

**Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije**

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije dovoljuje shranitev v elektronski obliki, natis in uporabo gradiva v tem dokumentu **za lastne potrebe učenca/dijaka/študenta in za potrebe priprav na tekmovanje na šoli, ki jo učenec/dijak/študent obiskuje**. Vsakršno drugačno reproduciranje ali distribuiranje gradiva v tem dokumentu, vključno s tiskanjem, kopiranjem ali shranitvijo v elektronski obliki je prepovedano.

Še posebej poudarjamo, da **dokumenta ni dovoljeno javno objavljati na drugih spletnih straneh** (razen na www.dmfa.si), dovoljeno pa je dokument hraniti na npr. spletnih učilnicah šole, če dokument ni javno dostopen.

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 11. april 2015

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

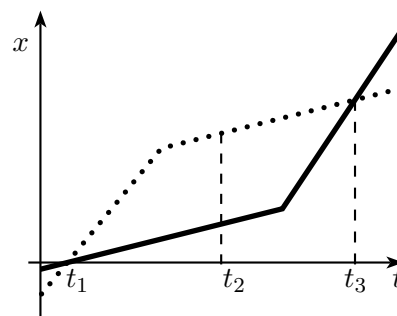
Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkjuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej polji. **Iz napisanega mora biti razvidno, kako si prišel do rezultata.** V sklopu B je število točk za pravilno rešitev navedeno pri nalogi. Negativnih točk v sklopu B ni.

Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

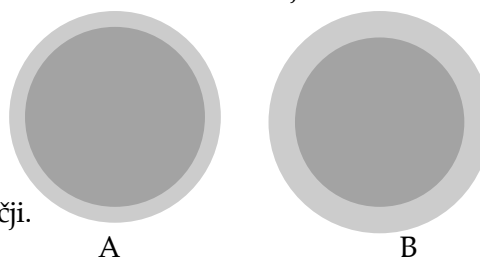
A1 V koordinatnem sistemu sta grafa, ki kažeta, kako se je lega dveh tekačev spreminjala s časom. Prvi graf je narisana s polno črto, drugi s pikčasto. Ali sta bili hitrosti tekačev v katerem od označenih trenutkov enaki?

- (A) Da, ob t_1 . (B) Da, ob t_2 .
 (C) Da, ob t_3 . (D) Ne.



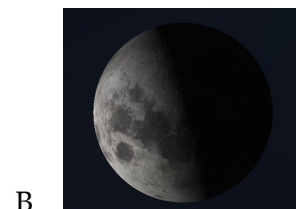
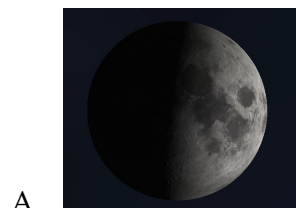
A2 Na sliki sta senci in plosenci dveh balonov na osončenih vodoravnih tleh. Katera izjava o velikosti balonov je pravilna?

- (A) Balon A je opazno večji od balona B.
 (B) Balon A je opazno manjši od balona B.
 (C) Balona A in B sta približno enako velika.
 (D) S slike ne moremo ugotoviti, kateri balon je opazno večji.

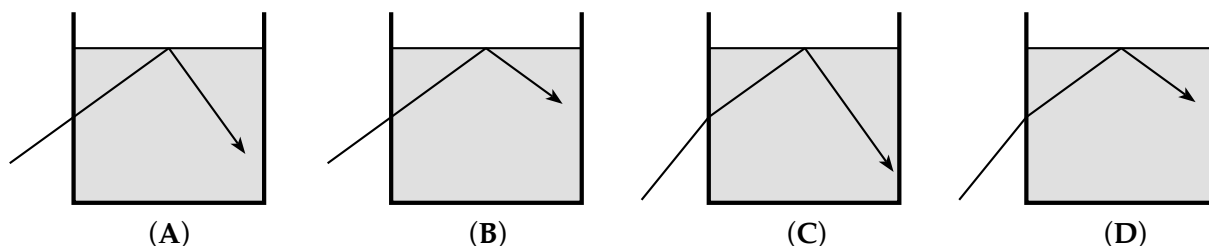


A3 Nejc iz Ljubljane in John iz Cape Towna (ki je skoraj na isti zemljepisni dolžini kot Ljubljana) v Južnoafriški republiki sta 27. marca 2015 hkrati in vsak s svojega konca Zemlje opazovala prvi lunin krajec. Ob kateri uri sta opazovala in kateri sliki sta videla?

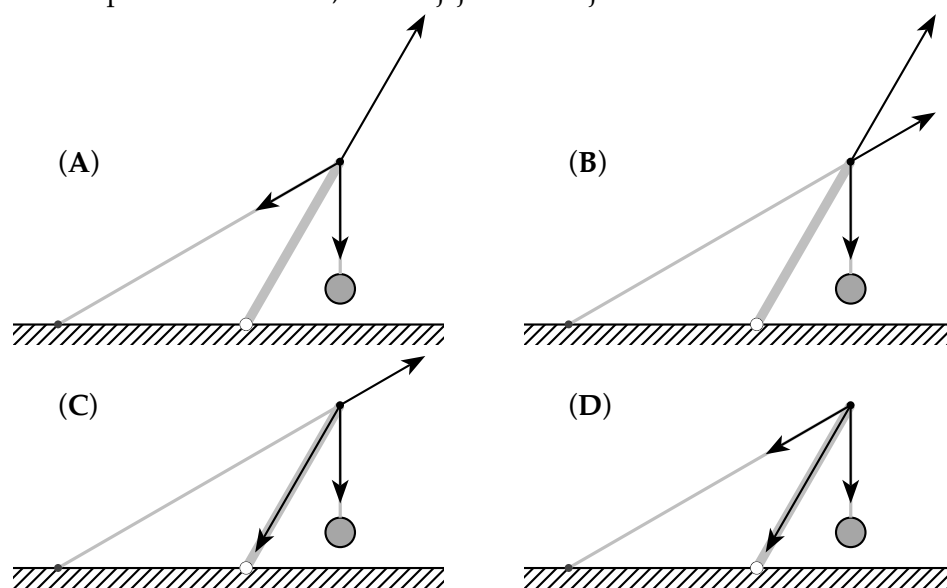
- (A) Oba ob 19^h, oba sta videla sliko A.
 (B) Oba ob 19^h, Nejc je videl sliko A, John pa sliko B.
 (C) Nejc ob 19^h, John ob 7^h, oba sta videla sliko A.
 (D) Nejc ob 19^h, John ob 7^h, Nejc je videl sliko A, John pa sliko B.



A4 V steklenem akvariju s tankimi stenami je voda. Skozi steno akvarija pošljemo curek laserske svetlobe tako, da se na vodni gladini popolnoma odbije. Katera slika kaže pravilno pot curka?



A5 Na enem krajišču je drog (narisana z debelejšo sivo črto) vrtljivo vpet v tla, na drugem krajišču pa z rinke na drogu visi vrv z utežjo. Za ravnovesje poskrbi dodatna vrstica, narisana s tanjšo sivo črto. Katera slika pravilno kaže sile, ki delujejo na mirujočo rinko?

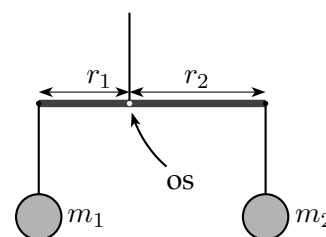


V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

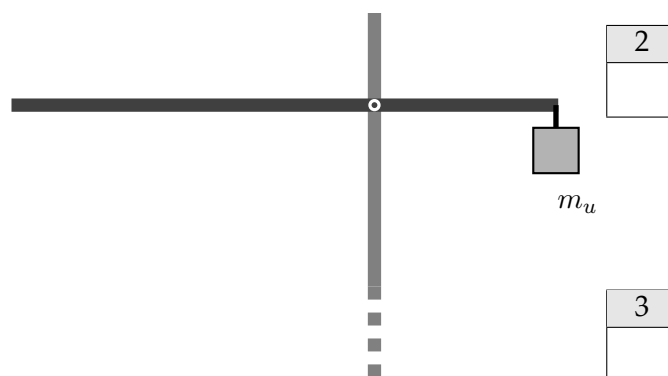
B1 Spomni se, da je lahka prečka v vodoravni ravnovesni legi, ko velja $m_1 \cdot r_1 = m_2 \cdot r_2$, kjer sta r_1 in r_2 razdalji med pritrdiščema vrvic, na katerih visita kroglici z masama m_1 in m_2 , in osjo, kot kaže slika.

Žiga sestavi model žerjava. Popolnoma togo prečko na tretjini njene dolžine vrtljivo vpne v stojalo, kot kaže spodnja slika. Prečka ima maso $m = 200$ g, dolžino 60 cm in povsod enak prečni presek.

Predstavlja si, da je vsa masa prečke zbrana v njenem središču (težišču). Prečko, ki miruje, drži v vodoravni ravnovesni legi utež z maso m_u , ki je obešena na krajišče krajšega dela prečke.



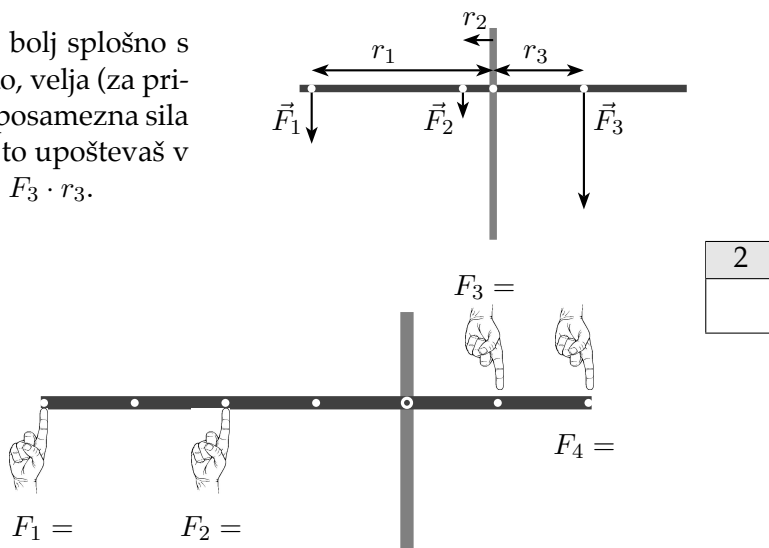
(a) Kolikšna je masa uteži m_u ?



(b) Na sliko modela žerjava nariši vse sile na prečko v merilu, v katerem 1 cm pomeni silo 1 N. Sile poimenuj in označi.

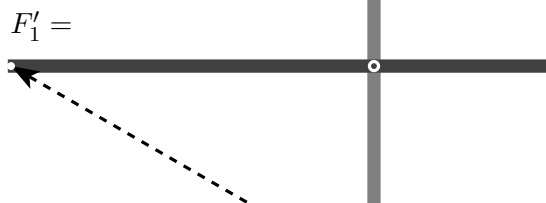
Enačbo za vodoravno ravnovesje zapišemo bolj splošno s **silami**. Če delujejo sile **pravokotno** na prečko, velja (za primer na sliki) $F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 = F_3 \cdot r_3$. Če ima posamezna sila - npr. F_2 - ravno **obratno smer** od narisane, to upoštevaš v predznaku sile: tedaj velja $F_1 \cdot r_1 - F_2 \cdot r_2 = F_3 \cdot r_3$.

- (c) Žiga utež sname in samo prečko zadržuje v vodoravni legi tako, da tišči krajši del prečke v smeri pravokotno **navzdol** ali daljši del prečke pravokotno **navzgor**. Žiga podpre ali tišči prečko na **enem** od štirih različnih mest, ki so označena na sliki. Zraven vsake slike roke zapiši velikost sile, s katero Žiga na tistem mestu podpira ali tišči prečko.



