

Tretji Keplerjev zakon in elongacija Venere

dr. Barbara Rovšek

Oddelek za fiziko in tehniko, Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani in

Andrej Guštin

Elektrotehniško-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana



Povzetek

V prispevku predstavimo astronomski »poskus« z enostavnim modelom Osončja, ki ga izdelajo učenci sami. Model uporabijo, da spoznajo in si lažje predstavljajo pojave, povezane z gibanjem planetov okoli Sonca. Opišemo aktivnosti, preko katerih učenci pridobijo polkvantitativno razumevanje tretjega Keplerjevega zakona in spoznajo pojme konjunkcija, opozicija, elongacija ter periodične pojave, ki se tičejo dveh planetov in Sonca. Poskus je bil del tekmovanja Kresnička v šolskem letu 2016/2017. Navedli bomo naloge s tekmovanja, opredelili cilje, ki so jih naloge preverjale, komentirali težavnost nalog in podali kratek statistični pregled rezultatov, ki jih je na tekmovanju doseglo več kot 2500 sodelujočih učencev.

Ključne besede: Kresnička, model osončja, Keplerjev zakon, elongacija

3rd Kepler's Law and the Elongation of Venus

Abstract

This paper presents an astronomy »experiment« with a simple model of the Solar System, made by the pupils themselves. They used the model to come to know and more easily picture the phenomena connected with the motion of planets around the Sun. The paper describes the activities through which the pupils have gained a semi-quantitative understanding of Kepler's 3rd law, and came to know the concepts of conjunction, opposition and elongation, and the periodic phenomena involving two planets and the Sun. This experiment was a part of the Kresnička competition held in the 2016/2017 school year. The paper will list the competition tasks, define the objectives tested by these tasks, comment on the difficulty of the tasks, and give a brief statistical review of the results achieved in the competition by more than 2500 participating pupils.

Keywords: Kresnička, model of the Solar System, Kepler's law, elongation

Uvod

Tretja sezona tekmovanja iz naravoslovja Kresnička je šesto- in sedmošolcem postregla z astronomskim poskusom z modelom Osončja. Aktivnosti, opisane v prispevku, so primerne tudi za osmo- in devetošolce pri izbirnih astronomskih predmetih in krožkih. Navodila za izvedbo celotnega poskusa so na spletnih straneh tekmovanja [1], tam nekje najdete tudi naloge s tekmovanja [2] in rešitve nalog [3]. V tem prispevku bomo navodila za izvedbo poskusa povzeli strnjeno.

Astronomske vsebine so razpršene po učnih načrtih različnih predmetov v osnovni šoli. Z osnovnimi temami, povezanimi z letnimi časi in Luno, se učenci srečajo že

v prvi triadi pri predmetu *Spoznavanje okolja*. Letne čase povežejo z gibanjem Zemlje pri predmetu *Naravoslovje in tehnika* v 4. razredu in razumevanje nadgradijo pri *Geografiji* v 6. razredu. Uvod v astronomijo je v 8. razredu ne preveč obsežna uvodna tema pri *Fiziki*. Ne nazadnje so astronomski tudi trije izbirni predmeti: *Sonce, Luna in Zemlja*, *Zvezde in vesolje* ter *Daljnogledi in planeti*.

Astronomija je v osnovni šoli reklama za fiziko. Tudi učence, ki jih naravoslovje manj zanima, privlači nočno nebo, posuto s srebrnim zvezdnim prahom. V predstavljenem poskusu sicer ni očitne romantike. Služi temu, da postanejo določeni pojavi, v realnem svetu opazljivi na dolgi časovni skali, razumljivi. V kratkem obdobju od

začetka tekmovanja je to drugi astronomski poskus pri Kresnički. Prvega, opazovanje lastne sence, smo naložili učencem prve triade v prvi sezoni tekmovanja [4, 5].

