Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

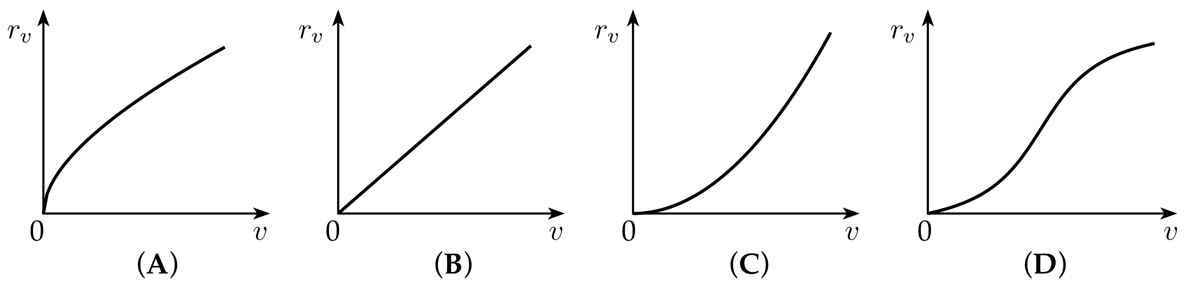
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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!

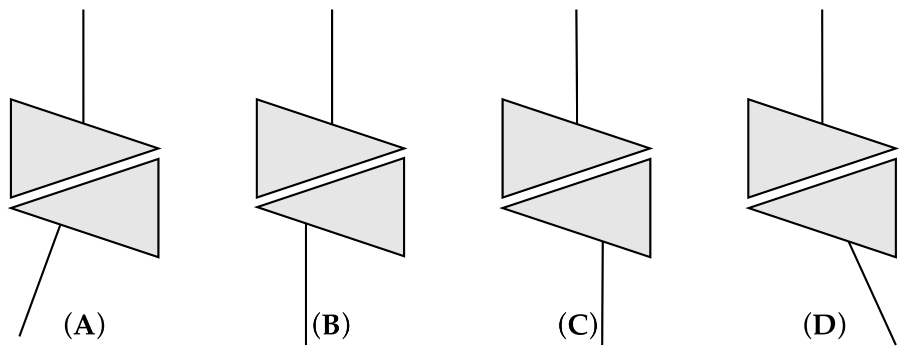
A1 Varnostna razdalja r_v je najmanjša dovoljena razdalja med dvema voziloma, ki vozita eno za drugim z enako in stalno hitrostjo v. Določena je kot pot, ki jo vozilo prevozi v 2 s. Kateri graf pravilno kaže odvisnost varnostne razdalje r_v od hitrosti vozila v?



A2 Parameter, ki določa ločljivost pri natisu s tiskalniki, ima enoto *dpi*. Oznaka *dpi* (*"dots per inch"*) pomeni število pik, ki jih tiskalnik lahko natisne v vrstico dolžine 1 inče. Ta pola je bila natisnjena z ločljivostjo 600 dpi v obeh smereh, vodoravni in navpični. Inča meri 2,54 cm. Kolikšno je največje možno število pik, ki jih tiskalnik natisne v kvadratek s stranico dolgo 1 cm?

(A) 55 800 **(B)** 141 732 **(C)** 360 000 **(D)** 914 400

A3 Svetlobni curek vpada iz zraka na dve enaki stekleni prizmi, postavljeni, kot kažejo slike. Katera slika pravilno kaže smeri curkov pred in po prehodu skozi par prizm?



A4 V opisanih primerih naredi smiselne ocene za sile in ploščine ploskev. V vseh primerih so tla vodoravna in gladka. V katerem primeru je tlak največji?

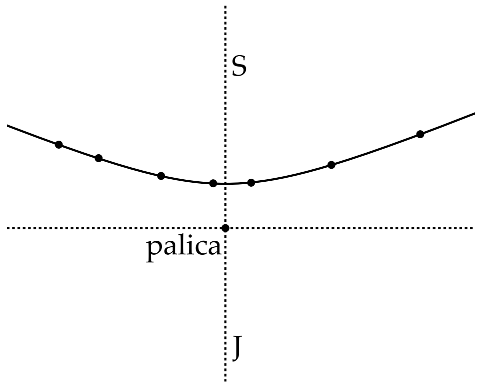
(**A**) Na parketu pod konicami prstov balerine, ki v trdih baletnih copatih izvaja pirueto (se vrti na prstih ene noge).

(**B**) Na asfaltu pod kolesi osebnega avtomobila z maso 1 t.

(**C**) Na mizi pod dolgim robom geotrikotnika, s katerim smo pod težiščem podprli 1. del SSKJ (Slovarja slovenskega knjižnega jezika), ki ima maso 2,7 kg.

(**D**) Pod kocko iz betona z robom dolgim 1 m.

A5 Mesto Pontianak na indonezijskem otoku Borneo leži tik ob ekvatorju. Batari je nekega dne opazovala senco palice, zapičene navpično v vodoravna tla, tako da je na tleh ob različnih urah označila skrajno točko sence in na koncu označene točke povezala s krivuljo. To krivuljo vidiš na sliki (v tlorisu). Katerega dne je Batari opazovala senco palice?



(**A**) 25. marca. (**B**) 10. junija.

(**C**) 1. septembra. (**D**) 20. decembra.

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Ko jadrnica v brezvetrju miruje na mirni gladini jezera, njeno težo uravnoveša *sila vode* na jadrnico, ki ji pravimo tudi sila *vzgona*. Sila vzgona deluje na jadrnico v smeri navpično navzgor.

(a) Masa jadrnice je 1 tona, povprečna masa posameznega člana 2-članske posadke je 80 kg. Kolikšna sila vzgona deluje v brezvetrju na jadrnico, mirujočo na vodni gladini, ko sta na njej oba člana posadke? 2

(b) V splošnem je sila vzgona na telo, ki je celo ali delno potopljeno v vodi, po velikosti enaka teži vode, ki jo potopljeni del telesa izpodriva. Kolikšno prostornino vode izpodriva jadrnica v primeru, ko je na njej vsa posadka, in kolikšno v primeru, ko posadke ni na barki? 2

Če je na jadrnici dodaten tovor (*ali pa jo neka druga sila dodatno tišči ali vleče navzdol*), je jadrnica ugreznjena nekoliko globlje v vodo (izpodriva več vode).

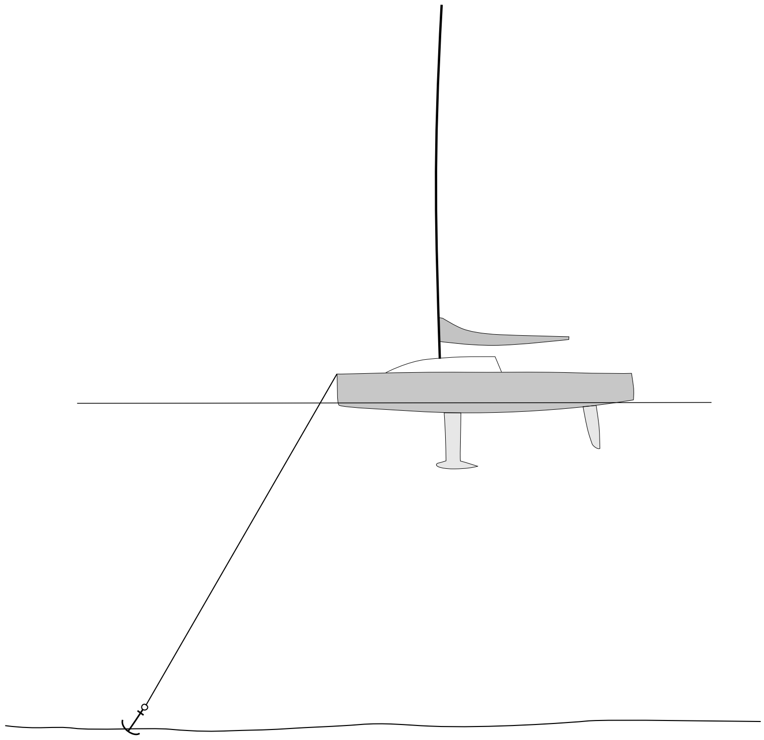
(c) Jadrnica miruje zasidrana v zalivu, zaščitenem pred valovi. Posadke ni na njej. Veter piha v vodoravni smeri s hitrostjo 30 vozlov v smeri od premca proti krmi in deluje na zasidrano jadrnico s silo 2 500 N. Predpostavi, da je sidrna vrv lahka in ravno napeta od premca jadrnice do sidra na dnu, kot kaže slika. Masa sidra je v primerjavi z maso cele jadrnice zanemarljiva. Obkroži ustrezno besedo, da bo izjava pravilna. 1

Ko piha veter, je sila vzgona na zasidrano jadrnico

(**A**) manjša (**B**) enaka (**C**) večja

kot sila vzgona, ko vetra ni.

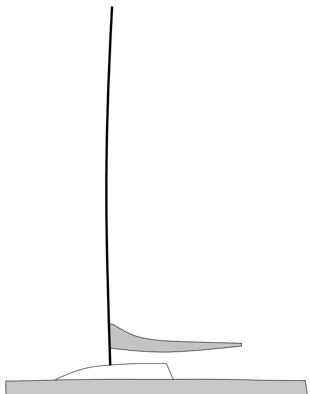
(d) Upoštevaj, da zasidrano jadrnico sestavljajo vsi njeni deli razen sidrne vrvi in sidra. Na sliko zasidrane jadrnice nariši v merilu, v katerem pomeni 1 cm na sliki silo 2,5 kN v naravi, vse zunanje sile, ki delujejo na jadrnico pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c). Sile poimenuj in napiši njihove velikosti. 4



(e) Kolikšno prostornino vode izpodriva jadrnica pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c) (jadrnica na sliki)? 1

(f) S kolikšno silo vleče sidrna vrv sidro pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c) (na zgornji sliki)? 1

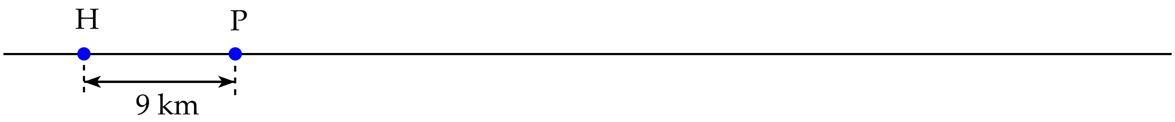
(g) Če je sila vrvi na sidro prevelika, sidro popusti. Sidro dobro drži pri večji sili, če sila deluje na sidro pod manjšim kotom glede na podlago (dno), pa še sidrna vrv je tedaj manj napeta. S kolikšno silo vleče pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c), sidrna vrv sidro, če jo mornar toliko podaljša, da oklepa z vodoravnim dnom kot 30°? Pomagaj si z načrtovanjem. 3



(h) Pod kolikšnim kotom glede na vodoravno dno bi morala sidrna vrv vleči sidro, da bi bila sila na sidro najmanjša, in kolikšna bi bila ta sila po velikosti v opisanih vetrovnih pogojih? 2

Σ B1

B2 Iz starega Močnikovega učbenika je tudi ta naloga. *Dva popotnika sta si narazen za 9 km. Ako si gresta nasproti, snideta se v 1 uri, ako pa gresta v isto smer, doide hitrejši* (H) *drugega* (počasnejšega, P) *v 5 urah.* Oba popotnika se gibljeta s stalnima hitrostma.

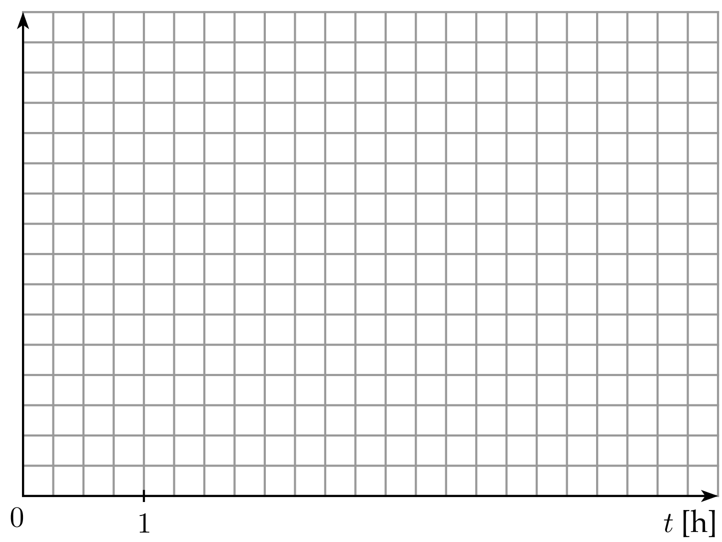


(a) Koliko kilometrov prehodita skupaj v 1 uri in koliko v 5 urah? | 2

(b) Koliko kilometrov prehodi v 5 urah počasnejši popotnik? | 2

(c) S kolikšnima hitrostma hodita popotnika? | 2

(d) V isti koordinatni sistem nariši grafe, ki kažejo, kako se legi obeh popotnikov spreminjata s časom v primeru, ko si hodita nasproti (s polnima črtama, označi ju s h_1, hitrejši, in p_1, počasnejši) ter v primeru, ko hodita v isto smer in hitrejši dohiteva počasnejšega (s črtkanima črtama, označi ju s h_2 in p_2). | 4



(e) Kolikšna je hitrost, s katero se zmanjšuje razdalja med popotnikoma, ko hodita v isto smer in hitrejši dohiteva počasnejšega? | 2

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

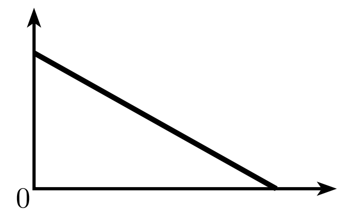
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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 Skokico spustimo, da prosto pade proti tlom. Zračni upor zanemarimo. Višino h merimo od tal navzgor in čas t od trenutka, ko skokico spustimo. Katero odvisnost prikazuje graf na sliki?



(A) $W_k(h)$. **(B)** $W_p(h)$. **(C)** $W_k(t)$. **(D)** $W_p(t)$.

A2 Na prevesni tehtnici visita na nasprotnih straneh v enakih oddaljenostih od osi dve krogli, v celoti potopljeni pod vodno gladino tako, da se ne dotikata dna posode. Prva krogla je iz železa, druga iz aluminija. Tehtnica je v vodoravni ravnovesni legi. Kaj se zgodi, ko posodi z vodo počasi spuščamo (ali tehtnico dvigamo) in krogli ostaneta nad gladino?

(A) Tehtnica ostane v vodoravni ravnovesni legi.
(B) Tehtnica zaniha okoli vodoravne ravnovesne lege.
(C) Tehtnica se prevesi tako, da je železna krogla nižje.
(D) Tehtnica se prevesi tako, da je aluminijasta krogla nižje.

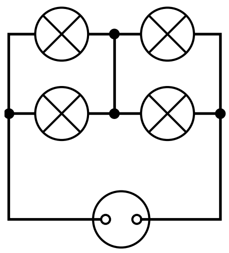
A3 Parameter, ki določa ločljivost pri natisu s tiskalniki, ima enoto *dpi*. Oznaka *dpi* (*"dots per inch"*) pomeni število pik, ki jih tiskalnik lahko natisne v vrstico dolžine 1 inče. Ta pola je bila natisnjena z ločljivostjo 600 dpi v obeh smereh, vodoravni in navpični. Inča meri 2,54 cm. Kolikšno je največje možno število pik, ki jih tiskalnik natisne v kvadratek s stranico dolgo 1 cm?

(A) 55 800 **(B)** 141 732 **(C)** 360 000 **(D)** 914 400

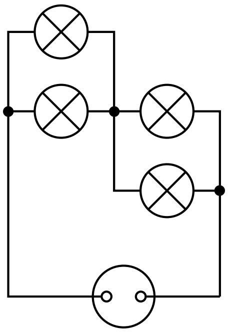
A4 Na mizi leži klada, ki je z lahko vrvico, napeljano preko lahkega škripca na robu mize, povezana z 200-gramsko utežjo, ki prosto visi. Škripec se vrti brez trenja, sila trenja med klado in mizo pa je po velikosti enaka desetini teže klade. Kolikšna naj bo masa klade, da se giblje s pospeškom 3 $\frac{m}{s^2}$?

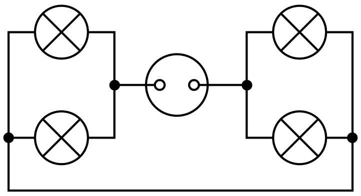
(A) 0,14 kg **(B)** 0,35 kg **(C)** 0,5 kg **(D)** 0,67 kg

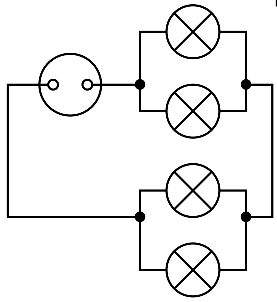
A5 Na desni sliki je shema vezja z virom napetosti in s štirimi enakimi žarnicami. Koliko shem vezav, narisanih spodaj, je ekvivalentnih tej shemi?



(**A**) Nobena. (**B**) Ena. (**C**) Dve. (**D**) Tri.







V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Peter ima 62 kg. Zleze na $1{,}8$ m visoko omaro, na njej stoji vzravnano in potem z nje sestopi (naredi korak v prazno, se ne odžene dodatno navzgor) na tla. Silo tal, ki deluje nanj pri doskoku, ublaži s sočasno prilagoditvijo svojega telesa: med doskokom v počep se njegovo težišče dodatno zniža za $0{,}5$ m. Doskok je faza skoka od trenutka, ko se Peter dotakne tal, do trenutka, ko na tleh obmiruje v počepu.

(a) Kolikšna je Petrova hitrost tik preden se s stegnjenimi nogami dotakne tal? 1

(b) S kolikšnim povprečnim pojemkom se Peter med doskokom ustavlja? Pojemek izrazi kot večkratnik g. 2

(c) Koliko časa se Peter med doskokom ustavlja? 1

(d) Kolikšna povprečna sila podlage (tal) deluje na Petra med doskokom? Silo izrazi kot večkratnik Petrove teže. 2

(e) Predpostavi, da Peter doskoči z omare nerodno (bolj togo) in se pri doskoku v počep njegovo težišče dodatno spusti le za 25 cm. S kolikšnim povprečnim pojemkom se Peter ustavlja med nerodnim doskokom? Pojemek izrazi ga kot večkratnik g. 1

(f) Peter odskoči, leti in doskoči na planiški letalnici. V poskusni seriji pristane pri točki K, kjer je naklon hrbtišča $33°$ glede na vodoravnico. Petrova hitrost je tik pred pristankom $33\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, giblje pa se pod kotom $4°$ glede na podlago. Predpostavi, da se ob pristanku komponenta njegove hitrosti, ki je vzporedna s podlago, ne spremeni. Z natančnim načrtovanjem ugotovi, za koliko se ob pristanku spremeni komponenta Petrove hitrosti, ki je pravokotna na podlago.

2

(g) Tudi na letalnici se pravokotna razdalja med podlago in Petrovim težiščem med doskokom v telemark zmanjša za $0{,}5$ m. Kolikšen je med doskokom povprečni pojemek Petrovega težišča v smeri, pravokotni na podlago?

1

(h) Kolikšna povprečna sila podlage deluje na Petra v pravokotni smeri glede na podlago med opisanim doskokom?

2

(i) V prvi seriji Peter pristane pri dolžini 240 m, kjer je naklon hrbtišča le še $27°$. Predpostavi, da je njegova hitrost tik pred pristankom po velikosti enaka kot v poskusni seriji in da je tudi smer letenja ista (pod kotom $37°$ glede na vodoravnico). S kolikšnim pojemkom v smeri pravokotno na podlago doskoči Peter v prvi seriji, če se med doskokom Petrovo težišče približa podlagi za $0{,}5$ m?

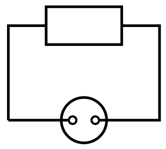
2

Σ B1

B2 Na enake nove baterije vežemo različne kroge s **samimi enakimi** porabniki. Naboj, ki ga po krogu požene nova baterija do svojega izpraznjenja, je 360 mAh. Upoštevaj, da za posamezen porabnik velja, da je napetost na njem premosorazmerna toku, ki teče skozenj. Napetost na bateriji je stalna in znaša 9 V, dokler se baterija na izrabi. Ko je na baterijo vezan en sam porabnik, teče skozenj tok 20 mA. Za vsakega od primerov izračunaj tok I skozi baterijo in druge količine, zapisane v razpredelnicah. Izračunaj, v kolikšnem času t se baterija izprazni. Rezultate vpiši v razpredelnice.

(a)

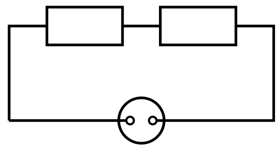
t [h]	



(a) 1

(b)

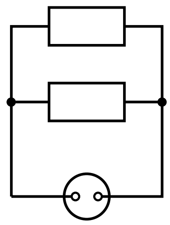
I [mA]	
t [h]	



(b) 1

(c)

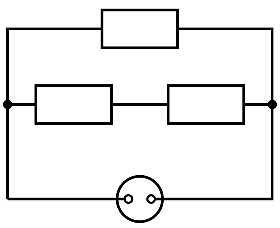
I [mA]	
t [h]	



(c) 1

(d)

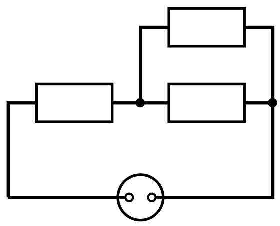
I [mA]	
t [h]	



(d) 1

(e)

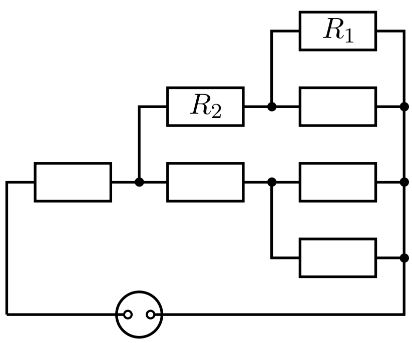
I [mA]	
t [h]	



(e) 2

(f)

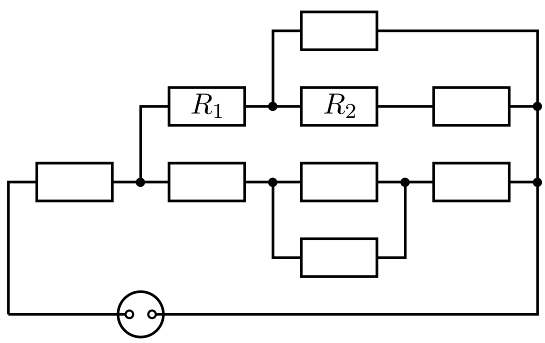
$\frac{I}{I_{R_1}}$	
$\frac{U_{R_2}}{U_{R_1}}$	
I [mA]	



(f) 3

(g)

$\frac{I_{R_1}}{I_{R_2}}$	
$\frac{U_{R_1}}{U_{R_2}}$	
$\frac{I}{I_{R_2}}$	
I [mA]	



(g) 4

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

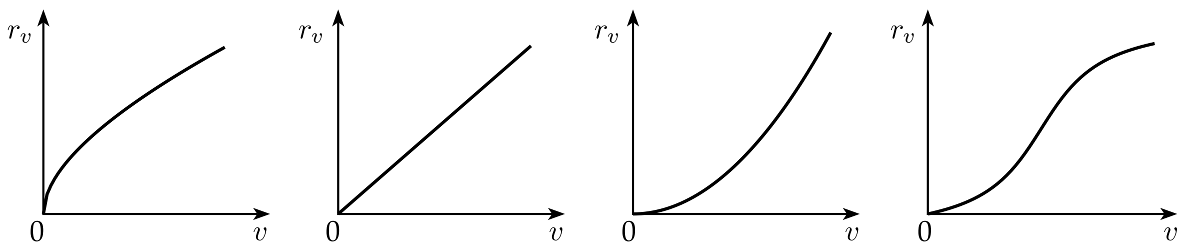
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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 Varnostna razdalja r_v je najmanjša dovoljena razdalja med dvema voziloma, ki vozita eno za drugim z enako in stalno hitrostjo v. Določena je kot pot, ki jo vozilo prevozi v 2 s. Kateri graf pravilno kaže odvisnost varnostne razdalje r_v od hitrosti vozila v?

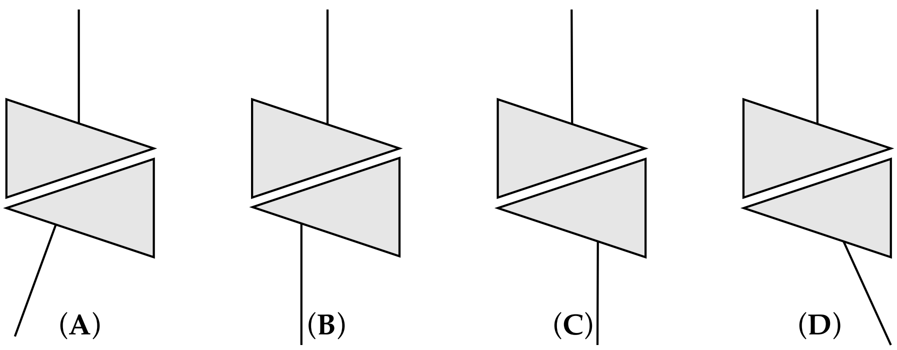


(A) **(B)** **(C)** **(D)**

A2 Parameter, ki določa ločljivost pri natisu s tiskalniki, ima enoto *dpi*. Oznaka *dpi* (*"dots per inch"*) pomeni število pik, ki jih tiskalnik lahko natisne v vrstico dolžine 1 inče. Ta pola je bila natisnjena z ločljivostjo 600 dpi v obeh smereh, vodoravni in navpični. Inča meri 2,54 cm. Kolikšno je največje možno število pik, ki jih tiskalnik natisne v kvadratek s stranico dolgo 1 cm?

(A) 55 800 **(B)** 141 732 **(C)** 360 000 **(D)** 914 400

A3 Svetlobni curek vpada iz zraka na dve enaki stekleni prizmi, postavljeni, kot kažejo slike. Katera slika pravilno kaže smeri curkov pred in po prehodu skozi par prizm?



A4 V opisanih primerih naredi smiselne ocene za sile in ploščine ploskev. V vseh primerih so tla vodoravna in gladka. V katerem primeru je tlak največji?

(**A**) Na parketu pod konicami prstov balerine, ki v trdih baletnih copatih izvaja pirueto (se vrti na prstih ene noge).

(**B**) Na asfaltu pod kolesi osebnega avtomobila z maso 1 t.

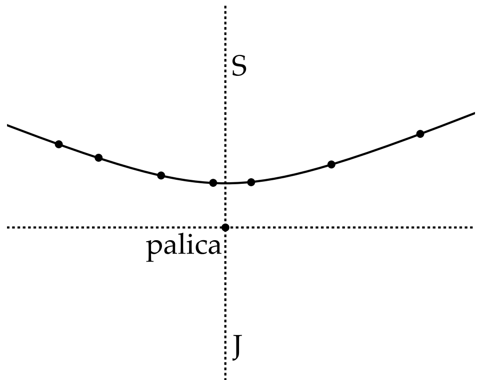
(**C**) Na mizi pod dolgim robom geotrikotnika, s katerim smo pod težiščem podprli 1. del SSKJ (Slovarja slovenskega knjižnega jezika), ki ima maso 2,7 kg.

(**D**) Pod kocko iz betona z robom dolgim 1 m.

A5 Mesto Pontianak na indonezijskem otoku Borneo leži tik ob ekvatorju. Batari je nekega dne opazovala senco palice, zapičene navpično v vodoravna tla, tako da je na tleh ob različnih urah označila skrajno točko sence in na koncu označene točke povezala s krivuljo. To krivuljo vidiš na sliki (v tlorisu). Katerega dne je Batari opazovala senco palice?

(**A**) 25. marca. (**B**) 10. junija.

(**C**) 1. septembra. (**D**) 20. decembra.



V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Ko jadrnica v brezvetrju miruje na mirni gladini jezera, njeno težo uravnoveša *sila vode* na jadrnico, ki ji pravimo tudi sila *vzgona*. Sila vzgona deluje na jadrnico v smeri navpično navzgor.

(a) Masa jadrnice je 1 tona, povprečna masa posameznega člana 2-članske posadke je 80 kg. Kolikšna sila vzgona deluje v brezvetrju na jadrnico, mirujočo na vodni gladini, ko sta na njej oba člana posadke? 2

(b) V splošnem je sila vzgona na telo, ki je celo ali delno potopljeno v vodi, po velikosti enaka teži vode, ki jo potopljeni del telesa izpodriva. Kolikšno prostornino vode izpodriva jadrnica v primeru, ko je na njej vsa posadka, in kolikšno v primeru, ko posadke ni na barki? 2

Če je na jadrnici dodaten tovor (*ali pa jo neka druga sila dodatno tišči ali vleče navzdol*), je jadrnica ugreznjena nekoliko globlje v vodo (izpodriva več vode).

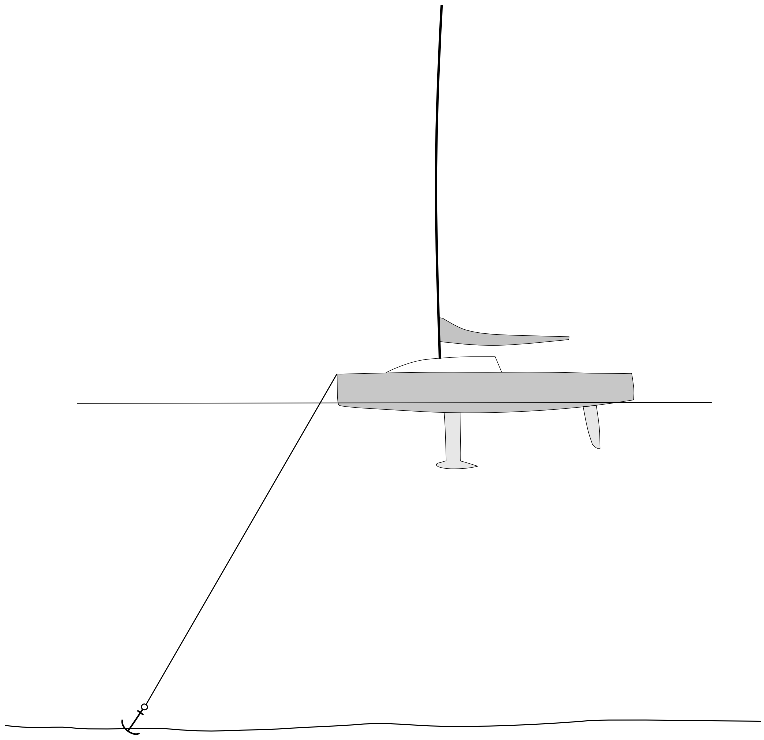
(c) Jadrnica miruje zasidrana v zalivu, zaščitenem pred valovi. Posadke ni na njej. Veter piha v vodoravni smeri s hitrostjo 30 vozlov v smeri od premca proti krmi in deluje na zasidrano jadrnico s silo 2 500 N. Predpostavi, da je sidrna vrv lahka in ravno napeta od premca jadrnice do sidra na dnu, kot kaže slika. Masa sidra je v primerjavi z maso cele jadrnice zanemarljiva. Obkroži ustrezno besedo, da bo izjava pravilna. 1

Ko piha veter, je sila vzgona na zasidrano jadrnico

(**A**) manjša (**B**) enaka (**C**) večja

kot sila vzgona, ko vetra ni.

