



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



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za naravoslovje in
matematiko*

Milan Ambrožič

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru
Koroška 160, 2000 Maribor

ZBRANA DIDAKTIČNA GRADIVA ZA PROJEKT RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

PODROČJE: Fizika

Prvi del: 5 gradiv, obdobje september 2009 – september 2010

ELEKTRONSKA IZDAJA

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA NARAVOSLOVJE
IN MATEMATIKO
Koroška 160, 2000 Maribor, Slovenija

MIKLOŠIČEVA KNJIŽNICA
(FF, PEF, FNM)
UNIVERZA V MARIBORU
Koroška 160, 2000 Maribor, Slovenija

Telefaks: (02) 251 81 80
Elektronska pošta: milan.ambrozic@uni-mb.si
Spletna stran: <http://kompetence.uni-mb.si/default.htm>

Maribor, maj 2011



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



Recenzent:

Mag. Robert Repnik

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Oblikovanje in prelom:

Milan Ambrožič

Izdala in založila:

Univerza v Mariboru,

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Maribor, maj 2011

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

53+004(079)

AMBROŽIČ, Milan

Zbrana didaktična gradiva za projekt Razvoj
naravoslovnih kompetenc [Elektronski vir] :
področje Fizika. Del 1, 5 gradiv, obdobje
september 2009 - september 2010 / Milan Ambrožič.
- Maribor : Fakulteta za naravoslovje in
matematiko, 2011

Način dostopa (URL):

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

ISBN 978-961-6657-22-8

COBISS.SI-ID 66997761



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



Vsebinsko kazalo

Predgovor	4
Galileo in mednarodno leto astronomije 2009	5
Vezava upornikov	27
Razumevanje pojma dela in energije	42
Energija iz orbite	53
Vztrajnostni moment rotacijskih teles	75



PREDGOVOR

V okviru nacionalnega Projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc, ki poteka od oktobra 2008 do konca leta 2011 (financirata ga Ministrstvo za šolstvo in šport ter Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada), je nastalo veliko tehnično-naravoslovnih didaktičnih gradiv za izobraževalne stopnje od vrtcev do konca srednje šole. Sodelovalo je veliko avtorjev s področja biologije, fizike, kemije in podpornih predmetov (matematika, tehnika, računalništvo), poleg njih pa tudi učitelji, ki so gradiva testirali v šolski praksi. Gradiva naj bi pokazala način, kako pri naravoslovnih in podpornih predmetih uspešneje razvijati naravoslovne kompetence. Gradiva s področja fizike, predvsem za srednje šole, sem napisal tudi jaz, nekatera skupaj z drugimi soavtorji. Pet takšnih gradiv, kjer sem edini avtor, je opisanih v tej zbirki. Mislim, da bi utegnili biti koristno gradivo predvsem za študente izobraževalne fizike. Kogarkoli zanimajo izvirne datoteke, npr. besedila v Wordu, se lahko obrne name.



Gradivo 1, september 2009

Galileo in mednarodno leto astronomije 2009

Strategija (metoda): individualno delo doma in seminar

Starostna skupina: OŠ ali SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo:

- a) generične: predvsem sposobnost zbiranja informacij, sposobnost samostojnega in skupinskega dela, sposobnost sinteze zaključkov
- b) predmetno-specifične: razumevanje osnovnih znanstvenih konceptov pri razvoju znanosti in teorij (predvsem pri fiziki)

Umestitev v učni načrt: Astronomija (tudi mehanika in optika)

Način evalvacije: z vprašanji izbirnega tipa (pred-test in po-test) ali pa z vprašanji opisnega tipa

GRADIVO ZA UČITELJE: Galileo in Mednarodno leto astronomije 2009 - spletni učbenik o Galileu

Spletni učbenik je dostopen na naslovu:

<http://fizika.dssl.si/Galileo/>

(približno 18 500 besed)

Avtorji učbenika: Milan Ambrožič, Robert Repnik, Nina Opaka, FNM UM

AVTOR GRADIVA: AMBROŽIČ MILAN, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

A) Teoretični del

Unicef je leto 2009 razglasil za Mednarodno leto astronomije, saj je Galileo Galilei pred 400 leti, to je leta 1609, pa tudi na začetku leta 1610, s ključnimi opazovanji neba pomembno prispeval k nadaljnjemu razvoju astronomije. Malo pred tem so izumili refrakcijski teleskop, ki ga je Galileo v letu 1609 precej izboljšal in z njim med drugim opazoval podrobnosti na Luni. Pravilno je sklepal, da Luna nima idealne krogelne površine, temveč so zanjo značilne gore, doline in kraterji. Z odkritjem štirih Jupitrovih satelitov in opazovanjem Venerinih men v letu 1610 je nagnil tehcnico od geocentričnega na heliocentrični pogled na Sončev sestav. Znan je še po drugih astronomskih opazovanjih, npr. Rimske ceste, supernove in Sončevih peg, bil pa je tudi izvrsten matematik, fizik in tehnik.

Spletni učbenik *Galileo in mednarodno leto astronomije*, ki smo ga ob tej priložnosti sestavili na Fakulteti za naravoslovje in matematiko, opisuje različne vidike Galilejevega življenja in dela. Med seboj prepleta astronomijo, fiziko, tehniko in matematiko. Poleg tega ima veliko povezav z drugimi spletnimi stranmi. Primeren je kot gradivo za seminarsko nalogo za poglavje Astronomija pri fiziki v 9. razredu OŠ, pa tudi za srednješolsko fiziko pri različnih temah, npr. pri optiki. Učbenik vsebuje lažje in nekoliko težje besedilo in na nekaterih mestih vključuje matematični opis, zato je uporaben tako za osnovnošolce kot dijake.



B) Praktični del

NAVODILA ZA UČITELJA

Spletni učbenik vsebuje med drugim naslednja fizikalna področja (nekatera so obsežnejša, druga pa samo na kratko opisana): astronomija, optika, mehanika (nekaj o prostem padu, Galilejevi transformaciji, nihanju, itd.). Zato se ga da deloma uporabiti tudi pri drugih fizikalnih poglavjih, ne samo pri astronomiji.

1 NAČIN DELA

Možnih je več načinov dela s spletnim učbenikom in sploh uporabe tega gradiva pri pouku. Tu predlagam tri takšne načine/metode dela, od katerih si učitelj izbere najbolj praktično možnost. Vsi trije načini so primerni tako v osnovni kot srednji šoli.

1.1 Način 1: Frontalno delo

Eden od učencev, ki ima doma računalnik in dostop do spleta, naj pripravi seminar o učbeniku, katerega predstavitev pred sošolci naj traja kakih 20 do 30 minut. Pred tem naj si učbenik ogleda tudi učitelj, da lahko učencu svetuje, katere teme naj posebej izpostavi. Vsi učenci lahko predhodno dobijo kako gradivo kot del učbenika, npr. sekcijo *Razvoj astronomije*, da jo lahko preberejo doma pred seminarjem. Poglavje *Razvoj astronomije* je tudi priloženo h temu gradivu. Za druga področja, npr. optične naprave, o katerih je v spletnem učbeniku tudi precej napisanega, pa si učitelj po želji kopira vsebino z učbenika v svoj word-ov dokument in pripravi gradivo za učence.

1.2 Način 2: Skupinsko delo v šoli



Če razred ni prevelik in je na voljo računalniška učilnica, potem lahko delajo učenci v skupinah po tri ali štiri, tako da pride na vsako skupino po en računalnik. Učitelje glede na svoj načrt dela poda navodila, na kaj naj se pri prebiranju spletnega učbenika osredotočijo oz. katero temo naj si ogledajo. Eden v skupini dela z računalnikom, vsi pa sočasno berejo vsebino na zaslonu, jo polglasno komentirajo (da ni v razredu preveč hrupno) in si delajo zapiske. To skupno delo naj traja kakih 15 ali 20 minut. Po končanem delu v računalniški učilnici se razred vrne v klasično učilnico, kjer lahko s frontalno možgansko nevihto (učitelj jo vodi, npr. poda ključno misel, cel razred pa razvija misel naprej) na določeno temo. Ob tem je priporočljivo sproti risati na tablo nastajajoči miselni vzorec, ki naj bo čim bolj obarvan in razgiban. Tega lahko namesto učitelja riše likovno nadarjeni učenec.

1.3 Način 3: Individualno delo doma

Če imajo vsi učenci v razredu doma računalnik z dostopom do interneta, lahko za domačo nalogo sami pregledajo spletni učbenik ali njegov del in napišejo povzetek prebranega.

2 NAČIN PREVERJANJA OSVOJENEGA ZNANJA/NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

Po želji lahko učitelj preverja napredek učencev predvsem v zvezi s kompetencami, povezanimi z rabo spletnega učbenika. Zato sta na voljo priloženi kratek pred-test in po-test z 10 vprašanji izbirnega tipa. Čas reševanja 10 minut je povsem dovolj za vsakega od njiju. Pred-test rešujejo učenci pred uporabo spletnega učbenika o Galileu, po-test pa po njem. Da ne bi bilo negativnega prizvoka v besedah *pred-test* in *po-test*, je na listih, ki jih dobijo učenci/dijaki, to napisano drugače: *motivacijski vprašalnik* in *končni vprašalnik*. Učencem/dijakom naročite, naj se ne pozabijo podpisati nanju. Učiteljeva odločitev je, kako (npr. kdaj) organizira reševanje obeh testov, če se odloči zanju. Vprašanja v obeh testih namenoma niso identična, v bistvu pa sprašujejo po enakih stvareh. Vsa vprašanja so enakovredna in se točkujejo po 1 za pravičen odgovor. Priložen je tudi excelov dokument *evalvacija* za pomoč učitelju pri statističnem ovrednotenju obeh testov. Učitelj mora samo za vsako vprašanje vsakega učenca pogledati, ali je obkroženi odgovor pravičen in na ustrezno mesto v dokumentu *evalvacija* vstaviti enko namesto ničle; podrobnejša navodila so v samem dokumentu. Natančnejša navodila so v samem dokumentu.

Učitelj se lahko odloči tudi za priloženi vprašalnik opisnega tipa v zvezi z razvojem astronomije in znanosti nasploh. Ker je vprašalnik zahtevnejši in je za njegovo reševanje predviden čas 30 minut, predlagam, da ga učenci izpolnijo pri eni od naslednjih ur fizike ali pa doma. Učitelj naj po svoji presoji učence nekoliko pripravi na izpolnjevanje vprašalnika. Da je to koristno, so pokazale dosedanje izkušnje s testiranjem tega vprašalnika v šolah.

3 ANKETA ZA UČITELJA

Učitelja, ki je pregledal Galilejev spletni učbenik, prisrčno vabimo, da izpolni priloženo anketo in nam jo vrne kar v word-ovem dokumentu (e-pošta: milan.ambrozic@uni-mb.si). Izidi ankete nam bodo namreč izredno koristili, saj spletni učbenik nikoli ni končana stvar in ga lahko stalno nadgrajujemo. Za to pa potrebujemo mnenja uporabnikov. Če pa je učitelj izvedel v razredu tudi oba testa s po 10 vprašanji in ju statistično obdelal z excelovim



dokumentom, vabimo, da nam pošlje tudi ta izpolnjen dokument (evalvacija.xls) na zgoraj omenjeno e-pošto.

4 DRUGI SPLETNI VIRI O GALILEU ZA PRIMERJAVO

(Podano je tudi okroglo število besed.)

V SLOVENŠČINI

Kvarkadabrin učbenik (3300 besed):

<http://www.kvarkadabra.net/article.php/Galileo-Galilei>

Wikipedia (slov) o Galileu (800 besed):

http://sl.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei

V ANGLEŠČINI

Wikipedia (ang) o Galileu (8100 besed):

http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei

Vzorčni ameriški učbenik (Univerza Rice in druge v ZDA, 57 600 besed):

<http://galileo.rice.edu/>

Opomba: posebno zadnji spletni učbenik (Rice in druge univerze) je odličen in zanesljiv vir dodatnih informacij o Galileu. Zato priporočam, da si ga učitelj ogleda.

5 PRAVILNE (NAJUSTREZNEJŠE) REŠITVE OBEH TESTOV Z VPRAŠANJI IZBIRNEGA TIPA

Črke pred pravilnimi odgovori so označene z rdečim ozadjem.

Pred-test (10 vprašanj): SPLETNI UČBENIKI V SPLOŠNEM

1) Kako bi poiskal(a) neko informacijo v točno določenem spletnem učbeniku?
Predpostavi, da spletni naslov tega učbenika poznaš.

A) Sploh je ne bi poiskal(a).

B) Vtipkal(a) bi naslov spletnega učbenika, ko se mi njegova stran odpre, pa na slepo poskusil(a) poiskati želeno informacijo.

☒ Vtipkal bi naslov spletnega učbenika, ko se mi njegova stran odpre, najprej preletel(a) kazalo ali pa uporabil(a) ukaz »najdi«, če ga ta učbenik ima.

C) Za pomoč bi prosil(a) sošolca(ko), ki to bolje zna.

D) Ne vem.

2) Ko najdeš nek pomemben podatek na spletnih straneh, kaj potem?

A) Verjamem v pravilnost podatka in ga uporabim.

B) Vprašam prijatelje, ali je podatek pravilen.

C) Poiščem še kako drugo spletno stran s tem podatkom in preverim, ali sta enaka.

☒ Ne zanesem se popolnoma na spletne vire in poskusim preveriti veljavnost podatka še v kakem tiskanem leksikonu, če ga dobim, npr. v knjižnici.

D) Ker podatku ne zaupam, ga sploh ne uporabim in se poskusim izogniti izjavi ali nekemu opisu (npr. v seminarju), za katerega je podatek nujen.



3) Ali bi uporabil(a) spletni učbenik v angleščini, da bi se dokopal(a) do določenih sklepov, če ne bi imel(a) nobenih primernih slovenskih virov?

A) Ne, nikakor.

B) Da, vendar bi učbenik samo na hitro preletel(a) in uporabil(a) tiste odstavke, ki bi jih razumel(a).

C) Da, vendar bi ga takoj nehal(a) brati, če bi bilo preveč nerazumljivih besed.

Č) Ne, bi pa prosil(a) prijatelje, ki angleščino dobro obvladajo, da mi besedilo prevedejo.

☒ D) Da, pri tem pa bi si po potrebi pomagal(a) z angleško-slovenskim slovarjem.

4) Kaj ti je pri spletnih učbenikih najbolj všeč?

A) Multimedijška raznolikost (slike, filmi, animacije, zvok...).

☒ B) Povezave (linki) z drugimi spletnimi stranmi.

C) Da je navadno manj besedila kot v tiskanih učbenikih.

Č) Dobro urejen notranji brskalnik po ključnih besedah.

D) Da ni treba iti ponj v knjižnico.

5) Kaj bi bilo treba po tvojem mnenju pri spletnih učbenikih v splošnem izboljšati?

☒ A) Zanesljivost informacij.

B) Še precej povečati število multimedijskih elementov.

C) Skrajšati besedilo.

Č) Narediti jih zabavnejše.

D) Polepšati njihovo naslovno stran.

6) Kakšen naj bi bil po vsebini najboljši spletni učbenik?

A) Čim ožje strokovno usmerjen in primeren za ozko starostno skupino bralcev.

B) Čim ožje strokovno usmerjen, a primeren za širšo starostno skupino bralcev.

C) Interdisciplinaren, vendar za ozko starostno skupino bralcev.

☒ D) Interdisciplinaren in za široko starostno skupino bralcev.

D) Vseeno mi je, ker me spletni učbeniki ne zanimajo.

7) Ali si že ali pa nameravaš kdaj (brez prisile) uporabiti spletni učbenik?

A) Ne vem.

B) V nobenem primeru.

C) Ne, tudi če bi moral(a).

Č) Da, če ne bi bilo kaj boljšega.

☒ D) Da.

8) Recimo, da še nisi uporabil(a) spletnega učbenika. Ali bi ga, če bi to naredili tudi tvoji prijatelji?

A) Ne vem.

B) Ne.

☒ C) Da.

9) Recimo, da bi nekoč hotel(a) napisati spletni učbenik na temo, ki ti je najbližja. Kako bi se tega lotil(a)?

A) Zatržno vem, da tega nikoli ne bom počel(a).

B) Ne vem.

☒ C) Najprej bi opravil(a) temeljit pregled obstoječe literature na to temo, tudi spletne.

Č) Tega bi se lotil(a) po »prebliskih«, brez natančnega načrta.

D) Pregledal(a) bi samo obstoječe spletne strani.

10) Ali bodo po tvojem mnenju spletni učbeniki izpodrinili tiskane?

A) To je nepomembno vprašanje.

B) Da, v celoti.



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



- ☒ Da, večinoma.
Č) Postali bodo enako pomembni kot tiskani.
D) Nikoli.

**Po-test (10 vprašanj): SPLETNI UČBENIK O GALILEU**

- 1) V spletnem učbeniku o Galileu na naslovu <http://fizika.dssl.si/Galileo/> med drugim najdeš besedilo o optičnih napravah. Kako ga najhitreje poiščeš?
- A) Vtipkam naslov spletnega učbenika, potem pa ga začnem natančno prebirati od začetka, dokler ne pridem do iskane teme.
- B) Vtipkam naslov spletnega učbenika, potem pa na slepo začnem iskati to tematiko.
- C) Vtipkam naslov spletnega učbenika, najprej preletim kazalo ali pa uporabim ukaz »najdi« in vtipkam besedo »teleskop«.
- Č) Za pomoč prosim sošolca(ko), ki to bolje zna.
- ☒ D) Vtipkam naslov spletnega učbenika, nato natančno preberem kazalo, vključno z naslovi poglavij in podpoglavij, če pa tako ne dobim želene tematike, uporabim ukaz »najdi« in vtipkam besedo »teleskop«.
- 2) V učbeniku si našel(la) podatek, da je Cosimo II. iz družine Medici postal Veliki toskanski vojvoda leta 1609. Kaj narediš s tem podatkom?
- A) Popolnoma verjamem v pravilnost podatka, zato ga uporabim v šolski raziskovalni nalogi, ki jo predstavim širšemu krogu poslušalcev.
- B) Vprašam prijatelja astronoma, ali je informacija pravilna.
- C) Poiščem ta podatek še v Wikipedii in preverim, ali sta enaka.
- ☒ D) Ne zanesem se popolnoma na spletne vire in poskusim preveriti veljavnost podatka še v kaki tiskani knjigi o astronomiji.
- D) Ker podatku ne zaupam, ga sploh ne uporabim v raziskovalni nalogi.
- 3) Recimo, da ti je učitelj svetoval, da morda poleg našega spletnega učbenika o Galileu pregledaš še odličen vir <http://galileo.rice.edu/> v angleščini. Ali bi ga uporabil(a)?
- A) No chance! My English is awful!
- B) Yep, but I would only take a quick overview of it and use just the paragraphs that I understand.
- C) Oh yes, but I would stop as soon as too many incomprehensible words appeared.
- Č) No, but I would ask friends who are good in English to do the translation into Slovene for me.
- ☒ D) Yes, and I would use the English-Slovene dictionary if necessary.
- E) Ne razumem odgovorov A-D.
- 4) Kaj ti je najbolj všeč v Galilejevem spletnem učbeniku?
- A) Slike in animacije.
- ☒ B) Povezave (linki) z drugimi spletnimi stranmi.
- C) Da ni preobsežen.
- Č) Dobro urejen notranji brskalnik po ključnih besedah.
- D) Da ni treba iti v knjižnico po knjige, ki vsebujejo tematiko o Galileu.
- 5) Kaj bi bilo treba po tvojem mnenju pri Galilejevem spletnem učbeniku predvsem izboljšati/popraviti?
- ☒ A) Povečati število virov.
- B) Še precej povečati število slik.
- C) Skrajšati besedilo.
- Č) Narediti jezik lahkotnejši.
- D) Polepšati njegovo naslovno stran.
- 6) Kaj bi bilo treba narediti pri Galilejevem spletnem učbeniku glede vsebine?
- A) Vreči ven vse razen Galilea in astronomije in ponekod poenostaviti besedilo, tako da bi bil namenjen predvsem kot dodatno gradivo za učenje poglavja o astronomiji pri fiziki v OŠ.
- B) Vreči ven vse razen Galilea in astronomije, a razpon težavnosti besedila naj ostane, tako da ga lahko uporabljajo tako osnovnošolci v višjih razredih kot dijaki.



C) V redu je, da je vsebina povezana z več predmeti, vendar je treba jezik poenostaviti, tako da bi bil učbenik v celoti primeren npr. za 9. razred OŠ.

☒ Pustiti nespremenjenega ali morebiti dodati še kaj tem.

D) Nimam določenega mnenja.

7) Kaj te je spodbudilo k uporabi tega spletnega učbenika?

A) Učiteljeva (mentorjeva itd.) zahteva.

B) Radovednost.

☒ Prostovoljna priprava naloge na to tematiko.

8) Če bi te prijatelji prosili, da jim poveš, kako priti do tega učbenika, kaj bi naredil(a)?

A) Ne bi jim znal(a) povedati.

B) Ne bi jim povedal(a).

C) Rekel(la) bi jim, naj poskusijo dobiti ta učbenik prek »Googla« ali »Wikipedie«.

☒ Povedal(a) bi jim spletni naslov učbenika.

9) Zamisli si, da te bo nekoč ekipa, ki je sestavila ta spletni učbenik, povabila, da ga razširiš z novimi poglavji po svojih željah in zamislih. Kako bi se tega lotil(a)?

A) Zatrdno vem, bi odklonil (a) ponudbo.

B) Nimam pojma.

☒ Najprej bi temeljito prebral ta učbenik in si naredil načrt, o čem bi še pisal(a). Zatem bi opravil(a) temeljit pregled obstoječe literature na te dodatne teme. Šele nato bi se zares lotil(a) pisanja.

Č) Delal(a) bi po umetniško, kar bi mi sproti padlo na pamet.

D) Pregledal(a) bi obstoječe spletne strani v angleščini, preveril(a), kaj vključujejo, česar v tem učbeniku ni, potem pa te strani prevedel(la) in dodal(a) k učbeniku.

10) Če se bo kdaj pojavil v slovenščini spletni učbenik (skupaj s forumom novic) o tvoji priljubljeni temi, npr. o kaki športni panogi ali o glasbeni zvrsti, ali ga boš bral(a)?

A) Ne, ne bi se mi dalo.

☒ Da, v celoti. Tudi sistematsko razlago pojmov o tej temi.

