, kolikor se da.



Različni kvadri – vztrajnostni moment

Avtojr: Milan Ambrožič, Zlatko Bradač, Andrej Nemec

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Strategija (metoda): skupinski poskus, delovni listi.

Starostna skupina: 2. letnik SŠ (predvsem gimnazijski nivo).

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo): Predvsem naslednje generične kompetence: sposobnost interpretacije in sinteze zaključkov, sposobnost skupinskega dela, sposobnost učenja in reševanja problemov.

Umestitev v učni načrt: Navor in vztrajnostni moment.

Način evalvacije: pregled delovnih listov.

A) Teoretični del

Pri teh poskusih se dijaki soočijo z vrtenjem kvadrov ter merjenja in preračunov vztrajnostnega momenta. Med drugim se tako krepi generična kompetenca sposobnost učenja in reševanja problemov.

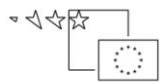
Uporabi se komplet kvadrov iz različnih snovi, to je novo zasnovano učilo podjetja NT BROG (slika 8).



Slika 8: Učilo s kompletom kvadrov (učilo ima še nekaj elementov, ki za to gradivo niso pomembni)

A.1 Merjenje vztrajnostnega momenta

Telo, ki mu želimo izmeriti vztrajnostni moment J pri vrtenju okrog njegove določene osi, postavimo na okroglo nosilno ploščo, vrtljivo okrog svoje geometrijske osi. Na vreteno plošče navijemo vrstico, jo speljemo prek pritrjenega škipca na robu mize in na prosti konec obesimo majhno utež. Utež se spušča enakomerno pospešeno, tako se vrti tudi plošča s telesom, iz enačb za enakomerno pospešeno vrtenje pa lahko izračunamo vztrajnostni moment sestava na naslednji način (slika 1). Ker je masa uteži m_u majhna, je sila vrvice F_v približno enaka teži uteži: $F_v = m_u g$. Ta sila daje navor pri vrtenju: $M = F_v r$, če je r radij osi, na katero je navita vrstica. Navor M in kotni pospešek α sestava plošča + telo sta povezana z enačbo: $M = (J + J_p) \alpha$. Pri



tem je J_p vztrajnostni moment plošče, ki ga navadno ne smemo zanemariti. Ker velja pri enakomerno pospešenem vrtenju z začetno kotno hitrostjo nič naslednja enačba za časovno odvisnost kota zasuka φ (v radianih): $\varphi = \alpha t^2/2$, lahko iz izmerjenega kota in časa izračunamo kotni pospešek, nazadnje pa še vztrajnostni moment. Kot zasuka najlažje izmerimo posredno, z merjenjem poti s_u , ki jo je naredila spuščajoča se utež (za kolikor se namreč utež spusti, za toliko se odvijte vrvica na vretenu): $s_u = r \varphi$. Ker vztrajnostnega momenta plošče ne poznamo vnaprej, moramo narediti dve meritvi, prvič samo z vrtenjem plošče, drugič pa s telesom na njej, da lahko izračunamo obe neznanki, J_p in J . Najbolj preprosto je, če vnaprej določimo (in označimo z navpičnim merilom) pot s_u , ki naj jo naredi utež pri spuščanju v obeh primerih, s štoparico pa izmerimo oba časa spuščanja, t_1 in t_2 . Sledi jedrnata izpeljava:

SAMO PLOŠČA, BREZ TELESA:

$$M = J_p \alpha_1$$

$$m_u g r = 2 J_p \varphi / t_1^2$$

$$m_u g r = 2 J_p (s_u/r) / t_1^2$$

$$J_p = m_u g r^2 t_1^2 / (2 s_u) \quad (*)$$

PLOŠČA S TELESOM:

Enaka izpeljava, samo z obema vztrajnostnima momentoma skupaj, da izraz:

$$J_p + J = m_u g r^2 t_2^2 / (2 s_u) \quad (**)$$

Od enačbe (**) odštejemo enačbo (*), da dobimo končni izid:

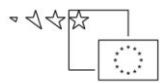
$$J = \frac{m_u g r^2 (t_2^2 - t_1^2)}{2 s_u} \quad (1)$$

Oznake v enačbi (1):

m_u = masa spuščajoče se uteži (naj bo veliko manjša od mase plošče in telesa na njej)

g = težni pospešek

r = radij osi, na katero je navita vrvica



t_1 = čas spusta uteži, ko se vrtil samo ploščica
 t_2 = čas spusta uteži ($t_2 > t_1$), ko se vrtil ploščica s telesom na njej
 s_u = vnaprej določena pot uteži
 J = izračunani vztrajnostni moment telesa

Opomba: meritev ni posebno natančna, saj je pričakovati bistveno relativno napako predvsem pri merjenju radija osi r (če je ta majhen). Paziti je treba, da navitje vrvice ni »predebelo«, ker je tedaj efektivni radij navitja večji od r . Pojavi se tudi večje ali manjše trenje v osi (ležaju) ploščice, ki nekoliko moti meritev.

Zavedati se moramo še nečesa (glejte Steinerjev izrek spodaj): ni vseeno, kam na ploščo postavimo telo, saj je vztrajnostni moment odvisen ne le od oblike telesa, temveč tudi od orientacije in položaja telesa glede na os. Če nas zanima npr. vztrajnostni moment valja pri vrtenju okrog njegove geometrijske osi, moramo seveda postaviti valj v središče ploščice.

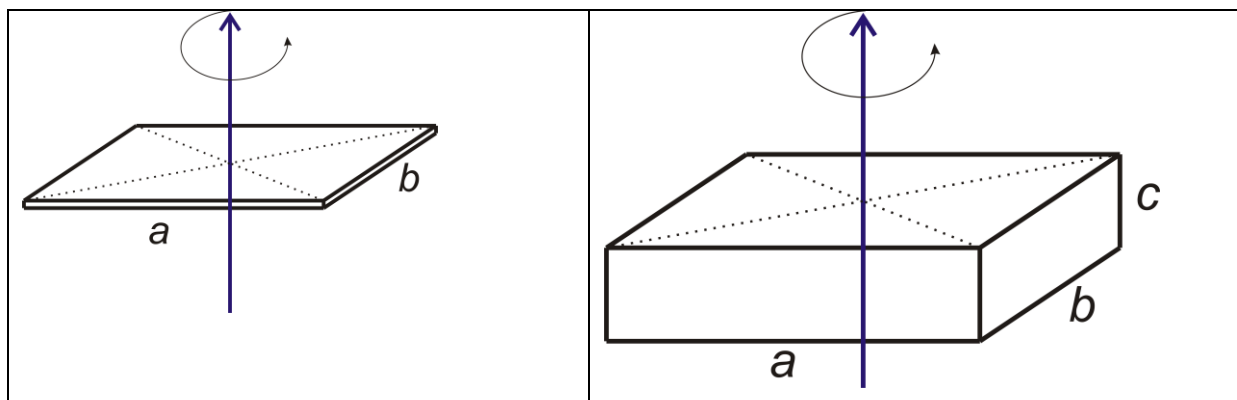
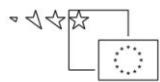
A.2 Vztrajnostni moment tanke palice, pravokotne ploščice, kvadra in kocke

Le za točkasto telo z maso m , ki je oddaljeno od osi vrtenja za razdaljo r , dobimo vztrajnostni moment brez zahtevnejših matematičnih operacij: $J = m r^2$. Izjema je tudi zelo tanek obroč, pri katerem je vsa masa koncentrirana pri razdalji r od osi vrtenja, pravokotne na obroč, velja pa ista enačba za J kot pri točkastem telesu. Pri vseh drugih telesih moramo izračunati vztrajnostni moment z integracijo po njihovi prostornini. Zato se za srednješolski nivo samo navede vztrajnostni moment za nekaj simetričnih teles preprostih geometrijskih oblik. Na primer, za zelo tanko palico mase m in dolžine L , če je os vrtenja pravokotna nanjo in gre skozi njeno razpolovišče (masno središče), velja: $J = m L^2/12$. Če namesto tanke palice vzamemo zelo tanko pravokotno ploščo z maso m in s stranicama a in b , je posplošitev intuitivna in se zdi logična:

$$J = m (a^2 + b^2)/12 \quad (2)$$

Gre spet za os skozi masno središče ploščice, tako da je pravokotna nanjo (slika a). Namesto ene same razsežnosti (L pri palici) moramo namreč sedaj upoštevati dve. Enačbo (2) se da z lahkoto izpeljati na fakultetnem nivoju z uporabo Steinerjevega izreka. Če pa namesto tanke pravokotne ploščice vzamemo kvader s tretjim robom c (ti štirje robovi so vzporedni z osjo, slika b), se vztrajnostni moment nič ne spremeni, saj razsežnost telesa vzdolž vrtilne osi ne vpliva na vztrajnostni moment. Pri kocki z robom a (kocka je seveda poseben primer kvadra) vstavimo $b = a$ v enačbo (2) in dobimo:

$$J = m a^2/6 \quad (3)$$



(a)

(b)

Slika: Vztrajnostni moment pravokotnika (a) in kvadra (b)

Vztrajnostni moment je odvisen tudi od relativne lege in orientacije osi vrtenja in telesa. Navadno navajamo vztrajnostne momente preprostih teles glede na težiščno os, torej os, ki gre skozi masno središče telesa. To včasih poudarimo z oznako J^* za ustrezni vztrajnostni moment. Če os vrtenja vzporedno samo s seboj premaknemo za razdaljo D iz težiščne lege (tako da ostane njena orientacija nespremenjena), se vztrajnostni moment vedno poveča. Velja enačba (Steinerjev izrek):

$$J = J^* + m D^2 \quad (4)$$

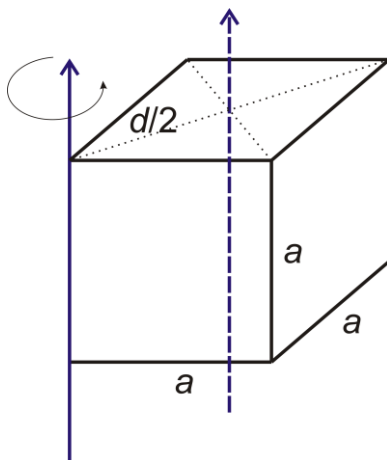
Zgled: če os vrtenja pri kocki premaknemo iz njenega središča do enega njenih robov, kar ustreza premiku za pol diagonale kvadrata (slika 9), dobimo:

$$J = J^* + m D^2$$

$$J = m a^2/6 + m (d/2)^2$$

$$J = m \left(\frac{a^2}{6} + \left(\frac{a\sqrt{2}}{2} \right)^2 \right)$$

$$J = 2 m a^2/3$$



Slika 9: Vztrajnostni moment kocke za os skozi njen rob

Omenimo še odvisnost vztrajnostnega momenta od orientacije osi, tako da gre v vsakem primeru os skozi masno središče telesa. Že pri enačbi (2) za kvader vidimo, da dobimo v splošnem (če so vsi trije robovi a , b in c različni) tri različne vrednosti J za vrtenje okrog treh pravokotnih osi, vzporednih za ustreznimi četvericami enakih robov (indeksi pri J kažejo na smer osi vrtenja):

$$J_c = m(a^2 + b^2)/12$$

$$J_b = m(a^2 + c^2)/12$$

$$J_a = m(b^2 + c^2)/12$$

Na primer, oznaka J_c pomeni, da je os vrtenja vzporedna z robom velikosti c .

V splošnem pa velja naslednje. Za vsako telo, pa naj bo še tako nesimetrično, najdemo tri med seboj pravokotne posebne osi, imenovane lastne osi, z danimi vrednostmi vztrajnostnega momenta: $J_1 \leq J_2 \leq J_3$. Te tri vrednosti imenujemo lastne vrednosti vztrajnostnega momenta. Pri tem je J_1 najmanjši možni vztrajnostni moment telesa, J_3 pa največji. Za poljubno os vrtenja, ki se ne ujema z danimi tremi smermi, dobimo J z nekakšnim povprečjem vseh treh vrednosti, J_1 do J_3 , odvisno od orientacije osi. Zato velja: $J_1 \leq J \leq J_3$. Za telesa z določeno simetrijo, kot je kvader, se lastne osi ujemajo s simetrijskimi osmi. Če ima torej kvader tri različne robove: $a < b < c$, velja $J_c < J_b < J_a$. Tako vemo, da če vrtimo kvader okrog poljubne osi, npr. okrog njegove telesne diagonale, leži vrednost ustreznega vztrajnostnega momenta med J_c in J_a .

Zanimiv, a morda presenetljiv rezultat dobimo za kocko, kjer so zaradi simetrije vse tri lastne vrednosti vztrajnostnega momenta med seboj enake, in sicer imajo

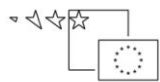


vrednost dano z enačbo (3). To pa pomeni, da dobimo vrednost (3), tudi če vrtimo kocko okrog drugače usmerjenih osi, npr. okrog telesne diagonale ali okrog osi, vzporedne s katero od diagonal ploskev ali celo okrog kake »manj simetrične« osi. To rahlo preseneča: čeprav kocka nima popolne krogelne simetrije tako kot krogla, je J vseeno v vseh smereh enak.

B) Praktični del

SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

Primerja se niz frontalnih poskusov s skupinskimi. Dovolj je en komplet kvadrov za cel razred tudi v primeru skupinskega dela – vsaka skupina dela le z enim kvadrom naenkrat, skupine pa si kvadre izmenjujejo. Za izvedbo gradiva je dovolj ena šolska ura fizike, dijaki pa doma dopolnijo delovne liste, ki so hkrati učni listi in navodila za poskuse.



PODROBNEJŠA NAVODILA+časovni potek

OPISI POSKUSOV (v delovnem listu za dijake)

Opomba glede delovnih listov: Delovni listi so enaki, ne glede na to, ali gre za frontalno ali skupinsko delo.

POTREBŠČINE ZA VSE POSKUSE: komplet kvadrov iz 6 različnih snovi (plastika, les, aluminij, železo, baker svinec), vrtljiva plošča na stojalu, utež, vrvica, ravnilo, štoparica, tehlnica

POSKUS 1: Merjenje vztrajnostnega momenta plošče

POTEK: Prvi poskus naredite brez kvadra. Na vreteno plošče navijte vrvico, jo speljete prek pritrjenega škripca na robu mize in na prosti konec obesimo majhno utež (razlaga A.1). Ravnilo pritrdite navpično ob vrvici z utežjo. Izmerite čas spuščanja uteži za določeno pot ob ravnilu.

POSKUS 2: Merjenje vztrajnostnega momenta treh kvadrov

POTEK: Na ploščo postavite kvader, tako da je pokončen in točno na sredi plošče. Izmerite čas spuščanja uteži za določeno pot ob ravnilu. To naredite za tri različne kvadre, ki si ju sami izberite. Kvadre tudi stehtajte in jim izmerite robove. Skupine naj si izmenjujejo kvadre.

POSKUS 3: Preverjanje Steinerjevega izreka

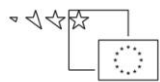
POTEK: Za ta poskus si izberite le en kvader (enega od treh iz prejšnjega poskusa). Spet naj bo na plošči pokončen, vendar pa ga sedaj premaknite iz središča plošče za dve različni razdalji. Izmerite obakrat čas spuščanja uteži za določeno pot ob ravnilu.

POSKUS 4: Preverjanje odvisnosti vztrajnostnega momenta od orientacije osi

POTEK: Isti kvader kot v prejšnjem poskusu postavite spet na sredo plošče. Tokrat ga položite tako, da bosta na plošči ena krajši in en daljši rob. Izmerite čas spuščanja uteži za določeno pot ob ravnilu.

Doma naj vsak dijak izračuna vztrajnostne momente kvadrov v vseh primerih in preveri enačbe (2), (3) in (4).

POMEMBNO: Opozorite dijake, naj bodo čim natančnejši pri postavitvi kvadrov na ploščo, tako da bo njihovo masno središče res točno v osi vrtenja. Znajdejo se



lahko tako, da na ploščo narišejo kvadrat (oz. pravokotnik v 4. poskusu), kateremu naj se pri postavitvi prilaga spodnja ploskev kvadra.

DIDAKTIČNO PRIPOROČILO: Iz tega dokumenta se lahko naredijo še delovni listi, ki se pri izvedbi gradiva razdelijo vsem dijakom. Prekopira se lahko cel dokument razen prve strani, torej teoretični del A in praktični del B. To nalogo lahko daste enemu od dijakov, pri tem pa naj dokument še polepša, npr. vse enačbe zapiše v okolju Microsoft Equation 3.0, kjer se da ulomke pisati bolj čitljivo (kot pravi ulomek in ne z nagnjeno ulomkovo črto) in podobno. Ker pri tem nastane možnost napak, morate dijakovo delo dobro preveriti.

Oko

Avtor: Matej Cvetko

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Strategija (metoda): predvajanje filma kot demonstracijski, demonstracijski poskus, skupinsko delo

Starostne skupine: 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: Optika

Način evalvacije: pred-test, po-test

A) Teoretični del

Omenjeni poskus spada v poglavje Optika in se lahko izvede na različnih stopnjah gimnazij in drugih srednjih šol. Poskus je vezan na novo učilo »Model očesa« podjetja nTBrog, katerega izdelava je bila naročena v okviru projekta RNK, in sicer po zamisli biologov. Razen tega učnega pripomočka ne potrebujemo kakšne posebne eksperimentalne opreme, razen merilnega traku ter morda nekaj markerjev za lažje odčitavanje iz merilnega traku.

To gradivo je namenjeno simuliranju delovanja človeškega oz. drugega podobnega očesa. Njegov namen je, da med drugim preverjanje, kaj je v primeru »raziskovanja očesa« oz. optike boljše za razvijanje naravoslovnih kompetenc: frontalni oziroma demonstracijski poskus, ki je predvajan s pomočjo filma, frontalni oziroma demonstracijski poskus, ki ga v razredu izvaja učitelj in pa dejanski poskus učencev samih. Pri tem slednjem je potrebno poudariti, da je potrebno izbrati



nekoliko manj številčni razred, saj to gradivo mišljeno kot gradivo, ki bi bilo na posamezni šoli zastopano v večjem številu.

B) Praktični del

Oko

Tako model očesa kot tudi »nesimetrični predmet« (skupina LED diod, ki oriše enico) sta na podstavkih, ki ju lahko poljubno pomikamo po podlagi, na katero sta postavljena. Poudarimo, da je za izvedbo poskusa potreben še merilni trak, ki v zbirki ni vključen (osnovne enote, slika spodaj).

V zbirki so naslednji elementi:

- oko
- nesimetrično svetilo
- zaslonka



Slika: Elementi zbirke Oko

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

Časovni potek izvajanja in testiranja gradiva (za srednjo šolo)

- Izpolnjevanje pred-testa: 8 minut
- Izvedba poskusa: 20 minut
- Razprava o izidih poskusa: 10 minut
- Izpolnjevanje po-testa: 7 minut

Komentar: Glede na predviden časovni potek je preverjanje gradiv izvedljivo v eni šolski uri.

Podrobnejša navodila za učitelja



Učitelj naj učencem najprej na kratko ponovi goriščno razdaljo oz. kar so spoznali pred to uro o svetlobi, lečah in podobno. Nato jim naj razdeli pred-teste, ki jih naj učenci izpolnijo. Po tem jim naj učitelj razdeli delovne liste in jih opozori, da jih bo potrebno izpolnjevati sproti ter da ga naj učenci, če bodo v katerem primeru (predstavitve filma, frontalni demonstracijski poskus) potrebovali nekoliko več časa, na to opozorijo. Prav tako jim naj pove, da bodo na koncu imeli približno 10 minut namenjenih diskusiji.

Nato se naj izvede poskus z »očesom«:

a) Film kot demonstracijski poskus

Tukaj naj učitelj namesto frontalnega demonstracijskega poskusa predvaja priložen film, ki v bistvu predstavlja demonstracijski poskus.

a1) V filmu so najprej predstavljeni posamezni elementi omenjenega gradiva. Na samem očesu sta predstavljena tudi rumena in slepa pega. Učitelj sam naj pojasni značilnosti obeh peg. Seveda ima učitelj pravico film med predvajanjem tudi ustaviti in po potrebi izpostaviti posamezne detajle oziroma na njih opozoriti učence. Pomembno je, da učitelj opozori, da lahko imamo več slepih peg oziroma, da si jih lahko sami »ustvarimo«, kar seveda ni dobro. Tukaj imamo v mislih predvsem usmerjanje laserskega žarka v oči. Opozorilo za učence, da je slika v očesu vedno pomanjšana, obrnjena na glavo in zrcalna. Film je posnet tako, da so v njem poudarjeni/predstavljeni posamezni detajli oziroma vsi podatki, ki so potrebni za izpolnjevanje delovnega lista.

a2) Ti podatki so razdalja od leče »zaslona« v očesu je to mrežnica b , razdalja od »predmeta« do leče očesa a , iz obeh podatkov naj učenci izračunajo goriščno razdaljo leče očesa $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$.

a3) Opazovanje nastanka slike na mrežnici, če premikamo »predmet« v levo oziroma desno. Iz teh ugotovitev naj učenci sami sklepajo kam se pomakne slika na mrežnici, če predmet dvignemo od površine na kateri je postavljeno »oko« in pred tem tudi sam »predmet«.

a4) Na koncu še je predstavljeno delo z zaslonkami. V tem primeru je »predmet« postavljen na takšno razdaljo, da slika na mrežnici ni ostra. S postavitvijo zaslonke pred lečo »očesa« se slika na mrežnici izostri posledično pa je nekoliko temnejša, na kar naj učence opozori tudi učitelj oziroma naj jih na to opozori že pred samo postavitvijo zaslonke pred lečo.

Med samo postavitvijo filma naj učenci sproti izpolnjujejo priloženi delovni list. Po potrebi, če bodo učenci potrebovali nekoliko več časa oz. bodo spregledali kakšen podatek, ki bo predstavljen na demonstracijskem filmu, lahko učitelj film ustavi ali pa zavrti nekoliko sekund nazaj.



- Frontalni demonstracijski poskus

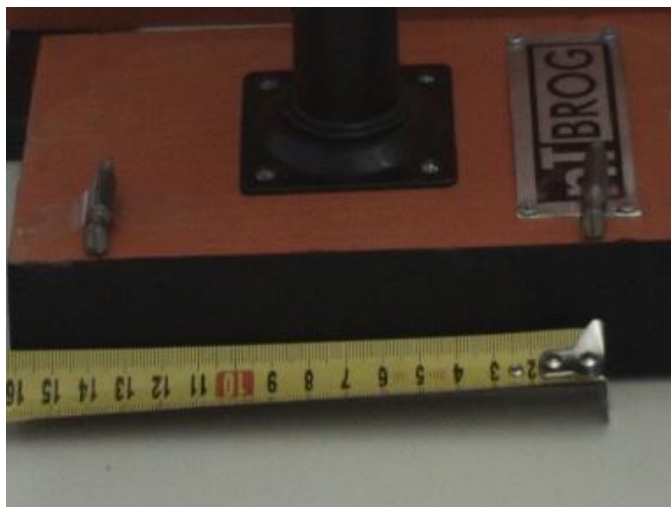
b1) Učitelj naj najprej predstavi posamezne elemente poskusa (oko, nesimetrično svetilo in zaslonko). Potem naj predstavi in pojasni obe pegi (rumena in slepa pega). Zelo pomembno je, da se učencem predstavi nevarnost »ustvarjanja« novi slepih peg, v mislih imamo predvsem usmerjanje zelo koncentrirane svetlobe v same oči (laserski žarki).

b2) Sledi postavitve poskusa. Učitelj naj postavi oko ter predmet vzdolž premice, tako da nastane slika na ozadju očesa. Na mrežnici očesa je vidna pomanjšana, obrnjena in zrcalna slika pomembno je, da učitelj opozori na vse te lastnosti. Za računanje goriščne razdalje leče sta pomembna predvsem dva podatka razdalja med predmetom in lečo a ter razdalja med lečo in zaslonom b , ki je v tem primeru mrežnica očesa. V ta namen naj učitelj na podlago na katerem bo izvajal demonstracijski poskus pritrdi merilni trak. Na začetek merilnega traku naj postavi »predmet«. Tukaj bi opozoril na to, da je razdalja a potrebno meriti ne od začetka postavka na katerega je pritrjen »predmet«, ampak od samih led diod v predmetu do vgrajene leče v očesu. V ta namen si lahko na podstavkih očesa in »predmeta« postavimo markerje, ki predstavljajo natančno lego led diode v predmetu in leče v očesu (slika 10).



Slika 10: Marker, ki je pritrjen na podstavek »predmeta« in predstavlja lego led diod.

Naslednji korak je izostritev slike. To naredimo tako, da spreminjamo razdaljo med nesimetričnim »predmetom« lečo očesa a . Razdalja pri kateri se pojavi ostra slika na mrežnici simulacijskega očesa je $a = 42$ cm. Za uspešen izračun goriščne razdalje je potrebno odčitati še razdaljo med lečo in mrežnico očesa $b = 14$ cm, tudi tukaj si lahko pomagamo z markerji (slika 11).



Slika 11: Markerja, ki sta pritrjena na podstavek »očesa« in predstavlja lego leče in mrežnice.

b3) Sledi izračun goriščne razdalje vgrajene leče $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$.

b4) Opazovanje nastanka slike na mrežnici, če pomikamo »predmet« pravokotno na lego leče:

- če pomaknemo predmet v levo, se nam slika na mrežnici pomakne v desno
- če predmet pomaknemo v desno, se nam slika na mrežnici pomakne v levo

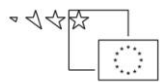
Z razmislekom učenci ugotovijo:

- če predmet pomaknemo navzgor, se nam slika na mrežnici pomakne navzdol
- če predmet pomaknemo navzdol, se nam slika na mrežnici pomakne navzgor

b5) Uporaba zaslonk. V tem primeru se naj »predmet« postavi na takšno razdaljo, da slika na mrežnici ni več ostra. S postavitvijo zaslonke pred lečo »očesa« se slika na mrežnici izostri posledično pa je nekoliko temnejša, na kar se naj opozori tudi učence.

Predlog: Ta poskus lahko učitelj po želji izvede tudi v obratnem vrstnem redu. Najprej vstavi zaslonko pred lečo očesa ter nato spreminja razdaljo a tako dolgo, da se na mrežnici pojavi ostra slika. Učenci si naj sliko dobro ogledajo (njeno ostrino in pa svetlost). Zaslonka se nato odmakne izpred leče očesa, ne da bi se spreminjala razdalja a in slika na mrežnici bi sedaj morala biti nekoliko svetlejša in pa neostra.

- Skupinski demonstracijski poskus (poskus primeren za malo številčni razred)



c1) Učenci si najprej dobro ogledajo posamezne elemente poskusa (oko, svetilo – predmet in zaslonko). Potem si naj ogledajo obe pegi (rumena in slepa pega), razlage zanju naj poda učitelj. Zelo pomembno je, da se učencem predstavi nevarnost »ustvarjanja« novi slepih peg, v mislih imamo predvsem usmerjanje zelo koncentrirane svetlobe v same oči (laserski žarki).

c2) Sledi postavitvev poskusa. Učenci bodo v ta namen dobili nekoliko drugačen delovni list z podrobnejšimi navodili izvedbe poskusa, ostalo je vse enako. Učenci naj postavijo oko ter predmet vzdolž premice, tako da nastane slika na ozadju očesa. Na mrežnici očesa je vidna pomanjšana, obrnjena in zrcalna slika. Za računanje goriščne razdalje leče sta pomembna predvsem dva podatka razdalja med predmetom in lečo a ter razdalja med lečo in zaslonom b , ki je v tem primeru mrežnica očesa. V ta namen se naj na podlago na katerem se bo izvajal demonstracijski poskus, pritrdi merilni trak. Na začetek merilnega traku se naj postavi »predmet«. Tukaj bi opozoril na to, da je razdalja a potrebno meriti ne od začetka postavka na katerega je pritrdjen »predmet«, ampak od samih led diod v predmetu do vgrajene leče v očesu. V ta namen si lahko učenci na podstavkih očesa in »predmeta« postavijo markerje, ki predstavljajo natančno lego led diod v predmetu in leče v očesu (glej sliko 2 zgoraj).

Nato sledi izostritev slike, zakar učenci spreminjajo razdaljo med »predmetom« lečo očesa a . Razdalja pri kateri se pojavi ostra slika na mrežnici simulacijskega očesa je $a = 42$ cm. Za uspešen izračun goriščne razdalje je potrebno odčitati še razdaljo med lečo in mrežnico očesa $b = 14$ cm, tudi tukaj si lahko učenci pomagajo s postavitvijo markerjev (glej sliko 3 zgoraj).

c3) Sledi izračun goriščne razdalje vgrajene leče $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$.

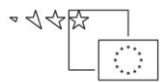
c4) Opazovanje nastanka slike na mrežnici, ko učenci pomikajo »predmet« pravokotno na lego leče:

- če učenci pomaknejo predmet v levo, se slika na mrežnici pomakne v desno
- če učenci pomaknejo predmet v desno, se slika na mrežnici pomakne v levo

Z razmislekom učenci ugotovijo:

- če predmet pomaknejo navzgor, se slika na mrežnici pomakne navzdol
- če predmet pomaknejo navzdol, se slika na mrežnici pomakne navzgor

c5) Uporaba zaslonk. V tem primeru se naj »predmet« postavi na takšno razdaljo, da slika na mrežnici ni več ostra. S postavitvijo zaslonke pred lečo »očesa« se slika na mrežnici izostri posledično pa je nekoliko temnejša, na kar se naj opozori tudi učence.



Predlog: Omenjeni poskus se lahko izvede tudi v obratnem vrstnem redu. Najprej učenci vstavijo zaslonko pred lečo očesa ter nato spreminjajo razdaljo a tako dolgo, da se na mrežnici pojavi ostra slika. Učenci si naj sliko dobro ogledajo (njeno ostrino in pa svetlost). Nato naj učenci zaslonko odmaknejo izpred leče očesa, ne da bi spremenili razdaljo a in slika na mrežnici bi sedaj morala biti nekoliko svetlejša in pa neostra.

Po končanem filmu, demonstracijskem oz. skupinskem poskusu naj steče približno 10 minutna razprava o rezultatih. Tukaj so predvsem dobrodošli komentarji in vprašanja učencev, na katera naj poskušajo odgovoriti oziroma priti do nekaterih ugotovitev kar sami, učitelj naj v tem primeru diskusijo samo usmerja. V primeru, da se diskusija nekako ne more razviti, jo naj prične učitelj z zastavljanjem ciljnih vprašanj kot npr. Zakaj premikamo glavo, ko ne vidimo povsem jasno? Odg. Hočemo, da slika nastane na rumeni pegi, saj tam vidimo najboljše, itd. Učenci si naj ugotovitve v diskusiji zapisujejo kar na delovne liste v ustrezen okvirček ugotovitve razprave.

Po končani razpravi naj učenci izpolnijo še po-test, saj sta pred- in po-test namenjena evalvaciji gradiva. Poleg tega si lahko učitelj pomaga tudi s kvalitativno oceno delovnih listov, ki mu jih naj učenci na koncu ure oddajo. Pravilni rezultati delovnih listov (v teh učiteljevih navodilih spodaj) so zapisani z rdečo barvo. Delovne liste nato učitelj naslednjo šolsko uro vrne dijakom.

Opis poskusov

Poskus za srednje šole

Potrebščine za izvedbo poskusa: Vse potrebščine iz gradiva Oko (oko, antisimetrični predmet, podstavek za zaslonko, zaslonka) ter merilni trak in po potrebi nekaj markerjev.

Predviden čas: 20 minut

Način dela: frontalni ali skupinski

Potek poskusa:

Potrebščine: Oko, nesimetrični »predmet« (svetilo), stojalo za zaslonko, zaslonka.

1. Zakaj se pri poskusu uporablja »predmet« kot je na primer 1, zakaj se ne na primer ne uporablja O, $\square$ ali X?

Ugotovitve:

Pri nesimetričnem »predmetu« se opazi, da je slika, ki nastane na mrežnici zrcalna in obrnjena, kar pri simetričnih »predmetih« to ne bi bilo opazno.