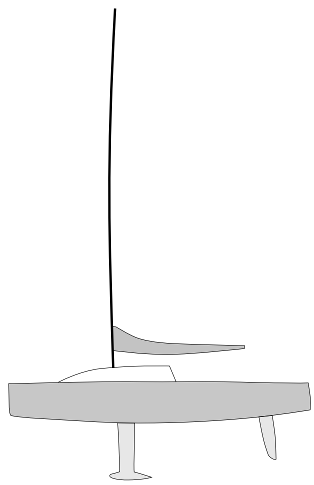
(d) Upoštevaj, da zasidrano jadrnico sestavljajo vsi njeni deli razen sidrne vrvi in sidra. Na sliko zasidrane jadrnice nariši v merilu, v katerem pomeni 1 cm na sliki silo 2,5 kN v naravi, vse zunanje sile, ki delujejo na jadrnico pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c). Sile poimenuj in napiši njihove velikosti. 4



(e) Kolikšno prostornino vode izpodriva jadrnica pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c) (jadrnica na sliki)? 1

(f) S kolikšno silo vleče sidrna vrv sidro pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c) (na zgornji sliki)? 1

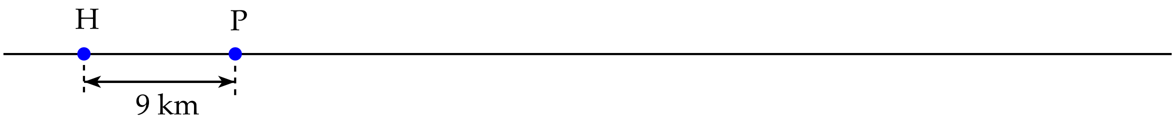
(g) Če je sila vrvi na sidro prevelika, sidro popusti. Sidro dobro drži pri večji sili, če sila deluje na sidro pod manjšim kotom glede na podlago (dno), pa še sidrna vrv je tedaj manj napeta. S kolikšno silo vleče pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c), sidrna vrv sidro, če jo mornar toliko podaljša, da oklepa z vodoravnim dnom kot 30°? Pomagaj si z načrtovanjem. 3



(h) Pod kolikšnim kotom glede na vodoravno dno bi morala sidrna vrv vleči sidro, da bi bila sila na sidro najmanjša, in kolikšna bi bila ta sila po velikosti v opisanih vetrovnih pogojih? 2

Σ B1

B2 Iz starega Močnikovega učbenika je tudi ta naloga. *Dva popotnika sta si narazen za* 9 *km. Ako si gresta nasproti, snideta se v* 1 *uri, ako pa gresta v isto smer, doide hitrejši* (H) *drugega* (počasnejšega, P) *v* 5 *urah.* Oba popotnika se gibljeta s stalnima hitrostma.

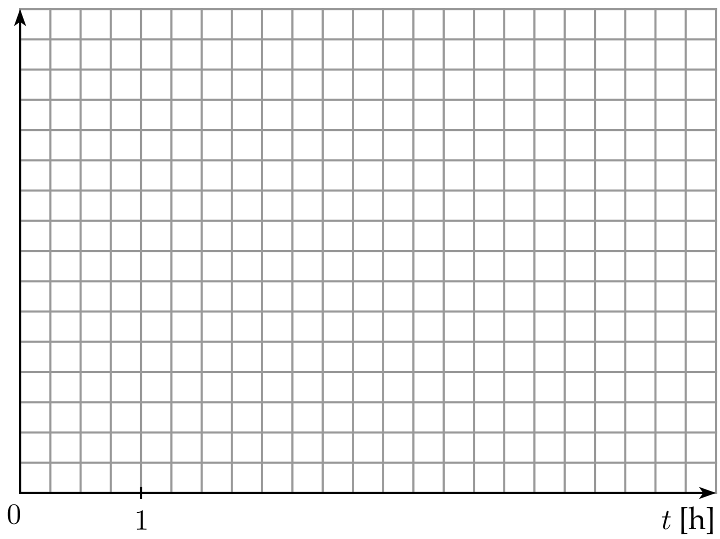


(a) Koliko kilometrov prehodita skupaj v 1 uri in koliko v 5 urah? 2

(b) Koliko kilometrov prehodi v 5 urah počasnejši popotnik? 2

(c) S kolikšnima hitrostma hodita popotnika? 2

(d) V isti koordinatni sistem nariši grafe, ki kažejo, kako se legi obeh popotnikov spreminjata s časom v primeru, ko si hodita nasproti (s polnima črtama, označi ju s h_1, hitrejši, in p_1, počasnejši) ter v primeru, ko hodita v isto smer in hitrejši dohiteva počasnejšega (s črtkanima črtama, označi ju s h_2 in p_2). 4



(e) Kolikšna je hitrost, s katero se zmanjšuje razdalja med popotnikoma, ko hodita v isto smer in hitrejši dohiteva počasnejšega? 2

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

C – eksperimentalna naloga: UPOGIB

S poskusom razišči upogibno deformacijo ravnila.

Pripomočki

- 2 plastični ravnili dolžine 40 cm
- spona ali prižema z leseno deščico
- komplet uteži
- posodica za uteži na vrvici in zobotrebec
- milimetrski papir, pritrjen na leseno palico
- lepilni trak
- flomaster

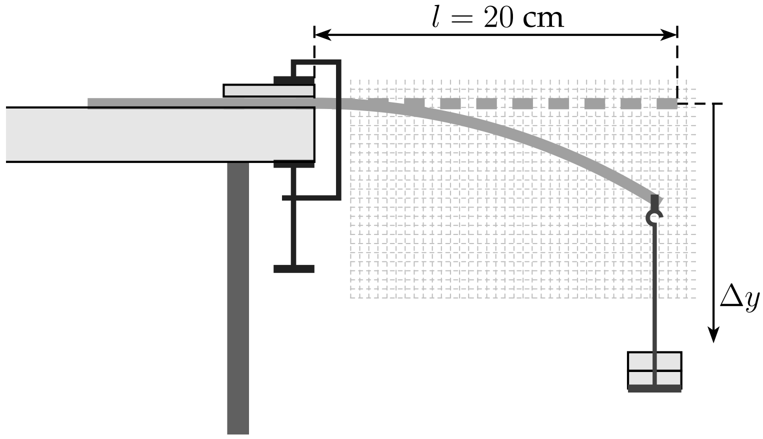
Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev.

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.
Nalepko s šifro prilepi tudi na milimetrski papir, na katerega boš beležil svoje meritve.

Pri poskusu meriš, koliko se ravnilo upogne, če na njegovo krajišče obesiš uteži z različnimi masami. Raziščeš, kako je upogib odvisen od mase uteži, dolžine ravnila in debeline ravnila. Vse meritve beležiš na isti milimetrski papir, zato vsak niz meritev jasno označi (obkroži, na primer).

2016 DMFA Slovenije, Komisija za popularizacijo fizike v osnovni šoli

(a) Prižema drži ob robu mize leseno deščico. Med deščico in mizo vstavi ravnilo tako, da je zaznamek 20 cm točno ob robu mize, lesena deščica in prižema naj držita ravnilo pri tem zaznamku. Čez rob mize sega (malo več kot) 20 cm prostega ravnila.



Pri zaznamku 0 cm je v ravnilu luknjica. Skozi luknjico potisni zanko iz vrvice, na kateri visi posodica za uteži. Zanko zagozdi z vžigalico. Tako na ravnilo pritrdiš posodico za uteži. Zraven ravnila na primerno mesto (blizu ravnila) namesti še leseno palico, na kateri visi milimetrski papir, na katerega boš s flomastrom beležil svoje meritve.

Na milimetrskem papirju **za vsak niz meritev** najprej označi **ničelno lego krajišča** ravnila, ko v posodici ni uteži. Potem dodajaj uteži s skupno maso m (zapisano v tabeli) in na milimetrskem papirju označuj lego obremenjenega krajišča ravnila v odvisnosti od m. 6

Ko opraviš vse meritve, snemi milimetrski papir s palice in z njega izmeri odmik krajišča ravnila od ničelne lege Δy. Izmerjene odmike vpiši v razpredelnico.

Meritve ponovi še pri dolžinah prostega ravnila 10 cm in 30 cm in rezultate vpiši v razpredelnico. Največja masa uteži, ki jo v posameznem primeru obesiš na ravnilo, je že zapisana v ustrezni tabeli.

(A) $l = 20$ cm		**(B)** $l = 10$ cm		**(C)** $l = 30$ cm	
m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]
0	0	0	0	0	0
100		100		50	
200		200		100	
300		300		150	
350		400		200	
400		500		250	
450		600		300	

(b) V isti koordinatni sistem (na naslednji strani) nariši tri grafe, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od **sile**, ki deluje na krajišče ravnila, za različne dolžine ravnila (za primere **(A)**, **(B)** in **(C)**). Grafe jasno označi. 4

(c) Po točkah (na kratko, a natančno) zapiši štiri opažanja oz. ugotovitve o upogibanju enega ravnila. 4

(i)

(ii)

(iii)

(iv)

(d) Ponovi meritve še z dvema ravniloma, ki ju položiš natančno enega na drugega, pri dolžini prostih delov ravnil 30 cm. Vrvico posodice za uteži zagozdi skozi luknjici v obeh ravnilih. Meritve vpiši v stolpec **(D)**. 2

(e) V zadnjem primeru pred merjenjem ravnili z lepilnim trakom tesno in dobro zlepi na obeh robovih po celotni dolžini. Dolžina prostih delov ravnil naj bo 30 cm. Meritve vpiši v stolpec **(E)**. 2

2 ravnili, $l = 30$ cm		
	(D)	**(E)**
m [g]	Δy [cm]	Δy [cm]
0	0	0
100		
200		
300		
400		
500		
600		

(f) V isti koordinatni sistem nariši tri grafe, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila, za dolžino ravnila $l = 30$ cm: za eno ravnilo (primer **A**), dve ravnili, položeni eno na drugo (primer **D**) in dve ravnili, položeni eno na drugo in zlepljeni po robovih (primer **E**).

4

(g) Po točkah (na kratko, a natančno) zapiši tri opažanja oz. ugotovitve o upogibanju, ki se nanašajo na 30 cm dolga ravnila.

3

(i)

(ii)

(iii)

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

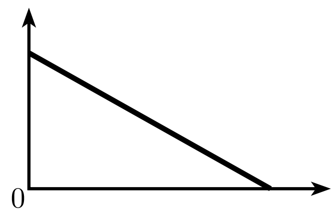
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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 Skokico spustimo, da prosto pade proti tlom. Zračni upor zanemarimo. Višino h merimo od tal navzgor in čas t od trenutka, ko skokico spustimo. Katero odvisnost prikazuje graf na sliki?



(A) $W_k(h)$. **(B)** $W_p(h)$. **(C)** $W_k(t)$. **(D)** $W_p(t)$.

A2 Na prevesni tehtnici visita na nasprotnih straneh v enakih oddaljenostih od osi dve krogli, v celoti potopljeni pod vodno gladino tako, da se ne dotikata dna posode. Prva krogla je iz železa, druga iz aluminija. Tehtnica je v vodoravni ravnovesni legi. Kaj se zgodi, ko posodi z vodo počasi spuščamo (ali tehtnico dvigamo) in krogli ostaneta nad gladino?

(A) Tehtnica ostane v vodoravni ravnovesni legi.

(B) Tehtnica zaniha okoli vodoravne ravnovesne lege.

(C) Tehtnica se prevesi tako, da je železna krogla nižje.

(D) Tehtnica se prevesi tako, da je aluminijasta krogla nižje.

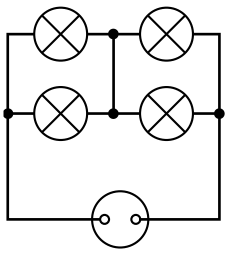
A3 Parameter, ki določa ločljivost pri natisu s tiskalniki, ima enoto *dpi*. Oznaka *dpi* (*"dots per inch"*) pomeni število pik, ki jih tiskalnik lahko natisne v vrstico dolžine 1 inče. Ta pola je bila natisnjena z ločljivostjo 600 dpi v obeh smereh, vodoravni in navpični. Inča meri 2,54 cm. Kolikšno je največje možno število pik, ki jih tiskalnik natisne v kvadratek s stranico dolgo 1 cm?

(A) 55 800 **(B)** 141 732 **(C)** 360 000 **(D)** 914 400

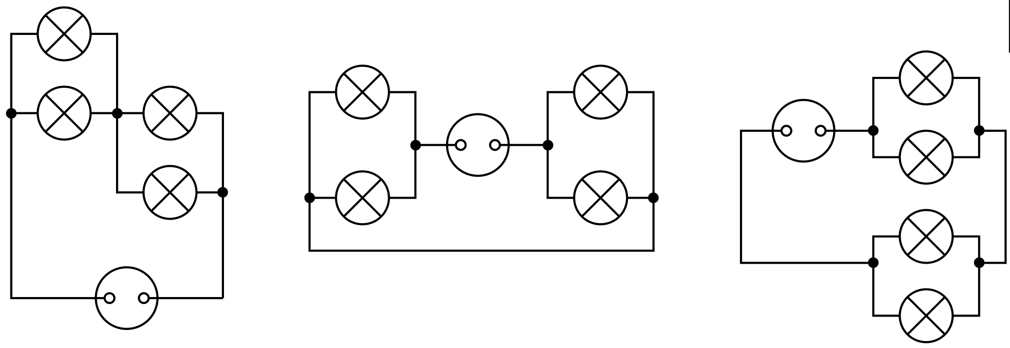
A4 Na mizi leži klada, ki je z lahko vrvico, napeljano preko lahkega škripca na robu mize, povezana z 200-gramsko utežjo, ki prosto visi. Škripec se vrti brez trenja, sila trenja med klado in mizo pa je po velikosti enaka desetini teže klade. Kolikšna naj bo masa klade, da se giblje s pospeškom 3 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$?

(A) 0,14 kg **(B)** 0,35 kg **(C)** 0,5 kg **(D)** 0,67 kg

A5 Na desni sliki je shema vezja z virom napetosti in s štirimi enakimi žarnicami. Koliko shem vezav, narisanih spodaj, je ekvivalentnih tej shemi?



(**A**) Nobena. (**B**) Ena. (**C**) Dve. (**D**) Tri.



V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Peter ima 62 kg. Zleze na $1{,}8$ m visoko omaro, na njej stoji vzravnano in potem z nje sestopi (naredi korak v prazno, se ne odžene dodatno navzgor) na tla. Silo tal, ki deluje nanj pri doskoku, ublaži s sočasno prilagoditvijo svojega telesa: med doskokom v počep se njegovo težišče dodatno zniža za $0{,}5$ m. Doskok je faza skoka od trenutka, ko se Peter dotakne tal, do trenutka, ko na tleh obmiruje v počepu.

(a) Kolikšna je Petrova hitrost tik preden se s stegnjenimi nogami dotakne tal? 1

(b) S kolikšnim povprečnim pojemkom se Peter med doskokom ustavlja? Pojemek izrazi kot večkratnik g. 2

(c) Koliko časa se Peter med doskokom ustavlja? 1

(d) Kolikšna povprečna sila podlage (tal) deluje na Petra med doskokom? Silo izrazi kot večkratnik Petrove teže. 2

(e) Predpostavi, da Peter doskoči z omare nerodno (bolj togo) in se pri doskoku v počep njegovo težišče dodatno spusti le za 25 cm. S kolikšnim povprečnim pojemkom se Peter ustavlja med nerodnim doskokom? Pojemek izrazi ga kot večkratnik g. 1

(f) Peter odskoči, leti in doskoči na planiški letalnici. V poskusni seriji pristane pri točki K, kjer je naklon hrbtišča $33°$ glede na vodoravnico. Petrova hitrost je tik pred pristankom $33\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, giblje pa se pod kotom $4°$ glede na podlago. Predpostavi, da se ob pristanku komponenta njegove hitrosti, ki je vzporedna s podlago, ne spremeni. Z natančnim načrtovanjem ugotovi, za koliko se ob pristanku spremeni komponenta Petrove hitrosti, ki je pravokotna na podlago.

2

(g) Tudi na letalnici se pravokotna razdalja med podlago in Petrovim težiščem med doskokom v telemark zmanjša za $0{,}5$ m. Kolikšen je med doskokom povprečni pojemek Petrovega težišča v smeri, pravokotni na podlago?

1

(h) Kolikšna povprečna sila podlage deluje na Petra v pravokotni smeri glede na podlago med opisanim doskokom?

2

(i) V prvi seriji Peter pristane pri dolžini 240 m, kjer je naklon hrbtišča le še $27°$. Predpostavi, da je njegova hitrost tik pred pristankom po velikosti enaka kot v poskusni seriji in da je tudi smer letenja ista (pod kotom $37°$ glede na vodoravnico). S kolikšnim pojemkom v smeri pravokotno na podlago doskoči Peter v prvi seriji, če se med doskokom Petrovo težišče približa podlagi za $0{,}5$ m?

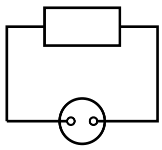
2

Σ B1

B2 Na enake nove baterije vežemo različne kroge s **samimi enakimi** porabniki. Naboj, ki ga po krogu požene nova baterija do svojega izpraznjenja, je 360 mAh. Upoštevaj, da za posamezen porabnik velja, da je napetost na njem premosorazmerna toku, ki teče skozenj. Napetost na bateriji je stalna in znaša 9 V, dokler se baterija na izrabi. Ko je na baterijo vezan en sam porabnik, teče skozenj tok 20 mA. Za vsakega od primerov izračunaj tok I skozi baterijo in druge količine, zapisane v razpredelnicah. Izračunaj, v kolikšnem času t se baterija izprazni. Rezultate vpiši v razpredelnice.

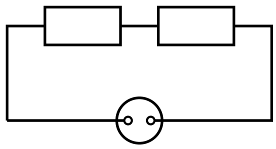
(a)

t [h]	



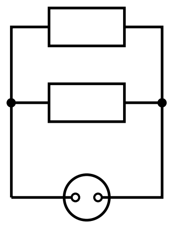
(b)

I [mA]	
t [h]	



(c)

I [mA]	
t [h]	



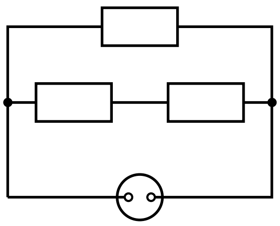
(a) 1

(b) 1

(c) 1

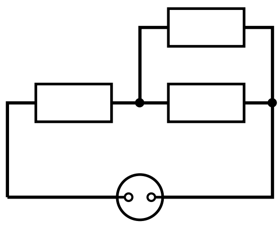
(d)

I [mA]	
t [h]	



(e)

I [mA]	
t [h]	

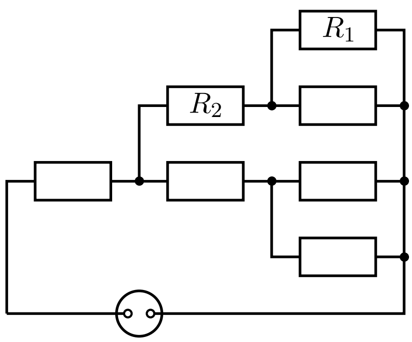


(d) 1

(e) 2

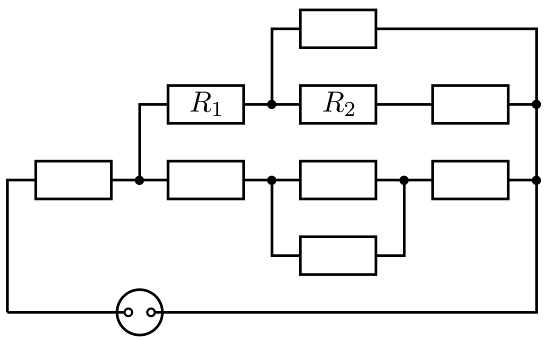
(f)

$\frac{I}{I_{R_1}}$	
$\frac{U_{R_2}}{U_{R_1}}$	
I [mA]	



(g)

$\frac{I_{R_1}}{I_{R_2}}$	
$\frac{U_{R_1}}{U_{R_2}}$	
$\frac{I}{I_{R_2}}$	
I [mA]	



(f) 3

(g) 4

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

C – eksperimentalna naloga: POKOVKA NA MIKROTEHTNICI

Umeri mikrotehtnico in z njo izmeri maso koruznega zrna preden postane pokovka in potem.

Pripomočki
– stojalo za mikrotehtnico z zaslonom in listom papirja A4
– dve dolgi slamici in šivanka
– 2 sponki za papir
– košček aluminijaste folije
– plastelin ali trajnoelastični kit
– 80-gramski papir, veliki karo
– zrna koruze
– posodica čajne svečke s povoščenim papirjem in zobotrebec za obračanje zrna
– kurišče s stojalom za posodico in svečo ter vžigalice
– škarje
– flomaster
– ravnilo, geotrikotnik

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev.

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Pri poskusu najprej uravnovesiš in umeriš mikrotehtnico. Z njo stehtaš zrno koruze, preden in potem ko ga nad svečo spečeš v pokovko. Pazi, da posameznih zrn koruze ne zamešaš med seboj. Med pripomočki imaš več zrn, da lahko poskus ponoviš, če se uporabljeno zrno ne razpoči. Na koncu raziščeš, od česa je odvisna občutljivost mikrotehtnice.

Priprava mikrotehtnice je zelo pomembna za meritve v nadaljevanju. **Uravnovesi** enakočno mikrotehtnico. Z dvema papirnima sponkama obesi na krajišče prvega kraka tehtnice majhno in lahko posodico, ki jo oblikuj iz aluminijaste folije. Na krajišče drugega kraka tehtnice pritrdi košček plastelina, da bo tehtnica v **vodoravni ravnovesni legi**.

Da boš lahko meril maso koruznega zrna, mora biti tehtnica ravno prav občutljiva. Ko v posodico iz aluminijaste folije položiš eno zrno koruze, naj se kraka tehtnice odklonita od ravnovesne lege za kot α med približno $20°$ in $25°$.

(a) Kako si in kako bi še lahko postopal pri uravnovešanju tehtnice? Navedi dva postopka. 2

(i)

(ii)

Ko tehtnico primerno uravnovesiš, je do naloge (h) ne spreminjaj več, da bodo tvoje meritve uporabne.

(b) Kot uteži boš uporabljal kvadratke s ploščino $1\ \text{cm}^2$, ki jih izrežeš iz papirja. Masa $1\ \text{m}^2$ papirja je 80 g. V tabelo dopiši mase uteži. N pomeni število kvadratkov. 2

$N \cdot 1\ \text{cm}^2$	m [ ]
1	
5	
10	
25	

(c) Tehtnica naj bo v vodoravni ravnovesni legi. V posodico iz aluminijaste folije položi koruzno zrno. Na papirju na zaslonu s flomastrom označi lego, v kateri je krajišče odklonjenega kraka tehtnice. 2

Zrno vzemi s tehtnice in ga prestavi v posodico čajne svečke. Na tehtnico zdaj položi toliko uteži, da bosta kraka enako odklonjena kot prej, ko si tehtal zrno. Zapiši maso zrna.

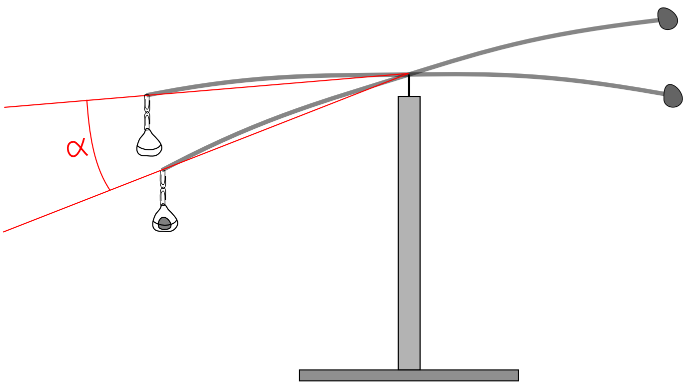
Masa koruznega zrna je _________.

(d) Stehtano koruzno zrno položi v posodico čajne svečke, ki je nad svečo. Svečo prižgi, koruzno zrno pa z zobotrebcem obračaj, da se ne prilepi na podlago in zažge. Ko se zrno razpoči, svečo ugasni. Zrno vzemi iz posodice in počakaj, da se malo ohladi. Potem ga z mikrotehtnico ponovno stehtaj. 2

Masa razpočenega koruznega zrna je _________.

(e) Upoštevaj, da zrna koruze vsebujejo določen delež vode, ter na kratko zapiši, zakaj se zrno nad svečo razpoči in kaj lahko poveš o vodi v zrnu. 2

(f) Na tehtnico polagaj različne uteži in na zaslonu s flomastrom vsakič označi lego krajišča obremenjenega kraka tehtnice. Papir snemi z zaslona in na njem izmeri kot α, za katerega se tehtnica odkloni od ravnovesne lege, v odvisnosti od mase m uteži. Meritve zapiši v razpredelnico. 4



m [ ]	α [°]

(g) Nariši umeritveno krivuljo $\alpha(m)$ za mikrotehtnico. 4

(h) Če predhodnih nalog od (a) do (g) še nisi zaključil, pa jih nameravaš, to stori, preden nadaljuješ, ker boš v nadaljevanju svojo mikrotehtnico spreminjal.

3

Občutljivost tehtnice pove, za koliko **vsaj** se morata masi, ki ju primerjaš, razlikovati, da boš to razliko s tehtnico lahko opazil (izmeril).

Občutljivost mikrotehtnice lahko bodisi povečaš bodisi zmanjšaš, če mikrotehtnico spremeniš. Razmisli in poskusi spremeniti občutljivost svoje mikrotehtnice. Po točkah navedi tri parametre, ki vplivajo na občutljivost mikrotehtnice.

(i)

(ii)

(iii)

(i) Za vsakega od parametrov, ki si ga navedel pri prejšnjem vprašanju, zapiši (na kratko, a jasno), kako ga spremeniš, da občutljivost tehtnice **povečaš**.

3

(i)

(ii)

(iii)

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2015/16

8. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

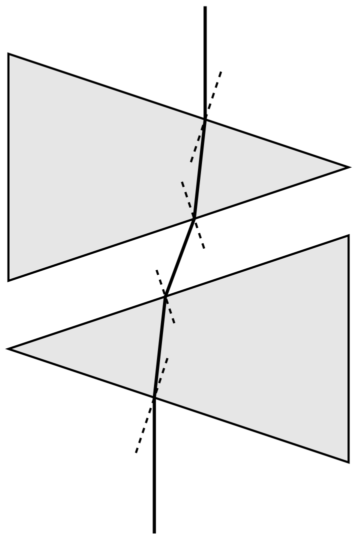
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
B	A	B	A	D

A1 Varnostna razdalja r_v je pot, ki jo vozilo prevozi v 2 s, in je premosorazmerna hitrosti vozila. Premo sorazmerje kaže graf B.

A2 Največje možno število pik v kvadratni inči, natisnjenih pri ločljivosti 600 dpi, je $600 \cdot 600 = 360\,000$. Kvadratna inča ima ploščino $2{,}54\ \text{cm} \cdot 2{,}54\ \text{cm} = 6{,}45(16)\ \text{cm}^2$, kar pomeni, da je na vsakem cm^2 natisnjenih

$$\frac{360\,000}{6{,}45(16)\ \text{cm}^2} = 55\,800\ \text{pik}.$$

A3 Svetloba prehaja skozi enaki prizmi, postavljeni, kot kažejo slike, enako kot skozi planparalelno ploščico. Pravilno kaže prehod svetlobe skozi par prizm slika B.



A4 Količine, ki niso podane, ocenimo.

Ploščina ploskve, na kateri se stika baletni copat s parketom $S_A \approx 5\ \text{cm}^2$, sila primabalerine na tla je $F_A \approx 500\ \text{N}$ in tlak pod copatom je

$$p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{500\ \text{N}}{5\ \text{cm}^2} = 1\,000\,000\ \text{Pa} = 10\ \text{bar}.$$

Ocenimo ploščino ploskve S_1, na kateri se ena pnevmatika stika s podlago, $S_1 \approx 100\ \text{cm}^2$. Štiri pnevmatike se s podlago stikajo na $S_B = 4 \cdot S_1 \approx 400\ \text{cm}^2$. Sila avta na tla je $F_B = 10\,000\ \text{N}$ in tlak pod kolesi je

$$p_B = \frac{F_B}{S_B} = \frac{10\,000\ \text{N}}{400\ \text{cm}^2} = 250\,000\ \text{Pa} = 2{,}5\ \text{bar}.$$

Debelina geotrikotnika je približno 1 mm. Ploščina robne ploskve geotrikotnika je $S_C \approx 16\,\mathrm{cm} \cdot 0{,}1\,\mathrm{cm} = 1{,}6\ \mathrm{cm}^2$. Sila geotrikotnika, na katerem je 1. del SSKJ, na mizo, je $F_C = 27$ N in tlak pod robom geotrikotnika je

$$p_C = \frac{F_C}{S_C} = \frac{27\,\mathrm{N}}{1{,}6\,\mathrm{cm}^2} = 168\,750\,\mathrm{Pa} \approx 1{,}7\,\mathrm{bar}.$$

Ploščina osnovne ploskve kocke je $S_D = 1\ \mathrm{m}^2$. Masa betonske kocke s prostornino $1\ \mathrm{m}^3$ je 2 300 kg (preberemo iz tabele gostot). Sila kocke na tla je $F_D = 23\,000$ N in tlak pod njo je

$$p_D = \frac{F_D}{S_D} = \frac{23\,000\,\mathrm{N}}{1\,\mathrm{m}^2} = 23\,000\,\mathrm{Pa} = 0{,}23\,\mathrm{bar}.$$

Tlak je največji pod baletnim copatom primabalerine.

A5 Na ekvatorju gre Sonce v obdobju med spomladanskim in jesenskim enakonočjem čez severno polovico neba in so sence obrnjene bolj proti jugu, v obdobju med jesenskim in spomladanskim enakonočjem pa čez južno polovico neba in so sence obrnjene bolj proti severu. Senca navpične palice, ki jo je opazovala Batari, je bila tistega dne obrnjena bolj proti severu, kar pomeni, da se je Sonce gibalo čez južni del neba. Edini dan med naštetimi, ki je v ustrezni polovici leta (za prebivalce S poloble, zimski), je 20. december.

Sklop B:

B1 (a) Na jadrnico, ki miruje v brezvetrju na gladini jezera, delujeta dve sili: teža in sila vzgona. Skupna masa jadrnice in posadke je $m_{j+p} = 1\,000\ \text{kg} + 2 \cdot 80\ \text{kg} = 1\,160\ \text{kg}$. Skupna teža jadrnice in posadke je $F_{g,j+p} = 11\,600\ \text{N}$. Sila vzgona uravnoveša skupno težo jadrnice in posadke, $F_{vzg,j+p} = F_{g,j+p} = 11\,600\ \text{N} = 11{,}6\ \text{kN}$.