C) Da, vendar samo zanimive novice.

Č) Da, vendar bi gledal(a) le slike in zanimive animacije.

D) Da, a brez najtežjih odlomkov.

PRILOGE:

1. Učni list: Razvoj astronomije (ucni_list.doc)
2. Vprašalnik za učence (vprašanja opisnega tipa – težji test; gimnazijski nivo, lahko tudi za osnovnošolce v 8. ali 9. razredu, če jih učitelj predhodno nekoliko pripravi za takšen vprašalnik) (vprasalnik_opisni.doc)
3. Kompetenčni vprašalnik za učence – pred-test (pred-test.doc)
4. Kompetenčni vprašalnik za učence – po-test (po-test.doc)
5. Anketa za učitelja (anketa.doc)
6. Excelov dokument za avtomatsko statistično obdelavo izidov kompetenčnih vprašalnikov (evalvacija.xls)



UČNI LIST ZA UČENCE/DIJAKE

Poglavje *Razvoj astronomije iz spletnega učbenika o Galileu*

Človeštvo opazuje in razlaga navidezno gibanje Sonca, Lune, planetov in zvezd že tisočletja in si je na osnovi periodičnosti tega gibanja izdelalo koledarje, s katerimi bi čim natančneje napovedalo čas pomembnih letnih dogodkov, npr. poplav Nila v starem Egiptu. Čutila so človeku ves čas zavajala, da miruje Zemlja in da vsa druga nebesna telesa krožijo okrog nje. Razen tega so ljudje na splošno mislili, da je Zemlja ploščata in ne okrogla. Nič čudnega, da se je moderna astronomija s pravimi pogledi na gibanje Zemlje, Sonca ter drugih planetov in zvezd do galaksij razvila šele v zadnjih stoletjih, razmeroma pozno glede na večtisočletna astronomska opazovanja. Za to je bil potreben velikanski miselni premik v glavah učenjakov, podobno kot za sprejetje Newtonovih zakonov gibanja, pozneje pa še manj naravno intuitivnih spoznanj in teorij (relativnostne teorije, kvantne mehanike, teorije kaosa, večdimenzionalnih modelov resničnosti, itd.).

Oglejmo si na kratko nekaj zanimivih misli starogrških učenjakov na področju astronomije, med katerimi so nekatere zadele resnico, druge pa ne. Glede na to, da takrat ni bilo na voljo toliko tehnike, da bi neposredno potrdili veljavnost mnogih trditev (marsikdaj temelječih na estetskih in vrednostnih merilih!), lahko ob pravih izjavah pravzaprav občudujemo intuicijo avtorjev. Anaksimén (570 pr. n. št. – 500 pr. n. št.) je trdil, da Luna sama ne sveti, temveč le odbija Sončevo svetlobo. Vendar pa je imel Sonce, Zemljo in Luno za ploske tvorbe, ki lebdiijo v zraku. Pitagora (582 pr. n. št. – 497 pr. n. št.) je prisegal na števila kot osnovo vsega, kar obstaja. Trdil je, da je Zemlja okrogla in spoznal, da je navidezno gibanje Sonca, Lune in planetov drugačno kot pri zvezdah. On in somišljeniki (pitagorovci) so med drugim verjeli v številsko harmonijo gibanja nebesnih teles. Pitagorovec Filolaj (480 pr. n. št. – 400 pr. n. št.) je trdil, da je vesolje eno samo in okroglo, ker je 1 najboljše število, kroga pa najpopolnejše geometrijsko telo. Pitagorovca Hiket in Ekvant sta pravilno domnevala, da se Zemlja vrti okrog svoje osi in ne nebo okrog Zemlje. Nasprotno naj bi se po Platonu (427 pr. n. št. – 347 pr. n. št.) edino in okroglo vesolje vrtelo okrog Zemlje. Heraklid ali Heraklit Pontski (388 pr. n. št. – 310 pr. n. št.) je morda prvi pomislil na zanimivo, a napačno kombinacijo gibanja nebesnih teles: okrog Zemlje krožita Sonce in Luna, pet tedaj znanih planetov (Merkur, Venera, Mars, Jupiter in Saturn) pa okrog Sonca. Znameniti starogrški filozof Aristotel (384-322 pr. n. št.), Platonov učenec in učitelj Aleksandra Velikega, je opozoril, da mora biti Zemlja okrogla, saj meče okroglo senco na Luno med Luninim mrkom. Sicer pa je bil tako kot drugi prepričan, da je Zemlja središče vesolja.

Eden od velikih mislecev je bil Aristarh (rojen 310 pr. n. št. na grškem otoku Samosu, umrl okrog 250 pr. n. št. v Aleksandriji), ki so ga zaradi domneve, da je Sonce središče vesolja (heliocentrični sestav) in ne Zemlja, obtožili brezboštva in izgnali iz Aten. Zamisel Aristarha, kako primerjati razdaljo med Zemljo in Soncem z razdaljo med Zemljo in Luno, je bila mojstrovina. Ko kaže Luna meno, ki je natančno polkrog, tvorijo Zemlja, Sonce in Luna pravokotni trikotnik. Kot φ ob Zemlji je malo manjši od pravega kota. Takšen položaj se pojavi dvakrat v enem obhodu Lune okrog Zemlje: kot prvi in zadnji polkrožni krajec.



Aristarh je ocenjeval, da poteče od prvega do zadnjega krajca 13 dni, od zadnjega do prvega pa 14 dni. Pri predpostavki enakomernega kroženja Lune okrog Zemlje in zanemarjenju gibanja Zemlje lahko izračunamo, da je kot φ enak 87 stopinj. To da razmerje med hipotenuzo Zemlja – Sonce in kateto Zemlja Luna okrog 20. Aristarh si je pomagal z risanjem ustreznega trikotnika, danes pa uporabimo kar kosinusno funkcijo. V resnici je razlika obeh period med polkrožnima krajcema samo ena ura in ne en dan, kot φ je precej bližje pravemu kotu in ustrezno razmerje oddaljenosti Sonca in Lune veliko večje, kot je ocenil Aristarh. Aristarhu te napake ne smemo zameriti, ker meritve niso preproste. Na osnovi dodatnih opazovanj, npr. Luninega mrka, pa je pravilno ugotovil, da je Sonce večje od Zemlje, ta pa od Lune, čeprav so bila njegova razmerja velikosti teh treh teles napačna. Zato je sklepal, da mora Zemlja krožiti okrog večjega Sonca, Luna pa okrog Zemlje! Pri nekaterih meritvah in izračunih, na primer pri računanju razmerja med polmeroma Zemlje in Lune na osnovi delnega Luninega mrka bi lahko bil Aristarh vseeno precej natančnejši: dobil je razmerje 2 namesto približno 4, kot je prava vrednost.

Hiparh (190 pr. n. št. – 120 pr. n. št.) je bil še prodornejši od Aristarha in ga imajo nekateri za največjega antičnega astronoma. Na primer, dobro je ocenil, da je razdalja Lune od Zemlje približno 60 Zemljinih polmerov. S primerjavo svoje zvezdne karte s predhodnimi je prišel do pomembnega spoznanja, da se Zemljina rotacijska os giblje po plašču stožca s periodo 26 000 let. Razvrstil je tudi zvezde po njihovi navidezni svetlosti v skupine od 1 do 6, kar ustreza današnjemu pojmu magnitude zvezd: zvezda z manjšo magnitudo je videti svetlejša. Zveza med magnitudo in fizikalno enoto gostoto svetlobnega toka je logaritemska. Podobno je z decibeli pri merjenju glasnosti zvoka. To se sklada s fiziognomijo naših čutil: tako za oko kot uho je značilen logaritemski odziv (občutek) na fizikalni intenziteto dražljaja (intenziteto ustreznega valovanja, vidne svetlobe ali zvoka merimo v enoti vat na kvadratni meter). Ugotovil je tudi majhno razliko v trajanju različnih letnih časov. Vztrajal pa je na geocentričnem pogledu, čeprav ga je glede na opazovanja kombiniral z rahlo ekscentričnostjo: po njegovem Zemlja ni točno v središču krožnice, po kateri se giblje Sonce.

Veliko pozneje je Klavdij Ptolemej (živel od okrog 85 do 170 v Aleksandriji) ustoličil geocentrični pogled na svet ali geocentrični sestav, po katerem naj bi tako Sonce in planeti kot vsa druga nebesna telesa krožili okrog mirujoče Zemlje. Sicer pa je Ptolemej v svoji zbirki 13 knjig z naslovom *Megale Mathematike Syntaxis* (Veliki matematični sestav) s kasnejšim arabskim prevodom *Almagest* podal temeljit pregled tedanjega astronomskega znanja. Za napačno pojmovanje vesolja ne smemo kriviti ne Aristotela ne Ptolemeja. Znanost in znanje se razvijata in med spoznavanjem prave resnice seveda delamo tudi številne napačne predpostavke, in če je sploh treba koga kriviti, je treba tiste, ki zakrivajo oči pred resnico, celo mnogo po tem, ko je bila razkrita črna na belem (npr. zanikanje Jupitrovih satelitov, ki jih je opazil Galilej skozi svoj daljnogled, zanikanje Darwinove teorije razvoja življenjskih vrst in podobno).

Nikolaj Kopernik (1473-1543) je po dolgem obdobju zakoreninjenega geocentričnega sestava v svoji knjigi *O kroženju nebeških krogel* podal heliocentrični pogled na svet. Za izid knjige je počakal na letnico svoje smrti, ker se je bal preganjanja zaradi svoje revolucionarne zamisli. Še dolgo potem niso sprejeli heliocentričnega sestava. Danski astronom in astrolog



Tycho Brahe (1546-1601) je v svojem izpopolnjenem observatoriju na otoku Hveen (danes se imenuje Venu) opravil najnatančnejša opazovanja gibanja zvezd in planetov doslej. Njegova opazovalnica na otoku je bil grad Uranienburg – Trdnjava neba, ki ga je zgradil in opremil z denarno podporo kralja Danske in Norveške Friderika II. Delal je zelo sistematično in je opazoval okrog 700 zvezd. Lege planetov je lahko izmeril z natančnostjo 100 kotnih sekund (to je okrog 1,5 kotne minute!) – s prostimi očmi, ker takrat še ni bilo teleskopov. Pomagal pa si je z velikimi mehanskimi napravami, kot so kvadranti. Brahe je s svojimi natančnimi opazovanji, posebno gibanja Marsa, omogočil Keplerjeva odkritja. Sam je sicer uvidel, da Ptolemejev opis sveta ne more biti zadovoljiv, vendar pa tudi ni zmogel sprejeti Kopernikovega nauka, da Zemlja ni središče vsega. Zato si je zamislil nekaj med Ptolemejevim in Kopernikovim opisom: Sonce in Luna naj bi krožila okrog Zemlje, tedaj znani planeti (Merkur, Venera, Mars, Jupiter in Saturn) pa okrog Sonca in s Soncem skupaj okrog Zemlje. Podobne zamisli so nastale že v stari Grčiji. Leta 1616, že v Galilejevem času, je Inkvizicija obsodila Kopernikove zamisli kot napačne in krivoverske ter njegovo knjigo *De revolutionibus orbitum coelestium* (O kroženju nebesnih teles) uvrstila na seznam prepovedanih knjig.

Johannes Kepler (1571-1630), nemški astrolog, astronom in matematik, je na osnovi natančnih astronomskih opazovanj predhodnikov, predvsem Braheja, ugotovil, da se planeti Osončja gibljejo okrog Sonca po eliptičnih tirih. Natančneje so trije Keplerjevi zakoni gibanja planetov naslednji:

1. Planeti se gibljejo okrog Sonca po eliptičnih tirih, Sonce pa je v enem od obeh gorišč (glede na tir vsakega planeta posebej).
2. Ploščinska hitrost gibanja planeta je konstantna, čeprav se njegova obodna hitrost in razdalja do Sonca med gibanjem spreminjata.
3. Za vse planete je pri gibanju okrog Sonca razmerje med kubom velike polosi elipse in kvadratom obhodnega časa enako.

Prva dva zakona se nanašata na gibanje enega planeta, tretji zakon pa primerja med seboj parametre gibanja vseh planetov. Prva dva zakona je objavil leta 1609 v knjigi *Nova astronomija*. Nenavadno navidezno gibanje planetov na nebu, npr. retrogardno gibanje (gibanje nazaj) Marsa v določenem časovnem delu njegovega periodičnega gibanja, bi se sicer dalo opisati tudi s prisilnimi in zapletenimi modeli doslej: Ptolemejev sistem ciklov in epiciklov ter Brahejeva različica Ptolemejevega sistema. Vendar je Keplerjev opis dosti preprostejši in elegantnejši, kar je takrat, še pred teoretično utemeljitvijo njegovih zakonov, nakazovalo njegovo pravilnost.

Leta 1600 so na grmadi v Rimu sežgali Giordana Bruna (rojen 1548), ker je zagovarjal Kopernikov heliocentrični pogled in domnevo o neskončnosti vesolja. Bil je italijanski filozof, ki je napisal veliko del, ne samo o filozofiji in astronomiji, temveč tudi o spominskih tehnikah. Verjel je, da je vrtenje neba okrog Zemlje iluzija in da se v resnici vrti Zemlja okrog svoji osi, razen tega, da kroži okrog Sonca. Poleg tega je domneval, da so zvezde takšne kot naše Sonce in da imajo lastne planete; razen tega zvezde niso statične, temveč se gibljejo. Zagovarjal je homogenost vesolja: povsod je zgrajeno iz enake snovi. Ker pa takrat še ni bilo



kemije, je Giordano Bruno kot drugi mislil, da je vesolje zgrajeno samo iz štirih elementov: zemlje, vode, zraka in ognja. Razmišljal je tudi o večnosti časa in ni priznaval trenutka stvarjenja.

Galileo, ki je bil Keplerjev sodobnik in dopisni prijatelj, je prispeval k nadaljnjemu razvoju astronomije z naslednjimi odkritji:

- 1) Opazil je, da Luna nima idealne krogelne površine, temveč gorovja, doline in kraterje.
- 2) Odkril je Jupitrove lune in s tem direktno dokazal, da ne krožijo vsa nebesna telesa okrog Zemlje, vsaj ne neodvisno: Jupitrove lune krožijo najprej okrog Jupitra, četudi bi morda Jupiter sam krožil okrog Zemlje.
- 3) S pravilno razlago Venerinih men je lahko sklepal, da Venera kroži okrog Sonca.
- 4) Opazoval je med drugimi Sončeve pege, iz česar se da sklepati, da tudi Sonce ni idealno nebesno telo.
- 5) Ugotovil je, da je Rimska cesta sestavljena iz zvezd, torej je v vesolju zvezd veliko več, kot so si predstavljali do tistega časa.

Kot odločilni argument, s katerim se je dalo prepričati zadnje dvomljivce o tem, da Zemlja kroži okrog Sonca, nekateri navajajo odkritje paralakse bližnjih zvezd. To je prvemu uspelo Friedrichu Wilhelmu Besselu (1784-1845), ki je paru zvezd v ozvezdju Laboda izmeril paralakso 0,31 kotne sekunde (današnja natančnejša vrednost je 0,30 kotne sekunde), kar ustreza razdalji nekaj več kot 10 svetlobnih let. Kmalu po tem so izmerili paralakso še nekaterih drugih zvezd in izračunali njihove različne oddaljenosti od nas.

Omenimo le še tri za astronomijo pomembne znanstvenike za Galilejem: Newtona, Einsteina in Hubbla, čeprav jih je dalo bistven prispevek k astronomiji še veliko več.

Isaac Newton (1642–1727) je sicer v šoli najbolj znan po svojih Newtonovih zakonih, vendar je pomenilo njegovo delo tudi novo prelomnico v razvoju astronomije. Prvi je namreč spoznal, da je sila, zaradi katere padajo predmeti na tla, in sila, ki deluje med nebesnimi telesi, v resnici ena in ista sila – gravitacijska sila. Ta sila je sorazmerna s produktom njunih mas in obratno sorazmerja s kvadratom njune razdalje. Enačba v okviru klasične mehanike natančno velja v dveh primerih:

- 1) če sta telesi točkasti; bolj ohlapno: če sta njuni velikosti veliko manjši od njune medsebojne razdalje
- 2) če sta telesi okrogli in glede na njuno porazdelitev mase krogelno simetrični, pa čeprav razdalja med njima ni velika v primerjavi z njunima polmeroma; v tem primeru za r v enačbi za gravitacijsko silo vzamemo razdaljo med njunima središčema.

Na primer, za enaki svinčeni krogli s polmerom po 1 dm, ki se dotikata, vzamemo $r = 2$ dm, njuni masi izračunamo z znano gostoto svinca in sta 47,5 kg. Krogli sta kar težki, vseeno pa je gravitacijska sila med njima majhna: 3,76 mikronevtona. Te medsebojne privlačne sile ne smemo zamenjati s težo ene krogle zaradi Zemljine privlačnosti: $mg = 446$ N.

Albert Einstein (1879–1955) je v okviru splošne relativnostne teorije pokazal, da se da pojav gravitacijskega privlaka opisati kot geometrijsko popačenje prostora in časa. Njegova



teorija je napovedala za takratni čas neverjetne stvari: spremenjen tek ur v gravitacijskem polju, črne luknje, ukrivitev svetlobnega žarka v bližini zelo masivnega nebesnega telesa, možnost dinamičnega vesolja (vesolje se lahko širi ali krči), ki jih je znanost pozneje potrdila. Einstein je svojo posebno relativnostno teorijo s sorazmerno preprostimi matematičnimi enačbami objavil že leta 1905. Ta veja relativnostne teorije se med drugim ukvarja s kinematiko in dinamiko teles pri zelo velikih hitrostih, ne upošteva pa vpliva gravitacije. V razvoj splošne relativnostne teorije pa je moral vložiti veliko več energije in časa, saj so njene enačbe dokaj zapletene, tako da jo je objavil leta 1916.

Ameriški astronom Edwin Powell Hubble (1889–1953) je odkril, da poleg naše galaksije obstajajo tudi številne druge. S tem se je spet močno spremenila predstava človeštva o dejanski velikosti vesolja. Poleg tega je opazil splošni rdeči premik v spektrih galaksij (razen nekaterih izjem), pa tudi kvantitativno zvezo med tem premikom in oddaljenostjo galaksij. V splošnem je rdeči premik tem večji, čim bolj so galaksije oddaljene. Na osnovi njegovih dognanj so drugi astronomi prišli do ugotovitve, da se vesolje širi, kar je pripeljalo do teorije prapoka, v katerem je nastalo naše vesolje. Astronomska in fizikalna odkritja v 20. stoletju so naletela na osnovna znanstveno-filozofska vprašanja, ki zanimajo človeštvo od davnine: 1) ali sta prostor in čas končna ali neskončna, 2) kaj pravzaprav sploh sta prostor in čas in ali je prostor v resnici sploh tridimenzionalen, 3) vprašanja o vzrokih in posledicah, ki se navezujejo tudi na vprašanje o determiniranosti in naključnosti dogodkov, 4) ali bomo ljudje sploh kdaj zmožni spoznati vsaj večji del resnice, itd. Zato so se razvile tudi mnoge nove teorije (hipoteze), ki posegajo že na področje filozofije in ki bodo morale biti v prihodnosti preverjene: npr. hipoteza o hkratni prisotnosti neštetega števila nepovezanih vesolj, kakršno je naše.

Za razumevanje Hubblovih odkritij opišimo pojem rdečega premika. V svetlobnem spektru opazovane zvezde vidimo poleg ozadja (zveznega spektra) tudi ostre črte (črtast ali diskretni spekter). Te črte pomenijo točno določene valovne dolžine, ki ustrezajo energijskim razlikam elektronov v atomih v plinu pri prehodih med različnimi energijskimi stanji. Vsak atom ima točno določene spektralne črte, po katerih ga prepoznamo. Tako so npr. v Sončevem spektru našli črte neznanega elementa, ki so ga poimenovali helij (helios pomeni v grščini sonce in je tudi bog sonca v starogrški mitologiji) in so ga na Zemlji odkrili šele za tem (William Ramsay, 1895), čeprav ga je sicer v vesolju za vodikom največ od vseh elementov. Ker smo prepričani, da je povsod v vesolju enaka snov, bi moral imeti spekter vsake zvezde enak črtasti spekter kot naše Sonce, to je diskretne črte pri enakih valovnih dolžinah. Vendar velja za svetlobo tako kot za zvok Dopplerjev pojav: pri relativnim gibanju oddajnika in prejemnika svetlobe so navidezne frekvence in z njimi valovne dolžine spektralnih črt drugačne od tistih pri mirovanju. Če se neka zvezda ali celotna galaksija zelo hitro oddaljuje od nas, se spektralne črte značilnih elementov (vodika, helija in drugih) znatno premaknejo proti večjim valovnim dolžinam. Če se omejimo na črte v vidnem delu elektromagnetnega valovanja, pravimo temu rdeči premik, ker ima rdeča svetloba najdaljšo valovno dolžino. Čim večji je rdeči premik, tem hitreje se svetlobni objekt oddaljuje od nas.



Motivacijski vprašalnik (10 vprašanj): SPLETNI UČBENIKI

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 10 minut. Obkroži samo en najustreznejši odgovor na vsako vprašanje.

1) Kako bi poiskal(a) neko informacijo v točno določenem spletnem učbeniku? Predpostavi, da spletni naslov tega učbenika poznaš.

- A) Sploh je ne bi poiskal(a).
- B) Vtipkal(a) bi naslov spletnega učbenika, ko se mi njegova stran odpre, pa na slepo poskusil(a) poiskati želeno informacijo.
- C) Vtipkal bi naslov spletnega učbenika, ko se mi njegova stran odpre, najprej preletel(a) kazalo ali pa uporabil(a) ukaz »najdi«, če ga ta učbenik ima.
- Č) Za pomoč bi prosil(a) sošolca(ko), ki to bolje zna.
- D) Ne vem.

2) Ko najdeš nek pomemben podatek na spletnih straneh, kaj potem?

- A) Verjamem v pravilnost podatka in ga uporabim.
- B) Vprašam prijatelje, ali je podatek pravilen.
- C) Poiščem še kako drugo spletno stran s tem podatkom in preverim, ali sta enaka.
- Č) Ne zanesem se popolnoma na spletne vire in poskusim preveriti veljavnost podatka še v kakem tiskanem leksikonu, če ga dobim, npr. v knjižnici.
- D) Ker podatku ne zaupam, ga sploh ne uporabim in se poskusim izogniti izjavi ali nekemu opisu (npr. v seminarju), za katerega je podatek nujen.