2

- (d) Sila, ki prečko zadržuje v vodoravni ravnovesni legi, **ni nujno pravokotna** na prečko. V tem primeru so s silami, ki si jih zapisal pri vprašanju (c), določene velikosti njihovih komponent, **pravokotnih** na prečko. Zapiši velikost sile F'_1 , ki deluje na prečko v smeri, narisani na sliki. Pomagaj si z načrtovanjem.



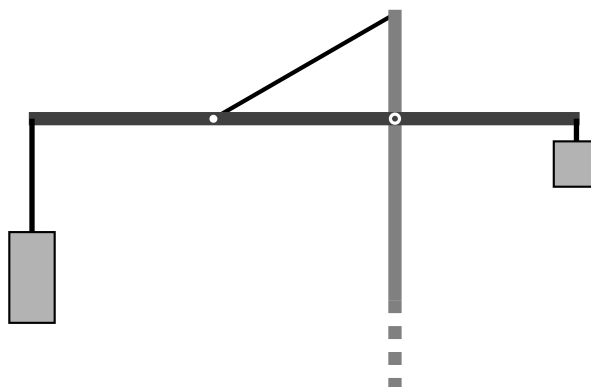
1

- (e) Žiga pritrdi prečko na stojalo z vrvico, kot kaže slika. Kolikšna je sila F_v , ki napenja vrvico?



1

- (f) Prečka visi na vrvici, s krajišča njenega krajšega dela visi utež z maso 0,3 kg. S krajišča daljšega dela prečke na levi strani visi breme s težo 10 N. Kolikšna je sila F_{v2} , ki napenja vrvico?



3

$\Sigma B1$

B2 V medijih so 24. septembra 2011 objavili novico, da so v švicarskem raziskovalnem centru CERN v Ženevi izmerili, da se nevtrini zelo verjetno gibljejo s hitrostjo, večjo od svetlobne hitrosti v vakuumu. Zapisali so, da so za pot na razdalji 730,000 km med CERN-om in podzemnim detektorjem v Gran Sassu v Italiji nevtrini potrebovali 60 nanosekund manj, kot za isto prepotovano razdaljo potrebuje svetloba. Hitrost svetlobe v vakuumu je $299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Pozneje so odkrili napako v eksperimentu in so novico preklicali.

(a) V kolikšnem času prepotuje svetloba razdaljo med CERN-om in Gran Sassom? Odgovor zapiši na 6 mest natančno v enotah ms.

2

(b) Koliko časa med CERN-om in Gran Sassom, po podatkih iz novice, potujejo nevtrini?

1

(c) Kolikšna bi bila hitrost nevtrinov v enotah $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, če bi bila novica resnična, in za koliko odstotkov bi bila večja od hitrosti svetlobe?

3

(d) Predpostavi, da v CERN-u kreneta svetloba in nevtrino na pot sočasno. Za kolikšno razdaljo prehitijo nevtrini svetlobo, glede na podatke v novici?

1

(e) Razdaljo med CERN-om in Gran Sassom so izmerili tako natančno, da so se pri tem zmotili za kvečjemu ± 20 cm. Čas so merili z atomskimi urami tako natančno, da so se pri meritvi zmotili za največ ± 10 nanosekund. Če upoštevaš, da so nevtrini opravili pot, ki se za 20 cm razlikuje od 730 km in da so se pri merjenju časa zmotili za 10 nanosekund, ugotoviš, da bi bila hitrost nevtrinov vseeno večja od hitrosti svetlobe. Najmanj za koliko $\frac{\text{m}}{\text{s}}$?

3

Σ B2

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 11. april 2015

C – eksperimentalna naloga: OMOČENJE

S poskusom razišči, kako hitro voda leze po papirnati brisači.

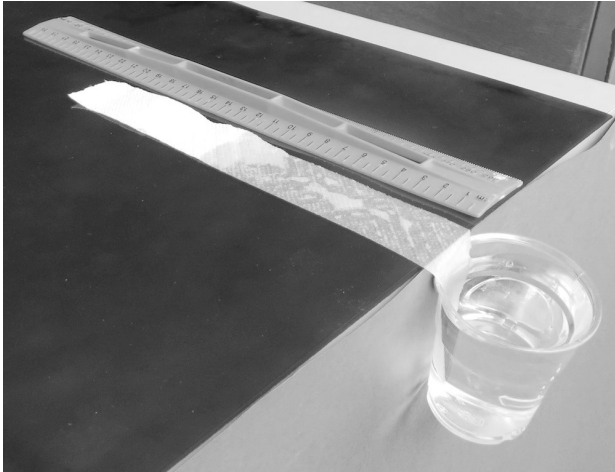
Pripomočki
– 2,5 cm široki trakovi, izrezani iz papirnate brisače
– štoparica
– ravnilo
– lonček z vodo
– stojalo
– lepilni trak ali kit
– brisače za brisanje mokre mize

Pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. Papirnatih trakov imaš več, da lahko merjenje ponoviš, če je treba. Če ti trakov zmanjka, prosi nadzornika v učilnici za dodaten trak.

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Pri poskusu meriš, kako voda omoči trak, izrezan iz papirnate brisače. Eno krajišče traku potopiš v kozarec z vodo in potem meriš razdaljo, do katere prileze voda v določenem času. Z meritvijo začni takoj, ko krajišče traku potopiš v vodo.

- (a) V kozarec, ki je pritrjen ob rob mize, nalij vodo. Na mizo položi papirnat trak tako, da boš lahko ob začetku meritve v kozarec namestil eno krajišče papirnatega traku. Merilo postavi vzporedno s trakom. Zaznamek 0 cm na merilu naj bo ob robu mize, ob delu traku, ki je pri kozarcu.



Meri, kako se dolžina omočenega dela traku spreminja s časom. Trenutek $t = 0$ naj bo tedaj, ko voda po traku prileze do zaznamka 0 cm. Priporočamo, da izmerke najprej zapišeš na pomožni list in jih šele nato vpišeš v razpredelnico v stolpec t_{\leftrightarrow} .

pot	(a) \leftrightarrow	(b) \updownarrow
s [cm]	t_{\leftrightarrow} [s]	t_{\updownarrow} [s]
0	0:00	0:00
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

3

- (b) Meritve opravi še s trakom, ki ga obesiš na stojalo, njegovo spodnje krajišče pa potopiš v kozarec z vodo. Ob papirnat trak z lepilom (ali kitom) na stojalo pritrži tudi merilo. Izmerke vpišeš v isto razpredelnico, v stolpec t_{\updownarrow} .



3

(c) Izračunaj povprečno hitrost vode v obeh primerih na celotni poti.

2

$$\bar{v}_{\leftrightarrow} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\bar{v}_{\updownarrow} = \underline{\hspace{2cm}}$$

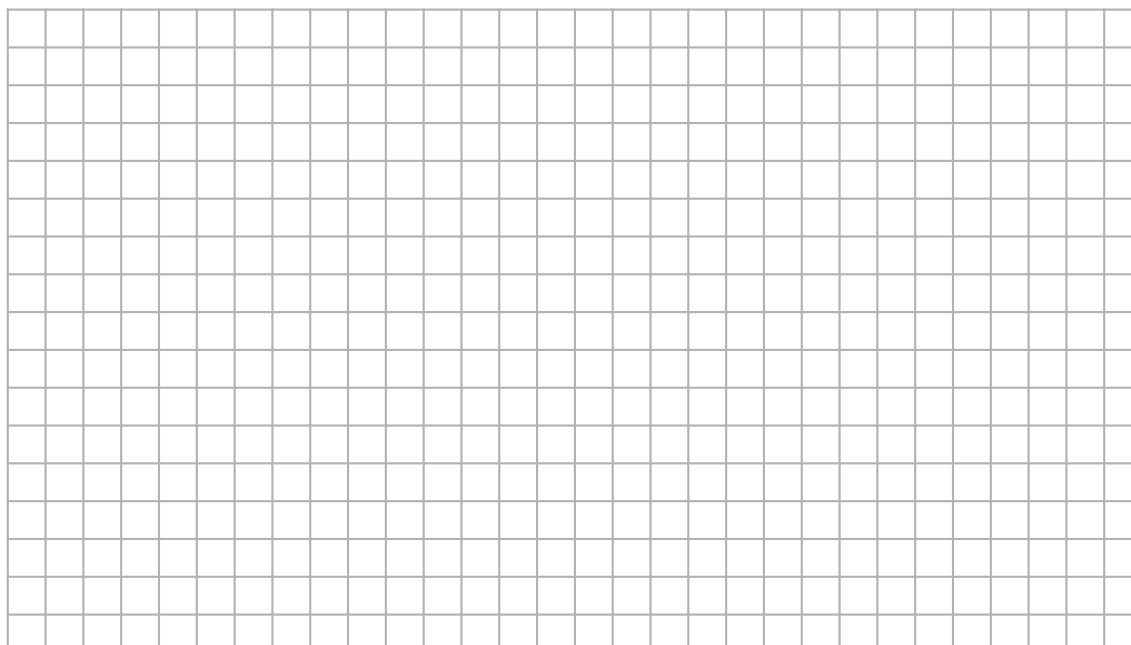
(d) Izračunaj hitrost, s katero se po traku giblje voda na 1. cm poti oziroma na 10. cm poti v posameznem primeru.

4

	v_{\leftrightarrow}	v_{\updownarrow}
1. cm		
10. cm		

(e) V isti koordinatni sistem nariši grafa, ki kažeta, kako se pot, ki jo voda opravi, ko leze po traku, spreminja s časom v obeh primerih. S sklenjeno črto nariši graf za trak, ki leži vodoravno na mizi, in s črtkano črto za trak, ki je obešen na stojalo.

5



OBRNI LIST!

(f) Navedi vsaj dve okoliščini, ki vplivata na to, da pojav v obeh primerih **ne** poteka povsem **enako**.

2

(i)

(ii)

(g) Navedi vsaj tri okoliščine, ki bi lahko vplivale na potek pojava, a v našem primeru na oba vplivajo **enako**.

3

(i)

(ii)

(iii)

(h) Predpostavi, da vode v kozarčku ne zmanjka (ker jo dolivaš). Se lezenje vode po traku, ki je lahko poljubno dolg (in enkrat visi, drugič pa leži), lahko kdaj ustavi? Pojasni svoj odgovor za vsakega od obeh primerov.

4

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 11. april 2015

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

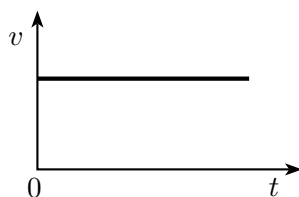
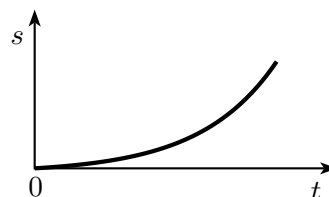
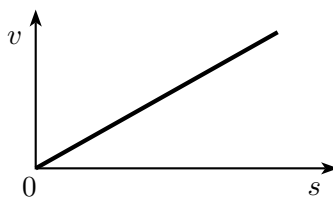
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno ter list s fizikalnimi obrazci in konstantami.

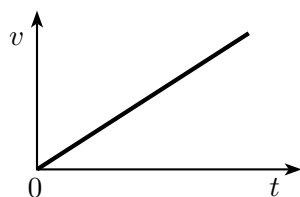
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej polji. **Iz napisanega mora biti razvidno, kako si prišel do rezultata.** V sklopu B je število točk za pravilno rešitev navedeno pri nalogi. Negativnih točk v sklopu B ni.

Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

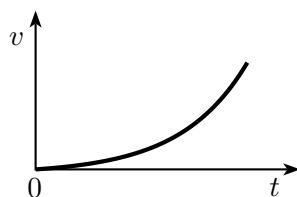
A1 Hitrost hitrostnih drsalcev se takoj po startu spreminja premo enakomerno s predrsano **potjo**, kot kaže prvi graf. Pri tem predrsana pot s **časom** narašča, kot kaže drugi graf. Kateri od grafov na spodnji sliki kaže, kako se s **časom** spreminja hitrost drsalca?



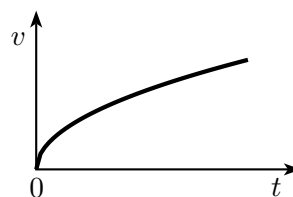
(A)



(B)



(C)



(D)

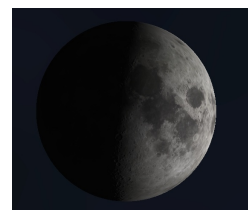
A2 Nejc iz Ljubljane in John iz Cape Towna (ki je skoraj na isti zemljepisni dolžini kot Ljubljana) v Južnoafriški republiki sta 27. marca 2015 hkrati in vsak s svojega konca Zemlje opazovala prvi lunin krajec. Ob kateri uri sta opazovala in kateri sliki sta videla?

(A) Oba ob 19^h, oba sta videla sliko A.

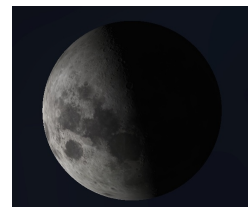
(B) Oba ob 19^h, Nejc je videl sliko A, John pa sliko B.

(C) Nejc ob 19^h, John ob 7^h, oba sta videla sliko A.

(D) Nejc ob 19^h, John ob 7^h, Nejc je videl sliko A, John pa sliko B.



A



B

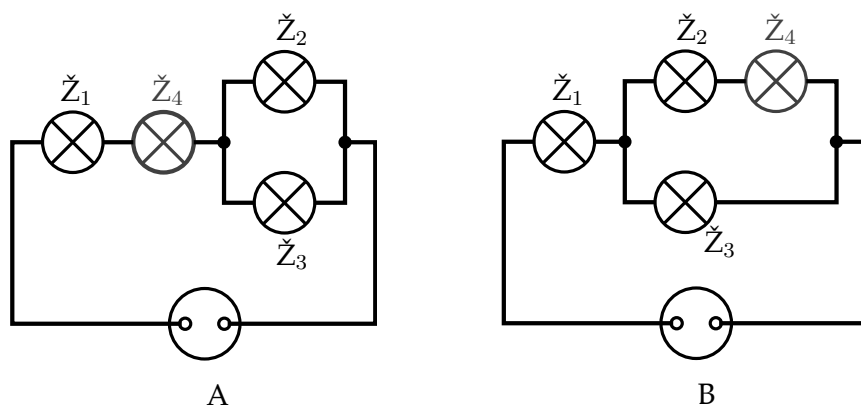
A3 Janez je v toplotno izolirano posodo vлил najprej 1 dl vode s temperaturo 5°C in 3 dl vode s temperaturo 9°C . Potem je v posodo dolil še 4 dl vode s temperaturo 16°C . Kolikšna je temperatura vode v posodi na koncu?

- (A) 10°C . (B) $11,5^\circ\text{C}$. (C) 12°C . (D) $14,4^\circ\text{C}$.

A5 Gostota energijskega toka j je sestavljena fizikalna količina z enoto $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$. Katera je možna definicija j ?

- (A) $j = \frac{A}{S}$ (B) $j = \frac{A}{\Delta t}$ (C) $j = \frac{\Delta W}{\Delta t \cdot S}$. (D) $j = \frac{F \cdot v}{\Delta t}$

A5 Na vir napetosti so vezane tri žarnice: \check{Z}_1 , \check{Z}_2 in \check{Z}_3 . V vezje vežemo še četrto žarnico \check{Z}_4 . Najprej jo vežemo, kot kaže slika A, in nato kot kaže slika B. Katera izjava je pravilna?

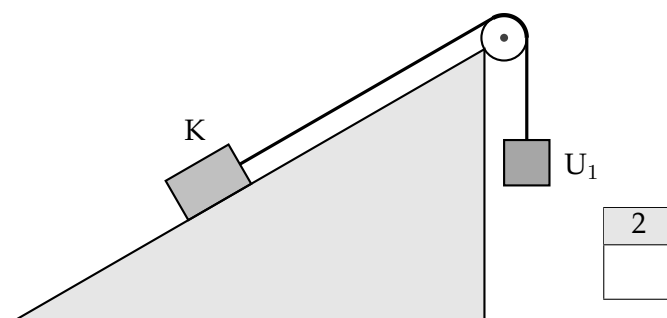


- (A) V obeh primerih se po vezavi žarnice \check{Z}_4 skupni tok skozi vir poveča.
 (B) V obeh primerih se po vezavi žarnice \check{Z}_4 skupni tok skozi vir zmanjša.
 (C) Po vezavi žarnice \check{Z}_4 se v primeru A skupni tok skozi vir poveča, v primeru B pa zmanjša.
 (D) Po vezavi žarnice \check{Z}_4 se v primeru A skupni tok skozi vir zmanjša, v primeru B pa poveča.

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Na vrhu klanca je lahek škripec, prek katerega je speljana lahka vrstica, ki povezuje klado K in utež U_1 , kot kaže slika. Klada ima maso $m = 3 \text{ kg}$ in lahko drsi po klanecu brez trenja.

(a) Klada miruje. Nariši vse sile, ki delujejo na klado, v merilu, v katerem 1 cm pomeni silo 10 N. Sile poimenuj in zapiši njihove velikosti.



2

(b) Kolikšna je masa uteži m_1 ?

1

(c) S kolikšnim pospeškom se giblje klada, ko utež U_1 zamenjamo z utežjo U_2 z maso $m_2 = 2 \text{ kg}$?

2

(d) S kolikšno silo deluje vrvica med gibanjem na klado in s kolikšno na utež U_2 ?

2

(e) Gladko podlago, po kateri klada drsi brez trenja, zamenjamo s hrapavo podlago, naklona klanca pa ne spremenimo. Klada, ki je preko škripca povezana z utežjo U_2 , na tej podlagi ravno še miruje, ker jo zadržuje največja možna sila lepenja. Kolikšna je ta največja sila lepenja, ki na klancu lahko deluje na klado?

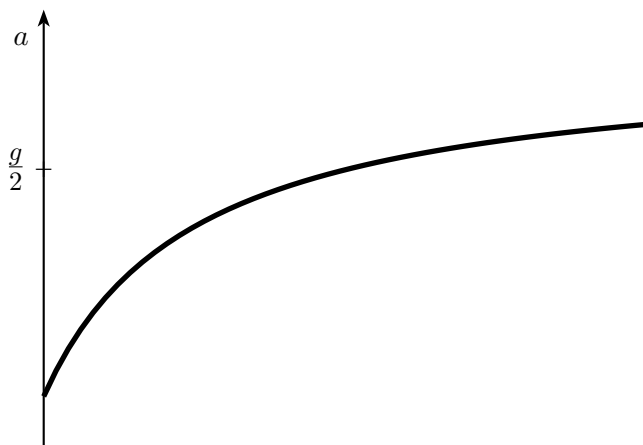
2

(f) Klada na hrapavi podlagi miruje, ko utež U_2 zamenjamo z lažjo utežjo U_1 in s še lažjo utežjo U_3 : kolikšna je najmanjša masa uteži U_3 , da klada na hrapavi podlagi **miruje**?

2

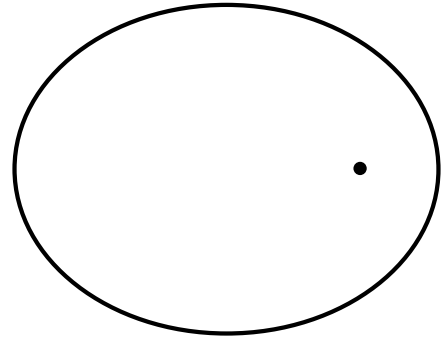
(g) Spodnji graf kaže, kako je pospešek klade na klancu, po katerem klada drsi **brez trenja**, odvisen od mase uteži. Opremi graf z osjo, ki ni prikazana. Os označi in napiši skalo. Določi ničlo za obe osi. Upoštevaj, da je pospešek pozitiven, če je rezultanta sil na klado usmerjena po klancu navzgor, in negativen, če je usmerjena po klancu navzdol.

3



Σ B1

B2 Komet Čurjumov - Gerasimenko opravi obhod okoli Sonca v 6,5 letih, pri čemer je njegova eliptična tirnica dolga 19,6 astronomskih enot (*a.e.*). Tirnica je v merilu narisana na sliki. Ko je komet najbližje Soncu (ki je na sliki označeno s piko), je od njega oddaljen 1,24 *a.e.*



(a) S kolikšno povprečno hitrostjo se giblje komet? Izrazi jo v enotah $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

2

(b) Kolikšna je največja oddaljenost kometa od Sonca? Izrazi jo v astronomskih enotah.

2

(c) Ker je tirnica kometa eliptična, njegova hitrost ni stalna. Ko je na kometu pristajal modul *Philae*, se je komet gibal s hitrostjo $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ glede na Sonce. Predpostavi, da se je v času pristajanja *Philae* komet gibal premo enakomerno. *Philae* se je od sonde *Rosette* odcepil 7 ur pred svojim pristankom na kometu v višini 22,5 km nad kometom. Kolikšna je bila povprečna hitrost modula glede na komet med spuščanjem na komet?

2

(d) Kolikšna je bila hitrost *Philae* med približevanjem kometu za opazovalca, ki je miroval glede na Sonce? Obkroži pravilen odgovor. Približno

1

(A) $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

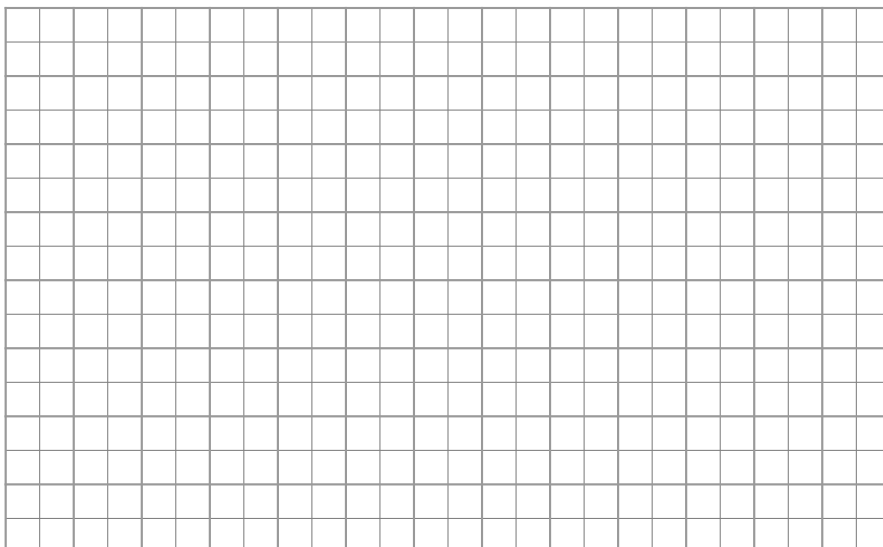
(B) $1\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

(C) $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

(D) $2 \cdot 55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

(e) Hitrost kometa se na njegovi poti okoli Sonca spreminja. Ko je komet Soncu najbližje, je hitrost največja, ko je najdlje, je najmanjša (približno 4,5-krat manjša). Nariši graf, ki **približno** kaže, kako **pot** kometa Čurjumov - Gerasimenko narašča s časom, od trenutka, ko je Soncu najbližje, do trenutka, ko naredi en cel obhod. Graf ustrezno označi.