Za pravilno silo vzgona .... **(2 točki)**

Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil .... (1 točka)

Za pravilno upoštevano skupno maso .... (1 točka)

(b) Sila vzgona na jadrnico je po velikosti enaka teži vode, ki jo jadrnica izpodriva. Upoštevamo, da je teža $1\ \text{dm}^3$ vode enaka $10\ \text{N}$, teža $1\ \text{m}^3$ vode pa $10\ \text{kN}$. Ko sta na jadrnici oba člana posadke, ustreza sila vzgona $F_{vzg,j+p} = 11{,}6\ \text{kN}$ prostornini izpodrinjene vode $V_1 = 1{,}16\ \text{m}^3$. Ko posadke ni na jadrnici, ustreza sila vzgona $F_{vzg,0} = F_{g,j} = 10\ \text{kN}$ prostornini izpodrinjene vode $V_0 = 1\ \text{m}^3$.

Za pravilno prostornino V_1 .... **(1 točka)**

Za pravilno prostornino V_0 .... **(1 točka)**

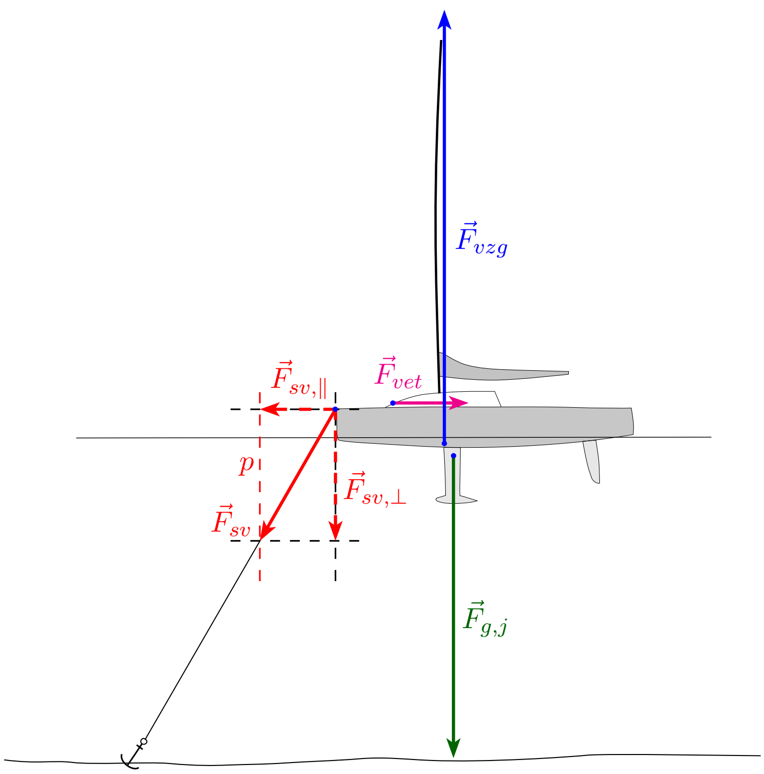
(c) Ko piha veter, je sila vzgona na zasidrano jadrnico (C) večja kot sila vzgona, ko vetra ni. Ugrez jadrnice je takrat, ko piha veter, večji od ugreza v brezvetrju, ker jadrnico v vetru poleg teže (delno) navzdol dodatno vleče še napeta sidrna vrv. V brezvetrju lahka sidrna vrv ni napeta, če je le dovolj dolga, da sidro leži na dnu.

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(d) V vetru delujejo na mirujočo zasidrano jadrnico 4 sile: v smeri navzdol deluje teža $\vec{F}_{g,j}$, v smeri od premca proti krmi jadrnice deluje nanjo sila vetra $\vec{F}_{vet}$, v smeri sidrne vrvi deluje sila sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ in v smeri navzgor deluje sila vzgona $\vec{F}_{vzg}$. Ker jadrnica miruje, sklepamo, da so vse te sile v ravnovesju.

Vnaprej poznamo velikosti dveh sili, teže $F_{g,j} = 10\ \text{kN}$ in sile vetra $F_{vet} = 2{,}5\ \text{kN}$, ki ju na sliki predstavimo s 4 cm in 1 cm dolgima usmerjenima daljicama.

Silo vetra uravnoveša vodoravna komponenta sile sidrne vrvi $F_{sv,\parallel} = 2{,}5\ \text{kN}$, ki jo predstavimo z 1 cm dolgo usmerjeno daljico, usmerjeno v nasprotni smeri kot je sila vetra. Ker poznamo komponento sile sidrne vrvi in ker vemo, da sila sidrne vrvi deluje vzdolž vrvi, narišemo od krajišča $\vec{F}_{sv,\parallel}$ pravokotnico p na $\vec{F}_{sv,\parallel}$ in dobimo krajišče sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ v točki, kjer pravokotnica p seka sidrno vrv. Na sliki izmerimo, da je usmerjena daljica, s katero predstavimo silo sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ dolga $2{,}0\ \text{cm} \pm 0{,}1\ \text{cm}$, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 5{,}0\ \text{kN} \pm 0{,}25\ \text{kN}$.



Sila vzgona $\vec{F}_{vzg}$ uravnoveša vsoto teže $\vec{F}_{g,j}$ in navpične komponente sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv,\perp}$. Na sliki izmerimo, da je usmerjena daljica, s katero predstavimo navpično komponento sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv,\perp}$ dolga $1{,}73$ cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza velikosti navpične komponente $F_{sv,\perp} = 4{,}33$ kN $\pm\,0{,}25$ kN. Vsota teže $\vec{F}_{g,j}$ in $\vec{F}_{sv,\perp}$ je po velikosti enaka sili vzgona, ki meri $F_{vzg} = 10$ kN $+\,4{,}33$ kN $= 14{,}33$ kN $\pm\,0{,}25$ kN in je na sliki predstavljena z usmerjeno daljico dolžine $5{,}73$ cm $\pm\,0{,}1$ cm.

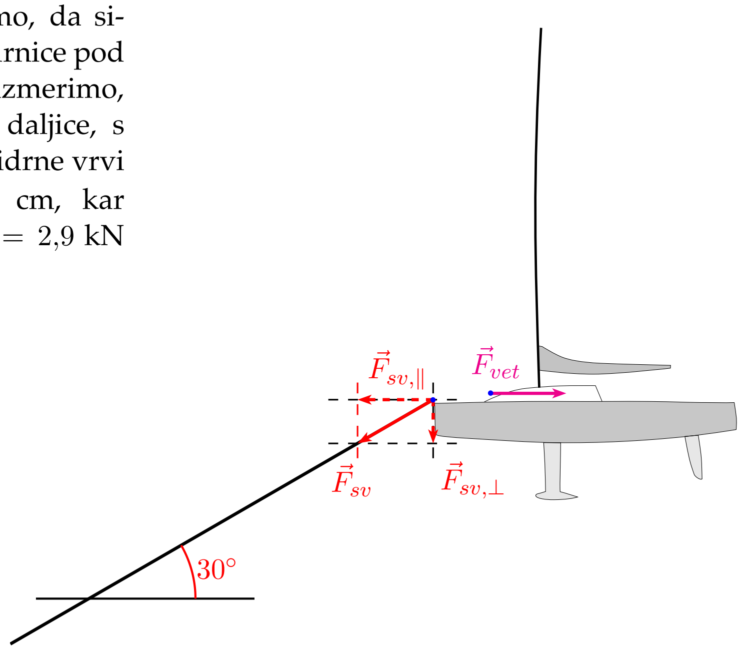
Prijemališča sil: teža prijemlje nekje na kobilici, nižje od sile vzgona. Sila vzgona prijemlje nekje v ugreznjenem delu trupa jadrnice (višje od teže). Sila sidrne vrvi prijemlje na premcu. Sila vetra prijemlje nekje na nadvodnem delu jadrnice.

Za pravilno narisane in poimenovane vse štiri sile (dolžine, smeri, prijemališča) (4 točke)
Za pravilno narisani in poimenovani sili teže in vetra .... (1 točka)
Za pravilno prikazano vodoravno komponento sile sidrne vrvi, nasprotno enako sili vetra .... (1 točka)
Za pravilno narisano silo sidrne vrvi ....(1 točka)
Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil .... (1 točka)

(e) Sila vzgona $F_{vzg} = 14{,}33$ kN $\pm\,0{,}25$ kN je po velikosti enaka teži izpodrinjene vode, kar pomeni, da zasidrana jadrnica izpodriva $1{,}433$ m^3 $\pm 0{,}025$ m^3 vode.
Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(f) Sila $\vec{F}_s$, s katero sidrna vrv vleče sidro, je po velikosti enaka sili, s katero sidrna vrv vleče premec jadrnice $\vec{F}_{sv}$, $F_s = F_{sv} = 5{,}0$ kN $\pm\,0{,}25$ kN.
Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(g) Postopamo enako kot pri vprašanju (d), pri čemer upoštevamo, da sidrna vrv vleče premec jadrnice pod drugim kotom. Na sliki izmerimo, da je dolžina usmerjene daljice, s katero predstavimo silo sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ dolga $1{,}2$ cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 2{,}9$ kN $\pm\,0{,}25$ kN.



Za pravilni odgovor .... (3 točke)
Za pravilno narisani sili vetra in sidrne vrvi (dolžine, smeri, prijemališča) .... (2 točki)
Za pravilno prikazano vodoravno komponento sile sidrne vrvi, nasprotno enako sili vetra .... (1 točka)

(h) Z najmanjšo silo bi sidrna vrv vlekla sidro v smeri vzporedni z vodoravnim dnom, pod kotom 0° glede na dno. Po velikosti bi bila enaka sili vetra, $2{,}5$ kN.
Za pravilno smer sidrne vrvi in sile .... (1 točka)
Za pravilno velikost sile .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **16 točk**.

B2 (a) Če se popotnika, ki sta spočetka 9 km narazen, snideta po eni uri hoje nasproti, to pomeni, da v eni uri prehodita prav toliko - 9 km. V 5 urah prehodita 5-krat toliko, torej 45 km.

Za pravilno zapisano razdaljo, ki jo skupaj prehodita v 1 uri .... (1 točka)

Za pravilno zapisano razdaljo, ki jo skupaj prehodita v 5 urah .... (1 točka)

(b) Upoštevamo, da se, če hodita v isto smer, snideta po 5 urah - to pomeni, da je od celotne skupne prehojene razdalje 45 km prehodil hitrejši popotnik 9 km več kot počasnejši, ker sta bili toliko narazen njuni legi na začetku. Od preostanka poti, $45\text{ km} - 9\text{ km} = 36\text{ km}$ pa prehodita vsak pol, 18 km. Počasnejši popotnik torej prehodi v 5 urah 18 km, hitrejši pa $18\text{ km} + 9\text{ km} = 27\text{ km}$.

Za pravilno izračunano pot počasnejšega popotnika .... (2 točki)

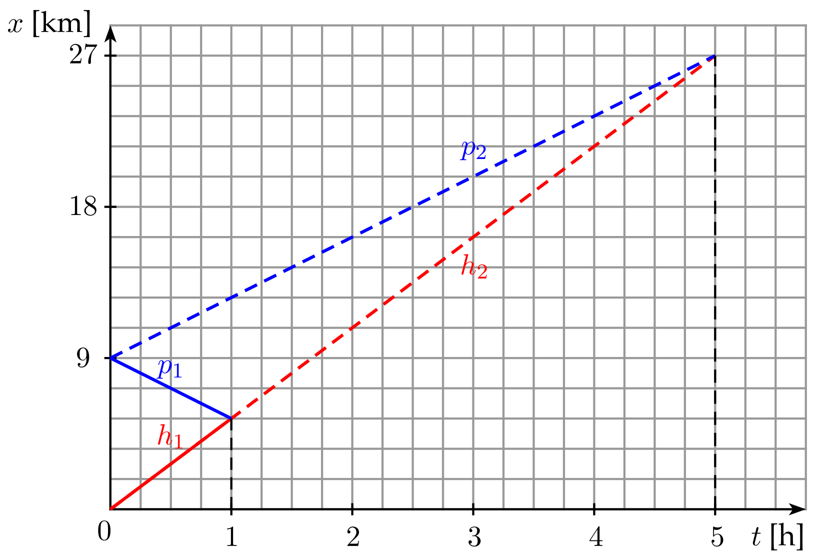
Za delno pravilno sklepanje ali skico k reševanju problema .... (1 točka)

(c) Hitrejši prehodi 27 km v 5 urah, torej hodi s hitrostjo $v_H = \frac{27\,\text{km}}{5\,\text{h}} = 5{,}4\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Počasnejši prehodi 18 km v 5 urah, torej hodi s hitrostjo $v_P = \frac{18\,\text{km}}{5\,\text{h}} = 3{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Za pravilno hitrost hitrejšega popotnika .... (1 točka)

Za pravilno hitrost počasnejšega popotnika .... (1 točka)

(d) Grafi, ki kažejo, kako se legi obeh popotnikov spreminjata s časom v primeru, ko si hodita nasproti (počasnejši p_1 in hitrejši h_1) in ko hodita v isto smer (počasnejši p_2 in hitrejši h_2).



Za v celoti pravilno narisane in označene grafe (tudi označeni osi, enoti, skali) . . (4 točke)

Za pravilno označene osi (količini, enoti, skali) .... (1 točka)

Za pravilno vrisani točki, ki ustrezata začetni legi obeh popotnikov .... (1 točka)

Za linearne grafe (vse) .... (1 točka)

Za enaki hitrosti v_P v obe smeri (strmini grafov p_1 in p_2) .... (1 točka)

(e) Razdalja med popotnikoma se v primeru, ko hitrejši dohiteva počasnejšega, zmanjša za 9 km v 5 urah, torej se zmanjšuje s hitrostjo $v_2 = \frac{9\,\text{km}}{5\,\text{h}} = 1{,}8\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ta hitrost je tudi razlika hitrosti obeh popotnikov, $v_2 = v_H - v_P = 5{,}4\,\frac{\text{km}}{\text{h}} - 3{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 1{,}8\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Razdalja med popotnikoma se v primeru, ko si hodita nasproti, zmanjšuje za 9 km vsako uro, torej se zmanjšuje s hitrostjo $v_1 = 9\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ta hitrost je tudi vsota hitrosti obeh popotnikov, $v_1 = v_H + v_P = 5{,}4\,\frac{\text{km}}{\text{h}} + 3{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 9\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Za pravilno hitrost v primeru, ko hitrejši dohiteva počasnejšega popotnika ......(2 točki)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **12 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

(a) Primer meritev je v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje pri meritvah je $\pm 10\%$.

Za vse meritve ...... **(6 točk)**

Za vsaj 15 meritev . . (5 točk)

Za vsaj 12 meritev . (4 točke)

Za vsaj 9 meritev . . (3 točke)

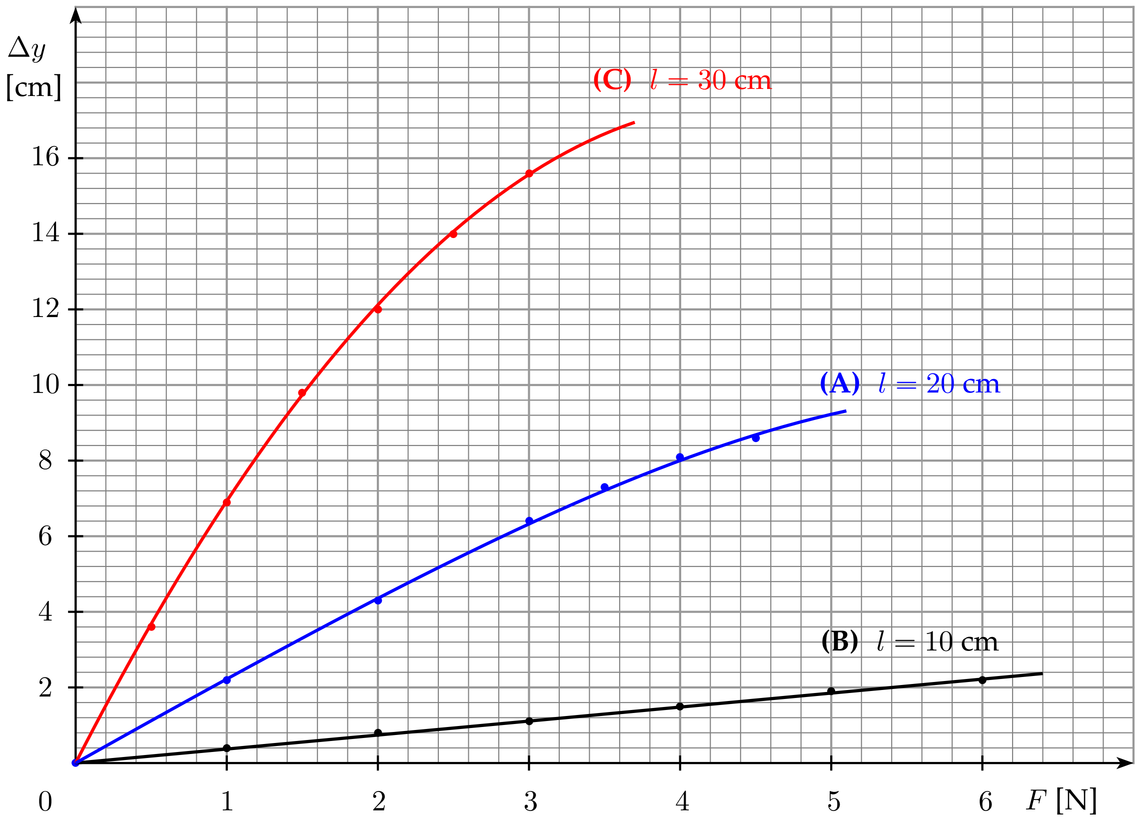
Za vsaj 6 meritev . . (2 točki)

Za vsaj 3 meritve . . (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo natančnost ($\pm 20\%$) se odšteje največ 2 točki.

(A) $l = 20$ cm		**(B)** $l = 10$ cm		**(C)** $l = 30$ cm	
m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]
0	0	0	0	0	0
100	2,2	100	0,4	50	3,6
200	4,3	200	0,8	100	6,9
300	6,4	300	1,1	150	9,8
350	7,3	400	1,5	200	12,0
400	8,1	500	1,9	250	14,0
450	8,6	600	2,2	300	15,6

(b) Grafi, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila.



Za v celoti pravilne grafe (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... **(4 točke)**

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

Za pravilen posamezen graf .... (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 12 izmerjenih točk .... (1 točka)

Za gladke sklenjene krivulje (in ne vse ravne črte), ki potekajo skozi in v bližini izmerjenih

točk ....(1 točka)

(c) Opažanja in ugotovitve o upogibanju enega ravnila so lahko:

(i) če na prosto krajišče ravnila deluje večja sila, se ravnilo bolj upogne (odmik krajišča od ničelne lege je večji), kot če deluje manjša sila,

(ii) odmik krajišča daljšega ravnila od ničelne lege je pri isti sili večji od odmika krajišča krajšega ravnila,

(iii) pri manjših silah sta odmik krajišča od ničelne lege in sila premosorazmerna,

(iv) pri večjih silah se pri dodatnem povečanju sile odmik krajišča od ničelne lege poveča za manj kot pri manjših silah,

(v) pri daljšem ravnilu je meja premosorazmernosti sile in odmika pri manjši sili kot pri krajšem ravnilu,

(vi) odmik krajišča ravnila od ničelne lege ni premosorazmeren dolžini ravnila,

(vii) pri večjih odmikih krajišča ravnila od ničelne lege deluje sila na krajišče ravnila pod kotom in je odmik zato manjši, kot če bi enako velika sila delovala na krajišče ravnila v smeri pravokotno na ravnilo.

Za štiri pravilne ugotovitve (od zgoraj naštetih) .... (4 točke)

Za posamezno pravilno ugotovitev ....(1 točka)

(d),(e) Primera meritev sta v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje pri meritvah **(D)** je $\pm 10\%$, pri **(E)** pa $\pm 20\%$ (ni nujno, da so vsi tekmovalci enako dobro zlepili ravnili).

Za vse meritve, dovolj natančno .... (4 točke)

Za vsaj 9 meritev, dovolj natančno .... (3 točke)

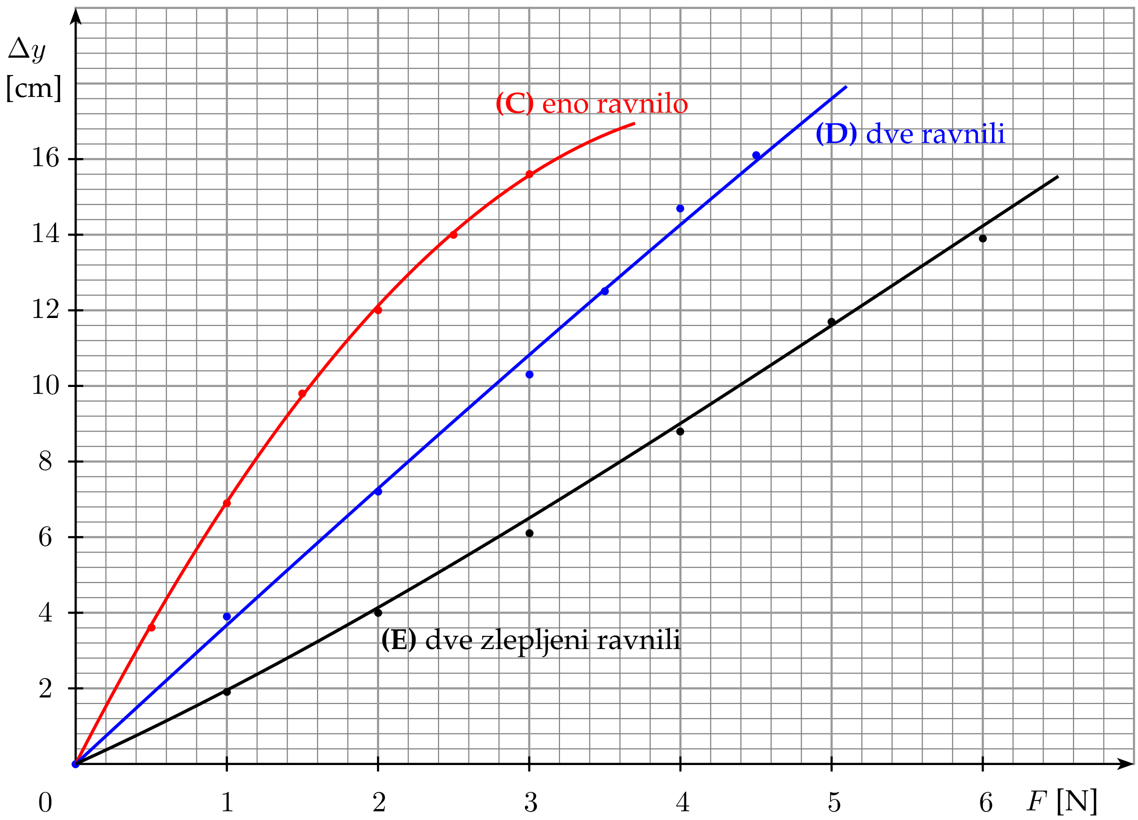
Za vsaj 6 meritev, dovolj natančno ....(2 točki)

Za vsaj 3 meritve, dovolj natančno .... (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo natančnost ($\pm 20\%$ in $\pm 30\%$) se odštejeta največ 2 točki.

2 ravnili, $l = 30$ cm		
	(D)	**(E)**
m [g]	Δy [cm]	Δy [cm]
0	0	0
100	3,9	1,9
200	7,2	4,0
300	10,3	6,1
400	12,5	8,8
500	14,7	11,7
600	16,1	13,9

(f) Grafi, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila.



Za v celoti pravilne grafe (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... (4 točke)

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

Za pravilen posamezen graf .... (1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 12 izmerjenih točk .... (1 točka)

Za gladke sklenjene krivulje (in ne vse ravne črte), ki potekajo skozi in v bližini izmerjenih točk .... (1 točka)

(g) Opažanja in ugotovitve o upogibanju enega ravnila so lahko:

(i) pri isti sili, ki deluje na krajišče ravnila se najbolj upogne eno ravnilo in najmanj dve po robu zlepljeni ravnili,

(ii) za isti odmik krajišča od ničelne lege mora na dve ravnili, samo položeni eno na drugo, delovati (približno) dvakrat tolikšna sila, kot deluje na eno ravnilo,

(iii) ko se ravnili, položeni eno na drugo, skupaj upogibata, nekoliko drsita eno ob drugem,

(iv) z lepljenjem robov ravnil drsenje ravnil enega ob drugem zmanjšamo in se zato zlepljeni ravnili pri isti sili manj upogneta kot nezlepljeni ravnili,

(v) pri dveh ravnilih je meja premosorazmernosti sile in odmika pri večji sili kot pri enem ravnilu.

Za tri pravilne ugotovitve (od zgoraj naštetih) .... (3 točke)

Za posamezno pravilno ugotovitev .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **25 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2015/16

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

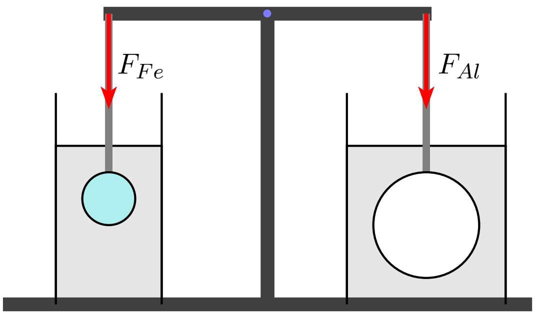
Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
A	D	A	B	D

A1 Če je zračni upor zanemarljiv, se med prostim padanjem skokice ohranja vsota njenih kinetične in potencialne energije. Z višino lege skokice se linearno spreminja njena potencialna energija, in zato se linearno spreminja tudi njena kinetična energija. Pri $h = 0$ je potencialna energija skokice manjša od njene potencialne energije pri $h > 0$, kinetična energija skokice pa je pri $h = 0$ za prav toliko **večja** od kinetične energije skokice pri $h > 0$. Graf kaže odvisnost $W_k(h)$.

A2 Ker sta krogli obešeni na enakih oddaljenostih od osi in ker je tehtnica v vodoravni ravnovesni legi, sklepamo, da sta sili F_{Al} in F_{Fe}, s katerima v vodo potopljeni krogli vlečeta nasprotna kraka tehtnice, enaki,

$$F_{Al} = F_{Fe} .$$



Sila posamezne krogle na krak tehtnice je po velikosti enaka razliki med težo krogle in silo vzgona na kroglo,

$$F_{Al} = F_{g,Al} - F_{v,Al} = V_{Al} \cdot g \cdot (\rho_{Al} - \rho_v)$$

in

$$F_{Fe} = F_{g,Fe} - F_{v,Fe} = V_{Fe} \cdot g \cdot (\rho_{Fe} - \rho_v) .$$

kjer sta V_{Al} in V_{Fe} prostornini krogel, ρ_{Al} in ρ_{Fe} pa gostoti aluminija in železa.

Ko sili krogel na kraka tehtnice izenačimo, dobimo

$$V_{Al} \cdot (\rho_{Al} - \rho_v) = V_{Fe} \cdot (\rho_{Fe} - \rho_v) .$$

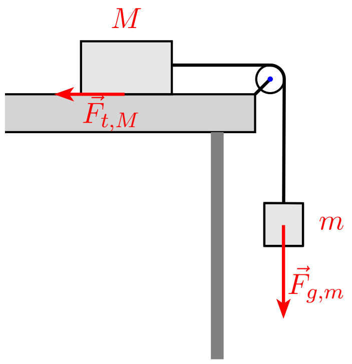
Ker je gostota železa večja od gostote aluminija, $\rho_{Fe} > \rho_{Al}$, je $(\rho_{Fe} - \rho_v) > (\rho_{Al} - \rho_v)$. Od tu sledi, da je prostornina krogle iz aluminija večja od prostornine krogle iz železa, $V_{Al} > V_{Fe}$.

Če je tako, deluje na železno kroglo manjša sila vzgona kot na kroglo iz aluminija, $F_{v,Fe} < F_{v,Al}$ in ker velja $F_{Al} = F_{Fe}$ vidimo, da velja tudi $F_{g,Fe} < F_{g,Al}$. Ko sta krogli nad vodno gladino, se tehtnica prevesi na stran težje krogle iz aluminija.

A3 Največje možno število pik v kvadratni inči, natisnjenih pri ločljivosti 600 dpi, je $600 \cdot 600 = 360\,000$. Kvadratna inča ima ploščino $2{,}54$ cm $\cdot 2{,}54$ cm $= 6{,}45(16)$ cm^2, kar pomeni, da je na vsakem cm^2 natisnjenih

$$\frac{360\,000}{6{,}45(16)\,\mathrm{cm}^2} = 55\,800 \text{ pik.}$$

A4 Klado in utež pospešuje teža uteži, gibanje pa zavira trenje med klado in mizo. Zapišemo 2. Newtonov zakon,



$$(m + M) \cdot a = m \cdot g - \frac{1}{10} M \cdot g\,.$$

Od tu izrazimo maso klade M,

$$M = m \cdot \frac{g - a}{a + \frac{1}{10}\,g} = m \cdot \frac{10 - 3}{3 + 1} = 0{,}2\,\mathrm{kg} \cdot \frac{7}{4} = 0{,}35\,\mathrm{kg}\,.$$

A5 Vsa štiri narisana vezja so med seboj ekvivalentna. Na vir napetosti sta zaporedno vezani dve kombinaciji dveh vzporedno vezanih žarnic.