2. Značilnosti rumene pege

Ugotovitve:

V območju rumene pege je največja gostota paličic in čepkov tako, da tam nastane najostrejša slika.

3. Značilnosti slepe pege (zakaj imamo slepo pego, ali lahko imamo več slepih peg, zakaj)?

Ugotovitve:

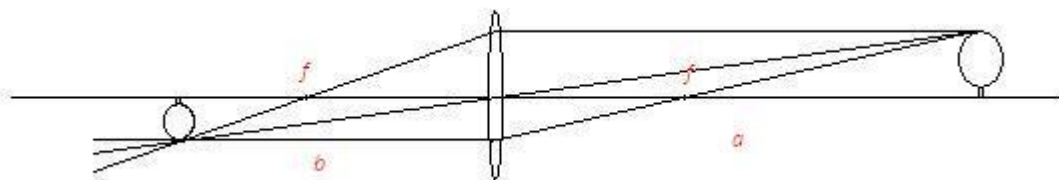
Slepa pega je v bistvu območje izhoda vidnega živca iz očesa do možganov, zato v tem predelu ni detektorjev barv in svetlobe. Na žalost si lahko sami ustvarimo slepe pege, če neposredno v oči posvetimo zelo intenzivno svetlobo npr. laserjem, saj s tem uničimo detektorje tako svetlobe kot barv.

4. Kakšna slika nastane na mrežnici očesa? Zakaj ne vidimo sveta obrnjenega na glavo?

Ugotovitve:

Na naši mrežnici nastane zrcalna, obrnjena in pomanjšana slika. Takšna slika potuje tudi po vidnem živcu do možganov, ki pa sliko obrnejo in povečajo, zato sveta ne vidimo obrnjenega na glavo.

5. Na sliki označi fizikalne količine



a = 42 cm , b = 14 cm



6. Izračun goriščne razdalje leče $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

Ugotovitve:

$$f = \frac{ab}{a+b} = \frac{42 \text{ cm} \cdot 14 \text{ cm}}{42 \text{ cm} + 14 \text{ cm}} = \frac{588 \text{ cm}}{56 \text{ cm}} = 10.5 \text{ cm}$$

7. Kaj se zgodi, če je na mrežnici očesa ostra slika in pričnemo spreminjati razdaljo a ?

Ugotovitve:

V primeru, da je na mrežnici že ostra slika in pričnemo spreminjati razdaljo a , bomo dobili neostro sliko.

8. Kam se pomika slika na mrežnici, če predmet pomikamo v levo, desno, gor, dol?

Premik predmeta	Premik slike
levo	desno
desno	levo
Z razmislekom	
gor	dol
dol	gor

9. Zakaj lahko s pomočjo zaslonke izostrimo sliko?

Ugotovitve:

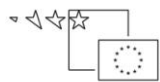
Z uporabo zaslonke »odrežemo« žarke, ki se na mrežnico ne preslikajo v ostre točke, to so običajno žarki na skrajnih legah »predmeta«, zaradi tega je slika nekoliko temnejša.

Rešeni pred-test

Obkroži črke pred pravilnimi odgovori!

Pri vsakem od vprašanj je lahko en pravilen odgovor, lahko pa tudi dva ali noben!

Previdno: vsak napačen obkrožen odgovor pomeni eno negativno točko, vsak pravilen pa eno pozitivno.



1) Kaj pomeni to, da zbiralna leča naredi realno in obrnjeno sliko predmeta?

Na zaslonu se pojavi slika, kjer...

- a) sta spodnji in zgornji konec obrnjena, leva in desna stran pa se ohranita.
- ☒ b) sta spodnji in zgornji konec obrnjena in prav tako leva in desna stran.
- c) sta leva in desna stran obrnjeni, spodnji in zgornji konec pa se ohranita.
- ☒ č) kjer se levi spodnji konec predmeta preslika v desnega zgornjega.

POZOR, POZOR: Leva in desna stran je mišljena z našega stališča, ko gledamo vse troje – predmet, lečo in sliko na zaslonu od zgoraj. Obrat leve in desne strani pomeni na primer, da se levi del predmeta preslika na desno stran zaslona in obratno. To ni isto, ko če se gledamo v ravnem ogledalu in se nam zdita naša leva in desna stran zamenjani!

2) Zakaj je realna slika predmeta z zbiralno lečo na zaslonu obrnjena?

- a) Ker je eno od gorišč leče med predmetom in lečo.
- b) Ker sta obe gorišči leče med predmetom in lečo.
- ☒ c) Ker je eno od gorišč leče med lečo in zaslonom.
- č) Ker sta obe gorišči leče med lečo in zaslonom.
- d) Ker je eno od gorišč leče za zaslonom.

3) Slika zbiralne leče naj bo realna (kar pomeni, da je predmet od leče dlje kot njeno gorišče). Kaj se zgodi z oddaljenostjo slike od leče (ki jo lovimo z zaslonom, tako da bi bila vedno ostra), če predmet počasi oddaljujemo od leče?

- a) Se tudi povečuje. Zato moramo odmikati od leče tudi zaslon.
- b) Se tudi povečuje. Vendar pa je v redu, če zaslon pustimo, kjer je bil.
- ☒ c) Se zmanjšuje. Zato moramo primikati k leči tudi zaslon.
- č) Se zmanjšuje. Vendar pa je v redu, če zaslon pustimo, kjer je bil.
- d) Ostaja nespremenjena.
- ☒ e) Se zmanjšuje. Če ne premikamo tudi zaslona, je slika na njem razmazana.

4) Ko oko ostri sliko na mrežnici, kaj se od trojega najbolj spreminja?

- a) Razdalja med predmetom in lečo.
- b) Razdalja med sliko in lečo.
- ☒ c) Goriščna razdalja leče.

5) Ko ostrimo sliko pri fotoaparatu, katera od treh sprememb je najbolj bistvena?

- a) Razdalja med predmetom in lečo.
- ☒ b) Razdalja med sliko in lečo.
- c) Goriščna razdalja leče.

6) Kaj je podobnega ali pa različnega pri zenici in zaslonki fotoaparata?

- a) Obe vplivata na čas osvetlitve.



- b) Zaslonka fotoaparata vpliva na intenziteto vpadne svetlobe, zenica pa ne.
c) Zaslonka fotoaparata vpliva na energijski pretok vpadne svetlobe, zenica pa ne.
č) Nobena od njiju nima možnosti zvezne nastavitve premera odprtine.
- 7) Kakšno lečo ima oko?
☒ a) Bikonvexno (izbočeno na obeh straneh - navzven).
b) Bikonkavno (vbočeno na obeh straneh).
c) Plankonvexno (na eni strani ravno, na drugi izbočeno).
č) Konkavno-konvexno (na eni strani vbočeno, na drugi pa izbočeno)

Rešeni po-test

Obkroži črke pred pravilnimi odgovori!

Pri vsakem od vprašanj je lahko en pravilen odgovor, lahko pa tudi dva ali tri!

Previdno: vsak napačen obkrožen odgovor pomeni eno negativno točko, vsak pravilen pa eno pozitivno.

1) Zamisli si, da si obraz polepiš s svetlečimi diodami. Obraz (oziroma diode na njem) si preslikaš z dovolj veliko lečo na zaslon, kjer nastane ostra realna slika. Da lažje razlikuješ »levo in desno polovico obraza« na zaslonu, diode na levi polovici svetijo v drugačni barvi kot tiste na desni. S tvojega stališča (kot stališča preslikanega predmeta in ne zunanjega opazovalca), kaj se zgodi z levo in desno polovico obraza tvojega »obraza« na zaslonu. Ne pozabi, da se tvoj obraz na sliki obrne navzdol.

a) Leva in desna polovica se ohranita. Po tem se slika lažje razlikuje od navidezne slike, ko se gledamo v zrcalu.

b) Leva in desna polovica se ohranita. To je tako kot pri navidezni sliki, ko se gledamo v zrcalu.

c) Leva in desna polovica se obrneta. Po tem se slika lažje razlikuje od navidezne slike, ko se gledamo v zrcalu.

☒ č) Leva in desna polovica se obrneta. To je tako kot pri navidezni sliki, ko se gledamo v zrcalu. Vendar pa pri zrcalu ostane obraz pokončen.

2) Kdaj slika predmeta z zbiralno lečo ni obrnjena?

a) Ko je eno od gorišč leče med predmetom in lečo.

b) Ko sta obe gorišči leče med predmetom in lečo.

☒ c) Ko je slika večja od predmeta.

☒ č) Ko slike ne moremo ujeti na zaslon.

d) Ko je predmet med lečo in njenim goriščem.

3) To vprašanje ima spet nekoliko drugačen pomen kot vprašanje 1, tako pri pred-testu kot po-testu. Zato ga dobro premisli, pomagaj si tudi s kako skico. Pri poskusu



smo uporabili kot predmet »svetilko« z LED diodami, ki so oblikovale številko 1 (prva enica na sliki x). Ampak takšno prav obrnjeno jo vidimo, če gledamo proti svetilki, ne pa če bi se postavili za svetilko, ki bi bila prosojna tudi nazaj (v takšnem primeru bi namreč enico videli prezrcaljeno, to je srednjo enico na sliki x). Ko smo svetilko obrnili proti leči in sliko izostrili, smo na zaslonu videli tretjo enico na sliki x. Kaj pa, če namesto enke oblikujemo z diodami prvo trojko na sliki? Katero od štirih narisanih trojic vidimo tedaj na zaslonu? Obkroži pravo!

1 ↑ ↓

3 ε 3 ω

Slika x: Enice in trojice pri vprašanju 3

Pravilen odgovor je prva, prav obrnjena trojica, čeprav je to morda na prvi pogled presenetljivo in zahteva odgovor kar nekaj prostorske predstave.

4) Ko približujemo glavo računalniškemu ekranu, kaj se bistveno spreminja?

- ☒ a) Razdalja med predmetom in lečo.
- ☐ b) Razdalja med sliko in lečo.
- ☒ c) Goriščna razdalja leče.

5) Ali se vsaj malo spreminja razdalja med predmetom in lečo, ko ostrimo sliko pri fotoaparatu?

- ☒ a) Da.
- ☐ b) Ne.



PRILOGE:

- demonstracijski film: [Gradivo OKO.wmv](#)
- delovni listi za učence: [delovni_list_OKO.doc](#)
- delovni listi s podrobnejšimi navodili za skupinsko delo: [delovni_list_OKO_skupinskoDelo.doc](#)
- dokumentacija o učilu »Oko«: [dokumentacija.pdf](#)
- pred-test: [Pred-test_OKO.doc](#)
- po-test: [Po-test_OKO.doc](#)

DELOVNI LIST: Poskus »Oko«

Potrebščine: Oko, nesimetrični »predmet«, stojalo za zaslonko, zaslonka.

1. Zakaj se pri poskusu uporablja nesimetrični »predmet« kot je na primer 1, zakaj se ne na primer ne uporablja O, □ ali X?

Ugotovitve:

2. Značilnosti rumene pege

Ugotovitve:

3. Značilnosti slepe pege (zakaj imamo slepo pego, ali lahko imamo več slepih peg, zakaj)?

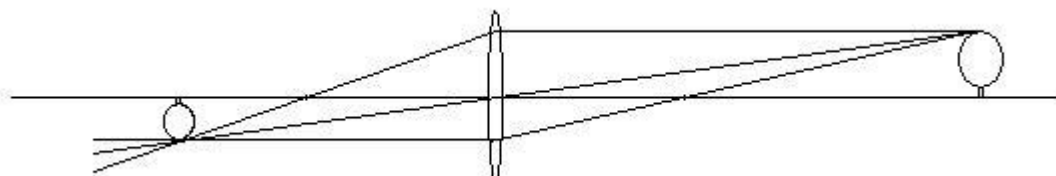
Ugotovitve:

4. Kakšna slika nastane na mrežnici očesa? Zakaj ne vidimo sveta obrnjenega na glavo?

Ugotovitve:



5. Na sliki označi fizikalne količine



$a =$ _____ cm , $b =$ _____ cm

6. Izračun goriščne razdalje leče $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

Ugotovitve:

7. Kaj se zgodi, če je na mrežnici očesa ostra slika in pričnemo spreminjati razdaljo a ?

Ugotovitve:

8. Kam se pomika slika na mrežnici, če predmet pomikamo v levo, desno, gor, dol?

Premik predmeta	Premik slike
levo	
desno	
gor	
dol	

9. Zakaj lahko s pomočjo zaslonke izostrimo sliko?

Ugotovitve:



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





DELOVNI LIST: Poskus »Oko«

Potrebščine: Oko, nesimetrični »predmet«, stojalo za zaslonko, zaslonka, merilni trak in morda tudi markerji za lažje odčitavanje iz merilnega traku.

Najprej si dobro oglejte posamezne dele poskusa, ter poskusite sproti odgovoriti na vprašanja na tem delovnem listu skozi izvedbo poskusov. V primeru, da ne veste odgovora na vprašanje ali določene ugotovitve lahko podate odgovor tudi kasneje.

1. Zakaj se pri poskusu uporablja nesimetrični »predmet« kot je na primer 1, zakaj se ne na primer ne uporablja O, □ ali X?

Ugotovitve:

2. Značilnosti rumene pege

Ugotovitve:

3. Značilnosti slepe pege (zakaj imamo slepo pego, ali lahko imamo več slepih peg, zakaj)?

Ugotovitve:

Postavite oko in nesimetrični »predmet« na podlago kjer boste izvajali poskus tako, da sta poravnana vzdolž (slika 1) premice ter da nastane slika na ozadju (mrežnici) očesa.



Slika 1: Postavitev očesa in »predmeta« vzdolž premice.

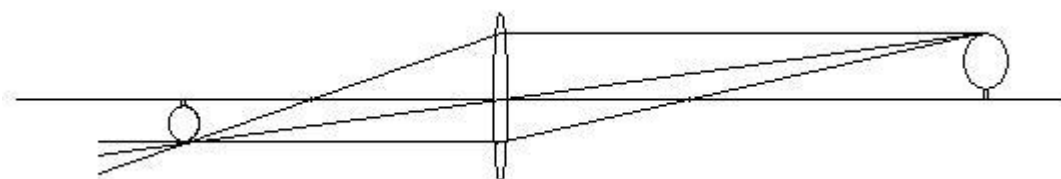


4. Kakšna slika nastane na mrežnici očesa? Zakaj ne vidimo sveta obrnjenega na glavo?

Ugotovitve:

Premikajte »predmet« vzdolž namišljene premice med očesom in predmetom tako, da na mrežnici nastane ostra slika (slika 1). Predmet pomikajte večkrat naprej in nazaj tako, da boste na koncu res lahko določili na kateri razdalji nastane ostra slika, ter z merilnim trakom izmerite razdaljo med lečo očesa in diodami »predmeta« a . Za lažje odčitavanje razdalje si po potrebi pomagajte z markerji. *Opozorilo:* Bodite pozorni na potek razdalje a , naj vas ne motijo podstavki na katere sta pritrjena oko in »predmet«. Izmeri razdaljo od leče očesa do mrežnice b , tudi tukaj si lahko pomagata z markerji za lažje odčitavanje.

5. Na spodnji sliki označi fizikalne količine

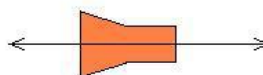


$a =$ _____ cm , $b =$ _____ cm

6. Izračun goriščne razdalje leče $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

Ugotovitve (izračun f):

Poiščite razdaljo na kateri se na mrežnici pojavi ostra slika in nato večajte oziroma manjšajte razdaljo a vzdolž namišljene premice (glej sliko 2).





Slika 2: Večanje in manjšanje razdalje a vzdolž namišljene premice.

7. Kaj se zgodi, če je na mrežnici očesa ostra slika in pričnemo spreminjati razdaljo a ?

Ugotovitve:

8. Kam se pomika slika na mrežnici, če predmet pomikamo v levo, desno, gor dol (slika 3)?

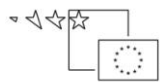


Slika 3: Premik »predmeta« levo in desno od namišljene premice

Premik predmeta	Premik slike
levo	
desno	
Z razmislekom	
gor	
dol	

9. Zakaj lahko s pomočjo zaslonke izostrimo sliko?

Ugotovitve:



Pred-test: Oko

Obkroži črke pred pravilnimi odgovori!

Pri vsakem od vprašanj je lahko en pravilen odgovor, lahko pa tudi dva ali nobeden!

Previdno: vsak napačen obkrožen odgovor pomeni eno negativno točko, vsak pravilen pa eno pozitivno.

1) Kaj pomeni to, da zbiralna leča naredi realno in obrnjeno sliko predmeta?
Na zaslonu se pojavi slika, kjer...

- a) sta spodnji in zgornji konec obrnjena, leva in desna stran pa se ohranita.
- b) sta spodnji in zgornji konec obrnjena in prav tako leva in desna stran.
- c) sta leva in desna stran obrnjeni, spodnji in zgornji konec pa se ohranita.
- č) kjer se levi spodnji konec predmeta preslika v desnega zgornjega.

POZOR, POZOR: Leva in desna stran je mišljena z našega stališča, ko gledamo vse troje – predmet, lečo in sliko na zaslonu od zgoraj. Obrat leve in desne strani pomeni na primer, da se levi del predmeta preslika na desno stran zaslona in obratno. To ni isto, ko če se gledamo v ravnem ogledalu in se nam zdita naša leva in desna stran zamenjani!

2) Zakaj je realna slika predmeta z zbiralno lečo na zaslonu obrnjena?

- a) Ker je eno od gorišč leče med predmetom in lečo.
- b) Ker sta obe gorišči leče med predmetom in lečo.
- c) Ker je eno od gorišč leče med lečo in zaslonom.
- č) Ker sta obe gorišči leče med lečo in zaslonom.
- d) Ker je eno od gorišč leče za zaslonom.

3) Slika zbiralne leče naj bo realna (kar pomeni, da je predmet od leče dlje kot njeno gorišče). Kaj se zgodi z oddaljenostjo slike od leče (ki jo lovimo z zaslonom, tako da bi bila vedno ostra), če predmet počasi oddaljujemo od leče?

- a) Se tudi povečuje. Zato moramo odmikati od leče tudi zaslon.
- b) Se tudi povečuje. Vendar pa je v redu, če zaslon pustimo, kjer je bil.
- c) Se zmanjšuje. Zato moramo primikati k leči tudi zaslon.
- č) Se zmanjšuje. Vendar pa je v redu, če zaslon pustimo, kjer je bil.
- d) Ostaja nespremenjena.
- e) Se zmanjšuje. Če ne premikamo tudi zaslona, je slika na njem razmazana.

4) Ko oko ostri sliko na mrežnici, kaj se od trojega najbolj spreminja?

- a) Razdalja med predmetom in lečo.
- b) Razdalja med sliko in lečo.
- c) Goriščna razdalja leče.



- 5) Ko ostrimo sliko pri fotoaparatu, katera od treh sprememb je najbolj bistvena?
- a) Razdalja med predmetom in lečo.
 - b) Razdalja med sliko in lečo.
 - c) Goriščna razdalja leče.
- 6) Kaj je podobnega ali pa različnega pri zenici in zaslonki fotoaparata?
- a) Obe vplivata na čas osvetlitve.
 - b) Zaslonka fotoaparata vpliva na intenziteto vpadne svetlobe, zenica pa ne.
 - c) Zaslonka fotoaparata vpliva na energijski pretok vpadne svetlobe, zenica pa ne.
 - č) Nobena od njiju nima možnosti zvezne nastavitve premera odprtine.
- 7) Kakšno lečo ima oko?
- a) Bikonveksno (izbočeno na obeh straneh - navzven).
 - b) Bikonkavno (vbočeno na obeh straneh).
 - c) Plankonveksno (na eni strani ravno, na drugi izbočeno).
 - č) Konkavno-konveksno (na eni strani vbočeno, na drugi pa izbočeno)



Po-test: Oko

Obkroži črke pred pravilnimi odgovori!

Pri vsakem od vprašanj je lahko en pravilen odgovor, lahko pa tudi dva ali nobeden!

Previdno: vsak napačen obkrožen odgovor pomeni eno negativno točko, vsak pravilen pa eno pozitivno.

1) Zamisli si, da si obraz polepiš s svetlečimi diodami. Obraz (oziroma diode na njem) si preslikaš z dovolj veliko lečo na zaslon, kjer nastane ostra realna slika. Da lažje razlikuješ »levo in desno polovico obraza« na zaslonu, diode na levi polovici svetijo v drugačni barvi kot tiste na desni. S tvojega stališča (kot stališča preslikanega predmeta in ne zunanjega opazovalca), kaj se zgodi z levo in desno polovico obraza tvojega »obraza« na zaslonu. Ne pozabi, da se tvoj obraz na sliki obrne navzdol.

a) Leva in desna polovica se ohranita. Po tem se slika leče razlikuje od navidezne slike, ko se gledamo v zrcalu.

b) Leva in desna polovica se ohranita. To je tako kot pri navidezni sliki, ko se gledamo v zrcalu.

c) Leva in desna polovica se obrneta. Po tem se slika leče razlikuje od navidezne slike, ko se gledamo v zrcalu.

č) Leva in desna polovica se obrneta. To je tako kot pri navidezni sliki, ko se gledamo v zrcalu. Vendar pa pri zrcalu ostane obraz pokončen.

2) Kdaj slika predmeta z zbiralno lečo ni obrnjena?

a) Ko je eno od gorišč leče med predmetom in lečo.

b) Ko sta obe gorišči leče med predmetom in lečo.

c) Ko je slika večja od predmeta.

č) Ko slike ne moremo ujeti na zaslon.

d) Ko je predmet med lečo in njenim goriščem.

3) To vprašanje ima spet nekoliko drugačen pomen kot vprašanje 1, tako pri pred-testu kot po-testu. Zato ga dobro premisli, pomagaj si tudi s kako skico. Pri poskusu smo uporabili kot predmet »svetilko« z LED diodami, ki so oblikovale številko 1 (prva enica na sliki x). Ampak takšno prav obrnjeno jo vidimo, če gledamo proti svetilki, ne pa če bi se postavili za svetilko, ki bi bila prosojna tudi nazaj (v takšnem primeru bi namreč enico videli prezrcaljeno, to je srednjo enico na sliki x). Ko smo svetilko obrnili proti leči in sliko izostrili, smo na zaslonu videli tretjo enico na sliki x. Kaj pa, če namesto enke oblikujemo z diodami prvo trojko na sliki? Katero od štirih narisanih trojic vidimo tedaj na zaslonu? Obkroži pravo!



1 1 1

3 ε ς ω

Slika x: Enice in trojice pri vprašanju 3



4) Ko približujemo glavo računalniškemu ekranu, kaj se bistveno spreminja?

- a) Razdalja med predmetom in lečo.
- b) Razdalja med sliko in lečo.
- c) Goriščna razdalja leče.

5) Ali se vsaj malo spreminja razdalja med predmetom in lečo, ko ostrimo sliko pri fotoaparatu?

- a) Da.
- b) Ne.



Optični pojavi v atmosferi

Avtorja: Marko Gosak¹ in Jerneja Pavlin²

Institucija:

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

²Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Strategija (metoda): delo z računalnikom (uporaba PowerPointa za izdelavo predstavitev, uporaba spletnih iskalnikov za iskanje dodatnih informacij), delo po skupinah, delo s tekstom.

Starostna skupina: 3. letnik gimnazije ali tehniške srednje šole

Kompetence, ki se razvijajo:

- sposobnost učenja
- sposobnost dela v skupini
- organiziranje dela
- verbalna in pisna komunikacija
- uporaba IKT za iskanje, zbiranje in predstavljanje informacij
- medsebojna interakcija
- sposobnost organizacije informacij

Umestitev v učni načrt:

PREDMET: fizika

RAZRED: 3. letnik

TEMA: svetloba

UMESTITEV V UČNI NAČRT: optika; dodatna vsebina, namenjena poglobljanju znanja.

UČNI CILJI:

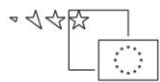
- dijaki poznajo definicijo za lomni količnik, zapišejo lomni zakon in ga znajo uporabiti
- dijaki pojasnijo popolni odboj in navedejo primer
- dijaki poznajo optične pojave v ozračju in jih znajo tudi pojasniti

Način evalvacije:

pred-vprašalnik, učiteljeva opažanja učencev med predstavitvijo poskusov s PowerPointom, vprašalnik

Uvod

Pri pouku fizike se dijaki seznanjajo z glavnimi fizikalnimi pojmi in teorijami, ki se nanašajo na pojave iz vsakdanjega življenja in povzemajo naše vedenje o naravi. Poudarek pri fiziki je tudi na razvoju kompetence digitalne pismenosti, pri čemer dijaki usvojijo znanje in veščine z uporabo računalnika kot tudi merilnih naprav.



Znanje, ki ga pridobijo pri pouku fizike, je neposredno prenosljivo na uporabo sodobnih tehnoloških pripomočkov in merilnih naprav, katerih delovanje je povezano z digitalno tehnologijo oziroma računalnikom. Zatorej je pouk fizike čedalje bolj prepleten z uporabo sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije, ki pa je danes del vsakdana učencev. Tehnologija je množično prodrila v naše življenje, pri čemer je nujno, da dijake ustrezno izobrazimo, kako postopati z njo in jo izkoristiti. Seveda obstaja več vidikov in s tem kriterijev za uporabo računalnika oz. sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije v vzgoji in izobraževanju, in sicer: tehnični, ekonomski, organizacijski, sociološki, pedagoško - psihološki, didaktični oz. specialno didaktični itd. (Bazley *et al.*, 2002; Beslagić, 2010; Gerlič, 2000; McFarlane *et al.*, 2002; ZRSŠ, 2008).

Namen in raziskovalna vprašanja

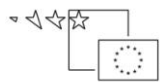
Namen gradiva je vpeljati računalnik v pouk fizike. Konkretno bodo dijaki pri pouku fizike izdelali PowerPoint predstavitev izbranih optičnih pojavov v atmosferi. Gradivo je namenjeno seznanitvi in poglobljanju znanj o procesih ter pojavih v ozračju, pri čemer je poudarek na razvijanju kompetence sposobnost uporabe sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (predvsem PowerPointa, pa tudi ostalih orodij kot so spletni iskalniki) pri pouku.

Porajajo se nam naslednja raziskovalna vprašanja:

- *Kako in v kakšnem obsegu učna enota pomaga pri računalniškem opismenjevanju – uporabi PowerPointa?*
- *Kako in v kakšnem obsegu dijaki usvojijo uporabo PowerPointa s pomočjo učnega gradiva?*

Potek raziskave

- Dijaki izpolnijo pred-vprašalnik o izdelavi PowerPoint predstavitve teden dni pred prvo učno uro.
- učna ura: Učna ura poteka v računalniški učilnici. Dijaki se razdelijo na pet skupin in vsaka izmed njih bo obravnavala drug optični pojav. Na začetku profesor predstavi uporabo programa PowerPoint s pomočjo vzorne predstavitve, ki smo jo pripravili, in dijake pri tem opozori na ključne dejavnike, ki so pomembni za dobro predstavitev (tako prosojnice kot predavanje), pri čemer si pomaga z besedilom, ki je priloženo gradivu. Profesor nameni tej aktivnosti do 15 minut. Nato dijakom po skupinah razdeli učne liste o optičnih pojavih v atmosferi, ki jih bodo obdelali: barve neba, mavrica, optični pojavi v ozračju, halo in avreole. Ob tem profesor poda še nekaj napotkov za izdelavo predstavitve in razloži potek dela. Učenci se nato lotijo izdelave svoje predstavitve, pri čemer jim učni listi služijo kot vodilo. Slike, ki so eden izmed ključnih dejavnikov njihove predstavitve najdejo dijaki na spletnem naslovu, ki je naveden na učnem listu pod točko 1. Dodatne informacije o posameznem pojavu dobijo dijaki na spletnih



naslovih navedenih pod točko 2. Do dodatnih slik in informacij pa dijaki pridejo s pomočjo spletnih iskalnikov.

- Domača naloga: Dijaki doma dokončajo predstavitev.
- učna ura: Vsaka skupina predstavi sošolcem predstavitev o optičnih pojavih v atmosferi. Vsaka skupina ima na voljo dobrih 5 minut, pri čemer se članki skupine med predstavitvijo izmenjujejo. Predlog delitve nalog: 1-2 dijaka pripravita predstavitev (sodelujejo sicer vsi, a 1-2 prevzameta pobudo), 2-3 jo izvedeta, 1-2 pa vodita potek. Profesor spremlja predstavitev posamezne skupine in jo ovrednoti s pomočjo opazovalnega lista. V kolikor dijaki predstavitve niso dokončali doma, je možno tudi, da jo dokončajo v prvem delu 2. učne ure in se pripravijo na nastop.
- Naslednjo uro dijaki izpolnijo še vprašalnik za dijake o izdelavi PowerPoint predstavitev. Če dopušča čas, lahko to opravijo tudi na koncu 2. učne ure.

Metode

Instrumenti

Pri raziskavi bomo kot instrumente uporabili pred-vprašalnik, učiteljeva opažanja in vprašalnik, ki so vsebinsko smiselno povezani in pokrivajo raziskovalna vprašanja.

Vzorec

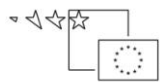
V pedagoškem eksperimentu bodo sodelovali dijaki 3. letnikov gimnazije ali tehniške srednje šole.

Analiza podatkov

Uporabili bomo opisno statistiko.

Viri in literatura

1. Bazley, M., Herklots, L. in Branson, L. (2002). *Using the Internet to make physics connect*. Physics Education, 37 (2)
2. Bešlagić, S. (2010). *Uporaba računalnika- informacijske tehnologije pri pouku fizike*. Pridobljeno iz svetovnega spleta na: <http://iris.pfmb.uni-mb.si/old/said/video.pdf> 13.6.2010
3. Gerlič, I. (2000). *Sodobna informacijska tehnologija v izobraževanju*. Ljubljana: DZS.
4. ZRSŠ. (2008). *Učni načrti za fiziko za gimnazije*. Pridobljeno 15.9.2010 iz http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/media/pdf/un_gimnazija/un_fizika_gimn.pdf
5. McFarlane, A., Sakellariou, S., (2002). *The role of ICT in science education*. Cambridge Journal of Education, 32 (2).
6. Schlegel, K. (2001). *Vom Regenbogen zum Polarlicht*. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
7. Greenler, R. (1980). *Rainbows, Halos, and Glories*. Cambridge: Cambridge University Press.



8. Minnaert, M. (1954). *The nature of light and colour in the open air*. New York: Dover Publications, Inc.
9. Mezgec, I. (1994). Optični pojavi v atmosferi. Pridobljeno iz svetovnega spleta na: http://www.kvarkadabra.net/index.html?/pojavi/teksti/optika_atmosfera.htm
10. Mezgec, I. (1994). Lom svetlobe v ozračju. Pridobljeno iz svetovnega spleta na: http://www.kvarkadabra.net/index.html?/pojavi/teksti/lom_ozracje.htm
11. Mezgec, I. (1994). Barve neba in Sonca. Pridobljeno iz svetovnega spleta na: http://www.kvarkadabra.net/pojavi/teksti/barve_neba.htm

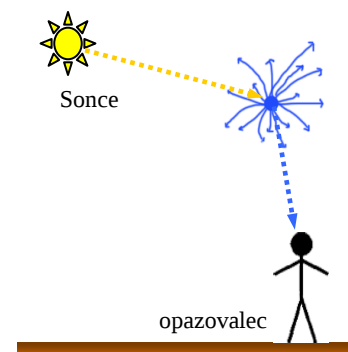
Skupina 1: Barve neba in Sonca

Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s pomočjo katere boste obravnavano tematiko predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam služi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s pomočjo spletnega iskalnika. Pri izdelavi prosjnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosjnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Zakaj je nebo modro?