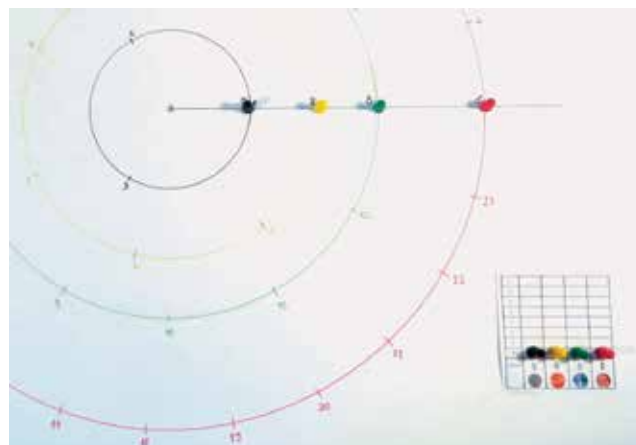
Model Osončja

Prvi del poskusa obsega izdelavo enostavnega modela Osončja s štirimi notranjimi planeti (Merkurjem, Venero, Zemljo in Marsom) v primernem merilu. V enostavnem modelu privzamemo, da so tirnice planetov krožnice. Podatki o povprečnih polmerih tirnic in obhodnih časih so podani v tabeli 1. Cilje eksperimentiranja dosežemo enostavneje (in se ne izgublamo v nebistvenih podrobnostih), če obhodne čase planetov zaokrožimo na cela števila mesecev. Mesec je časovna enota, ki se nanaša na Zemljo in šteje 30 (prav tako zemeljskih) dni.

Pred izdelavo fizičnega modela notranjih planetov Osončja izberemo primerno merilo, v katerem bomo model izdelali. V tretji stolpec tabele vpišemo izračunane polmere tirnic v modelu. V zadnji stolpec tabele vpišemo izračunane *mesečne kote* planetov: to so koti, ki jih planeti na svojih krožnih tirnicah okoli Sonca opravijo v enem mesecu, pri čemer upoštevamo približne obhodne čase planetov, podane v petem stolpcu tabele 1.

V nadaljevanju izdelamo model. Vsi koraki pri izdelavi modela so prikazani in opisani s podrobnimi slikovnimi in besedilnimi navodili [1]. Sonce je v sredini velikega lista papirja, krožnice s polmeri, ki ustrezajo polmerom tirnic planetov v izbranem merilu, narišemo s pomočjo risalnega žeblička in vrvice. Iz točke, ki označuje lego Sonca, potegnemo v poljubni smeri poltrak. Predpostavimo, da so planeti na začetku (na prvi dan prvega meseca) poravnani med seboj in s Soncem in da so njihove lege v točkah, kjer poltrak seka tirnice planetov, kot kaže slika 1. Te točke označimo s številko 1. Iz začetnih leg planetov odmerimo vzdolž tirnic ustrezno število mesečnih lokov. Vsak zaključek mesečnega loka in začetek novega označimo z zaporednimi številkami.

Poleg narisanih tirnic štirih notranjih planetov Osončja narišemo tabelo, ki nam v nadaljevanju olajša štetje zaključenih obhodov okoli Sonca. Vsak planet dobi svoj stolpec, kot kaže slika 1.



Slika 1: Model dela Osončja, ki zaobsega tirnice notranjih planetov, narisane v ustreznem merilu. Na prvi dan prvega meseca so vsi planeti poravnani na isti črti. Dvojnike figuric v razpredelnici ob tirnicah uporabimo za štetje opravljenih celih obhodov okoli Sonca.