Sklop B:

B1 (a) Petrova potencialna energija se pretvori v njegovo kinetično energijo. Od lege na vrhu omare visoke $h_0 = 1{,}8$ m do lege tik preden se z nogami dotakne tal se njegova potencialna energija zmanjša za $\Delta W_p = (-)m \cdot g \cdot h_0$, njegova kinetična energija pa se za prav toliko poveča, in ker je Peter na vrhu omare miroval, lahko zapišemo

$$m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2}\, m \cdot v_0^2\,,$$

odkoder dobimo njegovo hitrost tik preden se s stegnjenimi nogami dotakne tal,
$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 1{,}8\,\mathrm{m}} = \sqrt{36}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(b) Petrova hitrost se med doskokom z v_0 zmanjša na 0 na poti $h_1 = 0{,}5$ m, za kolikor se med doskokom v počep še dodatno zniža Petrovo težišče. Peter se med doskokom ustavlja s povprečnim pojemkom

$$\bar{a} = \frac{v_0^2}{2 \cdot h_1} = \frac{36\,\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2\ \cdot\ 2\ \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 36\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}6 \cdot g\,.$$

Za pravilni rezultat, izražen z g .... **(2 točki)**

Za pravilno upoštevano spremembo hitrosti ali pot ustavljanja .... (1 točka)

(c) Peter se med doskokom ustavlja čas t_1,

$$t_1 = \frac{\Delta v}{\bar{a}} = \frac{v_0}{\bar{a}} = \frac{6\,\mathrm{m}\ \cdot\ \mathrm{s}^2}{\mathrm{s}\ \cdot 36 \cdot m} = \frac{1}{6}\,\mathrm{s} = 0{,}17\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(d) Med doskokom delujeta na Petra dve sili: navzdol deluje sila teže $\vec{F_g}$, navzgor deluje na Petra sila tal $\vec{F_t}$. Njuna rezultanta $\vec{F_r} = \vec{F_g} + \vec{F_t}$ povzroči, da se Petrovo težišče med doskokom ustavlja s povprečnim pojemkom $\bar{a} = 3{,}6 \cdot g$, kar pomeni, da je rezultanta sil po velikosti enaka $F_r = m \cdot \bar{a} = m \cdot 3{,}6 \cdot g$, $F_r = 3{,}6 \cdot F_g$. Sila tal je od rezultante po velikosti še za Petrovo težjo večja, meri $F_t = 4{,}6 \cdot F_g$. Med doskokom z omare deluje na Petra sila tal, ki je po velikosti enaka $4{,}6$-kratniku njegove teže.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**

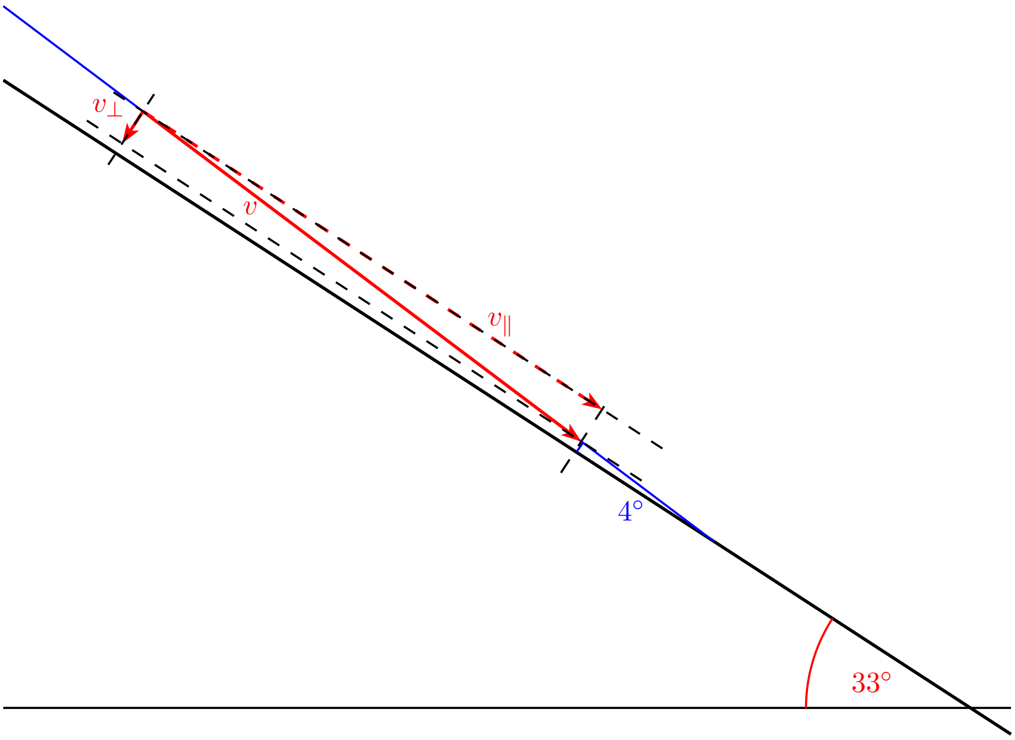
Za upoštevanje, da med doskokom na Petra deluje tudi teža .... (1 točka)

Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona .... (1 točka)

(e) Povprečni pojemek, s katerim se Peter med doskokom ustavlja, je obratno-sorazmeren poti, na kateri se ustavi, kot je zapisano v izrazu pri odgovoru pri nalogi (b). Če bi se njegovo težišče med doskokom spustilo le za pol toliko kot v prejšnjem primeru, $h_2 = \frac{1}{2}\,h_1$, bi bil njegov povprečni pojemek dvakrat tolikšen kot prej, torej $\bar{a}_2 = 2 \cdot \bar{a} = 7{,}2 \cdot g$. (Med površnim doskokom bi na Petra delovala sila tal, po velikosti enaka $8{,}2$-kratniku njegove teže.)

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(f) Petrovo hitrost $v = 33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (pravilno bi zapisali $\vec{v}$), ki ima tik pred pristankom na hrbtišču letalnice smer pod kotom $4°$ glede na podlago, razstavimo na dve pravokotni komponenti: na komponento, ki je v točki K vzporedna s podlago $v_{\parallel}$ (in je, tako kot hrbtišče na tistem mestu nagnjena za $33°$ glede na vodoravnico) in na komponento, ki je pravokotna na podlago $v_{\perp}$. Slika je narisana v merilu, kjer pomeni $6{,}6$ cm dolga usmerjena daljica hitrost $v = 33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (daljica, dolga 1 cm pa ustreza hitrosti $5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$). Z natančnim načrtovanjem ugotovimo, da meri daljica, ki ustreza pravokotni komponenti Petrove hitrosti tik pred pristankom, $0{,}45$ cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza pravokotni komponenti hitrosti $v_{\perp} = 2{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Za prav toliko se pravokotna komponenta Petrove hitrosti ob pristanku spremeni - zmanjša se na 0. Po pristanku se Peter giblje le vzporedno s podlago.



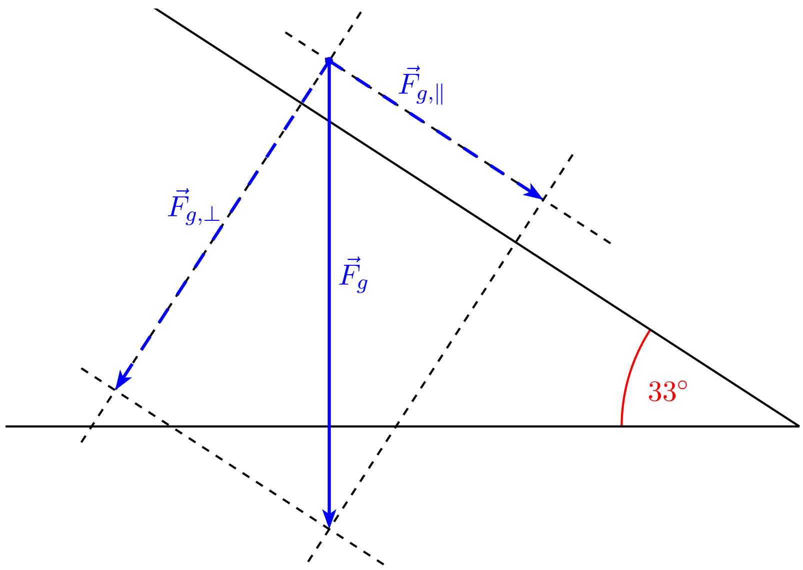
Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**
Za pravilni rezultat z manjšo natančnostjo $v_\perp = 2{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ .... (1 točka)

(g) Na podlago pravokotna komponenta Petrove hitrosti se med doskokom z $v_\perp$ zmanjša na 0 na poti $h_1 = 0{,}5$ m, za kolikor se med doskokom v telemark podlagi še dodatno približa Petrovo težišče. Med doskokom je povprečni pojemek v smeri, pravokotni na podlago

$$\bar{a}_\perp = \frac{v_\perp^2}{2 \cdot h_1} = \frac{(2{,}25)^2\ \cdot\ \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2\ \cdot\ 2\ \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 5{,}06\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 0{,}5 \cdot g\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(h) Med doskokom delujeta na Petra v smeri, pravokotni na podlago, sila podlage $\vec{F}_{p,\perp}$ v smeri ven iz podlage in statična komponenta teže $\vec{F}_{g,\perp}$ v smeri v podlago. (Poleg sile podlage in statične komponente teže deluje na Petra še dinamična komponenta teže $\vec{F}_{g,\|}$, ki pa na gibanje v smeri, pravokotni na podlago, ne vpliva.)



Rezultanta $\vec{F}_{g,\perp}$ in $\vec{F}_{p,\perp}$, po velikosti enaka $F_{r,\perp} = F_{p,\perp} - F_{g,\perp}$, povzroči Petrovo ustavljanje v smeri pravokotno na podlago s povprečnim pojemkom $\bar{a}_{\perp}$,

$$F_{r,\perp} = m \cdot \bar{a}_{\perp} = 62\,\mathrm{kg} \cdot 5{,}06\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 314\,\mathrm{N}\ \ (= 0{,}506 \cdot F_g)\,.$$

Statično komponento teže določimo z razstavljanjem teže na pravokotni komponenti. Slika je narisana v merilu, v katerem pomeni 1 cm silo 100 N. Na sliki izmerimo, da ustreza statični komponenti teže usmerjena daljica z dolžino 5,2 cm ±0,1 cm, kar pomeni, da je velikost $F_{g,\perp} = 520\,\mathrm{N}$.

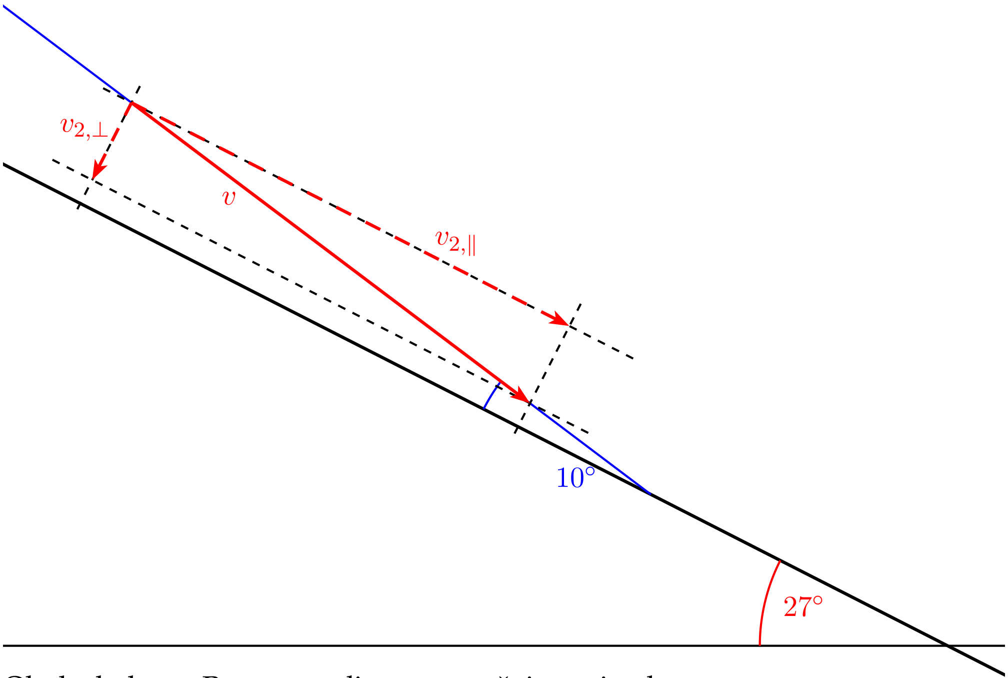
Med doskokom deluje na Petra povprečna pravokotna sila podlage $F_{p,\perp} = F_{r,\perp} + F_{g,\perp} = 314\,\mathrm{N} + 520\,\mathrm{N} = 834\,\mathrm{N}\ (= 1{,}35 \cdot F_g)$.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**

Za pravilno upoštevanje statične komponente teže .... (1 točka)

Za pravilen račun pravokotne rezultante sil iz 2. Newtonovega zakona .... (1 točka)

(i) Postopamo enako kot pri vprašanju (f). Pri načrtovanju upoštevamo, da se Peter tik pred doskokom giblje pod kotom 10° glede na podlago. Ugotovimo, da meri pravokotna komponenta hitrosti tik pred doskokom $v_{2,\perp} = 5{,}7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.



Ob doskoku se Peter ustavlja s povprečnim pojemkom

$$\bar{a}_{2,\perp} = \frac{v_{2,\perp}^2}{2 \cdot h_1} = \frac{(5{,}7)^2 \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2 \cdot 2 \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 32{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}25 \cdot g\,.$$

v smeri pravokotno na podlago.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**

Za pravilno pravokotno komponento hitrosti tik pred doskokom .... (1 točka)

Peter ima tik pred drugim opisanim doskokom v smeri pravokotni na podlago približno tolikšno hitrost, kot jo ima tik pred doskokom z 1,8 m visoke omare. Ker se njegovo težišče med obema doskokoma podlagi dodatno približa za isto razdaljo, sta približno enaka tudi pospeška.

Pravokotna sila podlage pa je med doskokom na **nagnjeno** hrbtišče letalnice vseeno nekoliko manjša kot pri doskoku z omare na vodoravna tla: pravokotna sila podlage na klancu dodatno uravnoveša le statično komponento teže (in ne celotne teže). Pri večjih naletnih kotih je sicer to zmanjšanje manj pomembno; po eni strani so pospeški pri doskoku tedaj večji in je večja rezultanta sil, po drugi strani pa je tedaj večja tudi statična komponenta teže.

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

B2 Pri reševanju nalog upoštevamo, da je napetost na posameznem porabniku U_R premo-sorazmerna toku I_R, ki teče skozi porabnik.

(a) Skozi en porabnik teče tok $I_{(a)} = 20$ mA. Ves naboj $e_0 = 360$ mAh, ki ga lahko skozi krog požene nova baterija do svojega izpraznjenja, steče skozi porabnik v času $t_{(a)}$, je $e_0 = I_{(a)} \cdot t_{(a)}$, od tu izrazimo čas

$$t_{(a)} = \frac{e_0}{I_{(a)}} = \frac{360\,\mathrm{mAh}}{20\,\mathrm{mA}} = 18\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(b) Na posameznem od obeh enakih porabnikov je polovica napetosti vira $U_0 = 9$ V, zato je tok $I_{(b)}$, ki teče skozi porabnika in skozi vir, le pol tolikšen kot v primeru (a), $I_{(b)} = \frac{1}{2}\,I_{(a)} = 10$ mA. Baterija se izprazni v času $t_{(b)}$, ki je dvakrat tolikšen kot čas $t_{(a)}$; $t_{(b)} = 2 \cdot t_{(a)} = 36$ h.
Za pravilni odgovor ($I_{(b)}$ in $t_{(b)}$) .... **(1 točka)**

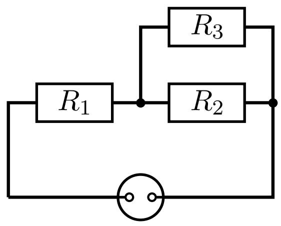
(c) Napetost na vsakem od porabnikov je enaka napetosti vira in skozi vsakega od njiju teče tok $I_{(a)}$, skozi vir pa skupni tok $I_{(c)} = 2 \cdot I_{(a)} = 40$ mA. Dvakrat tolikšen tok kot v primeru (a) pomeni, da se baterija izprazni v pol tolikšnem času kot v primeru (a), $t_{(c)} = \frac{1}{2}\,t_{(a)} = 9$ h.
Za pravilni odgovor ($I_{(c)}$ in $t_{(c)}$) .... **(1 točka)**

(d) Na porabniku v zgornji veji je napetost U_0, na posameznem od porabnikov v spodnji veji je napetost $\frac{1}{2}\,U_0$. Skozi porabnik v zgornji veji teče tok $I_{(a)}$, skozi zaporedno vezana porabnika v spodnji veji teče polovica tega toka, $I_{(b)}$. Skupni tok skozi vir je $I_{(d)} = I_{(a)} + I_{(b)} = 30$ mA. Čas $t_{(d)}$, v katerem se baterija izprazni, je

$$t_{(d)} = \frac{e_0}{I_{(d)}} = \frac{360\,\mathrm{mAh}}{30\,\mathrm{mA}} = 12\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor ($I_{(d)}$ in $t_{(d)}$) .... **(1 točka)**

(e) Na vzporedno vezanih porabnikih R_2 in R_3 je napetost ista, $U_2 = U_3 = U_{23}$. Skozi R_2 in R_3 tečeta po velikosti enaka tokova I_2 in I_3, $I_2 = I_3$. Njuna vsota je tok I_1, ki teče skozi vir in skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2$. To pomeni, da je napetost na prvem porabniku U_1 dvakrat tolikšna kot je napetost U_{23} na vzporedno vezanih porabnikih, $U_1 = 2 \cdot U_{23}$. Hkrati velja $U_1 + U_{23} = U_0 = 9$ V, dobimo $2 \cdot U_{23} + U_{23} = 3 \cdot U_{23} = U_0$.

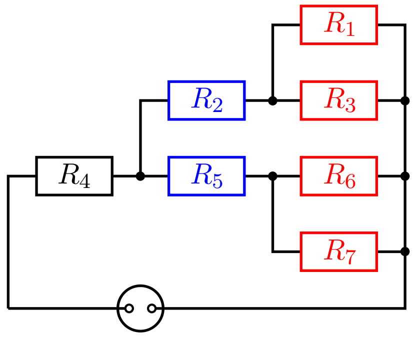


Napetost U_{23} na porabnikih R_2 in R_3 je enaka tretjini napetosti vira, kar pomeni, da skozi R_2 in R_3 tečeta tokova $I_2 = I_3 = \frac{1}{3}\,I_{(a)} = 6{,}67$ mA, skozi vir pa isti tok kot skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2 = \frac{2}{3}\,I_{(a)} = 13{,}3$ mA. Čas $t_{(e)}$, v katerem se baterija izprazni, je

$$t_{(e)} = \frac{e_0}{I_{(e)}} = \frac{e_0}{\frac{2}{3}\,I_{(a)}} = \frac{3 \cdot e_0}{2 \cdot I_{(a)}} = \frac{3\ \cdot\ 360\,\mathrm{mAh}}{2\ \cdot\ 20\,\mathrm{mA}} = 27\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor ($I_{(e)}$ in $t_{(e)}$) .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje $I_1 = 2 \cdot I_2$ **ali** $U_0 = U_1 + U_{23}$ .... (1 točka)

(f) Vezje na sliki ima precej simetrije, kar nam olajša sklepanje. Porabniki R_1, R_3, R_6 in R_7 so vezani ekvivalentno, na njih je ista napetost $U_1 = U_3 = U_6 = U_7 = U_{1367}$ in skoznje tečejo enaki tokovi $I_1 = I_3 = I_6 = I_7$. Vsota teh štirih tokov je tok skozi porabnik R_4 in skozi vir, $I_4 = I_{(f)} = 4 \cdot I_1$, torej velja



$$\frac{I_{(f)}}{I_1} = \frac{I_4}{I_1} = 4 \quad \text{in tudi} \quad \frac{U_4}{U_{1367}} = 4\,.$$

Vsota enakih tokov I_1 in I_3 je tok I_2 skozi porabnik R_2 (ki mu je ekvivalenten porabnik R_5), $I_2 = I_1 + I_3 = 2 \cdot I_1$, torej velja

$$\frac{I_2}{I_1} = 2 \quad \text{in tudi} \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_{25}}{U_{1367}} = 2\,.$$

Poglejmo še napetosti v izbranem krogu, naj bo to npr. krog s porabniki R_4, R_2 in R_1. Upoštevamo, da je vsota napetosti na teh porabnikih enaka napetosti vira. Zapišemo lahko

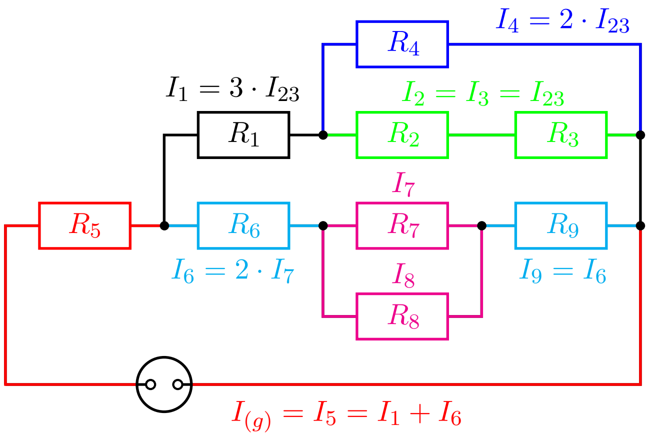
$$U_0 = U_4 + U_2 + U_1 = U_4 + U_{25} + U_{1367} = 4 \cdot U_{1367} + 2 \cdot U_{1367} + U_{1367} = 7 \cdot U_{1367}\,.$$

Napetost $U_1 = U_{1367}$ je enaka sedmini napetosti vira, $U_{1367} = \frac{1}{7}U_0$ in tok I_1 je enak sedmini toka $I_{(a)}$, $I_1 = \frac{1}{7}I_{(a)} = \frac{20}{7}$ mA $= 2{,}86$ mA. Tok skozi baterijo je $I_{(f)} = I_4 = 4 \cdot I_1 = \frac{4 \cdot 20}{7}$ mA $= \frac{80}{7}$ mA $= 11{,}43$ mA.

Za pravilni odgovor (I/I_1, U_2/U_1 in $I_{(f)}$) .... (3 točke)

Za posamezen pravilni rezultat .... (1 točka)

(g) Začnimo z zgornjo vejo vezja (s porabniki R_1, R_2, R_3 in R_4). Skozi R_2 in R_3 teče isti tok $I_2 = I_3 = I_{23}$ in na obeh porabnikih sta enaki napetosti, $U_2 = U_3$. Na porabniku R_4 je napetost $U_4 = U_2 + U_3 = 2 \cdot U_2$ in skozenj teče tok $I_4 = 2 \cdot I_{23}$. Skozi porabnik R_1 teče tok $I_1 = I_4 + I_{23} = 2 \cdot I_{23} + I_{23} = 3 \cdot I_{23}$. Razmerji tokov in napetosti sta



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_1}{I_{23}} = 3 \quad \text{in} \quad \frac{U_1}{U_2} = 3\,.$$

V spodnji veji vezja (porabniki R_6, R_7, R_8 in R_9) teče skozi porabnik R_7 tok I_7. Skozi porabnik R_8 teče enak tok, $I_8 = I_7$, skozi R_6 in R_9 pa teče isti tok $I_6 = I_9 = I_7 + I_8 = 2 \cdot I_7$. Za napetosti na porabnikih v tej veji lahko zapišemo $U_7 = U_8 = U_{78}$ in $U_6 = U_9 = 2 \cdot U_{78}$.
Hkrati velja, da sta vsoti napetosti na obeh vzporednih vejah enaki. Uporabimo že zapisana razmerja napetosti na porabnikih in zapišemo

$$U_1 + U_4 = U_6 + U_7 + U_9 \qquad \text{in} \qquad 3 \cdot U_2 + 2 \cdot U_2 = 2 \cdot U_{78} + U_{78} + 2 \cdot U_{78}\,.$$

Vidimo, da velja $U_2 = U_{78}$. Ker so vsi porabniki enaki, to pomeni, da velja tudi $I_{23} = I_7 = I_8$. Za tok skozi baterijo in porabnik R_5 lahko zapišemo

$$I_{(g)} = I_5 = I_1 + I_6 = 3 \cdot I_{23} + 2 \cdot I_7 = 5 \cdot I_{23} \qquad \text{in} \qquad \frac{I_{(g)}}{I_2} = \frac{I_{(g)}}{I_{23}} = 5\,.$$

Napetost U_5 na porabniku R_5 je $U_5 = 5 \cdot U_2$.
Zdaj nam ostane le še zapis napetosti v enem od krogov, ki vključujejo baterijo. Izberemo si krog s porabniki R_5, R_1 in R_4. Zapišemo

$$U_0 = U_5 + U_1 + U_4 = 5 \cdot U_2 + 3 \cdot U_2 + 2 \cdot U_2 = 10 \cdot U_2$$

in od tu dobimo $U_2 = \frac{1}{10} U_0$ in $I_{23} = \frac{1}{10} I_{(a)} = 2$ mA in $I_{(g)} = 10$ mA.
Za vse pravilne odgovore .... (4 točke)
Za posamezen pravilni odgovor .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **13 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Na meritve vpliva velikost zrna koruze, ki ga tekmovalec uporabi. Pri vrednotenju bomo upoštevali tolerančno območje.

(a) Tehtnico lahko uravnovesimo z različnimi postopki:
   (i) spreminjamo maso plastelina na krajišču enega kraka tehtnice,
   (ii) spreminjamo lego plastelina na kraku,
   (iii) na drugem kraku spreminjamo lego sponke za papir, ki drži posodico,
   (iv) prestavimo lego šivanke na slamicah (naredimo luknjico - os - drugje).

Za dva pravilna postopka .... (2 točki)

Za posamezen postopek .... (1 točka)

(b) Masa lista papirja s ploščino $1\ \mathrm{m}^2$ je 80 g, masa lista papirja s ploščino $1\ \mathrm{dm}^2$ je $0{,}80$ g in masa lista papirja s ploščino $1\ \mathrm{cm}^2$ je $0{,}008\ \mathrm{g} = 8$ mg.

Za pravilno maso kvadratka s ploščino 1 cm^2 ... (1 točka)

Za pravilne še vse ostale mase .... (1 točka)

$N \cdot 1\ \mathrm{cm}^2$	m [mg]
1	8
5	40
10	80
25	200

(c) Masa zrna koruze je med $0{,}16$ g in $0{,}23$ g. Masivnejših zrn nismo našli. Ko smo merili mase, je imelo največ zrn maso $0{,}19\ \mathrm{g} = 190$ mg.

Za maso zrna koruze znotraj napisanega območja .... (2 točki)

Za maso zrna koruze znotraj širšega območja med $0{,}10$ g **in** $0{,}40$ g (to pomeni slabšo merilno natančnost) .... (1 točka)

(d) Razpočeno koruzno zrno ima za približno $15\,\%$ (med $10\,\%$ in $20\,\%$) manjšo maso kot surovo koruzno zrno.

Za maso razpočenega zrna koruze znotraj območja .... (2 točki)

Za maso razpočenega zrna koruze znotraj širšega območja med $5\,\%$ **in** $25\,\%$ (to pomeni slabšo merilno natančnost) .... (1 točka)

(e) Čeprav so zrna sušena, je v surovem koruznem zrnu še vedno nekaj vode. Ko zrno segrevamo, se voda v zrnu upari. Ker ima zrno ovojnico, voda ne more zlahka iz zrna, zato zrno raznese. Hkrati se v njem spremeni tudi škrob. Razpočeno koruzno zrno ima manjšo maso od surovega, ker je iz zrna ušla uparjena voda.

Za omenjeno uparevanje vode kot vzrok za to, da se zrno razpoči . . . . (1 točka)

Za omenjeno povezavo med maso vode, ki se upari, in razliko med masama surovega in razpočenega zrna . . . . (1 točka)

(f) Primer meritev je v razpredelnici.

Za vsaj 6 meritev s smiselnimi rezultati . . . . (4 točke)

Za 5 meritev, dovolj natančno . . . . (3 točke)

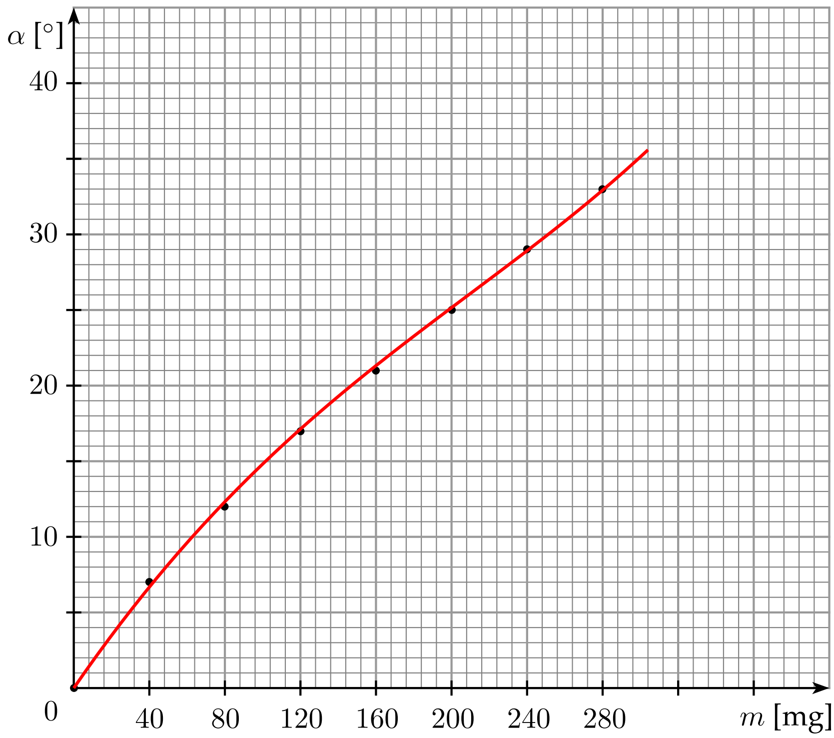
Za 4 meritve, dovolj natančno . . . . (2 točki)

Za 3 meritve, dovolj natančno . . . . (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo - a še vedno pogojno uporabno - občutljivost, za do pol manjše odklone . . . . (2 točki)

m [mg]	α [°]
0	0
40	7
80	12
120	17
160	21
200	25
240	29
280	33

(g) Umeritvena krivulja za mikrotehtnico, ki kaže povezavo med odklonom tehtnice od ravnovesne lege α in maso uteži m.



Za v celoti pravilno umeritveno krivuljo (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) . (4 točke)

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

Za pravilen vnos vsaj 6 izmerjenih točk . . . . (2 točki)

Za pravilen vnos 4 ali 5 izmerjenih točk . . . . (1 točka)

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

(h) Občutljivost mikrotehtnice se spremeni, če se spremeni

(i) dolžina krakov tehtnice (slamic),

(ii) masa posodice na enem kraku in masa plastelina za uravnoteženje na drugem kraku,

(iii) razporeditev mase na krakih (če posodica ne bi visela s krajišča kraka, ali če bi namesto dveh sponk za papir uporabili manj ali več sponk, in bi visela posodica višje ali nižje, ali če bi drugi krak uravnovesili s plastelinom v drugi posodici, ki bi visela z drugega kraka)

(iv) trenje v ležaju,

(v) ukrivljenost krakov (s tem se posredno spremeni razporeditev mase glede na os tehtnice).

Za tri parametre .... (3 točke)

Za posamezen parameter .... (1 točka)

(i) Da občutljivost tehtnice **povečamo**, naštete parametre spremenimo tako:

(i) dolžino krakov tehtnice **povečamo** (povečamo ročico),

(ii) maso posodice na enem kraku in maso plastelina za uravnoteženje na drugem kraku **zmanjšamo** (zmanjšamo maso gibljivih sestavnih delov tehtnice),

(iii) razporeditev mase na krakih: posodico **odmaknemo** še bolj stran **od osi** (šivanke), namesto dveh sponk za papir uporabimo **manj** sponk in bi posodica visela **višje**, plastelin na drugem kraku stisnemo ob krak,

(iv) trenje v ležaju **zmanjšamo**,

(v) ukrivljenost krakov **zmanjšamo**.

Za tri pravilne spremembe parametrov .... (3 točke)

Za posamezno pravilno spremembo parametra .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **24 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2015/16

8. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

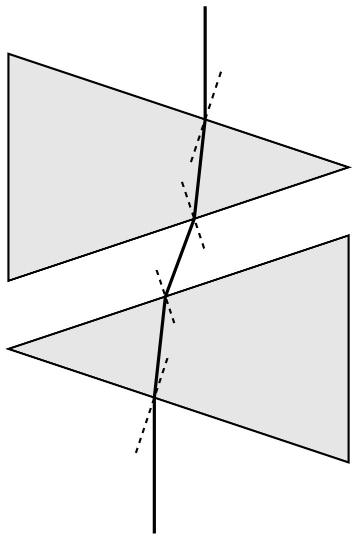
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
B	A	B	A	D

A1 Varnostna razdalja r_v je pot, ki jo vozilo prevozi v 2 s, in je premosorazmerna hitrosti vozila. Premo sorazmerje kaže graf B.