Že Leonardo da Vinci je v 15. stoletju pravilno ugotovil, da modra barva neba, ki jo lahko občudujemo ob jasnem dnevu, ni barva zraka. Čeprav je kasneje o tem razmišljalo še veliko ljudi, je trajalo skoraj štiri stoletja, da je angleški fizik John William Strutt, bolj poznan pod imenom Lord Rayleigh, podal konkretno in pravilno fizikalno razlago. Ugotovil je, da barvo neba določi sipanje svetlobe, ki je odvisno od njene valovne dolžine. Kot vemo, je svetloba elektromagnetno valovanje, katerega valovna dolžina določi barvo, ki jo naše oko zazna. Spekter vidne svetlobe zajema valovna dolžine od ~400 nm (modro-vijolična) do ~700 nm (rdeča). V kolikor so v snopu svetlobe vse valovne dolžine zastopane enakomerno, tovrstno svetlobo naše oko vidi kot belo svetlobo. Tudi v sončni svetlobi je zajet ves barvni spekter.

Sipanje svetlobe je posledica interakcije svetlobe s snovjo. Nihajoča jakost elektromagnetnega polja zaniha elektrone v atomih, ki potem kot antene sevajo elektromagnetno valovanje na vse smeri, in to s frekvenco vpadnega valovanja. Čeprav se sončna svetloba na poti skozi atmosfero sipa na različnih delcih, k modrini neba prispeva predvsem sipanje na molekulah zraka. Za tovrstno sipanje velja, da je delež sipane svetlobe sorazmeren z njeno valovno dolžino na minus 4: $j_{\text{sip}} \propto \lambda^{-4}$. To pomeni, da se bosta modra in vijolična svetloba sipali veliko bolj kot rumena ali rdeča, ki imata večjo valovno dolžino. Modrina neba tako



Slika: Sipanje Sončeve svetlobe na molekulah

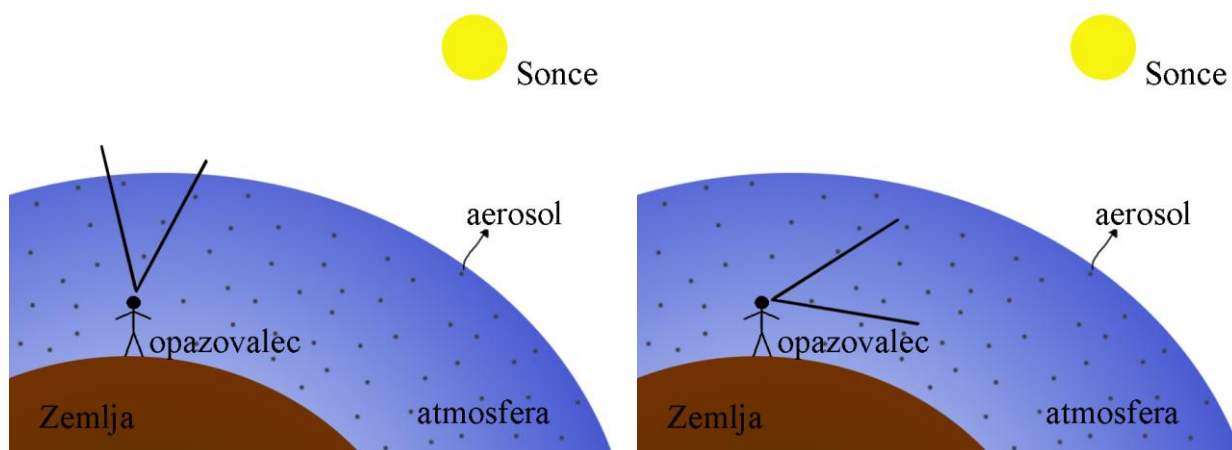


vsebuje vse barve spektra, a prevladujeta modra in vijolična, ker se na poti do našega očesa najbolj sipata. Shematsko je to prikazano na sliki zgoraj. Zakaj potem nebo ni modro-vijolično? Razlog tiči v človeškem očesu. Čepki, čutne celice, ki omogočajo zaznavanje barv, so namreč manj dovzetni na vijolično svetlobo, zaradi česar nebo vidimo modro in ne modro-vijolično.

Različne modrine in sipanje na aerosolih

Ob opazovanju jasnega neba lahko ugotovimo, da obstajajo različne modrine neba. Tako je nebo včasih izrazito modro, včasih pa bolj belkasto, sinje modro. Tega na podlagi sipanja svetlobe na molekulah zraka ne moremo razložiti. Razlog namreč tiči v drugih delcih, kot so prah, dim, kapljice vode in kristalčki ledu, ki so prav tako prisotni v atmosferi in povzročijo sipanje svetlobe na poti do našega očesa. Ti delci, ki jih imenujemo aerosoli, so veliko večji kot molekule zraka in sipanje svetlobe na njih ni izrazito le za kratkovalovni del spektra in je poleg tega odvisno tudi od njihovih velikosti. Ker so velikosti aerosolov v zraku v splošnem zelo različne, se na njih vse barve sipajo približno enako, kar prispeva k belini modre barve.

Ob jasnih dnevih lahko večkrat opazimo, da je nebo nad nami bolj modro kot nebo na obzorju. Ključnega pomena sta tu smer opazovanja in sipanje na aerosolih. Svetloba, ki pride do opazovalca iz smeri obzorja, naredi po atmosferi mnogo daljšo pot kot tista, iz smeri zenita – točke na nebu, ki je neposredno nad opazovalcem (glej sliko 12). Sipanje svetlobe na aerosolih, ki prispevajo k belini modre barve neba, je namreč veliko bolj izrazito, ko svetloba skozi atmosfero prepotuje daljšo pot. Iz tega razloga vidimo obzorje belkasto.



Slika 12: Pri pogledu proti zenitu je pot svetlobe skozi atmosfero veliko krajša kot pri pogledu proti obzorju.

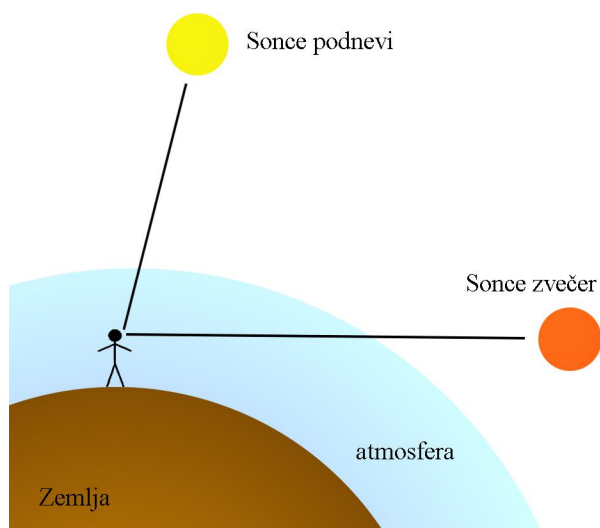
Podobno lahko razložimo tudi pojav, ko v gorah zremo čez gorske grebene in vrhove, ki ležijo drug za drugim. Čim dlje se nahaja nek greben, tem več sipane svetlobe se na poti pridruži žarkom, ki potujejo neposredno od grebena proti našemu očesu. Zelo oddaljene hribe zato vidimo bolj blede sive in z manj



podrobnostmi, medtem ko bližnje vidimo bolj razločno ter z jasno izraženimi barvami.

Barva neba in Sonca jutraj in zvečer

Ko je Sonce visoko na nebu, ga vidimo žareti v belo-rumeni svetlobi. A proti večeru, ko se bliža horizontu, postaja vse bolj rumeno in rdeče. Svetloba, ki potuje od Sonca do našega očesa, mora skozi atmosfero (glej sliko 3). Nižje kot je Sonce, daljša je pot skozi ozračje in več je sipanja. Ko je Sonce blizu horizonta, je sipanje že tako intenzivno, da svetloba z majhno valovno dolžino, ki se sipa bolj, do nas sploh ne pride. Najdaljšo valovno dolžino v vidnem spektru ima rdeča svetloba, ki se sipa najmanj, zakaj je tudi največ prispe do našega očesa in posledično je Sonce videti rdeče.



Večkrat lahko opazimo, da ob Sončnem vzhodu ali zahodu ni le rdeče Sonce, temveč tudi njegova okolica. Če rdečo barvo večernega Sonca zakrivi sipanje na molekulah zraka, pa je rdeče področje okoli zahajajočega Sonca posledica sipanja na aerosolih. Prej smo se naučili, da sipanje bele Sončeve svetlobe prispeva k belini v nebesni modrini. Toda kadar je Sonce nizko, njegova svetloba do nas napravi dolgo pot skozi ozračje in do nas, zaradi obilnega sipanja na molekulah zraka, prispejo le rdeči odtenki svetlobe. Tako se na aerosolih sipa pretežno rdeča

svetloba, kar povzroči rdečo okolico Sonca – zarjo. Še posebej lepe sončne vzhode in zahode lahko opazujemo po vulkanskih izbruhih, saj je takrat v zraku ogromno vulkanskega pepela in prahu, na katerem se siplje rdeča svetloba in ustvarja izrazito vulkansko zarjo.

Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitev

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev so na voljo na naslovu:

<http://kompetence.uni-mb.si/>

2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

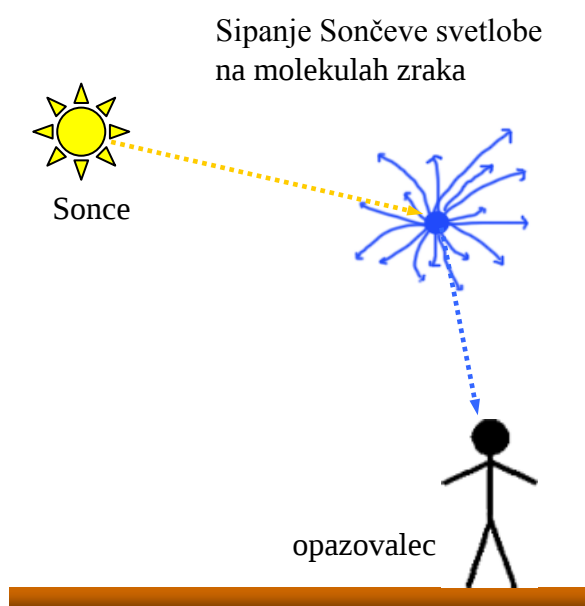
Naslov:	Kratek opis:
http://www.kvarkadabra.net/index.html?pojavi/teksti/barve_neba.htm	Članek o fizikalnem ozadju barv neba in Sonca, v slovenskem jeziku.
http://scifun.chem.wisc.edu/HOMEEXPTS/bluesky.html	Opis in razlaga eksperimenta o sipanju svetlobe, v angleškem jeziku.
http://www.kvarkadabra.net/mediagallery/media.php?s=20060326214527911	Slika spektra elektromagnetnega



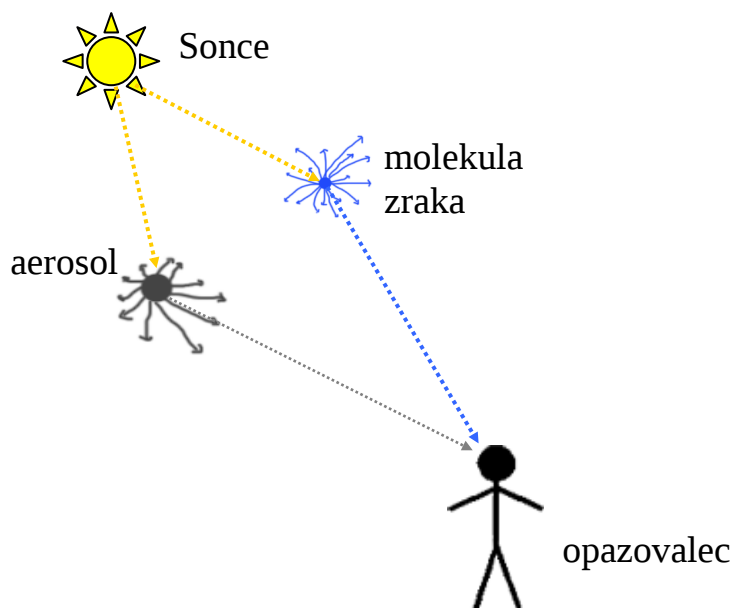
	valovanja
http://wapedia.mobi/sl/Vidni_spekter	Stran o vidnem spektru svetlobe, v slovenskem jeziku.
http://www.phys.ncku.edu.tw/mirrors/physicsfaq/General/BlueSky/blue_sky.html	Razlaga, zakaj je nebo modro.

3. Dodatne informacije poiščite s pomočjo spletnih iskalnikov (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: »scattering of light«, »blue sky scattering«, »red sunset«, »elektromagnetic spectrum«, »visible spectrum«.

V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosajnici pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1) ni potrebno citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.



Sipanje sončne svetlobe na molekulah zraka in aerosolih

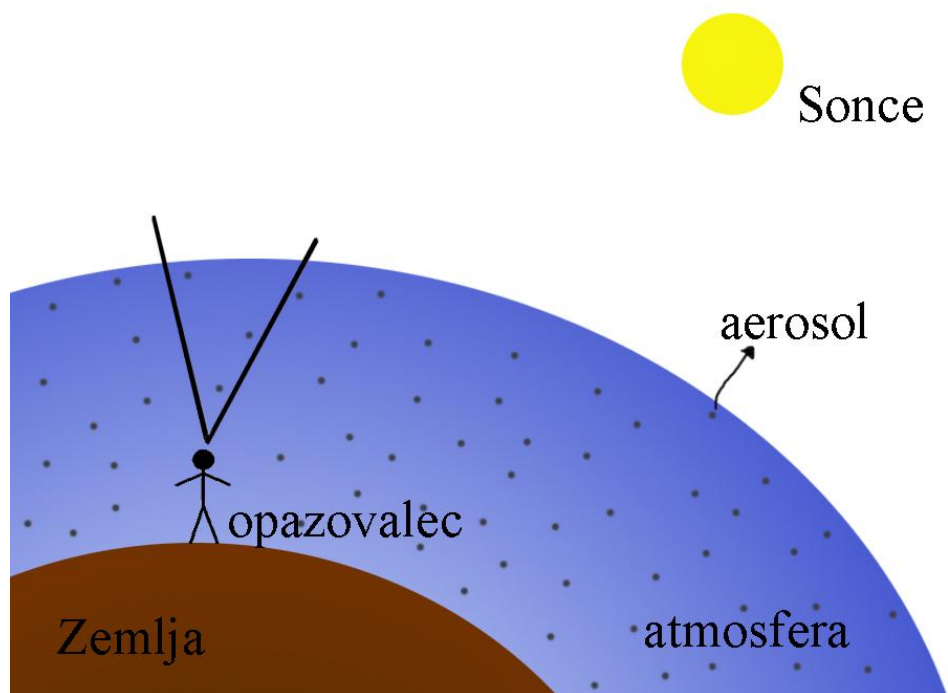


Modrina neba je odvisna od smeri opazovanja:

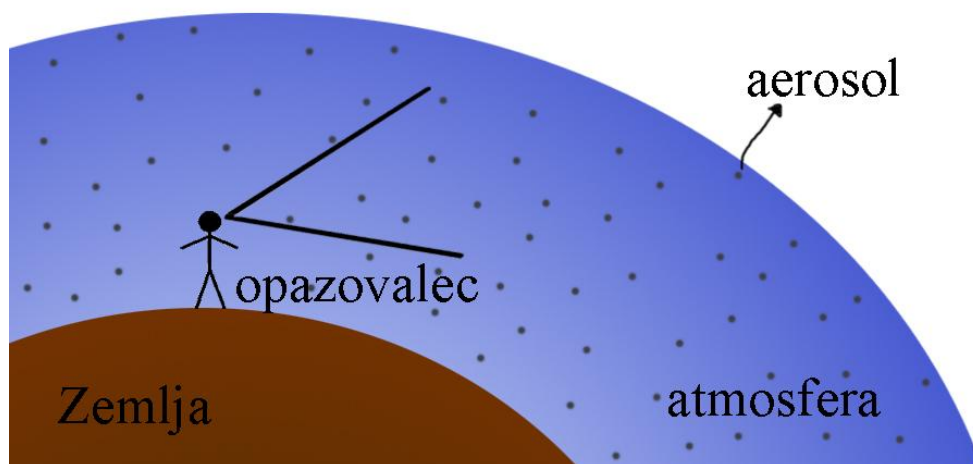




Če se ozremo visoko v nebo se v naše oko ujame malo svetlobe, ki se je sipala na aerosolih:



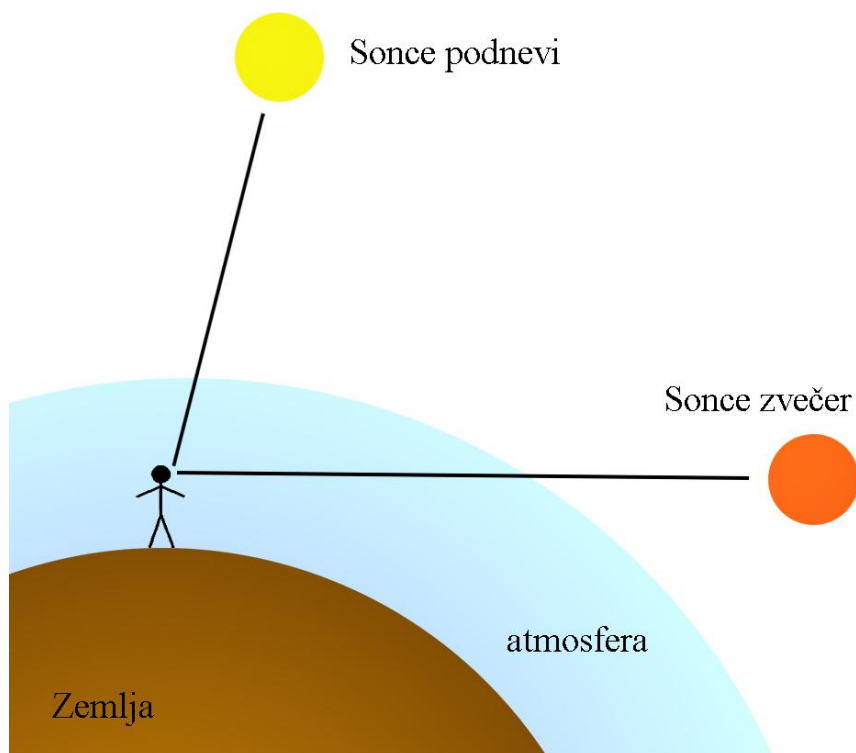
Če se ozremo nižje proti obzorju je delež na aerosolih sipane svetlobe, ki pade v naše oči, bistveno večji:



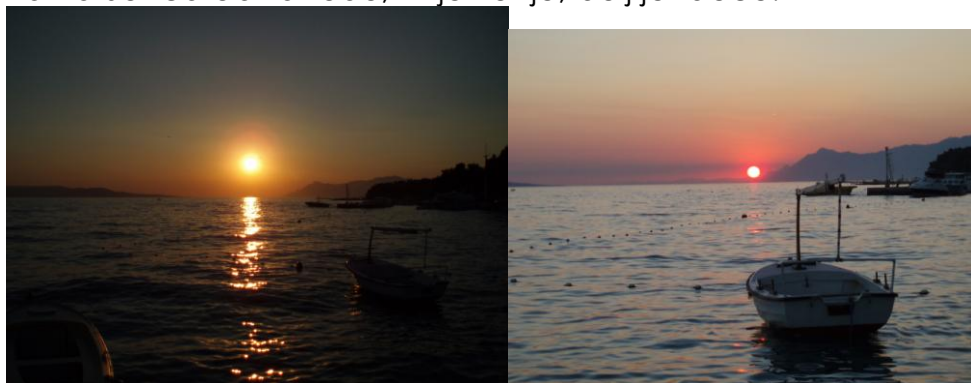
Podobe bližnjih in oddaljenih gorskih vrhov ter grebenov:



Barva popoldanskega in večernega Sonca:



Barva Sonca ob zahodu; nižje kot je, bolj je rdeče.





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

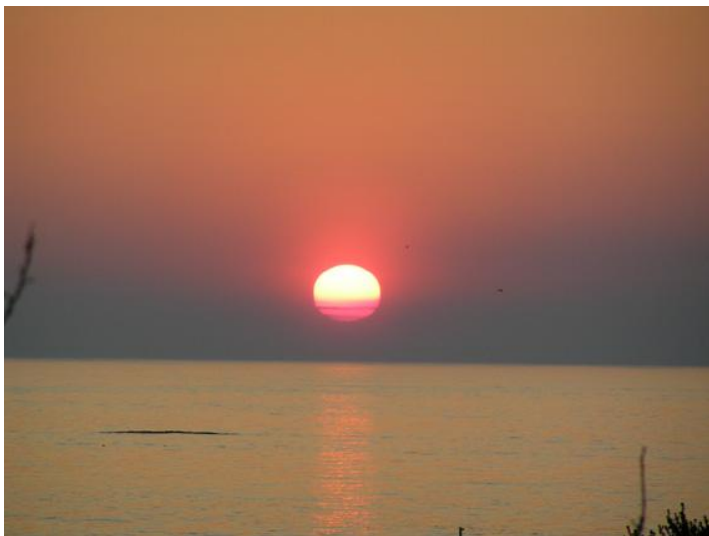
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

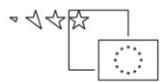
Masarykova 16, 1000 Ljubljana

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



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





Skupina 2: Lom svetlobe v ozračju in optični pojavi

Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s pomočjo katere boste obravnavano tematično predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam služi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s pomočjo spletnega iskalnika. Pri izdelavi prosojnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosojnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Lomni količnik zraka

Lomni količnik pove razmerje med hitrostjo širjenja svetlobe v vakuumu in snovi. Odvisnost lomnega količnika zraka od sestave zraka, tlaka in temperature. Tlak (in gostota) zraka se z višino zmanjšuje, zato se z višino zmanjšuje tudi lomni količnik zraka. Svetloba iz vesolja, ki zaide v naše ozračje, potuje v vedno gostejšem optičnem sredstvu in se zato lomi v smeri proti površju Zemlje.

Astronomska refrakcija

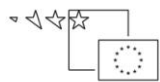
Pojavi loma, katerih vir svetlobe so astronomski objekti, imenujemo astronomska (atmosferska) refrakcija. Zaradi astronomske refrakcije vidimo zvezde nekoliko višje na nebu kot so v resnici. Dvig je izrazitejši za zvezde, ki so tik nad obzorjem, kjer znaša razlika med navidezno in pravo smerjo okoli $0,6^\circ$. Tako je tudi Sonce (s kotnim premerom okoli $0,5^\circ$), ki ga vidimo tik nad obzorjem, v resnici že pod njim. Zato se pri nas dan podaljša za nekaj minut, medtem ko v polarnih krajih ta dodatek podaljša svetli del dneva tudi za deset dni v letu. Astronomska refrakcija je izrazitejša za opazovalca v letalu (ki gleda proti obzorju), za astronauta, ki obkroža Zemljo, je refrakcija celo dvakrat večja ($1,2^\circ$) kot za opazovalca na tleh. Ko je Sonce blizu obzorja, je nekoliko sploščeno - žarek iz spodnjega roba Sonca se namreč lomi nekoliko bolj (se bolj dvigne) kot žarek z zgornjega roba.

Zemeljska refrakcija

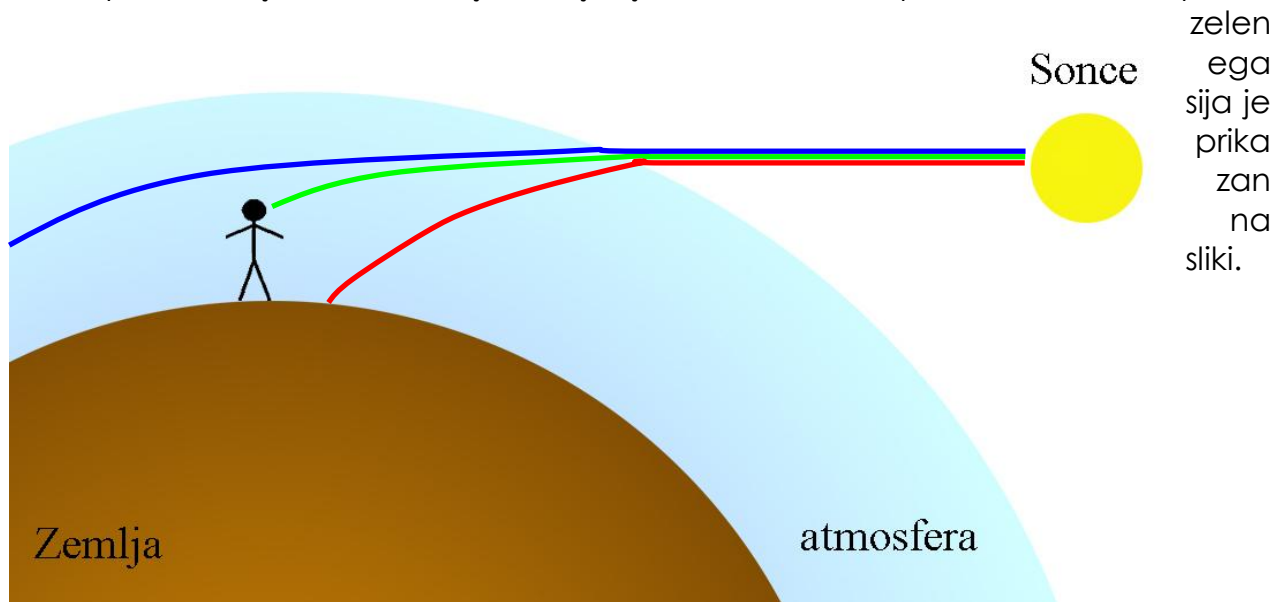
O zemeljski (terestični) refrakciji govorimo, kadar je vir svetlobnega žarka na Zemlji. Do večine pojavov v zvezi z zemeljsko refrakcijo pride v prav tankih plasteh ozračja, v katerih so spremembe gostote zraka zaradi spremembe tlaka zelo majhne. V taki plasti privzamemo, da na gostoto zraka vpliva le temperatura. Plast zraka z višjo temperaturo je tako optično redkejša (ima manjši lomni količnik) kot zrak v hladnejši plasti. Lomni količnik zraka je odvisen tudi od valovne dolžine svetlobe.

Zeleni sij (tudi zeleni žarek)

V zadnjem hipu, ko Sonce izginja za obzorje, lahko zgornji rob Sonca utripne v živo zeleni svetlobi. Ko Sonce zahaja za obzorje, se najprej skriva rdeča slika, za njo se poslavljajo še ostale barvne slike Sonca in za hip vztraja nad obzorjem le še modra slika Sonca. Modro in vijolično svetlobo ozračje najbolj siplje in na poti do očesa se



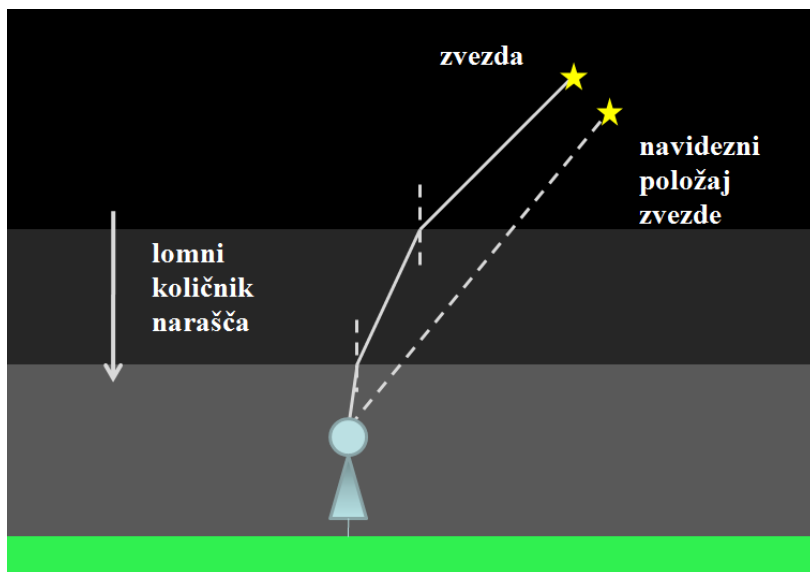
ti svetlobi največkrat porazgubita. Tako je zadnja vidna svetloba Sonca ravno zelena, pri čemer je tudi oko najobčutljivejše na zeleni del spektra. Shematski prikaz



Slika: Shematski prikaz nastanka zelenega sija

Mežikanje zvezd

Do migetanja oddaljenih svetil in seveda tudi do mežikanja zvezd pride zaradi različno gostega zraka, ki se giblje ob površju Zemlje. Ob Zemlji so različno močni in spremenljivi zračni tokovi, debelejši in tanjši ter redkejši in gostejši zračne plasti, ki se premikajo v različne smeri. Svetlobni curek, ki gre od oddaljenega svetila skozi takšne zračne plasti, se v njih lomi, spreminja smer (slika 13). Tak svetlobni curek lahko enkrat pade v naše oko, drugič pa gre mimo. Zato svetloba z oddaljenega svetila migeta. Obenem nam mežikanje zvezd omogoča, da zvezde ločimo od planetov, saj slednji ponavadi ne mežikajo.



Slika 13: Mežikanje zvezd

Zračna zrcaljenja

Zračno zrcaljenje imenujemo preslikave, ki nastanejo zaradi širjenja svetlobe skozi plasti ozračja, katerih gostota (in s tem lomni količnik) je odvisna predvsem od temperature plasti. Izraz "zrcaljenje" ni ravno posrečen, saj namiguje na preslikave v zvezi z odbojem žarkov - v resnici se žarki na poti med predmetom in očesom lomijo. Žarki ne pridejo v oko po ravni črti, temveč po različno ukrivljenih poteh. Zato je slika premaknjena glede na pravo smer predmeta. Žarki se vedno krivijo tako, da je hladnejši (gostejši) zrak znotraj ukrivljene poti žarka. Slika predmeta je zato vedno premaknjena v smeri toplejšega (redkejšega) zraka. Ker so značilnosti zrcaljenja odvisne od tega, kako se temperatura zraka spreminja z višino, zlasti nekaj metrov nad tlemi, poznamo dve vrsti fatamorgane. Imenujemo ju spodnje in zgornje zračno zrcaljenje. Pri spodnjem zračnem zrcaljenju imamo zelo pregreta tla (asfalt ali zelo toplo morje), više pa temperatura zraka pada. Žarki se lomijo tako, da sliko predmeta vidimo obrnjeno in pod predmetom – od tod ime spodnje zračno zrcaljenje. V vročih dneh lahko tako vidimo na suhi cesti mlake vode, puščavski popotniki pa jezero sredi puščave, nebo ali oblake (slika 14). V resnici je to le preslikana slika neba.



Slika 14: Spodnje zračno zrcaljenje v puščavi.

Do zgornjega zračnega zrcaljenja pride najpogosteje v polarnih krajih. Nad tlemi mora biti zelo mrzel zrak, zgoraj pa je toplejši. Ob taki temperaturni inverziji se žarki krivijo proti Zemlji in sliko predmeta dvignejo nad njegovo pravo lego. Tako nenadoma vidimo hribe onstran kotlin.

Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitve

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev so na voljo na naslovu:

<http://kompetence.uni-mb.si/>

2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

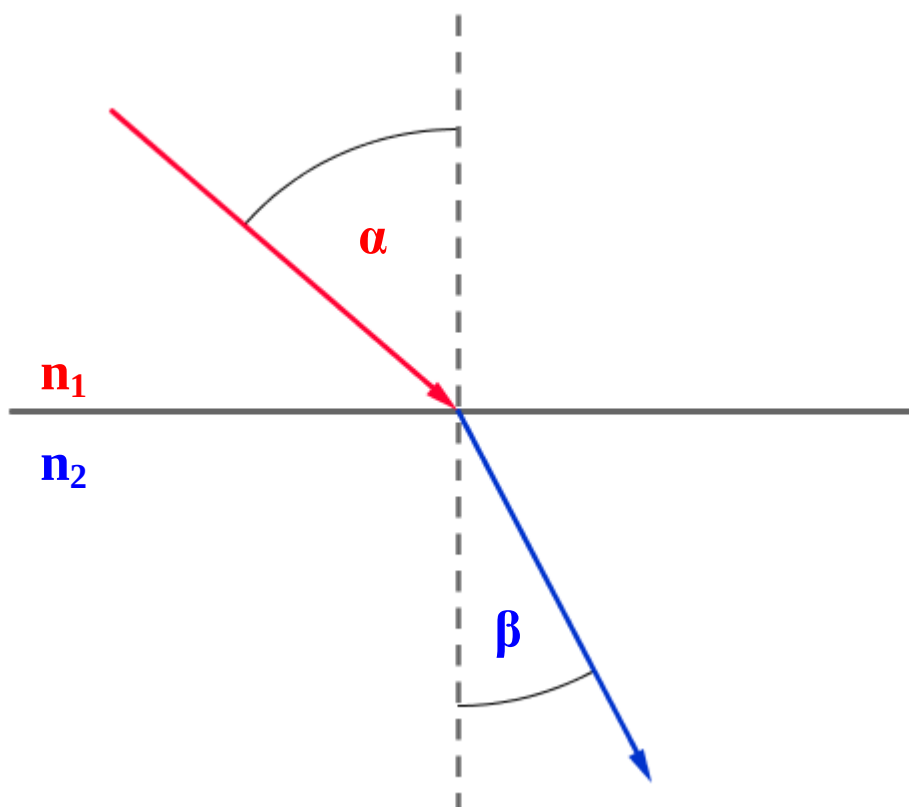
Naslov:	Kratek opis:
http://www.kvarkadabra.net/index.html?pojavi/teksti/lom_ozracje.htm	Članek o fizikalnem ozadju loma svetlobe in pojavih.
d111.fnm.uni-mb.si/moodledata/21/svetloba-jan09_www.ppt	Prosojnice o svetlobi in o pojavih povezanih s svetlobo.
http://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_refraction	Gradivo o atmosferski refrakciji.
http://en.wikipedia.org/wiki/Green_flash	Nekaj besed o zelenem siju.
http://www.gea-on.net/clanek.asp?ID=842	Opis izbranih spektakularnih meteoroloških pojavov.



3. Dodatne informacije poiščite s pomočjo spletnih iskalnikov (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: atmosferska refrakcija, zemeljska refrakcija, atmospheric refraction, green sky, green flash, inferior, superior mirage, fatamorgana.

V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosajnici pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1) ni potrebno citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.

Lom svetlobe v ozračju in optični pojavi SLIKE



Lom svetlobe pri prehodu iz optično redkejšega v optično gostejše sredstvo



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

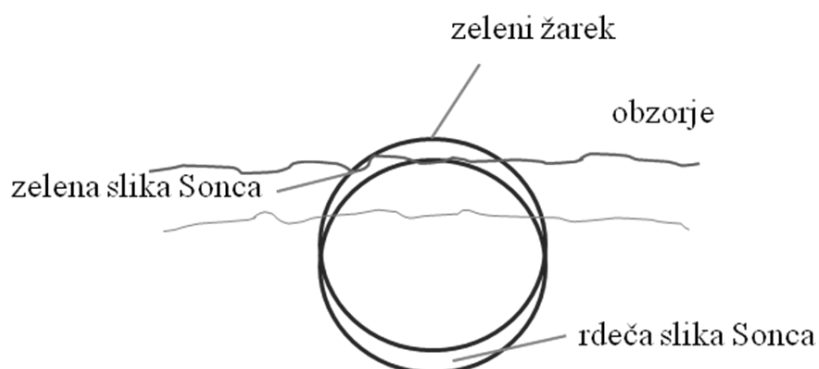
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

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



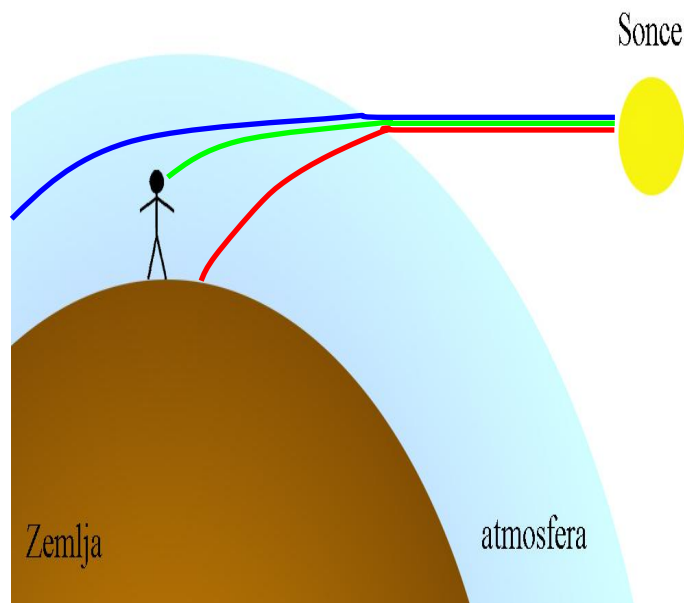
Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



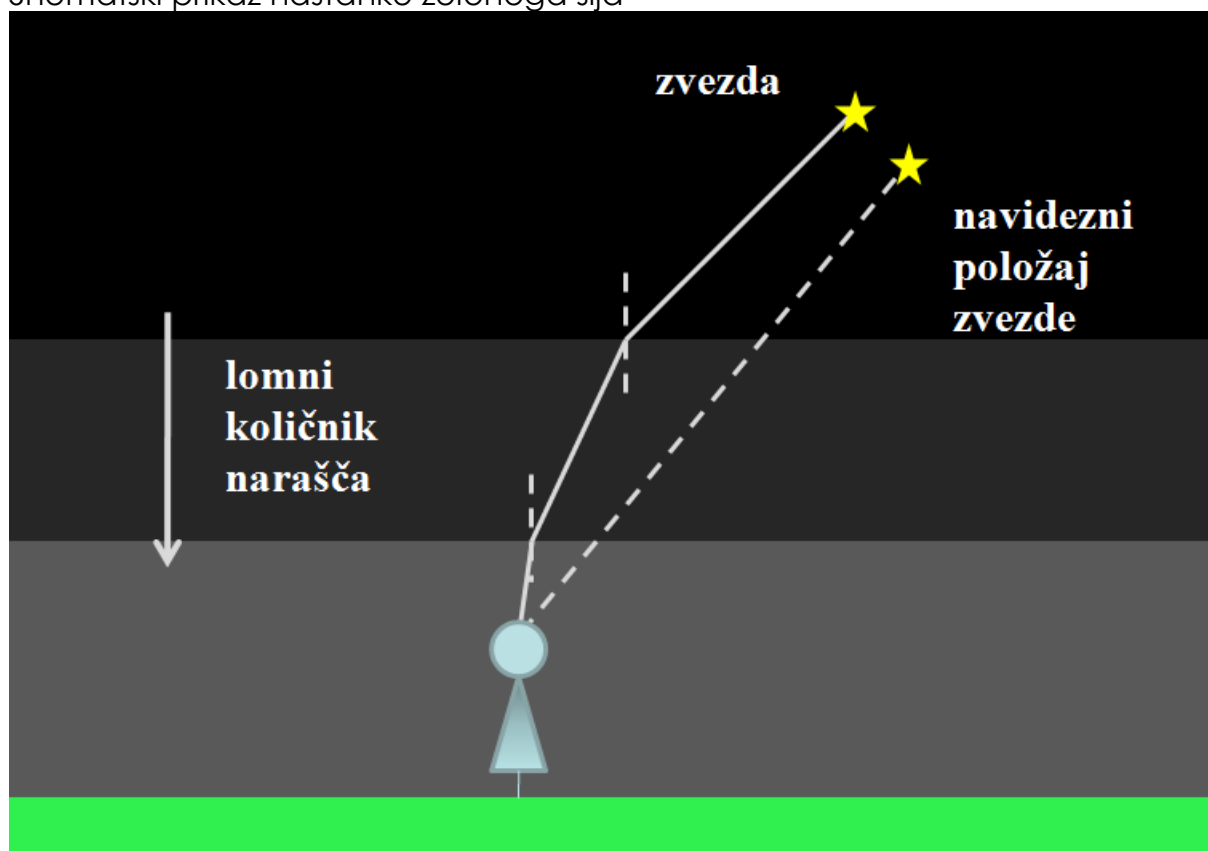
Zeleni sij



Zeleni sij (<http://www.icstars.com/Mad/Astro/GreenFlashW.jpg>)



Shematski prikaz nastanke zelenega sija

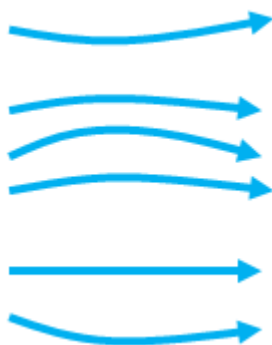




Migetanje zvezd



Spreminjanje temperature z višino

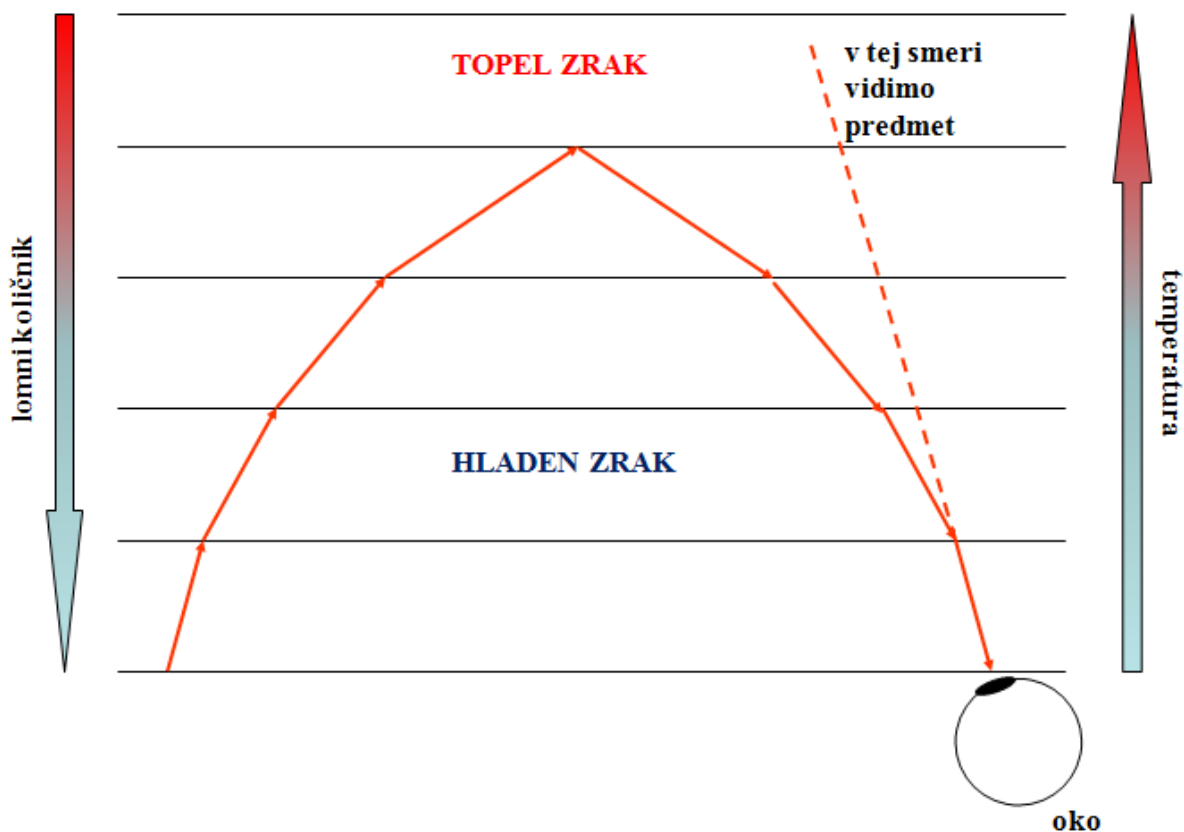


Prihod žarkov v oko po različno ukrivljenih poteh





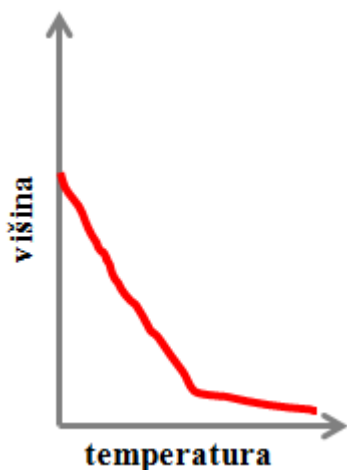
Smer, v kateri vidimo predmet



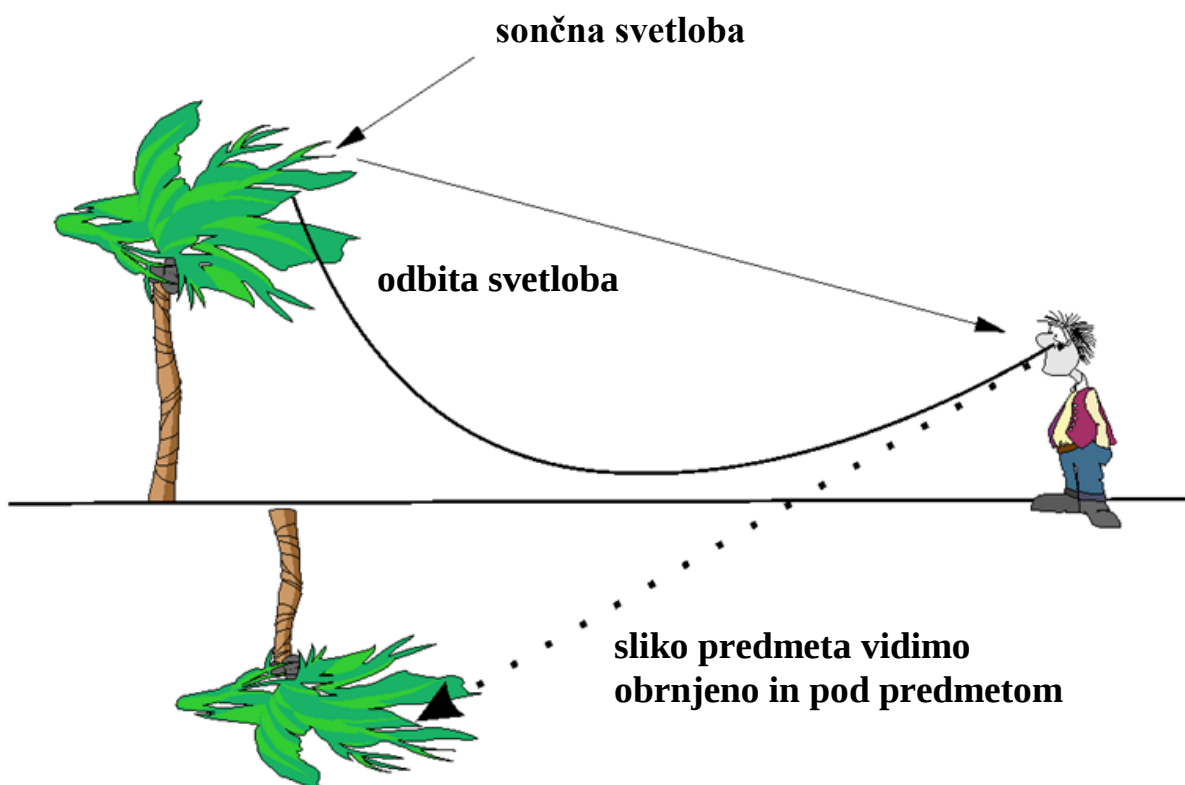


Spreminjanje temperature z višino in določanje smeri v kateri vidimo predmet (povzeto po Vaupotič, N. (2007). *Svetloba*. Študijski program izpopolnjevanja za poučevanje naravoslovja v 6. in 7. razredu osnovne šole.

Dostopno na: d111.fnm.uni-mb.si/moodledata/21/naravoslovje/svetloba-jan07-www1.ppt



Močno segreta plast zraka tik nad pregretimi tlemi





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



Spodnje zračno zrcaljenje (povzeto po <http://gotoknow.org/file/chiew-buncha/diagram-inferior-mirage-G2K.gif>)

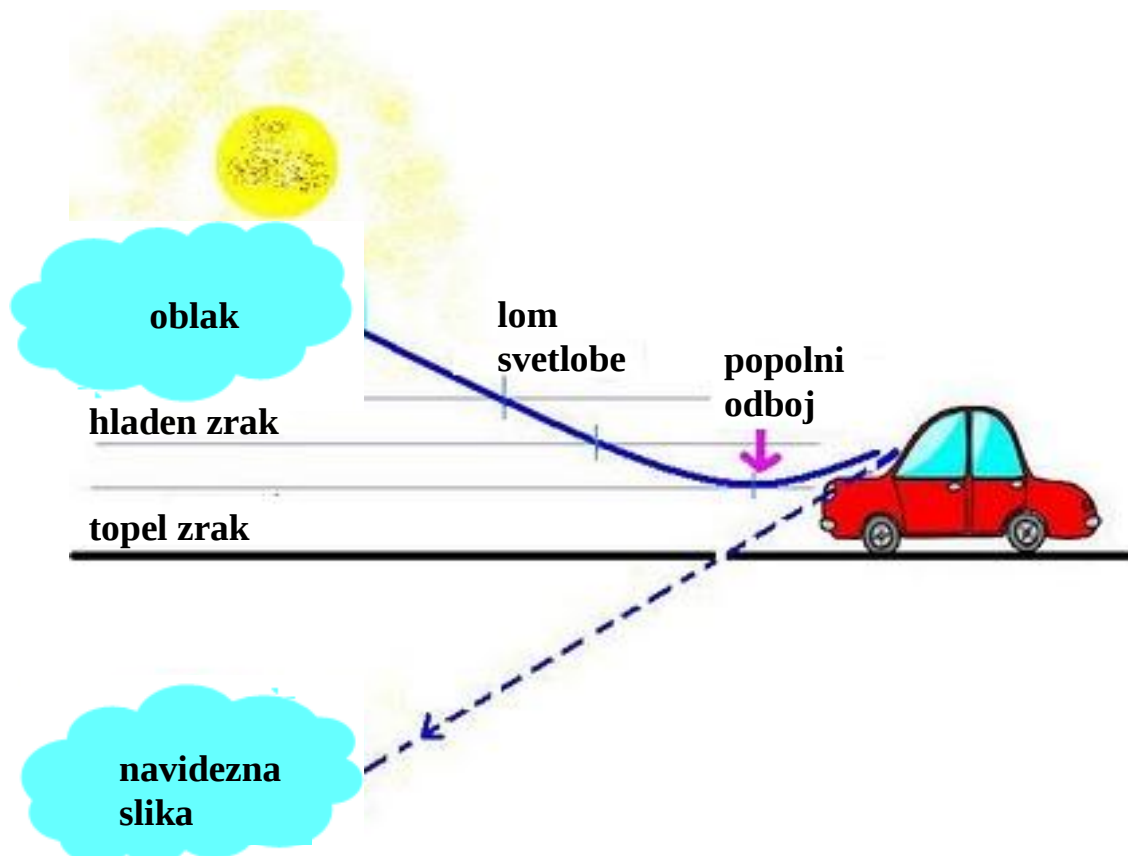


Spodnje zračno zrcaljenje (<http://www.world-mysteries.com/illusions/mirages.jpg>)

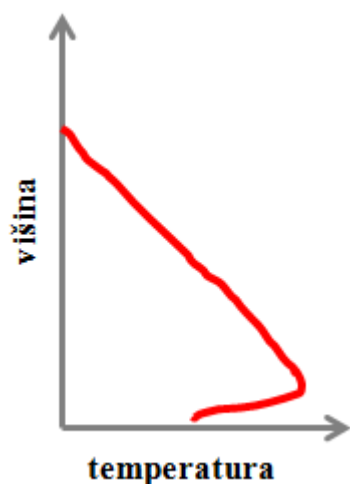




Spodnje zračno zrcaljenje



Spodnje zračno zrcaljenje (povzeto po http://2.bp.blogspot.com/_FAgA6-CHYr8/S0ljqZyxr8I/AAAAAAAAAVU/cek9w-eqh_8/s400/tir.JPG)



Tik nad tlemi je znatno hladnejši zrak kot v višjih plasteh



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

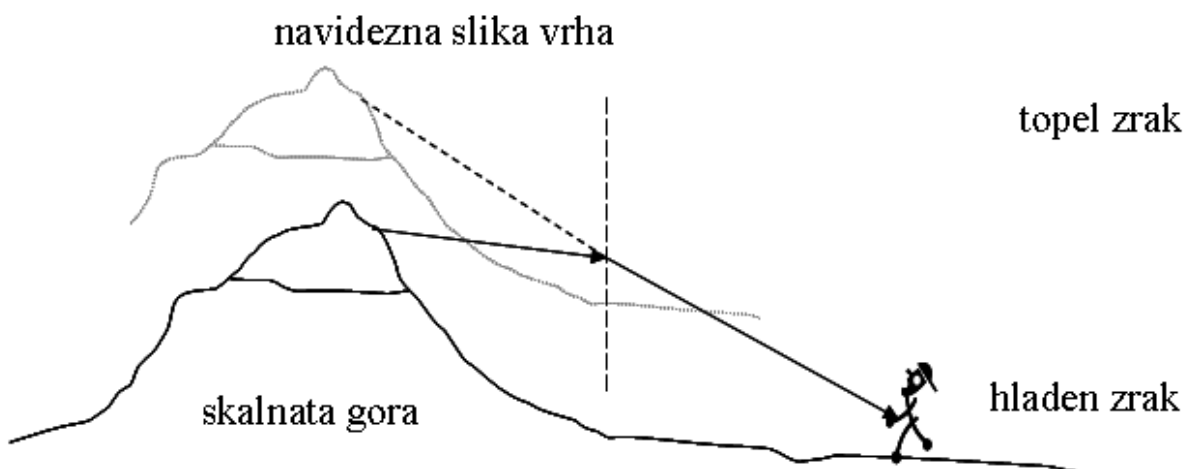
www.mss.gov.si, e: gp.mss@gov.si

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



Zgornje zračno zrcaljenje



Zgornje zračno zrcaljenje

(http://www.phys.ufl.edu/~avery/course/3400/atmosphere/mirage_iceberg.jpg)



Skupina 3: Mavrica

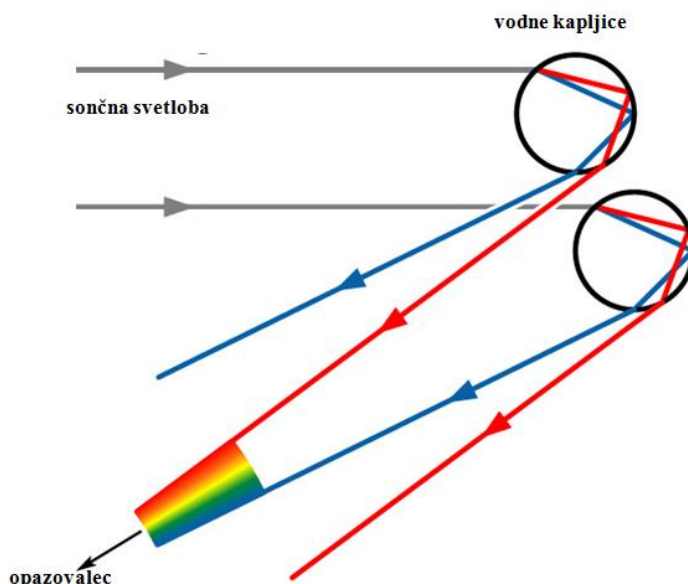
Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s pomočjo katere boste obravnavano tematično predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam služi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s pomočjo spletnega iskalnika. Pri izdelavi prosojnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosojnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Kaj je mavrica?

Odkar človek živi na Zemlji, pozna mavrico. Mavrico opazimo takrat, ko je v zraku mnogo vodnih kapljic, na katerih se siplje sončna svetloba, ki prihaja opazovalcu izza hrbtna. Prvi, ki je znanstveno zadovoljivo pojasnil mavrico, je bil Rene Descartes leta 1637, ki pa mu ni uspelo pojasniti, zakaj je mavrica pisana in zakaj si barve v primarnem in sekundarnem mavričnem loku sledijo v nasprotnem vrstnem redu.

Da je pojasnil nastanek mavrice, naj bi si Descartes pomagal s poskusom, kjer je v okroglo stekleno bučo nalil vodo ter nanjo usmeril tanek svetlobni curek sončne svetlobe. S pomočjo natančnega zasledovanja svetlobnega curka v vodni kroglici je Descartes ugotovil, da se žarek lomi bodisi dvakrat in enkrat popolnoma odbije, ali pa se dvakrat lomi in dvakrat popolnoma odbije. V prvem primeru ne sme biti Sonce več kot 42° nad obzorjem. Nastalo mavrico imenujemo mavrica prvega reda (notranja mavrica). V drugem primeru ne sme biti Sonce višje kot 51° nad obzorjem. Opazimo bolj šibko zunanjo mavrico, ki jo imenujemo mavrica drugega reda. Če je Sonce višje kot 42° oziroma 51° nad obzorjem, se mavrica skriva za obzorje. Teoretično obstajajo tudi mavrice višjih redov, vendar jih v naravi ne moremo opaziti, ker bi jih morali opazovati v smeri proti soncu in zaradi večkratnih odbojev se veliko svetlobe porazgubi, so jih pa dokazali v laboratoriju.

Če bi sledili snopu vzporednih žarkov, ki vpadajo v kapljico, bi ugotovili, da se žarek, ki vpada na kapljico v sredino (po optični osi), odbije sam vase. Žarki, ki vstopajo v kapljico nad osjo, izstopajo iz pod kapljice pod določenimi koti pod osjo. Izstopni koti žarkov glede na optično os so tem večji, čim višje



Slika: Shematski prikaz nastanka mavrice (povzeto po Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2005). *Fundamentals of Physics*. United States of America: John Wiley & Sons Inc.)



žarki vstopijo v kapljico. Toda to velja le žarek, ki izstopa pod kotom 42° (Descartesov žarek). Žarki, ki pa vstopijo nad tem žarkom, izstopajo pod manjšimi koti. Žarki, ki vstopajo v kapljico na obeh straneh blizu Descartesovega žarka, izstopijo iz kapljice približno pod istim kotom. To nam pove, da je gostota žarkov največja okoli izstopnega kota 42° . Ti žarki so odgovorni za nastanek mavrice. Vendar bi tako mavrico opazili le kot ozek bel (svetel) lok. Kje so barve mavrice? Newton je okoli 30 let kasneje dodal prav to, česar Descartes ni znal razložiti, in sicer kako je z barvami. Dokazal je, da je sončna svetloba, ki jo imenujemo tudi bela svetloba, sestavljena iz spektra barv in da se lomni količniki vode za posamezne barve rahlo razlikujejo. To je dokazal s pomočjo poskusa, kjer se snop bele svetlobe pri prehodu skozi prizmo dvakrat lomi, na zaslonu pa se pojavi njen spekter (mavrica barv).

Pri natančnem opazovanju mavrice opazimo, da je nebo znotraj notranje in navzven od zunanje mavrice nekoliko svetlejša, med njima pa vidimo temnejši pas. Kako si to razložimo? Poleg žarkov z največjim odklonom (42°), ki povzročijo mavrico, izhajajo iz kapljic tudi žarki pod manjšimi koti glede na optično os posamezne kapljice. Vsi ti "vrnjeni" žarki pridejo do našega očesa od kapljic, ki se nahajajo znotraj loka notranje mavrice. K svetlejšemu nebu pripomorejo tudi kapljice navzven od loka zunanje mavrice (51°). Zato ti območji vidimo svetlejši. Barve znotraj mavričnega loka se prekrivajo - na intenzivnosti barve zato najbolj trpi notranji, vijolični lok, najbolj izrazit pa je zunanji, rdeč lok. Barve v mavrici se prelivajo zaradi zveznega spektra sončne svetlobe, razmazanost barv v mavrici poudarijo še Sončevi žarki, ki niso povsem vzporedni, saj Sončev disk vidimo pod zornim kotom $0,5^\circ$.

Mavrične barve pa so odvisne tudi od velikosti kapljic. Čiste in izrazite barve opazimo na velikih kapljah s premerom enega do dveh milimetrov. Pri premerih okoli $0,5\text{ mm}$ je rdeča barva že precej oslABLJENA, pri kapljicah velikosti okoli $0,1\text{ mm}$ mavrica zbledi in komaj opazimo le še kak vijolični odtenek. Na kapljicah megle ali oblakov, katerih tipična velikost je okoli $0,01\text{ mm}$, opazimo belo mavrico. Kapljice so namreč že tako majhne, da pride do izraza uklon svetlobe. Žarki posameznih barv, ki izhajajo iz kapljice, se zaradi uklona pahljačasto razširijo. Uklon je za rdečo svetlobo bolj izrazit kot za vijolično, zato na majhnih kapljicah rdečica izginja in prevladuje modrikast odtenek. V skrajnem primeru, ko so kapljice velike kako stotinko milimetra, se močno uklanja tudi svetloba kratkovalovnega dela spektra - barve se prekrijejo in rezultat tega je bel lok.

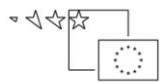
Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitev

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev so na voljo na naslovu:

<http://kompetence.uni-mb.si/>

2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

Naslov:	Kratek opis:
---------	--------------



http://www.kvarkadabra.net/index.html?/vprasanja/teksti/mavrica.htm	Članek o fizikalnem ozadju mavrice.
http://en.wikipedia.org/wiki/Rainbow	Opis in razlaga nastanka mavrice.
http://www.mali-znanstvenik.si/mali-znanstvenik-odkriva/svet-barv	Opis poskusa naredi mavrico sam.
http://www.presek.si/6/372-Tomazic.pdf	Nastanek mavrice.
http://www.scribd.com/doc/18967370/42-Rainbow-Scientific-Explanation	O mavrici.

3. Dodatne informacije poiščite s pomočjo spletnih iskalnikov (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: *nastanek mavrice*, *mavrica*, *rainbow*.

V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosojnici pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1) ni potrebno citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.