3



(f) Na grafu in na začetni sliki elipse približno označi eno točko, kjer je bil komet, ko je imel hitrost $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

2

Σ B2

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 11. april 2015

C – eksperimentalna naloga: GALVANSKI ČLEN

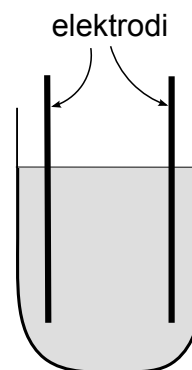
Izmeri napetosti galvanskih členov, razišči, kako je napetost člena odvisna od parametrov člena, poišči pravila za seštevanje napetosti členov in ugotovi, katere barve svetlobo oddaja tvoja LED dioda.

Pripomočki

- | | |
|---|-----------------------|
| – različne elektrode, po 3 (Cu, Zn, Fe) | – žice |
| – 3 plastične posodice | – krokodilčki |
| – vrč z vodno raztopino kuhinjske soli | – sveteča dioda (LED) |
| – voltmeter | |

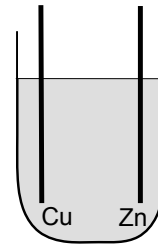
Pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev.
Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Galvanski člen, ki ga izdeláš pri tem poskusu, je par elektrod, potopljenih v vodno raztopino kuhinjske soli. Ko meriš, naj bosta elektrodi **vzporadni** in naj se **ne dotikata**. Elektrodi s krokodilčkoma pripni ob steno posodice, elektrodi naj bosta v posodici.



3

- (a) V posodico nalij slanico in vanjo postavi bakreno elektrodo, ki jo s krokodilčkom pripneš ob steno posodice. V isto posodico nasproti bakrene elektrode pripni z drugim krokodilčkom še elektrodo iz cinka. Izmeri napetost tako izdelanega galvanjskega člana. Na sliko posodice z elektrodama shematično doriši ostale elemente vezja, ki si ga uporabil za merjenje napetosti. Na sliki označi, na katera vhoda voltmetra si vezal elektrodi.



Napetost člana (Cu - Zn) je _____

- (b) Izmeri še napetosti galvanjskih členov iz ostalih dveh parov elektrod in ju vpiši v razpredelnico.

par elektrod	U [V]
Cu - Fe	
Zn - Fe	

2

- (c) Izpolni razpredelnico s podatki o napetosti členov iz že opravljenih in novih meritev. Označi tudi **predznake** napetosti: če je pri merjenju napetosti elektroda, zapisana v sivem **stolpcu**, vezana na +, je izmerjena napetost člana **pozitivna**, če je pri merjenju napetosti na + vezana elektroda iz sive **vrstice**, je izmerjena napetost člana **negativna**.

U [V]	Cu	Fe	Zn
Cu (baker)			
Fe (železo)			
Zn (cink)			

3

- (d) Več galvanjskih členov, ki so vezani **zaporedno**, sestavlja **baterijo**. Izmeri **skupno** napetost dveh galvanjskih členov za člene, zapisane v razpredelnici. Vsak galvanjski člen sestavi v svoji posodici in člana potem poveži zaporedno. Za kombinacijo členov v drugi vrstici razpredelnice (Cu - Zn) in (Cu - Zn) nariši shemo celotnega vezja, zraven elektrod napiši simbol elementa, iz katerega je elektroda. Sistematično upoštevaj vrstni red elektrod.

4

pari členov	U [V]
(Cu - Zn) in (Zn - Cu)	
(Cu - Zn) in (Cu - Zn)	
(Cu - Zn) in (Fe - Zn)	
(Cu - Fe) in (Fe - Zn)	
(Fe - Zn) in (Fe - Cu)	
(Cu - Fe) in (Zn - Cu)	
(Zn - Cu) in (Fe - Cu)	

- (e) Zamisli si, da imaš še četrto elektrodo el4 iz neznane snovi. Napetost člena (el4 - Zn) je 0,2 V. V razpredelnico napiši, kolikšne so pričakovane napetosti členov v razpredelnici.

6

členi in zaporedja členov	U [V]
(el4 - Fe) in (Fe - el4)	
(Cu - el4)	
(el4 - Fe)	
(Zn - el4) in (el4 - Cu)	
(el4 - Fe) in (Fe - Zn) in (Zn - el4)	
(el4 - Cu) in (el4 - Zn) in (el4 - Cu)	

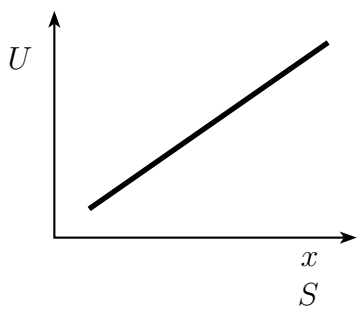
- (f) Uporabi par elektrod, ki da največjo napetost. S poskusom ugotovi, kateri graf najpravilneje kaže, kako je napetost galvanskega člena odvisna od

3

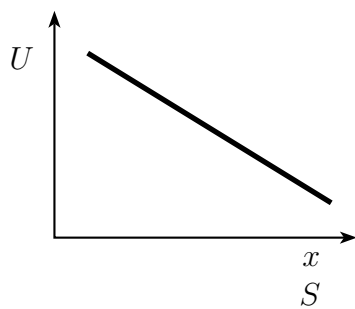
(i) razdalje x med (vzporednima) elektrodama, A B C

(ii) površine S dela elektrode, ki je potopljen pod gladino. A B C

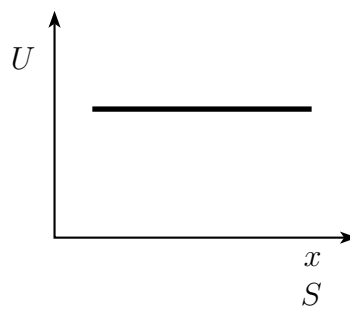
Pri zgornjih dveh vprašanjih obkroži črko, ki pripada ustreznemu grafu.



(A)



(B)



(C)

OBRNI LIST!

- (g) Med pripomočki imaš tudi svetečo (LED) diodo. Zapiši njeno številko. Sveteče diode se razlikujejo od navadnih žarnic. Sestavi baterijo treh členov in nanjo priključi diodo tako, da posveti. Kakšne barve je svetloba, ki jo tvoja dioda oddaja? Nariši celotno vezje z baterijo členov in diodo, označi elektrode in zapiši, na katero elektrodo si vezal **rdeči priključek** diode.

5

številka diode: _____

barva svetlobe: _____

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2014/15

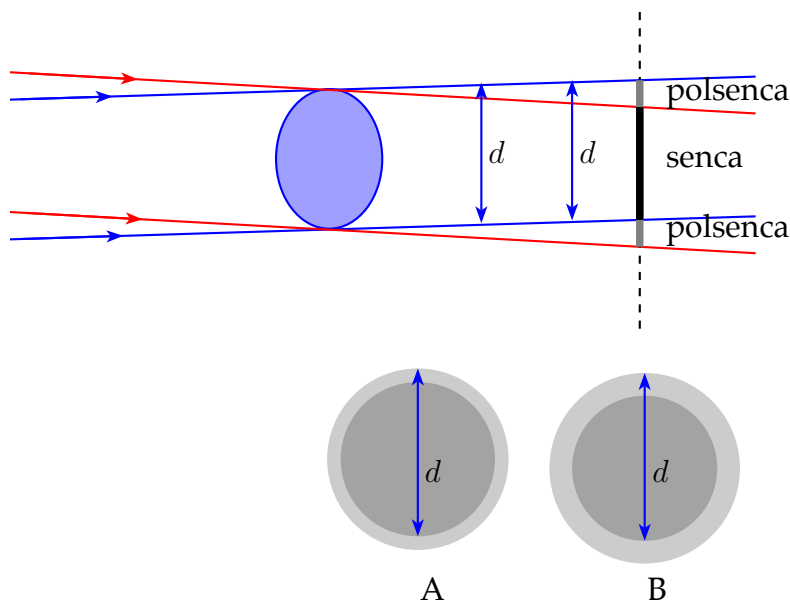
8. razred

Sklop A:

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
B	C	B	D	A

- A1** Na grafu lege v odvisnosti od časa ponazarja strmina grafa hitrost; strmini obeh grafov in hitrosti tekačev sta enaki ob t_2 .
- A2** Balona sta približno enako velika in balon B je dlje od tal kot balon A. Slika kaže balon širine d . Z večanjem razdalje med balonom in tlemi se pas polsenca širi, območje polne senca pa oži.



- A3** Prvi krajec je nad obzorjem približno od poldneva do polnoči ne glede na to, odkod z zemeljske oble ga opazujemo. Ker Cape Town leži pod južnim povratnikom, je John pri opazovanju Lune obrnjen proti severu in vidi zrcalno podobo Lune (glede na Nejca, ki opazuje Luno proti jugu).
- A4** Žarek se pri prehodu skozi tanko steno akvarija iz zraka v vodo lomi proti vpadni pravokotnici. Na gladini se popolnoma odbije po odbojnem zakonu: vpadni kot je enak odbojnemu.
- A5** Rinka na krajišču droga miruje: vsota sil, ki nanjo delujejo, je nič. Sile se seštejejo v nič le na sliki (A). Poleg tega sile v vrveh lahko delujejo le vzdolž vrvi in jih le napenjajo.

Sklop B:

B1 Sile so zapisane z vektorskim znakom, ko je to potrebno. Ko zapišemo oznako za silo brez vektorskega znaka, to pomeni pozitivno velikost sile, smer upoštevamo v predznaku.

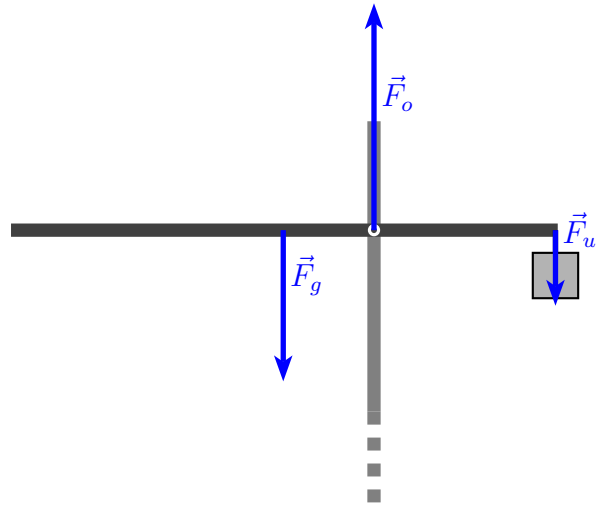
- (a) Predstavljamo si, da je vsa masa prečke $m = 200$ g zbrana v težišču prečke, na razdalji $r^* = 10$ cm od osi v smeri proti levemu krajišču prečke. Utež z maso m_u je na desnem krajišču prečke v oddaljenosti $r_u = 20$ cm od osi. V ravnovesju velja $m \cdot r^* = m_u \cdot r_u$, odkoder dobimo $m_u = 100$ g.

Za pravilno določeno maso uteži (2 točki)

Za pravilno zapisano desno stran enačbe za ravnovesje ($m_u \cdot r_u, r_u = 20$ cm) (1 točka)

Za pravilno določeno razdaljo težišča prečke od osi r^* (1 točka)

- (b) Na vodoravno prečko delujejo tri sile. Izven osi delujeta nanjo dve sili: na desnem krajišču, v oddaljenosti r_u od osi, prijemlje sila uteži, po velikosti enaka teži uteži ($F_u = 1$ N), v središču prečke, na razdalji $r^* = 10$ cm od osi proti levemu krajišču, pa prijemlje teža prečke $F_g = 2$ N. V osi, kjer je prečka vpeta na stojalo, deluje na prečko sila stojala, ki uravnoveša prvi dve sili in meri $F_o = 3$ N.