3) Ali bi uporabil(a) spletni učbenik v angleščini, da bi se dokopal(a) do določenih sklepov, če ne bi imel(a) nobenih primernih slovenskih virov?

- A) Ne, nikakor.
- B) Da, vendar bi učbenik samo na hitro preletel(a) in uporabil(a) tiste odstavke, ki bi jih razumel(a).
- C) Da, vendar bi ga takoj nehal(a) brati, če bi bilo preveč nerazumljivih besed.
- Č) Ne, bi pa prosil(a) prijatelje, ki angleščino dobro obvladajo, da mi besedilo prevedejo.
- D) Da, pri tem pa bi si po potrebi pomagal(a) z angleško-slovenskim slovarjem.

4) Kaj ti je pri spletnih učbenikih najbolj všeč?

- A) Multimedijska raznolikost (slike, filmi, animacije, zvok...).
- B) Povezave (linki) z drugimi spletnimi stranmi.
- C) Da je navadno manj besedila kot v tiskanih učbenikih.
- Č) Dobro urejen notranji brskalnik po ključnih besedah.
- D) Da ni treba iti ponj v knjižnico.

5) Kaj bi bilo treba po tvojem mnenju pri spletnih učbenikih v splošnem izboljšati?

- A) Zanesljivost informacij.
- B) Še precej povečati število multimedijskih elementov.
- C) Skrajšati besedilo.
- Č) Narediti jih zabavnejše.
- D) Polepšati njihovo naslovno stran.

6) Kakšen naj bi bil po vsebini najboljši spletni učbenik?

- A) Čim ožje strokovno usmerjen in primeren za ozko starostno skupino bralcev.
- B) Čim ožje strokovno usmerjen, a primeren za širšo starostno skupino bralcev.
- C) Interdisciplinaren, vendar za ozko starostno skupino bralcev.
- Č) Interdisciplinaren in za široko starostno skupino bralcev.



D) Vseeno mi je, ker me spletni učbeniki ne zanimajo.

7) Ali si že ali pa nameravaš kdaj (brez prisile) uporabiti spletni učbenik?

- A) Ne vem.
- B) V nobenem primeru.
- C) Ne, tudi če bi moral(a).
- Č) Da, če ne bi bilo kaj boljšega.
- D) Da.

8) Recimo, da še nisi uporabil(a) spletnega učbenika. Ali bi ga, če bi to naredili tudi tvoji prijatelji?

- A) Ne vem.
- B) Ne.
- C) Da.

9) Recimo, da bi nekoč hotel(a) napisati spletni učbenik na temo, ki ti je najbližja. Kako bi se tega lotil(a)?

- A) Zatrdno vem, da tega nikoli ne bom počel(a).
- B) Ne vem.
- C) Najprej bi opravil(a) temeljit pregled obstoječe literature na to temo, tudi spletne.
- Č) Tega bi se lotil(a) po »prebliskih«, brez natančnega načrta.
- D) Pregledal(a) bi samo obstoječe spletne strani.

10) Ali bodo po tvojem mnenju spletni učbeniki izpodrinili tiskane?

- A) To je nepomembno vprašanje.
- B) Da, v celoti.
- C) Da, večinoma.
- Č) Postali bodo enako pomembni kot tiskani.
- D) Nikoli.

Končni vprašalnik (10 vprašanj): SPLETNI UČBENIK O GALILEU

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 10 minut. Obkroži samo en - najustreznejši odgovor na vsako vprašanje.

1) V spletnem učbeniku o Galileu na naslovu <http://fizika.dssl.si/Galileo/> med drugim najdeš besedilo o optičnih napravah. Kako ga najhitreje poiščeš?

- A) Vtipkam naslov spletnega učbenika, potem pa ga začnem natančno prebirati od začetka, dokler ne pridem do iskane teme.
- B) Vtipkam naslov spletnega učbenika, potem pa na slepo začnem iskati to tematiko.
- C) Vtipkam naslov spletnega učbenika, najprej preletim kazalo ali pa uporabim ukaz »najdi« in vtipkam besedo »teleskop«.
- Č) Za pomoč prosim sošolca(ko), ki to bolje zna.
- D) Vtipkam naslov spletnega učbenika, nato natančno preberem kazalo, vključno z naslovi poglavij in podpoglavij, če pa tako ne dobim želene tematike, uporabim ukaz »najdi« in vtipkam besedo »teleskop«.

2) V učbeniku si našel(la) podatek, da je Cosimo II. iz družine Medici postal Veliki toskanski vojvoda leta 1609. Kaj narediš s tem podatkom?



- A) Popolnoma verjamem v pravilnost podatka, zato ga uporabim v šolski raziskovalni nalogi, ki jo predstavim širšemu krogu poslušalcev.
B) Vprašam prijatelja astronoma, ali je informacija pravilna.
C) Poiščem ta podatek še v Wikipedii in preverim, ali sta enaka.
Č) Ne zanesem se popolnoma na spletne vire in poskusim preveriti veljavnost podatka še v kaki tiskani knjigi o astronomiji.
D) Ker podatku ne zaupam, ga sploh ne uporabim v raziskovalni nalogi.

3) Recimo, da ti je učitelj svetoval, da morda poleg našega spletnega učbenika o Galileu pregledaš še odličen vir <http://galileo.rice.edu/> v angleščini. Ali bi ga uporabil(a)?

- A) No chance! My English is awful!
B) Yep, but I would only take a quick overview of it and use just the paragraphs that I understand.
C) Oh yes, but I would stop as soon as too many incomprehensible words appeared.
Č) No, but I would ask friends who are good in English to do the translation into Slovene for me.
D) Yes, and I would use the English-Slovene dictionary if necessary.
E) Ne razumem odgovorov A-D.

4) Kaj ti je najbolj všeč v Galilejevem spletnem učbeniku?

- A) Slike in animacije.
B) Povezave (linki) z drugimi spletnimi stranmi.
C) Da ni preobsežen.
Č) Dobro urejen notranji brskalnik po ključnih besedah.
D) Da ni treba iti v knjižnico po knjige, ki vsebujejo tematiko o Galileu.

5) Kaj bi bilo treba po tvojem mnenju pri Galilejevem spletnem učbeniku predvsem izboljšati/popraviti?

- A) Povečati število virov.
B) Še precej povečati število slik.
C) Skrajšati besedilo.
Č) Narediti jezik lahkotnejši.
D) Polepšati njegovo naslovno stran.

6) Kaj bi bilo treba narediti pri Galilejevem spletnem učbeniku glede vsebine?

- A) Vreči ven vse razen Galilea in astronomije in ponekod poenostaviti besedilo, tako da bi bil namenjen predvsem kot dodatno gradivo za učenje poglavja o astronomiji pri fiziki v OŠ.
B) Vreči ven vse razen Galilea in astronomije, a razpon težavnosti besedila naj ostane, tako da ga lahko uporabljajo tako osnovnošolci v višjih razredih kot dijaki.
C) V redu je, da je vsebina povezana z več predmeti, vendar je treba jezik poenostaviti, tako da bi bil učbenik v celoti primeren npr. za 9. razred OŠ.
Č) Pustiti nespremenjenega ali morebiti dodati še kaj tem.
D) Nimam določenega mnenja.

7) Kaj te je spodbudilo k uporabi tega spletnega učbenika?

- A) Učiteljeva (mentorjeva itd.) zahteva.
B) Radovednost.
C) Prostovoljna priprava naloge na to tematiko.

8) Če bi te prijatelji prosili, da jim poveš, kako priti do tega učbenika, kaj bi naredil(a)?

- A) Ne bi jim znal(a) povedati.
B) Ne bi jim povedal(a).
C) Rekel(la) bi jim, naj poskusijo dobiti ta učbenik prek »Googla« ali »Wikipedie«.
Č) Povedal(a) bi jim spletni naslov učbenika.



9) Zamisli si, da te bo nekoč ekipa, ki je sestavila ta spletni učbenik, povabila, da ga razširiš z novimi poglavji po svojih željah in zamislih. Kako bi se tega lotil(a)?

A) Zatrdno vem, bi odklonil (a) ponudbo.

B) Nimam pojma.

C) Najprej bi temeljito prebral ta učbenik in si naredil načrt, o čem bi še pisal(a). Zatem bi opravil(a) temeljit pregled obstoječe literature na te dodatne teme. Šele nato bi se zares lotil(a) pisanja.

Č) Delal(a) bi po umetniško, kar bi mi sproti padlo na pamet.

D) Pregledal(a) bi obstoječe spletne strani v angleščini, preveril(a), kaj vključujejo, česar v tem učbeniku ni, potem pa te strani prevedel(la) in dodal(a) k učbeniku.

10) Če se bo kdaj pojavil v slovenščini spletni učbenik (skupaj s forumom novic) o tvoji priljubljeni temi, npr. o kaki športni panogi ali o glasbeni zvrsti, ali ga boš bral(a)?

A) Ne, ne bi se mi dalo.

B) Da, v celoti. Tudi sistematsko razlago pojmov o tej temi.

C) Da, vendar samo zanimive novice.

Č) Da, vendar bi gledal(a) le slike in zanimive animacije.

D) Da, a brez najtežjih odlomkov.

VPRAŠALNIK ZA UČENCE (šolsko ali domače delo)

Tema: Astronomija in druge vede

Priporočljiv čas reševanja: 20 do 30 minut

Dodatno navodilo: za vsako vprašanje si vzemi vsaj nekaj minut časa. Odgovarjaj jedrnato, tako da izraziš bistvene misli; vendar ne le z nekaj besedami, temveč s kratkim odstavkom, kakih 5 do 15 stavkov, za vsako vprašanje od 1 do 7. Podvprašanja so pri tem le v dodatno pomoč.

Cilj: ni toliko pomembna stroga pravilnost odgovorov, temveč bolj to, da pokažeš nekaj domišljije in izvirnosti.

- 1) Ali misliš, da bi se astronomija sploh lahko razvila, če ne bi bilo ponavljajočih se naravnih pojavov, povezanih z astronomijo (kot so dan/noč, letni časi, Lunine mene, itd.)? Zakaj? Kaj pa fizika? Ali sta fizika in astronomija sploh kako povezani med seboj? Če sta povezani, kako?
- 2) Kaj imata ureditev in religija starega Egipta skupnega z astronomijo? Kateri družbeni sloj se je najbolj razumel na koledar? Ali morda poznaš kako egipčansko božanstvo, povezano z nebesnim telesom?
- 3) Kako bi napredovala znanost do danes, če ne bi bilo Galilea ali Newtona? (Na primer, ali je verjetno, da bi se našel kak drugi znanstvenik, ki bi odkril iste zakone kot Galileo in Newton?)
- 4) Zakaj smo prepričani, da bo jutri Sonce spet vzšlo? Ali je to 100 % zanesljivo? V čem se dokaz v fiziki ali biologiji razlikuje od matematičnega dokaza? (Pomisli tudi na opazovanja narave, poskuse in čisto logično sklepanje.)



- 5) Zaradi časovne omejitve morajo znanstveniki vedno iskati ravnovesje med čim večjo širino znanja in ozko specializacijo na danem področju. Na kratko opiši svoje mnenje glede tega problema. Kaj misliš, ali so dali najuspešnejši znanstveniki v preteklosti več na interdisciplinarnost (to je, ukvarjali so se z različnimi področji) ali pa so bili ozko specializirani le na eno področje? Naštej nekaj znanstvenikov, ki potrjujejo tvoje mnenje.
- 6) Kako lahko razvoj ene vede pozitivno (negativno) vpliva na razvoj druge? Navedi zglede iz sodobne znanosti in tehnike. Kaj pa astronomija? Ali ima danes še kak vpliv na razvoj drugih ved? Utemelji odgovor.
- 7) Kakšna je povezava med značajem človeka in njegovo znanstveno ali poklicno uspešnostjo? Pomisli npr. na pogum, vztrajnost, delavnost, altruizem, skromnost, itd. (oziroma njihove nasprotne lastnosti, bojazljivost, itd.). Kaj od teh lastnosti vpliva na uspešnost v poklicu in znanosti (kako?) in kaj ne?

VPRAŠALNIK ZA UČITELJE O SPLETNIH UČBENIKIH NASPLOH IN O GALILEJEVEM UČBENIKU

Izbran odgovor ali več odgovorov označite npr. z obarvanjem ozadja ustrezne črke (npr. **a**)). Kjer ni posebej omenjeno, da je možnih več odgovorov, izberite samo enega.

I Spletni učbeniki v splošnem (10 vprašanj)

- 1) Primerjajte spletni učbenik s tiskanim učbenikom (predvsem glede prednosti in slabosti). Kaj mislite glede njegove uporabe v prihodnosti?
 - a) Spletni učbenik ima pretežno prednosti pred tiskanim učbenikom, zato bi moral v prihodnosti povsem izpodriniti tiskani učbenik.
 - b) Spletni učbenik naj bi pretežno nadomestil tiskanega, vendar pa morajo zaradi varovanja znanja nujno ostati tudi kopije tiskanih učbenikov.
 - c) Spletni učbenik ima po mojem prav toliko prednosti kot slabosti, zato naj bi se ga uporabljalo v enaki meri kot tiskanega.
 - č) Spletni učbenik nikoli ne bo mogel nadomestiti tiskanega učbenika, npr. zaradi tradicije, zato se mora v prihodnosti uporabljati le v manjši meri.
- 2) Katere so po vašem mnenju izrazite prednosti spletnega učbenika? (Možnih je več odgovorov, lahko tudi vsi.)
 - a) Ekološki učinek - manjša poraba papirja; praviloma so cenejši.
 - b) Povezave (linki) z drugimi spletnimi stranmi.
 - c) Multimedijška raznolikost: slike, zvok, animacije, simulacije, itd.
 - č) Praktičnost in hitra navigacija skozi učbenik (aktivna kazala, hipertekst).
 - d) Veliko lažje nadgrajevanje in z manj stroški kot klasični učbenik.
 - e) Splošni trening uporabe sodobne IKT (informacijsko komunikacijske tehnologije).
 - f) Katere druge prednosti? _____
- 3) Katere so po vašem mnenju slabosti/nevarnosti izključne uporabe spletnega učbenika? (Možnih je več odgovorov, lahko tudi vsi.)
 - a) Pomanjkanje tradicionalnosti v primerjavi s tiskanimi učbeniki.
 - b) Obremenjevanje oči.
 - c) Stvari se bralcu preveč servirajo, s tem pa bralec izgublja določene spretnosti.



č) Manjša možnost motorike kot pripomočka za pomnjenje (npr. bralec pri svojem lastnem tiskanem učbeniku lahko poudari ključne besede in misli).

d) Če odpove celotni računalniški sistem po svetu (npr. zaradi kake naravne ali človeško povzročene katastrofe), spletnih učbenikov ne bo več mogoče brati.

e) Pogosto ga ne moremo vzeti s seboj v naravo za branje ob lepem sončnem dnevu.

f) Spletni učbeniki niso toliko kvalitetni kot tiskani, ker se prelahko in prehitro objavljajo in zato lahko imajo še veliko napak in pomanjkljivosti.

g) Katere druge slabosti? _____

4) Če naj ostane spletni učbenik samo dopolnitev tiskanega, katere ugodne učinke na učence lahko vseeno pričakujete od njega? (Možnih je več odgovorov.)

a) Določene prednosti, opisane pri vprašanju 2 (npr. hitra navigacija)

b) Zaradi drugačnosti spodbuja zanimanje učencev za snov.

c) Krepi predvsem učenčevo kompetenco sposobnosti zbiranja informacij.

č) Kombiniranje informacij iz navadnega in spletnega učbenika izboljša pomnjenje snovi, pa tudi sam spomin.

d) Učenci spoznajo, da računalniki niso namenjeni samo računalniškim igricam.

e) Drugo: _____

5) Če bi se odločili za pogosto uporabo kakega spletnega učbenika, čemu bi dali prednost?

a) Zanesljivosti informacij, zato naj bi bil učbenik zaprtega tipa, tako da bi ga lahko dopolnjevali le strokovnjaki. Strokovna recenzija dopolnitev upočasni dopolnjevanje/nadgrajevanje učbenika.

b) Odprtosti učbenika tudi za dopolnjevanje s strani uporabnikov, pa čeprav bi bile zato informacije manj zanesljive. Odprtost omogoča hitro širjenje vsebine.

6) Če naj učenci sploh kdaj poskusijo brati s spletnega učbenika, katera starostna stopnja se vam zdi najprimernejša za začetek – seznanitev učenca s takšnim učbenikom?

a) Prvo triletnje OŠ.

b) Drugo triletnje OŠ.

c) Tretje triletnje OŠ.

č) Srednja šola.

d) Fakulteta.

7) Katera kombinacija »ozkost/interdisciplinarnost« (interdisciplinarnost ved, a z neko izbrano tematiko, kot je npr. Galilejevo življenje in delo) ter »ožja/širša« starostna skupina bralcev bi se vam zdela pri spletnem učbeniku najuporabnejša?

a) Interdisciplinaren učbenik za več starostnih skupin bralcev.

b) Predmetno ozko usmerjen (npr. vsebina je čisto fizikalna) učbenik za več starostnih skupin bralcev.

c) Interdisciplinaren učbenik za ozko starostno skupino bralcev.

č) Predmetno ozko usmerjen učbenik za ozko starostno skupino bralcev.

8) Približno kolikšen delež vaših učencev občasno uporabi informacije iz spletnih učbenikov, ne da bi bili v to prisiljeni? (Ni treba šteti, ampak to ocenite preprosto z vprašanjem celemu razredu in hitrim pregledom dvignjenih rok. Če je več razredov, naredite nekakšno povprečje. Navedite, za približno koliko učencev gre pri vaši oceni, natančno število pa ni pomembno.)

a) Skoraj vsi (več kot 90 %).

b) Večina (75 % do 90 %).

c) Okrog polovice (med 25 % in 75 %).

č) Manjšina (10 % do 25 %).

d) Skoraj nihče (manj kot 10 %).

Približno število vseh učencev: _____



9) Če bi dali vašemu učencu nalogo, naj najde v nekem spletnem učbeniku določeno naravoslovno ali tehnično temo in naj pripravi seminar o tem, kaj menite, katere od naslednjih generičnih kompetenc se pri tem najbolj spodbuja? (Izberite od 1 do 5 kompetenc ali pa označite zadnji odgovor za nobeno.)

- a) Sposobnost zbiranja informacij.
- b) Sposobnost analize literature in organizacija informacij.
- c) Sposobnost interpretacije.
- č) Sposobnost sinteze zaključkov.
- d) Sposobnost učenja in reševanja problemov.
- e) Prenos teorije v prakso.
- f) Uporaba matematičnih idej in tehnik.
- g) Prilagajanje novim situacijam.
- h) Skrb za kakovost.
- i) Sposobnost samostojnega in timskega dela.
- j) Organiziranje in načrtovanje dela.
- k) Verbalna in pisna komunikacija.
- l) Medosebna interakcija.
- m) Varnost (varno ravnanje).
- n) Nobena se ne spodbuja.

10) Katere od 8 ključnih kompetenc (to je, splošnejših kompetenc iz referenčnega okvira EU) so po vašem mnenju povezane z generičnimi kompetencami, ki se najbolj spodbujajo pri vprašanju 9 o uporabi spletnega učbenika za pripravo učenčevega/dijakovega seminarja? (Možnih je več odgovorov.)

- a) Matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji
- b) Digitalna pismenost
- c) Sporazumevanje v maternem jeziku na področju naravoslovja
- č) Učenje učenja
- d) Sporazumevanje v tujih jezikih
- e) Socialne in državljanske kompetence
- f) Samoiniciativnost in podjetnost
- g) Kulturna zavest in izražanje
- h) Nobena.

II Galilejev spletni učbenik (10 vprašanj)

Izpolnijo samo učitelji, ki so testirali gradivo o Galilejevem učbeniku.

Naslov: <http://fizika.dssl.si/Galileo/>

1) Ali bi bilo treba vsebino učbenika (predvsem besedilo) za potrebe v šoli še dopolniti in učbenik razširiti?

- a) Da, precej.
- b) Da, nekoliko.
- c) Ne.

2) Kateri multimedijski elementi bi morali biti v učbeniku pogostejši? (Možnih je več odgovorov.)

- a) Fotografije.
- b) Sheme.
- c) Miselni vzorci.
- č) Filmi.



- d) Animacije.
- e) Simulacije.
- f) Zvočni posnetki.

3) Ali priporočate, da bi se na koncu vsake sekcije učbenika dodal kviz z odgovori izbirnega tipa, tako da bi računalnik takoj podal povratno informacijo o pravilnosti odgovora?

- a) Nujno.
- b) Zaželeno, ni pa nujno.
- c) Ni potrebno.

4) Ali menite, da bi se naj del lažjega besedila (bolj primerne za osnovnošolce) označil posebej, npr. z določeno barvo, ali pa je bolje, da se učenci/dijaki znajdejo sami in poiščejo zase primerne dele učbenika, recimo za seminarsko nalogo?

- a) Da, naj se lažje besedilo označi.
- b) Ne, lažje besedilo naj se ne označi.

5) Ali menite, da bi bilo primerno odpreti forum na temo Galilejevega učbenika za vse uporabnike? (Komentarji v forumu bi utegnili koristiti avtorjem pri nadgrajevanju učbenika, vendar bi se uporabniki po vsej verjetnosti redko izpostavljali z objavami na forumu.)

- a) Da.
- b) Ne.

6) Ali menite, da bi moralo biti besedilo bolj raznobarvno?

- a) Precej bolj, sedaj je grafično preveč monotono.
- b) Nekoliko bolj: pomembnejši deli besedila bi morali izstopati.
- c) Ne, delovalo bi moteče.

7) Trenutno ima učbenik 2 nivoja: poglavja in podpoglavja. Ali priporočate dodatek 3. nivoja tam, kjer je besedilo podpoglavja obsežnejše?

- a) Da.
- b) Ne.

8) Kaj bi bilo treba narediti, da bi Galilejev učbenik zaživel vsaj za nekaj let, potem ko ga nadgradimo in izpopolnimo? (Možnih je več odgovorov.)