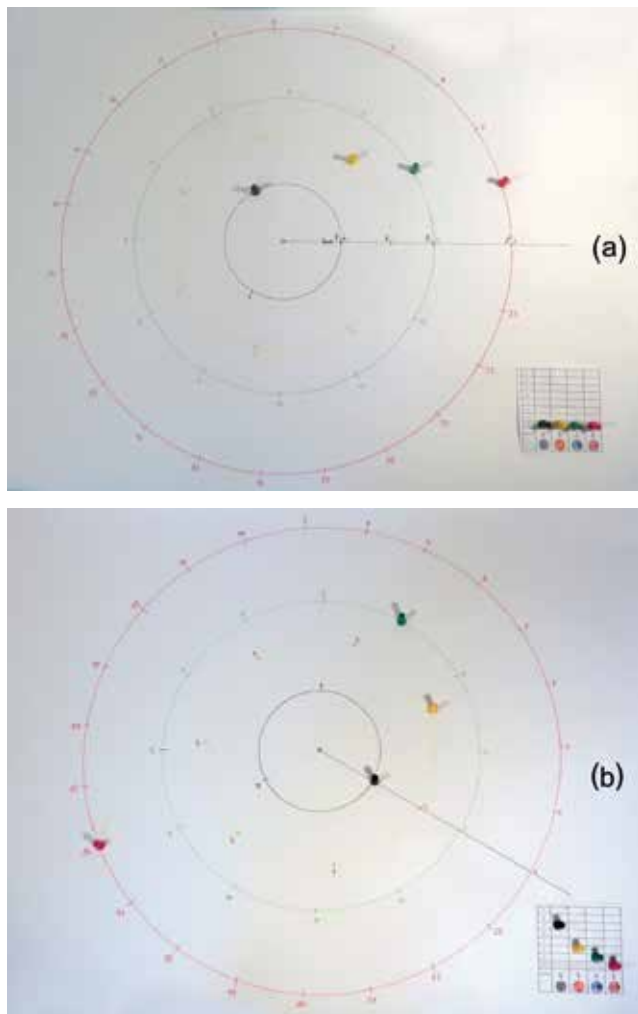
Keplerjev zakon

V začetne lege (označene s številkami 1) postavimo figurice, ki predstavljajo štiri notranje planete Osončja. Dvojnike figuric uporabimo v tabeli, kjer bomo šteli opravljene obhode okoli Sonca. Potem se igra lahko začne. Figurice na tirnicah prestavimo najprej v lege 2, ki jih dosežejo po enem mesecu, kot kaže slika 2 (a), potem v lege 3 in tako naprej. Po treh mesecih se Merkur znajde v začetni legi 1: dvojnika figurice Merkurja v tabeli prestavimo v naslednjo vrstico, ki pomeni en zaključen obhod Merkurja okoli Sonca. Po sedmih mesečnih korakih zaključimo svoj prvi obhod Venera; Merkur je medtem za-

Tabela 1: Podatki o polmerih tirnic in obhodnih časih planetov Osončja, ki jih učenci uporabijo pri izdelavi modela Osončja in pri poskusu.

Planet	Oddaljenost od Sonca [a.e.]	Polmer tirnice v modelu [cm]	Obhodni čas [zemeljski dan]	Obhodni čas [zemeljski mesec]	Mesečni kot [°/mesec]
Merkur ☿	0,39		88,0	3	120
Venera ♀	0,72		224,7	7	
Zemlja ♂	1		365,25	12	
Mars ♂	1,52		687,0	23	
Jupiter ♃	5,20		4333	142	
Saturn ♄	9,52		10832	354	
Uran ♅	19,1		30707	1004	
Neptun ♆	30		60328	1964	

ključil tudi svoj drugi obhod; figurico Merkurja v tabeli smo že prestavili v tretjo vrstico, figurico Venere pa zdaj prestavimo v drugo vrstico. Lege planetov po 15 mesecih kaže slika 2 (b).



Slika 2: (a) Lege planetov po enem mesecu in (b) po 15 mesecih: Merkur je opravil pet celih obhodov, Venera dva cela obhoda in en korak, Zemlja en cel obhod in tri korake.