Mavrica 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



Mavrica prvega in drugega reda

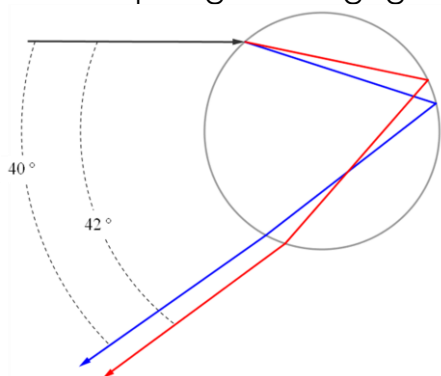




Mavrica ob Niagarskih slapovih, ZDA

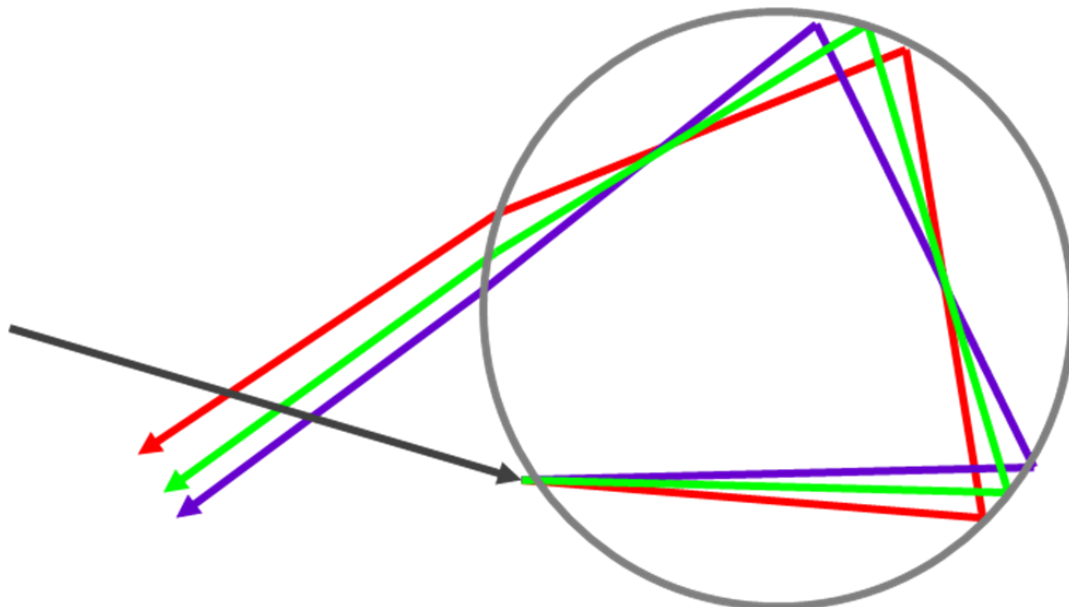


Mavrica prvega in drugega reda

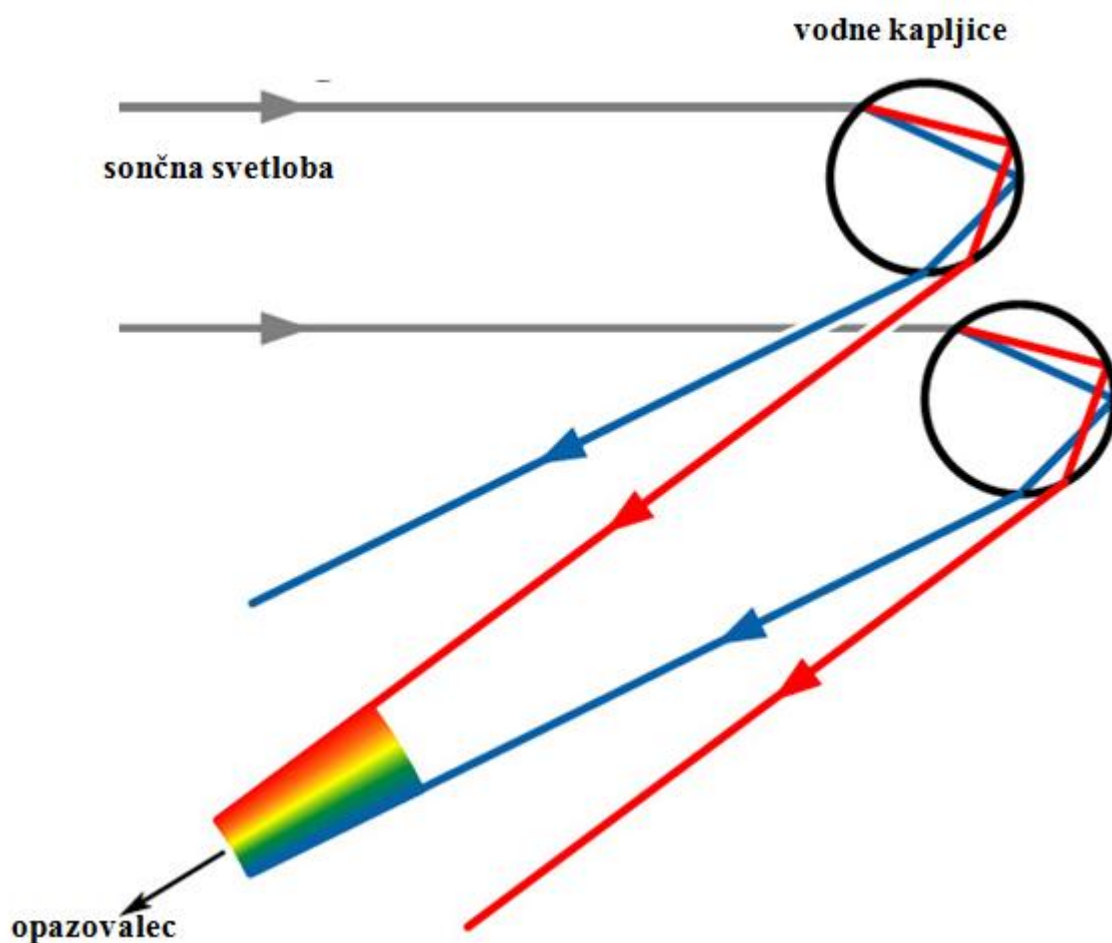




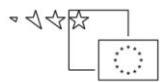
Mavrica prvega reda



Mavrica drugega reda (Vaupotič, N. (2007). Dostopno na d111.fnm.uni-mb.si/moodledata/21/.../svetloba-dec05-www2.ppt



Mavrica (povzeto po Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2005). *Fundamentals of Physics*. United States of America: John Wiley & Sons Inc.)

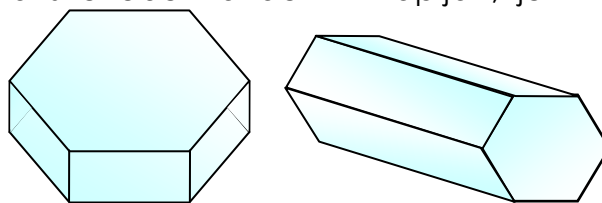


Skupina 4: Haloji

Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s pomočjo katere boste obravnavano tematično predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam služi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s pomočjo spletnega iskalnika. Pri izdelavi prosojnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosojnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Kaj je halo?

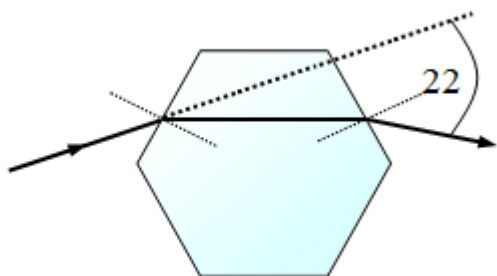
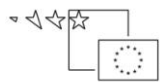
Halo je barvni obroč, ki se pojavi okoli Sonca ali Lune. Za razliko od nastanka mavrice, do katere pride zaradi loma svetlobe na dežnih kapljah, je vzrok za nastanek haloja lom svetlobe na ledenih kristalčkih. Dežne kapljice približno okrogle in v prostoru nimajo določene orientacije. Drugače pa je s kristalčki ledu, ki imajo po navadi obliko heksagonalne prizme, tako da



Slika: Tipične oblike ledenih kristalov.

lahko v prostoru zavzamejo določeno orientacijo. Ločimo podolgovate kristalčke (heksagonalne stebričke) in heksagonalne ploščice, kot je prikazano na sliki 1. Če nanje posvetijo Sončni žarki, se le-ti v njih lomijo in odbijajo, kar privede do različnih zanimivih optičnih pojavov, ki jih imenujemo »halo«.

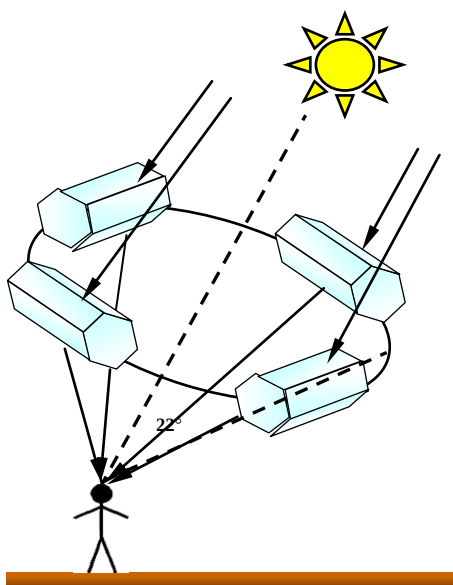
Kristalčki, ki privedejo do nastanka haloja se nahajajo tipično na 8-10 km nadmorske višine, kjer je dovolj hladno. Tvorijo prosojne oblake, ki zastirajo nebo. Rast kristalov je pogojena z nalaganjem vodne pare na majhne prašne delce. Če je vodne pare dovolj in je temperatura dovolj nizka (manj kot -6°C) začnejo kristali rasti. Počasnejša kot je njihova rast, bolj pravilne oblike tvorijo. Pod ugodnimi pogoji lahko tako nastanejo relativno veliki kristali pravilnih oblik. Nastali kristalčki počasi padajo proti tlom. Če so zelo majhni, padajo sicer zelo počasi, a pri tem ne zavzamejo posebne orientacije. Dovolj veliki kristalčki pa padajo hitreje in se ob tem postavijo v določeno lego, v kateri je zračni upor največji. Stebrički so obrnjeni tako, da je njihova dolga os vzporedna s tlemi, pri ploščicah pa je s tlemi vzporedna osnovna ploskev. Če je plast oblakov dovolj tanka, da lahko skozi njo posijejo sončni žarki (ali da lahko skozi njo prodre lunina svetloba), nastane halo. Poznamo več vrst optičnih pojavov, ki jih imenujemo s skupnim imenom halo, pri čemer je najpogostejša oblika mali halo. To je belkast obroč, s polmerom 22° okoli Sonca ali Lune.



Slika: Pot žarka skozi kristal ledu.

22-stopinjski halo

Kot smo omenili je razlog za nastanek obroča okoli Sonca ali Lune prehod svetlobnega žarka skozi kristal ledu. Na sliki 2 je prikazana pot žarka skozi kristal. Ker

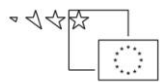


Slika: K nastanku 22 ° haloja prispevajo kristali, ki ležijo na obroču 22 ° od Sonca.

ima led večji lomni količnik ($n=1.31$) kot zrak ($n=1$), se le-ta lomi pri prehodu v in iz kristala. Vpadni kot je seveda poljuben (odvisen je od tega, kako je kristal v zraku obrnjen), a smer izhodnega žarka se pri tem spremeni zelo malo in kot med vpadnim in izhodnim žarkom ni nikoli manjši kot 22 °. Ko tako svetloba pada na kristalčke, so ti sicer poljubno orientirani, a največja koncentracija žarkov je vedno pri odklonskem kotu 22 °. Zato obroč okoli Sonca ali Lune tudi zaznamo pri tem kotu, kot je prikazano na sliki 3. Seveda kristalčki ledu ne ležijo izključno na tem obroču, toda naše oko zazna le svetlobo, ki je prepotovala skozi kristale ležeče 22 ° od Sonca ali Lune. Ker je na nebu po navadi več milijonov kristalčkov, se najde dovolj takšnih, ki izpolnjujejo ta pogoj. Ob ugodnih razmerah lahko v haloju zaznamo tudi nekaj barv. Notranjost obroča je rjavkasto rdeča, medtem ko je zunanji rob belkasto moder.

Razlog za to je, podobno kot pri mavrici, nekoliko različne vrednosti lomnih kotov za svetlobo z različnimi valovnimi dolžinami; modra svetloba se pri prehodu skozi kristal odkloni nekoliko bolj. Za 22-stopinjski halo je na nebu potrebna navzočnost kristalčkov z vsemi možnimi orientacijami. A kot smo omenili zgoraj, kristali zaradi zračnega upora padajo v točno določeni orientaciji, kar privede do dodatnih optičnih pojavov, ki so opisani v nadaljevanju.

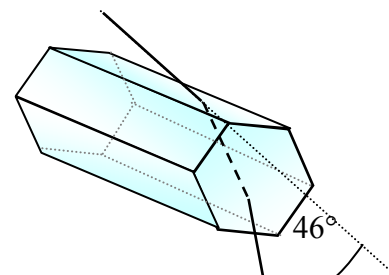
Sosonca in tangecialni lok k 22-stopinjskemu haloju



Kadar stebričasti kristalčki padajo z vzdolžno osjo v vodoravni smeri, poleg 22° haloja opazimo tudi lok, ki leži nad Soncem ali Luno, in se ga v najvišji točki tudi dotika. Pojav imenujemo zgornji tangecialni lok, njegova oblika pa je odvisna od višine Sonca nad obzorjem. V primeru, da je Sonce zelo visoko (nad 30°), lahko opazimo tudi spodnji tangecialni lok, ki se 22 -stopinjskega haloja dotika s spodnje strani.

V primeru, da je Sonce dovolj nizko in ledini kristalčki z obliko heksagonalne ploščice padajo tako, da je osnovna ploskev vzporedna s tlemi, se na levi in desni strani haloja, v isti liniji kot je Sonce, pojavita svetli lisi. Ker sta lisi primerljivi s podobo Sonca, ju imenujemo sosonci. Pojav lahko opazimo tudi ob svitu polne Lune (vidimo soluni).

Človek se upravičeno vpraša, kako je mogoče, da lahko 22 -stopinjski halo, tangecialni lok in sosonci na nebu vzremo hkrati, ko pa vsak pojav zahteva svojo orientacijo določenih kristalov. Razlog je v tem, da ozračje ni nikoli povsem mirno. Veter in turbulence onemogočajo enolične orientacije kristalov. Ker je kristalčkov ogromno, se tako v množici najde veliko takšnih, ki vodijo do pojava sosonc in tangecialnega loka. Veliko pa je takšnih, ki so obrnjeni popolnoma naključno, zaradi česar vidimo 22 -stopinjski halo. Iz tega razloga se pogosto tudi zgodi, da cel obroč ni povsod enako izrazit. Na območjih, kjer so orientacije kristalov dovolj pomešane ga vidimo dobro, kjer pa kristali padajo zelo složno, je halo manj izrazit.



Slika 4. Pot žarka skozi kristal, ki privede do 46° haloja.

46-stopinjski halo

Žarek svetlobe lahko skozi stebričast kristal potuje tudi tako, da je lomni kot 46° , kot je prikazano na sliki 4. V tem primeru žarek vstopi skozi stransko ploskev izstopi pa skozi osnovno. Pri tovrstnem prehodu nastane veliki halo, čigar polmer je 46° , mehanizem nastanka pa je praktično enak kot pri malem haloju. A žal do pojava velikega haloja pride zelo redko; verjetnost zanj je približno dvajsetkrat manjša kot za mali halo. Razlog je v tem, da ploskve kristalov, ki bi omogočile lom pod 46° niso idealno gladke, tako da takšen lom ni izrazit. Poleg tega je veliki halo redko viden v celoti, saj redkokdaj obstajajo oblaki ledenih kristalov, ki bi enakomerno pokrivali tako velik del neba, kot to zahteva veliki halo.

Obravnavali smo le nekaj najbolj znanih optičnih pojavov, ki nastanejo kot posledica loma svetlobe na ledenih kristalih. Dejansko obstaja še več vrst halojev in njim sorodnih optičnih pojavov, ki jih nismo omenjali.

Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitve

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev so na voljo na naslovu:

<http://kompetence.uni-mb.si/>



2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

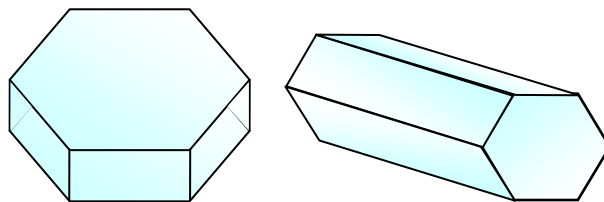
Naslov:	Kratek opis:
http://www.kvarkadabra.net/index.html?pojavi/teksti/optika_atmosfera.htm	Članek mavrici in halojih, v slovenskem jeziku.
http://www.gea-on.net/clanek.asp?ID=842	Na kratko o halojih.
http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/opt/ice/halo/46.rxml	Informacije in fotografija 46 ° haloja.
http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/opt/ice/halo/22.rxml	Informacije in fotografija 22 ° haloja.
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/halo.html#c1	Informacije o halojih.

3. Dodatne informacije poiščite s pomočjo spletnih iskalnikov (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: *22 halo*, *46 halo*, *tangent arcs* (*tangencialni lok*), *sun dogs* (*sosonci*).

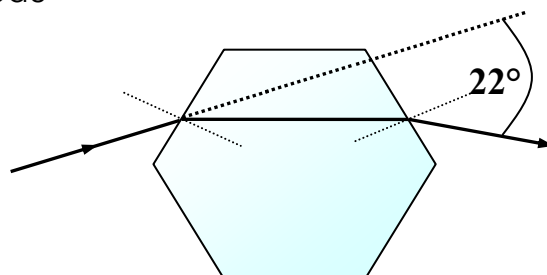
V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosojnici pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1) ni potrebno citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.



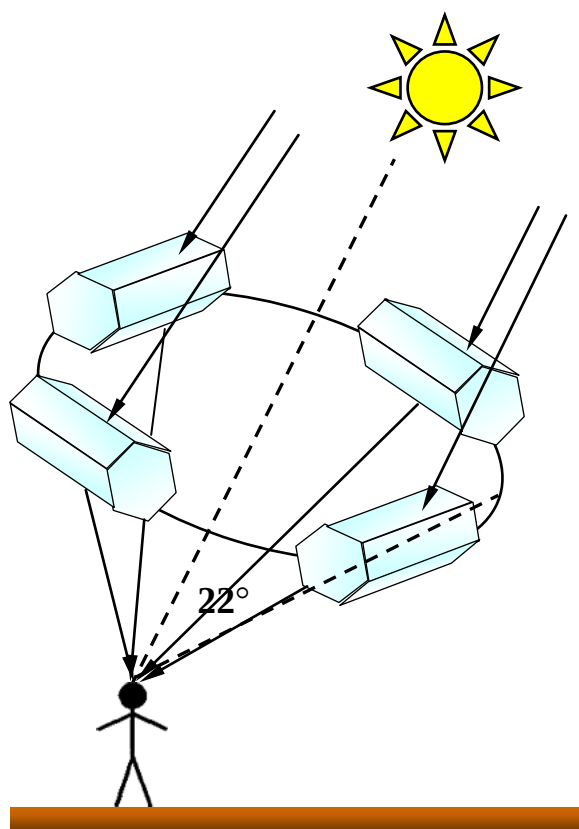
Tipične oblike ledenih kristalov (heksagonalni stebrički in heksagonalne ploščice)



Pot žarka skozi kristal ledu



K nastanku 22 ° haloja prispevajo kristali, ki ležijo na obroču 22 ° od Sonca.





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



Mali 22-stopinjski halo okoli Sonca



Vir: Robert Greenler, *Rainbows, Halos, and Glories*,
(Cambridge University Press, Cambridge, 1980)

Mali 22-stopinjski halo okoli Lune



Vir: <http://www.troyjohnstone.com/astrophotography/>

Sosonci nad Mariborom

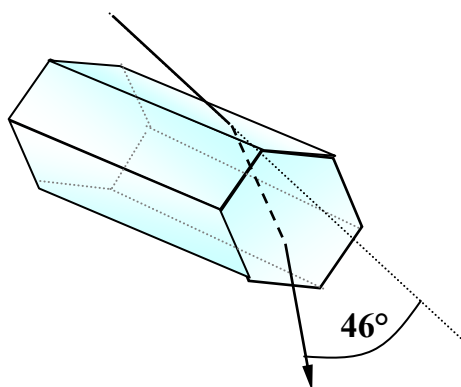




Levo sosonce (levo spodaj je Oddajni center Pohorje)



Lom žarka, ki privede do velikega 46-stopinjskega haloja



22 in 46-stopinjska haloja okoli Sonca



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

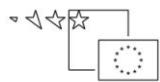


Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad



Vir: <http://weatherglossary.owlinc.org/weathgloss3.html>

Za vašo predstavitev bi bilo dobro, da za vsak primer haloja dodate še več slik, do katerih pridete na navedenih spletnih straneh in s pomočjo spletnih iskalnikov.



Skupina 5: Avreole in glorijs

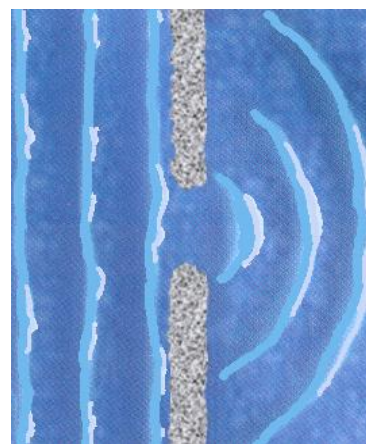
Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s pomočjo katere boste obravnavano tematično predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam služi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s pomočjo spletnega iskalnika. Pri izdelavi prosojnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosojnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Kaj je avreola?

Avreola je optični pojav, pri katerem okoli polne Lune ali Sonca nastane en ali več koncentričnih barvnih krogov (vencev), ki imajo premere le nekajkrat večje kot je premer Lune ali Sonca (do 10°). Čeprav so velikost, intenziteta in barve vencev odvisne od zunanjih dejavnikov, je tipičen venec na notranji strani modrikast, znotraj bel, zunanji rob pa rjavo rdeč. Več koncentričnih vencev se vidi bolj redko, le ob pravšnjih vremenskih in svetlobnih razmerah. Avreola, včasih poimenovana tudi korona, se večkrat opazi okoli Lune kot okoli Sonca, saj je Sonce tako svetlo, da jo opazovanje optičnih pojavov v njegovi neposredni bližini zelo oteženo.

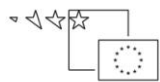
Uklon svetlobe in nastanek avreole

Za razliko od mavrice in haloja, ki nastaneta kot posledica loma in odboja svetlobe v kapljicah in ledenih kristalih, je pri nastanku avreole fizikalno ozadje povsem drugačno. Tukaj je ključnega pomena uklon svetlobe na mikroskopsko majhnih kapljicah vode ali kristalčkih ledu, ki lebdiijo v zraku. Uklon v splošnem povezujemo s pojavi, pri katerih val naleti na oviro ali majhno odprtino, režo. V tem primeru se val ukloni in prodre v geometrijsko senco – to je prostor za oviro, ki ga valovanje brez tega, da bi se uklonilo, ne bi doseglo. Primer uklona valov na vodi si lahko ogledate na sliki 1. Uklonski pojavi so najbolj izraziti, ko je velikost reže primerljiva z valovno dolžino valov.

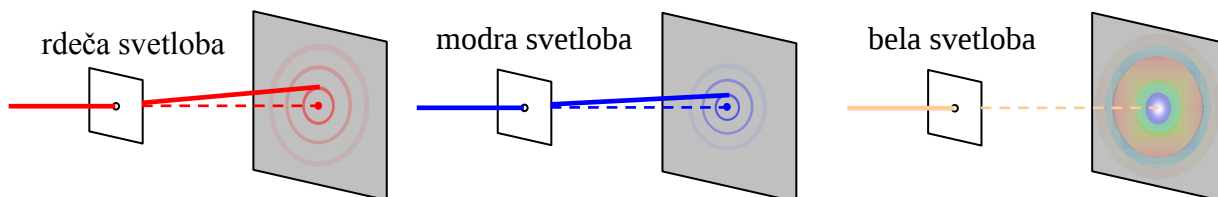


Slika 1. Uklon ravnih morskih valov.

Tudi poskusi z vidno svetlobo pričajo o njeni valovni naravi. Vemo, da je vidna svetloba elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami od ~ 400 nm (modro-vijolična barva) do ~ 700 nm (rdeča barva). Za uklanjanje svetlobe so tako potrebne reže ali ovire velikosti do nekaj μm . Uklon svetlobe najlažje preverimo s poskusom prikazanim na sliki 2. Na majhno režo posvetimo z monokromatsko svetlobo (takšno, v kateri je vsebovana le ena valovna dolžina). Na zaslonu se pojavi vzorec svetlih in temnih koncentričnih krogov. Velikost nastalih krogov je odvisna od velikosti reže ter od valovne dolžine svetlobe: i) večja kot je reža, manjši bodo



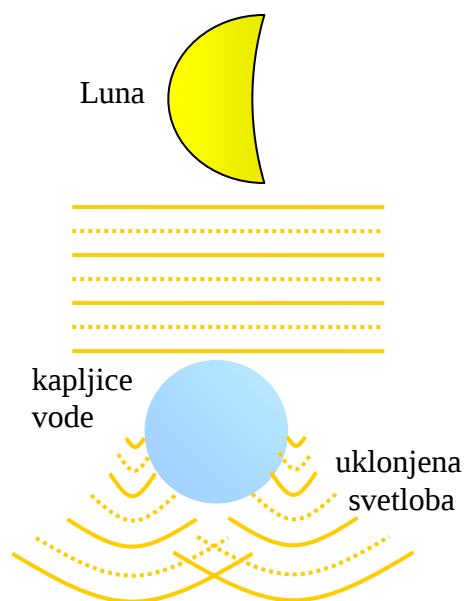
premeri nastalih krogov, ii) večja kot je valovna dolžina svetlobe, večji bodo krogi. To je razvidno iz primerjave med levo in sredinsko shemo na sliki 2, kjer so premeri krogov pri rdeči svetlobi, ki ima večjo valovno dolžino, znatno večji. Posebej zanimiv je primer, ko za poskus uporabimo belo svetlobo (desna shema na sliki 2), v kateri je zajet cel spekter vidne svetlobe. Ker se svetloba z različnimi valovnimi dolžinami uklanja pod različnimi koti, na zaslonu dobimo barvne kroge. V vseh primerih intenziteta uklonske slike pada, ko se pomikamo stran od središča zaslona.



Slika 2. Uklon monokromatske rdeče in modre svetlobe ter uklon bele svetlobe, v kateri so zastopane vse valovne dolžine.

Zelo podobno uklonsko sliko bi dobili tudi v primeru, če bi namesto na majhno luknjico posvetili na majhno kroglico. Takšno situacijo imamo pri nastanku avreole okoli Lune ali Sonca (lahko pa tudi okoli umetnega vira svetlobe, npr. ulične svetilke). Kadar je v zraku veliko drobnih kapljic ali ledenih kristalčkov (njihova velikost mora biti primerljiva z valovno dolžino svetlobe, torej nekaj mikrometrov), se svetloba na poti do naših oči uklanja. Če je kapljic veliko in so le-te približno enake velikosti, se uklonske slike na posameznih kapljicah združijo in venci okoli vira svetlobe postanejo dobro vidni. Oblika vencev pa je odvisna tudi od velikosti kapljic; manjše kot so kapljice, večji so premeri vencev.

Kot zanimivost naj omenimo, da delci, na katerih se svetloba uklanja ne rabijo biti prozorni (kot npr. pri mavrici). Tako lahko do pojava avreole pride tudi ob dovolj visoki koncentraciji cvetnega prahu v zraku. Tako nastali venci pogosto niso okrogli, ker tudi pelodi niso okroglih oblik; pomembno je le, da so dovolj majhni.



Slika 3. Uklon Lunine svetlobe na kapljicah v oblakih.

Kaj je glorijsa?

Kadar na človeka posije Sonce, za njim pa je megla, na katero pada človekova senca, lahko v določenih okoliščinah okoli sence od glave nastanejo barvni venci, ki so podobni tistim pri avreoli. Zaradi podobnosti s svetniškim sijem (zunanje



znamenje, ki priča o svetosti osebe), je ta pojav v preteklosti buril duhove. A danes vemo, da na delu niso višje sile, pač pa uklon svetlobe. Glorijo lahko opazimo tudi iz letala. V tem primeru venci nastanejo okoli sence letala, ki leži na vrhah oblakov. Točna fizikalna razlaga pojava glorije je dokaj zapletena, saj glorija nastane nasproti Sonca in ne v smeri vira svetlobe. Poenostavljeno lahko povemo, da se Sončeva svetloba od megle ali oblaka najprej odbije, preden se ukloni na kapljicah in prispe do naših oči.

Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitve

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev so na voljo na naslovu:

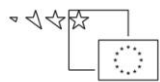
<http://kompetence.uni-mb.si/>

2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

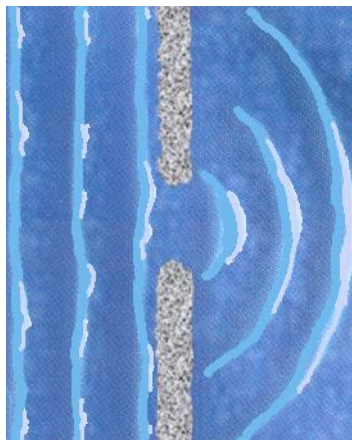
Naslov:	Kratek opis:
http://www.atoptics.co.uk/droplets/corform.htm	Opis uklona svetlobe na kapljicah in nastanka korone; v angleškem jeziku.
http://www.dewbow.co.uk/bows/corona7.html	Fotografije in informacije o avreoli.
http://www.atoptics.co.uk/droplets/glory.htm	Informacije o nastanku glorije.
http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/157200	Definicija in fizikalno ozadje nastanka glorije.

3. Dodatne informacije poiščite s pomočjo spletnih iskalnikov (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: *aureola*, *diffraction of light*, *glory optical phenomenon*, *glory optics*.

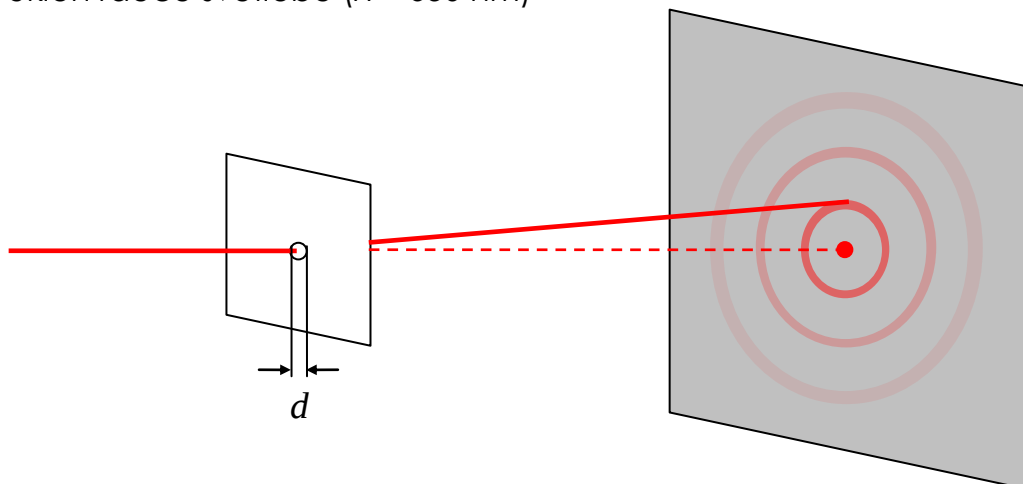
V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosojnici pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1) ni potrebno citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.