- a) Predstaviti ga po šolah učencem s kratkimi predavanji.
- b) Predstaviti ga na astronomskih taborih.
- c) Predstaviti ga na strokovnih srečanjih učiteljev.
- č) Nobena od naštetih treh aktivnosti ne bi imela takega posebnega učinka.
- d) Še kak predlog? _____

9) Učbenik nakazuje povezavo predvsem med astronomijo, fiziko, matematiko, tehniko in seveda zgodovino znanosti. Ali morda predlagate, da učbenik pokaže povezavo sodobne astronomije še s katerimi drugimi naravoslovnimi, družboslovnimi in tehničnimi vedami? (Možnih je več odgovorov)

- a) Z biologijo.
- b) S kemijo.
- c) S psihologijo.
- č) Astronavtiko.
- d) Z računalništvom.
- e) Z medicino.
- f) S sociologijo.
- g) Povezovanje ni potrebno.



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



Konkretna zamisel za obkrožene odgovore?

10) Glede stopnje težavnosti besedila: za katero stopnjo se vam zdi večji del učbenika dovolj razumljiv in hkrati ne prelahek? (Možnih je več odgovorov.)

- a) 8. razred OŠ.
- b) 9. razred OŠ.
- c) Prva dva letnika SŠ.
- č) Zadnja dva letnika SŠ.



Gradivo 2, september 2009

Vezava upornikov

Strategija (metoda): frontalni poskus, učinek presenečenja, možganska nevihta z miselnim drevesom

Starostna skupina: OŠ ali SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo:

- c) generične: sposobnost interpretacije in sinteze zaključkov, reševanje problemov
- d) predmetno-specifične: razumevanje osnovnih fizikalnih konceptov, kot je razvejanje tokov (električnih, vodnih itd.)

Umestitev v učni načrt: Ohmov zakon in vezava upornikov

Način evalvacije: z vprašanji izbirnega tipa

GRADIVO ZA UČITELJE: Vezava upornikov - poskus z vzporedno in zaporedno vezavo dveh različnih ali enakih žarnic

AVTOR: AMBROŽIČ MILAN, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Koroška 160, 2000 Maribor

1 Uvrstitev gradiva v učni načrt

Opisani poskus spada v temo *Zaporedna in vzporedna vezava uporov* in je zelo primeren za izvedbo v okviru rednih ali pa nerazporejenih ur fizike v 9. razredu OŠ in v srednji šoli. Poskus z različnima žarnicama ne zahteva kakšne posebne dodatne eksperimentalne opreme in verjetno bolj spodbuja k razmišljanju kot vezava ene, dveh, treh... enakih žarnic zaporedno ali vzporedno v električni krog.

2 Splošna navodila

Za izvedbo gradiva zadostuje 1 šolska ura. Opisana sta dva kontrolna demonstracijska poskusa: 1) z dvema različnima žarnicama, 2) z dvema enakima žarnicama. V enem razredu naj se izvede prvi poskus, v drugem razredu pa drugi. Med drugim gre tudi za primerjavo psihološkega učinka obeh poskusov na učence.

Vrstni red in časovni potek dejavnosti:

- Pred-test: 10 minut
- Poskus: 15 minut
- Možganska nevihta: 10 minut; potem kratka učiteljeva razlaga poskusa
- (časovna rezerva 10 minut: za razdelitev in pobiranje pred-testov, itd.)
- Po-test: reševanje po-testa kot domače naloge doma (enaka vprašanja kot pri pred-testu)



- Pobiranje po-testov naslednjo šolsko uro fizike; potem učencem preberite pravilne odgovore
- Učiteljevo ovrednotenje rezultatov s priloženim excelovim dokumentom.

3 Natančnejša navodila

Najprej razdelite pred-teste. Učenci naj se nanje podpišejo. Reševanje naj traja natančno 10 minut. V navodilih pred-testa je nasvet, naj si učenci za vsako od 10 vprašanj vzamejo po 1 minuto časa. Priporočljivo je, da to šolsko uro učenci že nekaj vedo o vezavah upornikov od prejšnjih ur fizike. V nasprotnem primeru bi bilo reševanje pred-testov nesmiselno. Ko pred-teste poberete, izvedite demonstracijski poskus, prvo ali pa drugo varianto.

Po demonstracijskem poskusu naj učitelj vodi frontalno možgansko nevihto, povezano z izidom poskusa. Ob možganski nevihti naj se na tablo riše ustrezni miselni vzorec. Morda za risanje vzorca po ključnih besedah, ki prihajajo iz razreda, povabite k tabli likovno nadarjenega učenca. S tem vas bo razbremenil pisanja in risanja, tako da se lažje osredotočite na vodenje razredne možganske nevihte. Osrednja ključna beseda za obe različici poskusa naj bo npr. **električna moč**. Spodbudimo učence, naj prerisujejo nekoliko po svoje v svoje zvezke vzorec.

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

1. Začetno ključno besedo napišemo na sredino lista (table); list je bolje obrniti ležeče, saj je lažje vpisovati besede v širino kot v višino.
2. Uporabljajmo tiskane črke in ne pisanih, boljše je uporabljati male tiskane črke kot velike, le izjemoma, za nekaj najpomembnejših ključnih besed, uporabimo velike črke.
3. Uporabljajmo različne velikosti črk; manj pomembne besede (tiste bolj na robu vzorca) naj bodo zapisane manjše.
4. Vsako besedo vpišemo v svoj okvirček ali na svojo črto (ne več besed skupaj, razen če sestavljajo povezan pojem).
5. Čim več uporabljajmo barve (barvna kreda, svinčniki); zelo dobro je označiti ozadje nekaterih besed s posebno barvo.
6. Narišimo tudi kakšne sličice in uporabljajmo posebne znake, npr. ? (vprašaj). Včasih je koristna tudi trirazsežna podoba.
7. Povezovalne puščice so lahko eno- ali dvosmerne, različnih velikosti, oblik (npr. $\rightarrow$ ali $\Rightarrow$), itd.
8. Čim bolj sprostimo svojo domišljijo.

Po možganski nevihti podajte kratko razlago poskusa (opisana spodaj pri opisu obeh poskusov). Nazadnje razdelite učencem po-teste za reševanje doma in jim povejte, da naj si za reševanje po-testa kot domače naloge vzamejo dovolj časa in se potrudijo poiskati (tudi z uporabo učbenika) pravilne odgovore. Tudi na po-teste naj se učenci podpišejo. Naslednjo šolsko uro poberite po-teste. Preberite učencem pravilne odgovore in če se vam zdi potrebno, podajte še kratke razlage pravilnih odgovorov (opisane spodaj, za testnimi vprašanji). Pred-teste in po-teste lahko statistično obdelate s priloženim excelovim dokumentom. Upoštevajte samo tiste učence, ki so pisali oba testa. Dodatna navodila za ovrednotenje so kar v excelovem dokumentu.



4 Opis obeh poskusov

4.1 **POSKUS 1:** Vezava upornikov - vzporedna in zaporedna vezava dveh različnih žarnic v električni krog

4.1.1 POTREBŠČINE: šolski nizkonapetostni vir, dve majhni žarnici različnih upornosti, žice. Žarnici sta lahko od kolesarskih luči. Pomembno za uspešnost poskusa je, da se žarnici znatno razlikujeta v upornosti, npr. za 30 do 50 odstotkov, vendar pa ne preveč. Svetilnost obeh je treba namreč preveriti pri isti napetosti, tako da se opazi bistveno razliko, ko svetita, nobena pa ne sme pregoreti.

4.1.2 CILJ: Učenci spoznajo bistvene razlike v ohmski moči pri zaporedni in vzporedni vezavi različnih upornikov. Tukaj gre za učinek presenečenja: žarnica, ki je pri posamični ali vzporedni vezavi svetila močneje, bo v zaporedni vezavi svetila manj kot druga žarnica.

4.1.3 NAČIN IZVEDBE: Demonstracijski poskus.

4.1.4 POTEK: Žarnici zvežite v električni krog najprej vzporedno. Nastavite napetost na izviru tako, da bo dobro razvidna razlika v njuni svetilnosti. Nato zvežite žarnici v električni krog zaporedno. Učenci naj dobro vidijo, katera žarnica je katera pri zamenjavi vezave. Spet nastavite napetost izvira tako, da bo videti razliko v svetilnosti žarnic.

4.1.5 RAZLAGA (pozneje, po možganski nevihti): Če pri isti napetosti ena od žarnic sveti šibkeje, pomeni to, da teče skozi njo manjši tok, torej ima šibkejša žarnica večji električni upor. Naj bo upornost šibkejše žarnice R_1 , močnejše pa R_2 , tako da velja $R_1 > R_2$. Pri vzporedni vezavi sveti močneje druga žarnica, saj sta padca napetosti na žarnicah enaka. Malo težje je razumeti, kaj se zgodi pri zaporedni vezavi. Ker teče skozi obe žarnici v zaporedni vezavi enak električni tok, padec napetosti pa je večji na žarnici z večjim uporom (prva, »šibkejša« žarnica), je tudi njena moč sedaj večja kot pri drugi žarnici – zato sveti močneje; ravno nasprotno kot pri vzporedni vezavi.

4.2. **POSKUS 2:** Vezava upornikov - vzporedna in zaporedna vezava dveh enakih žarnic v električni krog

4.2.1 POTREBŠČINE: šolski nizkonapetostni vir, dve enaki majhni žarnici različnih upornosti, žice.

4.2.2 CILJ POSKUSA: Učenci spoznajo bistvene razlike v ohmski moči pri zaporedni in vzporedni vezavi različnih upornikov. Ta poskus je lažje razumljiv, a manj zanimiv kot poskus z različnima žarnicama.

4.2.3 NAČIN IZVEDBE: Demonstracijski poskus.

4.2.4 POTEK: Žarnici zvežite v električni krog najprej vzporedno. Nastavite napetost na izviru tako, da bosta močno svetili. Nato zvežite žarnici v električni krog zaporedno, pri tem pa naj napetost vira ostane nespremenjena.

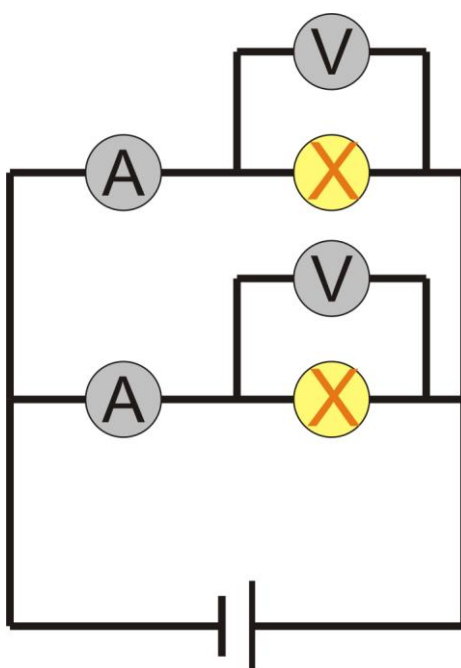


4.2.5 RAZLAGA (pozneje, po možganski nevihti): V obeh primerih svetita žarnici enako močno, če ju primerjamo med seboj. Skozi njiju namreč teče enak tok, prav tako je na njiju enak padec napetosti zaradi enakih upornosti. Vendar pa svetita pri zaporedni vezavi šibkeje kot pri vzporedni, ker teče skozi njiju dvakrat manjši tok kot pri vzporedni vezavi.

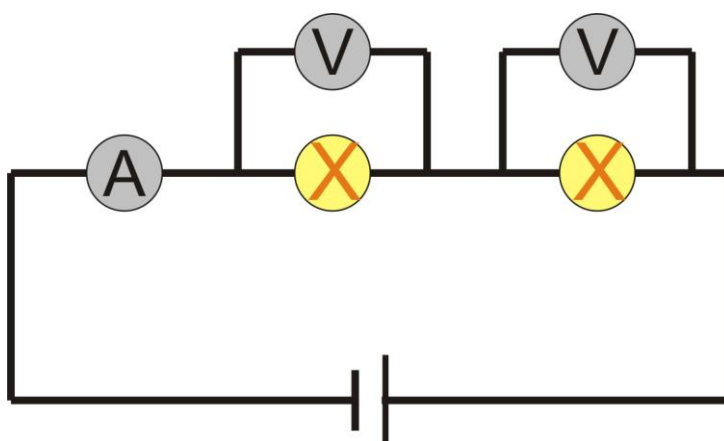
Pri razlagi enega ali drugega poskusa (med možgansko nevihto ali po njej) narišite na tablo skici in komentirajte tudi morebitno uporabo in pomen ampermetrov in voltmetrov. Oboji merilniki so seveda dobrodošli pri vključitvi v možgansko nevihto in ustrezni miselni vzorec.



Vzporedna vezava obeh žarnic



Zaporedna vezava žarnic





5 Pred-test in po-test z vprašanji izbirnega tipa

Pravilni (najustreznejši) odgovori: 1D, 2A, 3Č, 4B, 5B, 6C, 7A, 8B, 9C, 10Č so označeni rdeče za pomoč učitelju pri ovrednotenju rezultatov. (V učenčevih testih sta narisani tudi obe vezavi, ker ju po dosedanjih ugotovitvah pogosto zamenjujejo.)

1) Na izvir električne napetosti je priključen upornik. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik. Kaj se zgodi z električnim tokom skozi prvi upornik in kaj s padcem napetosti na njem.

- A) Tok se zmanjša, napetost pa poveča.
- B) Tok in napetost se povečata.
- C) Tok se poveča, napetost pa zmanjša.
- Č) Tok in napetost se zmanjšata.
- D) Tok in napetost se ne spremenita.**

2) Trije enaki upori so vezani vzporedno na izvir napetosti 60 V. Tok skozi izvir napetosti je 0,6 A. Kolikšen je tok skozi vsak upornik in kolikšen padec napetosti na njem?

- A) 0,2 A; 60 V**
- B) 0,2 A; 20 V
- C) 0,6 A; 60 V
- Č) 0,6 A; 20 V
- D) 0,6 A; 180 V

3) Na izvir električne napetosti je priključen upornik. Nato dodamo še en zaporedno vezan upornik. Kaj se zgodi z električnim tokom skozi prvi upornik in kaj s padcem napetosti na njem.

- A) Tok se zmanjša, napetost pa poveča.
- B) Tok in napetost se povečata.
- C) Tok se poveča, napetost pa zmanjša.
- Č) Tok in napetost se zmanjšata.**
- D) Tok in napetost se ne spremenita.

4) Prvi upornik v zaporedni vezavi ima dvakrat manjši upor kot drugi. Skozi prvi upornik teče električni tok 0,05 A. Kolikšen električni tok skozi drugi upornik?

- A) 0,025 A
- B) 0,05 A**
- C) 0,075 A
- Č) 0,1 A
- D) 0,125 A

5) Žarnica je vezana zaporedno s spremenljivim upornikom. Ko povečamo upor upornika, začne žarnica svetiti šibkeje. Zakaj?

- A) Ker se poveča njena upornost.
- B) Ker se zmanjša električni tok skozi njo.**
- C) Ker se poveča električni tok skozi njo.



- Č) Ker se zmanjša skupni padec napetosti na žarnici in zaporedno vezanem uporniku.
D) Ker se poveča padec napetosti na zaporedno vezanem uporniku.

6) Ali je mogoče narediti kombinirano vezavo (morda z dodatnimi uporniki), tako da bo skozi upornika z uporoma $20\ \Omega$ in $50\ \Omega$ tekel enak tok in da bo na njiju enak padec napetosti?

- A) Da, če naredimo ustrezno kombinacijo zaporednih in vzporednih vezav.
B) Da, to se da doseči z vzporedno vezavo in primernim izvirom napetosti.
☒ C) Ne, ker tega ne moremo uskladiti z Ohmovim zakonom.
Č) Ne, ker teče skozi večji upornik vedno manjši tok.
D) Ne, ker je na večjem uporniku vedno večji padec napetosti.

7) Ampermeter je občutljiv električni instrument. Če nisi prepričan(a), ali si ga pravilno vezal(a) v električno vezje, kaj se da narediti?

- ☒ A) Na začetku ga nastaviti na najširše merilno območje.
B) Vprašati sošolca za nasvet.
C) Naglo ga vklopiti in izklopiti.
Č) Napetostni izvir naglo vklopiti in izklopiti.
D) Zanesti se na občutek, da je vezava pravilna.

8) V gospodinjstvu so električne naprave vezane na omrežno napetost vzporedno. Kakšne prednosti ali slabosti bi imela zaporedna vezava namesto vzporedne? Ker je ustreznih več odgovorov, izberi tistega z največjo težo.

- A) Bila bi manjša nevarnost za prevelik skupni tok.
☒ B) Če bi bilo zaporedno priključenih več naprav, bi bile električne moči na njih neustrezne.
C) Če bi namesto izmenične napetosti uporabljali enosmerno, bi imela zaporedna vezava zaradi svoje enostavnosti prednost.
Č) Pri vzporedni vezavi »porabimo« več električne energije kot pri zaporedni.
D) Pri zaporedni vezavi ne bi mogli voditi mesečne »porabe« električne energije.

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

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

10) Kaj bi spremenil(a) pri obravnavi Ohmovega zakona in vezave upornikov, posebno pri šolskih poskusih nasploh, da bi bilo snov lažje razumeti in si jo zapomniti?



- A) Čim enostavnejši poskusi in morda njihove računalniške simulacije mi kar ustrezajo, ne glede na to, koliko je snov povezana z vsakdanjo uporabo.
- B) Raje imam zanimive poskuse, pa tudi če jih teže razumem, saj je pomembna edino zanimivost fizike.
- C) Poskusi, ki smo jih delali doslej, se morajo spremeniti, tako da so povezani izključno z vsakdanjim življenjem.
- ☒ D) Zagovarjam kombinirane poskuse: najprej preproste, ki pokažejo osnovno fizikalno sliko, potem pa kakega bolj zanimivega.
- D) Poskusi me ne zanimajo preveč in imam raje razlago snovi na tabli.

6 Kratke razlage pravih (najboljših) odgovorov

- 1D: Pri vzporedni vezavi je električni tok (in z njim ustrezni padci napetosti) v eni veji neodvisen od drugih, vzporednih vej. Zato se v eni veji nič ne spremeni, če dodamo vezju še več vej.
- 2A: Pri vzporedni vezavi s tremi enakimi vejami so v vseh vejah enaki padci napetosti, kot je napetost izvira, medtem ko se skupni tok razdeli na tri enake dele.
- 3Č: Pri zaporedni vezavi je tem manjši tok, čim več je upornikov v tokokrogu. Zaradi tega je tudi padec napetosti na vsakem uporniku manjši.
- 4B: Pri zaporedni vezavi teče skozi vse upornike enak električni tok, ne glede na njihove upornosti. Padci napetosti na njih pa so v splošnem različni.
- 5B: Pravilnost tega odgovora najbolje upravičimo tako, da pokažemo, da so preostali štirje odgovori nesmiselni.
- 6C: Enake napetosti in toka za dva različna upornika ne moremo doseči, ker bi enačba $R = U/I$ dala enaka upora.
- 7A: Boljše je zanesti se na varnost in lastno znanje kot na občutek, tveganje in pomoč drugih.
- 8B: Odgovor D je edini popolnoma napačen, odgovor C je tudi piškav, ker ni bistvene razlike v zapletenosti vzporedne in zaporedne vezave. Odgovora A in Č sta medsebojno povezana in načeloma veljata, saj je pri zaporedni vezavi skupni tok res manjši kot pri vzporedni. A seveda je najpomembnejše to, da ima vsaka električna naprava primeren padec napetosti in z njim električno moč, kar pa pri zaporedni vezavi ni res.
- 9C: Edino odgovor Č je popolnoma napačen in kaže na neke vrste »miselno lenobo«. Odgovor D je napačen v tem, da ne moremo primerjati »hitrosti« dveh neopredeljenih ali pa po enotah različnih fizikalnih veličin (npr. električni tok pri elektriki in masni tok pri pretoku vode). Pri opredelitvi moramo biti natančnejši: vprašati bi se morali npr., ali je večja hitrost elektronov v žicah pri električnem toku ali vodnih molekul v reki. Pokaže pa se, da so pri običajnih napetostih hitrosti elektronov v žici razmeroma majhne. Odgovor A je le delno pravilen. Težava je v pravilni interpretaciji sklenjenosti obeh tokov (za kar je mogoče razen pojma *pogon* v istem vprašanju potreben sploh najtežji razmislek v testu): tako vodni kot električni tok sta v principu lahko sklenjena ali pa ne. Nesklenjen tok obstaja pri prehodnih/kratkotrajnih pojavih: polnjenje ali praznjenje kondenzatorja (med ploščama ne teče noben fizični tok, čeprav lahko govorimo o navideznem – tako imenovanem premikalnem toku), izlitje vode iz posode v lijak. Vendar pa sta pri stacionarnih pogojih oba toka sklenjena, zato je ustrežnejši



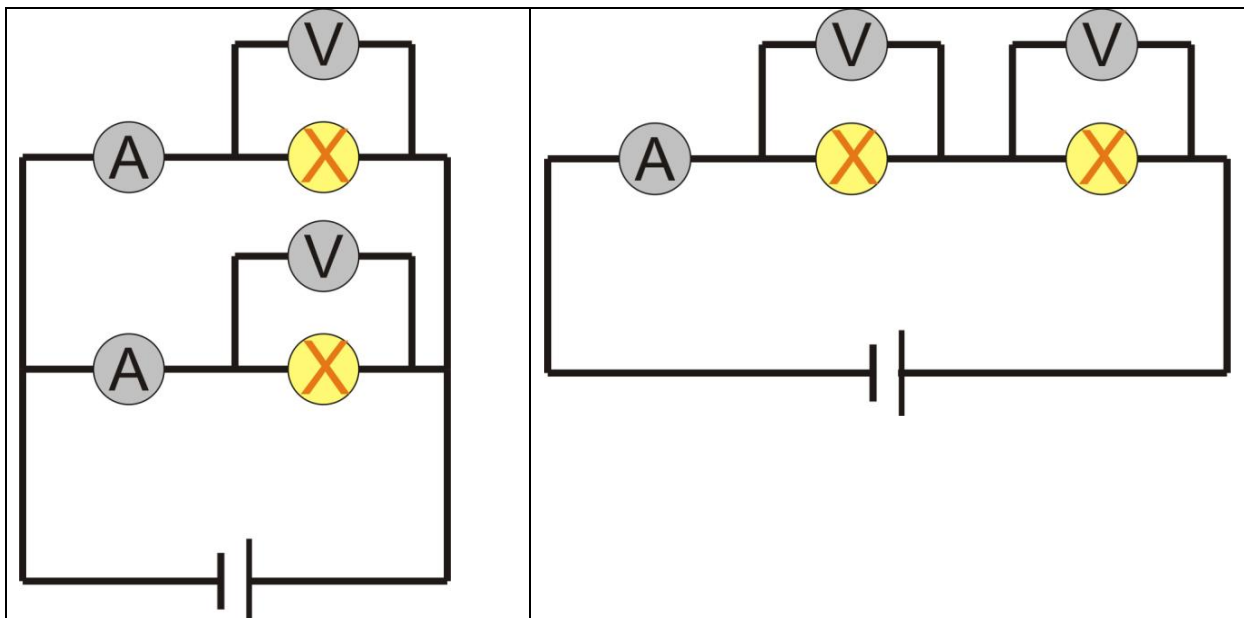
odgovor C. Podobno velja za odgovor B, le da tu je težava v pravilni interpretaciji pogona. Oba lahko v principu tečeta s pogonom ali brez njega. Brez pogona lahko tečeta v posebnih primerih, ko je njun »upor« enak nič: superprevodno stanje pri nizkih temperaturah pri superprevodnih materialih, ali pa enakomerno gibanje vodne mase v brezračnem in breztežnem prostoru. V bolj običajnih, vsakdanjih razmerah pa mora oba toka nekaj poganjati: električni tok poganja vir napetosti, vodni tok pa črpalke, teža! (padavine ne bi padale brez pogona – teže), Sonce (izhlapevanje vode), itd.