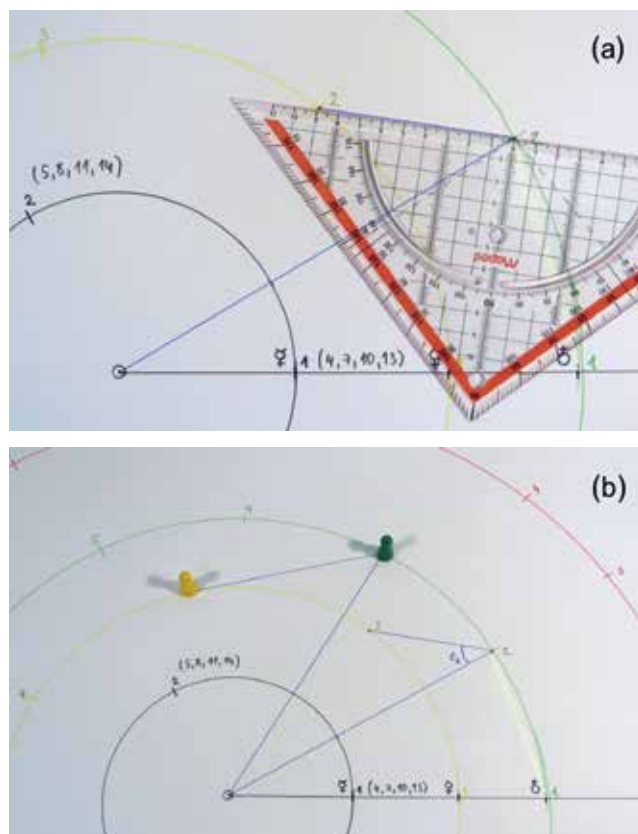
Prednosti te, kmalu precej dolgočasne igre, je več. Prva je povezana prav z njeno dolgočasnostjo. Ko postane ples planetov okoli Sonca predvidljiv, je tudi dolgočasen. Predvidljivost po drugi strani pomeni, da smo prepoznali vzorce v gibanju planetov in dojeli pravila. Uvideli smo periodičnost v gibanju planetov in njihovem srečevanju ter znamo napovedati nadaljnje dogajanje. To je tudi osnovni namen tega poskusa. Druga prednost poskusa je njegova nazornost. Lahko si v mislih predstavljamo enostavno kroženje planetov okoli Sonca, a lažje bomo predstavili z zanimivimi podrobnostmi, ki se tičejo netrivialnih periodičnosti, obdržali v mislih, če smo videli realni posnetek dogajanja. Tretja prednost poskusa je povezana s časom, ki ga preživimo ob poskusu. Če namenimo več časa neki aktivnosti, si bomo tudi več zapomnili.

Če smo se ukvarjali s poskusom toliko časa, da je postal dolgočasen, je to ravno prav. Četrta prednost poskusa je izkušnja, ki poleg vida vključuje tip in gibanje; sami izdelamo model Osončja in po tirnicah premikamo figurice. Informacije prihajajo do možganov po več čutnih kanalih (če poskus opravljajo v skupinah, se o njem tudi pogovarjajo, kar prispeva še en kanal), kar dobro vpliva na pomnjenje in učenje, kot je splošno znano.

Zvezni prikaz dogajanja v modelu s krožnimi tirnicami planetov in obhodnimi časi, ki se ujemajo s podatki v četrtem stolpcu tabele 1, izdelan z orodjem GeoGebra, je na spletni strani [6].

Elongacija Venere

Pri drugem delu poskusa se učenci najprej seznani s pojmi konjunkcija (spodnja in zgornja za Merkur in Venero), konjunkcija in opozicija (za planete, ki so dlje od Sonca kot Zemlja) ter elongacija (za opis in vpeljavo teh pojmov glej navodila za poskus na spletni strani tekmovanja [1]). Elongacija Venere je kot med zveznicama Zemlja–Sonce in Zemlja–Venera; za opazovalca na Zemlji je to kot med smerjo proti Soncu in smerjo proti Veneri.

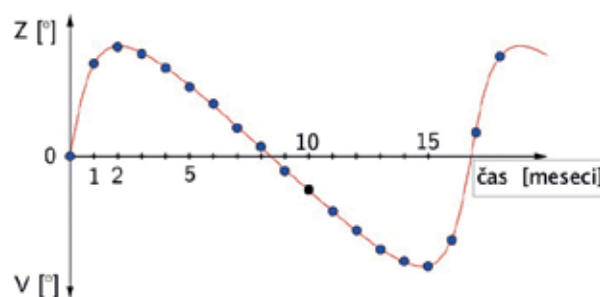


Slika 3: (a) Merjenje elongacije Venere za opazovalca na Zemlji po enem mesecu in (b) situacija po dveh mesecih.

Za izvedbo poskusa potrebujemo figurici Venere in Zemlje. Na prvi dan prvega meseca sta planeta poravnana v