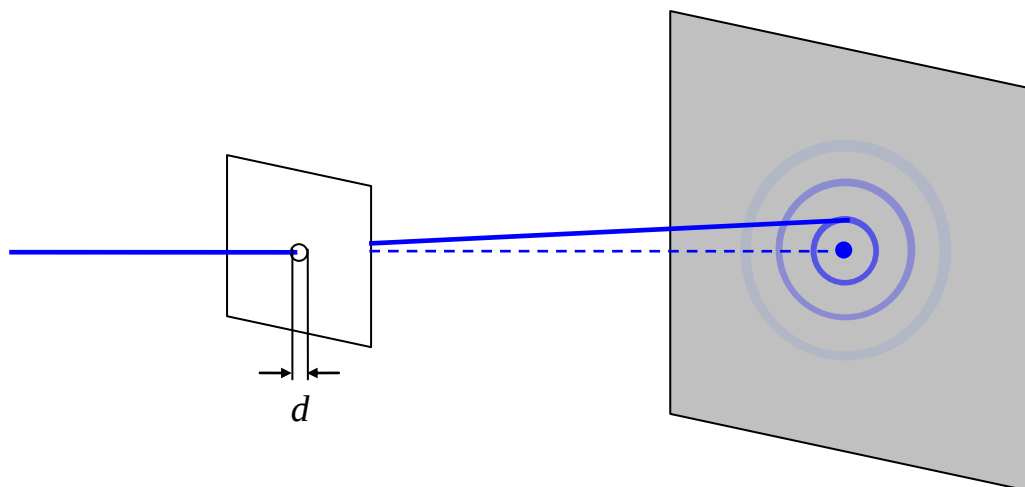
Uklon valov na vodi



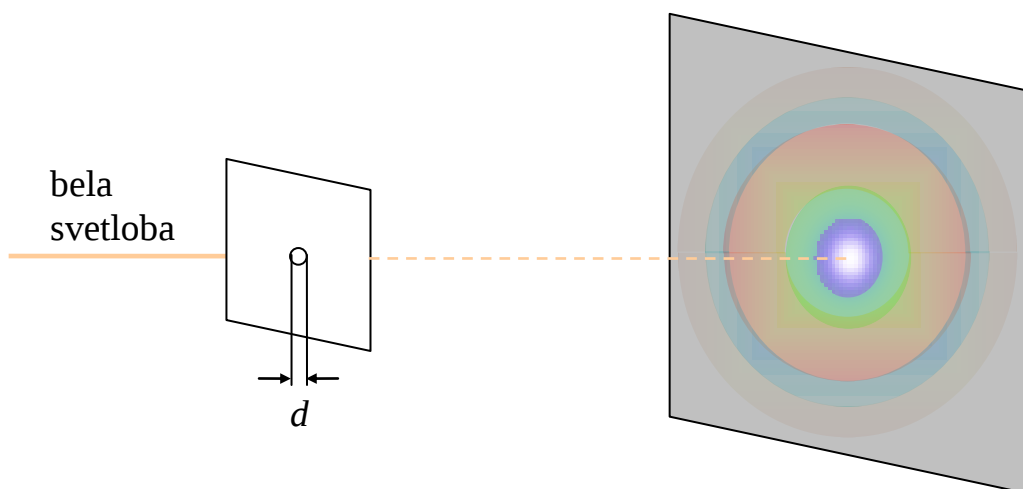
Uklon rdeče svetlobe ($\lambda = 650 \text{ nm}$)



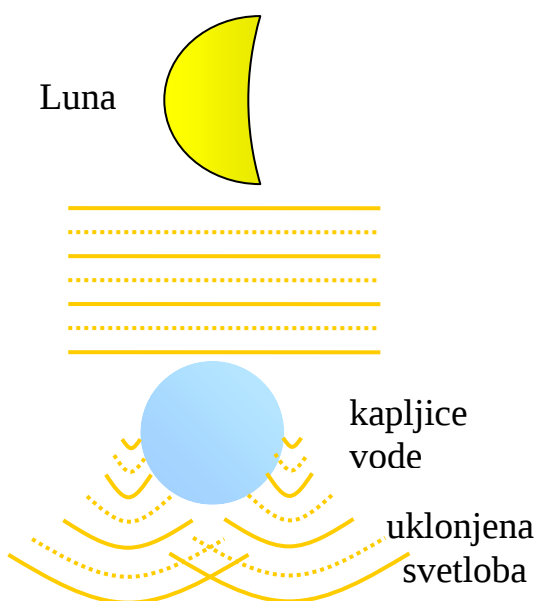
Uklon modre svetlobe ($\lambda = 450 \text{ nm}$)



Uklon bele svetlobe (zvezen spekter, v katerem so zajete vse valovne dolžine)

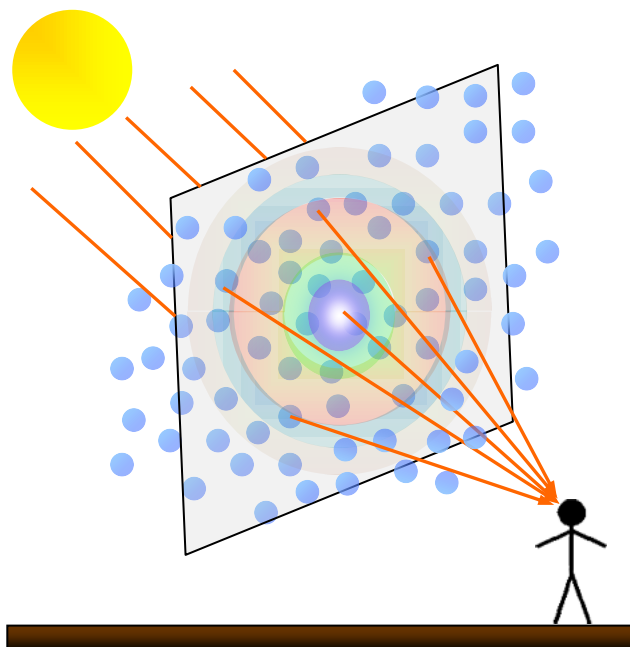


Uklon Lunine svetlobe na kapljicah v oblakih





Avreola je skupna svetloba, ki je bila na poti do naših oči uklonjena na milijonih posameznih kapljic



Avreola okoli Sonca



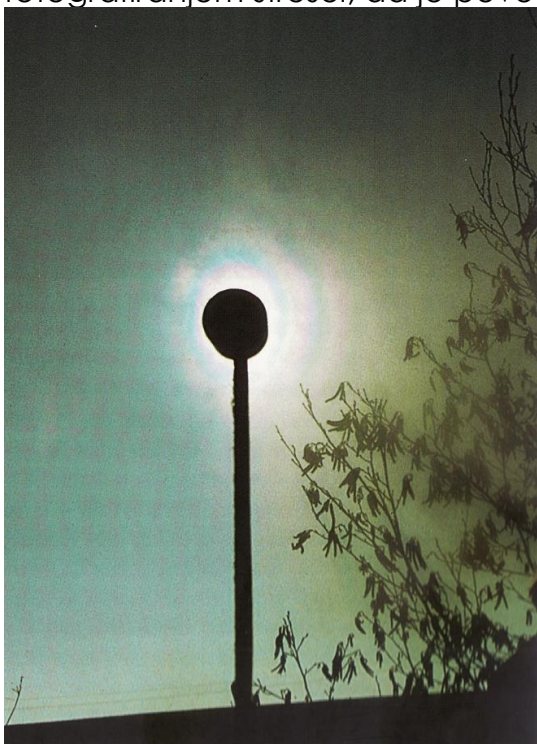
Vir: Robert Greenler, *Rainbows, Halos, and Glories*,
(Cambridge University Press, Cambridge, 1980)



Avreola okoli Lune



Avreola okoli Lune povzročena zaradi pelodnih zrn v zraku. Fotograf je drevo pred fotografiranjem stresel, da je povečal koncentracijo peloda.



Vir: Kristian Schlegel, *Vom Regenbogen zum Polarlicht*, (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 2001)



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

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

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

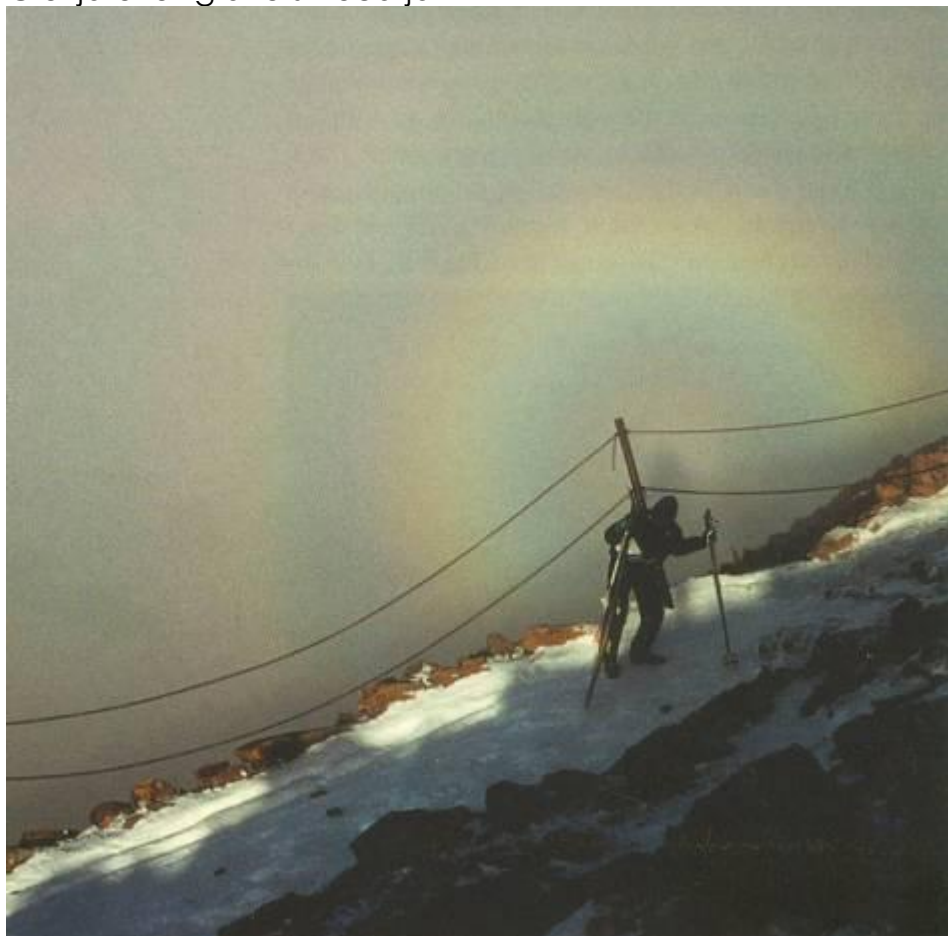
t: 01 400 54 00, f: 01 400 53 21



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



Glorija okoli glave smučarja





PREDVPRAŠALNIK ZA DIJAKE O IZDELAVI PowerPoint PREDSTAVITVE

Navodilo za izpolnjevanje:

Pred seboj imate vprašalnik, s katerim želimo izvedeti več o vašem poznavanju predstavitev izdelanih s pomočjo programa Microsoft Office PowerPoint. Vaša naloga je, da skrbno preberete vprašanja, temeljito razmislite in iskreno odgovorite.

Nekatera vprašanja zahtevajo pisni odgovor, pri nekaterih pa le naredite križec, v kvadratke pred ustreznim odgovorom.

Sodelovanje pri izpolnjevanju vprašalnika v nobenem primeru ne vpliva na vaše ocene pri fiziki, saj je anonimen. Zanimajo nas vaše izkušnje in vaše poznavanje izdelav predstavitev. Zato je najbolj pomembno, da poskušate biti v svojih odgovorih čim bolj natančni, da odgovarjate tako, kot resnično mislite.

Zagotavljamo vam popolno zaupnost podatkov. Vprašalnik vsebuje skupno 12 vprašanj. Izpolnjevanje vprašalnika časovno ni omejeno, zato si vzemite dovolj časa in ga v miru izpolnite.

ŠIFRA DIJAKA:

I. DEL (splošni podatki)

1. Spol: ☐ M ☐ Ž
2. Starost: ☐ let ☐ in ☐ mesecev
3. Kakšen uspeh ste dosegli do sedaj? Napišite številčne ocene.

	1. letnik	2. letnik	3. letnik
splošen učni uspeh			
biologija			
kemija			
fizika			

4. Katera predmeta boste izbrali za maturo?

5. Kje imate stalno bivališče? ☐ na vasi ☐ v manjšem mestu ☐ v večjem mestu

II. DEL (poznavanje programa PowerPoint)

1. Ste že kdaj slišali za program Microsoft Office PowerPoint? ☐ DA ☐ NE
2. Ali se že kdaj izdelali predstavitev s PowerPoint-om? ☐ DA ☐ NE
3. Ocenite, koliko znate uporabljati PowerPoint? ☐ dobro ☐ srednje ☐ slabo
4. Zapišite glavne točke predstavitve neke teme.

5. Koliko besed ali alinej lahko največ vsebuje ena prosojnica?

- ☐ 15 besed ali 3 alineje
☐ 30 besed ali 8 alinej
☐ 45 besed ali 10 alinej
☐ Drugo:



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



6. Kaj vse morate vedeti o izdelovanju prosojnic v PowerPointu, da bo sama predstavitev neke teme čim bolj nazorna?

7. Kako dobremu govorcu služijo prosojnice?

Najlepša hvala za sodelovanje.

**VPRAŠALNIK ZA DIJAKE O IZDELAVI PowerPoint PREDSTAVITVE****Navodilo za izpolnjevanje:**

Pred seboj imate vprašalnik, s katerim želimo izvedeti več o tem, kaj ste se naučili ob izdelavi predstavitve s pomočjo programa Microsoft Office PowerPoint. Vaša naloga je, da skrbno preberete vprašanja, temeljito razmislite in iskreno odgovorite. Nekatera vprašanja zahtevajo pisni odgovor, pri nekaterih pa le naredite križec, v kvadratik pred ustreznim odgovorom. Sodelovanje pri izpolnjevanju vprašalnika v nobenem primeru ne vpliva na vaše ocene pri fiziki, saj je anonimno. Zanimajo nas vaše izkušnje in vaše mnenje o učenju in poznavanju izdelave predstavitev. Zato je najbolj pomembno, da poskušate biti v svojih odgovorih čim bolj natančni, da odgovarjate tako, kot resnično mislite oz. mislite. Zagotavljamo vam popolno zaupnost podatkov. Vprašalnik vsebuje skupno 7 vprašanj. Izpolnjevanje vprašalnika časovno ni omejeno, zato si vzemite dovolj časa in ga v miru izpolnite.

ŠIFRA DIJAKA:1. Kako bi ocenili svoje delo s programom Microsoft Office PowerPoint? ☐ uspešno ☐ srednje ☐ neuspešno2. Ali so bila navodila za delo s PowerPointom dovolj jasna? ☐ da ☐ srednje ☐ ne

3. Kaj ste se novega naučili pri sami izdelavi prosojnic?

4. Kje ste naleteli na težave pri izdelavi prosojnic?

1. V čem ste se počutili suverenega pri predstavitvi s pomočjo prosojnic?

6. Ali vidite kakšne omejitve prosojnic?

7. Ocenite, koliko sedaj znate uporabljati PowerPoint? ☐ dobro ☐ srednje ☐ slabo

Najlepša hvala za sodelovanje.



Opazovalni list profesorja

Skupina dijakov:

(po šifrah navedite dijake)

Spremljajte predstavitev skupine in ocenite naslednje segmente

- razločnost predstavitve ☐ dobra ☐ srednja ☐ slaba
- barvna kompozicija prosojnic ☐ primerna ☐ srednje ☐ neprimerna
- slike ali sheme ☐ primerne ☐ srednje ☐ neprimerne
- čas nastopajočega ☐ ustrezen ☐ srednje ☐ neustrezen
- prepričljivost nastopajočega ☐ ustrezna ☐ srednje ☐ neustrezna
- prosojnice
 - Na kaj so bili dijaki posebej pozorni?

- Kaj bi pri samih prosojnicah dijaki lahko izboljšali?

- nastop
 - Na kaj so bili dijaki pri samem nastopu posebej pozorni?

- Kaj bi lahko dijaki pri nastopu izboljšali?



Radioaktivnost in sevanje

Avtor: Matjaž Štuhec

Institucija: Samostojni raziskovalec

Strategija (metoda): eksperimentalno delo, interdisciplinarnost

Starostna skupina: 4. letnik SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo): Predvsem naslednje generične kompetence: sposobnost interpretacije, medosebna interakcija, prenos teorije v prakso

Umestitev v učni načrt: Jedrska fizika

Način evalvacije: subjektivna učiteljeva ocena skupinskega dela dijakov

Teoretični del

(Spremno gradivo za učitelje)

Uvod

Kaj ugotovimo, če anketiramo naključne odrasle, ki so končali vsaj osnovno šolanje in jim postavljamo različna vprašanja v zvezi z radioaktivnostjo in z njo povezanim sevanjem? Skušamo npr. preveriti razumevanje osnovnih pojmov, ki jih srečamo tudi v vsakdanjem življenju (če ne drugje, v časopisnih poročilih o nesrečah, obračunih med vohuni ipd.), ali pojavov, ki bi nam utegnili kdaj tudi osebno koristiti (pri ocenjevanju tveganja za zdravje pri izpostavitvi sevanju, ali pa vsaj pri zavzemanju stališč o miroljubni uporabi radioaktivnosti).

Značilna splošna vprašanja lahko uporabimo tudi za preverjanje predznanja učencev:

- Kaj je radioaktivnost in radioaktivno sevanje?
- Kako radioaktivnost oz. sevanje zaznamo?
- Od kod prihaja sevanje?
- Ali je sevanje nevarno?

Pri pouku fizike večkrat ni dovolj časa za podrobnejše obravnavanje radioaktivnosti, navadno se omejimo na razlago osnovnih fizikalnih pojmov. Obstaja pa množica poljudnih prispevkov, ki jih pripravljajo npr. ustanove, ki skrbijo za osveščanje prebivalstva v zvezi z miroljubno uporabo radioaktivnosti, ali za varstvo pred sevanji. Velik del snovi lahko učenci povzamejo tudi s spleta. Koliko je takšno posredovanje snovi učencem razumljivo, lahko preverimo sami. Oblikujemo npr. več skupin, od katerih vsaka predela isto snov, pri čemer si pomagajo z različnimi brošurami o radioaktivnosti, podatki s spleta in pripravi kratko predstavitev. Na koncu



učenci odgovarjajo na vprašanja in v skupni diskusiji z učiteljem skušajo pojasniti manj razumljive pojme.

Ko razlagamo snov, ki v vsakdanjem življenju ni intuitivno preprosto razumljiva, je še posebej pomembna izbira poudarkov in natančna razlaga osnovnih pojmov. Pogosto se zgodi, da zaradi nagnjenosti človeškega uma k iskanju različnih povezav in analogij z vsakdanjem svetom pri utrjevanju spomina, pride do preveč enostavnih in včasih celo napačnih in zavajajočih poenostavitev.

Kaj bodo torej učenci po letih šolanja še ohranili v spominu v zvezi z radioaktivnostjo, kar bi jim utegnilo v življenju koristiti, je verjetno odvisno od pristopa k razlagi in tudi od namena, ki ga ima predavatelj pri predstavitvi snovi.

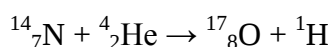
Osnove radioaktivnosti

Osnove radioaktivnosti predstavimo v klasičnem učnem programu fizike za srednje šole skozi zgodovinski razvoj in v postopnem usmerjanju pogleda pri opisovanju narave od molekul, atomov proti vse manjšim gradnikom snovi, atomskim jedrom. Učenci spoznajo, da so nekatera jedra nestabilna in oddaja energijo v obliki elektromagnetnega valovanja, ali sevanja delcev.

Z osnovnimi pojmi pa se srečajo učenci že prej, pri elektromagnetizmu, relativnosti in kvantni fiziki, zato predvidevamo, da ponovna razlaga ob spoznavanju radioaktivnosti ni potrebna. Pojave je mogoče razumeti z logičnim sklepanjem iz predhodnega znanja. Lahko pa se zgodi, da na koncu zmanjka časa za osvetlitev praktičnih vidikov radioaktivnosti in njene uporabe.

Lastnosti atomskega jedra spoznavamo skozi zgodovinski razvoj z nizanjem odkritij in spoznanj:

- Rutherford je v znamenitem poskusu odkril, da je atom sestavljen iz 10^{-15} m velikega jedra in elektronskega ovoja.
- Obstoj izotopov razkrijemo iz dejstva, da ima npr. svinec v rudi večjo atomsko maso kot svinec v uranovi oz. torijevi rudi.
- Možnost spreminjanja jeder lahko predstavimo npr. s prvo jedrsko reakcijo, ki jo prav tako izvedel Rutherford leta 1919, ko je z delci alfa streljal na dušik in iz bilance mas in naboja je sklepal na reakcijske produkte:

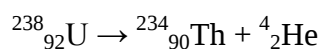


- Iz preučevanja reakcij se naučimo, da gre razlika med izmerjenimi masami začetnih jeder in reakcijskih produktov na račun vezave gradnikov jedra.

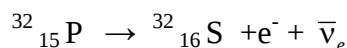


Spoznamo, da so gradniki jeder izredno močno vezani, z vezavnimi energijami $\sim 7\text{MeV}$ in da je le z dovolj energije mogoče sprožati jedrske reakcije. Energijske razlike so v primerjavi s kemijskimi reakcijami milijonkrat večje, zato jih je možno tudi zaznati v obliki masnih razlik ($E = mc^2$).

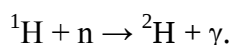
- Posvetimo se zgradbi atomskega jedra, gradnikom jedra protonom in nevtronom, razlikovanju med izotopi, stabilnosti jeder in končno jedrskim razpadom, ki jih razložimo na konkretnih primerih:
- radioaktivnost alfa - značilna je za težka jedra, za jedro je energijsko ceneje izločiti delec alfa (2 protona in 2 nevtrona) kot posamezni nukleon:



- radioaktivnost beta - nevtron se spremeni v proton in izseva odvečno energijo v obliki 2 delcev, elektrona in elektronskega antinevtrina (elektron se pri tem rodi v jedru, podobno kot foton pri prehodu v atomu):



- žarki gama pogosto spremljajo jedrske razpade, tipična reakcija pri kateri dobimo le žarke gama z energijami $2,2\text{ MeV}$ je npr. obsevanje vode z nevtroni, pri kateri se proton in nevtron združita v težki vodik devteron, ki pa ne more prevzeti kinetične energije, zato izseva brezmasni foton, delec gama:



Postopoma torej spoznavamo, da se pri radioaktivnih razpadih sprošča energija velikostnega reda MeV, ki jo lahko jedro odda v obliki sevanja delcev ali elektromagnetnega sevanja (ki je prav tako sevanje delcev, fotonov). Delci so lahko masivni in nabiti z dvojnimi pozitivnim nabojem (alfa), približno dva tisočkrat lažji, z enojnim nabojem (elektroni, pozitroni), ali pa brezmasni fotoni z nabojem nič. Sledi logičen sklep, da se izsevani delci alfa zaradi interakcije z okolico v snovi hitreje zaustavljajo kot delci beta, ti pa še hitreje kot sevanje gama.

Radioaktivnost v vsakdanjem življenju

Osnovne pojme radioaktivnosti lahko po drugi strani predstavimo v strnjeni in tudi splošni publiki razumljivejši razlagi osnovnih pojmov. Cilj poljudnih predstavitev je večkrat usmerjen k osveščanju javnosti in odpravljanju neracionalnega strahu pred radioaktivnostjo in z njo povezanim sevanjem. Obstaja pa nevarnost, da so nekateri pojmi preveč poenostavljeni, kar lahko privede do zavajajočih interpretacij.



Za razumevanje radioaktivnosti je potrebna vsaj osnovna razlaga zgradbe snovi, kjer povemo npr., da naše telo sestavlja nepredstavljivo število atomov, velikostnega reda 10^{27} , pri čemer smo zgrajeni pretežno iz elementov O, C, H, N, P, K. Skoraj vsa snov, iz katere so zgrajeni atomi pa je stisnjena v 10 000 - krat manjšem atomskem jedru. Medtem ko je vsa biološka in kemijska narava odvisna od elektronskega ovoja atomov, pa radioaktivnost izvira iz jedra. Jedra so stabilna le, če imajo uravnoteženo število nukleonov, to pomeni enako ali malo večje število nevtronov od števila protonov, sicer razpadajo.

Zanimivo je omeniti dejstvo, da je obstoj jedrske sile, ki povezuje protone in nevtrone v atomska jedra, nujen za obstoj raznolikosti kemijskih elementov v periodnem sistemu. Če bi obstajala le elektromagnetna sila, bi na vsem svetu obstajal en sam atom, atom vodika, ker se pozitivno nabiti protoni med seboj odbijajo.

Ogledamo si primer atoma ogljika, ki je razširjen v vsej živi naravi. Njegova kemijska identiteta je določena s številom elektronov v atomski ovojnici, s tem pa s številom protonov v jedru. C-12 je stabilna oblika ogljika, ima namreč enako število protonov, kot nevtronov. Poznamo pa tudi oblike, ki imajo različno število protonov in nevtronov. Rečemo jim izotopi, ker ležijo na istem mestu v periodnem sistemu elementov. Stabilen izotop ogljika je poleg C-12 tudi C-13, vsi ostali pa razpadajo, pri čemer oddajajo odvečno energijo s sevanjem:

izotop		C-11	C-10	C-9	C-14	C-15	C-16
življ. čas	20'	19'	1/8'	5730 let	3"	1"	

Pri radioaktivnem razpadu oddajajo atomska jedra višek energije v obliki sevanja:

- gama, je elektromagnetno valovanje podobno žarkom X, ki zlahka prehaja skozi snov in počasi slabi,
- beta (elektroni in pozitroni), z manjšim dosegom, ustavi ga nekaj mm kovine,
- alfa (skupki dveh protonov in nevtronov ali jedra helija 4), ki ga ustavi že list papirja.

Aktualna vprašanja in osvetlitev nekaterih pojmov

Kaj je to radioaktivnost in radioaktivno sevanje?

Večina ljudi si poleg dejstva, da je radioaktivno sevanje nevarno za zdravje, ponavadi zapomni še, da poznamo 3 vrste sevanja: alfa, beta in gama.



Za hip se zadržimo ob poimenovanju "radioaktivno sevanje" ki močno razjezi nekatere strokovnjake češ, da je radioaktivna lahko le snov, ki oddaja sevanje, sevanje samo pa je lahko le bodisi ionizirajoče ali neionizirajoče. Debata spada morda bolj na področje jezikovnih vojn, kot v strokovno diskusijo in spominja na prerekanja o poimenovanju sevanja kot "ionizirajoče" ali "ionizirno", kar s strokovnega stališča ni prav pomembno. Sevanje, ki spremlja radioaktivni razpad je seveda ionizirajoče, saj ima dovolj energije za ionizacijo atomov v okolici (čeprav pa meja med ionizirajočim in neionizirajočim sevanjem ni prav ostra, je v območju UV sevanja, energija za ionizacijo dušika je npr. 15 eV).

Poimenovanje "radioaktivno sevanje" se zdi povsem logično, kot sevanje, ki spremlja radioaktivnost, je pa lahko morda tudi zavajajoče. Učinek radioaktivnosti oz. sevanja glede na oddaljenost od vira je lahko razumljena napačno, če pozabimo na bistveno razliko med obema pojmom: na eni strani je radioaktivna snov, ki ima lastnost oddajanja sevanja ali delcev, na drugi pa je sevanje samo. Radioaktivna snov lahko v obliki oblaka prepotuje velike razdalje in je nevarna zaradi kontaminacije okolice in vnašanja v organizem (npr. v primeru jedrske nesreče še kilometre daleč), medtem ko ima sevanje točno določen doseg, odvisen od vrste sevanja.

Sevanje samo tudi ni nujno povezano z radioaktivnostjo. Po končanem zunanjem obsevanju pacienta ta ne oddaja sevanja pri še tako visokih dozah, saj je energija prenizka za aktivacijo atomskih jeder v telesu. Pač pa je z vnosom radioaktivnih snovi v telo, npr. pri pregledu ščitnice z radioaktivnim jodom ^{131}I , pacient še nekaj dni kontaminiran in oddaja sevanje gama.

Pri delitvi sevanja radioaktivnih jeder na alfa, beta in gama je najmanj kar smo storili, da smo pozabili na nevtrone, ki so pomemben del radioaktivnosti, tako za razumevanje delovanja jedrskih elektrarn, kot naravnih procesov, ki so pomembni pri nastanku vesolja. Čeprav pa je tudi res, da nevtrone na zemeljski površini komaj zaznamo. So pa pomemben vir obsevanja pilotov. V višinah nad 15 km je namreč znatno sevanje nevtronov, ki izhaja iz kozmičnega sevanja.

Preprosta delitev na alfa, beta in gama tudi sicer nima prav velike sporočilne vrednosti, lahko bi jim rekli tudi sevanje 1, 2 in 3, izvira pa iz zgodovinskega poimenovanja glede na odklon v magnetnem polju. S poudarjanjem delitve radioaktivnosti in sevanja na 3 bistvene vrste ustvarjamo preveč poenostavljen vtis, da gre za kvalitativno enak pojav.



Do težav pri razumevanju sevanja beta vodi tudi dejstvo, da pri njem nastane negativno nabiti delec elektron, ki ga učenci navadno srečajo že prej pri zgradbi atoma. Elektron dojemajo zgolj kot sestavni del atoma in jim ni jasno, kako se lahko le ta znajde v atomskem jedru.

Pri razlagi radioaktivnosti je zato pomembno da na ustrezen način razložimo, da gre za kvalitativno različne pojave v atomskem jedru, iz lastnosti posameznih razpadov jeder pa s preprostim sklepanjem sledijo različne lastnosti sevanja delcev alfa, beta in sevanja gama, kot so prodornost in učinki na človeško telo.

Kako zaznavamo radioaktivnost in sevanje?

Radioaktivnost in sevanje, ki izvira iz radioaktivnih virov, zaznavamo v osnovi s podobnimi instrumenti, ki večinoma izkoriščajo lastnost sevanja, da ionizira atome okolice. Pri merilnikih radioaktivnosti iz izmerjenega signala sklepamo na aktivnost vira, umerjeni so torej v Becquerelih, to je v številu razpadov nekega vira na sekundo. Umeritev takšnih merilnikov ni preprosta, pomagati si moramo s kemijskimi postopki.

Pri merilnikih doze sevanja pa nas zanima predvsem učinek sevanja na okolico, zato število ionov, ki jih izmeri detektor, preračunamo na absorbirano energijo v enotah J/kg, imenujemo jo gray. Le v redkih primerih lahko z zahtevnimi meritvami izmerimo absorbirano energijo neposredno iz spremembe temperature, saj je ta zelo majhna (velikostnega reda detektisočink stopinje).

Kadar pa nas zanima učinek sevanja na človeško telo, smo v še večjih težavah, saj absorbirane energije sploh ne moremo izmeriti neposredno v tkivu. Pri določanju ekvivalentne doze, ki jo merimo v sievertih, si zato pomagamo z ocenami. Tkivo predstavimo v prvem približku kot vodo in merimo absorbirano dozo v vodi. Poleg tega pa moramo upoštevati, da ima sevanje alfa zaradi velike sposobnosti ionizacije na svoji poti 20 krat večjo učinkovitost za biološke poškodbe pri enaki absorbirani dozi kot sevanje gama in beta.

Ali sta radioaktivnost in z njo povezano sevanje nevarna za zdravje?

Besede sevanje se drži slab sloves škodljivosti, čeprav je verjetno škodljivo toliko kot voda, ki je hkrati nujna za življenje, po drugi strani pa ga lahko ogroža, če je preveč deroča.



Narava je zgrajena tako, da je povsod okrog nas, pa tudi v nas samih že od rojstva prisotna radioaktivnost, npr. v naših kosteh se kopiči radioaktivni radij, v drugih delih telesa, npr. predvsem mišicah pa tudi radioaktivni kalij. Majhne količine naravnih radioaktivnih snovi neprestano vnašamo v telo s hrano in dihanjem, izpostavljeni smo tudi kozmičnemu sevanju iz vesolja. Po drugi strani smo ionizirajočemu sevanju občasno izpostavljeni pri medicinskih pregledih. Povprečne letne doze, ki smo jim izpostavljeni v naravnem okolju znašajo v svetovnem merilu približno 2,4 mSv. V nekaterih krajih pa so lahko tudi do 100 krat višje.

vir	doza (mSv)
kozmično sevanje	0,39
sevanje gama iz zemlje	0,46
notranje obsevanje	0,23
radon	1,3
medicina	0,3

Tabela: Letne povprečne svetovne vrednosti doz, ki smo jim izpostavljeni zaradi naravnega in umetnega ionizirajočega sevanja.

Učinke ionizirajočega sevanja na telo delimo na tiste pri majhnih dozah sevanja, ki so na ravni naravnega sevanja in učinke pri visokih dozah, ki so velikostnega reda 1 Sv. V prvem primeru so učinki slučajni. To pomeni, da obstaja določena verjetnost, da se pojavijo, niso pa nujni. Dosedanja spoznanja kažejo, da se v tem primeru verjetnost za nek učinek (npr. pojav raka) z naraščanjem doze linearno povečuje. V drugem primeru pa so učinki deterministični, kar pomeni, da nastopijo vedno, ko je določen prag presežen.

Osnovno vodilo, ki izhaja iz dolgoletnih meritev in na katerem so zasnovani tudi predpisi o varstvu pred sevanji je, da je dovoljena dodatna obremenitev prebivalstva z ionizirajočim sevanjem (npr. zaradi medicinskih pregledov) 1 mSv na leto. To je npr. enako letni dozi, ki jo prejmemo v naravnem okolju zaradi zunanjega obsevanja. Za delavce, ki delajo s sevanjem pa je ta meja 20 mSv na leto, torej je dvajsetkrat višja, a še vedno predstavlja sprejemljivo stopnjo tveganja za zdravje.