Za pravilno narisane vse tri sile (velikosti, smeri, prijemališča) (3 točke)

Za pravilno zapisane velikosti vseh sil (1 točka)

Za pravilno narisano posamezno silo (1 točka)

- (c) Na prečko delujeta izven osi v vsakem primeru dve sili: teža prečke $F_g = 2$ N, ki prijemlje na oddaljenosti $r^* = 10$ cm od osi proti levi, in ena od sil F_1, \dots, F_4 , ki prijemljejo pri $r_1 = 40$ cm, $r_2 = 20$ cm, $r_3 = 10$ cm in $r_4 = 20$ cm. V skladu s pojasnilom o smereh sil lahko zapišemo enačbe

$$\begin{aligned} -F_1 \cdot r_1 + F_g \cdot r^* &= 0, \\ -F_2 \cdot r_2 + F_g \cdot r^* &= 0, \\ F_g \cdot r^* &= F_3 \cdot r_3, \\ F_g \cdot r^* &= F_4 \cdot r_4. \end{aligned}$$

Od tod dobimo $F_1 = 0,5$ N, $F_2 = 1$ N, $F_3 = 2$ N in $F_4 = 1$ N.

Za pravilno določene velikosti vseh štirih sil (2 točki)

Za pravilno določeni velikosti sil F_1 in F_2 (1 točka)

Za pravilno določeni velikosti sil F_3 in F_4 (1 točka)

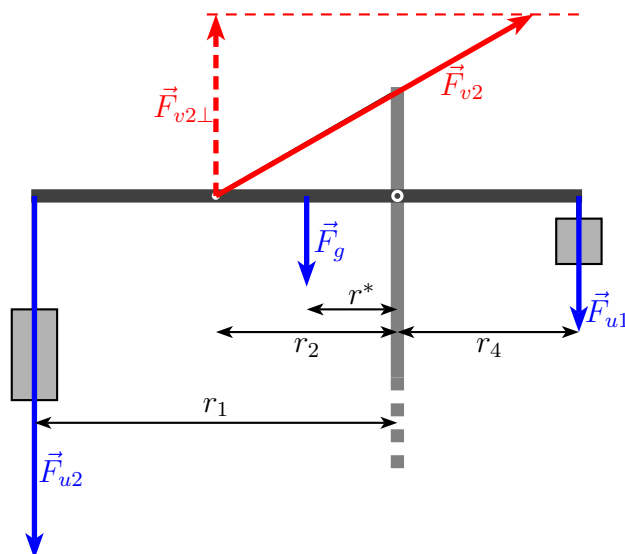
- (d) Sila \vec{F}'_1 prijemlje pri $r_1 = 40$ cm. Na prečko pravokotna komponenta sile \vec{F}'_1 je po velikosti enaka sili F_1 v primeru (c), $F_1 = 0,5$ N. Ko narišemo pravokotno komponento sile \vec{F}'_1 (v poljubnem merilu) in izmerimo dolžino daljice, ki predstavlja silo \vec{F}'_1 , ugotovimo, da je \vec{F}'_1 po velikosti dvakrat tolikšna kot njena pravokotna komponenta, $F'_1 = 1$ N $\pm 0,1$ N.

Za pravilno določeno velikost sile F'_1 (1 točka)

- (e) V tem primeru drži prečko v vodoravni legi vrstica. Ker je kot vrvice glede na prečko enak kotu, pod katerim je na prečko delovala sila \vec{F}'_1 pri (d), meri sila vrvice \vec{F}_v dvakrat toliko kot njena pravokotna komponenta. Velikost pravokotne komponente sile \vec{F}_v je enaka velikosti sile $F_2 = 1 \text{ N}$, ker prijemlje pri isti oddaljenosti od osi $r_2 = 20 \text{ cm}$. Velikost sile vrvice je $F_v = 2 \text{ N}$.

Za pravilno določeno velikost sile vrvice F_v (1 točka)

- (f) Slika kaže sile, ki delujejo na prečko. **Sile niso narisane v merilu**, njihove smeri in prijemališča pa so točni.



Vrvica je na prečko pritrjena v enaki oddaljenosti kot prej, pri $r_2 = 20 \text{ cm}$. Utež na desni je od osi oddaljena za $r_4 = 20 \text{ cm}$, utež na levi za $r_1 = 40 \text{ cm}$, teža prečke pa prijemlje pri $r^* = 10 \text{ cm}$ od osi. Enačba za ravnovesje prečke je

$$F_{u2} \cdot r_1 - F_{v2\perp} \cdot r_2 + F_g \cdot r^* = F_{u1} \cdot r_4,$$

kjer so sile $F_{u2} = 10 \text{ N}$, $F_{u1} = 3 \text{ N}$, $F_g = 2 \text{ N}$. Ko v enačbo vstavimo znane oddaljenosti in sile, dobimo

$$40 \text{ N} - 2 \cdot F_{v2\perp} + 2 \text{ N} = 6 \text{ N} \quad \text{in odtod} \quad F_{v2\perp} = 18 \text{ N}.$$

Sila vrvice je po velikosti dvakrat tolikšna kot njena pravokotna komponenta,

$$F_{v2} = 36 \text{ N}.$$

Za pravilno določeno velikost sile vrvice F_{v2} (3 točke)

Za pravilno zapisane člene (pravilni predznaki in razdalje od osi) z znanimi silami F_{u2} , F_g in F_{u1} (1 točka)

Za pravilno zapisan člen s pravokotno komponento sile vrvice $F_{v2\perp}$ (pravilen predznak in razdalja od osi) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **12 točk**.

- B2** (a) Čas, v katerem svetloba prepotuje pot $s = 730,000 \text{ km} = 730\,000 \text{ m}$ s hitrostjo c , je

$$t_s = \frac{s}{c} = \frac{730\,000 \text{ m} \cdot \text{s}}{299\,792\,458 \text{ m}} = 0,002\,435\,018 \text{ s} = 2,435\,018 \text{ ms}.$$

Za pravilno izračunan čas potovanja svetlobe, zapisan v enotah ms (2 točki)

Za pravilno izračunan čas potovanja svetlobe, zapisan v drugih enotah (1 točka)

- (b) Nevtrini isto pot prepotujejo v času $t_n = t_s - 60 \text{ ns} = 0,002\,434\,958 \text{ s} = 2,434\,958 \text{ ms}$.

Za pravilno izračunan čas potovanja nevtrinov (1 točka)

- (c) Hitrost nevtrinov bi bila

$$c_n = \frac{s}{t_n} = \frac{730\,000 \text{ m}}{0,002\,434\,958 \text{ s}} = 299\,799\,845 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

za faktor

$$\frac{c_n}{c} = \frac{299\,799\,845 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,000\,024\,641$$

večja od svetlobne hitrosti c . To pomeni, da bi bila hitrost nevtrinov za 0,002 464 % večja od hitrosti svetlobe.

Za pravilno izračunano hitrost nevtrinov (1 točka)

Za pravilno izračunano razmerje obeh hitrosti (1 točka)

Za pravilno izračunan odstotek (1 točka)

- (d) Glede na podatke v novici nevtrini prehitijo svetlobo za razdaljo, ki jo svetloba opravi v $\Delta t = 60 \text{ ns}$,

$$\Delta s = c \cdot \Delta t = 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 17,9875 \text{ m} \approx 18 \text{ m}.$$

Za pravilno izračunano razdaljo (1 točka)

- (e) Manjšo hitrost nevtrinov izračunamo, če je pot nevtrinov **krajša** in čas potovanja **daljši**. Da dobimo najmanjšo hitrost nevtrinov $c_{n,min}$ iz podatkov o meritvah, pri katerih upoštevamo natančnost meritve, vzamemo krajšo pot $s_1 = s - 20 \text{ cm} = 729\,999,8 \text{ m}$ in daljši čas potovanja $t_1 = t_n + 10 \text{ ns} = 0,002\,434\,968 \text{ s}$. V tem primeru je hitrost nevtrinov

$$c_{n,min} = \frac{s_1}{t_1} = \frac{729\,999,8 \text{ m}}{0,002\,434\,968 \text{ s}} = 299\,798\,532 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\pm 20 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

in je še vedno za

$$c_{n,min} - c = 299\,798\,532 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\pm 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}) - 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6\,074 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\pm 20 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

večja od hitrosti svetlobe c . V oklepaju je napisana napaka zaradi zaokroževanja pri računanju.

Za pravilno izračunano najmanjšo hitrost nevtrinov (2 točki)

Za pravilno izračunano razliko med hitrostima (1 točka)

Za pravilno upoštevano KRAJŠO razdaljo (1 točka)

Za pravilno upoštevan DALJŠI čas (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **10 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Na meritve vplivata vlažnost in temperatura zraka v prostoru.

(a), (b) Primer rezultatov meritev je v razpredelnici. Rezultati, napisani v teh rešitvah, se nanašajo na merske podatke v tej razpredelnici.

Za vsaj 10 meritev s smiselnimi rezultati v stolpcu t_{\leftrightarrow} (3 točke)

Za vsaj 10 meritev s smiselnimi rezultati v stolpcu t_{\updownarrow} (3 točke)

Za dovolj meritev, a z nezadovoljivo natančnostjo, vsak stolpec (2 točki)

Za manj kot 10 meritev v vsakem stolpcu, a dovolj natančno, vsak stolpec (1 točka)

(c) Povprečna hitrost vode na celotni poti v primeru (a) je

$$\bar{v}_{\leftrightarrow} = \frac{s_{\leftrightarrow}}{t_{sk,\leftrightarrow}} = \frac{15 \text{ cm}}{415 \text{ s}} = 0,036 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je $s_{\leftrightarrow} = 15 \text{ cm}$ in $t_{sk,\leftrightarrow} = 6 \text{ min } 55 \text{ s} = 415 \text{ s}$.

Povprečna hitrost vode na celotni poti v primeru (b) je

$$\bar{v}_{\updownarrow} = \frac{s_{\updownarrow}}{t_{sk,\updownarrow}} = \frac{10 \text{ cm}}{575 \text{ s}} = 0,017 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je $s_{\updownarrow} = 10 \text{ cm}$ in $t_{sk,\updownarrow} = 9 \text{ min } 35 \text{ s} = 575 \text{ s}$.

Za pravilno izračunano hitrost $\bar{v}_{\leftrightarrow}$ (1 točka)

Za pravilno izračunano hitrost \bar{v}_{\updownarrow} (1 točka)

pot s [cm]	(a) \leftrightarrow t_{\leftrightarrow} [s]	(b) \updownarrow t_{\updownarrow} [s]
0	0:00	0:00
1	0:03	0:01
2	0:09	0:04
3	0:17	0:10
4	0:29	0:25
5	0:46	0:49
6	1:07	1:30
7	1:29	2:35
8	1:58	4:10
9	2:29	6:10
10	3:03	9:35
11	3:41	
12	4:20	
13	5:09	
14	6:01	
15	6:55	

(d) Hitrost, s katero se giblje voda po vodoravnem papirnatem traku na 1. cm poti:

$$v_{\leftrightarrow,1} = \frac{s_1}{t_{\leftrightarrow,1}} = \frac{1 \text{ cm}}{3 \text{ s}} = 0,33 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\leftrightarrow,1}$ čas, v katerem voda prepotuje 1. cm poti, $\Delta t_{\leftrightarrow,1} = 3 \text{ s}$.