svojih začetnih legah (istih kot pri prvem delu poskusa). Elongacija Venere je v tem trenutku enaka 0. Figurici pomaknemo za njuna mesečna loka naprej. Narišemo daljši Zemlja–Sonce in Zemlja–Venera v novih legah obeh planetov ter izmerimo kot med njima, kot kaže slika 3 (a). To je elongacija Venere na prvi dan drugega meseca. Meritve zabeležimo v tabelo in zaporedne mesečne korake in meritve elongacije ponavljamo, kot kaže slika 3 (b), dokler ne opazimo periodičnosti v spreminjanju elongacije. Ko imamo merskih podatkov dovolj, iz njih narišemo graf, ki kaže, kako se s časom spreminja elongacija Venere. Primer grafa je na sliki 4. Za podrobnejši graf, ki prikazuje dnevno (ne le mesečno) spreminjanje elongacije Merkurja in Venere ter kjer so upoštevani natančnejši podatki o obhodnih časih planetov (iz četrtega stolpca tabele 1), glej dinamični prikaz na spletni strani [7], ustvarjen z orodjem GeoGebra. S pomočjo animacije na strani [8] pa lahko enostavno poiščemo periodo, s

katero se ponavljajo posebne medsebojne lege notranjih planetov; spodnja/zgornja konjunkcija ali konjunkcija/opozicija.



Slika 4: Graf, ki kaže, kako se elongacija Venere spreminja s časom.

Naloge

Na tekmovanju je sedem nalog preverjalo dosežene cilje. Prva naloga je spraševala po pravilnem zaporedju planetov, tri naloge so bile izbirnega tipa, eno nalogo je sestavljal niz vprašanj tipa drži/ne drži, dve nalogi sta bili odprti. V nadaljevanju bomo pri zapisanih nalogah komentirali cilje, ki jih naloga preverja, težavnost nalog in navedli osnovne statistične podatke o tem, katere odgovore so izbirali tekmovalci.

V1.	Uredi naštete planete Osončja po trajanju njihovega obhoda okoli Sonca (dolžini njihovega leta), od planeta z najdaljšim letom (1) do planeta z najkrajšim letom (6). Urejene začetnice planetov vpiši v razpredelnico.						
	(J) Jupiter	(M) Mars	(S) Saturn	(U) Uran	(V) Venera	(Z) Zemlja	
	Planet	1	2	3	4	5	6
Cilji	Naloga preverja, ali učenci znajo urediti planete po njihovih oddaljenostih od Sonca in ali so pri branju podatkov v tabeli 1 prepoznali povezavo med polmerom tirnice in obhodnim časom planeta. Dve okoliščini nalogo nekoliko otežita: prva je ta, da sta prvi in zadnji od osmih planetov Osončja s seznama izpuščena, druga pa ta, da je treba planete v razpredelnico vpisati v nasprotnem zaporedju, kot jih običajno naštevamo (ne od najbližjega do najbolj oddaljenega, ampak nasprotno), pri čemer niti ne sprašujemo neposredno po oddaljenosti planeta od Sonca, ampak po njegovem obhodnem času.						
Rezultati	Popolnoma pravilno zaporedje planetov je napisalo 27,1 % učencev 6. razreda in 30,6 % učencev 7. razreda. Dodatnih 13,8 % učencev v 6. in 14,9 % učencev v 7. razredu je napisalo pravilno zaporedje, a v napačni smeri. Najpogostejša napaka je zamenjava vrstnega reda Jupitra in Saturna: 3,0 % učencev v 6. razredu in 3,6 % učencev v 7. razredu je napisalo skoraj pravilno zaporedje, samo legi teh dveh planetov so zamenjali.						

V2.	Kateri od naštetih planetov opravi v enem mesecu najdaljšo pot?							
	(J) Jupiter	(M) Mars	(S) Saturn	(U) Uran	(V) Venera	(Z) Zemlja		
Cilji	Na to vprašanje lahko pravilno odgovorijo učenci, ki so izdelali model Osončja v merilu in tirnice razdelili na ustrezno število mesečnih lokov. Če so opravili tudi del poskusa s prestavljanjem figuric v modelu Osončja, toliko bolje. Pri tem so lahko jasno razbrali, da je pot, ki jo v enem mesecu opravi planet, ki je bližje Soncu, daljša od poti bolj oddaljenega planeta. Upoštevati moramo, da so naloge reševali šesto- in sedmošolci, ki ne poznajo obrazca za računanje obsega krožnice. Pa tudi, če bi ga, samo poznavanje obsega še ni dovolj – da dobimo pot, ki jo planet opravi v enem mesecu, moramo obseg tirnice planeta deliti s številom mesecev, ki jih planet preživi ob enem obkrožanju Sonca.							
Rezultati	V tabeli so podani deleži učencev, ki so izbrali posamezni odgovor. Stolpec s pravilnim odgovorom je obarvan.							
		J	M	S	U	V	Z	X (ni odgovora)
	6. R [%]	10,0	13,7	6,2	28,9	36,0	3,6	1,5
	7. R [%]	5,7	12,7	6,8	25,7	45,4	2,8	0,9
Sedmošolci so odgovarjali bolje.								