Literatura:

1. R. Millar in J. S. Gill, School students' understanding of processes involving radioactive substances, *Phys. Educ.* **31**, 27 (1996).
2. M. Whalley, Depleted uranium: a contemporary controversy for teaching of radioactivity, *Phys. Educ.* **41**, 518 (2006).



3. K. S. Taber, Wave goodbye to three types of radioactivity, *Phys. Educ.* **45**, 11 (2010).
4. I. Kuščer et al., *Fizika za srednje šole III. del* (DZS, Ljubljana, 2002).
5. I. Mele, Vse o sevanju, kar ne veste, pa bi želeli, *RAOPIS, Časopis agencije za radioaktivne odpadke* št. 14 (Agencija ARAO, Ljubljana, junij 2006).
6. A. Stritar in R. Istenič, *Najpogostejša vprašanja in odgovori o radioaktivnih odpadkih* (Agencija za radioaktivne odpadke, Ljubljana, julij 1997).
7. B. Wahlstroem, *Radiation... in everyday language* (Itaa-Uudenmaan paino Oy, Loviisa, 1994).
8. R. Eckhardt, *Ionizing Radiation – It's Everywhere!* (Los Alamos Science, Los Alamos, 1995).



PRAKTIČNI DEL

Preprosti šolski poskusi za boljše razumevanje radioaktivnosti in sevanja
(opis izvedbe poskusov s kratkimi razlagami)

Ključni enačbi za razpadanje jeder sta:

$$N = N_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t\right), \quad (1a)$$

$$A = A_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t\right). \quad (1b)$$

N pri tem pomeni število preostalih jeder (ki niso še razpadla po času t) v preiskovanem vzorcu, N_0 pa število nerazpadlih jeder ob začetku opazovanja ($t = 0$). Obe števili sta odvisni ne samo od radioaktivnega elementa, temveč tudi od velikosti vzorca. Razpolovni čas $t_{1/2}$ je čas, v katerem razpade polovica jeder, kot pove ime. Aktivnost A pomeni število razpadov na časovno enoto: $A = -dN/dt$. Razmisli, zakaj predznak minus v definiciji za A ! Začetna aktivnost je A_0 . Tudi aktivnost pade v enem razpolovnem času na polovico, v dveh na četrtino, v treh na osmino, itd., podobno kot velja za število jeder. Z odvajanjem enačbe (1a) po času se prepričamo, da res velja tudi enačba (1b) za časovno pojanje aktivnosti, najdemo pa tudi zvezo med A in N :

$$A = \frac{N \ln 2}{t_{1/2}}. \quad (2)$$

Zavedati se moramo, da tako število preostalih jeder radioaktivnega elementa N kot tudi aktivnost A ves čas monotono padata s časom. Ta upad je lahko hiter ali pa počasen, odvisno od razpolovnega časa. Na primer, če opazujemo nek radioaktiven element z razpolovno dobo več let samo eno uro, v tem kratkem času ne bomo opazili kakšnega zmanjšanja aktivnosti A .

Namesto razpolovnega časa lahko vpeljemo razpadni čas τ , to je čas, v katerem se zmanjša število preostalih jeder radioaktivnega elementa na $1/e$ začetne vrednosti ($e = 2,71...$ je osnova naravnega logaritma). Ta čas je povezan z razpolovnim časom takole: $\tau = t_{1/2} / \ln 2 \approx 1,44 t_{1/2}$. Enačbo (1a) in podobno enačbo (1b) zapišemo preprosteje:

$$N = N_0 \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right).$$



Seznam opreme, ki jo potrebujemo za izvedbo poskusov:

1. senzorji ionizirajočega sevanja: Geigerjev števec, fotografski papir (Polaroid)
2. vzorčevalniki prašnih delcev: sesalec za prah, papirni filtri, baloni, aktivno oglje
3. potencialni viri sevanja:
 - gradbeni material: granit, beton, mavec, keramične ploščice, črn pesek brazilske plaže
 - predmeti široke potrošnje: glazirana keramika, obarvano steklo, svetleča urna številčnica, mrežica plinske svetilke, brazilski oreški
 - minerali, rudnine: granit, uranit, monazit
4. luminiscenca: kuhalna plošča, UV svetilka in vzorci mineralov kot npr. fluorit, kalcit (marmor)
5. triboluminiscenca X: samolepilne pisemske ovojnice, lepilni trak (Scotch Tape), posoda z zmernim vakuumom (stekleni zvonec z zračno črpalko)
6. namizni žarki X: visokofrekvenčni detektor puščanja (Leak detector), žarnica, nekaj odpadne kovine

Radon, nevaren žlahtni plin v življenjskem okolju

Od vseh naravnih virov sevanja, ki smo jim neprestano izpostavljeni, prispeva največji delež k sevalni obremenitvi žlahtni plin radon. Komercialni merilniki koncentracije radona oz. njegovih potomcev v zraku delujejo pretežno na dva načina, bodisi s filtracijo zraka, ali z nabiranjem delcev na električno nabiti membrani (t.i. elektret) ter meritvijo aktivnosti tako dobljenih vzorcev. Oba načina vzorčenja lahko prikažemo v šolskem poskusu.

1) S sesalcem za prah nekaj minut (5, 10 ali 15; s poskusi določi najboljši čas) črpaj okoliški zrak skozi papirni filter (toaletni papir). Z Geigerjevim števcem izmeri število sunkov na časovno enoto. Meritev ponovi v enakih časovnih razmikih (npr. 10 min). Nariši graf pojetanja aktivnosti vzorca. Iz grafa preberi razpolovni čas.

Razpolovni čas $t_{1/2}$ lahko odčitamo neposredno iz krivulje eksponentne funkcije radioaktivnega razpada in sicer tako, da narišemo tangento na krivuljo (v resnici jo aproksimiramo s sekanto) in odčitamo ustrezne odseke po enačbi:

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot \Delta t. \quad (3a)$$

N pri tem pomeni število preostalih jeder (ki niso še razpadla) in ga vzamemo na sredi opazovanega časovnega intervala Δt , ΔN pa je število razpadlih



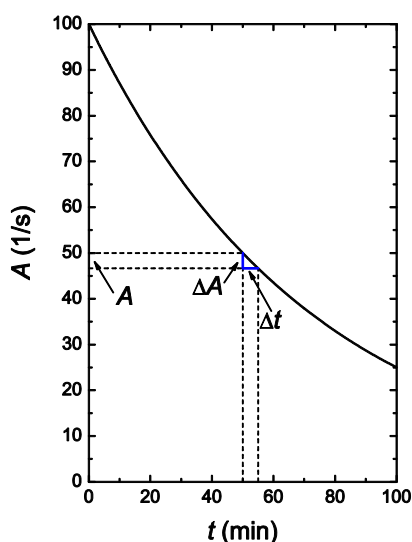
jeder v tem času. Ker pa v resnici ne merimo števila nerazpadlih jeder N , temveč aktivnost A (število razpadov na časovno enoto), si pri meritvi razpolovnega časa namesto z enačbo (3a) pomagamo s podobno enačbo za aktivnost:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot \Delta t. \quad (3b)$$

A pri tem pomeni neko povprečno aktivnost in jo vzamemo na primer na sredi opazovanega časovnega intervala Δt , ΔA pa je absolutna vrednost zmanjšanja aktivnosti v tem času (slika 1). Pozor: enota za aktivnost je 1/s. Enačbi (3) izhajata iz enačb (1).

Torej: $t_{1/2} = \frac{A \ln 2}{\Delta A} \cdot \Delta t.$

Za ilustracijo na sliki 15 smo izbrali primer s podatki: $A_0 = 100/\text{s}$, $t_{1/2} = 50 \text{ min}$. Ta razpolovni čas je na sliki očiten, saj v njem aktivnost pade z začetne vrednosti 100/s na polovično vrednost 50/s. V zvezi s tem se lahko vprašamo: zakaj kompliciramo z enačbo (3b), če pa lahko iz opazovanja grafa, kakršen je na sliki 15, direktno preberemo razpolovni čas: samo pogledamo, kje na grafu aktivnost pade na polovico? To je res, če je razpolovni čas dovolj kratek, da imamo čas za tako opazovanje. Kaj pa, če je razpolovni čas 100 let? Nimamo časa, da bi delali meritev 100 let, da bi to ugotovili! Če pa uporabimo postopek, strnjen v enačbi (3b), ter se potrudimo glede natančnosti, lahko meritev izvedemo v precej krajšem času od razpolovnega.



Slika 15: Izračun razpolovnega časa iz krivulje $A(t)$



Težava z enačbo (3b) je, da je le približna: dobro velja, če je časovni interval Δt kratek v primerjavi z razpolovnim časom – matematiki bi v tem primeru enačbo zapisali raje v diferencialni obliki, Naloga: ponovi ali pa si na spletu oglej definicijo diferenciala, če tega v šoli (še) niste obravnavali. Če pa je časovni interval Δt kratek, naletimo na težave z natančnostjo pri meritvah: ker se v prekratnem intervalu Δt aktivnost malo spremeni, lahko naredimo pri merjenju razpolovnega časa veliko napako. Zato si lahko pomagamo še drugače. Enačbo (1b) za časovno odvisnost aktivnosti logaritmirajmo:

$$\ln A = \ln A_0 - \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t. \quad (4)$$

Ko rišemo graf, na navpično os namesto aktivnosti nanašamo njen naravni logaritem $\ln A$ (glede izbire enote glej komentar spodaj). Na vodoravni osi pa naj bo čas, kot prej, tako da sedaj opazujemo časovno odvisnost $\ln A(t)$. To naj bi bila premica z negativnim smernim koeficientom $k = -\ln 2/t_{1/2}$. Zato med točkami grafa $\ln A(t)$ potegni premico, ki se jim najbolj prilega. Ko imaš premico, na njej izberi primerni vodoravni odsek in njemu ustrezen navpični odsek (slika 2), ki jima ustrezata para časov t_1 in t_2 ($t_2 > t_1$) in para logaritmov aktivnosti $\ln A_1$ in $\ln A_2$ ($\ln A_2 < \ln A_1$). Iz enačbe (2b) dobimo:

$$\ln A_1 - \ln A_2 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot (t_2 - t_1),$$

tako da nazadnje lahko izračunamo razpolovni čas direktno iz enačbe:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\ln A_1 - \ln A_2} \cdot (t_2 - t_1). \quad (5)$$

To lahko zapišemo bolj jedrnato: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\Delta \ln A} \cdot \Delta t$, novi oznaki pa sta razvidni na sliki 2.

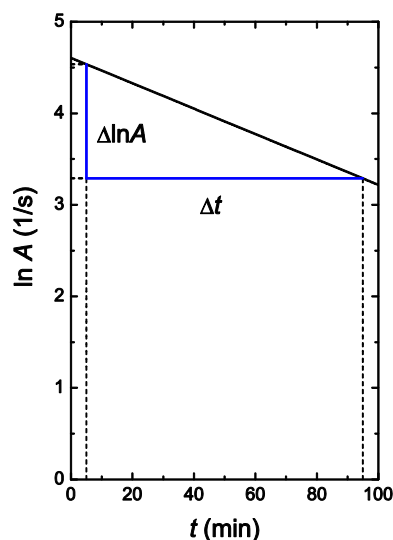
Uporaba linearizirane enačbe (4) in ustreznega grafa na sliki 16 namesto enačbe (1b) in grafa na sliki 15 ima še eno prednost: že na oko vidimo, kako dobro se izmerjeni podatki prilegajo premici in dobimo s tem vtis o zanesljivosti meritve.

KOMENTAR O ENOTAH PRI AKTIVNOSTI:

Ko izbiramo enoto za aktivnost, recimo 1/s ali 1/min, itd., smo morda na začetku v zadregi, saj na navpično os nanašamo logaritem aktivnosti, $\ln(1/s)$,



na primer, pa nima nobenega fizikalnega pomena, saj je logaritem definiran samo za število brez fizikalnih enot. Vendar pa je v enačbi (3) razlika dveh logaritmov, kar lahko zapišemo tudi tako: $\ln A_1 - \ln A_2 = \ln(A_1/A_2)$. Fizikalni enoti so torej v kvocientu A_1/A_2 krajšata, zato je vseeno, kaj izberemo za enoto aktivnosti v enačbi (3), pomembno je samo, da imata A_1 in A_2 isto enoto. Za enoto pri aktivnosti vzamemo pač tisto, ki je najbolj prikladna, npr. 1/min. Podobna ugotovitev velja za vse fizikalne probleme, kjer so pojavijo logaritmi veličin.



Slika 16: Izračun razpolovnega časa iz premice $\ln A(t)$

Če pa so razpolovni časi res dolgi ali pa preprosto nimamo časa ta daljšo meritev, nam ni ti linearizacija enačbe za aktivnost ne pomaga, ker njene spremembe preprosto ne bomo zaznali. Tedaj si lahko pomagamo posredno z uporabo enačbe (2). Aktivnost A izmerimo s števcem, število nerazpadlih jeder pa ugotovimo s kemijsko analizo snovi. Iz mase spojine, v kateri nastopa radioaktivni element, lahko namreč izračunamo število atomov tega elementa v vzorcu. Iz podatkov za A in N nazadnje izračunamo razpolovni čas.

Ali bi znal(a) ugotoviti, s katero vrsto sevanja imamo opravka: alfa, beta ali gama? Iz tabele virov naravnih radioaktivnih nizov skušaj ugotoviti, kateri radioaktivni vir smo zaznali.

Razlaga: Najpogostejši vir naravnega sevanja, ki smo mu izpostavljeni v naravnem okolju, je radioaktivni radonov izotop Rn-222 in njegovi potomci. Rn-222 nastane v razpadni verigi naravnega elementa urana U-238 in kot radioaktivni žlahtni plin z dovolj dolgim razpolovnim časom uhaja iz zemlje. Njegovi potomci so prav tako radioaktivni, vse do stabilnega svinčevega



izotopa Pb-210. Medtem ko je Rn-222 čisti sevalec alfa, pa sevajo njegovi potomci tudi delce beta in gama, ki jih lahko zaznamo s cenejšim merilnikom. Razpolovni čas velikostnega reda nekaj minut imata Pb-214 (26,8 min) in Bi-214 (19,9 min), oba sta sevalca beta.

Vprašanje: Kaj imata skupnega izotopa Pb-214 in Bi-214 in v čem se razlikujeta?

2) Radonove potomce lahko nabiramo tudi z električno nabiti membrano. V ta namen lahko uporabimo kar navadni gumijast zračni balon z domače zabave. Balon napihni in ga podrgni z volneno krpo, da se naelektri. S tako pripravljenim vzorčevalnikom nabiraj radonove potomce v zaprtem prostoru nekaj minut (5, 10, 15, s poskusi določi najboljši čas). Po končanem vzorčenju iz balona izpusti zrak in nadaljuj poskus enako kot pri poskusu s črpanjem zraka skozi filter.

Radioaktivnost okoli nas

Radioaktivni elementi so prisotni v naravi od nastanka zemlje. Le dovolj dolgoživi izotopi so se lahko obdržali skozi dolga geološka obdobja, ki jih merimo v milijardah let, to so uran U-238, torij Th-232 in kalij K-40. Medtem, ko prva dva razpadata v nizu potomcev, od katerih je večina tudi radioaktivna, pa je K-40 del naravnega kalija (naravni kalij vsebuje masni delež 0,0117 % K-40) in ima stabilna potomca argon Ar in kalcij Ca. Poleg tega smo v naravi izpostavljeni še radioaktivnemu ogljiku C-14, ki pa neprestano nastaja v visokih plasteh atmosfere pod vplivom kozmičnega sevanja.

Poskus obsega meritve različnih naravno radioaktivnih vzorcev z Geigerjevim števcem, ki naj ima po možnosti tanko okno, tako da zaznava tudi sevanje beta. Skupna značilnost radioaktivnih nizov U-238 in Th-232, je, da se oba končata s stabilnim izotopom svinca (uranov niz se konča s stabilnim svincom Pb-207, torijev niz pa s Pb-208) in da imata med potomci radioaktivni plin radon, ki zlahka uhaja iz snovi. Radon tudi sam razpada in njegovi potomci so prav tako radioaktivni. Polega sevanja, ki ga neposredno oddajajo sami vzorci, lahko zato radioaktivnost zaznamo tudi v okolici vzorcev v obliki kontaminacije s prašnimi delci, ki vsebujejo radonove potomce.

Meritev izhajajočega radona iz različnih vzorcev gradbenega materiala izvedemo tako, da skupaj z vzorcem zapremo v nepredušno posodo tableto aktivnega oglja in pustimo, da nekaj ur (čez noč) nabira radioaktivni radon in njegove potomce, ki izhajajo iz vzorca. Aktivnost oglja nato izmerimo z Geigerjevim števcem. Vzorec lahko pošljemo tudi v laboratorij na spektralno analizo z detektorjem NaJ (natrijev jodid) in tako identificiramo



posamezne radioaktivne elemente glede energije sevanja gama, ki ga oddajajo.

Značilni vzorci za meritve naravne radioaktivnosti:

- gradbeni materiali: granit, beton, mavec, keramične ploščice, opeka (iz elektrofiltrskega pepela), les, premog (pepel), črn pesek brazilske plaže
- predmeti široke potrošnje: glazirana keramika, obarvano steklo, svetleča urna številčnica, mrežica plinske svetilke, pepel tobačnih izdelkov, brazilski oreški
- razni minerali, rudnine: granit, uranit, monazit
- Ali lahko za posamezne snovi uganeš katere radionuklide vsebujejo? Pomagaš si s podatki s spleta o kemijski sestavi snovi, lastnostih posameznih radioaktivnih elementov glede na lego v periodnem sistemu, drugih lastnostih, ki so zanimive za praktično uporabo.
- Ali bi znal(a) iz razpadnih nizov posameznih izotopov oceniti, katero vrsto sevanja pretežno oddajajo dani vzorci?

Namig: Pri iskanju radioaktivnosti v naravi nam pomaga poznavanje nekaterih geoloških, kemijskih in tudi bioloških podrobnosti. Največ urana in torija vsebujejo kamenine najstarejšega geološkega izvora. Po drugi strani pa lahko vsebujejo radij, to je element v razpadnem nizu tik pred radonom snovi, ki jih sestavljata kemijska elementa kalcij, ali barij s podobnimi kemijskimi lastnostmi kot radij. Znane so nekatere žitarice in oreški, ki še posebej močno kopičijo radij. Pa tudi rastline z velikimi listi lahko absorbirajo več radona in njegovih potomcev. V marsikaterem naravni snovi je še posebej veliko kalija, ali ogljika. Še en pojav, ki je odgovoren za povečano radioaktivnost, je sama koncentracija snovi pri nekaterih fizikalno-kemijskih pojavih (npr. koncentracija snovi v pepelu pri zgorevanju lesa ali premoga).

Slovarček slovenskih in angleških besed za nekatere minerale za pomoč pri iskanju po spletu:

- flint, quartz – kremen, kremenjak (SiO_2),
- feldspar (K, Na, Ca) AlSi_3O_8 -živec-ortoklaz (sestavina granita poleg kremenjaka, itd.),
- marble (večinoma kalcijev karbonat CaCO_3) - marmor,
- pitchblende - uranit UO_2 ,
- fluorit CaF_2 , lahko fluorescira pod UV žarki ali termoluminiscira pri segretju, kar je odvisno od nečistoč v kristalu
- monazit (Ce, La,...Th) PO_4 , ena izmed torijevih rud
- kalcijev sulfat – sadra (mavec, puščavska roža) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- limestone – apnenec CaCO_3 , mineralna oblika = kalcit



Ponovimo Roentgenovo odkritje

Wilhelm Conrad Röntgen je odkril žarke X leta 1895 po spletu naključij, ko je delal poskuse s takrat zelo popularnimi razelektritvami v vakuumskih ceveh. Žarkom, ki so izhajali iz katode so rekli katodni žarki (danes bi jim rekli elektroni). Uporabljal je posebno izvedbo vakuumske cevi z aluminijastim okencem, ki je omogočalo izhajanje katodnih žarkov. Okence je še dodatno prekril z neprosojno lepenko, da bi ga zaščitil pred poškodbami zaradi močnega električnega polja. Po naključju je uporabil tudi vakuumsko cev z debelejšo stekleno steno. Nenadoma se mu je zazdelo, da se je med poskusom zasvetil fluorescentni zaslon, ki je bil v bližini, kljub neprosojno prekriti napravi. Seveda je kot izkušen eksperimentator vsa ta drobna opažanja preveril v seriji natančnih poskusov, ki so sledili. Čez slaba dva meseca je poročal o svojem odkritju v članku z naslovom "O novi vrsti sevanja" (*Über eine neue Art von Strahlen*), ki je bil objavljen 28. decembra 1895. Začasno jih je poimenoval z žarki X, kot imenujemo neznanke v matematičnih enačbah. Leta 1901 je kot prvi fizik za svoje odkritje prejel Nobelovo nagrado.

Za proizvodnjo Roentgenskih žarkov ali žarkov X, kot jih je Roentgen sam poimenoval, potrebujemo vir elektronov, visoko napetost, s katero jih pospešimo, primeren prostor (vakuum) v katerem se lahko pospešujejo, ter tarčo ob katero zadevajo in pri zaviranju oddajajo sevanje. Presenetljivo dejstvo je, da lahko izvedemo poskus s preprostimi pripomočki, ki jih kupimo v prosti prodaji (na spletu) ali jih najdemo med odpadnim materialom. Vendar pa je poskus zaradi varnosti primeren bolj za izkušene demonstratorje, kot da bi ga učenci samostojno izvajali.

Za demonstracijo potrebujemo naslednjo opremo:

- cenena 7 W klasična žarnica
- visokofrekvenčni in visokonapetostni detektor puščanja
- Geigerjev števec, fluorescentni listič za detekcijo sevanja
- kovinska palica – vir zavornega sevanja
- nekaj mm svinčene zaščite pred sevanjem
- košček aluminijaste folije za toplotno zaščito
- kovinska škatla za elektrostatično zaščito

Ponovimo Becquerelovo odkritje

Antoine Henri Becquerel je leta 1896 pod vtisom Roentgenovega odkritja prodornih žarkov X eksperimentiral s fluorescenco uranovih soli. Načrtoval je različne poskuse, pri katerih bi vzbudil pojav fluorescence z močno sončno svetlobo. Med pripravo materiala za enega izmed poskusov je fluorescentno snov, kalijev uranil sulfat skupaj s fotografsko ploščo zavil v neprosojen papir in presenečen ugotovil, da je fotografska emulzija počrnela tudi brez delovanja svetlobe. Odkril je snov, ki sama od sebe oddaja prodorno sevanje. Leta



1903 je skupaj z zakoncema Curie prejel Nobelovo nagrado za odkritje radioaktivnosti.

Bequerelov poskus ponovimo tako, da različne radioaktivne vire (kos uranove ali torijeve rude, ali pa manjše demonstracijske vire) pustimo za nekaj časa (čez noč) na za svetlobo zaprti fotografski plošči (Polaroid) in opazujemo učinek. Če sledimo Becquerelovemu poročilu, lahko dodamo še nekaj kovinskih predmetov, kot so razni kovanci, ali kak drug lepo oblikovan predmet (npr. sponka za papir), da jih sevanje preslika. S fotografskim poskusom lahko dobimo tudi bolj natančne podatke o lastnostih (prodornost) neznanih virov. Izvedemo lahko več obsevanj, pri katerih med vir in fotografsko emulzijo postavimo različne kovine različnih debelin.

Umazane bombe

Naravni uran je izotopska mešanica U-238 (99,3 %) in U-235 (0,7 %); slednjega uporabljamo kot gorivo v jedrskih elektrarnah. Kot stranski produkt proizvodnje jedrskega goriva nastaja zato t.i. "osiromašeni uran", ki je izotopska mešanica 99,8 % U-238 in 0,2 % U-235. Zaradi velike mase, ki presega maso svinca v običajnih izstrelkih, je ta siceršnji industrijski odpadke zanimiv za vojsko, za izdelavo topniških granat. Nevarnost izstrelkov za zdravje ljudi pa na žalost tudi po koncu njihovega bojnega delovanja ne preneha. Povezana je tako s toksičnostjo težke kovine, ki je v tem pogledu podobna npr. svincu, kot tudi z radioaktivnostjo, pri čemer je nevaren predvsem prah uranovega oksida in drugih spojin, ki nastanejo v okolju po delovanju izstrelka. Strupene snovi lahko pridejo v prehransko verigo, ali jih s prašnimi delci vdihavamo v pljuča.

Cilj naloge je kombinirati veščine iskanja podatkov s spleta in s tem pridobivanja znanja ter spretnosti uporabe pridobljenih podatkov za reševanje problemov. Na spletu najdejo učenci razpadni niz naravnega urana, iz katerega lahko sklepajo na radiotoksičnost posameznih potomcev. Če je v izstrelku v času njegove izdelave pretežno osiromašeni uran U-238, ki seva 4,27 MeV delce alfa, pa so po določenem času še številni njegovi potomci, ki prav tako sevajo nevarne visoko energijske delce alfa in tudi beta. Vprašanje: kaj pomeni oznaka MeV in kako je enota povezana z jouli? Za nalogo naj učenci med seboj zaporedoma povežejo razpadne enačbe posameznih nuklidov v razpadnem nizu (npr. v programu Excel) in nato ocenijo kako se spremeni koncentracija izbranih potomcev po določenem času in kako se zaradi tega s časom spreminja njihova nevarnost za zdravje.

Vprašanje: v uranovem razpadnem nizu je tudi nuklid, s katerim so pred leti zastrupili ruskega vohuna Litvinenka. Kaj misliš, zakaj je bil za njegove sovražnike prav ta element tako zanimiv pri izvedbi umazane naloge?

**Tabela 10: Razpadni niz naravnega U-238**

Izotop	Vrsta razpada	Razpolovni čas	Sproščena energija/MeV	Razpadni produkt
U-238	α	$4,468 \times 10^9$ let	4,27	Th-234
Th-234	β^-	24,10 dni	0,273	Pa-234
Pa-234	β^-	6,70 h	2,197	U-234
U-234	α	245 500 let	4,859	Th-230
Th-230	α	75 380 let	4,77	Ra-226
Ra-226	α	1 602 let	4,871	Rn-222
Rn-222	α	3,8235 dni	5,59	Po-218
Po-218*	α (99,98 %)	3,10 min	6,615	Pb-214
	β^- (0,02 %)	?	0,265	At-218
At-218*	α (99,90 %)	1,5 s	6,874	Bi-214
	β^- (0,10 %)	?	2,883	Rn-218
Rn-218	α	35 ms	7,263	Po-214
Pb-214	β^-	26,8 min	1,024	Bi-214
Bi-214*	β^- (99,98 %)	19,9 min	3,272	Po-214
	α (0,02%)	?	5,617	Tl-210
Po-214	α	0,1643 ms	7,883	Pb-210
Tl-210	β^-	1,30 min	5,484	Pb-210
Pb-210	β^-	22,3 let	0,064	Bi-210
Bi-210*	β^- (99,999 87%)	5,013 dni	1,426	Po-210
	α (0,000 13%)	?	5,982	Tl-206
Po-210	α	138,376 dni	5,407	Pb-206
Tl-206	β^-	4,199 min	1,533	Pb-206
Pb-206	stabilen			

*Pri izotopih Po-218, At-218, Bi-214 in Bi-210 potekata hkrati dve vrsti razpada, čeprav iz odstotnega deleža vidimo, da ena od njiju močno prevladuje.

Nekaj vprašanj v zvezi s tabelo 10 dijakom v razmislek:



- Vprašaji pri nekaterih razpolovnih časih pomenijo, da niso znani. Zakaj ne?
- Kolikšen je razpolovni čas stabilnega izotopa Pb-206?
- Kaj misliš, zakaj so v nizu poleg razpadov alfa sami razpadi beta minus in nobenega beta plus? Odgovor morda dobiš na spletu.

Računska naloga: Koliko mora biti star planet, da na njem razpade 90 % urana U-238, ki je bil prisoten ob nastanku planeta?

Razpad "čokoladija"

S poskusom ponazorimo pojav eksponentnega pojemanja števila delcev pri radioaktivnem razpadu. Poskus običajno izvedemo s ponavljanjem hkratnega metanja večjega števila igralnih kock, pri čemer izločamo kocke, ki dajo izbrano število pik. Ker imamo v vzorcu končno število delcev, razpolovni čas seveda že vnaprej poznamo, preden izvedemo poskus, za razliko od radioaktivnega razpada, kjer moramo razpolovni čas dejansko izmeriti, v principu na enak način kot bomo demonstrirali v poskusu. Poskus lahko razširimo tudi na demonstracijo razpadnega niza dveh izotopov. Pri tem uporabimo dve vrsti elementov z različnima verjetnostma za posamezni dogodek in zaporedno veržimo metanje obeh vrst elementov. Za popestritev bomo izvedli poskus s čokoladnimi bomboni, ki jim bomo dali še posebej pomenljiva imena.

Navodila:

Izmeri razpolovni čas radioaktivnega "čokoladija". Za poskus potrebuješ:

- čokoladne bombone (najmanj 30), ki naj imajo približno obliko kocke in so na nek način označeni na eni izmed stranic,
- primerno veliko škatlo,
- beležko v katero boš zapisoval rezultate.

Izvedba poskua: Škatlo "čokoladijev" potresi in iztresi vsebimo na ravno podlago. Preglej koliko jih je "razpadlo" - to je padlo z označeno stranico navzgor. Razpadle bombone uniči (pojej) in naključni poskus ponavljaj, pri čemer v zaporednih korakih zapisuješ števila preostalih jeder v odvisnosti od časa (koraka). Nazadnje nariši graf, v katerem na x-os nanašaš čas (merjen kar v korakih), na y-os pa število nerazpadlih jeder.

Vprašanja:

- kakšno obliko krivulje dobiš?
- kaj je razpolovni čas in kako ga prebereš iz grafa?
- koliko jeder razpade po 2 razpolovnih časih, 7 razpolovnih časih?
- ponovi poskus z 50, 100 bomboni, kakšen je rezultat?

Drugi del poskusa:



Poskus lahko razširiš na demonstracijo razpadnega niza radioaktivnih elementov: "čokoladij" razpada pri tem v "čokoladon", ta pa v stabilni "čokodinec". Pri tem sta zanimivi dve možnosti:

- potomec ima krajši razpolovni čas (razpadli bombon preoblikuješ tako, da dobiš tanko rezino z dvema kvadratnima stranicama)
- potomec ima daljši razpolovni čas (razpadlemu bombonu povečajštevilo stranic npr. tako, da mu prirežeš oglišča).

Poskus izvajáš podobno kot v prvem delu, le da razpadlih "čokoladonov" ne poješ povsem, temveč le deloma (odrezano polovičko v prvi različici oz. oglišča v drugi), nato jih ponovno strešeš in uničiš njihove potomce, ki so obrnjeni navzgor. V tabelo zapisuješ število nerazpadlih "čokoladijev", kot v prvem poskusu in število nerazpadlih "čokoladincev" v odvisnosti od časa.

Vprašanja;

- Ali te imena naših "izotopov" na kaj spominjajo (preglej naravne razpadne nize in primerjaj razpolovne čase)?
- Kakšno obliko imata krivulji?
- Ali lahko iz grafov kaj sklepamo o razpolovnih časih?

Luminiscenca

Luminiscenca ali hladno sevanje je lastnost, da nekatere snovi oddajajo svetlobo pri sobni temperaturi. Značilna je za številne snovi in se pojavlja v različnih oblikah. Nekatere snovi oddajajo svetlobo pri obsevanju z UV sevanjem, ki ima višjo energijo od izsevane svetlobe. Tak primer je kinin v popularni pijači Tonic Water, ki sveti že na soncu, ali pa nekateri naravni kristali, kot je fluorit CaF_2 , po katerem je pojav dobil tudi ime fluorescenca. Da se lahko pri rahlem segrevanju pojavi svetlikanje nekaterih kristalov je že opazil že sir Robert Boyle v 17. stoletju, o čemer je tudi poročal Britanski kraljevi družbi. Pojavo rečemo danes termoluminiscenca. Lahko pa pride tudi do sevanja vidne svetlobe pri drgnjenju, kar imenujemo triboluminiscenca. Nekatera južnoameriška plemena uporabljajo pri svojih ritualih prosojne ropotuljice, v katerih so kristalčki kremenca, ki se ob stresanju svetlikajo.