Hitrost, s katero se giblje voda po vodoravnem papirnatem traku na 10. cm poti:

$$v_{\leftrightarrow,10} = \frac{s_1}{\Delta t_{\leftrightarrow,10}} = \frac{1 \text{ cm}}{34 \text{ s}} = 0,029 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\leftrightarrow,10}$ čas, v katerem voda prepotuje 10. cm poti, $\Delta t_{\leftrightarrow,10} = 3 \text{ min } 3 \text{ s} - 2 \text{ min } 29 \text{ s} = 34 \text{ s}$.

Hitrost, s katero se giblje voda po navpičnem papirnatem traku na 1. cm poti:

$$v_{\updownarrow,1} = \frac{s_1}{t_{\updownarrow,1}} = \frac{1 \text{ cm}}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\updownarrow,1}$ čas, v katerem voda prepotuje 1. cm poti, $\Delta t_{\updownarrow,1} = 1 \text{ s}$.

Hitrost, s katero se giblje voda po navpičnem papirnatem traku na 10. cm poti:

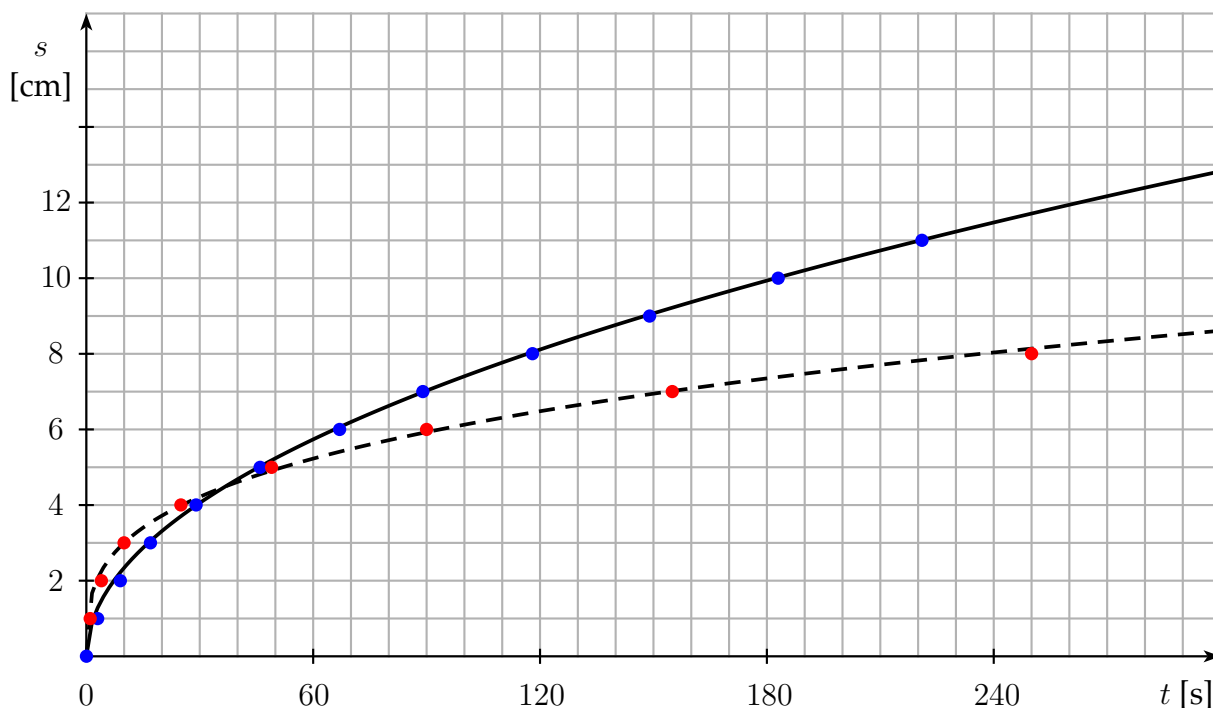
$$v_{\downarrow,10} = \frac{s_1}{\Delta t_{\downarrow,10}} = \frac{1 \text{ cm}}{205 \text{ s}} = 0,0049 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

kjer je pot $s_1 = 1 \text{ cm}$ in je čas $\Delta t_{\downarrow,10}$ čas, v katerem voda prepotuje 10. cm poti, $\Delta t_{\downarrow,10} = 9 \text{ min } 35 \text{ s} - 6 \text{ min } 10 \text{ s} = 3 \text{ min } 25 \text{ s} = 205 \text{ s}$.

Za pravilno izračunane vse hitrosti (4 točke)

Za pravilno izračunano posamezno hitrost (1 točka)

- (e) Grafa, ki kažeta, kako se pot, ki jo voda opravi, spreminja s časom v obeh primerih. Graf, narisani s sklenjeno črto, je za vodoravni trak, graf, narisani s črtkano črto, je za navpični trak.



Za v celoti pravilna grafa (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) (5 točk)

Za pravilno izbiro skale (glede na podatke iz meritev), označene osi (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 8 izmerjenih točk za prvi graf (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 8 izmerjenih točk za drugi graf (1 točka)

Za gladko sklenjeno krivuljo, ki poteka skozi in v bližini izmerjenih točk, za prvi graf (1 točka)

Za gladko sklenjeno krivuljo, ki poteka skozi in v bližini izmerjenih točk, za drugi graf (1 točka)

- (f) Okoliščine, ki vplivajo na to, da pojav v obeh primerih ne poteka povsem enako, so
- nagib papirnatega traku: sila teže vode, ki leze po traku, je v prvem primeru pravokotna na smer gibanja vode, v drugem pa nasprotna smeri gibanja vode,
 - ko trak leži na mizi, je ena stran tesno ob mizi, druga na zraku; ko trak visi, je na obeh straneh zrak. Od tega je odvisno izhlapevanje vode s traku,

(iii) smer rezanja trakov iz brisače (dopustna domneva).

Za dve okoliščini (2 točki)

Za posamezno okoliščino (1 točka)

(g) Okoliščine, ki bi lahko vplivale na potek pojava, a v našem primeru vplivajo na oba enako, so na primer

(i) vlažnost zraka v prostoru, kjer izvajamo poskus,

(ii) temperatura zraka v prostoru, kjer izvajamo poskus,

(iii) vpojne lastnosti papirnate brisače, iz katere je trak izrezan (če bi bila trakova iz različnih brisač ali pa odrezana v različnih smereh),

(iv) različna širina trakov,

(v) različna debelina trakov.

Za tri okoliščine (3 točke)

Za posamezno okoliščino (1 točka)

(h) Ko trak visi, se plezanje vode v višino ustavi, ker (kohezijskim) silam med vodo in vlakni papirnate brisače, ki vlečejo vodo iz kozarca navgor, nasprotuje teža. Prej ali slej teža stolpca vode, dvignjenega nad gladino vode v kozarcu, uravnovesi kohezijske sile.

Tudi ko trak leži vodoravno, se lezenje vode po traku ustavi - voda ne prileze poljubno daleč, ker neprestano s papirnatega traku tudi izhlapeva, trak se suši. Izhlapelo vodo v stacionarnem stanju nadomešča novo prispela voda.

Za pravilno domnevo, da se lezenje vode v obeh primerih ustavi (2 točki)

Za pravilno domnevo, da se lezenje vode v posameznem primeru ustavi ... (1 točka)

Za primerno obrazložitev domneve v obeh primerih (2 točki)

Za primerno obrazložitev domneve v posameznem primeru (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ 26 točk.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2014/15

9. razred

Sklop A:

V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
C	B	C	C	B

- A1** Graf $v(s)$ kaže premosorazmerje med hitrostjo in predrzano potjo, kar pomeni, da lahko hitrost zapišemo kot $v = k \cdot s$, kjer je k koeficient premege sorazmerja. Drugi graf podaja odvisnost $s(t)$, in ker sta v in s premo-sorazmerni, velja tudi $v(t) = k \cdot s(t)$, kar pomeni, da ima graf $v(t)$ enako obliko kot graf $s(t)$.
- A2** Prvi krajec je nad obzorjem približno od poldneva do polnoči ne glede na to, odkod z zemeljske oble ga opazujemo. Ker Cape Town leži pod južnim povratnikom, je John pri opazovanju Lune obrnjen proti severu in vidi zrcalno podobo Lune (glede na Nejca, ki opazuje Luno proti jugu).
- A3** Označimo zmesno temperaturo s T_z . Izmenjavo toplote med deli sistema opišemo z enačbo

$$m_1 \cdot c \cdot (T_z - T_1) + m_2 \cdot c \cdot (T_z - T_2) + m_3 \cdot c \cdot (T_z - T_3) = 0,$$

kjer so $m_1 = 100$ g, $m_2 = 300$ g, $m_3 = 400$ g, $T_1 = 278$ K, $T_2 = 282$ K in $T_3 = 289$ K. Iz enačbe izrazimo T_z ,

$$\begin{aligned} T_z &= \frac{m_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot T_2 + m_3 \cdot T_3}{m_1 + m_2 + m_3} = \\ &= \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 278 \text{ K} + 0,3 \text{ kg} \cdot 282 \text{ K} + 0,4 \text{ kg} \cdot 289 \text{ K}}{0,8 \text{ kg}} = 285 \text{ K} = 12^\circ \text{C}. \end{aligned}$$

(V prvi enačbi bi lahko uporabili pri temperaturah tudi enoto $^\circ\text{C}$, ker so pomembne le spremembe temperature in se konstanta 273 K odšteje.)

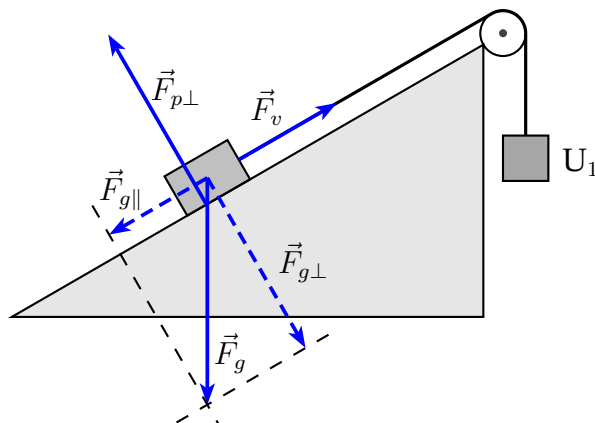
Nalogo lahko rešimo tudi s sklepanjem po korakih. Najprej zmešamo masi vode v razmerju 1:3. Interval 4° med temperaturama obeh delov vode razdelimo v enakem razmerju 1:3. Zmesna temperatura je bližje temperaturi vode, ki jo je bilo na začetku več: 8°C . Ko primešamo tej vodi enako maso vode z višjo temperaturo, je končna temperatura na sredini med njima: 12°C .

- A4** Enoti $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ ustreza le količina $j = \frac{\Delta W}{\Delta t \cdot S}$. Gostoto energijskega toka uporabimo, da opišemo, koliko energije (na primer z valovanjem, tudi toplote pri prevajanju) se pretoči skozi (ali vpade na) 1 m^2 veliko ploskev v 1 s.
- A5** Z zaporedno vezavo dodatne žarnice se skupni upor vezja poveča, tok skozi vir pa zmanjša ne glede na to, kateremu porabniku v krogu vezemo žarnico zaporedno.

Sklop B:

B1 Sile so zapisane z vektorskim znakom, ko je potrebno. Ko zapišemo oznako za silo brez vektorskega znaka, to pomeni pozitivno velikost sile, smer upoštevamo v predznaku.

- (a) Na klado, ki miruje na klancu, delujejo teža \vec{F}_g (ki jo razstavimo na pravokotni komponenti $\vec{F}_{g\perp}$ in $\vec{F}_{g\parallel}$), sila vrvice \vec{F}_v in pravokotna sila podlage $\vec{F}_{p\perp}$. Sile so v ravnovesju, njihova vsota je nič. Sila vrvice \vec{F}_v uravnoveša dinamično komponento teže $\vec{F}_{g\parallel}$, pravokotna sila podlage $\vec{F}_{p\perp}$ uravnoveša statično komponento teže $\vec{F}_{g\perp}$. Velikosti sil določimo z načrtovanjem, pri katerem sile narišemo v merilu. Vemo da je $F_g = 30\text{ N}$, dobimo $F_{g\parallel} = F_v = 15\text{ N}$, $F_{g\perp} = F_{p\perp} = 25\text{ N}$.