V3.	V Osončje se vključi nov planet XX. Njegovo leto traja pet mesecev, njegov tir je krožnica. Med katerima planetoma je glede na oddaljenost od Sonca?								
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)		
	Merkur	Venera	Zemlja	Mars	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun	
Cilji	Ta naloga preverja isti cilj kot prva: ali so učenci prepoznali povezavo med polmeri tirnic in obhodnimi časi planetov. Poleg tega so si morali zapomniti približna obhodna časa Merkurja (trije meseci) in Venere (sedem mesecev); novi planet XX z obhodnim časom pet mesecev se namesti v tirnico med Merkurjem in Venero. Obhodni čas planeta določata dva Newtonova zakona: gravitacijski in drugi. Oba zakona upošteva dinamični prikaz kroženja planetov na spletni strani [6].								
Rezultati	V tabeli so podani deleži učencev, ki so izbrali posamezni odgovor. Stolpec s pravilnim odgovorom je obarvan.								
		A	B	C	D	E	F	G	X (ni odgovora)
	6. R [%]	49,2	16,3	9,5	7,3	6,1	3,5	4,2	
	7. R [%]	58,9	14,5	7,1	6,2	5,0	2,7	3,1	2,5
Sedmošolci so odgovarjali bolje.									

V4.	Ob času $t = 0$ je XX v spodnji konjunkciji s Soncem (za opazovalca na Zemlji). Čez koliko mesecev bo XX prvič ponovno v spodnji konjunkciji s Soncem? Čez									
	(A) 2,5 meseca.		(B) 3,5 meseca.		(C) 5 mesecev.		(D) 6 mesecev.			
	(E) 8,5 meseca.		(F) 10 mesecev.		(G) 12 mesecev.		(H) 17 mesecev.			
Cilji	Ta naloga je bila objektivno najzahtevnejša in na visoki taksonomski ravni, kjer do pravilne rešitve pripelje kompleksno sklepanje. Če naj pravilno reši to nalogo, ni nujno, da učenec točno ve, katera lega je spodnja konjunkcija; mora pa vedeti, da sta tedaj planeta poravnana s Soncem in da vsi trije ležijo na isti premici. Aktivnost s prestavljanjem planetov po mesečnih korakih zanesljivo pripomore, da pri iskanju odgovora učenci pomislijo na pomembno dejstvo, da se v obdobju med eno in naslednjo spodnjo konjunkcijo ne giblje le planet XX, ampak tudi opazovalec z Zemlje. Pravilni odgovor poiščemo z izločanjem nepravilnih. Sklepanje in izračun natančne rešitve sta opisana v rešitvah [3].									
Rezultati	Ni nenavadno, da je večina učencev izbrala napačni odgovor (C) s periodo pet mesecev, kar je dolžina leta planeta XX. V tabeli so podani deleži učencev, ki so izbrali posamezni odgovor. Stolpec s pravilnim odgovorom je obarvan.									
		A	B	C	D	E	F	G	H	X (ni odgovora)
	6. R [%]	8,0	5,5	39,9	8,3	11,3	11,0	9,4	4,0	
	7. R [%]	6,2	4,5	35,9	7,3	12,9	14,3	11,4	4,9	2,5
Sedmošolci so tudi tu odgovaliali za spoznanje bolje.										

Katera med naštetimi dejstvi pomembno vplivajo na to, da je planete ugodneje opazovati, ko so v opoziciji? Obkroži DA, če dejstvo pomembno vpliva, in NE, če ne vpliva pomembno. Planete je ugodneje opazovati, ko so v opoziciji, ker ...

Deleži učencev, ki so izbrali pravilni odgovor				6. R [%]	7. R [%]
a	so takrat bližje Zemlji.	DA	NE	72,4	75,5
b	so takrat bližje Soncu.	DA	NE	71,8	75,2
c	jih takrat drugi planeti ne zakrivajo.	DA	NE	23,4	23,0
d	je med opazovanjem noč (tema).	DA	NE	64,5	69,5
e	je med opazovanjem dan (svetlo).	DA	NE	75,8	77,7
f	je takrat Zemljina os obrnjena proti planetu.	DA	NE	40,0	47,2
g	so vidni vso noč.	DA	NE	51,7	55,8

V5.