Zanimivo je, da je pri številnih kristalih luminiscenca povezana z ionizirajočim sevanjem. Sevanje povzroči nastanek pasti v kristalni strukturi, na katere se ujamejo prosti elektroni. Te vzbuditve so trajne. Z dovajanjem energije, bodisi s segretjem pri termoluminiscenci ali obsevanjem z UV žarki pri fluorescenci, pa preidejo elektroni v nižja energijska stanja in oddajajo svetlobo. Oba pojava se lahko uporabljata tudi za meritve absorbirane doze ionizirajočega sevanja. Naloga: Demonstriraj termoluminiscenco s segrevanjem kristala CaF_2 . V zatemnjeni sobi segrej kristal na približno 300 °C in opazuj svetlomodro svetlobo. Kristal, ki ga najdemo v naravi, je lahko v tisočletjih prejel znatno dozo sevanja. To svetlobo bi lahko tudi izmerili z natančnim merilnikom



svetlobe, npr. fotopomnoževalko in iz nje sklepali na prejeto dozo. Pojav pa uporabljajo tudi arheologi za merjenje starosti keramične posode. S segretjem se seveda zapis o prejeti dozi izbriše, kar se zgodi med žganjem pri izdelavi posode. Arheologi iz keramike izločijo kristalčke npr. kremena in izmerijo prejeto dozo sevanja iz izsevane svetlobe pri ponovnem segretju v laboratoriju. Izmeriti morajo seveda še stopnjo ionizirajočega sevanja na mestu najdišča, pri čemer predpostavljajo, da se skozi zgodovino ni bistveno spreminjala.

Tudi triboluminiscenca je povezana ionizirajočim sevanjem, kar so odkrili šele pred kratkim. Triboluminiscenco lahko opazuješ npr. pri odpiranju pisma v zatemnjenem prostoru kot svetlomodro svetlikanje lepila. Pred dvema letoma pa so znanstveniki odkrili, da se pri odvijanju lepilnega traku kot je npr. Scotch Tape v zmernem vakuumu izsevajo tudi žari X.



Lastno nihanje

Avtor: Sergej Faletič

Poglavja v UN: 15.1, 15.3, 15.16, 1.7

Kompetence po

Mayerjevem odboru:

- 4 (sposobnost sinteze zaključkov),
- 7 (uporaba matematičnih idej in tehnik),
- 11 (organiziranje in načrtovanje dela),
- 10 (sposobnost samostojnega in timskega dela)
- 13 (medsebojna interakcija).

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. Nihanje in lastne frekvence so že vključene v učni načrt med obvezne vsebine. Razlog za to je predvsem neizmeren pomen nihanj za pojave v vsakdanjem življenju in v naravi. Oblikovati to snov kot raziskovalno laboratorijsko vajo, še posebno na primeru matematičnega (nitnega) nihala je smiselno, saj je nihajni čas odvisen od enega samega parametra (dolžine vrvice), hkrati pa odvisnost ni trivialna (linearna) ampak korenska, kar prisili dijaka, da razmišlja onkraj premega sorazmerja. Glede na to, da se nihanje običajno obravnava v višjih letnikih, tudi matematični vidik ne bi smel predstavljati težave.

Opis naloge. Naloga postavi dijake pred nitno nihalo in jim postavi cilj ugotoviti, od česa je odvisen njegov lastni nihajni čas. Dijaki naj bi spreminjali parametre in zapisali tabele, nato iz njih izrisali grafe in na podlagi oblike grafov sklepali na odvisnost. Če je časa dovolj, lahko svojo hipotezo o odvisnosti zapišejo v linearni obliki in ugotovijo, ali imajo prav.

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). Priporočamo, da so v skupini največ trije dijaki.

Vaja se lahko izvaja tudi kot vaja iz merjenj. V tem primeru je prednost v tem, da take meritve dijaki najbrž še niso delali, zato je zanje nova situacija in lahko šteje kot višja taksonomska stopnja aplikacije usvojenega znanja na nov



primer. Z nekaj preoblikovanjem lahko nalogo usmerimo v pomen linearizacije ali fitanja, kjer z računalniško opremo napišemo enačbe s prostimi parametri, na isti koordinatni sistem vnesemo meritve, potem pa z ročnim spreminjanjem parametrov poskušamo izbrano krivuljo najboljše „fitati“. V tem primeru, lahko vsaka skupina fita samo eno ali dve krivulji, ob koncu pa prikaže svoj najboljši fit. Ob diskusiji se potem lahko dijake pripelje do odločitve, katera krivulja se najboljše prilega podatkom in je potemtakem najboljši kandidat za iskano odvisnost.

Ciljna skupina: naloga je namenjena srednješolcem, predvsem gimnazijcem.

Opis dejavnosti s stališča kompetenc. Naloga se primarno osredotoča na izris grafa iz meritev in iskanje primerne matematičnega modela na osnovi grafa – sklepanje na podlagi meritev. Vsebuje tudi elemente samostojne organizacije poskusa, a v manjši meri.

Predlog za evalvacijo. Za evalvacijo sta priložena pred- in po-test. Sestavljena sta iz podobnih nalog, ki naj bi vsebovale kompetence, ki jih naloga razvije, ne pa tudi iste vsebine. Tretja naloga preverja zgolj vsebino in je namenjena temu, da se primerja usvojenost fizikalnega znanja, če bi pred- in po-test reševali tudi v primerjalnih skupinah.



MATEMATIČNO NIHALO (samo naloge s komentarji)

Dodatna navodila:

Potrebni so še:

- vrvica (2 m),
- stojalo s prečko,
- utež med 300 in 500 g.

Naloge so zastavljene tako, da spodbujajo razmišljanje dijakov in njihovo samostojno delo. V primeru, da skupina v doglednem času ne bi zmogla sama izvesti naloge, so nalogam priloženi lističi s pomočjo. Ustrezna pomoč je v nalogi označena z npr. --> 3p1). Če skupina ugotovi, da se je „zataknila“, naj ji učitelj ponudi ustrezen listič in to zabeleži na delovni list tako, da obkroži ustrezno številko lističa. Npr. če da list 3p1, naj na listu obkroži --> 3p1. Dijakom naj pove, da to ni nobene vrste kazni, le način za ugotavljanje, katerim korakom bi bilo treba dati pri pouku več poudarka, če bi želeli, da znajo tako nalogo samostojno rešiti.

Učitelj naj ima nihalo z dolžino vrvice 1,5 m in maso uteži med 300 in 500 g. Na začetku naj na njem demonstrira, kaj je odmik, kaj je nihajni čas, kaj je „majhen“ odmik in kako najhitreje skrajšati vrvico. Za krajšanje vrvice je mogočih več načinov. Lahko se vnaprej pripravi zanke na različnih dolžinah. Predvidoma ne bi smele bistveno vplivati na meritve. Lahko se vrvico na želeni dolžini preprosto večkrat ovije okoli prečke in ovoje ujame s ščipalko. Lahko se uporabi prižemo in se vrvico ujame med njo in prečko. Metoda naj bo čim hitrejša in zanesljiva.

Na voljo imate vrvico in različne uteži. Vedno pazite, da bo začetni odmik majhen in vedno enak.

Majhni odmiki so pomembni, da je odvisnost sinusna in frekvenca čim bolj sorazmerna z obratno vrednostjo korena dolžine vrvice.

1) Določite, od katerih parametrov menite, da bo odvisna lastna frekvenca.

Odgovor --> 1p1)

Cilj te naloge je, da dijaki ugotovijo, kaj je sploh smiselno opazovati. To je ključen korak vsakega znanstvenega raziskovanja.

2) Kako boste merili nihajni čas?

Odgovor --> 2p1)

Cilj te naloge je, da dijaki pomislijo, da bi z merjenjem več nihajev zmanjšali napako meritev.

3) Spreminjajte prvi parameter (10 vrednosti) in merite nihajni čas. Rezultate zapisujte v tabelo.



Prvi parameter je dolžina vrvice. Pri dolžini 1 m je nihajni čas okoli 2 s. Za eno meritev, 10 nihajev, je potrebnih torej 20 s. Vzemimo trikrat toliko rezerve, pa je za vsako meritev potrebna 1 min. Skupaj je za 15 meritev (skupaj z nalogo 4)) torej potrebnih 15 min.

4) Spreminjajte drugi parameter (5 vrednosti) in merite nihajni čas. Rezultate zapisujte v tabelo.

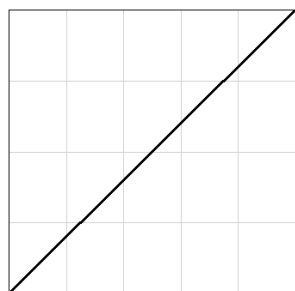
Drugi parameter je masa uteži.

5) Narišite grafa obeh meritev (3) in 4)).

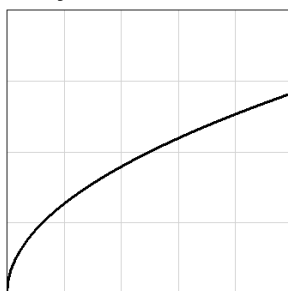
Risanje grafov vzame približno 5 minut. Da bi postopek čim bolj skrajšali, je koordinatni sistem že narisan.

6) Katera od spodnjih odvisnosti, menite, ustreza vašim meritvam za prvi parameter in katera za drugi. Ustrezno označite izbiro z 1 ali 2?

☐ $y = kx$



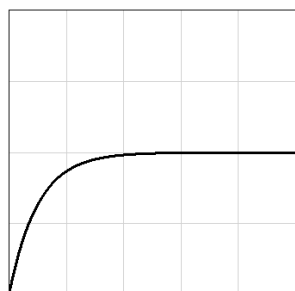
☐ $y = A \sqrt{x}$



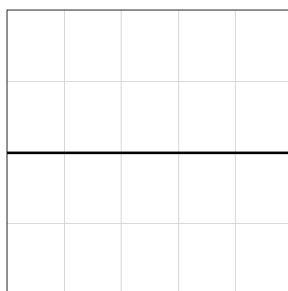
☐ $y = A \arctg \sqrt{x}$



☐ $y = A(1 - e^{-x})$



☐ $y = A$



7a) Na osnovi vaše hipoteze (kakšna je zveza med nihajnim časom in ostalimi parametri, napovedjte, kolikšen bo nihajni čas nihala, ki ga ima učitelj. Skupaj izmerite ta nihajni čas in ga primerjajte s svojo napovedjo

Manjka koeficient A. --> 7p3)

Napovedan nihajni čas :

Izmerjen nihajni čas:

Ta naloga demonstrira uporabo znanosti za napovedovanje. Hkrati na enostaven način preverja pravilnost izpeljane zveze.



Najbolje je, da nihajni čas izmerijo vse skupine skupaj na koncu tega dela laboratorijske vaje. Preden se izvede merjenje, naj imajo vse skupine napisano svojo napoved.

7b*) Linearizirajte oba grafa in preverite izbire pri 6)

Kaj je linearizacija grafa --> 7p1)

Kako preverimo trditve --> 7p2)

Ta naloga lahko nastopa namesto 7a) in ni smiselna skupaj s 7a). Linearizacije $\arctg()$ in $(1-e^{-x})$ so problematične, ker je treba enega od parametrov oceniti. Lahko se jo izvede z računalnikom, če izvedba predvideva uporabo računalnika. Vsekakor to ni glavni poudarek naloge in se ga lahko izpusti.

8*) Preverite, ali se nihajni čas spremeni, če nihalo bolj ali manj zanihamo (večji ali manjši začetni odmik).

Kako to preverimo --> 8p1)

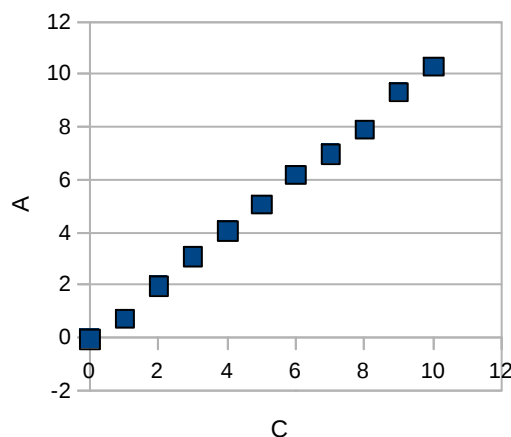
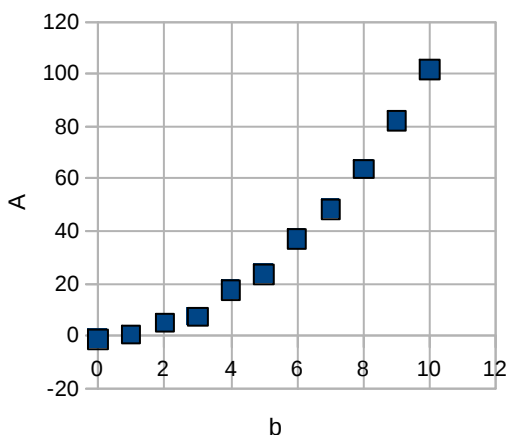
Ta naloga je smiselna, če ostane dovolj časa. Približek harmoničnosti velja za majhne odmike, pri večjih odmikih pa dobimo odvisnost tudi od začetnega odmika. Ta odvisnost je zapletena, zato je smiselno samo opaziti, da je, pri katerem odmiku postane izrazita (oz. do katerega odmika jo smemo zanemariti), podrobnejša analiza pa ni smiselna.

9*) Narišite graf meritve pri 8) in ga uporabite, da podprete ali ovržete domnevo.

Tu se pričakuje samo, da bodo dijaki lahko z grafom utemeljili svoja opažanja. Gre predvsem za trening verbalizacije ugotovitev in argumentiranje, saj so do ugotovitve že prišli pri nalogi 8).

**PREDTEST**

1) Pri nekaterih poskusih smo merili odvisnost količine A od b in C (ni pomembno, kaj katera od njih pomeni). Dobili smo spodnja grafa.



Katera od spodnjih enačb bi lahko opisovala odvisnost A od b in C?

- a) $A = b^2 C$ b) $A = bC$ c) $A = bC^2$ d) $A = \frac{b^2}{C}$
 e) $A = \frac{C^2}{b}$ f) $A = C^2 b^2$ g) $A = \frac{1}{Cb}$ h) $A = \frac{1}{C^2 b}$
 i) $A = \frac{1}{C^2 b^2}$ j) $A = \frac{1}{Cb^2}$ k) $A = \frac{b}{C^2}$ l) $A = \frac{C}{b^2}$

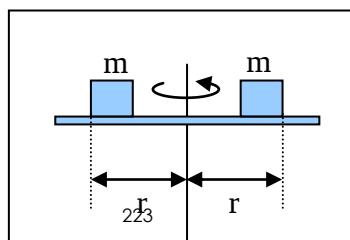
Ali je izbrana enačba edina možnost, ali le ena od možnosti (če upoštevamo tudi enačbe, ki niso navedene)?

a) Edina možnost. b) Lahko bi bile tudi druge enačbe, a nobena druga od zgornjih.

2) Imamo lahko palico, ki je vpeta v središču, tako da se lahko vrti okoli središča v vodoravni ravnini. Na palici imamo na vsaki strani osi po eno utež. Uteži lahko zamenjamo, a morata biti na obeh straneh enaki sta enaki, in ju lahko postavimo kamorkoli na palico med središče in rob, a le tako, da sta vedno obe enako oddaljeni od osi (simetrično postavljeni glede na os). Od česa in kako bo odvisno, kako „težko“ je zavrteti tako palico?

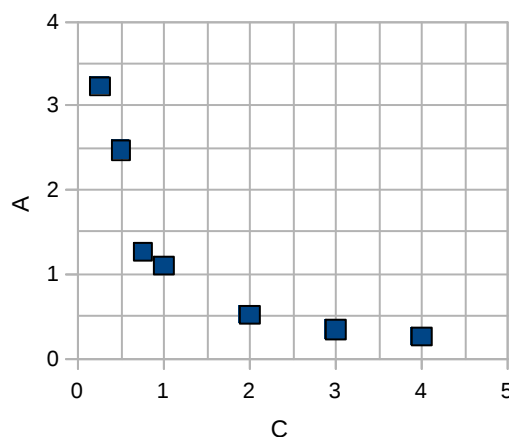
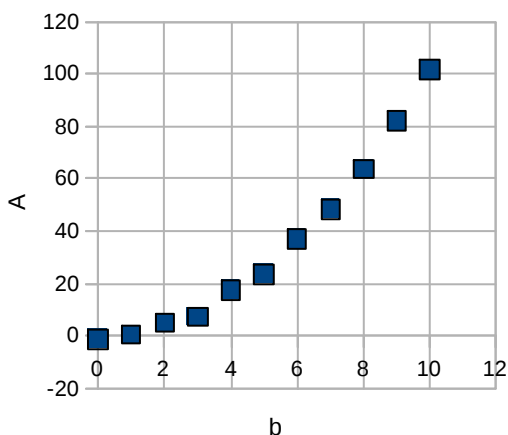
(Primer odgovora: stolp iz kart se bo „prej“ podrl, če je višji in če so karte bolj gladke.)

Palico bo „težje“ zavrteti, če:



**POTEST**

1) Pri nekih poskusih smo merili odvisnost količine A od b in C (ni pomembno, kaj katera od njih pomeni). Dobili smo spodnja grafa.



Katera od spodnjih enačb bi lahko opisovala odvisnost A od b in C?

- a) $A = b^2 C$ b) $A = bC$ c) $A = bC^2$ d) $A = \frac{b^2}{C}$
e) $A = \frac{C^2}{b}$ f) $A = C^2 b^2$ g) $A = \frac{1}{C b}$ h) $A = \frac{1}{C^2 b}$
i) $A = \frac{1}{C^2 b^2}$ j) $A = \frac{1}{C b^2}$ k) $A = \frac{b}{C^2}$ l) $A = \frac{C}{b^2}$

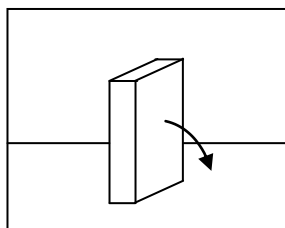
Ali je izbrana enačba edina možnost, ali le ena od možnosti (če upoštevamo tudi enačbe, ki niso navedene?)

a) Edina možnost. b) Lahko bi bile tudi druge enačbe, a nobena druga od zgornjih.

2) Imamo telo kvadraste oblike. Postavimo ga na eno od najmanjših ploskev. Od tod ga poskušamo prevrniti na največjo ploskev. Od česa bo odvisno, kako „lahko“ je to storiti? Dimenzije kvadra so a, b in c, kjer je $a > b > c$. Kvadrju lahko izmerimo maso. Lahko tudi določimo iz katerega materiala je kvader.

(Primer odgovora: stolp iz kart se bo „prej“ podrl, če je višji in če so karte bolj gladke.)

Kvader bo „lažje“ zvrniti, če:





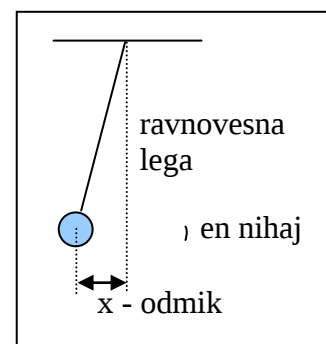
3) Imamo (nihalno) gugalnico. Sedež je vpet na verigi. Gugalnico zaženemo tako močno, da se verigi enkrat ovijeta okoli prečke, na katero sta pripeti. Se s tem lastna frekvenca gugalnice, ko sedemo nanjo poveča, zmanjša ali ostane enaka (v primerjavi s frekvenco, če verigi nista oviti okoli prečke)?

- a) poveča b) zmanjša c) ostane enaka

LASTNO NIHANJE

Pripomočki:

- vrvica (pribl. 1 m),
- različne uteži, ki se jih da obesiti na vrvico (5),
- meter,
- štoparica,
- tehtnica ali silomer, primeren za merjenje teže uteži,
- stojalo s prečko.



Uvod:

Če nihalo izmaknemo iz ravnovesne lege in ga spustimo, bo zanihanlo. Frekvenca, s katero niha v tem primeru, je značilna za nihalo in ji pravimo *lastna frekvanca*. Lastna frekvenca je zelo pomembna lastnost nihala. Če obravnavamo nogo kot nihalo, se človek najmanj utruja, če hodi s frekvenco, ki je lastna frekvenca njegovih nog. Na (viseči) gugalnici se lahko najvišje zanihamo, če nihamo z lastno frekvenco nas na gugalnici. Avtomobil se najbolj trese, ko je frekvanca vrtenja koles enaka njegovi lastni frekvenci.

V pričujoči nalogi boste določili lastno frekvenco izbranega nihala, ugotovili, od katerih parametrov je odvisna in poskusili zapisati enačbo, s katero jo izračunamo.

MATEMATIČNO NIHALO

Matematično nihalo je utež na vrvici. Kot model je dobro za nihanje viseče gugalnice, obeskov ipd.

Na voljo imate vrvico in različne uteži. Vedno pazite, da bo začetni odmik majhen in vedno enak.

1) Določite, od katerih parametrov menite, da bo odvisna lastna frekvenca.

Odgovor --> 1p1)



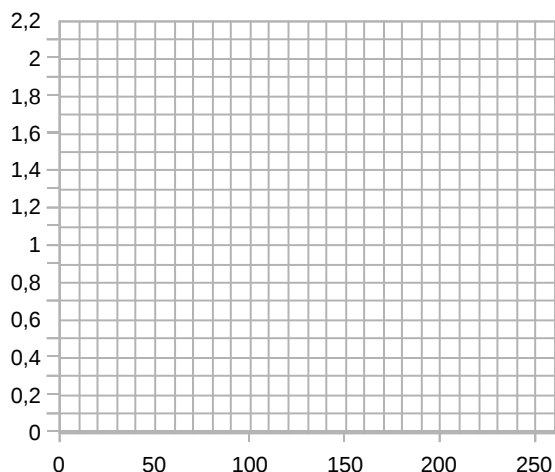
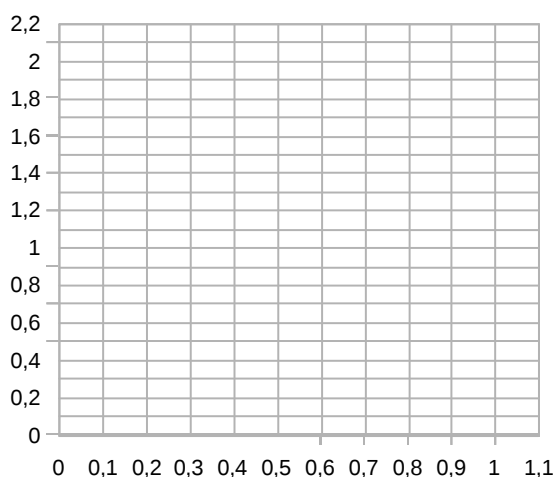
2) Kako boste merili nihajni čas?

Odgovor --> 2p1)

3) Spreminjajte prvi parameter (10 vrednosti) in merite nihajni čas. Rezultate zapisujte v tabelo.

4) Spreminjajte drugi parameter (5 vrednosti) in merite nihajni čas. Rezultate zapisujte v tabelo.

5) Narišite grafa obeh meritev (3) in 4)).

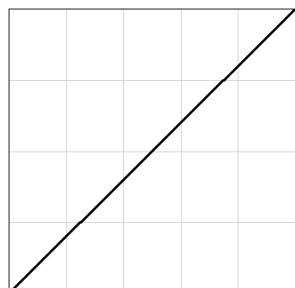


6) Katera od spodnjih odvisnosti, menite, ustreza vašim meritvam za prvi parameter in katera za drugi. Ustrezno označite izbiro z 1 ali 2?

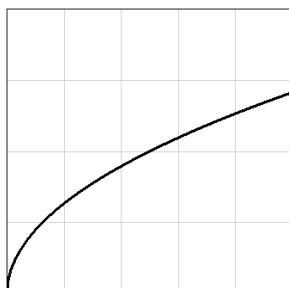
☐ $y = kx$

☐ $y = A \cdot \bar{x}$

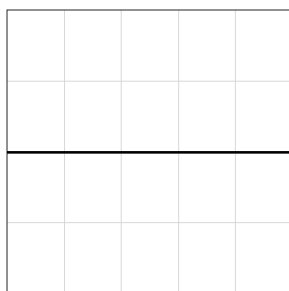
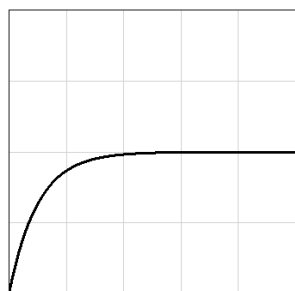
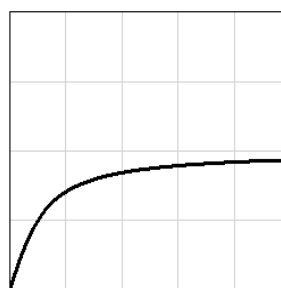
☐ $y = A \arctg \bar{x}$



☐ $y = A(1 - e^{-x})$



☐ $y = A$



7a) Na osnovi vaše hipoteze (kakšna je zveza med nihajnim časom in ostalimi parametri), napovedjte, kolikšen bo nihajni čas nihala, ki ga ima učitelj. Skupaj izmerite ta nihajni čas in ga primerjajte s svojo napovedjo.

Manjka koeficient A. --> 7p3)

Napovedan nihajni čas :

Izmerjen nihajni čas:

7b*) Linearizirajte oba grafa in preverite izbire pri 6)

Kaj je linearizacija grafa --> 7p1)

Kako preverimo trditev --> 7p2)

8*) Preverite, ali se nihajni čas spremeni, če nihalo bolj ali manj zanihamo (večji ali manjši začetni odmik).

Kako to preverimo --> 8p1)

9*) Narišite graf meritve pri 8) in ga uporabite, da podprete ali ovržete domnevo.

Linearizacije vaših krivulj:

$y = kx$ --> že linearna



$y = A \sin \bar{x}$ $\rightarrow y' = y, x' = \bar{x}$
 $y = A \arctg \bar{x}$ $\rightarrow y' = \frac{1}{1 + \bar{x}^2}, x' = \bar{x}$; A je vrednost, h kateri se y približuje
 in jo je treba odčitati ali oceniti z grafa.
 $y = A(1 - e^{-x})$ $\rightarrow y' = \ln(A - y), x' = x$; A je vrednost, h kateri se y približuje
 in jo je treba odčitati ali oceniti z grafa.
 $y = A$ $\rightarrow$ že linearna

1p1)

Glede na to, da imamo le vrvico in utež, lahko sklepamo, da sta edina možna parametra le masa uteži in dolžina vrvice.

Lahko posumimo tudi, da bo frekvenca odvisna od začetnih pogojev (začetni odmik ali začetna hitrost).

Vrvico bomo imenovali prvi prameter,
 maso uteži bomo imenovali drugi prameter.

2p1)

Nihajni čas je čas potreben za en nihaj. Najbolje ga je meriti od skrajne lege do (iste) skrajne lege.

Lahko bi ga merili od ravnovesne lege do druge naslednje ravnovesne lege. Eno vmes spustimo, saj stanje ni isto kot prej, saj nihalo potuje v nasprotno smer. To pomeni, da je med dvema ravnovesnima legama le pol nihaja, zato moramo meriti vsako drugo.

Še najboljše je, da merimo čas 10 nihajev od skrajne lege do (desete naslednje) skrajne lege in ta čas delimo z 10. Tako zmanjšamo relativno napako.

Kako zmanjšamo napako? $\rightarrow$ 2p2)

2p2)

Denimo, da nihaj traja 5 s, mi pa ustavimo in zaženemo štoparico z napako 0,05 s. Toliko lahko zgrešimo dokler oči opazijo, da je zadeva v ustrezni legi, pošljejo signal možganom, le-ti ugotovijo, kaj to pomeni, pošljejo signal roki in se mišice roke stisnejo. Če merimo en nihaj, imamo relativno napako $0,05 \text{ s} / 5 \text{ s} = 1\%$. Če merimo 10 nihajev, je naša (absolutna) napaka enaka. Signali potrebujejo približno enako časa. Relativna napaka meritve je $0,05 \text{ s} / 50 \text{ s} = 0,1\%$. Deljenje z 10 ne spremeni relativne napake. Vidimo, da smo 10krat izboljšali natančnost.



8p1)

Ali je nihajni čas neodvisen od začetnega odmika preverimo tako kot za oba ostala parametra. Pri izbrani dolžini in masi merimo nihajni čas za različne začetne odmike. Meritve vnesemo v tabelo in narišemo graf, iz katerega lahko vidimo, ali obstaja kak trend naraščanja ali padanja ali je nihajni čas bolj ali manj isti za vse začene odmike.

7p1)

Linearizacija grafa pomeni, da spremenimo spremenljivke tako, da je graf premica. Običajno to pomeni izraziti x iz enačbe $y = f(x)$.

Primer: $y = A e^{Bx}$. Graf te funkcije $y(x)$ je strmo naraščajoča krivulja. Izrazimo x :
 $y = A e^{Bx} \Rightarrow y/A = e^{Bx} \Rightarrow \ln(y/A) = \ln(e^{Bx}) \Rightarrow \ln(y) - \ln(A) = B \ln(e^x)$
 $\Rightarrow \ln(y) - \ln(A) = B x \Rightarrow \ln(y) = B x + \ln(A)$.

Slednja je linearna funkcija. Če vpeljemo $y' = \ln(y)$, $x' = x$, $k = B$ in $n = \ln(A)$, dobimo $y' = k x' + n$. Če torej na navpično os nanašamo y' namesto y in na vodoravno x' , dobimo premico, ki ji lahko odčitamo naklon k in premik po ordinati n . Iz odčitanih k in n lahko izračunamo $A = e^n$ in $B = k$.

Temu postopku pravimo linearizacija: prevedemo izvirno funkcijo v tako obliko, da lahko vpeljemo y' in x' tako, da bo $y'(x')$ linearna funkcija.

Paziti moramo samo, da je y' odvisen samo od y in x' samo od x . Pri zgornjem postopku, bi, denimo, lahko vpeljali $x' = \ln(e^x)$ in dobili $y' = B x' + \ln(A)$, kar je ravno tako linearna funkcija. $\ln(e^x)$ lahko izračunamo za vsako točko z žepnim računalnikom, tako kot moramo izračunati y' . Zato lahko postopek izvedemo, tudi če ne vemo, da je $\ln(e^x) = x$.

7p2)

Trditev, ki ste jo postavili je, da je vaš graf neke oblike. Denimo, da ste izbrali, da je oblike $y = A x^4 + B$. Če je vaš graf res take oblike, bi morala linearizacija grafa glede na to obliko dati premico. Linearizacija za zgornjo obliko je $y' = y$ in $x' = x^4$. Vse izmerjene x torej preračunate v x^4 in narišete graf $y(x')$. Na navpično os nanašate vrednosti y , na vodoravno pa x' . Če je ta graf premica, pomeni, da so vaše izmerjene točke res zgornje oblike, če pa dobite krivuljo, pa pomeni, da v resnici vaš graf ni izbrane oblike.

Trditev torej preverite tako, da vašo izbrano enačbo linearizirate, narišete graf linearizacije in preverite ali je res premica.

7p3)

Koeficient A v enačbi dobite tako, da vstavite vrednosti x in y ene od točk v enačbo in izračunate A .



Npr. v enačbo $y = A \arctg(x)$ vstavitee x in y ene od točk in izrazite A .
 $A = y/\arctg(x)$.

Če vstavite vse točke, bi morali dobiti za A vedno približno enako vrednost, saj naj bi bil konstanta. Če se vrednost A močno spreminja, glede na to, katero točko vstavite, je vaša enačba verjetno napačna.