- 10Č: Od vseh vprašanj je to najbolj subjektivno, vendar je Č verjetno najprimernejši odgovor, ker se v dobri znanosti (in ustrezno dobrem poučevanju) prepletajo nasprotja preprostost in zapletenost, malo »dolgočasnejša« nazornost in težje razumljiva atraktivnost, itd.

Pred-test (10 vprašanj): VEZAVE ELEKTRIČNIH UPORNIKOV

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 10 minut. Obkroži po 1 pravilen/najustreznejši odgovor na vsako vprašanje.
 Nasvet: za vsako vprašanje si vzemi po 1 minuto, ker so enakovredna.



SLIKI V POMOČ: Vzporedna vezava (levo, vprašanja 1 in 2, tok se porazdeli) in zaporedna vezava (desno, vprašanja 3, 4 in 5, napetost se porazdeli). Oznake: A = ampermeter, V = voltmeter, X = žarnica ali kak drug upornik.



1) Na izvir električne napetosti je priključen upornik. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik. Kaj se zgodi z električnim tokom skozi prvi upornik in kaj s padcem napetosti na njem.

- A) Tok se zmanjša, napetost pa poveča.
- B) Tok in napetost se povečata.
- C) Tok se poveča, napetost pa zmanjša.
- Č) Tok in napetost se zmanjšata.
- D) Tok in napetost se ne spremenita.

2) Trije enaki upori so vezani vzporedno na izvir napetosti 60 V. Tok skozi izvir napetosti je 0,6 A. Kolikšen je tok skozi vsak upornik in kolikšen padec napetosti na njem?

- A) 0,2 A; 60 V
- B) 0,2 A; 20 V
- C) 0,6 A; 60 V
- Č) 0,6 A; 20 V
- D) 0,6 A; 180 V



3) Na izvir električne napetosti je priključen upornik. Nato dodamo še en zaporedno vezan upornik. Kaj se zgodi z električnim tokom skozi prvi upornik in kaj s padcem napetosti na njem.

- A) Tok se zmanjša, napetost pa poveča.
- B) Tok in napetost se povečata.
- C) Tok se poveča, napetost pa zmanjša.
- Č) Tok in napetost se zmanjšata.
- D) Tok in napetost se ne spremenita.

4) Prvi upornik v zaporedni vezavi ima dvakrat manjši upor kot drugi. Skozi prvi upornik teče električni tok 0,05 A. Kolikšen električni tok skozi drugi upornik?

- A) 0,025 A
- B) 0,05 A
- C) 0,075 A
- Č) 0,1 A
- D) 0,125 A

5) Žarnica je vezana zaporedno s spremenljivim upornikom. Ko povečamo upor upornika, začne žarnica svetiti šibkeje. Zakaj?

- A) Ker se poveča njena upornost.
- B) Ker se zmanjša električni tok skozi njo.
- C) Ker se poveča električni tok skozi njo.
- Č) Ker se zmanjša skupni padec napetosti na žarnici in zaporedno vezanem uporniku.
- D) Ker se poveča padec napetosti na zaporedno vezanem uporniku.

6) Ali je mogoče narediti kombinirano vezavo (morda z dodatnimi uporniki), tako da bo skozi upornika z uporoma $20\ \Omega$ in $50\ \Omega$ tekel enak tok in da bo na njiju enak padec napetosti?

- A) Da, če naredimo ustrezno kombinacijo zaporednih in vzporednih vezav.
- B) Da, to se da doseči z vzporedno vezavo in primernim izvirom napetosti.
- C) Ne, ker tega ne moremo uskladiti z Ohmovim zakonom.
- Č) Ne, ker teče skozi večji upornik vedno manjši tok.
- D) Ne, ker je na večjem uporniku vedno večji padec napetosti.

7) Ampermeter je občutljiv električni instrument. Če nisi prepričan(a), ali si ga pravilno vezal(a) v električno vezje, kaj se da narediti?

- A) Na začetku ga nastaviti na najširše merilno območje.
- B) Vprašati sošolca za nasvet.
- C) Naglo ga vklopiti in izklopiti.
- Č) Napetostni izvir naglo vklopiti in izklopiti.
- D) Zanesti se na občutek, da je vezava pravilna.



8) V gospodinjstvu so električne naprave vezane na omrežno napetost vzporedno. Kakšne prednosti ali slabosti bi imela zaporedna vezava namesto vzporedne? Ker je ustreznih več odgovorov, izberi tistega z največjo težo.

- A) Bila bi manjša nevarnost za prevelik skupni tok.
- B) Če bi bilo zaporedno priključenih več naprav, bi bile električne moči na njih neustrezne.
- C) Če bi namesto izmenične napetosti uporabljali enosmerno, bi imela zaporedna vezava zaradi svoje enostavnosti prednost.
- Č) Pri vzporedni vezavi »porabimo« več električne energije kot pri zaporedni.
- D) Pri zaporedni vezavi ne bi mogli voditi mesečne »porabe« električne energije.

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

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

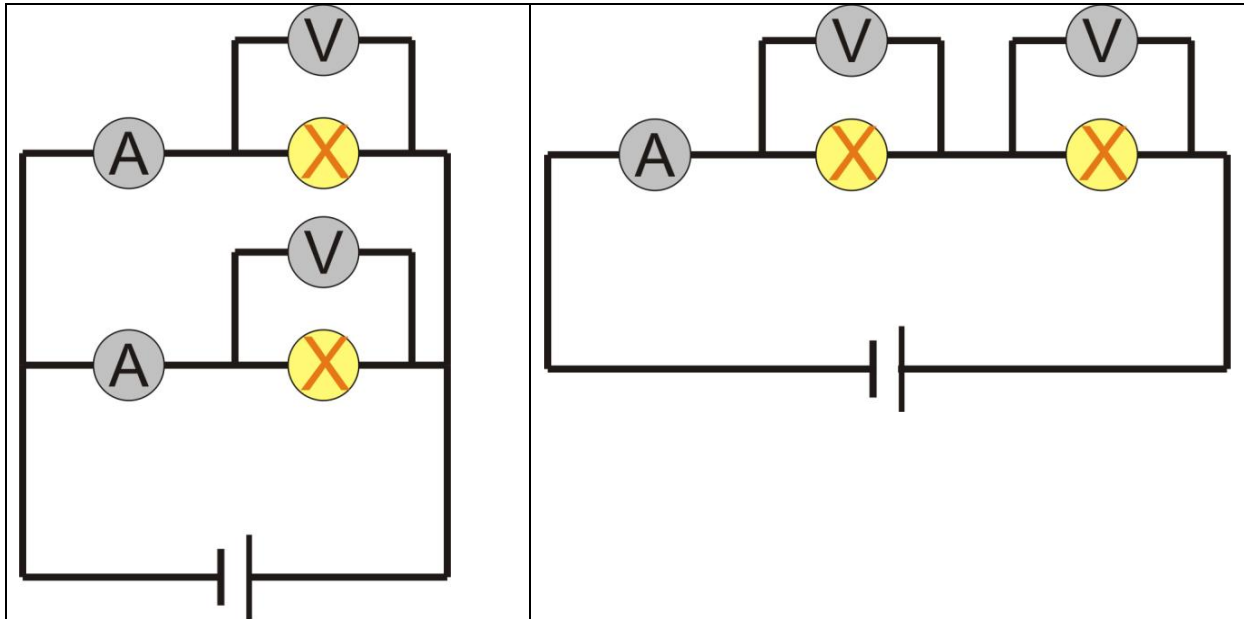
10) Kaj bi spremenil(a) pri obravnavi Ohmovega zakona in vezave upornikov, posebno pri šolskih poskusih nasploh, da bi bilo snov lažje razumeti in si jo zapomniti?

- A) Čim enostavnejši poskusi in morda njihove računalniške simulacije mi kar ustrezajo, ne glede na to, koliko je snov povezana z vsakdanjo uporabo.
- B) Raje imam zanimive poskuse, pa tudi če jih teže razumem, saj je pomembna edino zanimivost fizike.
- C) Poskusi, ki smo jih delali doslej, se morajo spremeniti, tako da so povezani izključno z vsakdanjim življenjem.
- Č) Zagovarjam kombinirane poskuse: najprej preproste, ki pokažejo osnovno fizikalno sliko, potem pa kakega bolj zanimivega.
- D) Poskusi me ne zanimajo preveč in imam raje razlago snovi na tabli.

Po-test (10 vprašanj): VEZAVE ELEKTRIČNIH UPORNIKOV

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: poljuben (doma). Obkroži po 1 pravilen/najustreznejši odgovor na vsako vprašanje. Nasvet: pri vsakem vprašanju si vzemi dovolj časa za razmislek.



SLIKI V POMOČ: Vzporedna vezava (levo, vprašanji 1 in 2, tok se porazdeli) in zaporedna vezava (desno, vprašanja 3, 4 in 5, napetost se porazdeli). Oznake: A = amperimeter, V = voltmeter, X = žarnica ali kak drug upornik.

1) Na izvir električne napetosti je priključen upornik. Nato dodamo še en vzporedno vezan upornik. Kaj se zgodi z električnim tokom skozi prvi upornik in kaj s padcem napetosti na njem.

- A) Tok se zmanjša, napetost pa poveča.
- B) Tok in napetost se povečata.
- C) Tok se poveča, napetost pa zmanjša.
- Č) Tok in napetost se zmanjšata.
- D) Tok in napetost se ne spremenita.

2) Trije enaki upori so vezani vzporedno na izvir napetosti 60 V. Tok skozi izvir napetosti je 0,6 A. Kolikšen je tok skozi vsak upornik in kolikšen padec napetosti na njem?

- A) 0,2 A; 60 V
- B) 0,2 A; 20 V
- C) 0,6 A; 60 V
- Č) 0,6 A; 20 V
- D) 0,6 A; 180 V



3) Na izvir električne napetosti je priključen upornik. Nato dodamo še en zaporedno vezan upornik. Kaj se zgodi z električnim tokom skozi prvi upornik in kaj s padcem napetosti na njem.

- A) Tok se zmanjša, napetost pa poveča.
- B) Tok in napetost se povečata.
- C) Tok se poveča, napetost pa zmanjša.
- Č) Tok in napetost se zmanjšata.
- D) Tok in napetost se ne spremenita.

4) Prvi upornik v zaporedni vezavi ima dvakrat manjši upor kot drugi. Skozi prvi upornik teče električni tok 0,05 A. Kolikšen električni tok skozi drugi upornik?

- A) 0,025 A
- B) 0,05 A
- C) 0,075 A
- Č) 0,1 A
- D) 0,125 A

5) Žarnica je vezana zaporedno s spremenljivim upornikom. Ko povečamo upor upornika, začne žarnica svetiti šibkeje. Zakaj?

- A) Ker se poveča njena upornost.
- B) Ker se zmanjša električni tok skozi njo.
- C) Ker se poveča električni tok skozi njo.
- Č) Ker se zmanjša skupni padec napetosti na žarnici in zaporedno vezanem uporniku.
- D) Ker se poveča padec napetosti na zaporedno vezanem uporniku.

6) Ali je mogoče narediti kombinirano vezavo (morda z dodatnimi uporniki), tako da bo skozi upornika z uporoma $20\ \Omega$ in $50\ \Omega$ tekel enak tok in da bo na njiju enak padec napetosti?

- A) Da, če naredimo ustrezno kombinacijo zaporednih in vzporednih vezav.
- B) Da, to se da doseči z vzporedno vezavo in primernim izvirom napetosti.
- C) Ne, ker tega ne moremo uskladiti z Ohmovim zakonom.
- Č) Ne, ker teče skozi večji upornik vedno manjši tok.
- D) Ne, ker je na večjem uporniku vedno večji padec napetosti.

7) Ampermeter je občutljiv električni instrument. Če nisi prepričan(a), ali si ga pravilno vezal(a) v električno vezje, kaj se da narediti?

- A) Na začetku ga nastaviti na najširše merilno območje.
- B) Vprašati sošolca za nasvet.
- C) Naglo ga vklopiti in izklopiti.
- Č) Napetostni izvir naglo vklopiti in izklopiti.
- D) Zanesti se na občutek, da je vezava pravilna.



8) V gospodinjstvu so električne naprave vezane na omrežno napetost vzporedno. Kakšne prednosti ali slabosti bi imela zaporedna vezava namesto vzporedne? Ker je ustreznih več odgovorov, izberi tistega z največjo težo.

- A) Bila bi manjša nevarnost za prevelik skupni tok.
- B) Če bi bilo zaporedno priključenih več naprav, bi bile električne moči na njih neustrezne.
- C) Če bi namesto izmenične napetosti uporabljali enosmerno, bi imela zaporedna vezava zaradi svoje enostavnosti prednost.
- Č) Pri vzporedni vezavi »porabimo« več električne energije kot pri zaporedni.
- D) Pri zaporedni vezavi ne bi mogli voditi mesečne »porabe« električne energije.

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

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

10) Kaj bi spremenil(a) pri obravnavi Ohmovega zakona in vezave upornikov, posebno pri šolskih poskusih nasploh, da bi bilo snov lažje razumeti in si jo zapomniti?

- A) Čim enostavnejši poskusi in morda njihove računalniške simulacije mi kar ustrezajo, ne glede na to, koliko je snov povezana z vsakdanjo uporabo.
- B) Raje imam zanimive poskuse, pa tudi če jih teže razumem, saj je pomembna edino zanimivost fizike.
- C) Poskusi, ki smo jih delali doslej, se morajo spremeniti, tako da so povezani izključno z vsakdanjim življenjem.
- Č) Zagovarjam kombinirane poskuse: najprej preproste, ki pokažejo osnovno fizikalno sliko, potem pa kakega bolj zanimivega.
- D) Poskusi me ne zanimajo preveč in imam raje razlago snovi na tabli.

Dodatno – bolj informacijsko vprašanje (odgovori samo v primeru, če ste v razredu naredili celoten poskus z vezavo dveh različnih žarnic). Ali te je presenetilo to, da žarnica, ki je pri vzporedni vezavi svetila močnejše, sveti pri zaporedni vezavi šibkeje od druge žarnice?

- A) Da. Pričakoval(a) sem ravno nasprotno.
- B) Ne. To sem pričakoval(a).
- C) Nisem imel(a) mnenja o tem, kaj se bo zgodilo.



Gradivo 3, december 2009

Razumevanje pojma dela in energije

Strategija (metoda): možganska nevihta z miselnim drevesom; frontalno ali skupinsko delo

Starostna skupina: 8. r. OŠ ali 1. letnik SŠ (vse srednje šole, vključno z gimnazijo)

Kompetence, ki se razvijajo:

- e) generične: sposobnost interpretacije in sinteze zaključkov, reševanje problemov, prenos teorije v prakso
- f) predmetno-specifične: računanje z enotami, razumevanje osnovnih fizikalnih konceptov, kot so ohranitveni zakoni

Umestitev v učni načrt: Delo in energija

Način evalvacije: test z vprašanji delno izbirnega, delno opisnega tipa

A) Teoretični del

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

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

Miselni vzorci lepo uskladijo delovanje obeh možganskih polovic in so odličen pripomoček tudi za trajnejše pomnjenje utrjene snovi ali pripravo na novo snov. Krepijo spomin, ker spodbujajo ustvarjalnost, predvsem iskanje miselnih zvez. Precej ugodno delujejo tudi na logično mišljenje, ker so lahko dobri miselni vzorci narisani zelo načrtno. Pri ponavljanju snovi prihranimo veliko časa, ker zadostuje, da preletimo miselni vzorec, ki je zapisan neprimerno krajše kot običajni zapiski; v njem same ključne besede, zato si snov dobro zapomnimo in hitro osvežimo. Pa še najpomembnejše: z rabo miselnega drevesa se naučimo iz besedil (poslušanih ali prebranih) izbirati ključne besede, kar pomeni, da bolje dojemamo bistvo snovi. Risanje miselnih vzorcev in ponavljanje iz njih je veliko zabavnejše kot navadno ponavljanje snovi.



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

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

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

9. Začetno ključno besedo napišemo na sredino lista; list je bolje obrniti ležeče, saj je lažje vpisovati besede v širino kot v višino.
10. Uporabljajmo tiskane črke in ne pisanih, boljše je uporabljati male tiskane črke kot velike, le izjemoma, za nekaj najpomembnejših ključnih besed, uporabimo velike črke.
11. Vsako besedo vpišemo v svoj okvirček ali na svojo črto (ne več besed skupaj, razen če sestavljajo povezan pojem).
12. Čim več uporabljajmo barve; zelo dobro je označiti ozadje nekaterih besed s posebno barvo.
13. Narišimo tudi kakšne sličice in uporabljajmo posebne znake, npr. ? (vprašaj). Včasih je koristna tudi trirazsežna podoba.
14. Povezovalne puščice so lahko eno- ali dvosmerne, različnih velikosti, oblik (npr. $\rightarrow$ ali $\Rightarrow$), itd.
15. Čim bolj izkoristimo svojo domišljijo.

V tem in naslednjih gradivih nameravam primerjati uporabo možganske nevihte in miselnega drevesa pri frontalnem in skupinskem načinu dela. Pri frontalnem načinu lahko vodi možgansko nevihto učitelj ali nadarjen učenec, miselno drevo pa se riše na tablo. Pri skupinskem delu (3 do 6 učencev) pa naj vodi v vsaki skupini možgansko nevihto po en učenec, tako da vzporednega frontalnega risanja miselnega drevesa ni. Priporočljivo pa je, da v vseh primerih vsak posamezni učenec riše svoje miselno drevo; pri frontalnem delu naj bo miselno drevo podobno tistemu na tabli. Možgansko nevihto in miselna drevesa lahko učenci uporabljajo tako pri načrtovanju poskusov in reševanju praktičnih problemov kot pri delu z učnimi listi ali pa po prebranem gradivu doma. V naslednjih gradivih bodo preskušane različne metode dela vzporedno z možgansko nevihto.



Sedanje gradivo se nanaša na pojem delo in energijo, ki se ju obravnava pri fiziki v 1. letniku srednjih šol v drugem polletju.

Viri:

- [1] Peter Russel: *Knjiga o možganih*, DZS, Ljubljana, 1993.
- [2] Drago Urbanc: *Vsak lahko izboljša spomin*, Učila, Tržič, 1996.
- [3] Michael Fidlow: *Strengthen your Memory*, Foulsham, Berkshire, 1989.
- [4] Tony Buzan: *Delaj z glavo*, Univerzum, Ljubljana, 1980.
- [5] Tony Buzan: *Izkoristi svoj um*, Univerzum, Ljubljana, 1983.
- [6] Hermine Hilton: *50 poti do boljšega spomina*, Forma 7, Ljubljana, 1997.
- [7] Harry Lorayne: *Kako razvijemo izredni spomin*, Tomark, Ljubljana, 1999.
- [8] *Možganska nevihta* (Brainstorming), dostopno na:
<http://omazu.blogspot.com/2007/06/brainstorming-moganska-nevihta.html>

B) Praktični del

1 SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

Pred izvedbo evalvacije gradiva naj učitelj na kratko razloži pomen in uporabo miselnega drevesa (vzorca), kot je podano v teoretičnem delu, posebej pa poudari zgoraj opisanih 7 pravil za dobre vzorce. Za to je dovolj nekaj minut. Še prej, eno šolsko uro pred tem, naj učitelj učencem naroči, da doma preberejo ustrezen odlomek v učbeniku, ki ga učenci v razredu uporabljajo. Učencem takrat tudi naročite, naj prinesejo za uro možganske nevihte in evalvacije s seboj čim bolj raznobarna pisala in dovolj papirja.

Za testiranje gradiva izberite vsaj dve primerjalni skupini (dva razreda). V enem naj bo delo frontalno: na primer, učitelj vodi možgansko nevihto razreda za vsako točko delovnega lista, eden od likovno nadarjenih učencev pa naj riše na tablo ustrezno miselno drevo. V drugem razredu pa naj poteka delo po skupinah velikosti od 3 do 6 učencev po učiteljevem premisleku. Najboljše je, če so vse skupine vse enako velike, zato bi morale biti število prisotnih učencev deljivo z velikostjo ene skupine. Če to ni tako (npr. pri 22 učencih), naj učitelj kombinira skupine s podobnimi velikostmi, npr. po 4 in po 5 učencev. V vsaki skupini naj bo vsaj en učenec dobro fizikalno podkovan, vsaj eden pa dober vodja skupine (lahko je to en in isti učenec). Vodjo skupine naj najraje določijo tako skupine same, če gre to prepočasi, pa sam učitelj. Če učitelj misli, da bo razporejanje po skupinah trajalo predolgo, naj to raje naredi vnaprej (predhodno šolsko uro fizike). Vprašanja za možgansko nevihto so napisana na delovnih listih za učence skupaj s predpisanimi časi za vsako točko. Časi so enaki za frontalno in skupinsko delo, tako da imata obe primerjalni skupini (razreda) enake delovne liste. Končni test s predpisanim časom rešujejo v vsakem primeru učenci posamezno. Vse 4 miselne nevihte naj trajajo skupaj 20 minut, kot je predpisano na delovnih listih, test pa naj učenci



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



rešujejo natanko 15 minut. Rezerve je še 10 minut za kratek uvod in razdelitev razreda na skupine, zato je evalvacija gradiva izvedljiva v eni šolski uri. Pred-testa ni.