Cilji

Naloga preverja, ali si učenci predstavljajo, kdaj in kako lahko opazujejo planete na nebu. Podnevi ne gre, ker nas slepi Sonce. Med opazovanjem mora biti tam, od koder opazujemo, noč. Če je planet v opoziciji, je nad obzorjem vso noč in ga lahko opazujemo, če želimo. Če je planet bližje Zemlji, ga vidimo bolje. Preostala dejstva ne vplivajo ali ne vplivajo pomembno ali celo nasprotujejo tistim, ki vplivajo na to, da je planete ugodneje opazovati, ko so v opoziciji.

Rezultati

Pri skoraj vseh podvprašanih so sedmošolci odgovarjali nekoliko bolje. Deleži učencev, ki so odgovorili pravilno, so zapisani v isti tabeli kot naloga (zgoraj). Zanimiv je majhen delež učencev, ki pravilno menijo, da na opazovanje planeta ne vpliva bistveno dejstvo, da jih takrat drugi planeti ne zakrivajo. Poravnava treh planetov na isti premici je izjemno redek dogodek; spadajo v isto kategorijo kot mrki. Tudi nagib Zemljine osi na opazovanje ne vpliva. Manj kot polovica učencev je na to vprašanje odgovorila pravilno, kar kaže, kako zapleteno si je predstavljati sicer enostavno dogajanje, skoraj omejeno na dve dimenziji, če vanj z vpeljavo Zemljine osi vključimo v tem primeru nepomembno tretjo dimenzijo.

V6. Kolikokrat Venera obkroži Sonce v sedmih Zemljinih letih? Zapiši odgovor.

Cilji

Naloga odprtega tipa preverja, ali učenci vedo, da Venera obkroži Sonce v sedmih mesecih in Zemlja v 12 (kar menda vedo), in ali lahko iz teh podatkov sklepajo (ali izračunajo), da naredi Venera v sedmih letih 12 obhodov.

Rezultati

Tekmovalne pole učencev so ocenjevali in točkovali njihovi mentorji po navodilih v rešitvah in točkovniku. Za pravilno rešitev (zapisano število 12) je učenec pridobil dve točki. V 6. razredu je bilo takih 15,7 % in v 7. razredu 21,9 %. Ne vemo, ali so preostali učenci sklepali narobe ali pa naloge sploh niso reševali.

V7. Slika prikazuje tirnici dveh planetov okoli njune zvezde (sonca). Zunanji planet je v nekem trenutku v označeni legi. Na tirnici notranjega planeta označi tisto lego notranjega planeta, v kateri ima, glede na označeno lego zunanjega planeta, največjo elongacijo. Izmeri največjo elongacijo notranjega planeta. Zapiši, kolikšna je.



Cilji

Ta naloga odprtega tipa je bila poleg naloge V4 objektivno najzahtevnejša. Naloga preverja, ali učenci poznajo pojem elongacija ter ali razumejo, zakaj je elongacija za planete, ki so bližje Soncu kot opazovalec, omejena. Naloga zahteva tudi merjenje kota.

Rezultati

Tekmovalne pole učencev so ocenjevali in točkovali njihovi mentorji po navodilih v rešitvah in točkovniku. Za pravilno označeno lego notranjega planeta je učenec dobil dve točki. Pomembno je, da si je pri določanju lege pomagal s skiciranjem tangente na tirnico notranjega planeta iz točke, v kateri je zunanji planet. Če ni bilo očitno, kako je določil lego notranjega planeta, a je bila ta določena dovolj natančno, je dobil eno točko. Za pravilno izmerjeno elongacijo (v mejah, določenih v rešitvah) dobi učenec še dve točki. Če elongacija ni pravilno izmerjena, je pa na skici narisana tudi zveznica med soncem in zunanjim planetom (poleg tangente), dobi učenec za ta del naloge eno točko. Točke so bile pri tej nalogi razdeljene tako:

Št. točk	0	1	2	3	4
6. R [%]	88,3	5,1	2,6	1,5	2,5
7. R [%]	84,6	4,9	3,5	1,7	5,3

Sedmošolci so odgovarjali bolje: vse točke pri tej nalogi (4) je dosegel en učenec od 19 učencev iz 7. razreda in en učenec od 40 učencev iz 6. razreda.