A2 Največje možno število pik v kvadratni inči, natisnjenih pri ločljivosti 600 dpi, je $600 \cdot 600 = 360\,000$. Kvadratna inča ima ploščino $2{,}54\ \mathrm{cm} \cdot 2{,}54\ \mathrm{cm} = 6{,}45(16)\ \mathrm{cm}^2$, kar pomeni, da je na vsakem cm^2 natisnjenih

$$\frac{360\,000}{6{,}45(16)\ \mathrm{cm}^2} = 55\,800\ \text{pik}.$$

A3 Svetloba prehaja skozi enaki prizmi, postavljeni, kot kažejo slike, enako kot skozi planparalelno ploščico. Pravilno kaže prehod svetlobe skozi par prizm slika B.



A4 Količine, ki niso podane, ocenimo.

Ploščina ploskve, na kateri se stika baletni copat s parketom $S_A \approx 5\ \mathrm{cm}^2$, sila primabalerine na tla je $F_A \approx 500\ \mathrm{N}$ in tlak pod copatom je

$$p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{500\ \mathrm{N}}{5\ \mathrm{cm}^2} = 1\,000\,000\ \mathrm{Pa} = 10\ \mathrm{bar}.$$

Ocenimo ploščino ploskve S_1, na kateri se ena pnevmatika stika s podlago, $S_1 \approx 100\ \mathrm{cm}^2$. Štiri pnevmatike se s podlago stikajo na $S_B = 4 \cdot S_1 \approx 400\ \mathrm{cm}^2$. Sila avta na tla je $F_B = 10\,000\ \mathrm{N}$ in tlak pod kolesi je

$$p_B = \frac{F_B}{S_B} = \frac{10\,000\ \mathrm{N}}{400\ \mathrm{cm}^2} = 250\,000\ \mathrm{Pa} = 2{,}5\ \mathrm{bar}.$$

Debelina geotrikotnika je približno 1 mm. Ploščina robne ploskve geotrikotnika je $S_C \approx 16\,\mathrm{cm} \cdot 0{,}1\,\mathrm{cm} = 1{,}6\ \mathrm{cm}^2$. Sila geotrikotnika, na katerem je 1. del SSKJ, na mizo, je $F_C = 27$ N in tlak pod robom geotrikotnika je

$$p_C = \frac{F_C}{S_C} = \frac{27\,\mathrm{N}}{1{,}6\,\mathrm{cm}^2} = 168\,750\,\mathrm{Pa} \approx 1{,}7\,\mathrm{bar}.$$

Ploščina osnovne ploskve kocke je $S_D = 1\ \mathrm{m}^2$. Masa betonske kocke s prostornino $1\ \mathrm{m}^3$ je 2 300 kg (preberemo iz tabele gostot). Sila kocke na tla je $F_D = 23\,000$ N in tlak pod njo je

$$p_D = \frac{F_D}{S_D} = \frac{23\,000\,\mathrm{N}}{1\,\mathrm{m}^2} = 23\,000\,\mathrm{Pa} = 0{,}23\,\mathrm{bar}.$$

Tlak je največji pod baletnim copatom primabalerine.

A5 Na ekvatorju gre Sonce v obdobju med spomladanskim in jesenskim enakonočjem čez severno polovico neba in so sence obrnjene bolj proti jugu, v obdobju med jesenskim in spomladanskim enakonočjem pa čez južno polovico neba in so sence obrnjene bolj proti severu. Senca navpične palice, ki jo je opazovala Batari, je bila tistega dne obrnjena bolj proti severu, kar pomeni, da se je Sonce gibalo čez južni del neba. Edini dan med naštetimi, ki je v ustrezni polovici leta (za prebivalce S poloble, zimski), je 20. december.

Sklop B:

B1 (a) Na jadrnico, ki miruje v brezvetrju na gladini jezera, delujeta dve sili: teža in sila vzgona. Skupna masa jadrnice in posadke je $m_{j+p} = 1\,000$ kg $+ 2 \cdot 80$ kg $= 1\,160$ kg. Skupna teža jadrnice in posadke je $F_{g,j+p} = 11\,600$ N. Sila vzgona uravnoveša skupno težo jadrnice in posadke, $F_{vzg,j+p} = F_{g,j+p} = 11\,600\ \mathrm{N} = 11{,}6\ \mathrm{kN}$.

Za pravilno silo vzgona .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano skupno maso .... (1 točka)

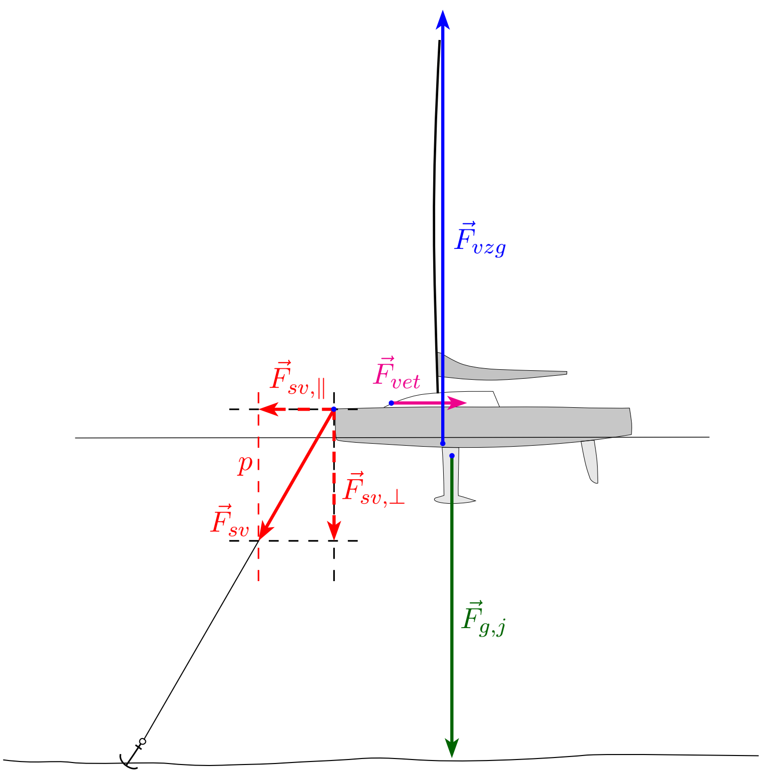
(b) Sila vzgona na jadrnico je po velikosti enaka teži vode, ki jo jadrnica izpodriva. Upoštevamo, da je teža 1 dm^3 vode enaka 10 N, teža 1 m^3 vode pa 10 kN. Ko sta na jadrnici oba člana posadke, ustreza sila vzgona $F_{vzg,j+p} = 11{,}6$ kN prostornini izpodrinjene vode $V_1 = 1{,}16\ \mathrm{m}^3$. Ko posadke ni na jadrnici, ustreza sila vzgona $F_{vzg,0} = F_{g,j} = 10$ kN prostornini izpodrinjene vode $V_0 = 1\ \mathrm{m}^3$.

Za pravilno prostornino V_1 .... **(1 točka)**
Za pravilno prostornino V_0 .... **(1 točka)**

(c) Ko piha veter, je sila vzgona na zasidrano jadrnico (C) večja kot sila vzgona, ko vetra ni. Ugrez jadrnice je takrat, ko piha veter, večji od ugreza v brezvetrju, ker jadrnico v vetru poleg teže (delno) navzdol dodatno vleče še napeta sidrna vrv. V brezvetrju lahka sidrna vrv ni napeta, če je le dovolj dolga, da sidro leži na dnu.

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(d) V vetru delujejo na mirujočo zasidrano jadrnico 4 sile: v smeri navzdol deluje teža $\vec{F}_{g,j}$, v smeri od premca proti krmi jadrnice deluje nanjo sila vetra $\vec{F}_{vet}$, v smeri sidrne vrvi deluje sila sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ in v smeri navzgor deluje sila vzgona $\vec{F}_{vzg}$. Ker jadrnica miruje, sklepamo, da so vse te sile v ravnovesju.



Vnaprej poznamo velikosti dveh sili, teže $F_{g,j} = 10$ kN in sile vetra $F_{vet} = 2{,}5$ kN, ki ju na sliki predstavimo s 4 cm in 1 cm dolgima usmerjenima daljicama.
Silo vetra uravnoveša vodoravna komponenta sile sidrne vrvi $F_{sv,\parallel} = 2{,}5$ kN, ki jo predstavimo z 1 cm dolgo usmerjeno daljico, usmerjeno v nasprotni smeri kot je sila vetra. Ker poznamo komponento sile sidrne vrvi in ker vemo, da sila sidrne vrvi deluje vzdolž vrvi, narišemo od krajišča $\vec{F}_{sv,\parallel}$ pravokotnico p na $\vec{F}_{sv,\parallel}$ in dobimo krajišče sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ v točki, kjer pravokotnica p seka sidrno vrv. Na sliki izmerimo, da je usmerjena daljica, s katero predstavimo silo sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ dolga $2{,}0\ \mathrm{cm} \pm 0{,}1\ \mathrm{cm}$, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 5{,}0\ \mathrm{kN} \pm 0{,}25\ \mathrm{kN}$.

Sila vzgona $\vec{F}_{vzg}$ uravnoveša vsoto teže $\vec{F}_{g,j}$ in navpične komponente sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv,\perp}$. Na sliki izmerimo, da je usmerjena daljica, s katero predstavimo navpično komponento sile sidrne vrvi $\vec{F}_{sv,\perp}$ dolga 1,73 cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza velikosti navpične komponente $F_{sv,\perp} = 4{,}33$ kN $\pm\,0{,}25$ kN. Vsota teže $\vec{F}_{g,j}$ in $\vec{F}_{sv,\perp}$ je po velikosti enaka sili vzgona, ki meri $F_{vzg} = 10\text{ kN} + 4{,}33\text{ kN} = 14{,}33\text{ kN} \pm 0{,}25$ kN in je na sliki predstavljena z usmerjeno daljico dolžine 5,73 cm $\pm\,0{,}1$ cm.

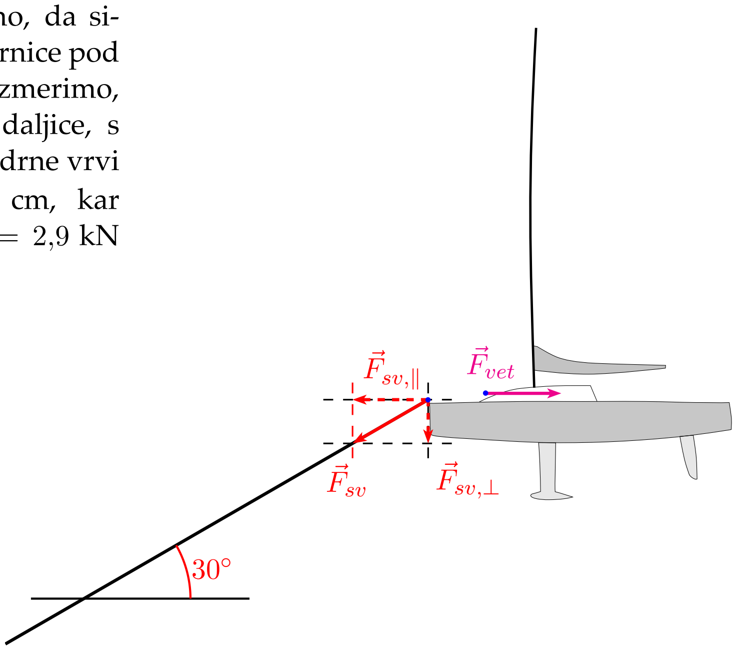
Prijemališča sil: teža prijemlje nekje na kobilici, nižje od sile vzgona. Sila vzgona prijemlje nekje v ugreznjenem delu trupa jadrnice (višje od teže). Sila sidrne vrvi prijemlje na premcu. Sila vetra prijemlje nekje na nadvodnem delu jadrnice.

Za pravilno narisane in poimenovane vse štiri sile (dolžine, smeri, prijemališča) (4 točke)
Za pravilno narisani in poimenovani sili teže in vetra .... (1 točka)
Za pravilno prikazano vodoravno komponento sile sidrne vrvi, nasprotno enako sili vetra .... (1 točka)
Za pravilno narisano silo sidrne vrvi .... (1 točka)
Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil .... (1 točka)

(e) Sila vzgona $F_{vzg} = 14{,}33$ kN $\pm\,0{,}25$ kN je po velikosti enaka teži izpodrinjene vode, kar pomeni, da zasidrana jadrnica izpodriva $1{,}433\text{ m}^3 \pm 0{,}025\text{ m}^3$ vode.
Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(f) Sila $\vec{F}_s$, s katero sidrna vrv vleče sidro, je po velikosti enaka sili, s katero sidrna vrv vleče premec jadrnice $\vec{F}_{sv}$, $F_s = F_{sv} = 5{,}0\text{ kN} \pm 0{,}25$ kN.
Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(g) Postopamo enako kot pri vprašanju (d), pri čemer upoštevamo, da sidrna vrv vleče premec jadrnice pod drugim kotom. Na sliki izmerimo, da je dolžina usmerjene daljice, s katero predstavimo silo sidrne vrvi $\vec{F}_{sv}$ dolga 1,2 cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 2{,}9$ kN $\pm\,0{,}25$ kN.



Za pravilni odgovor .... (3 točke)
Za pravilno narisani sili vetra in sidrne vrvi (dolžine, smeri, prijemališča) .... (2 točki)
Za pravilno prikazano vodoravno komponento sile sidrne vrvi, nasprotno enako sili vetra .... (1 točka)

(h) Z najmanjšo silo bi sidrna vrv vlekla sidro v smeri vzporedni z vodoravnim dnom, pod kotom 0° glede na dno. Po velikosti bi bila enaka sili vetra, 2,5 kN.
Za pravilno smer sidrne vrvi in sile .... (1 točka)
Za pravilno velikost sile .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **16 točk**.

B2 (a) Če se popotnika, ki sta spočetka 9 km narazen, snideta po eni uri hoje nasproti, to pomeni, da v eni uri prehodita prav toliko - 9 km. V 5 urah prehodita 5-krat toliko, torej 45 km.

Za pravilno zapisano razdaljo, ki jo skupaj prehodita v 1 uri .... (1 točka)

Za pravilno zapisano razdaljo, ki jo skupaj prehodita v 5 urah .... (1 točka)

(b) Upoštevamo, da se, če hodita v isto smer, snideta po 5 urah - to pomeni, da je od celotne skupne prehojene razdalje 45 km prehodil hitrejši popotnik 9 km več kot počasnejši, ker sta bili toliko narazen njuni legi na začetku. Od preostanka poti, $45\ \text{km} - 9\ \text{km} = 36\ \text{km}$ pa prehodita vsak pol, 18 km. Počasnejši popotnik torej prehodi v 5 urah 18 km, hitrejši pa $18\ \text{km} + 9\ \text{km} = 27\ \text{km}$.

Za pravilno izračunano pot počasnejšega popotnika .... (2 točki)

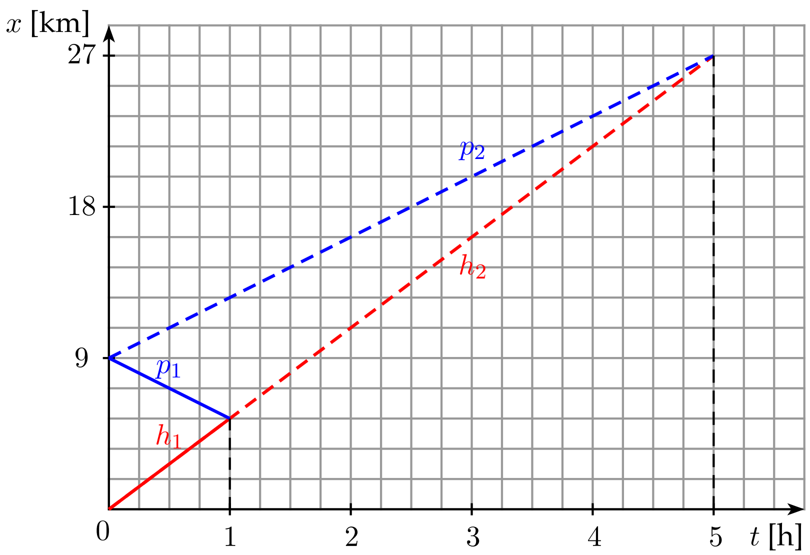
Za delno pravilno sklepanje ali skico k reševanju problema .... (1 točka)

(c) Hitrejši prehodi 27 km v 5 urah, torej hodi s hitrostjo $v_H = \frac{27\,\text{km}}{5\,\text{h}} = 5{,}4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Počasnejši prehodi 18 km v 5 urah, torej hodi s hitrostjo $v_P = \frac{18\,\text{km}}{5\,\text{h}} = 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Za pravilno hitrost hitrejšega popotnika .... (1 točka)

Za pravilno hitrost počasnejšega popotnika .... (1 točka)

(d) Grafi, ki kažejo, kako se legi obeh popotnikov spreminjata s časom v primeru, ko si hodita nasproti (počasnejši p_1 in hitrejši h_1) in ko hodita v isto smer (počasnejši p_2 in hitrejši h_2).



Za v celoti pravilno narisane in označene grafe (tudi označeni osi, enoti, skali) . . (4 točke)

Za pravilno označene osi (količini, enoti, skali) .... (1 točka)

Za pravilno vrisani točki, ki ustrezata začetni legi obeh popotnikov .... (1 točka)

Za linearne grafe (vse) .... (1 točka)

Za enaki hitrosti v_P v obe smeri (strmini grafov p_1 in p_2) .... (1 točka)

(e) Razdalja med popotnikoma se v primeru, ko hitrejši dohiteva počasnejšega, zmanjša za 9 km v 5 urah, torej se zmanjšuje s hitrostjo $v_2 = \frac{9\,\text{km}}{5\,\text{h}} = 1{,}8\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ta hitrost je tudi razlika hitrosti obeh popotnikov, $v_2 = v_H - v_P = 5{,}4\ \frac{\text{km}}{\text{h}} - 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1{,}8\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Razdalja med popotnikoma se v primeru, ko si hodita nasproti, zmanjšuje za 9 km vsako uro, torej se zmanjšuje s hitrostjo $v_1 = 9\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Ta hitrost je tudi vsota hitrosti obeh popotnikov, $v_1 = v_H + v_P = 5{,}4\ \frac{\text{km}}{\text{h}} + 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 9\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Za pravilno hitrost v primeru, ko hitrejši dohiteva počasnejšega popotnika ...... (2 točki)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **12 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

(a) Primer meritev je v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje pri meritvah je $\pm 10\%$.

Za vse meritve ...... **(6 točk)**

Za vsaj 15 meritev ..(5 točk)

Za vsaj 12 meritev .(4 točke)

Za vsaj 9 meritev ..(3 točke)

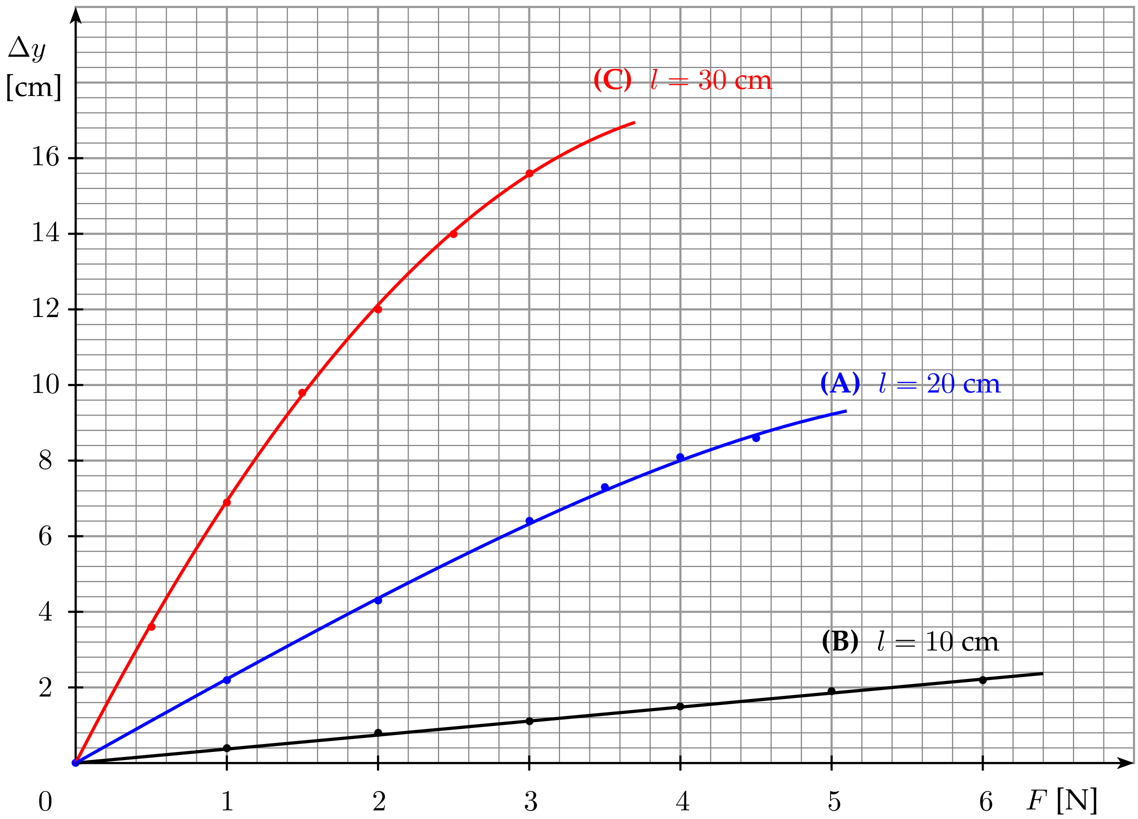
Za vsaj 6 meritev ..(2 točki)

Za vsaj 3 meritve ..(1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo natančnost ($\pm 20\%$) se odšteje največ 2 točki.

(A) $l = 20$ cm		**(B)** $l = 10$ cm		**(C)** $l = 30$ cm	
m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]	m [g]	Δy [cm]
0	0	0	0	0	0
100	2,2	100	0,4	50	3,6
200	4,3	200	0,8	100	6,9
300	6,4	300	1,1	150	9,8
350	7,3	400	1,5	200	12,0
400	8,1	500	1,9	250	14,0
450	8,6	600	2,2	300	15,6

(b) Grafi, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila.



Za v celoti pravilne grafe (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... **(4 točke)**

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

Za pravilen posamezen graf ....(1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 12 izmerjenih točk ....(1 točka)

Za gladke sklenjene krivulje (in ne vse ravne črte), ki potekajo skozi in v bližini izmerjenih

točk .... (1 točka)

(c) Opažanja in ugotovitve o upogibanju enega ravnila so lahko:

(i) če na prosto krajišče ravnila deluje večja sila, se ravnilo bolj upogne (odmik krajišča od ničelne lege je večji), kot če deluje manjša sila,

(ii) odmik krajišča daljšega ravnila od ničelne lege je pri isti sili večji od odmika krajišča krajšega ravnila,

(iii) pri manjših silah sta odmik krajišča od ničelne lege in sila premosorazmerna,

(iv) pri večjih silah se pri dodatnem povečanju sile odmik krajišča od ničelne lege poveča za manj kot pri manjših silah,

(v) pri daljšem ravnilu je meja premosorazmernosti sile in odmika pri manjši sili kot pri krajšem ravnilu,

(vi) odmik krajišča ravnila od ničelne lege ni premosorazmeren dolžini ravnila,

(vii) pri večjih odmikih krajišča ravnila od ničelne lege deluje sila na krajišče ravnila pod kotom in je odmik zato manjši, kot če bi enako velika sila delovala na krajišče ravnila v smeri pravokotno na ravnilo.

Za štiri pravilne ugotovitve (od zgoraj naštetih) .... (4 točke)

Za posamezno pravilno ugotovitev .... (1 točka)

(d),(e) Primera meritev sta v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje pri meritvah **(D)** je $\pm 10\%$, pri **(E)** pa $\pm 20\%$ (ni nujno, da so vsi tekmovalci enako dobro zlepili ravnili).

Za vse meritve, dovolj natančno .... (4 točke)

Za vsaj 9 meritev, dovolj natančno .... (3 točke)

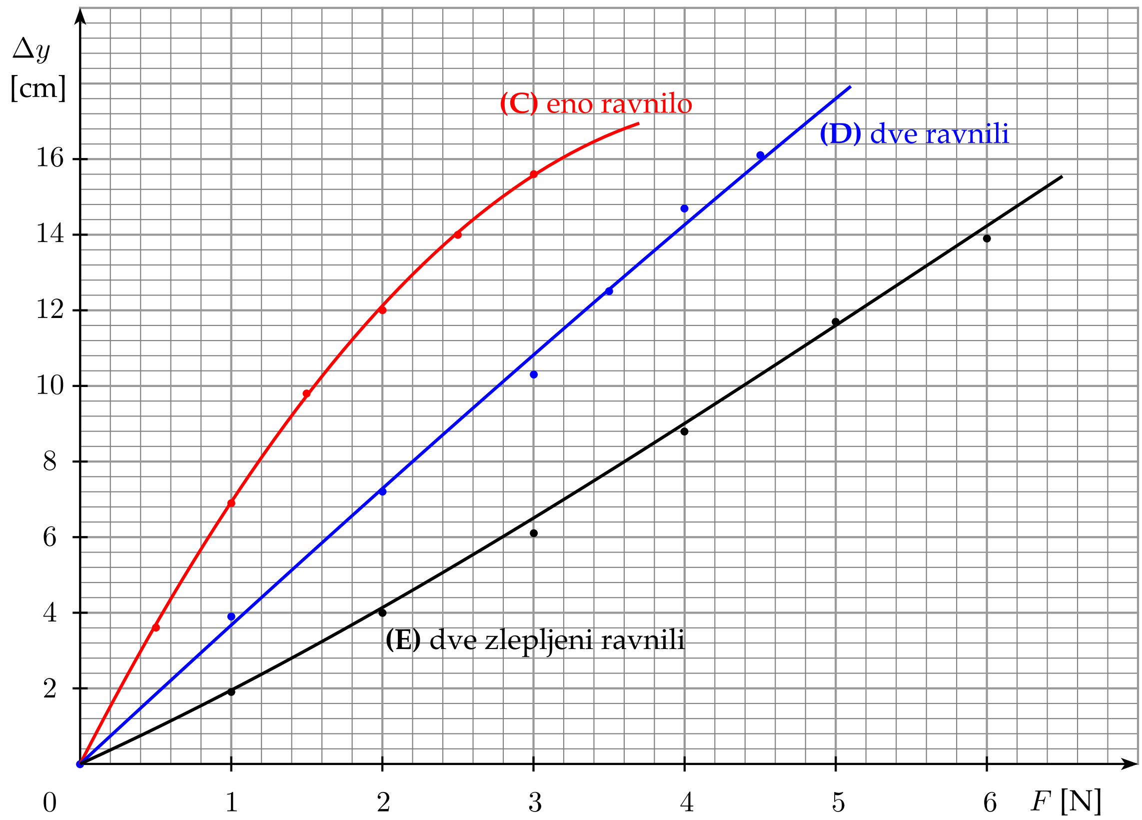
Za vsaj 6 meritev, dovolj natančno .... (2 točki)

Za vsaj 3 meritve, dovolj natančno .... (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo natančnost ($\pm 20\%$ in $\pm 30\%$) se odštejeta največ 2 točki.

2 ravnili, $l = 30$ cm		
	(D)	**(E)**
m [g]	Δy [cm]	Δy [cm]
0	0	0
100	3,9	1,9
200	7,2	4,0
300	10,3	6,1
400	12,5	8,8
500	14,7	11,7
600	16,1	13,9

(f) Grafi, ki kažejo, kako je odmik krajišča ravnila od ničelne lege odvisen od sile, ki deluje na krajišče ravnila.



Za v celoti pravilne grafe (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) ....(4 točke)

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

Za pravilen posamezen graf ....(1 točka)

Za pravilen vnos vsaj 12 izmerjenih točk ....(1 točka)

Za gladke sklenjene krivulje (in ne vse ravne črte), ki potekajo skozi in v bližini izmerjenih točk ....(1 točka)

(g) Opažanja in ugotovitve o upogibanju enega ravnila so lahko:
   (i) pri isti sili, ki deluje na krajišče ravnila se najbolj upogne eno ravnilo in najmanj dve po robu zlepljeni ravnili,
   (ii) za isti odmik krajišča od ničelne lege mora na dve ravnili, samo položeni eno na drugo, delovati (približno) dvakrat tolikšna sila, kot deluje na eno ravnilo,
   (iii) ko se ravnili, položeni eno na drugo, skupaj upogibata, nekoliko drsita eno ob drugem,
   (iv) z lepljenjem robov ravnil drsenje ravnil enega ob drugem zmanjšamo in se zato zlepljeni ravnili pri isti sili manj upogneta kot nezlepljeni ravnili,
   (v) pri dveh ravnilih je meja premosorazmernosti sile in odmika pri večji sili kot pri enem ravnilu.

Za tri pravilne ugotovitve (od zgoraj naštetih) ....(3 točke)

Za posamezno pravilno ugotovitev ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **25 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2015/16

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

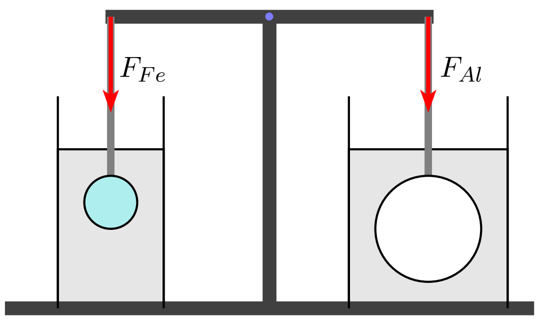
Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	A2	A3	A4	A5
A	D	A	B	D

A1 Če je zračni upor zanemarljiv, se med prostim padanjem skokice ohranja vsota njenih kinetične in potencialne energije. Z višino lege skokice se linearno spreminja njena potencialna energija, in zato se linearno spreminja tudi njena kinetična energija. Pri $h = 0$ je potencialna energija skokice manjša od njene potencialne energije pri $h > 0$, kinetična energija skokice pa je pri $h = 0$ za prav toliko **večja** od kinetične energije skokice pri $h > 0$. Graf kaže odvisnost $W_k(h)$.

A2 Ker sta krogli obešeni na enakih oddaljenostih od osi in ker je tehtnica v vodoravni ravnovesni legi, sklepamo, da sta sili F_{Al} in F_{Fe}, s katerima v vodo potopljeni krogli vlečeta nasprotna kraka tehtnice, enaki,

$$F_{Al} = F_{Fe} \, .$$



Sila posamezne krogle na krak tehtnice je po velikosti enaka razliki med težo krogle in silo vzgona na kroglo,

$$F_{Al} = F_{g,Al} - F_{v,Al} = V_{Al} \cdot g \cdot (\rho_{Al} - \rho_v)$$

in

$$F_{Fe} = F_{g,Fe} - F_{v,Fe} = V_{Fe} \cdot g \cdot (\rho_{Fe} - \rho_v) \, .$$

kjer sta V_{Al} in V_{Fe} prostornini krogel, ρ_{Al} in ρ_{Fe} pa gostoti aluminija in železa.