2 PODROBNEJŠA NAVODILA

2.1 DELOVNI LIST ZA UČITELJA IN UČENCE

Delovne liste za učence (priloga h gradivu) razdelite med skupine (dovolj je po en delovni list na skupino) le v primeru skupinskega dela. V primeru frontalnega dela je to nepotrebno.

Miselno drevo za vsako točko naj si vsak učenec riše posebej na poseben papir. Možganska nevihta naj poteka za vsako vprašanje posebej točno po predpisanem času. Čas merijo po dogovoru učitelj ali pa vodje skupin. Vse skupaj traja 20 minut. Vsaka skupine naj si izbere kratko pisno oznako, ki jo bodo uporabili posamezniki skupine pri testu.

Skupina ali razred naj obravnava naslednje teme po hitri možganski nevihti z miselnimi vzorci.

- 1) Razred (skupina) naj ponovi osnovno definicijo (enačbe, enote, pomen, itd.) dela in energije. Čas: 3 minute.
- 2) Kakšen je najboljši postopek za reševanje računske fizikalne naloge (npr. naloge v zvezi z delom in energijo)? Čas: 4 minute.
- 3) Praktični problem: kaj vse mora vsebovati avtomobil na električni pogon? Poiščite najboljše rešitve. Čas: 5 minut.
- 4) Okoljski problem: kako lahko uporaba čim čistejše električne energije pomaga pri težavah z onesnaževanjem okolja? Pozor: uporaba električni energije sama po sebi ni nujno »čista«, saj jo v Sloveniji pridobimo večji del iz termoelektrarn na premog. Čas: 8 minut.



2.2 TEST ZA VSE UČENCE

Test (priloga h gradivu) razdelite vsem učencem. Za pomoč učiteljevemu ocenjevanju so v tem dokumentu pravilni odgovori označeni z rdečim ozadjem. Tudi pri vprašanjih sklopa B in C so nakazane rešitve.

Čas reševanja: 15 minut. Nasvet: pri reševanju testa si pripravi dodaten papir za kak morebiten kratek izračun ali razmislek. Vsi deli testa (A, B in C) so enakovredni, zato si vzemi za vsakega približno po 5 minut.

A) Vprašanja izbirnega tipa. Obkroži en sam (pravilen ali pa po tvojem mnenju najboljši) odgovor.

1) Žerjav premakne breme s težo 2 kN v vodoravni smeri za 50 m. Kolikšno delo opravi pri tem sila teže bremena in kolikšno delo žerjav?

- a) Oba opravita delo po 100 kJ.
- b) Oba opravita delo po -100 kJ.
- c) Oba opravita delo nič.**
- č) Žerjav opravi delo 100 kJ, teža pa -100 kJ.
- d) Žerjav opravi delo -100 kJ, teža pa 100 kJ.

2) Žogo potopiš pod vodno gladino, potem pa spustiš, da priplava na površje. Takoj ko žogo spustiš, se pospešeno giblje navzgor, da se ji hkrati povečujeta kinetična in (težna) potencialna energija. Na račun katere energije?

- a) Nobene, saj se njena potencialna energija pretvarja v kinetično.
- b) Notranje (kemične) energije žoge.
- c) Povečane potencialne energije izpodrinjene vode.
- č) Zmanjšane potencialne energije izpodrinjene vode.**
- d) Kinetične energije vodne plasti, ki obdaja dvigajočo se žogo.

3) Enkrat potisnemo zaboj po ledu z manjšim količnikom trenja, drugič pa po ledu z večjim količnikom trenju, vendar obakrat z enako začetno hitrostjo. V prvem primeru naredi zaboj na ledu daljšo pot kot v drugem, preden se ustavi. Kako je z delom sile trenja v obeh primerih.

- a) Delo sile trenja je enako v obeh primerih.**
- b) Delo sile trenja je večje na ledu z manjšim tornim količnikom, saj je pot daljša.
- c) Delo sile trenja je večje na ledu z večjim tornim količnikom, saj je sila trenja večja.
- č) V katerem primeru je delo večje, je odvisno od razmerja obeh tornih količnikov.
- d) V katerem primeru je delo večje, je odvisno tako od obeh tornih količnikov kot od začetne hitrosti zaboja.

4) Zakaj je v fiziki in znanosti nasploh pomemben pojem energija?

- a) S tem pojmom si olajšamo računanje fizikalnih nalog.
- b) Pojem energija ima širši pomen kot pojem sila, zato ga lahko razširimo iz obravnave v mehaniki na druga fizikalna in naravoslovna področja.**
- c) Pojma delo in energija sta pravzaprav nepotrebna, saj bi lahko pri vseh fizikalnih in splošno znanstvenih problemih shajali s pojmom sile.
- č) Pojem energija lažje razumemo kot pojem sila.



d) Pojem energija je pomemben zaradi ohranitve energije v nekaterih primerih.

5) Kako nekomu najlažje razložiš pojem delo sile, če ga ne razume in te prosi za pomoč?

a) Pokažem mu preprost poskus (npr. dvigujem utež na vzmeti navpično navzgor), ob tem mu razložim delo sile vzmeti in delo sile teže, nato še napišem ustrezno enačbo, prijatelj pa naj ob moji pomoči sam reši kak računski zgled.

b) Naštejem 10 zgledov, kako se obravnava in računa delo.

c) Na gradbišču skupaj opazujeva dvigovanje bremen z žerjavom in ob tem mu razložim delo sile žerjava.

č) Skupaj se usedeva k učbeniku, pa mu vse razložim, vrstico za vrstico.

d) Svetujem mu, naj se nauči besedilo iz učbenika na pamet.

B) Opisna naloga:

Z nekaj stavki (8 do 12 stavkov) razloži, kdaj je delo pozitivno, kdaj negativno in kdaj nič. Če le gre, vsak zgled poveži z uporabo v tehniki in življenju.

VZOREC PRIMERNEGA ODGOVORA za 5 točk

Delo je pozitivno, ko kažeta sila in smer gibanja telesa na neki opravljeni poti v isto smer. Delo je pozitivno tudi takrat, ko sila sicer ni vzporedna s smerjo gibanja, vendar pa kaže njena projekcija na tir gibanja v isto smer, kot se telo giblje. Zgled: raketni motor potiska raketo naprej – delo sile motorja je pozitivno. Drugi zgled: padajoča voda poganja turbino in opravlja pozitivno delo.

Delo je negativno, če kažeta sila in smer gibanja telesa na neki opravljeni poti v nasprotno smer. Zgled: Sila trenja vedno opravlja negativno delo. Negativno delo opravlja tudi sila zračnega upora pri padanju teles. Zaradi negativnega dela sile zračnega upora in sile trenja mora avtomobilski motor opravljati pozitivno delo, da se avto ne ustavi.

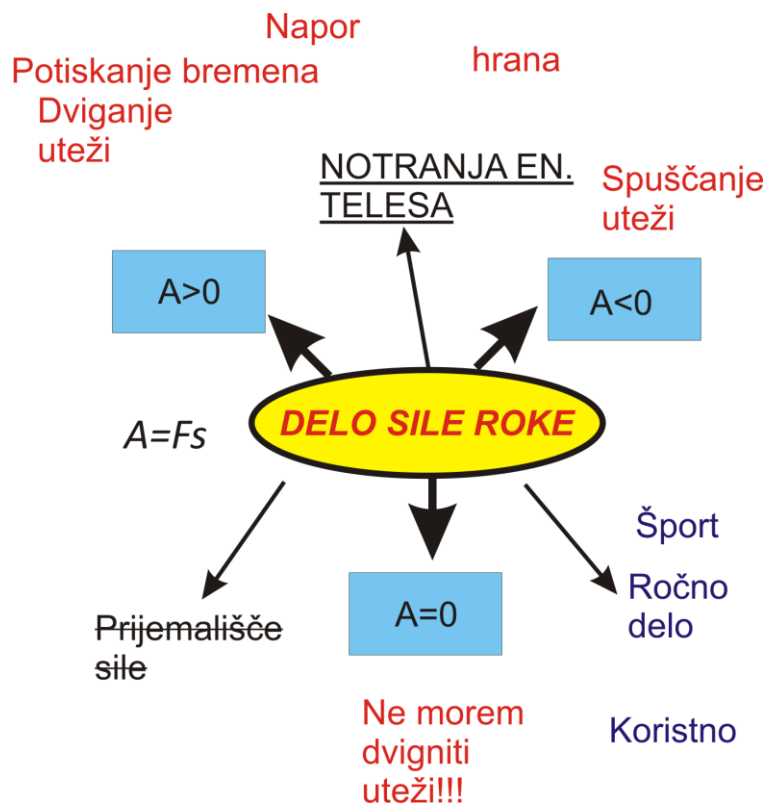
Delo je nič v treh značilnih primerih: 1) ko je pot telesa sicer različna od nič, pa je sila enaka nič, 2) ko je sila različna od nič, je pa pot enaka nič, 3) ko sta sila in pot različni od nič, vendar pa sila deluje pravokotno na smer gibanja telesa. Zgled je sila lepenja. Drugi zgled je centripetalna sila pri kroženju.

C) Spodaj nariši miselno drevo z osrednjo temo Delo sile roke. Uporabi dovolj bogato grafiko, še pomembnejša pa je uporaba vsaj nekaj zares ključnih besed (optimalno nekako 6 do 10). Poleg najbolj ključnih besed lahko po domišljiji uporabiš čim več manj ključnih, a



vsaj nekako povezanih z dano temo. Naj ne bo vseh besed, simbolov ali formul več kot 30, da ne postane vzorec preveč nepregleden!

ZGLED DELNO USTREZNEGA MISELNEGA VZORCA (Vzorec je še nepopoln, ker je v corel-drawu nerodno risati takšne slike; manjkajo še dodatne puščice, besede, dodatna razvejanost, sličice, itd., vendar pa da ta slika vseeno neko splošno idejo, kako začeti risati vzorec.)



2.3 TOČKOVANJE TESTA

Vsi trije deli testa (A, B in C) so enakovredni in šteje vsak po 5 točk.

A: Pravilen odgovor na vsako vprašanje šteje po 1 točko. Pravilni odgovori so: 1c, 2č, 3a, 4b, 5a.

B: To nalogo ocenite s točkami od 0 do 5, merilo pa naj bo:

0 točk: nič ali skoraj nič napisanega ali pa nebistvena vsebina

1 točka: samo osnovne definicije za pozitivno in negativno delo

2 točki: malo več napisanega, vendar nepopolno npr. po 1 kratek zgled za pozitivno in negativno delo

3 točke: kratko opisani vsi trije zgledi (delo pozitivno, negativno ali nič), vendar brez navezave na praktične primere iz tehnike in življenja



4 točke: popolnejši opis z navezavo na praktične primere, vendar je v besedilu par napačnih interpretacij

5 točk: popoln opis brez napak v interpretaciji

OPOMBA: Učencem pred testom svetujte glede dela B, naj bodo zaradi časovne omejitve jedrnat, lahko uporabljajo tudi skrajšan zapis (npr. delo nič → sila nič ali pot nič, itd.), priporočljive pa so tudi preproste skice zgledov.

C: Tudi to nalogo ocenite s točkami od 0 do 5, merilo pa naj bo:

0 točk: prazno ali le par pojmov

1 točka: povezava z nekaj najbolj bistvenimi pojmi (5 ali 6), vendar grafično zelo reven miselni vzorec

2 točki: nekaj bistvenih pojmov (5 ali 6), vendar grafično popolnejši vzorec ali pa več pojmov (7 ali 8), vendar grafično reven vzorec

3 točke: več pojmov (7 do 10) in grafično skromen vzorec

4 točke: dovolj bistvenih pojmov in dobra grafika, vendar premalo stranskih pojmov

5 točk: vzoren vzorec z dobro grafiko in dovolj bistvenimi in stranskimi pojmi

2.4 STATISTIČNA OBDELAVA REZULTATOV TESTA

Za statistično obdelavo rezultatov testa za celoten razred si lahko pomagata s priloženim excelovim dokumentom *evalvacija*. Podrobnejša navodila so v samem dokumentu.

PRILOGE:

- delovni list za učence (razdelite le v primeru skupinskega dela): DELOVNI_LIST_ucenci.doc
- test za učence (razdelite vsem učencem): TEST_ZNANJA.doc
- excelov dokument za evalvacijo: evalvacija.xls

DELOVNI LIST ZA UČENCE (v primeru skupinskega dela)

Miselno drevo za vsako točko naj si vsak učenec riše posebej na poseben papir. Možganska nevihta naj poteka za vsako vprašanje posebej točno po predpisanem času. Čas merijo po dogovoru učitelj ali pa vodje skupin. Vse skupaj traja 20 minut. Vsaka skupina naj si izbere kratko pisno oznako, ki jo bodo uporabili posamezniki skupine pri testu.

Skupina naj obravnava naslednje teme po hitri možganski nevihti z miselnimi vzorci.

- 1) Ponovite osnovno definicijo (enačbe, enote, pomen, itd.) dela in energije. Čas: 3 minute.
- 2) Kakšen je najboljši postopek za reševanje računske fizikalne naloge (npr. naloge v zvezi z delom in energijo)? Čas: 4 minute.
- 3) Praktični problem: kaj vse mora vsebovati avtomobil na električni pogon? Poiščite najboljše rešitve. Čas: 5 minut.



- 4) Okoljski problem: kako lahko uporaba čim čistejše električne energije pomaga pri težavah z onesnaževanjem okolja? Pozor: uporaba električni energije sama po sebi ni nujno »čista«, saj jo v Sloveniji pridobimo večji del iz termoelektrarn na premog. Čas: 8 minut.

TEST ZNANJA (Tema *Delo in energija*)

Ali je potekalo tvoje delo v skupini ali frontalno? _____ Zapiši oznako tvoje skupine in število članov v primeru skupinskega dela: _____

Čas reševanja: 15 minut. Nasvet: pri reševanju testa si pripravi dodaten papir za kak morebiten kratek izračun ali razmislek. Vsi deli testa (A, B in C) so enakovredni, zato si vzemi za vsakega približno po 5 minut.

A) Vprašanja izbirnega tipa. Obkroži en sam (pravilen ali pa po tvojem mnenju najboljši) odgovor.

1) Žerjav premakne breme s težo 2 kN v vodoravni smeri za 50 m. Kolikšno delo opravi pri tem sila teže bremena in kolikšno delo žerjav?

- a) Oba opravita delo po 100 kJ.
- b) Oba opravita delo po –100 kJ.
- c) Oba opravita delo nič.
- č) Žerjav opravi delo 100 kJ, teža pa –100 kJ.
- d) Žerjav opravi delo –100 kJ, teža pa 100 kJ.

2) Žogo potopiš pod vodno gladino, potem pa spustiš, da priplava na površje. Takoj ko žogo spustiš, se pospešeno giblje navzgor, da se ji hkrati povečujeta kinetična in (težna) potencialna energija. Na račun katere energije?

- a) Nobene, saj se njena potencialna energija pretvarja v kinetično.
- b) Notranje (kemične) energije žoge.
- c) Povečane potencialne energije izpodrinjene vode.
- č) Zmanjšane potencialne energije izpodrinjene vode.
- d) Kinetične energije vodne plasti, ki obdaja dvigajočo se žogo.

3) Enkrat potisnemo zaboj po ledu z manjšim količnikom trenja, drugič pa po ledu z večjim količnikom trenju, vendar obakrat z enako začetno hitrostjo. V prvem primeru naredi zaboj na ledu daljšo pot kot v drugem, preden se ustavi. Kako je z delom sile trenja v obeh primerih.

- a) Delo sile trenja je enako v obeh primerih.
- b) Delo sile trenja je večje na ledu z manjšim tornim količnikom, saj je pot daljša.
- c) Delo sile trenja je večje na ledu z večjim tornim količnikom, saj je sila trenja večja.
- č) V katerem primeru je delo večje, je odvisno od razmerja obeh tornih količnikov.
- d) V katerem primeru je delo večje, je odvisno tako od obeh tornih količnikov kot od začetne hitrosti zaboja.

4) Zakaj je v fiziki in znanosti nasploh pomemben pojem energija?

- a) S tem pojmom si olajšamo računanje fizikalnih nalog.
- b) Pojem energija ima širši pomen kot pojem sila, zato ga lahko razširimo iz obravnave v mehaniki na druga fizikalna in naravoslovna področja.



c) Pojma delo in energija sta pravzaprav nepotrebna, saj bi lahko pri vseh fizikalnih in splošno znanstvenih problemih shajali s pojmom sile.

č) Pojem energija lažje razumemo kot pojem sila.

d) Pojem energija je pomemben zaradi ohranitve energije v nekaterih primerih.

5) Kako nekomu najlažje razložiš pojem delo sile, če ga ne razume in te prosi za pomoč?

a) Pokažem mu preprost poskus (npr. dvigujem utež na vzmeti navpično navzgor), ob tem mu razložim delo sile vzmeti in delo sile teže, nato še napišem ustrezno enačbo, prijatelj pa naj ob moji pomoči sam reši kak računski zgled.

b) Naštejem 10 zgledov, kako se obravnava in računa delo.

c) Na gradbišču skupaj opazujeva dvigovanje bremen z žerjavom in ob tem mu razložim delo sile žerjava.

č) Skupaj se usedeva k učbeniku, pa mu vse razložim, vrstico za vrstico.

d) Svetujem mu, naj se nauči besedilo iz učbenika na pamet.

B) Z nekaj stavki (8 do 12 stavkov) razloži, kdaj je delo pozitivno, kdaj negativno in kdaj nič. Če le gre, vsak zgled poveži z uporabo v tehniki in življenju. Priporočljive so tudi preproste skice zgledov.

C) Spodaj nariši miselno drevo z osrednjo temo Delo sile roke. Uporabi dovolj bogato grafiko, še pomembnejša pa je uporaba vsaj nekaj zares ključnih besed (optimalno nekako 6 do 10). Poleg najbolj ključnih besed lahko po domišljiji uporabiš čim več manj ključnih, povezanih z dano temo. Naj ne bo vseh besed, simbolov ali formul več kot 30, da ne postane vzorec preveč nepregleden!



Gradivo 4, marec 2010

Energija iz orbite

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

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

Kompetence, ki se razvijajo (spodbujajo):

g) Vseh 8 ključnih kompetenc

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

Umestitev v učni načrt: Delo in energija

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

A) Teoretični del

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

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

Miselni vzorci lepo uskladijo delovanje obeh možganskih polovic in so odličen pripomoček tudi za trajnejše pomnjenje utrjene snovi ali pripravo na novo snov. Krepijo spomin, ker spodbujajo ustvarjalnost, predvsem iskanje miselnih zvez. Precej ugodno delujejo tudi na logično mišljenje, ker so lahko dobri miselni vzorci narisani zelo načrtno. Pri ponavljanju snovi prihranimo veliko časa, ker zadostuje, da preletimo miselni vzorec, ki je zapisan neprimerno krajše kot običajni zapiski; v njem same ključne besede, zato si snov dobro zapomnimo in hitro osvežimo. Pa še najpomembnejše: z rabo miselnega drevesa se naučimo iz besedil (poslušanih ali prebranih) izbirati ključne besede, kar pomeni, da bolje dojemamo bistvo snovi. Risanje miselnih vzorcev in ponavljanje iz njih je veliko zabavnejše kot navadno ponavljanje snovi.



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

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

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

16. Začetno ključno besedo napišemo na sredino lista; list je bolje obrniti ležeče, saj je lažje vpisovati besede v širino kot v višino.
17. Uporabljajmo tiskane črke in ne pisanih, boljše je uporabljati male tiskane črke kot velike, le izjemoma, za nekaj najpomembnejših ključnih besed, uporabimo velike črke.
18. Vsako besedo vpišemo v svoj okvirček ali na svojo črto (ne več besed skupaj, razen če sestavljajo povezan pojem).
19. Čim več uporabljajmo barve; zelo dobro je označiti ozadje nekaterih besed s posebno barvo.
20. Narišimo tudi kakšne sličice in uporabljajmo posebne znake, npr. ? (vprašaj). Včasih je koristna tudi trirazsežna podoba.
21. Povezovalne puščice so lahko eno- ali dvosmerne, različnih velikosti, oblik (npr. → ali ⇒), itd.
22. Čim bolj izkoristimo svojo domišljijo.

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



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

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

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

Viri:

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



[12] Projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc, dostopno na:
<http://kompetence.uni-mb.si/>

B) Praktični del

1 SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

Tik pred izvedbo testiranja gradiva naj učitelj zelo na kratko razloži pomen in uporabo miselnega drevesa (vzorca), kot je podano v teoretičnem delu, posebej pa poudari zgoraj opisanih 7 pravil za dobre vzorce. Za to je dovolj nekaj minut. V primeru skupinskega dela naj še prej, vsaj eno šolsko uro fizike pred tem, nekaterim najuspešnejšim učencem razdeli priloženi učni list o orbitalni energiji in jim naroči, da ga doma temeljito preberejo; to so učenci, ki bodo pri naslednji uri fizike vodje skupin. Vsem učencem takrat tudi naročite, naj prinesejo naslednjič za uro možganske nevihte in evalvacije s seboj čim bolj raznobarna pisala in dovolj papirja.

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



2 PODROBNEJŠA NAVODILA+časovni potek

VRSTNI RED IN TRAJANJE DOGODKOV

Predhodna ura fizike:

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

Ura testiranja gradiva:

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

Testiranje je tako izvedljivo v eni šolski uri!

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

2.1 DELOVNI LIST ZA UČITELJA – natančnejša navodila

Učencem pri pred-testu opozorite, naj se ne pozabijo podpisati nanje. Poskrbite, da res pišejo natanko 8 minut. Ker sta lahko besedi *pred-test* in *po-test* za učence/dijake moteči, se na njihovih listih testa imenujeta *motivacijski vprašalnik* in *končni vprašalnik*. V primeru skupinskega dela po pred-testu formirajte skupine naključno ali po vnaprej pripravljenem spisku, a tako, da so vodje vnaprej znani. Formiranje skupin naj se izvede hitro, da ne bo časovne stiske. Zato je priporočljivo, da vnaprej premislite, kako boste to hitro in praktično izvedli. V primeru frontalnega dela ta postopek seveda odpade.