Za pravilno narisane in označene vse sile ter zapisane pravilne velikosti sil (2 točki)

Za pravilno narisano, označeno in razstavljeno težo (1 točka)

- (b) Na utež U_1 , ki miruje, delujeta nasprotno enaki teža uteži \vec{F}_{gU_1} in sila vrvice \vec{F}_{v1} . Sila vrvice na utež \vec{F}_{v1} je po velikosti enaka sili vrvice \vec{F}_v na klado, $F_{v1} = F_v = 15\text{ N}$. Masa uteži U_1 je $m_1 = 1,5\text{ kg}$.

Za pravilno določeno maso uteži U_1 (1 točka)

- (c) Ko utež U_1 zamenjamo z utežjo U_2 z maso $m_2 = 2\text{ kg}$, deluje na sistem klade K in uteži U_2 rezultanta sil, po velikosti enaka razliki med težo uteži $F_{gU_2} = 20\text{ N}$ in dinamično komponento teže klade $F_{g\parallel} = 15\text{ N}$. Utež U_2 se spušča, klada K pa se giblje po klancu navzgor s pospeškom

$$a = \frac{F_{gU_2} - F_{g\parallel}}{m + m_2} = \frac{20\text{ N} - 15\text{ N}}{3\text{ kg} + 2\text{ kg}} = \frac{5\text{ N}}{5\text{ kg}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilno izračunan pospešek (2 točki)

Za pravilno upoštevano maso sistema (1 točka)

Za pravilno upoštevano rezultanto sil (1 točka)

- (d) Na klado in na utež U_2 delujeta med njunim gibanjem po velikosti enaki sili vrvice. Lahko zapišemo 2. Newtonov zakon samo za utež, na katero delujeta teža in sila vrvice F_{v2} , $m_2 \cdot a = F_{gU_2} - F_{v2}$, in dobimo

$$F_{v2} = F_{gU_2} - m_2 \cdot a = 20\text{ N} - 2\text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 18\text{ N}.$$

Če zapišemo 2. Newtonov zakon le za klado, $m \cdot a = F_{vk} - F_{g\parallel}$, dobimo

$$F_{vk} = F_{g\parallel} + m \cdot a = 15\text{ N} + 3\text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 18\text{ N}.$$

(Vidimo, da res dobimo enaki sili vrvice na utež in klado, $F_{v2} = F_{vk}$.)

Za pravilno ugotovitev, da sta sili vrvice po velikosti enaki (1 točka)

Za pravilno velikost sile vrvice (1 točka)

- (e) Na hrapavi podlagi sistem miruje. Dokler klada miruje, deluje nanjo sila lepenja \vec{F}_l , ki je vzporedna s podlago. Ta sila deluje v smeri, ki je **nasprotna** smeri, v katero bi se klada premaknila zaradi delovanja vseh ostalih sil. Velikost sile lepenja se do svoje največje možne vrednosti prilagaja ostalim silam tako, da je skupna vsota vseh sil na klado enaka 0 - klada miruje. Ko vsota ostalih sil na klado preseže vrednost, ki jo lahko uravnovesi največja možna sila lepenja $\vec{F}_{l,max}$, se klada premakne.

Obravnavamo mejni primer, ko je sila lepenja na klado največja, $F_l = F_{l,max}$, in sistem klade in uteži U_2 miruje. Sila vrvice \vec{F}'_{v2} na utež U_2 uravnoveša njeno težo, ki je $F_{g2} = 20$ N, torej velja tudi $\vec{F}'_{v2} = 20$ N. S po velikosti enako silo $F_{vk2} = 20$ N vleče vrstica na svojem drugem krajišču vzdolž klanca navzgor klado, ki na podlagi miruje. To pomeni, da silo vrvice na klado \vec{F}_{vk2} uravnovešata dinamična komponenta teže $F_{g\parallel} = 15$ N, in največja možna sila lepenja, $F_{l,max} = 5$ N. Sila lepenja na klado je vzporedna s podlago in v tem primeru usmerjena po klanecu navzdol.

Za pravilno velikost največje možne sile lepenja (2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da sila v vrstici meri 20 N (1 točka)

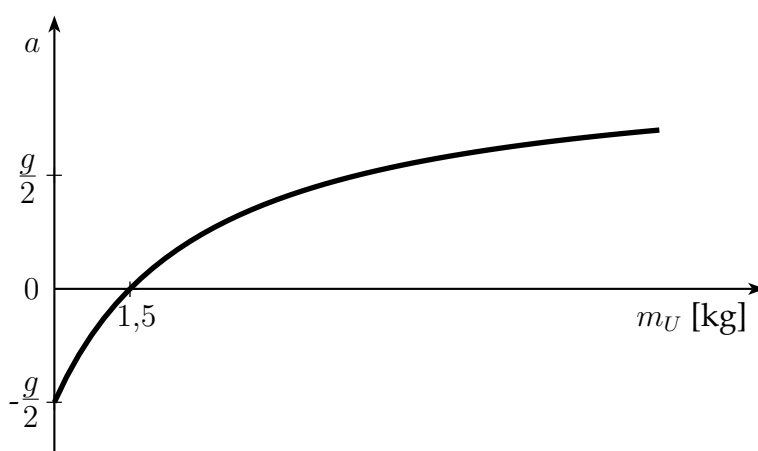
- (f) Če utež U_2 nadomestimo z lažjo utežjo U , ki pa je hkrati še vedno težja od U_1 , se sila vrvice zmanjša, a je še vedno večja od dinamične komponente teže klade. Klada miruje, ker silo v vrstici \vec{F}_{vk} uravnoveša še sila lepenja \vec{F}_l , ki ima isto smer kot dinamična komponenta teže, po velikosti pa je zdaj manjša od največje možne sile lepenja $\vec{F}_{l,max}$. Dokler klada miruje, velja $F_{g\parallel} + F_{lep} = F_{vk}$. Če je masa uteži U manjša od mase uteži U_1 , pa deluje na klado sila lepenja (dokler klada miruje) v smeri, ki je **nasprotna** smeri dinamične komponente teže in pomaga sili vrvice \vec{F}_{vk} to komponento teže uravnovešati. Dokler klada miruje, velja $F_{g\parallel} = F_{vk} + F_{lep}$. Ker je največja možna sila lepenja po velikosti enaka 5 N, vidimo, da je najmanjša sila vrvice F_{vk} , ki skupaj s silo lepenja še zagotavlja mirovanje klade, po velikosti enaka 10 N. Taka sila vrvice ustreza uteži U_3 z maso 1 kg.

Za pravilno najmanjšo maso uteži U_3 (2 točki)

Za pravilno sklepanje o smereh sil (1 točka)

Za pravilno upoštevanje največje sile lepenja (1 točka)

- (g) Graf:



V skrajnem primeru, ko je masa uteži zelo majhna, $m_U \rightarrow 0$ (ali ko uteži sploh ni), na klado vzdolž klanca deluje rezultanta vseh sil, ki je kar enaka dinamični komponenti teže $\vec{F}_{g\parallel}$, ki meri pol teže. Klada drsi po klanecu navzdol s pospeškom $-\frac{1}{2}g$, ker upoštevamo dogovor o predznaku pospeška a glede na smer gibanja klade. Zdaj lahko

narišemo vodoravno os na sredini med vrednostjo pospeška pri $m_U = 0$ in vrednostjo $\frac{1}{2}g$, označeno na navpični osi. Kjer graf seka vodoravno os, velja $a = 0$, klada miruje (ali se giblje premo enakomerno): taka vrednost pospeška ustreza primeru z utežjo U_1 , ki ima maso $m_1 = 1,5$ kg (glej vprašanje (b)).

Za popolnoma pravilno opremljen in označen graf (3 točke)

Za pravilno označen pospešek $-\frac{1}{2}g$ pri $m_U = 0$ (1 točka)

Za pravilno narisano vodoravno os (1 točka)

Za pravilno označeno maso $m_U = 1,5$ kg ob presečišču grafa z vodoravno osjo (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **14 točk**.

B2 (a) Povprečna hitrost kometa je

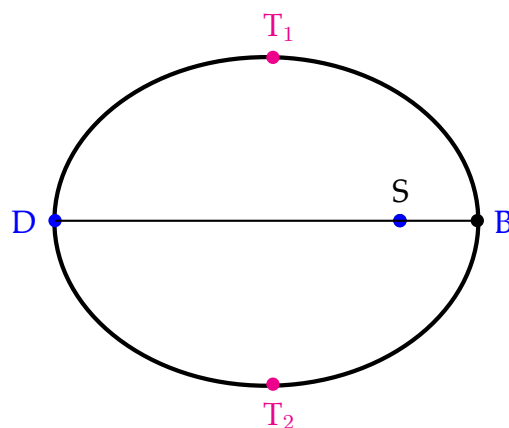
$$\bar{v} = \frac{s}{t_0} = \frac{19,6 \text{ a.e.}}{6,5 \text{ let}} = \frac{19,6 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ km}}{6,5 \cdot 365 \cdot 24 \text{ h}} = 51,6 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Za pravilno povprečno hitrost v enotah $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ (2 točki)

Za pravilno povprečno hitrost v drugih enotah (1 točka)

Za pravilno izračunano pot v km ali obhodni čas v urah (1 točka)

- (b) Tirnica kometa je v merilu narisana na sliki. Razdalja med točko S, ki označuje lego Sonca, in točko B, ki je Soncu najbližje, meri na sliki 1 cm, kar ustreza v naravi razdalji 1,24 a.e. Razdalja med točko, ki označuje lego Sonca, in točko D, ki je od vseh točk na tirnici najdlje od Sonca, meri na sliki $4,6 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$, kar ustreza v naravi razdalji $r_{max} = (4,6 \pm 0,1) \cdot 1,24 \text{ a.e.} = 5,7 \text{ a.e.} \pm 0,1 \text{ a.e.}$



Za pravilno izračunano največjo oddaljenost kometa od Sonca (2 točki)

Za pravilno določeno lego kometa na tirnici, ko je komet najdlje od Sonca (1 točka)

- (c) Povprečna hitrost modula med pristajanjem na kometu je bila glede na komet

$$\bar{v}_P = \frac{h}{t_p} = \frac{22,5 \text{ km}}{7 \text{ h}} = 3,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno povprečno hitrost modula (2 točki)