Ko sili krogel na kraka tehtnice izenačimo, dobimo

$$V_{Al} \cdot (\rho_{Al} - \rho_v) = V_{Fe} \cdot (\rho_{Fe} - \rho_v) \, .$$

Ker je gostota železa večja od gostote aluminija, $\rho_{Fe} > \rho_{Al}$, je $(\rho_{Fe} - \rho_v) > (\rho_{Al} - \rho_v)$. Od tu sledi, da je prostornina krogle iz aluminija večja od prostornine krogle iz železa, $V_{Al} > V_{Fe}$.

Če je tako, deluje na železno kroglo manjša sila vzgona kot na kroglo iz aluminija, $F_{v,Fe} < F_{v,Al}$ in ker velja $F_{Al} = F_{Fe}$ vidimo, da velja tudi $F_{g,Fe} < F_{g,Al}$. Ko sta krogli nad vodno gladino, se tehtnica prevesi na stran težje krogle iz aluminija.

A3 Največje možno število pik v kvadratni inči, natisnjenih pri ločljivosti 600 dpi, je $600 \cdot 600 = 360\,000$. Kvadratna inča ima ploščino $2{,}54$ cm $\cdot 2{,}54$ cm $= 6{,}45(16)$ cm^2, kar pomeni, da je na vsakem cm^2 natisnjenih

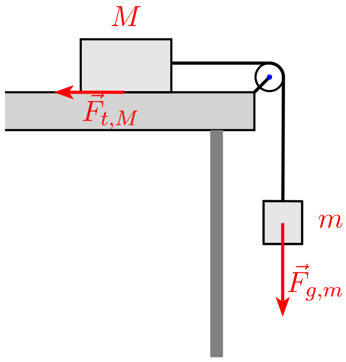
$$\frac{360\,000}{6{,}45(16)\,\mathrm{cm}^2} = 55\,800 \text{ pik.}$$

A4 Klado in utež pospešuje teža uteži, gibanje pa zavira trenje med klado in mizo. Zapišemo 2. Newtonov zakon,

$$(m+M)\cdot a = m\cdot g - \frac{1}{10}M\cdot g\,.$$

Od tu izrazimo maso klade M,

$$M = m\cdot\frac{g-a}{a+\frac{1}{10}g} = m\cdot\frac{10-3}{3+1} = 0{,}2\,\mathrm{kg}\cdot\frac{7}{4} = 0{,}35\,\mathrm{kg}\,.$$



A5 Vsa štiri narisana vezja so med seboj ekvivalentna. Na vir napetosti sta zaporedno vezani dve kombinaciji dveh vzporedno vezanih žarnic.

Sklop B:

B1 (a) Petrova potencialna energija se pretvori v njegovo kinetično energijo. Od lege na vrhu omare visoke $h_0 = 1{,}8$ m do lege tik preden se z nogami dotakne tal se njegova potencialna energija zmanjša za $\Delta W_p = (-)m \cdot g \cdot h_0$, njegova kinetična energija pa se za prav toliko poveča, in ker je Peter na vrhu omare miroval, lahko zapišemo

$$m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2}\, m \cdot v_0^2\,,$$

odkoder dobimo njegovo hitrost tik preden se s stegnjenimi nogami dotakne tal,
$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 1{,}8\,\mathrm{m}} = \sqrt{36}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(b) Petrova hitrost se med doskokom z v_0 zmanjša na 0 na poti $h_1 = 0{,}5$ m, za kolikor se med doskokom v počep še dodatno zniža Petrovo težišče. Peter se med doskokom ustavlja s povprečnim pojemkom

$$\bar{a} = \frac{v_0^2}{2 \cdot h_1} = \frac{36\,\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2 \cdot 2 \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 36\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}6 \cdot g\,.$$

Za pravilni rezultat, izražen z g .... **(2 točki)**

Za pravilno upoštevano spremembo hitrosti ali pot ustavljanja .... (1 točka)

(c) Peter se med doskokom ustavlja čas t_1,

$$t_1 = \frac{\Delta v}{\bar{a}} = \frac{v_0}{\bar{a}} = \frac{6\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^2}{\mathrm{s} \cdot 36 \cdot m} = \frac{1}{6}\,\mathrm{s} = 0{,}17\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(d) Med doskokom delujeta na Petra dve sili: navzdol deluje sila teže $\vec{F}_g$, navzgor deluje na Petra sila tal $\vec{F}_t$. Njuna rezultanta $\vec{F}_r = \vec{F}_g + \vec{F}_t$ povzroči, da se Petrovo težišče med doskokom ustavlja s povprečnim pojemkom $\bar{a} = 3{,}6 \cdot g$, kar pomeni, da je rezultanta sil po velikosti enaka $F_r = m \cdot \bar{a} = m \cdot 3{,}6 \cdot g$, $F_r = 3{,}6 \cdot F_g$. Sila tal je od rezultante po velikosti še za Petrovo težjo večja, meri $F_t = 4{,}6 \cdot F_g$. Med doskokom z omare deluje na Petra sila tal, ki je po velikosti enaka $4{,}6$-kratniku njegove teže.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**

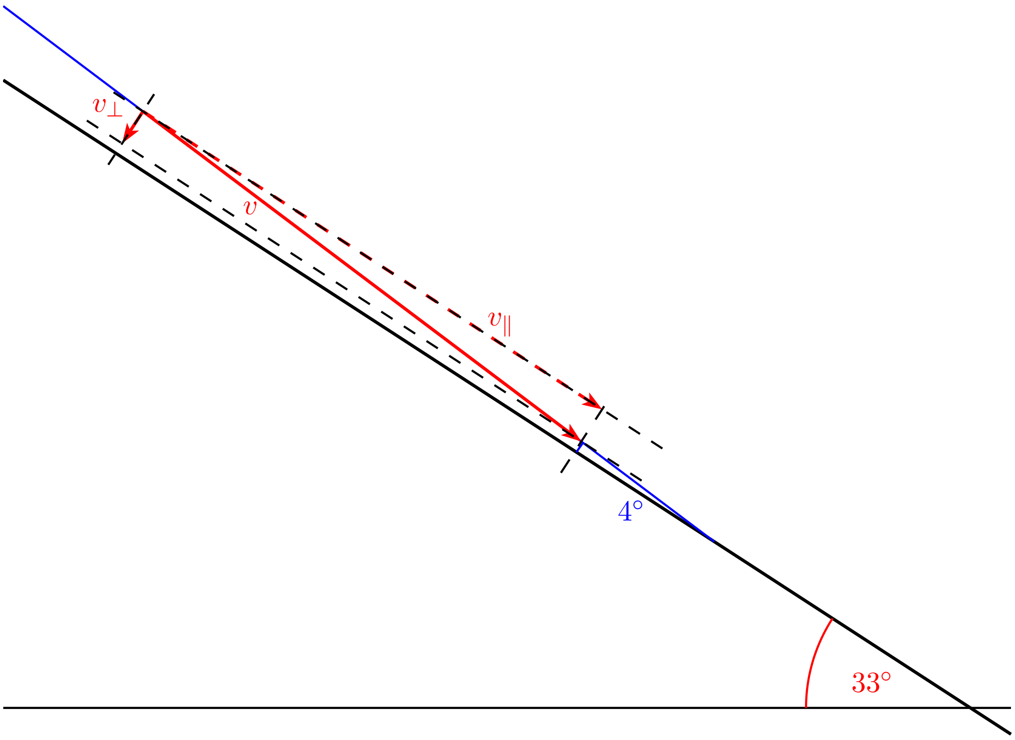
Za upoštevanje, da med doskokom na Petra deluje tudi teža .... (1 točka)

Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona .... (1 točka)

(e) Povprečni pojemek, s katerim se Peter med doskokom ustavlja, je obratno-sorazmeren poti, na kateri se ustavi, kot je zapisano v izrazu pri odgovoru pri nalogi (b). Če bi se njegovo težišče med doskokom spustilo le za pol toliko kot v prejšnjem primeru, $h_2 = \frac{1}{2}\,h_1$, bi bil njegov povprečni pojemek dvakrat tolikšen kot prej, torej $\bar{a}_2 = 2 \cdot \bar{a} = 7{,}2 \cdot g$. (Med površnim doskokom bi na Petra delovala sila tal, po velikosti enaka $8{,}2$-kratniku njegove teže.)

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(f) Petrovo hitrost $v = 33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (pravilno bi zapisali $\vec{v}$), ki ima tik pred pristankom na hrbtišču letalnice smer pod kotom $4°$ glede na podlago, razstavimo na dve pravokotni komponenti: na komponento, ki je v točki K vzporedna s podlago $v_\parallel$ (in je, tako kot hrbtišče na tistem mestu nagnjena za $33°$ glede na vodoravnico) in na komponento, ki je pravokotna na podlago $v_\perp$. Slika je narisana v merilu, kjer pomeni $6{,}6$ cm dolga usmerjena daljica hitrost $v = 33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (daljica, dolga 1 cm pa ustreza hitrosti $5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$). Z natančnim načrtovanjem ugotovimo, da meri daljica, ki ustreza pravokotni komponenti Petrove hitrosti tik pred pristankom, $0{,}45$ cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza pravokotni komponenti hitrosti $v_\perp = 2{,}25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Za prav toliko se pravokotna komponenta Petrove hitrosti ob pristanku spremeni - zmanjša se na 0. Po pristanku se Peter giblje le vzporedno s podlago.



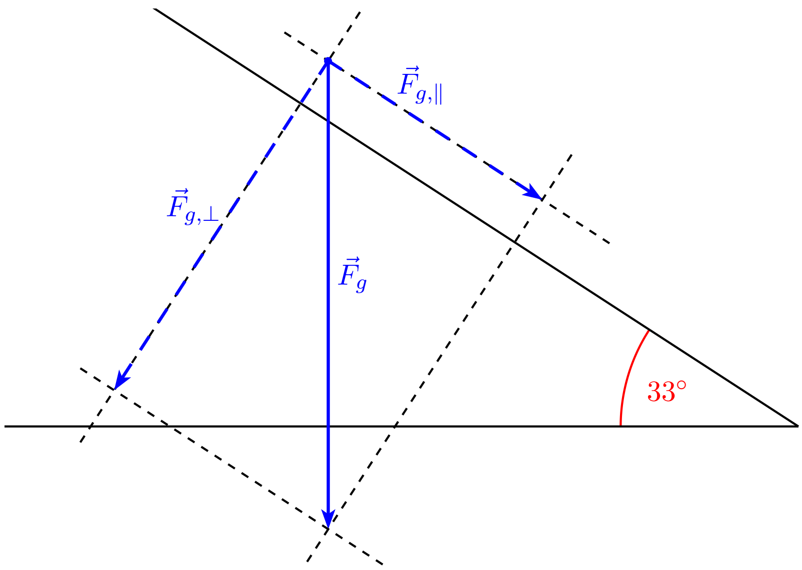
Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**
Za pravilni rezultat z manjšo natančnostjo $v_\perp = 2{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ .... (1 točka)

(g) Na podlago pravokotna komponenta Petrove hitrosti se med doskokom z $v_\perp$ zmanjša na 0 na poti $h_1 = 0{,}5$ m, za kolikor se med doskokom v telemark podlagi še dodatno približa Petrovo težišče. Med doskokom je povprečni pojemek v smeri, pravokotni na podlago

$$\bar{a}_\perp = \frac{v_\perp^2}{2 \cdot h_1} = \frac{(2{,}25)^2\ \cdot\ \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2\ \cdot\ 2\ \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 5{,}06\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 0{,}5 \cdot g\,.$$

Za pravilni rezultat .... **(1 točka)**

(h) Med doskokom delujeta na Petra v smeri, pravokotni na podlago, sila podlage $\vec{F}_{p,\perp}$ v smeri ven iz podlage in statična komponenta teže $\vec{F}_{g,\perp}$ v smeri v podlago. (Poleg sile podlage in statične komponente teže deluje na Petra še dinamična komponenta teže $\vec{F}_{g,\parallel}$, ki pa na gibanje v smeri, pravokotni na podlago, ne vpliva.)



Rezultanta $\vec{F}_{g,\perp}$ in $\vec{F}_{p,\perp}$, po velikosti enaka $F_{r,\perp} = F_{p,\perp} - F_{g,\perp}$, povzroči Petrovo ustavljanje v smeri pravokotno na podlago s povprečnim pojemkom $\bar{a}_\perp$,

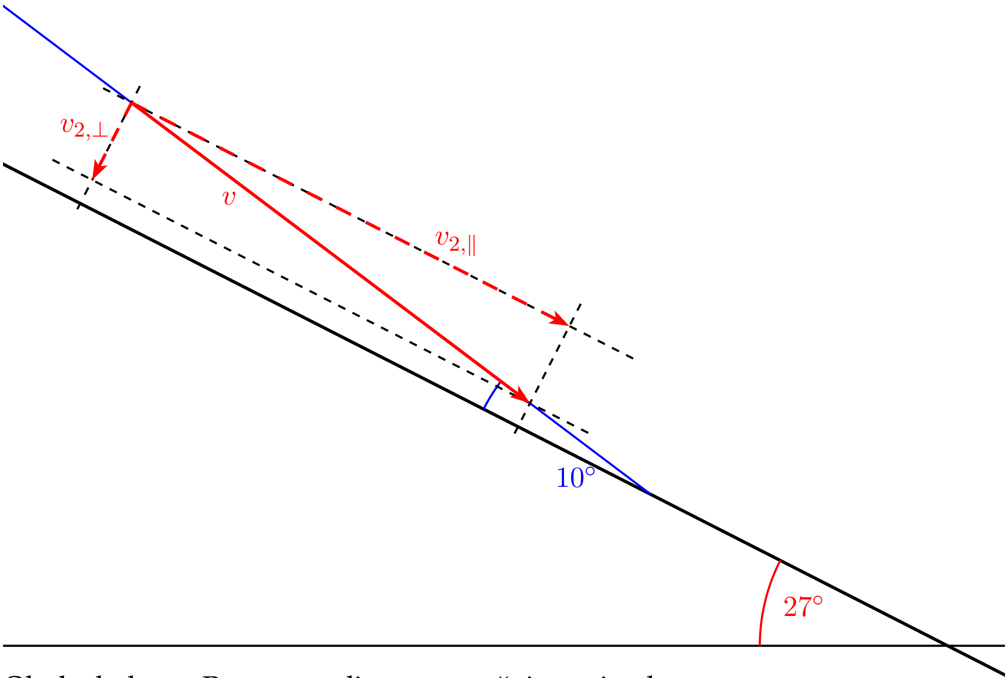
$$F_{r,\perp} = m \cdot \bar{a}_\perp = 62\,\mathrm{kg} \cdot 5{,}06\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 314\,\mathrm{N}\ \ (= 0{,}506 \cdot F_g)\,.$$

Statično komponento teže določimo z razstavljanjem teže na pravokotni komponenti. Slika je narisana v merilu, v katerem pomeni 1 cm silo 100 N. Na sliki izmerimo, da ustreza statični komponenti teže usmerjena daljica z dolžino 5,2 cm $\pm$0,1 cm, kar pomeni, da je velikost $F_{g,\perp} = 520$ N.

Med doskokom deluje na Petra povprečna pravokotna sila podlage $F_{p,\perp} = F_{r,\perp} + F_{g,\perp} = 314\ \mathrm{N} + 520\ \mathrm{N} = 834\ \mathrm{N}$ ($= 1{,}35 \cdot F_g$).

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje statične komponente teže .... (1 točka)
Za pravilen račun pravokotne rezultante sil iz 2. Newtonovega zakona .... (1 točka)

(i) Postopamo enako kot pri vprašanju (f). Pri načrtovanju upoštevamo, da se Peter tik pred doskokom giblje pod kotom 10° glede na podlago. Ugotovimo, da meri pravokotna komponenta hitrosti tik pred doskokom $v_{2,\perp} = 5{,}7\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.



Ob doskoku se Peter ustavlja s povprečnim pojemkom

$$\bar{a}_{2,\perp} = \frac{v_{2,\perp}^2}{2 \cdot h_1} = \frac{(5{,}7)^2\ \cdot\ \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2\ \cdot\ 2\ \cdot 0{,}5\,\mathrm{m}} = 32{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}25 \cdot g\,.$$

v smeri pravokotno na podlago.

Za pravilni rezultat .... **(2 točki)**
Za pravilno pravokotno komponento hitrosti tik pred doskokom .... (1 točka)

Peter ima tik pred drugim opisanim doskokom v smeri pravokotni na podlago približno tolikšno hitrost, kot jo ima tik pred doskokom z 1,8 m visoke omare. Ker se njegovo težišče med obema doskokoma podlagi dodatno približa za isto razdaljo, sta približno enaka tudi pospeška.

Pravokotna sila podlage pa je med doskokom na **nagnjeno** hrbtišče letalnice vseeno nekoliko manjša kot pri doskoku z omare na vodoravna tla: pravokotna sila podlage na klancu dodatno uravnoveša le statično komponento teže (in ne celotne teže). Pri večjih naletnih kotih je sicer to zmanjšanje manj pomembno; po eni strani so pospeški pri doskoku tedaj večji in je večja rezultanta sil, po drugi strani pa je tedaj večja tudi statična komponenta teže.

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

B2 Pri reševanju nalog upoštevamo, da je napetost na posameznem porabniku U_R premo-sorazmerna toku I_R, ki teče skozi porabnik.

(a) Skozi en porabnik teče tok $I_{(a)} = 20$ mA. Ves naboj $e_0 = 360$ mAh, ki ga lahko skozi krog požene nova baterija do svojega izpraznjenja, steče skozi porabnik v času $t_{(a)}$, je $e_0 = I_{(a)} \cdot t_{(a)}$, od tu izrazimo čas

$$t_{(a)} = \frac{e_0}{I_{(a)}} = \frac{360\,\mathrm{mAh}}{20\,\mathrm{mA}} = 18\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(b) Na posameznem od obeh enakih porabnikov je polovica napetosti vira $U_0 = 9$ V, zato je tok $I_{(b)}$, ki teče skozi porabnika in skozi vir, le pol tolikšen kot v primeru (a), $I_{(b)} = \frac{1}{2} I_{(a)} = 10$ mA. Baterija se izprazni v času $t_{(b)}$, ki je dvakrat tolikšen kot čas $t_{(a)}$; $t_{(b)} = 2 \cdot t_{(a)} = 36$ h.
Za pravilni odgovor ($I_{(b)}$ in $t_{(b)}$) .... **(1 točka)**

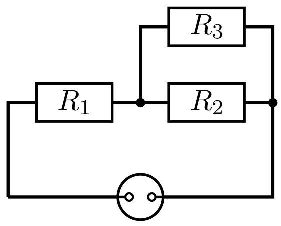
(c) Napetost na vsakem od porabnikov je enaka napetosti vira in skozi vsakega od njiju teče tok $I_{(a)}$, skozi vir pa skupni tok $I_{(c)} = 2 \cdot I_{(a)} = 40$ mA. Dvakrat tolikšen tok kot v primeru (a) pomeni, da se baterija izprazni v pol tolikšnem času kot v primeru (a), $t_{(c)} = \frac{1}{2} t_{(a)} = 9$ h.
Za pravilni odgovor ($I_{(c)}$ in $t_{(c)}$) .... **(1 točka)**

(d) Na porabniku v zgornji veji je napetost U_0, na posameznem od porabnikov v spodnji veji je napetost $\frac{1}{2} U_0$. Skozi porabnik v zgornji veji teče tok $I_{(a)}$, skozi zaporedno vezana porabnika v spodnji veji teče polovica tega toka, $I_{(b)}$. Skupni tok skozi vir je $I_{(d)} = I_{(a)} + I_{(b)} = 30$ mA. Čas $t_{(d)}$, v katerem se baterija izprazni, je

$$t_{(d)} = \frac{e_0}{I_{(d)}} = \frac{360\,\mathrm{mAh}}{30\,\mathrm{mA}} = 12\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor ($I_{(d)}$ in $t_{(d)}$) .... **(1 točka)**

(e) Na vzporedno vezanih porabnikih R_2 in R_3 je napetost ista, $U_2 = U_3 = U_{23}$. Skozi R_2 in R_3 tečeta po velikosti enaka tokova I_2 in I_3, $I_2 = I_3$. Njuna vsota je tok I_1, ki teče skozi vir in skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2$. To pomeni, da je napetost na prvem porabniku U_1 dvakrat tolikšna kot je napetost U_{23} na vzporedno vezanih porabnikih, $U_1 = 2 \cdot U_{23}$. Hkrati velja $U_1 + U_{23} = U_0 = 9$ V, dobimo $2 \cdot U_{23} + U_{23} = 3 \cdot U_{23} = U_0$.

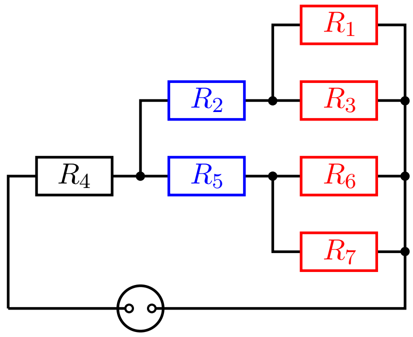


Napetost U_{23} na porabnikih R_2 in R_3 je enaka tretjini napetosti vira, kar pomeni, da skozi R_2 in R_3 tečeta tokova $I_2 = I_3 = \frac{1}{3} I_{(a)} = 6{,}67$ mA, skozi vir pa isti tok kot skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2 = \frac{2}{3} I_{(a)} = 13{,}3$ mA. Čas $t_{(e)}$, v katerem se baterija izprazni, je

$$t_{(e)} = \frac{e_0}{I_{(e)}} = \frac{e_0}{\frac{2}{3} I_{(a)}} = \frac{3 \cdot e_0}{2 \cdot I_{(a)}} = \frac{3\,\cdot\,360\,\mathrm{mAh}}{2\,\cdot\,20\,\mathrm{mA}} = 27\,\mathrm{h}\,.$$

Za pravilni odgovor ($I_{(e)}$ in $t_{(e)}$) .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje $I_1 = 2 \cdot I_2$ **ali** $U_0 = U_1 + U_{23}$ .... (1 točka)

(f) Vezje na sliki ima precej simetrije, kar nam olajša sklepanje. Porabniki R_1, R_3, R_6 in R_7 so vezani ekvivalentno, na njih je ista napetost $U_1 = U_3 = U_6 = U_7 = U_{1367}$ in skoznje tečejo enaki tokovi $I_1 = I_3 = I_6 = I_7$. Vsota teh štirih tokov je tok skozi porabnik R_4 in skozi vir, $I_4 = I_{(f)} = 4 \cdot I_1$, torej velja



$$\frac{I_{(f)}}{I_1} = \frac{I_4}{I_1} = 4 \quad \text{in tudi} \quad \frac{U_4}{U_{1367}} = 4\,.$$

Vsota enakih tokov I_1 in I_3 je tok I_2 skozi porabnik R_2 (ki mu je ekvivalenten porabnik R_5), $I_2 = I_1 + I_3 = 2 \cdot I_1$, torej velja

$$\frac{I_2}{I_1} = 2 \quad \text{in tudi} \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_{25}}{U_{1367}} = 2\,.$$

Poglejmo še napetosti v izbranem krogu, naj bo to npr. krog s porabniki R_4, R_2 in R_1. Upoštevamo, da je vsota napetosti na teh porabnikih enaka napetosti vira. Zapišemo lahko

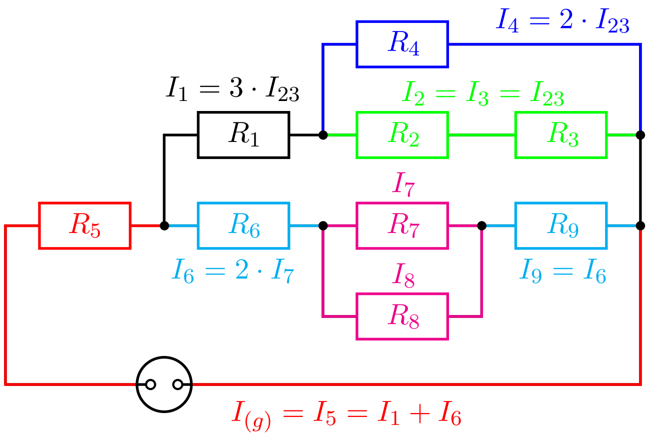
$$U_0 = U_4 + U_2 + U_1 = U_4 + U_{25} + U_{1367} = 4 \cdot U_{1367} + 2 \cdot U_{1367} + U_{1367} = 7 \cdot U_{1367}\,.$$

Napetost $U_1 = U_{1367}$ je enaka sedmini napetosti vira, $U_{1367} = \frac{1}{7}U_0$ in tok I_1 je enak sedmini toka $I_{(a)}$, $I_1 = \frac{1}{7}I_{(a)} = \frac{20}{7}$ mA $= 2{,}86$ mA. Tok skozi baterijo je $I_{(f)} = I_4 = 4 \cdot I_1 = \frac{4 \cdot 20}{7}$ mA $= \frac{80}{7}$ mA $= 11{,}43$ mA.

Za pravilni odgovor (I/I_1, U_2/U_1 in $I_{(f)}$) .... (3 točke)

Za posamezen pravilni rezultat .... (1 točka)

(g) Začnimo z zgornjo vejo vezja (s porabniki R_1, R_2, R_3 in R_4). Skozi R_2 in R_3 teče isti tok $I_2 = I_3 = I_{23}$ in na obeh porabnikih sta enaki napetosti, $U_2 = U_3$. Na porabniku R_4 je napetost $U_4 = U_2 + U_3 = 2 \cdot U_2$ in skozenj teče tok $I_4 = 2 \cdot I_{23}$.
Skozi porabnik R_1 teče tok $I_1 = I_4 + I_{23} = 2 \cdot I_{23} + I_{23} = 3 \cdot I_{23}$. Razmerji tokov in napetosti sta



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_1}{I_{23}} = 3 \quad \text{in} \quad \frac{U_1}{U_2} = 3\,.$$

V spodnji veji vezja (porabniki R_6, R_7, R_8 in R_9) teče skozi porabnik R_7 tok I_7. Skozi porabnik R_8 teče enak tok, $I_8 = I_7$, skozi R_6 in R_9 pa teče isti tok $I_6 = I_9 = I_7 + I_8 = 2 \cdot I_7$. Za napetosti na porabnikih v tej veji lahko zapišemo $U_7 = U_8 = U_{78}$ in $U_6 = U_9 = 2 \cdot U_{78}$.
Hkrati velja, da sta vsoti napetosti na obeh vzporednih vejah enaki. Uporabimo že zapisana razmerja napetosti na porabnikih in zapišemo

$$U_1 + U_4 = U_6 + U_7 + U_9 \qquad \text{in} \qquad 3 \cdot U_2 + 2 \cdot U_2 = 2 \cdot U_{78} + U_{78} + 2 \cdot U_{78}\,.$$

Vidimo, da velja $U_2 = U_{78}$. Ker so vsi porabniki enaki, to pomeni, da velja tudi $I_{23} = I_7 = I_8$. Za tok skozi baterijo in porabnik R_5 lahko zapišemo

$$I_{(g)} = I_5 = I_1 + I_6 = 3 \cdot I_{23} + 2 \cdot I_7 = 5 \cdot I_{23} \qquad \text{in} \qquad \frac{I_{(g)}}{I_2} = \frac{I_{(g)}}{I_{23}} = 5\,.$$

Napetost U_5 na porabniku R_5 je $U_5 = 5 \cdot U_2$.
Zdaj nam ostane le še zapis napetosti v enem od krogov, ki vključujejo baterijo. Izberemo si krog s porabniki R_5, R_1 in R_4. Zapišemo

$$U_0 = U_5 + U_1 + U_4 = 5 \cdot U_2 + 3 \cdot U_2 + 2 \cdot U_2 = 10 \cdot U_2$$

in od tu dobimo $U_2 = \frac{1}{10} U_0$ in $I_{23} = \frac{1}{10} I_{(a)} = 2$ mA in $I_{(g)} = 10$ mA.
Za vse pravilne odgovore .... (4 točke)
Za posamezen pravilni odgovor .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **13 točk**.

Eksperimentalna naloga

C Na meritve vpliva velikost zrna koruze, ki ga tekmovalec uporabi. Pri vrednotenju bomo upoštevali tolerančno območje.

(a) Tehtnico lahko uravnovesimo z različnimi postopki:
(i) spreminjamo maso plastelina na krajišču enega kraka tehtnice,
(ii) spreminjamo lego plastelina na kraku,
(iii) na drugem kraku spreminjamo lego sponke za papir, ki drži posodico,
(iv) prestavimo lego šivanke na slamicah (naredimo luknjico - os - drugje).

Za dva pravilna postopka .... (2 točki)

Za posamezen postopek .... (1 točka)

(b) Masa lista papirja s ploščino $1\ \mathrm{m}^2$ je 80 g, masa lista papirja s ploščino $1\ \mathrm{dm}^2$ je $0{,}80$ g in masa lista papirja s ploščino $1\ \mathrm{cm}^2$ je $0{,}008\ \mathrm{g} = 8\ \mathrm{mg}$.

Za pravilno maso kvadratka s ploščino 1 cm^2 ... (1 točka)

Za pravilne še vse ostale mase .... (1 točka)

$N \cdot 1\ \mathrm{cm}^2$	m [mg]
1	8
5	40
10	80
25	200

(c) Masa zrna koruze je med $0{,}16$ g in $0{,}23$ g. Masivnejših zrn nismo našli. Ko smo merili mase, je imelo največ zrn maso $0{,}19\ \mathrm{g} = 190\ \mathrm{mg}$.

Za maso zrna koruze znotraj napisanega območja .... (2 točki)

Za maso zrna koruze znotraj širšega območja med $0{,}10$ g **in** $0{,}40$ g (to pomeni slabšo merilno natančnost) .... (1 točka)

(d) Razpočeno koruzno zrno ima za približno $15\,\%$ (med $10\,\%$ in $20\,\%$) manjšo maso kot surovo koruzno zrno.

Za maso razpočenega zrna koruze znotraj območja .... (2 točki)

Za maso razpočenega zrna koruze znotraj širšega območja med $5\,\%$ **in** $25\,\%$ (to pomeni slabšo merilno natančnost) .... (1 točka)

(e) Čeprav so zrna sušena, je v surovem koruznem zrnu še vedno nekaj vode. Ko zrno segrevamo, se voda v zrnu upari. Ker ima zrno ovojnico, voda ne more zlahka iz zrna, zato zrno raznese. Hkrati se v njem spremeni tudi škrob. Razpočeno koruzno zrno ima manjšo maso od surovega, ker je iz zrna ušla uparjena voda.

Za omenjeno uparevanje vode kot vzrok za to, da se zrno razpoči .... (1 točka)

Za omenjeno povezavo med maso vode, ki se upari, in razliko med masama surovega in razpočenega zrna .... (1 točka)

(f) Primer meritev je v razpredelnici.