Sklep

Opisani astronomski poskus je bil zahteven tako za učence kot tudi za učitelje. Poskus je bil izjemno obsežen, navodila dolga, z veliko novimi pojmi s področja, ki je tuje večini učiteljev naravoslovja. Tega smo se sicer zavedali vnaprej in hkrati to razumeli kot dodano vrednost poskusa, izziv in ne berglo. Na številnih šolah potekajo eksperimentalne priprave na tekmovanje iz znanja naravoslovja Kresnička za mlajše učence (od 1. do 5. razreda), organizirano na šoli, kar si želimo in kar bi radi spodbujali. Starejši učenci (iz 6. in 7. razreda) pa so pogosto prepuščeni sami sebi, poskuse opravljajo samostojno in doma. Pri bioloških in kemijskih poskusih

še lahko za pomoč ali napotke zaprosijo svoje učitelje naravoslovja, po večini biologe in kemike, pri fizikalno (astronomsko) obarvanih poskusih pa jim ti dostikrat ne zmorejo pomagati. Avtorji Kresničke si želimo, da bi učenci lahko poskuse v čim večjem deležu opravljali v šoli, pri čemer vidimo veliko neuresničenih možnosti za medpredmetno sodelovanje učiteljev naravoslovnih predmetov. Seznanjeni smo, da na posameznih šolah Kresničkini poskusi dajejo vsebine naravoslovnim dnevom. Zakaj ne bi tako poskusili še vi?

Vsekakor pa upamo, da bo opisani astronomski poskus našel svoje mesto med dejavnostmi pri (za zdaj še obstoječih) astronomskih izbirnih predmetih.

Viri

- [1] Navodila za poskus: http://www.kresnickadmfa.si/files/2016/07/poskus_1617_r67p1_S.pdf
- [2] Tekmovalne naloge: http://www.kresnickadmfa.si/files/2017/03/naloge_1617_67.pdf
- [3] Rešitve tekmovalnih nalog: http://www.kresnickadmfa.si/files/2017/03/Kresnicka1617_Resitve_67R.pdf
- [4] Arhiv poskusov in tekmovalnih nalog je na strani <http://www.kresnickadmfa.si/arhiv/>
- [5] Rovšek, B. (2016). *Phys. Teach.* 54, str. 223.
- [6] Model notranjih planetov Osončja: <http://www.geogebra.si/astronomija/gibanje-notranjih-planetov-osoncja/>
- [7] Elongacija: <http://www.geogebra.si/astronomija/elongacija-merkurja-in-venere/>
- [8] Konjunkcija: <http://www.geogebra.si/astronomija/konjunkcija-planetov/>

Tekmovanje iz znanja naravoslovja Kresnička

Z veseljem dodajamo, da že potekajo priprave na 4. tekmovanje Kresnička.

V razpisu tekmovanja, na spletnih straneh DMFA [1] in spletnih straneh Kresničke [2] objavljenem poletí, najdete navodila za izvedbo 12 novih naravoslovnih poskusov. Pri poskusih raziskujemo, kaj je v črnem in drugih flomastrih, kaj v borovih in drugih storžih, spuščamo papirna plovila in opazujemo, kako padajo, preučujemo sipanje mivke in umerimo peščeno uro, kisamo mleko in iz njega izdelamo lepilo, merimo svoj reakcijski čas, igramo na preprosta pihala, opazujemo učinek UV svetlobe na kinin v toniku, eksperimentiramo z vlažnim zrakom ter opazujemo ozvezdja, asterizme in zvezde.

Tekmovanje bo potekalo sočasno s šolskim tekmovanjem iz znanja fizike za osnovnošolce, v torek, 6. februarja 2018. Navodila za poskuse iz preteklih let in stare tekmovalne naloge najdete na spletnih straneh Kresničke [2]. Preizkusite jih!



¹ <http://www.dmfa.si><<http://www.dmfa.si/>>

² <http://www.kresnickadmfa.si><<http://www.kresnickadmfa.si/>>