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

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

Katere energijske pretvorbe potekajo v celotnem dogajanju, od takrat, ko poteka zlivanje jeder v Soncu, do tega, ko avtomobil na električni pogon (elektrika iz sončne orbitalne



energije!) med vožnjo izkorišča energijo v akumulatorju? Kateri del celotne energijske pretvorbe je najšibkejši in kako bi ga izboljšali? Čas: 10 minut.

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



2.2 TESTA ZA VSE UČENCE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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



Po-test (8 vprašanj): O ORBITALNI ENERGIJI

1) Prebral(a) ali slišal(a) si podatek, da Zemlja sprejema od Sonca 170 000 TW svetlobne moči. Kako se prepričaš, da je ta podatek pravilen, če veš, da je intenziteta sončnih žarkov, ki dosežejo Zemljo, $1,35 \text{ kW/m}^2$?

A) Poiščem podatek za oddaljenost Zemlje od Sonca (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$ (intenziteta je moč na ploščinsko enoto).

☒ B) Poiščem podatek za polmer Zemlje (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$.

C) Pobrskam po razni astronomski literaturi, če najdem še kod ta podatek.

Č) Na internetnih straneh poiščem najprej podatek za svetovno letno porabo energije in si pomagam z njim.

D) Podatek se mi zdi prevelik, zato namesto teravatov pišem gigavate.

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

A) Pomagal(a) bi si z excelom.

B) V wordu bi narisal(a) serijo slik in jih kopirala v datoteko v power pointu.

☒ C) Animacijo bo programiral(a) v Javi.

Č) Pomagal(a) bi si z internetom.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

2.3 TOČKOVANJE TESTOV

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



2.4 STATISTIČNA OBDELAVA REZULTATOV TESTA

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

PRILOGE:

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

Sončna energija iz orbite

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

1 Uvod

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

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

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

1) Ni ovir zaradi ozračja. Intenziteta sončne svetlobe (to je energija na časovno in ploščinsko enoto), ki doseže Zemljo vrh ozračja, je okrog $1,35 \text{ kW/m}^2$. Zaradi absorpcije (vpijanja) v atmosferi je intenziteta svetlobe na Zemljinih tleh veliko manjša. Seveda pa mora biti izkoristek prenosa energije na Zemljo z mikrovalovi dovolj velik. Tudi mikrovalovi se v ozračju absorbirajo, vendar je absorpcija pri izbiri prave valovne dolžine mikrovalov majhna.



2) V primeru toplotnega cikla (toplotni stroj – glej razlago spodaj) je toplotni izkoristek lahko precej večji kot na Zemlji. Izkoristek toplotnega stroja je tem večji, čim večja je razlika med višjo temperaturo, pri kateri stroj sprejema toploto, in nižjo temperaturo, pri kateri toploto oddaja. En način povečanja izkoristka je torej bistveno znižanje temperature okolice, v katero stroj oddaja odvečno toploto. Vesoljski prostor ima temperaturo le okrog 3 K (podatek 3 kelvini dobimo zaradi kozmičnega radijskega sevanja kot posledice dogajanj po velikem poku).

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

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

5) Zmanjšana nevarnost za ljudi v primeru nesreč

6) Daljša doba trajanja zaradi odsotnosti korozivnih snovi

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

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

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

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

2 Osnova delovanja SSP postaj

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

2.1 Svetlobne celice

Svetlobne celice (sončne celice, fotocelice) so polprevodniške diode, ki so zmožne direktne pretvorbe vpadne svetlobe v električno energijo. Diodi so električni elementi, pri katerih zveza med električnim tokom in električno napetostjo ni linearna, torej zanje ne velja Ohmov zakon; razen tega lahko v eno smer prepuščajo neprimerno večje električne tokove kot v drugo (zaporno) smer. Polprevodniške diode naredijo tako, da v njihov osnovni

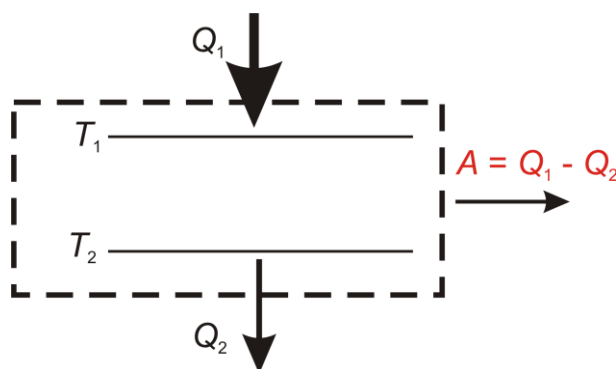


polprevodniški material (npr. silicij, Si) vnesejo zelo majhne količine nečistoč (npr. galij na eni strani silicijeve diode in arzen na drugi strani). Na odvisnost toka od napetosti pa pri fotodiodah močno vpliva tudi vpadna svetloba in to je osnova njihovega delovanja. Komercialne sončne celice so največkrat narejene iz polprevodnika silicija, vse bolj pa se uveljavlja tudi galijev arzenid (GaAs). V električno energijo lahko silicijeve celice pretvorijo samo svetlobo z valovno dolžino krajšo od $1,15 \mu\text{m}$. To pomeni, da se vidna svetloba (njene valovne dolžine so v grobem med $0,4 \mu\text{m}$ in $0,7 \mu\text{m}$) lahko pretvarja v električno energijo in prav tako del infrardeče (IR) svetlobe med $0,7 \mu\text{m}$ in $1,15 \mu\text{m}$. Nasprotno IR svetloba z večjimi valovnimi dolžinami svetlobne celice samo segreva. Silicijeve svetlobne celice imajo izkoristek do 23 %.

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

2.2 Toplotni cikli

Toplotni cikel pomeni neko ponavljajoče se spreminjanje stanja v toplotnem stroju. Za primerjavo: en toplotni cikel v štiristaktnem bencinskem motorju vsebuje štiri različne takte in to se med delovanjem motorja ves čas ponavlja. Poenostavljena energijska shema vsakega toplotnega stroja je naslednja (slika 1). Stroj na mestu z višjo temperaturo T_1 sprejme toploto Q_1 , pri nižji temperaturi T_2 pa odda manjšo toploto Q_2 . V primeru izkoriščanja direktne sončne energije so vir toplote Q_1 kar sončni žarki. Razlika toplot je delo, ki ga lahko stroj opravi: $A = Q_1 - Q_2$. V našem primeru gre za električno delo. Za vsak toplotni stroj lahko opredelimo tudi izkoristek, ki pove, kolikšen del prejete toplote pretvori v koristno delo.



Slika 1: Energijska shema toplotnega stroja; črtkan okvir pomeni fizikalni sistem (stroj), za katerega sta značilni vsaj dve različni temperaturi delovanja, čeprav je v večini primerov dogajanje v stroju bolj kompleksno. Navznoter usmerjena puščica za Q_1 pomeni prejeto toploto, navzven usmerjeni puščici za Q_2 in A pa oddano toploto in delo. Z debelinami puščic ponazorimo, da je prejeta toplota večja od oddane toplote in dela.

Pri obravnavi toplotnih ciklov je v navadi tudi risanje ustreznih diagramov, ki povedo, kako se v ciklu spreminjajo med seboj povezane termodinamske količine v sistemu: predvsem tlak, prostornina in temperatura. S tem se tu ne bomo ukvarjali, čeprav inženirjem, ki se ukvarjajo s



toplotnimi stroji, največ povedo prav takšni diagrami. Z njimi je mogoče za vsak primer posebej izračunati izkoristek.

*Izkoristek stroja (cikla) opredelimo kot kvocient med delom in prejeto toploto:

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

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

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

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

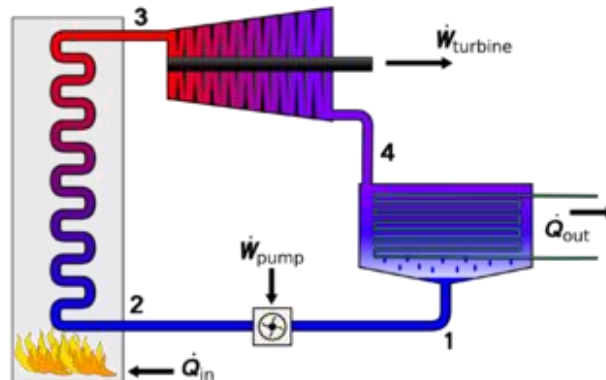
$$\eta = 1 - Q_2/Q_1 = 1 - T_2/T_1 = 1 - (3 \text{ K})/(10 \text{ K}) = 0,7 = 70 \ %.$$

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

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

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

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



Slika 2: Shema delovanja Rankinovega stroja (vzeto iz Wikipedie); veličine so tukaj preračunane na časovno skalo (torej v enotah watt). Angleške oznake pomenijo: $\dot{Q}_{in} = \frac{Q_1}{t}$, $\dot{Q}_{out} = \frac{Q_2}{t}$, $\dot{W}_{turbine} = \frac{A}{t}$ in $\dot{W}_{pump} = \frac{A_{not}}{t}$. Modra barva delovnega medija pomeni kapljevinasto agregatno stanje, rdeča pa plinasto.

Črpalka spodaj na sliki 2 med številčkama 1 in 2 usmerja utekočinjeno delovno sredstvo (npr. vodo v klasičnih Rankinovih strojih) od kondenzatorja na desni do segrevalne komore (bojlerja, levo na sliki), kjer je visok tlak. Pri stalnem tlaku se sredstvo segreva in uplini, tako da nastane suha nasičena para (dogajanje med številčkama 2 in 3). Le-ta poganja turbino, se zaradi tega nekoliko ohladi in se ji tudi zniža tlak. Del pare se utekočini (dogajanje med številčkama 3 in 4). Vlažna para vstopi v kondenzator, kjer se še bolj ohladi in vsa utekočini (med 4 in 1). Ta cikel se ves čas ponavlja. To je v nasprotju z delovanjem bencinskega motorja zaprt krog, saj vedno isto delovno sredstvo kroži po stroju. Medtem, ko je pri bencinskem motorju mešanica bencina in zraka hkrati gorivo in delovno sredstvo (zaradi česar se mora ves čas obnavljati), izgoreva gorivo, npr. premog, pri Rankinovem stroju izven delovnega sredstva. Zato delovnega sredstva ni treba kar naprej obnavljati.

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

2.3 Prenos energije na Zemljo in njen sprejem z antenami

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



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

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

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

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

Pojavlja se vprašanje morebitne nevarnosti mikrovalov, npr. 1) za zdravje, če se ljudje zadržujejo v bližini sprejemnih anten, 2) ali pa, če leti letalo neposredno skozi mikrovalovni žarek. Vsaj glede prvega vprašanja je bilo narejenih veliko raziskav že zaradi uporabe mobilnih telefonov. Po poročilih niso našli nobenih mutagenskih učinkov, če žarek ne zadene tkivo neposredno. Vendar moramo biti vseeno previdni in vpeljati določene varnostne standarde. Načrtujejo, naj bi bila povprečna intenziteta mikrovalovnega žarka s SSP postaje 75 W/m^2 , največja intenziteta v sredini žarka pa 230 W/m^2 , kar je še vedno veliko manj od intenzitete sončne svetlobe. Proti "robu" žarka intenziteta hitro pada. Zato domnevajo, da bi bilo sevanje v neposredni bližini sprejemnih anten veliko manjše kot v bližini današnjih električnih daljnovodov. Zaradi občutljive elektronske opreme pa verjetno ne bi bilo ravno priporočljivo, da bi letalo presekalo sredino mikrovalovnega žarka.

3 Položaj energijskih postaj

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

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

4 Ocene emisij CO_2

Za zgoraj omenjene štiri možnosti start – cilj smo s sodelavci med drugim ocenili emisije (izločanje) ogljikovega dioksida, CO_2 , za celotno predvideno obdobje delovanja teh energijskih sistemov. CO_2 je namreč toplogredni plin in glede na Kyotski sporazum iz leta 2005 naj bi njegovo emisijo v naslednjih desetletjih zmanjšali ali vsaj ne bistveno povečevali.

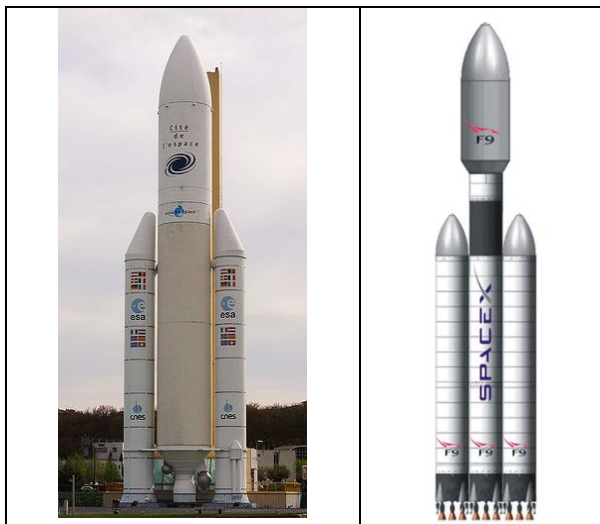


CO₂ sicer ne nastaja med samim delovanjem SSP postaj (pa tudi, če bi nastajal, ne bi bilo nič hudega, saj bi pobegnil v vesolje), upoštevati pa moramo njegovo izločanje na Zemlji pri izdelavi delov postaj, nosilnih raket in tudi emisije pri izgorevanju raketnega goriva.

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

- 1) 476 ton trdnega goriva v dveh stranskih raketnih motorjih za začetni pogon na manjših višinah; to je mešanica 68 % masnega deleža amonijevega perklorata (NH₄ClO₄, oksidant), 18 % aluminija in 14 % polibutadiena kot veziva;
- 2) tekoče gorivo, to je nizkotemperaturnas mešanica tekočega kisika in tekočega vodika v masnem razmerju 5.1 : 1. To je glavno gorivo, ki začne izgorevati, ko se porabi trdno gorivo.

Pri izgorevanju trdnega goriva pravzaprav NH₄ClO₄ kot oksidant zažge aluminij. Pri tem se sprošča CO₂ le zaradi razpadanja organske snovi butadiena. Pri gorenju tekočega goriva pa se kisik in vodik spajata v vodo – to je navidežno res čist energijski vir. Ne smemo pa pozabiti, da potrebujemo tudi za proizvodnjo aluminija za trdno gorivo energijo: aluminij pridobimo iz rude, za kar potrebujemo energijo. Za to uporabljamo npr. premog, ki pri izgorevanju oddaja CO₂. Tudi za pridobivanje vodika kot dela tekočega goriva potrebujemo veliko energije, npr. pri elektrolizi vode. Upoštevati moramo tudi emisije CO₂ pri proizvodnji materialov za raketo in satelit. Na primer, 85-tonska raketa Ariane brez goriva vsebuje okrog 35 % aluminija, 40% jekla, 15% plastike, ojačane z ogljikovimi vlakni in 10 % drugih materialov.



Slika 3: Raketi Ariane (levo) in Falcon (desno)

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

Tabela 1: Primerjava emisij CO₂ na watt električne moči za sistem raketa –SSP satelit pri dveh raketah in pri lansiranju na LEO, GEO in Luno ter z Lune na GEO.



Kg CO ₂ / W	Zemlja – LEO	Zemlja – GEO	Zemlja – Luna	Luna – GEO
Ariane 5 ECA	5,2	5,6	5,7	0,056
SpaceX Falcon 9 Heavy	5,6	6,4	6,5	0,064

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

Najpomembnejša tuja vira

- [1] P. E. Glaser, Power from the Sun: Its Future, Science Magazine, 162 (1968) str. 857-861.
 [2] N. Lior, Power from space, Energy Conversion & Management J., 42 (2001) str. 1769-1805.

Motivacijski vprašalnik (8 vprašanj): O FIZIKI IN ZNANOSTI V SPLOŠNEM

Ime in priimek: _____

Čas reševanja: 8 minut. Obkroži po en, po tvojem mnenju najustreznejši odgovor na vsako vprašanje. Nasvet: za vsako vprašanje si vzemi po 1 minuto, ker so enakovredna.

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

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

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

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

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

- A) Prosim za pomoč znanca slavista.
- B) Pregledam več številčk revije, v katero nameravam poslati članek.
- C) Pregledam 20 let star učbenik za fiziko.



- Č) Pregledam več tujih znanstvenih revij, ki jih imam slučajno doma.
D) Pogledam v Slovar slovenskega knjižnega jezika, ki ga imam na računalniku.
- 4) Po končani srednji šoli se vpišeš na enega od naravoslovnih ali tehničnih študijev. Ugotoviš, da zaradi zahtevnosti študija način dela, ki si ga uspešno uporabljal(a) v srednji šoli, ne zadostuje več. Kako naprej?
- A) Učim se naprej po »starem sistemu«, a delam bolj trdo.
B) Vprašam prijatelje v letniku, kako so se oni znašli.
C) Eksperimentiram z novimi študijskimi prijemi.
Č) Vpišem se na drugo, »lažjo« fakulteto, čeprav je študij zame dolgočasen.
D) Preberem kako knjigo o psihologiji učenja in spomina.
- 5) In your opinion, what's the major difficulty when studying scientific literature in foreign language, or when you want to explain something about science to your »e-mail« friend abroad?
- A) Ne razumem vprašanja!
B) Too many special words.
C) Physical units.
Č) Different cultures.
D) Different physical laws in different countries.
- 6) Znanstvenik je na pragu pomembnega odkritja, ki bo zelo verjetno močno vplivalo na razvoj neke tehnologije. Preden zaključi raziskavo in objavi rezultate, na kaj mora z etičnega vidika najbolj paziti?
- A) Da bo zaradi potencialnih možnosti zlorabe to znanje (ali le informacija o tem) dostopno čim manj ljudem, sploh pa ne širši javnosti.
B) Da jasno nakaže morebitna ekološka tveganja novih tehnologij, pa tudi njihov socialni vpliv.
C) Zaradi lojalnosti mora biti na prvem mestu ekonomski profit organizacije, ki ga je finančno podprla pri raziskavah, tudi če se zamolčijo nekatere kritične ugotovitve.
Č) Da rezultate objavi čim prej, posebno če se boji, da ga bodo tekmeci prehiteli.
D) Da citira/omeni vse raziskovalce, ki so s svojimi predhodnimi znanstvenimi prispevki vplivali na potek te raziskave.
- 7) Zamisli si, da delaš v skupini, ki se ukvarja s šolsko raziskovalno nalogo, pri čemer si med seboj razdelite naloge – posamezne dele raziskovalnega problema. Če svoje naloge ne razumeš popolnoma ali pa ne veš, kako se je sploh lotiti, kako ukrepaš?
- A) Na prvem ponovnem sestanku skupine povem, da nalogi nisem kos, in odstopim od projekta.
B) Prosim za zamenjavo nalog.
C) Čakam na »razsvetlitev«.
Č) Prosim nekoga iz skupine, da mi pomaga pri mojem delu naloge.
D) Zagrizem se v problem. Med drugim začnem intenzivno brskati po literaturi, če bi morda naletel(a) na sorodno temo in način reševanja problema.
- 8) V nekaterih slovenskih revijah, ki so napol strokovne, napol znanstvene, je mogoče napisati članke v slovenščini ali angleščini. Če bi napisal(a) članek za takšno revijo in bi se torej moral(a) odločiti za izbiro jezika, čemu bi dal(a) prednost?
- A) Zagotovo bi pisal(a) v slovenščini, ker se mi zdi zelo pomembno gojenje slovenščine v strokovni literaturi.
B) Pisal(a) bi v slovenščini, ker bi članek zanimal nekatera podjetja v Sloveniji.
C) Verjetno bi pisal(a) v angleščini, da bi članek razumeli tudi tujci na obisku v Sloveniji.



Č) Zagotovo bi pisal(a) v angleščini, ker bi s tem članek pridobil na veljavi in točkah.

D) Zagotovo bi pisal(a) v angleščini, ker obstaja veliko angleških strokovnih izrazov, ki nimajo primerne slovenskega prevoda.

Končni vprašalnik (8 vprašanj): O ORBITALNI ENERGIJI

Ime in priimek: _____

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

1) Prebral(a) ali slišal(a) si podatek, da Zemlja sprejema od Sonca 170 000 TW svetlobne moči. Kako se prepričaš, da je ta podatek pravilen, če veš, da je intenziteta sončnih žarkov, ki dosežejo Zemljo, $1,35 \text{ kW/m}^2$?

A) Poiščem podatek za oddaljenost Zemlje od Sonca (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$ (intenziteta je moč na ploščinsko enoto).

B) Poiščem podatek za polmer Zemlje (če ga še ne vem) in si pomagam z zvezo $I = P/S$.

C) Pobrskam po razni astronomski literaturi, če najdem še kje ta podatek.

Č) Na internetnih straneh poiščem najprej podatek za svetovno letno porabo energije in si pomagam z njim.

D) Podatek se mi zdi prevelik, zato namesto teravatov pišem gigavate.

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

A) Pomagal(a) bi si z Excelom.

B) V Wordu bi narisal(a) serijo slik in jih kopiral(a) v datoteko v PowerPointu.

C) Animacijo bo programiral(a) v Javi.

Č) Pomagal(a) bi si z internetom.

D) V CorelDraw-u bi narisal(a) serijo slik in jih kopiral(a) v datoteko v PowerPointu.