Za vsaj 6 meritev s smiselnimi rezultati .... (4 točke)

Za 5 meritev, dovolj natančno .... (3 točke)

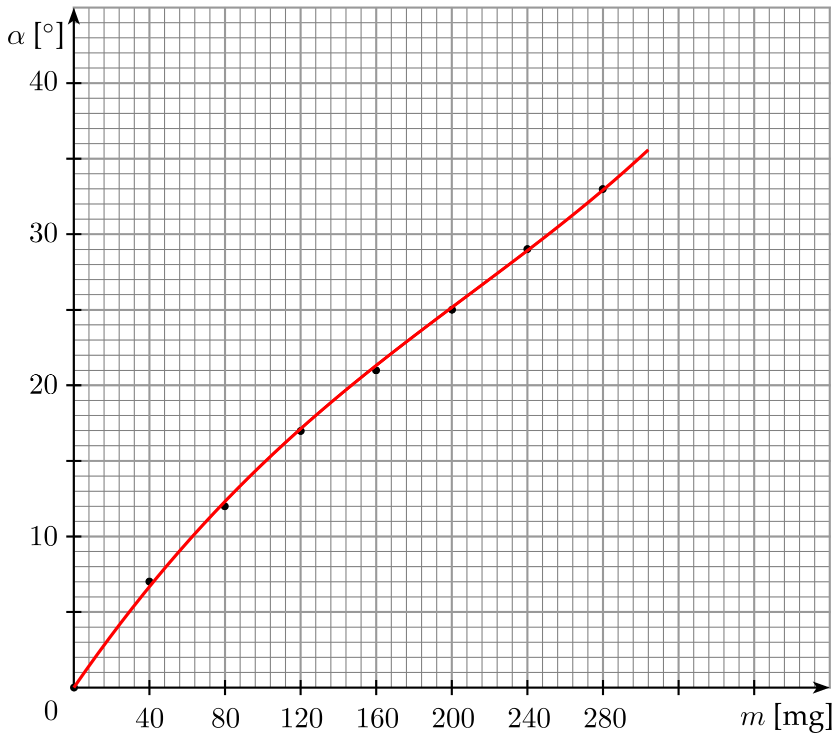
Za 4 meritve, dovolj natančno .... (2 točki)

Za 3 meritve, dovolj natančno .... (1 točka)

Za dovolj meritev, a slabšo - a še vedno pogojno uporabno - občutljivost, za do pol manjše odklone .... (2 točki)

m [mg]	α [°]
0	0
40	7
80	12
120	17
160	21
200	25
240	29
280	33

(g) Umeritvena krivulja za mikrotehtnico, ki kaže povezavo med odklonom tehtnice od ravnovesne lege α in maso uteži m.



Za v celoti pravilno umeritveno krivuljo (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) . (4 točke)

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

Za pravilen vnos vsaj 6 izmerjenih točk .... (2 točki)

Za pravilen vnos 4 ali 5 izmerjenih točk .... (1 točka)

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

(h) Občutljivost mikrotehtnice se spremeni, če se spremeni

(i) dolžina krakov tehtnice (slamic),

(ii) masa posodice na enem kraku in masa plastelina za uravnoteženje na drugem kraku,

(iii) razporeditev mase na krakih (če posodica ne bi visela s krajišča kraka, ali če bi namesto dveh sponk za papir uporabili manj ali več sponk, in bi visela posodica višje ali nižje, ali če bi drugi krak uravnovesili s plastelinom v drugi posodici, ki bi visela z drugega kraka)

(iv) trenje v ležaju,

(v) ukrivljenost krakov (s tem se posredno spremeni razporeditev mase glede na os tehtnice).

Za tri parametre .... (3 točke)

Za posamezen parameter .... (1 točka)

(i) Da občutljivost tehtnice **povečamo**, naštete parametre spremenimo tako:

(i) dolžino krakov tehtnice **povečamo** (povečamo ročico),

(ii) maso posodice na enem kraku in maso plastelina za uravnoteženje na drugem kraku **zmanjšamo** (zmanjšamo maso gibljivih sestavnih delov tehtnice),

(iii) razporeditev mase na krakih: posodico **odmaknemo** še bolj stran **od osi** (šivanke), namesto dveh sponk za papir uporabimo **manj** sponk in bi posodica visela **višje**, plastelin na drugem kraku stisnemo ob krak,

(iv) trenje v ležaju **zmanjšamo**,

(v) ukrivljenost krakov **zmanjšamo**.

Za tri pravilne spremembe parametrov .... (3 točke)

Za posamezno pravilno spremembo parametra .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **24 točk**.

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

A1	A2	A3	A4	A5		B1	B2		C

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

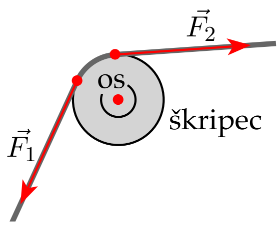
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej poli. **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!

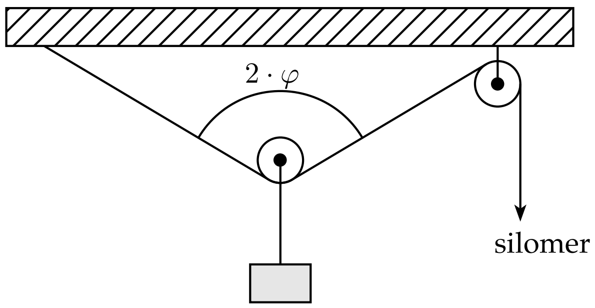
A1 Potapljač Bojan se lepega sončnega dne ob 13. uri dviga iz temnih globin proti gladini popolnoma mirnega morja. Nekaj metrov pod gladino se ustavi. Na stalni globini plava hrbtno in gleda navzgor proti gladini. Na gladini vidi svetel krog s polmerom 5,0 m. Mejni kot za popolni odboj svetlobe na meji voda – zrak je 49°. Kako globoko pod gladino je Bojan? Približno

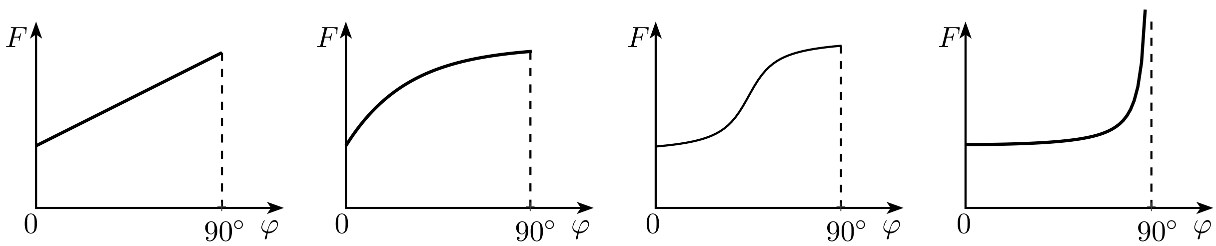
(**A**) 4,3 m (**B**) 5,0 m (**C**) 5,8 m (**D**) 10,1 m

A2 *Pritrjeni škripec, preko katerega je speljana vrv, miruje (se ne vrti okoli svoje osi), če sta sili, s katerima je na obeh straneh škripca napeta vrv, po velikosti enaki,* $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$*, glej sliko.*



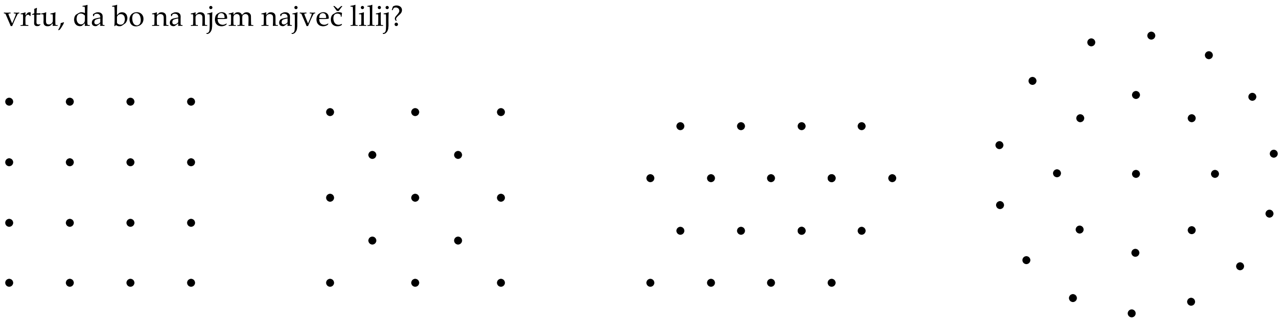
Na vrvico obesimo utež preko gibljivega škripca, kot kaže slika. Kateri graf pravilno kaže, kako je sila, ki v ravnovesju napenja vrvico, odvisna od kota φ?





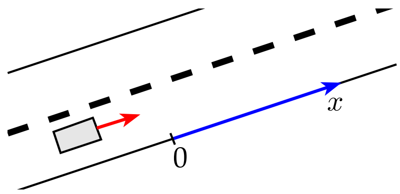
(**A**) (**B**) (**C**) (**D**)

A3 Meta bo na svoj velik vrt posadila same lilije. Jamice za gomolje mora v vrtu izkopati tako, da so vsaj 15 cm narazen. V katerem vzorcu, ki ga ponavlja v vseh smereh, naj izkoplje jamice po celem vrtu, da bo na njem največ lilij?



(A) **(B)** **(C)** **(D)**

A4 Slika kaže lego avta ob $t = 0$, s puščico je označena smer njegovega gibanja. Označena je tudi os x, vzdolž katere merimo lego avta. Avto se giblje enakomerno. Njegova lega se s časom spreminja, kot podaja enačba



$$x = v \cdot t + x_0.$$

Kolikšna sta parametra v in x_0?

(A) $v > 0$ in $x_0 > 0$.   **(B)** $v > 0$ in $x_0 < 0$.   **(C)** $v < 0$ in $x_0 > 0$.   **(D)** $v < 0$ in $x_0 < 0$.

A5 Podobno kot vzmeti se raztegujejo tudi žice. Hookov zakon za žico pogosto zapišemo v obliki

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S},$$

kjer so Δl raztezek žice z začetno dolžino l in ploščino prečnega preseka S, ki jo razteza sila F, količina E pa je *prožnostni modul* kovine, iz katere je žica. V katerih enotah merimo E?

(A) Pa   **(B)** $\frac{1}{\mathrm{Pa}}$ **(C)** Pa · m   **(D)** $\frac{1}{\mathrm{Pa \cdot m}}$

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

Pri reševanju nalog **B1** in **B2** uporabi obrazce za krog in kroglo s polmerom R:

krog		krogla	
obseg	ploščina	površina	prostornina
$o = 2 \cdot \pi \cdot R$	$S = \pi \cdot R^2$	$S = 4 \cdot \pi \cdot R^2$	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$
$= 6{,}28 \cdot R$	$= 3{,}14 \cdot R^2$	$= 12{,}57 \cdot R^2$	$= 4{,}19 \cdot R^3$

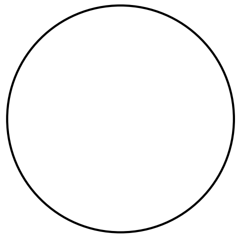
B1 Janez je kupil žogo, na kateri lahko sedi. Ko žogo napihne, je v njej stlačen zrak pri tlaku p. Upoštevaj, da je povsod v žogi tlak zraka p enak in da zrak pritiska enako v vse smeri. Maso gumijastega plašča žoge zanemari.

(a) Napihnjena žoga ima polmer 30 cm. Ko Janez sede nanjo, se tlak v žogi poveča, žoga se malo splošči, prostornina žoge pa se zmanjša za 5 %. Kolikšna je prostornina žoge, ko na njej sedi Janez? 2

(b) Če za spremenljivki x in y velja zveza $x \cdot y = k$, kjer je k konstanta, rečemo, da sta x in y *obratnosorazmerna*. Za zrak, ujet v žogi, velja, da sta tlak p in njegova prostornina V obratnosorazmerna. Zapiši to povezavo med tlakom in prostornino zraka z matematičnim izrazom. Preden Janez sede na napihnjeno žogo, je v njej tlak $1{,}06$ bar. Kolikšen je k? 2

(c) Kolikšen je tlak v žogi, medtem ko Janez sedi na njej? 1

(d) Janez sedi na žogi in se pri tem z nogami ne dotika tal. Žoga naredi medtem na vodoravnih tleh odtis. Odtis žoge na tleh v merilu $1 : 10$ kaže slika. Kolikšna je ploščina odtisa pod žogo? 2



(e) **Upoštevaj**, da Janez in žoga nista v brezračnem prostoru in da je **povsod** okoli žoge (tudi med tlemi in žogo) zrak pri normalnem zračnem tlaku 1 bar. Zrak, ki je med žogo in tlemi, pritiska na del plašča žoge, ki je v stiku s tlemi. Predpostavi, da Janez na žogi lovi ravnotežje in se pri tem z nogami ne dotika podlage. Kolikšna je njegova masa? 3

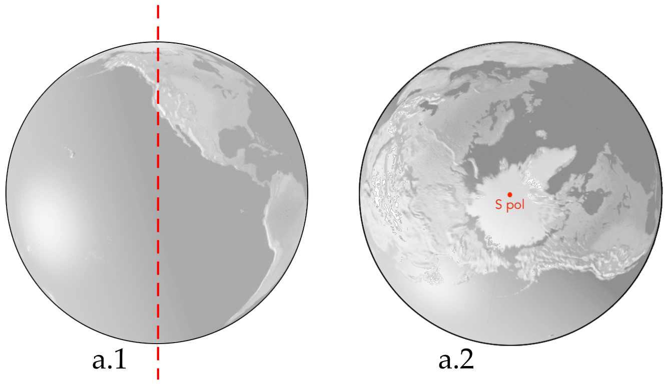
(f) Janezu se zdi, da je žoga premalo napihnjena. Vanjo s tlačilko spravi še toliko zraka, da se polmer okroglega odtisa, ki ga žoga naredi na vodoravnih tleh, ko Janez znova sede nanjo, zmanjša na $\frac{2}{3}$ prejšnjega polmera. Kolikšen je tlak v žogi? 2

Σ B1

B2 Čezoceanski ladji Pohorje in Maribor plujeta iz Južne Amerike čez mirni Tihi ocean. Pohorje pluje po ekvatorju, Maribor po vzporedniku z zemljepisno širino 30° severno (po 30. vzporedniku).

(a) Na sliko a.1, ki kaže Zemljo od strani, vriši ekvator in 30. vzporednik. Na sliko a.2, ki kaže Zemljo iznad S pola, vriši 30. vzporednik. 2

(b) V katerem merilu je prikazana zemeljska obla na obeh slikah? 1



a.1 a.2

(c) Izračunaj obseg Zemlje po ekvatorju o_E, obseg Zemlje po 30. vzporedniku o_{30} in obseg Zemlje po obeh nasprotnih poldnevnikih o_p. 3

(d) Ladji v nekem trenutku sočasno prečkata isti poldnevnik. V kateri zemljepisni smeri glede na ladjo Pohorje je v tem trenutku ladja Maribor? 1

(e) Hitrosti plovil merimo v *vozlih*, kjer je 1 vozel $= 1\ \frac{\mathrm{NM}}{\mathrm{h}}$. Pohorje pluje s hitrostjo 20 vozlov in opravi v 45 urah pot, ki ustreza širini enega časovnega pasu na ekvatorju. Izračunaj, koliko metrov meri 1 NM (navtična, morska milja). 3

(f) Zemljepisna dolžina lege ladje Maribor se s časom spreminja enako kot zemljepisna dolžina lege ladje Pohorje. S kolikšno hitrostjo v vozlih pluje vzdolž 30. vzporednika ladja Maribor? 2

(g) Ladji Maribor se sredi oceana pokvarijo motorji. Pohorje sprejme klic na pomoč in takoj spremeni smer plovbe tako, da se usmeri naravnost proti ladji Maribor in pluje proti njej z nespremenjeno hitrostjo. Koliko ur pluje Pohorje do Maribora? 2

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

C – eksperimentalna naloga: SESTAVA KOVANCA IN ZLITINE

Pri poskusu boš določil masna deleža dveh zlitin v kovancu za 2 evra in delež cinka v medenini.

Pripomočki		Št. delovnega mesta:
– 20 kovancev za 2 evra	– kapalka	
– 30 cm merilo	– papirnate brisače	
– merilni valj	– tehtnica z natančnostjo 1 g	
– čaša z vodo		

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Pri tem poskusu je zelo pomembno, da meritve izvedeš natančno.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Kovanci za 2 evra so narejeni iz dveh zlitin: v sredini je medenina (med), zlitina bakra (Cu), cinka (Zn) in niklja (Ni) zlate barve, ki jo obkroža kolobar srebrne barve iz zlitine bakra in niklja (CuNi). Pri poskusu boš določil masna deleža obeh zlitin v kovancu ter v medenini določil delež cinka.

Ko bakru dodajo nikelj ali cink v takih deležih, kot so v zlitinah za kovance, posamezni atomi niklja in/ali cinka v kovinskem kristalu zamenjajo posamezne atome bakra.

(a) Izmeri maso kovanca m v gramih na **desetinko grama** natančno. 1

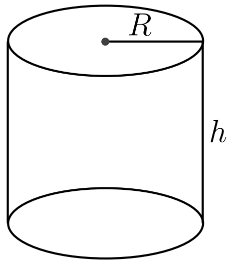
Izmeri premer in debelino kovanca v milimetrih na **desetinko milimetra** natančno. 2

(b) Prostornina valja je produkt med ploščino osnovne ploskve (kroga) S in višino h,

$$V_v = S \cdot h\,.$$

Ploščino kroga s polmerom R podaja obrazec

$$S = 3{,}14 \cdot R^2\,.$$



Predpostavi, da je kovanec valj, in izračunaj njegovo prostornino V_1 v cm^3 na stotinko cm^3 natančno. 2

Izračunaj povprečno gostoto kovancev ρ_1 v $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ na eno decimalno mesto natančno. 2

(c) Prostornino kovancev lahko tudi neposredno izmeriš. V merilni valj odmeri 10 ml vode in vanj previdno, da voda ne pljuska iz merilnega valja, spusti vse (suhe!) kovance, ki jih imaš. Izmeri prostornino 20 kovancev na $0{,}5$ cm^3 natančno.

Kolikšna je izmerjena prostornina enega kovanca V_2 v cm^3? 2

Izračunaj povprečno gostoto kovancev ρ_2 v $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ na eno decimalno mesto natančno. 1

(d) Primerjaj izmerjeni povprečni gostoti ρ_1 in ρ_2: katera je natančnejša? Na kratko utemelji.

2

(e) Kovanec je iz dveh zlitin. V sredini je manjši valj iz medenine, zunanji kolobar pa je iz zlitine CuNi. Ugotovi, kolikšno je razmerje med prostorninama V_m in V_{CuNi} medenine in zlitine CuNi v kovancu za 2 evra. Kolikšni sta prostornini V_m in V_{CuNi}?

3

(f) Upoštevaj, da lahko gostoto ρ_{AB} zlitine kovin A in B določiš z izrazom

$$\rho_{\mathrm{AB}} = \eta_{\mathrm{A}} \cdot \rho_{\mathrm{A}} + \eta_{\mathrm{B}} \cdot \rho_{\mathrm{B}} \,,$$

kjer sta ρ_{A} in ρ_{B} gostoti kovin A in B, η_{A} in η_{B} pa sta *masna deleža* teh dveh kovin v zlitini. *Masni delež* η pove, kolikšen del skupne mase zlitine m predstavlja masa posamezne kovine, na primer,

$$\eta_{\mathrm{A}} = \frac{m_{\mathrm{A}}}{m} \,.$$

Gostoto bakra poišči na listu s formulami. Gostota niklja je $8908\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. V zlitini CuNi sta masna deleža bakra in niklja 75% (baker) in 25% (nikelj). Kolikšna je gostota zlitine CuNi ρ_{CuNi} v kovancu v enotah $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$?

1

Kolikšni sta masi m_m in m_{CuNi} medenine in zlitine CuNi v kovancu?

2

Kolikšna je gostota medenine ρ_m v kovancu za 2 evra?

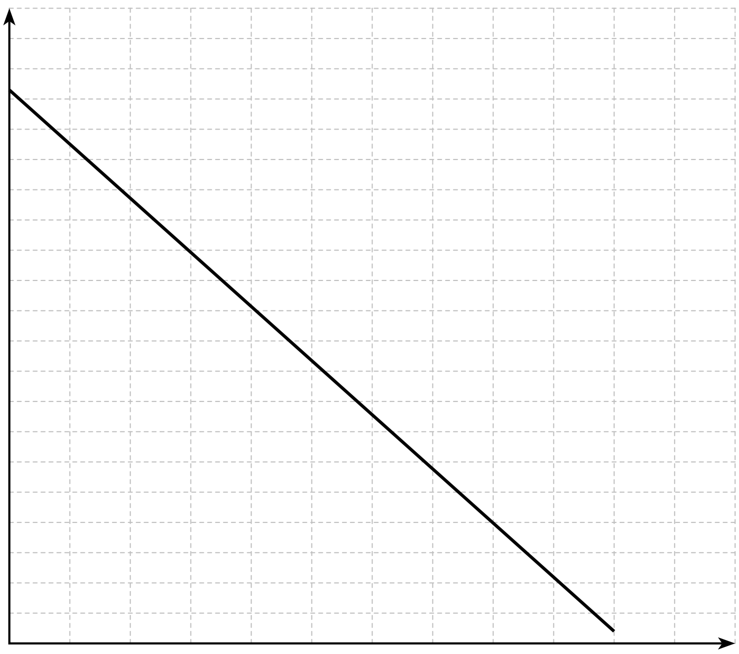
2

(g) V nadaljevanju se dogovorimo, da imenujemo *medenina* vsako zlitino bakra in cinka, ne glede na to, katere kovine je v zlitini več, in ne glede na to, ali ima še primesi drugih kovin (v našem primeru niklja). Medenine se med seboj razlikujejo po tem, koliko je v njih cinka. *Masni delež* η_{Zn} pove, kolikšen del skupne mase zlitine m_m (medenine) predstavlja masa cinka m_{Zn},

$$\eta_{\mathrm{Zn}} = \frac{m_{\mathrm{Zn}}}{m_m}$$

Kolikšen je največji in kolikšen je najmanjši možni *masni delež* η_{Zn}? 2

Narišemo lahko graf, ki kaže, kako se gostota medenine ρ_m spreminja z η_{Zn}. Gostota cinka je $7140\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Upoštevaj, da so gostote zlitine CuNi, bakra in niklja skoraj enake.



Opremi graf na sliki s količinami, z enotami in s skalama. 2

Iz grafa in rezultatov pri prejšnjih vprašanjih ugotovi, kolikšen je masni delež cinka η_{Zn} v medenini, ki je v notranjem delu kovanca za 2 evra. Če iz svojih meritev ne moreš sklepati o η_{Zn}, to utemelji. 1

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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 Po postanku na cestninski postaji dva avtomobila speljeta sočasno v isti smeri po sosednjih pasovih. Oba se gibljeta enakomerno pospešeno. Pospešek prvega avta je 4-krat tolikšen kot pospešek drugega avta. Kaj velja za hitrosti obeh avtomobilov v trenutkih, ko sta (najprej prvi, potem pa še drugi) 100 m naprej od cestninske postaje?

(A) Hitrosti avtomobilov sta enaki.
(B) Hitrost prvega avtomobila je 2-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.
(C) Hitrost prvega avtomobila je 4-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.
(D) Hitrost prvega avtomobila je 16-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.

A2 Telo, ki ima površino s temperaturo T, seva. Fizikalno količino, ki pove, koliko energije odda s sevanjem vsako sekundo vsak kvadratni meter površine telesa, ki seva, imenujemo *gostota energijskega toka*. Označimo jo s črko j, njena enota pa je $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$. Stefanov zakon opiše opaženo kvantitativno zvezo med gostoto izsevanega energijskega toka j in temperaturo površine (črnega) telesa T:

$$j = \sigma \cdot T^4 \,,$$

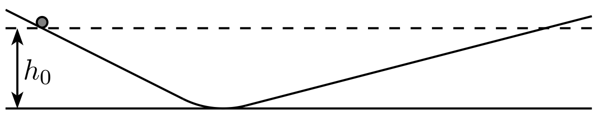
kjer je σ Stefanova konstanta. Katero enoto ima σ?

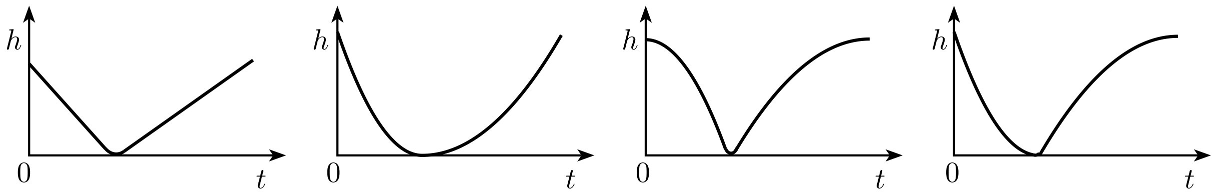
(A) $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{s} \cdot \mathrm{K}^4}$ **(B)** $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{s} \cdot \mathrm{K}^4}$ **(C)** $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{K}^4}$ **(D)** $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{K}^4}$

A3 Jože spusti z balkona žogico za tenis. Med padanjem nanjo delujeta sili teže in zračnega upora. Katera izjava je pravilna?

(A) Delo sile zračnega upora je enako spremembi kinetične energije žogice.
(B) Delo sile zračnega upora je enako spremembi vsote kinetične in potencialne energije žogice.
(C) Delo sile teže je enako spremembi kinetične energije žogice.
(D) Delo sile teže je enako spremembi vsote kinetične in potencialne energije žogice.

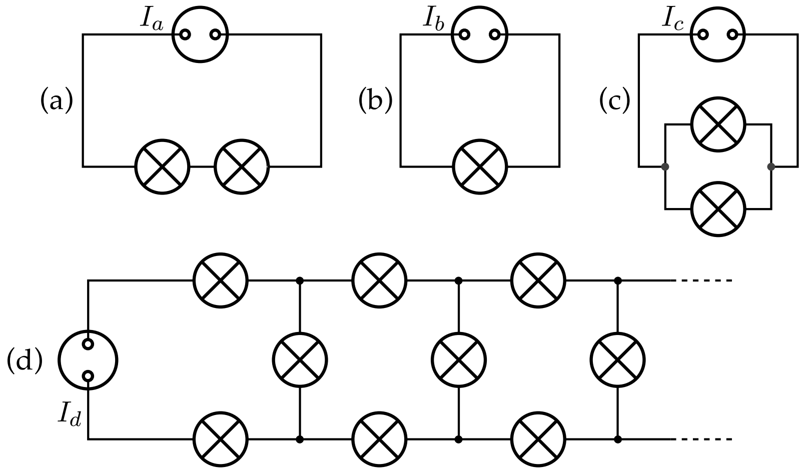
A4 Košček ledu spustimo po klancu, ki se najprej spušča, potem pa dviga, kot kaže slika, z začetne višine h_0, na kateri košček miruje. Prehod na dnu klanca je kratek in gladek. Upor in trenje lahko zanemarimo. Kateri graf pravilno kaže, kako se višina, na kateri je košček ledu, merjeno od dna klanca, spreminja s časom?





(**A**) (**B**) (**C**) (**D**)

A5 Na isti vir vežemo različne kombinacije samih enakih žarnic, kot kažejo slike (a), (b), (c) in (d), ter izmerimo tok, ki v posameznem vezju teče skozi vir. Katera izjava o tokovih I_a, I_b, I_c in I_d je pravilna?



(**A**) $I_d < I_a$

(**B**) $I_a < I_d < I_b$

(**C**) $I_b < I_d < I_c$

(**D**) $I_c < I_d$

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Pri tej nalogi se boš ukvarjal z **vodoravnim** in pri koncu naloge še s **poševnim** metom puščice za pikado.

Prosto gibanje puščice po vodoravnem ali poševnem metu je sestavljeno iz enakomernega gibanja v smeri naprej (s stalno hitrostjo v vodoravni smeri) in enakomerno pospešenega navpičnega gibanja (s pospeškom prostega pada, ki kaže navzdol; kot pri prostem padu ali navpičnem metu).

(a) Strelec ob času $t = 0$ vrže puščico za pikado s hitrostjo $8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ v vodoravni smeri z višine $h_0 = 1{,}8$ m nad tlemi. Koliko časa puščica leti in v kolikšni oddaljenosti od strelca pade na tla? 2

(b) V koordinatni sistem nariši graf $y(x)$, ki predstavlja tir, po katerem se giblje puščica, pri čemer sta x in y vodoravna in navpična koordinata lege puščice. Koordinati puščice v trenutku, ko jo strelec vrže, sta $x_0 = 0$ in $y_0 = h_0$. 2

(c) Tarča premera 40 cm visi na steni, ki je $2{,}4$ m pred strelcem. Središče tarče je $1{,}7$ m nad tlemi. Vriši tarčo v koordinatni sistem pri (b). Strelec vrže puščico s hitrostjo $8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ v vodoravni smeri z višine $h_0 = 1{,}8$ m nad tlemi proti tarči; smeri levo-desno ne zgreši, puščica leti v taki smeri, da lahko središče tarče zgreši le v navpični smeri. V kolikšni razdalji od središča tarče zadene puščica tarčo (ali steno)? 3

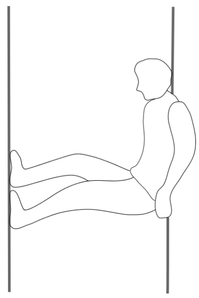
(d) Sredinski krog na tarči ima premer 4 cm. Kolikšni sta največja in najmanjša začetna hitrost puščice, ki jo strelec vrže v vodoravni smeri, da puščica zadene sredinski krog? 2

(e) Tarčo prestavimo 10 cm višje. Strelec vrže puščico za pikado pod kotom z začetne višine $h_0 = 1{,}8$ m. Komponenta začetne hitrosti puščice v vodoravni smeri (naravnost proti tarči) je $8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, komponenta začetne hitrosti v navpični smeri pa je tolikšna, da puščica tarčo zadene točno na sredini. 3

- Kolikšna je komponenta začetne hitrosti puščice v navpični smeri?
- Kolikšna je začetna hitrost puščice in pod kolikšnim kotom jo je strelec vrgel? Pomagaj si z grafično konstrukcijo začetne hitrosti.

Σ B1

B2 Plezalec z maso 85 kg počiva v razpoki med navpičnima stenama tako, da se z nogama opira ob eno steno, s hrbtom pa ob nasprotno steno, kot kaže slika. Plezalec v razpoki miruje.



Sila lepenja $\vec{F_l}$ na telo je vzporedna podlagi, na katero pritiska telo, za njeno velikost pa velja $F_l \leq k_l \cdot F_\perp$, kjer je $F_\perp$ sila (ali komponenta sile), ki je pravokotna na podlago, k_l pa je koeficient lepenja. Sila lepenja prepreči zdrs telesa vzdolž podlage, če je sila, ki deluje na telo v smeri (možnega) zdrsa in bi zdrs povzročila, manjša od največje možne sile lepenja.