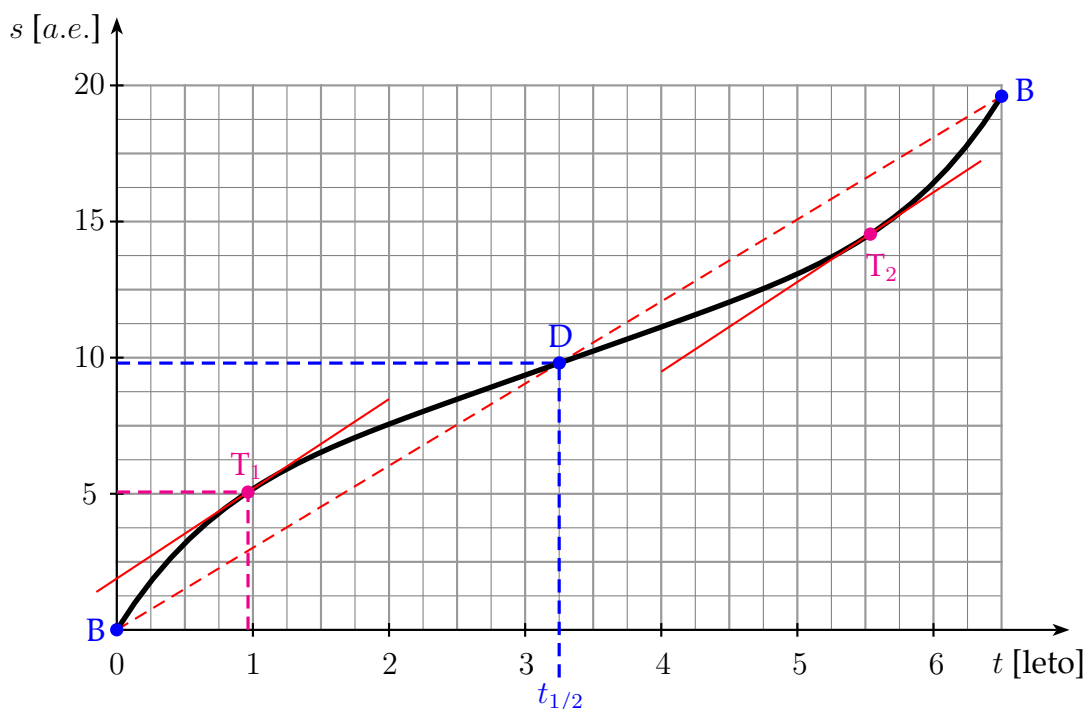
Za pravilno pot ali čas pristajanja (1 točka)

- (d) Pravilni odgovor je (C). Modul se med približevanjem kometu giblje **glede na komet** z majhno hitrostjo $0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, skupaj s kometom pa se gibljeta **glede na Sonce** s hitrostjo kometa $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Za pravilni odgovor (1 točka)

- (e) Graf na sliki (črna sklenjena debelejša črta) **približno** kaže, kako pot kometa narašča s časom med enim kometovim obhodom Sonca. Trenutek $t = 0$ je tedaj, ko je komet

Soncu najbližje. Na sliki pri vprašanju (b) je ta lega označena s točko B. V okolici te točke je hitrost kometa največja, kar se pozna v strmini grafa: graf je v B najbolj strm. Komet ima najmanjšo hitrost v legi, ki je na sliki pri (b) označena s točko D, ki leži na polovici poti ($s_D = 9,8 a.e.$ in $t_{1/2} = 3,25$ let), ki jo komet opravi v enem obhodu. Graf je v D najpoložnejši. Če bi koordinatno izhodišče postavili v točko D, bi bil graf poti kometa v odvisnosti od časa $s(t)$ **liha** funkcija.



Za graf pravilne oblike (in označene osi), na katerem so razvidne v nalogi opisane zakonitosti gibanja kometa okoli Sonca (3 točke)

Za pravilno največjo strmino grafa v legi, označeni s točko B, ki je pri $t = 0$ in $t = 6,5$ let (1 točka)

Za pravilno najmanjšo strmino v sredini grafa (na polovici poti in polovici obhodnega časa) (1 točka)

Za približno pravilno upoštevanje razmerje med največjo in najmanjšo hitrostjo kometa, ki se odraža v razmerju med največjo in najmanjšo strmino grafa ... (1 točka)

- (f) Točki T_1 in T_2 , v katerih bi lahko bil komet, ki se je v obdobju pristajanja modula gibal glede na Sonce s hitrostjo $55 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, sta označeni na grafu pri vprašanju (e). Hitrost kometa je bila tedaj nekoliko večja od njegove povprečne hitrosti \bar{v} , ki jo ponazarja strmina daljice (rdeča črtkana črta), ki povezuje točki B na grafu. Na grafu $s(t)$ najdemo dve točki, v katerih je trenutna hitrost kometa (ki jo ponazarja strmina tangente na graf v teh točkah, tangenti sta narisani z rdečo črto) malce večja od povprečne hitrosti kometa. Ti dve točki sta **približno** (glede na graf) po času eno leto oddaljeni od točke B, po poti pa za četrtno celotnega obhoda ($5 a.e.$). Prikazani sta na sliki pri (b).

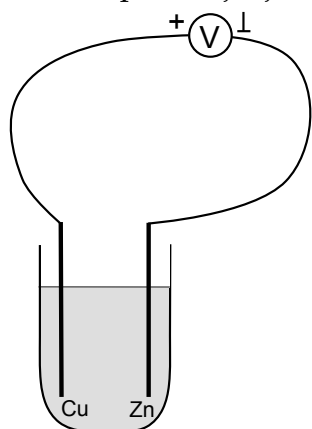
Za pravilno označeno eno točko na grafu (1 točka)

Za pravilno označeno eno točko na sliki tirnice kometa (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 12 točk.

Eksperimentalna naloga

- C (a) Napetost člena (Cu - Zn) je $U_1 = 0,8 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$.
Vezavo pri merjenju napetosti člena kaže slika.



- Za pravilno napetost člena (1 točka)**
Za pravilno narisano vezje (1 točka)
Za pravilno označena vhoda voltmetra (1 točka)

- (b) Napetost preostalih dveh parov galvanskih členov je zapisana v razpredelnici.

par elektrod	U [V]
Cu - Fe	$U_2 = 0,3 \pm 0,1$
Zn - Fe	$U_3 = 0,5 \pm 0,1$

- Za obe pravilni napetosti členov (2 točki)**
Za posamezno pravilno napetost člena (1 točka)

- (c) Napetost galvanskih členov (upoštevamo dogovor o predznaku napetosti):

U [V]	Cu	Fe	Zn
Cu (baker)	$0 \pm 0,01$	$0,3 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
Fe (železo)	$-0,3 \pm 0,1$	$0 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,1$
Zn (cink)	$-0,8 \pm 0,1$	$-0,5 \pm 0,1$	$0 \pm 0,01$

U [V]	Cu	Fe	Zn
Cu (baker)	0	U_2	U_1
Fe (železo)	$-U_2$	0	U_3
Zn (cink)	$-U_1$	$-U_3$	0

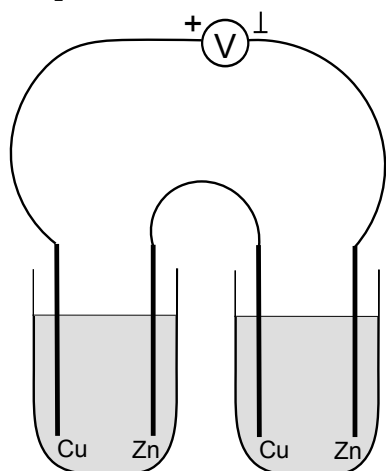
Izmerjena napetost člena, v katerem sta elektrodi iste vrste elektrodi, je približno 0 V. Odstopanje dobimo zaradi nečistoč na elektrodah. Napetost člena ($e1 - e2$) je po velikosti enaka, po predznaku pa nasprotna napetosti člena ($e2 - e1$). Tega ne moremo izmeriti z voltmetri, ki imajo ničlo pri strani. Vemo, da se izmerjeni napetosti spremeni predznak, če obrnemo priključka na voltmetru.

- Za vse pravilne vrednosti napetosti (3 točke)**
Napetosti vseh treh členov z elektrodami iste vrste 0 V (1 točka)
Za antisimetričnost podatkov v razpredelnici: napetost člena spremeni predznak pri zrcaljenju preko diagonale (1 točka)

(d) Izmerjene napetosti dveh zaporedno vezanih členov so v razpredelnici.

pari členov	U [V]	U
(Cu - Zn) in (Zn - Cu)	$0 \pm 0,1$	$U_1 - U_1 = 0$
(Cu - Zn) in (Cu - Zn)	$1,6 \pm 0,2$	$U_1 + U_1 = 2U_1$
(Cu - Zn) in (Fe - Zn)	$1,3 \pm 0,2$	$U_1 + U_3$
(Cu - Fe) in (Fe - Zn)	$0,8 \pm 0,1$	$U_2 + U_3$
(Fe - Zn) in (Fe - Cu)	$0,2 \pm 0,1$	$U_3 - U_2$
(Cu - Fe) in (Zn - Cu)	$-0,5 \pm 0,1$	$U_2 - U_1$
(Zn - Cu) in (Fe - Cu)	$-1,1 \pm 0,2$	$-U_1 - U_2$

Slika kaže vezje z dvema zaporedno vezanima členoma (Cu - Zn) (2. vrstica meritev v razpredelnici).



Vrednosti izmerjenih napetosti pri tej nalogi se morajo ujemati z napetostmi, izmerjenimi pri nalogah (a) in (b) (in zapisanih v razpredelnico pri (c)), sicer se točk za meritve ne dobi.

Za pravilno shemo dveh enakih zaporedno vezanih členov (Cu - Zn) (1 točka)

Za vse pravilne vrednosti napetosti (3 točke)

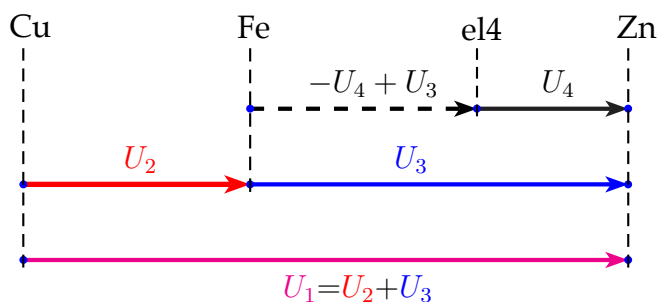
Za vsaj 3 pravilne vrednosti napetosti (1 točka)

Za vsaj 5 pravilnih vrednosti napetosti (2 točki)

(e) Napetost člena (e14 - Zn) označimo z $U_4 = 0,2$ V. Pričakovane vrednosti napetosti členov in zaporedij členov so zapisane v razpredelnici:

členi in zaporedja členov	U [V]	U
(el4 - Fe) in (Fe - el4)	0	$U_4 - U_4 = 0$
(Cu - el4)	$0,6 \pm 0,1$	$U_1 - U_4$
(el4 - Fe)	$-0,3 \pm 0,1$	$-U_3 + U_4$
(Zn - el4) in (el4 - Cu)	$-0,8 \pm 0,1$	$-U_1$
(el4 - Fe) in (Fe - Zn) in (Zn - el4)	0	$U_4 - U_3 + U_3 - U_4 = 0$
(el4 - Cu) in (el4 - Zn) in (el4 - Cu)	$-1,0 \pm 0,2$	$2(U_4 - U_1) + U_4 = 3U_4 - 2U_1$

Uvidimo pravilo za seštevanje napetosti galvanskih členov, ki ga lahko enostavno opazimo z diagramom.



Za vse pravilne vrednosti napetosti (6 točk)

Za posamezno pravilno vrednost napetosti (1 točka)

- (f) Napetost galvanskega člana ni odvisna od razdalje med elektrodama x in ni odvisna od površine S dela elektrode, ki je potopljen pod gladino. Pri obeh podvprašanjih je pravi odgovor C.

Za oba pravilna odgovora (3 točke)

Za en pravilni odgovor (1 točka)

- (g) Največjo napetost baterije galvanskih členov dobimo, če vezemo zaporedno tri enake člene, ki dajo posamezno največjo napetost. V našem primeru so to členi (Cu - Zn). Na to baterijo členov priključimo diodo, ki je asimetrična. Če vezemo priključek diode, označen z rdečim lakom, na Cu elektrodo, dioda sveti, če vezemo ta priključek diode na Zn elektrodo, dioda ne sveti.

Za pravilno barvo svetlobe (2 točki)

Za smiselno zaporedje členov v shemi (1 točka)

Za izbrane tri člene z dovolj velikimi napetostmi (1 točka)

Za pravilno vezavo diode (rdeči priključek na pravo elektrodo) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ 26 točk.