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

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

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

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

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

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

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

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



- B) To mi daje misliti. Verjetno se splača ponoviti uporabo predpon k enotam in tudi desetiških potenc velikih števil ter se v njihovi rabi zares izuriti.
- C) S tem problemom se splača ubadati občasno – takrat pač, ko spet naletim na fizikalni pojav z velikimi merskimi števili.
- Č) Nabavim si dober matematični priročnik, v katerem so opisane tudi raba predpon in operacije s potencami.
- D) Zanesem se na prijatelja, ki zelo dobro pozna te stvari, tako da ga občasno prosim za pomoč.
- 5) What's one of the benefits of the use of space solar power instead of electric plants on Earth?
- A) Ne razumem vprašanja!
- B) Plenty of space.
- C) Too little space.
- Č) Cost.
- D) No problems with international agreements.
- 6) Če bodo SSP postaje nekoč res zaživele, kdo bi po tvojem mnenju moral odločati o razporeditvi energije po deželah, ki bi jo sateliti pošiljali na Zemljo z mikrovalovi?
- A) Svetovna vlada.
- B) Družbe (podjetja), ki so te postaje zgradile.
- C) Najbogatejši ljudje.
- Č) Čim širša javnost.
- D) To naj se prepusti svobodnemu trgu.
- 7) Zamisli si, da delaš v skupini, ki se ukvarja s šolsko raziskovalno nalogo v zvezi z zbiranjem podatkov o porabi različnih energijskih virov in o smiselnosti oskrbovanja Slovenije z orbitalno sončno energijo, pri čemer si med seboj razdelite naloge – posamezne dele raziskovalnega problema. Tvoja naloga je zbrati ključne podatke o slovenskih termoelektrarnah na premog in narediti nekaj osnovnih izračunov. Če ne veš, kako se naloge sploh lotiti, kako ukrepaš?
- A) Na prvem ponovnem sestanku skupine povem, da nalogi nisem kos, in odstopim od projekta.
- B) Prosim za zamenjavo nalog.
- C) Čakam na »razsvetlitev«.
- Č) Prosim nekoga iz skupine, da mi pomaga pri mojem delu naloge.
- D) Zagrizem se v problem. Med drugim začnem intenzivno brskati po literaturi, če bi morda naletel(a) na sorodno temo in način reševanja problema.
- 8) Ali bi bil(a) pripravljen(a) napisati poljudni članek o orbitalni sončni energiji za revijo Življenje in tehnika, če bi dovolj vedel(a) o tem?
- A) Da, ker se mi zdi zelo pomembno gojenje slovenščine v strokovni in poljudno-znanstveni literaturi.
- B) Da, ker bi članek zanimal nekatera podjetja v Sloveniji.
- C) Morda.
- Č) Ne vem.
- D) Ne.



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



evalvacija.xls [Združljivostni način] - Microsoft Excel

Datoteka Osnovno Vstavljanje Postavitve strani Formule Podatki Pregled Ogljed

Prilepi **Izreži** **Kopiraj** **Preslikovalnik oblik** **Odložilnica** **Pisava** **Poravnava** **Število** **Splošno** **Pogojno oblikovanje** **Oblikuj kot tabelo** **Slogi celic** **Vstavi** **Izbriši** **Oblika** **Samodejna vsota** **Polnilo** **Razvrsti in Poišči in filtriraj** **Počisti** **Urejanje**

Q116

EXCELOV DOKUMENT ZA AVTOMATSKO OVREDNOTENJE TESTOV
POMEMBNO: Podatke vstavljajte SAMO v rumena polja!!! **GRADIVO: Ambrožič, Energija iz orbite**
Vse številke v rdeči pisavi izračuna sam program

IME ŠOLE: Vstavite ime šole
UČITELJ: Vstavite svoje ime in priimek
RAZRED: Vstavite razred ali oddelček
POSKUS: Frontalno ali skupinsko delo?
OPOMBE: Vstavite morebitne opombe, npr. ali so kaj prepisovali drug od drugega, itd.

ŠT. UČENCEV Z OBEMA TESTOMA: 13 (max. 35)
POMEMBNO: Ne pozabite prav izpolniti polje F11 za število učencev!

PRED-TEST (tabela pravičnih - 1 in napačnih - 0 odgovorov; navodila so pod tabelo)
IZPOLNITE TABELO!

Št. uč. **Ozn. uč.** **Številke vprašanja v testu** **ZA VSAK PRAVILEN ODGOVOR VSAKEGA UČENCA SPREMENITE NULO V ENICO.** **Skupaj prav rešenih/učenca**

	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 xx	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Slika: Excelova datoteka za statistično obdelavo rezultatov testov



Milan Ambrožič

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Gradivo 5, september 2010

Vztrajnostni moment rotacijskih teles

Strategija (metoda): skupinski poskus, delovni listi

Starostna skupina: gimnazija

Generične kompetence: uporaba matematičnih idej in tehnik, sposobnost skupinskega dela, sposobnost učenja in reševanja problemov

Umestitev v učni načrt: Kinetična energija (razširjen pojem)

Način evalvacije: pregled delovnih listov

A) Teoretični del

Pri teh poskusih se dijaki soočijo s kotaljenjem rotacijskih teles (krogle, valja, votlega valja) po klancu navzdol in iz energijskega zakona sklepajo na vztrajnostni moment teh teles pri vrtenju okrog geometrijske osi.

B) Praktični del

KOPIJA DELOVNIH LISTOV ZA DIJAKE

ROTACIJA & VZTRAJNOSTNI MOMENT

Pojem vztrajnostnega momenta

Kotaljenje je gibanje, sestavljeno iz translacije (gibanje masnega središča telesa) in rotacije (vrtenje telesa okrog osi skozi njegovo masno središče. Zato je tudi kinetična energija sestavljena iz dveh delov, translacijskega in rotacijskega:

$$W_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 \quad (1)$$

Oznake količin: W_k = kinetična energija; m = masa telesa; v = hitrost masnega središča; J = vztrajnostni moment pri vrtenju okrog osi skozi masno središče; ω = kotna hitrost vrtenja.

Vztrajnostni moment ima pri rotaciji telesa analogno vlogo kot masa pri translaciji. Pri simetričnih telesih, kot sta valj in krogla, je pri rotaciji okrog simetrijske osi skozi masno



središče telesa vztrajnostni moment odvisen od mase in od polmera (oz. dveh polmerov pri votlem telesu). Ustrezne enačbe so:

$$\text{Polna krogla: } J = \frac{2}{5}mR^2$$

R = radij krogle

$$\text{Polni valj: } J = \frac{1}{2}mR^2$$

R = radij valja

$$\text{Votli valj: } J = \frac{1}{2}m(R^2 + r^2)$$

R = radij valja, r = radij valjaste votline

Najbolj nas zanima primerjava med vztrajnostnim momentom polne krogle in polnega valja, kjer imamo samo dva podatka: maso m in polmer R . Če imata obe telesi enaki masi in polmera, potem ima valj večji vztrajnostni moment kot krogla. Za obe telesi lahko napišemo skupni izraz za vztrajnostni moment: $J = kmR^2$. Številski koeficient k je enkrat $2/5$, drugič $1/2$. Votli valj ima večji vztrajnostni moment kot polni valj pri enaki masi in zunanjem radiju. V principu lahko tudi pri votlem valju uporabimo enačbo $J = kmR^2$, kjer je

$$k = \frac{1}{2}\left(1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right).$$

Preveri!

Kotaljenje po klanecu

Zaradi različnih vztrajnostnih momentov se razna rotacijska telesa različno hitro kotalijo po klanecu navzdol. Najlažje obravnavamo to gibanje z energijskega vidika. Potencialna energija se med kotaljenjem pretvarja v kinetično, saj se telo kotali navzdol vedno hitreje. Spustimo telo z začetne višine in izračunajmo končno hitrost težišča telesa ob vznožju klanca:

$$W_{p,zac} = W_{k,kon}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$$

Tu bomo poleg zveze uporabili še povezavo med hitrostjo težišča v in kotno hitrostjo. Poglejmo si točko T, ki je stičišče telesa s podlago. Ta točka ima trenutno hitrost nič, saj bi sicer telo drselo po podlagi. Rotacijo opazujmo s principa relativizma: namesto, da se točka T kroži okrog središča S v smeri urinega kazalca s kotno hitrostjo ω , si mislimo, da S kroži okrog točke T z enako kotno hitrostjo. Uporabimo lahko znano povezavo med obodno in



kotno hitrostjo pri kroženju: $v = R\omega$ ali $\omega = v/R$. Obodna hitrost v je hkrati translacijska hitrost težišča glede na mirujočo podlago.

V razmislek: v čem je razlika med kroženjem in vrtenjem?

Zdaj smo pripravljeni za dokončanje zgoraj zadane naloge:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(kmR^2) \cdot \left(\frac{v}{R}\right)^2$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kmv^2 = \frac{1}{2}m(1+k)v^2$$

Izrazimo kar kvadrat hitrosti:

$$v^2 = \frac{2gh}{1+k} \quad (2)$$

Rezultat je neodvisen od mase in polmera telesa, pomembna pa je oblika, ki določa koeficient k . Enačba (2) dobro velja, če je kotalno trenje s podlago majhno. Z njo si lahko pomagamo, da izračunamo koeficient k , če vse druge količine izmerimo. Ker pa je neposredna meritev končne hitrosti v zahtevna, si bomo pomagali drugače.

Gibanje po klancu je enakomerno pospešeno, ne glede na to, ali gre za drsenje ali kotaljenje. Če je začetna hitrost enaka nič, potem vemo, da je končna hitrost 2-krat večja od povprečne hitrosti med gibanjem: $v = 2s/t$ (s = dolžina klanca ali pot, t = čas). Ta izraz vstavimo na levo stran enačbe (2) namesto hitrosti in nazadnje izrazimo k :

$$k = \frac{ght^2}{2s^2} - 1 \quad (3)$$

Ta enačba bo v poskusu osnova za merjenje koeficienta k in preverjanje vztrajnostnih momentov treh teles.

POSKUS

PRIPOMOČKI: tri rotacijska telesa (krogla in dva valja), lesena deska, ravnilo, štoparica, stojalo

POTEK: Izberite primeren nagib deske (da kotaljenje ne bo niti prehitro niti prepočasno) in si za njeno pritrditev pomagajte s stojalom. Z ravnilom izmerite potrebne dolžine (premislite sami, katere; pogledjte enačbo 3). Pri tem bodite čim bolj natančni. Spustite po takšnem klancu vsa tri rotacijska telesa in izmerite čas kotaljenja do vznožja. Zapišite si vse meritve v svoji skupini, pa tudi meritve drugih skupin za radi primerjave rezultatov. Koeficiente k naj izračuna vsak dijak sam doma in jih primerja s tistimi, navedenimi zgoraj. Pozor: pri votlem valju je treba izmeriti oba polmera zaradi njunega razmerja, ki se pojavi v koeficientu k za takšen valj.



Še nekaj nalog za domače delo

Navedeni so vztrajnostni moment za več rotacijskih teles pri vrtenje okrog geometrijske (simetrijski osi):

- Polna krogla: $J = \frac{2}{5} mR^2$
- Tanka krogelna lupina: $J = \frac{2}{3} mR^2$
- Polni valj: $J = \frac{1}{2} mR^2$
- Tanki votli valj: $J = mR^2$
- Stožec: $J = \frac{3}{10} mR^2$

1)

Vseh pet naštetih teles ima enako maso m , enak radij R in naj se z enako kotno hitrostjo vrtili okrog geometrijske osi. Razvrstite jih po rotacijski kinetični energiji od največje do najmanjše.

2)

Vseh pet naštetih teles ima enako maso m , enak radij R , vrtijo pa se z različnimi frekvencami okrog geometrijske osi, a tako, da imajo vsi enako rotacijsko kinetično energijo. Razvrstite telesa po frekvenci vrtenja od največje do najmanjše. *Če ima najpočasnejše telo frekvenco 1 Hz, kolikšne so frekvence drugih štirih teles?

3)* Polni valj ima pri vrtenju okrog geometrijske osi določen vztrajnostni moment J . Za koliko odstotkov se mu spremeni vztrajnostni moment, če ga v tovarni preoblikujemo (masa ostane enaka) v tanjši valj, tako da se njegova višina zmanjša za 50 % (če se višina zmanjša, se mora radij povečati)?

KONEC KOPIJE DELOVNIH LISTOV

1 SPLOŠNA NAVODILA ZA UČITELJA

Primerja se niz treh frontalnih poskusov (za kotaljenje treh rotacijskih teles po klancu) s skupinskimi. Pri skupinskem delu naj bodo 3 skupine. V tem primeru je dovolj je en komplet rotacijskih teles (krogle, polnega in votlega valja) za cel razred, saj vsaka skupina dela le z enim telesom naenkrat, skupine pa si jih 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.

OPOMBA: če nimate votlega valja, naj se naredijo poskusi samo s polnim valjem in kroglo. Lahko pa se uporabi kako drugo telo, npr. žogica kot tanka krogelna lupina, prerezana platenka (samo širši konec, brez vratu in dna) kot tanki votli valj, itd.

2 PODROBNEJŠA NAVODILA+časovni potek

2.1 VRSTNI RED IN TRAJANJE DOGODKOV

Pomembno: Delovne liste razdelite vsem dijakom predhodno uro fizike in jim naročite, naj jih preberejo doma, tako da bodo na poskuse bolj pripravljeni.

Pri frontalnem delu

- Demonstracijski poskus z razlago za vsa tri telesa (30 min); dijaki na osnovi poskusov in razlage deloma izpolnjujejo delovne liste
- Domača naloga: dopolnitev delovnih listov

Pri skupinskem delu

- Vsaka od 3 skupin izvede poskus za vsa tri rotacijska telesa, čas 20-25 minut
- Poročanje vodij skupin: po 5 minut, skupaj torej 15 minut
- Domača naloga: dopolnitev delovnih listov

Opozorite dijake, naj si po izvedenih poskusih zaradi primerjave zapišejo tudi meritve pri poskusih drugih skupin.

3 REŠITVE POSEBNIH NALOG NA DELOVNIH LISTIH

1)

Vseh pet naštetih teles ima enako maso m , enak radij R in naj se z enako kotno hitrostjo vrti okrog geometrijske osi. Razvrstite jih po rotacijski kinetični energiji od največje do najmanjše.

REŠITEV

Tanki votli valj, tanka krogelna lupina, polni valj, polna krogla, stožec.

KOMENTAR: Telo z večjim vztrajnostnim momentom ima večjo rotacijsko kinetično energijo.

2)

Vseh pet naštetih teles ima enako maso m , enak radij R , vrtijo pa se z različnimi frekvencami okrog geometrijske osi, a tako, da imajo vsi enako rotacijsko kinetično energijo. Razvrstite telesa po frekvenci vrtenja od največje do najmanjše. *Če ima najpočasnejše telo frekvenco 1 Hz, kolikšne so frekvence drugih štirih teles?

**REŠITEV**

Ker mora imeti telo z večjim vztrajnostnim momentom manjšo frekvenco, da bo rotacijska kinetična energija enaka, je razvrstitev teles obratna kot pri nalogi 1: stožec, polna krogla, polni valj, tanka krogelna lupina, tanki votli valj.

*Tanki votli valj se vrti s frekvenco 1 Hz. Za druga telesa jo izračunamo takole:

$$W_{k2} = W_{k1}$$

$$\frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 = \frac{1}{2} J_1 \omega_1^2$$

$$\frac{1}{2} k_2 m R^2 (2\pi \nu_2)^2 = \frac{1}{2} k_1 m R^2 (2\pi \nu_1)^2$$

$$k_2 \nu_2^2 = k_1 \nu_1^2$$

$$\nu_2 = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} \nu_1 = \sqrt{\frac{1}{k_2}} \cdot 1 \text{ Hz}$$

Tako izračunamo frekvence: 1,83 Hz za stožec; 1,58 Hz za polno kroglo; 1,41 Hz za polni valj; 1,22 Hz za tanko krogelno lupino.

3)* Polni valj ima pri vrtenju okrog geometrijske osi določen vztrajnostni moment J . Za koliko odstotkov se mu spremeni vztrajnostni moment, če ga v tovarni preoblikujemo (masa ostane enaka) v tanjši valj, tako da se njegova višina zmanjša za 50 % (če se višina zmanjša, se mora radij povečati)?

REŠITEV

Pri preoblikovanju se ohrani prostornina valja, zato velja:

$$V_{kon} = V_{zač}$$

$$\pi R_{kon}^2 h_{kon} = \pi R_{zač}^2 h_{zač}$$

$$R_{kon}^2 = R_{zač}^2 \frac{h_{zač}}{h_{kon}} = 2 R_{zač}^2$$

Ker pa je vztrajnostni moment valja sorazmeren s kvadratom polmera, je tudi vztrajnostni moment po preoblikovanju 2-krat tolikšen kot prej; poveča se za 100 %.

4 EVALVACIJA

Pregled izpolnjenih delovnih listov in treh nalog.

ROTACIJA & VZTRAJNOSTNI MOMENT**Pojem vztrajnostnega momenta**



Kotaljenje je gibanje, sestavljeno iz translacije (gibanje masnega središča telesa) in rotacije (vrtenje telesa okrog osi skozi njegovo masno središče. Zato je tudi kinetična energija sestavljena iz dveh delov, translacijskega in rotacijskega:

$$W_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 \quad (1)$$

Oznake količin: W_k = kinetična energija; m = masa telesa; v = hitrost masnega središča; J = vztrajnostni moment pri vrtenju okrog osi skozi masno središče; ω = kotna hitrost vrtenja.

Vztrajnostni moment ima pri rotaciji telesa analogno vlogo kot masa pri translaciji. Pri simetričnih telesih, kot sta valj in krogla, je pri rotaciji okrog simetrijske osi skozi masno središče telesa vztrajnostni moment odvisen od mase in od polmera (oz. dveh polmerov pri votlem telesu). Ustrezne enačbe so:

Polna krogla: $J = \frac{2}{5}mR^2$ R = radij krogle

Polni valj: $J = \frac{1}{2}mR^2$ R = radij valja

Votli valj: $J = \frac{1}{2}m(R^2 + r^2)$ R = radij valja, r = radij valjaste votline

Najbolj nas zanima primerjava med vztrajnostnim momentom polne krogle in polnega valja, kjer imamo samo dva podatka: maso m in polmer R . Če imata obe telesi enaki masi in polmera, potem ima valj večji vztrajnostni moment kot krogla. Za obe telesi lahko napišemo skupni izraz za vztrajnostni moment: $J = kmR^2$. Številski koeficient k je enkrat $2/5$, drugič $1/2$. Votli valj ima večji vztrajnostni moment kot polni valj pri enaki masi in zunanjem radiju. V principu lahko tudi pri votlem valju uporabimo enačbo $J = kmR^2$, kjer je

$$k = \frac{1}{2}\left(1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2\right).$$

Preveri!

Kotaljenje po klancu



Zaradi različnih vztrajnostnih momentov se razna rotacijska telesa različno hitro kotalijo po klancu navzdol. Najlažje obravnavamo to gibanje z energijskega vidika. Potencialna energija se med kotaljenjem pretvarja v kinetično, saj se telo kotali navzdol vedno hitreje. Spustimo telo z začetne višine in izračunajmo končno hitrost težišča telesa ob vznožju klanca:

$$W_{p,zac} = W_{k,kon}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$$

Tu bomo poleg zveze uporabili še povezavo med hitrostjo težišča v in kotno hitrostjo. Poglejmo si točko T, ki je stičišče telesa s podlago. Ta točka ima trenutno hitrost nič, saj bi sicer telo drselo po podlagi. Rotacijo opazujemo s principa relativizma: namesto, da se točka T kroži okrog središča S v smeri urinega kazalca s kotno hitrostjo ω , si mislimo, da S kroži okrog točke T z enako kotno hitrostjo. Uporabimo lahko znano povezavo med obodno in kotno hitrostjo pri kroženju: $v = R\omega$ ali $\omega = v/R$. Obodna hitrost v je hkrati translacijska hitrost težišča glede na mirujočo podlago.

V razmislek: v čem je razlika med kroženjem in vrtenjem?

Zdaj smo pripravljeni za dokončanje zgoraj zadane naloge:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(kmR^2) \cdot \left(\frac{v}{R}\right)^2$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kmv^2 = \frac{1}{2}m(1+k)v^2$$

Izrazimo kar kvadrat hitrosti:

$$v^2 = \frac{2gh}{1+k} \quad (2)$$

Rezultat je neodvisen od mase in polmera telesa, pomembna pa je oblika, ki določa koeficient k . Enačba (2) dobro velja, če je kotalno trenje s podlago majhno. Z njo si lahko pomagamo, da izračunamo koeficient k , če vse druge količine izmerimo. Ker pa je neposredna meritev končne hitrosti v zahtevna, si bomo pomagali drugače.

Gibanje po klancu je enakomerno pospešeno, ne glede na to, ali gre za drsenje ali kotaljenje. Če je začetna hitrost enaka nič, potem vemo, da je končna hitrost 2-krat večja od povprečne hitrosti med gibanjem: $v = 2s/t$ (s = dolžina klanca ali pot, t = čas). Ta izraz vstavimo na levo stran enačbe (2) namesto hitrosti in nazadnje izrazimo k :

$$k = \frac{ght^2}{2s^2} - 1 \quad (3)$$



Ta enačba bo v poskusu osnova za merjenje koeficienta k in preverjanje vztrajnostnih momentov treh teles.

POSKUS

PRIPOMOČKI: tri rotacijska telesa (krogla in dva valja), lesena deska, ravnilo, štoparica, stojalo

POTEK: Izberite primeren nagib deske (da kotaljenje ne bo niti prehitro niti prepočasno) in si za njeno pritrditev pomagajte s stojalom. Z ravnilom izmerite potrebne dolžine (premisлите sami, katere; pogledjte enačbo 3). Pri tem bodite čim bolj natančni. Spustite po takšnem klancu vsa tri rotacijska telesa in izmerite čas kotaljenja do vznožja. Zapišite si vse meritve v svoji skupini, pa tudi meritve drugih skupin za radi primerjave rezultatov. Koeficiente k naj izračuna vsak dijak sam doma in jih primerja s tistimi, navedenimi zgoraj. Pozor: pri votlem valju je treba izmeriti oba polmera zaradi njunega razmerja, ki se pojavi v koeficientu k za takšen valj.

Še nekaj nalog za domače delo

Navedeni so vztrajnostni moment za več rotacijskih teles pri vrtenje okrog geometrijske (simetrijski osi):

- Polna krogla: $J = \frac{2}{5}mR^2$
- Tanka krogelna lupina: $J = \frac{2}{3}mR^2$
- Polni valj: $J = \frac{1}{2}mR^2$
- Tanki votli valj: $J = mR^2$
- Stožec: $J = \frac{3}{10}mR^2$

1)

Vseh pet naštetih teles ima enako maso m , enak radij R in naj se z enako kotno hitrostjo vrtili okrog geometrijske osi. Razvrstite jih po rotacijski kinetični energiji od največje do najmanjše.

2)

Vseh pet naštetih teles ima enako maso m , enak radij R , vrtijo pa se z različnimi frekvencami okrog geometrijske osi, a tako, da imajo vsi enako rotacijsko kinetično energijo. Razvrstite



telesa po frekvenci vrtenja od največje do najmanjše. *Če ima najpočasnejše telo frekvenco 1 Hz, kolikšne so frekvence drugih štirih teles?

3)* Polni valj ima pri vrtenju okrog geometrijske osi določen vztrajnostni moment J . Za koliko odstotkov se mu spremeni vztrajnostni moment, če ga v tovarni preoblikujemo (masa ostane enaka) v tanjši valj, tako da se njegova višina zmanjša za 50 % (če se višina zmanjša, se mora radij povečati)?