(a) Plezalec tišči z nogami ob steno s silo 700 N v smeri, pravokotni na steno. S kolikšno silo v smeri, pravokotni na steno, tišči ob nasprotno steno njegov hrbet? | 1 |

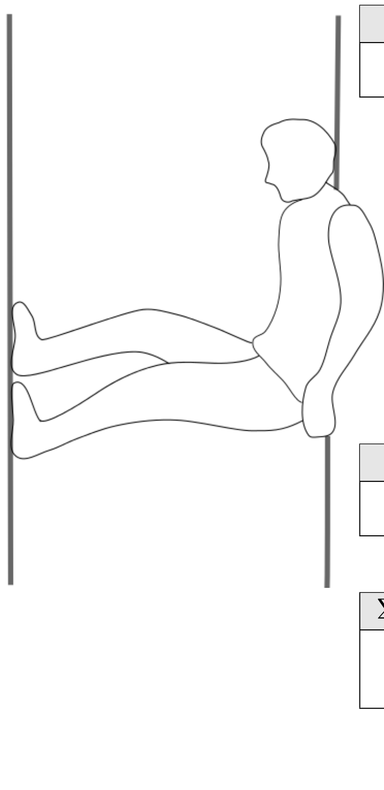
(b) Kolikšna je vsota sile lepenja, s katero stena deluje na njegove čevlje, in sile lepenja, s katero nasprotna stena deluje na njegov hrbet? | 1 |

(c) Koeficient lepenja k_l med steno in podplati plezalčevih čevljev je $1{,}2$, med plezalčevim hrbtom in steno pa $0{,}8$. Ob steni tišči plezalec v smeri, pravokotni na steni, z enakima silama kot prej. Kolikšno breme si lahko največ naloži, da med stenama ne zdrsne? | 2 |

(d) Plezalec brez bremena zmanjša silo, s katero tišči z nogami ob steno v smeri, pravokotni na steno, za toliko, da je ravno na meji zdrsa. S kolikšno silo deluje plezalec v smeri, pravokotni na steno, z nogami? | 2 |

(e) Nariši vse sile na mirujočega plezalca v razpoki na meji zdrsa v merilu, kjer 1 cm pomeni silo 200 N. | 3 |

(f) Plezalec se v razpoki povzpne više. Ob odrivu navzgor se na hrbtni strani ob steno opre z dlanmi, s hrbtom pa se od stene za kratek čas odlepi. Njegov pospešek v navpični smeri je $1{,}6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Koeficient lepenja med rokavicami in steno je enak kot koeficient lepenja med hrbtom in steno. S kolikšno najmanjšo silo mora med odrivom tiščati z nogami pravokotno ob steno? | 3 |



| Σ B2 |

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

C – eksperimentalna naloga: KARAKTERISTIKA IN MOČ ŽARNICE

Pri različnih vezavah žarnic izmeri napetosti na žarnicah in tokove skoznje ter izračunaj upor žarnice in moč, ki jo prejema.

Pripomočki
– 3 enake žarnice
– podstavek za 3 žarnice
– nova 4,5 V baterija
– digitalni multimeter
– vezne žice s krokodilčki

Oznaka multimetra: (zapiši jo)	

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev.

Če multimeter v krog vežeš narobe, lahko v njem pregori varovalka. Varovalko bomo zamenjali, a v času menjave boš brez multimetra. Če je po končanem eksperimentalnem delu tekmovanja v multimetru, ki ga uporabljaš, pregorela varovalka, ti od naloge odštejemo 3 točke. Če je po končanem eksperimentalnem delu tvoja baterija izrabljena, ti od naloge odštejemo 5 točk. Da se ti to ne zgodi, izključi baterijo iz vezja, ko ne meriš.

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

2017 DMFA Slovenije, Komisija za popularizacijo fizike v osnovni šoli

Pri poskusu vežeš **enake** žarnice v električni krog na različne načine, meriš tokove skozi žarnice in baterijo ter napetosti na žarnicah in bateriji. Iz izmerjenih količin izračunaš upor žarnice, moči, ki jih prejemajo žarnice, ter moč, ki jo daje baterija.

(a) V prvem delu poskusa lahko uporabiš 3 žarnice, ki jih vežeš v krog na različne načine. Izmeri napetost U na **eni** žarnici in tok I, ki teče skoznjo. 8

Meritev opravi pri petih (od 0 različnih) vrednostih napetosti U na žarnici. Vrednosti napetosti U se morajo med seboj razlikovati za vsaj $0{,}3$ V. Izmerjene in izračunane vrednosti zapiši v tabelo. Za vsako meritev nariši shemo vezja in označi žarnico, na kateri meriš, z zaporedno oznako meritve, od $Ž_1$ do $Ž_5$.

	(a)		(b)	(c)
meritev	U [V]	I [mA]	$R_\otimes$ [Ω]	$P_\otimes$ [W]
$Ž_1$				
$Ž_2$				
$Ž_3$				
$Ž_4$				
$Ž_5$				

(b) Za vsako meritev izračunaj *upor* žarnice $R_\otimes$, ki je določen kot razmerje 1

$$R_\otimes = \frac{U}{I}\,.$$

Enota za upor R je *ohm* z oznako $\Omega = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}$. Izračunane vrednosti vpiši v 3. stolpec tabele pri (a).

(c) Električna moč P, ki jo posamezni element v električnem krogu prejema ali daje, je zmnožek napetosti na tem elementu in toka skozenj, 1

$$P = U \cdot I\,.$$

Enota za moč je *vat (angl. watt)*, z oznako W = V · A, tisočina vata je milivat, mW. Za vsako meritev izračunaj *moč* $P_\otimes$, ki jo prejema žarnica, ter rezultat vpiši v 5. stolpec tabele pri (a).

(d) Uporabi vrednosti, izmerjene pri (a), dodaj še točko pri $U = 0$ ter v koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako sta med seboj povezana napetost na žarnici U in tok I skoznjo. Graf imenujemo *karakteristika žarnice*.

2

(e) Uporabi vrednosti, izračunane pri (a), in v koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako je upor žarnice $R_{\otimes}$ odvisen od napetosti na žarnici.

2

(f) Na navoju žarnice sta zapisana podatka o *nazivni napetosti* U_n in *nazivnem toku* I_n, ki pri U_n teče skozi žarnico. Izračunaj *nazivno moč* P_n žarnice.

1

(g) Uporabi vrednosti, izračunane pri (a), dodaj še točki pri $U = 0$ in U_n ter v koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako se s tokom I, ki teče skozi žarnico, spreminja moč $P_{\otimes}$, ki jo prejema žarnica.

2

(h) Skiciraj shemo vezave s 3 žarnicami, pri kateri se baterija **najpočasneje** izprazni. Žarnice na shemi označi z $Ž_1$, $Ž_2$ in $Ž_3$. Žarnice poveži po shemi in izmeri tokove skozi posamezne žarnice ter napetosti na posameznih žarnicah in bateriji ter izračunaj moči baterije in žarnic. Izmerjene in izračunane vrednosti zapiši v tabelo. 2

element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
$Ž_1$			
$Ž_2$			
$Ž_3$			
baterija			

(i) Skiciraj shemo vezave z 2 žarnicama, pri kateri se baterija **najhitreje** izprazni. Žarnici na shemi označi z $Ž_1$ in $Ž_2$. Žarnici poveži po shemi in izmeri tokova skozi posamezni žarnici ter napetosti na posameznih žarnicah in bateriji ter izračunaj moči baterije in žarnic. Izmerjene in izračunane vrednosti zapiši v tabelo. 2

element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
$Ž_1$			
$Ž_2$			
baterija			

(j) V nekem vezju je nekaj enakih žarnic in baterija. Primerjaj skupno moč vseh žarnic z močjo baterije. Pomagaj si s svojimi že opravljenimi meritvami. Zapiši ugotovitev. 1

(k) Pri poskusu si uporabljal same enake žarnice. Kako bi se rezultati meritev napetosti in tokov ter računov moči razlikovali (ali pa ne) od teh, ki si jih dobil, če bi uporabljal žarnice, ki se med seboj razlikujejo? Napiši 3 domneve, ki bi jih s poskusi tudi potrdil. 3

(i)

(ii)

(iii)

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2016/17

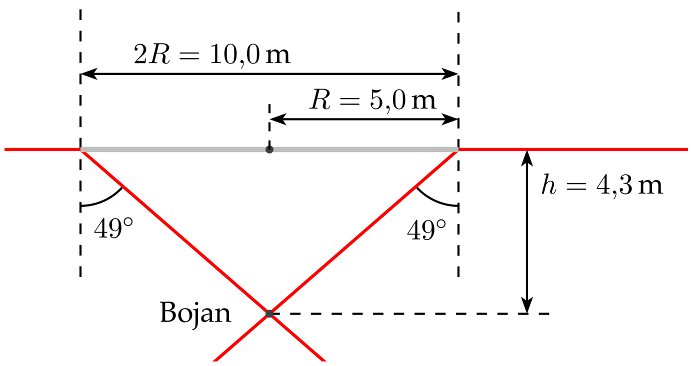
8. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
A	D	C	B	A

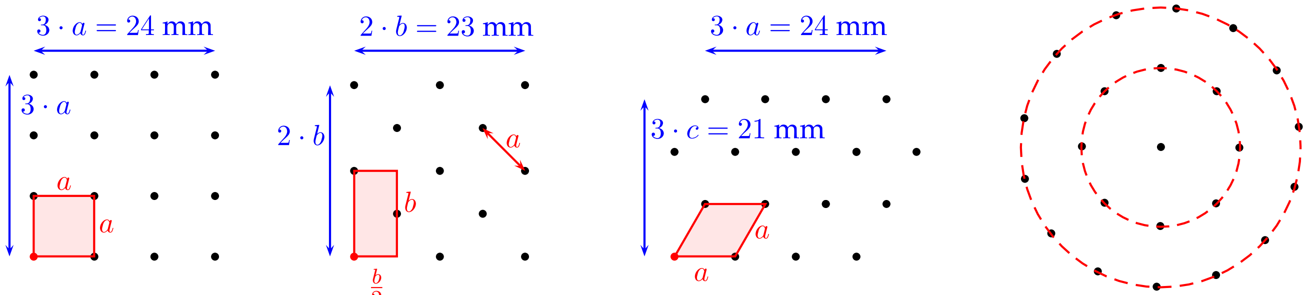
A1 Ko Bojan izpod morske gladine gleda proti gladini, do njega iznad gladine prihaja svetloba, ki prehaja iz zraka v vodo v svetlem krogu nad Bojanom. Ta snop svetlobe je omejen z žarki, za katere je lomni kot največji možen; to pa je 49°. Narišemo gladino in premer svetlega kroga v merilu (v teh rešitvah je uporabljeno merilo 1 : 200), ob robovih svetlega kroga narišemo vpadni pravokotnici za dva mejna žarka ter oba mejna žarka po prehodu iz zraka v vodo v smeri lomnega kota 49°.



Bojan je tam, kjer se mejna žarka sekata. Izmerimo razdaljo med presečiščem žarkov in gladino, upoštevamo merilo in ugotovimo, da je Bojan 4,3 m pod morsko gladino.

A2 Ko kot φ narašča in se približuje vrednosti 90°, velikost sile F, s katero je vrv napeta, narašča preko vseh mej. Tak potek $F(\varphi)$ kaže le graf (D).

A3 Ko na slikah preverimo razdalje, ugotovimo, da je na vseh slikah od (A) do (D) najmanjša razdalja med sosednjima lilijama $a = 8$ mm (kar ustreza razdalji 15 cm v naravi). Spodnje slike kažejo, kolikšna površina vrta pripada pri različnih vzorcih zasaditve od (A) do (C) posamezni liliji. Pri zasaditvi (D), kjer so lilije posajene v krogih, je izkoristek površine očitno slabši kot pri ostalih treh (vsaki liliji vidno pripada več prostora kot pri ostalih treh zasaditvah). Posamezni liliji pripada najmanjša površina vrta pri vzorcu zasaditve (C).



(A) **(B)** **(C)** **(D)**

$S_A = a^2 = 64\ \mathrm{mm}^2$ $S_B = \frac{1}{2}\,b^2 = 66\ \mathrm{mm}^2$ $S_C = \frac{1}{2}\,a \cdot c = 56\ \mathrm{mm}^2$

A4 Kot kaže slika, se avto giblje vzdolž osi x, koordinata x njegove lege se s časom povečuje in velja $v > 0$. Ker je lega avta ob $t = 0$ pri $x < 0$, vidimo, da je $x(t = 0) = x_0 < 0$.

A5 Raztezek žice Δl in dolžina žice l imata isto enoto, zato je izraz $\frac{\Delta l}{l}$ (za relativno spremembo dolžine žice) brez enote. Tudi na drugi strani enačbe se enote pokrajšajo. Enota izraza $\frac{F}{S}$, ki je $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2} = \mathrm{Pa}$, se mora pokrajšati z enoto prožnostnega modula E, ki je v imenovalcu zapisanega izraza. To pomeni, da ima tudi E enoto Pa.

B1 (a) Uporabimo obrazec za prostornino krogle in izračunamo prostornino napihnjene žoge s polmerom $R = 30\,\mathrm{cm} = 0{,}30\,\mathrm{m}$: $V_0 = 4{,}19 \cdot R^3 = 4{,}19 \cdot (0{,}3\,\mathrm{m})^3 = 0{,}113\,\mathrm{m}^3$. Ko na napihnjeni žogi sedi Janez, je prostornina žoge V_1 za 5 % manjša od V_0. Izračunamo $V_1 = 0{,}95 \cdot V_0 = 0{,}107\,\mathrm{m}^3$.

Za pravilno prostornino V_1 .... (2 točki)

Za pravilno prostornino V_0 ali pravilno upoštevanje zmanjšanja prostornine za 5 % (1 točka)

(b) Povezava med tlakom p in prostornino zraka V v žogi je $p \cdot V = k$. Preden Janez sede na žogo, je tlak zraka v žogi $p_0 = 1{,}06$ bar, njegova prostornina pa $V_0 = 0{,}38\ \mathrm{m}^3$. Upoštevamo, da sta tlak in prostornina zraka obratnosorazmerna, in zapišemo

$$k = p_0 \cdot V_0 = 1{,}06\,\mathrm{bar}\ \cdot 0{,}113\,\mathrm{m}^3 = 1{,}06 \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}\ \cdot 0{,}113\,\mathrm{m}^3 = 11{,}7 \cdot 10^3\,\mathrm{Pa} \cdot \mathrm{m}^3 = 0{,}117\,\mathrm{bar} \cdot \mathrm{m}^3\,.$$

Za pravilen izraz $p \cdot V = k$ .... (1 točka)

Za pravilni k .... (1 točka)

(c) Ko na žogo sede Janez, se prostornina zraka zmanjša na $V_1 = 0{,}107\ \mathrm{m}^3$, tlak pa se poveča na p_1. Upoštevamo, da sta tlak in prostornina zraka obratnosorazmerna, in zapišemo

$$k = p_1 \cdot V_1\,.$$

Od tod izrazimo tlak p_1,

$$p_1 = \frac{k}{V_1} = \frac{0{,}117\,\mathrm{bar\,m}^3}{0{,}107\,\mathrm{m}^3} = 1{,}12\,\mathrm{bar}\,.$$

Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(d) Izmerimo premer krožnice na sliki, $2 \cdot r = 3{,}0$ cm. Ker je slika odtisa narisana v merilu $1 : 10$, je premer odtisa žoge, ko na njej sedi Janez, 10-krat tolikšen, $2 \cdot r_J = 30$ cm in $r_J = 15$ cm $= 0{,}15$ m. Uporabimo obrazec za ploščino kroga in izračunamo ploščino odtisa pod žogo, $S = 3{,}14\ \cdot r_J^2 = 3{,}14\ \cdot\ (0{,}15\,\mathrm{m})^2 = 0{,}071\,\mathrm{m}^2$.

Za pravilni odgovor .... (2 točki)

Za pravilno upoštevano merilo in/ali obrazec za račun ploščine kroga .... (1 točka)

(e) Najprej naj opazovani sistem sestavljajo Janez, žoga in zrak v žogi. Na opazovani sistem, ki miruje, delujeta dve (po velikosti enaki, po smeri pa nasprotni) sili: teža opazovanega sistema $\vec{F}_g$ in sila tal $\vec{F}_t$, ki težo uravnoveša, $\vec{F}_g + \vec{F}_t = 0$ in $F_t = F_g$. Na Janeza in žogo sicer pritiska z vseh strani tudi zrak v okolici, a se sile zraka med seboj (skoraj) odštejejo (sila vzgona je v zraku majhna in jo lahko zanemarimo).

Zdaj zamenjajmo opazovani sistem: opazujmo le tisti del plašča žoge, ki je v stiku s podlago in ima ploščino $S = 0{,}071\,\mathrm{m}^2$. Upoštevajmo tudi, da guma s podlago ni zlepljena in da je med žogo in tlemi vedno tudi nekaj zraka. Ko na žogi sedi Janez, pritiska zrak v žogi na gumo, iz katere je žoga, s tlakom p_1, zrak, ki je okoli žoge (zunaj), pa pritiska na gumo z normalnim zračnim tlakom p_0. Poleg zraka, ki deluje na opazovani del plašča žoge z obeh strani z različnima silama $F_1 = p_1 \cdot S$ v smeri navzdol (iz notranjosti žoge) in $F_0 = p_0 \cdot S$ v smeri navzgor (iz zunanjosti žoge), deluje na opazovani del plašča v smeri navzgor tudi sila tal $\vec{F}_t$. Te tri sile se med seboj uravnovešajo, velja $\vec{F}_0 + \vec{F}_1 + \vec{F}_t = 0$. Ko upoštevamo smeri sil, za njihove velikosti zapišemo $F_1 = F_0 + F_t$ in dobimo

$$\begin{aligned} F_t = F_g &= F_1 - F_0 = p_1 \cdot S - p_0 \cdot S = (p_1 - p_0) \cdot S = (1{,}12\,\mathrm{bar} - 1\,\mathrm{bar}) \cdot 0{,}071\,\mathrm{m}^2 = \\ &= 0{,}12\,\mathrm{bar} \cdot 0{,}071\,\mathrm{m}^2 = 12\,000\,\mathrm{Pa} \cdot 0{,}071\,\mathrm{m}^2 = 852\,\mathrm{N}\,. \end{aligned}$$

Težo žoge lahko zanemarimo in zapišemo, da ima Janez $85{,}2$ kg.

Za pravilni odgovor .... **(3 točke)**
Za pravilno silo zraka F_1 .... (1 točka)
Za upoštevano silo zraka F_0 .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano ravnovesje sil .... (1 točka)

(f) Ko Janez žogo dodatno napihne in sede nanjo, se tlak v žogi poveča na p_2, polmer stične ploskve pa se zmanjša na $r_1 = \frac{2}{3}\, r_J = 10$ cm. Ploščina stične ploskve je zdaj $S_1 = 3{,}14 \cdot (0{,}1\,\mathrm{m})^2 = 0{,}0314\,\mathrm{m}^2$. V ravnovesju velja

$$F_t = F_g = (p_2 - p_0) \cdot S_1\,.$$

Izrazimo razliko tlakov $\Delta p = p_2 - p_0$,

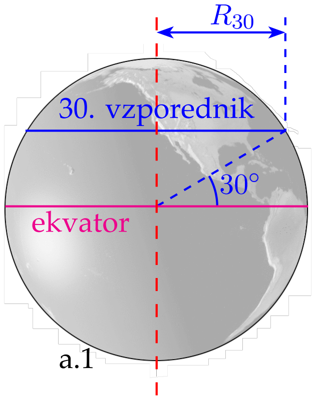
$$\Delta p = \frac{F_g}{S_1} = \frac{852\,\mathrm{N}}{0{,}0314\,\mathrm{m}^2} = 27\,134\,\mathrm{Pa} \approx 0{,}27\,\mathrm{bar}\,.$$

V žogi je potem, ko jo Janez dodatno napihne in sede nanjo, tlak $p_2 = p_0 + \Delta p = 1{,}27$ bar.

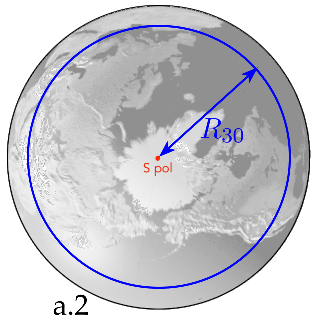
Za pravilni odgovor .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevano nespremenjeno težo in/ali večji tlak v žogi in/ali manjšo ploskev .... (1 točka)

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

B2 (a) Na sliki a.1 sta prikazana ekvator in 30. vzporednik. Na sliki a.2 je prikazan 30. vzporednik. Polmer vzporednika R_{30} (pri pogledu na Zemljo iznad S pola je 30. vzporednik krožnica) določimo iz slike a.1.



a.1



a.2

Za pravilno vrisana ekvator in 30. vzporednik na sliki a.1 .... (1 točka)

Za pravilno vrisan 30. vzporednik na sliki a.2 .... (1 točka)

(b) Polmer Zemlje je $R_Z = 6373$ km, kar preberemo z lista s fizikalnimi obrazci in konstantami. Na slikah je polmer zemeljske oble $R = 2{,}0$ cm. Zemlja je prikazana v merilu 2 cm : 6373 km = 1 : 318 650 000.

Za pravilno merilo .... (1 točka)

(c) Ekvator, 30. vzporednik in oba nasprotna poldnevnika skupaj so krožnice. Polmera ekvatorja in krožnice iz obeh nasprotnih poldnevnikov sta enaka; to je kar polmer Zemlje $R_Z = 6373$ km (rahlo sploščenost Zemlje zanemarimo). Obseg Zemlje po ekvatorju je zato enak obsegu Zemlje po obeh nasprotnih poldnevnikih,

$$o_E = o_p = 6{,}28 \cdot R_Z = 6{,}28 \cdot 6373\,\mathrm{km} = 40\,022\,\mathrm{km} \approx 40\,000\,\mathrm{km}\,.$$

Polmer 30. vzporednika določimo s pomočjo slike a.1. Na sliki a.1 izmerimo $2 \cdot R_{30} = 3{,}5$ cm $\pm\, 0{,}2$ cm in $R_{30} = 1{,}75$ cm $\pm\, 0{,}1$ cm. Upoštevamo merilo, v katerem je prikazana zemeljska obla, in ugotovimo, da je polmer 30. vzporednika R'_{30} enak

$$R'_{30} = 1{,}75\,\mathrm{cm} \cdot 318\,650\,000 = 557\,637\,500\,\mathrm{cm} \approx 5576\,\mathrm{km}\,.$$

Obseg Zemlje po 30. vzporedniku meri

$$o_{30} = 6{,}28 \cdot R'_{30} = 6{,}28 \cdot 5576\,\mathrm{km} \approx 35\,000\,\mathrm{km}\,.$$

Za pravilne vse 3 obsege .... (3 točke)
Za pravilen posamezni obseg .... (1 točka)
Za pravilno ugotovitev, da sta o_E in o_p enaka .... (1 točka)
Za pravilno upoštevanje merila .... (1 točka)

(d) V trenutku, ko ladji prečkata isti poldnevnik, sta ena glede na drugo v smeri proti severu ali jugu. Ker je Pohorje na ekvatorju, je Maribor glede na Pohorje v smeri proti severu.

Za pravilno zemljepisno smer .... (1 točka)

(e) Pohorje pluje s hitrostjo $v_P = 20$ vozlov in opravi v času $t_1 = 45$ h pot $s_{P,45} = v_P \cdot t_1 =$ 900 NM. To je razdalja, ki ustreza povprečni širini enega časovnega pasu na ekvatorju d_{cpE}. Ker je dolžina ekvatorja $o_E = 40\,000$ km in ker je Zemlja razdeljena na 24 časovnih pasov, je povprečna širina enega časovnega pasu na ekvatorju

$$d_{cpE} = \frac{o_E}{24} = \frac{40\,000\,\mathrm{km}}{24} = 1667\,\mathrm{km}\,.$$

Upoštevamo še, da je $d_{cpE} = 900$ NM, in dobimo, da je 1 NM $= \frac{1667\,\mathrm{km}}{900} = 1{,}852\,\mathrm{km} = 1852\,\mathrm{m}$.

Lahko pa računamo tudi tako: obseg ekvatorja je $o_E = 40\,000\,\mathrm{km} = 24 \cdot 900\,\mathrm{NM} = 21\,600\,\mathrm{NM}$ in

$$1\,\mathrm{NM} = \frac{40\,000\,\mathrm{km}}{21\,600} = 1{,}852\,\mathrm{km}\,.$$

Za pravilna postopek in rezultat .... **(3 točke)**
Za pravilno širino časovnega pasu v NM .... (1 točka)
Za pravilno število vseh časovnih pasov .... (1 točka)
Za pravilno pretvorbo med km in NM .... (1 točka)

(f) Če se zemljepisni dolžini obeh ladij spreminjata enako, ladji v istem času t_1 prečkata en časovni pas povprečne širine. Povprečna širina časovnega pasu je odvisna od geografske širine: na ekvatorju je časovni pas najširši in se proti poloma oža. Na 30. vzporedniku je širina povprečnega časovnega pasu

$$d_{cp30} = \frac{o_{30}}{24} = \frac{35\,000\,\mathrm{km}}{24} = 1458\,\mathrm{km}\,.$$

Maribor pluje s hitrostjo

$$v_M = \frac{d_{cp30}}{t_1} = \frac{1458\,\mathrm{km}}{45\,\mathrm{h}} = 32{,}4\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = \frac{32{,}4\,\mathrm{km}}{1{,}852\,\mathrm{km}} \cdot \frac{1{,}852\,\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 17{,}5\,\frac{1{,}852\,\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 17{,}5\,\mathrm{vozlov}\,.$$

Lahko pa računamo tudi tako: obe ladji bi obpluli Zemljo (če bi jo lahko) v istem času t_2. V tem času bi Pohorje opravilo pot $s_P = o_E$ in Maribor pot $s_M = o_{30}$. Zapišemo

$$t_2 = \frac{o_E}{v_P} = \frac{o_{30}}{v_M}$$

in izrazimo hitrost ladje Maribor,

$$v_M = v_P \cdot \frac{o_{30}}{o_E} = 20\,\mathrm{vozlov} \cdot \frac{35\,000\,\mathrm{km}}{40\,000\,\mathrm{km}} = 20\,\mathrm{vozlov} \cdot \frac{7}{8} = 17{,}5\,\mathrm{vozlov}\,.$$

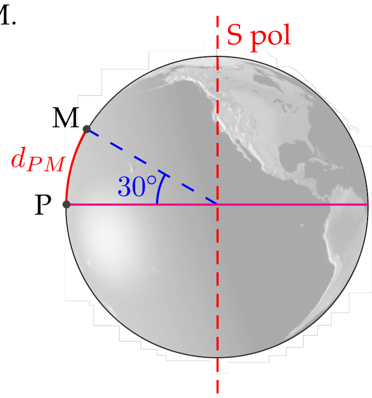
Za pravilno hitrost v_M .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje istega časa plovbe in/ali različne povprečne širine časovnega pasu na različnih zemljepisnih širinah .... (1 točka)

(g) Razdalja med Pohorjem na ekvatorju in S polom je enaka četrtini obsega Zemlje po obeh nasprotnih poldnevnikih o_p, razdalja med Pohorjem in Mariborom, ki je na 30. vzporedniku, pa je enaka eni dvanajstini o_p,

$$d_{PM} = \frac{o_p}{12} = \frac{21\,600\,\mathrm{NM}}{12} = 1800\,\mathrm{NM}.$$

Pohorje prepluje razdaljo d_{PM} v času

$$\begin{aligned} t_3 &= \frac{d_{PM}}{v_P} = \frac{1800\,\mathrm{NM}}{20\,\mathrm{vozlov}} = \\ &= \frac{1800\,\mathrm{NM} \cdot \mathrm{h}}{20\,\mathrm{NM}} = 90\,\mathrm{h} = 3\,\mathrm{dni}\,18\,\mathrm{h}\,. \end{aligned}$$



Za pravilni čas .... **(2 točki)**
Za pravilno določeno razdaljo d_{PM} .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **14 točk**.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

(a) Masa 20 kovancev za 2 evra je $20 \cdot m = 170$ g ± 2 g. Masa enega kovanca je $m = 8{,}5$ g $\pm 0{,}1$ g.

Za pravilno maso enega kovanca z zahtevano natančnostjo .... (1 točka)

V vrsto postavimo 10 ali več kovancev tako, da se stikajo in da so poravnani. Pri tem si lahko pomagamo z ravnilom. Premer 10 kovancev je $10 \cdot 2R = 20 \cdot R = 25{,}8$ cm ± 1 mm, premer enega kovanca pa je $2R = 25{,}8$ mm $\pm 0{,}1$ mm (in polmer kovanca je $R = 12{,}9$ mm $\pm 0{,}1$ mm).

Za pravilni premer enega kovanca z zahtevano natančnostjo .... (1 točka)

Debelino kovanca h natančno izmerimo tako, da vseh 20 kovancev naložimo enega na drugega in izmerimo višino stolpca, $20 \cdot h = 44$ mm ± 1 mm. Debelina enega kovanca je $h = 2{,}2$ mm $\pm 0{,}1$ mm.

Za pravilno debelino enega kovanca z zahtevano natančnostjo .... (1 točka)

(b) Kovanec ima polmer $R = 12{,}9$ mm in višino $h = 2{,}2$ mm. Če predpostavimo, da je kovanec valj, je njegova prostornina

$$V_1 = S \cdot h = 3{,}14 \cdot R^2 \cdot h = 3{,}14 \cdot (1{,}29\,\mathrm{cm})^2 \cdot 0{,}22\,\mathrm{cm} = 1{,}15\,\mathrm{cm}^3 \pm 0{,}07\,\mathrm{cm}^3.$$

Za pravilno prostornino enega kovanca v cm^3 .... (2 točki)
Za pravilno ploščino osnovne ploskve enega kovanca in / ali prostornino v mm^3 (1 točka)

Izračunamo povprečno gostoto kovanca,

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{8{,}5\,\mathrm{g}}{1{,}15\,\mathrm{cm}^3} = 7{,}4\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}6\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\,.$$

Za pravilno povprečno gostoto enega kovanca v zahtevani enoti .... (2 točki)
Za uporabo pravilnega izraza za gostoto .... (1 točka)

(c) Prostornino 20 kovancev izmerimo z merilnim valjem, $20 \cdot V_2 = 19{,}5$ ml $\pm 0{,}5$ ml. Prostornina enega kovanca je

$$V_2 = \frac{19{,}5\,\mathrm{cm}^3}{20} = 0{,}975\,\mathrm{cm}^3 \pm 0{,}025\,\mathrm{cm}^3.$$

Za pravilno prostornino enega kovanca v zahtevano natančnostjo .... (2 točki)
Za primerno natančno izmerjeno prostornino 20 kovancev .... (1 točka)

Izračunamo povprečno gostoto kovanca,

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{8{,}5\,\mathrm{g}}{0{,}975\,\mathrm{cm}^3} = 8{,}7\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}2\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\,.$$

Za pravilno povprečno gostoto enega kovanca v zahtevani enoti .... (1 točka)

(d) Bližje pravi vrednosti povprečne gostote kovanca je ρ_2. Kovanec ni pravilni valj. Takoj opazimo, da osnovni ploskvi nista gladki in ravni, zaradi reliefa na površini kovanca tam nekaj kovine manjka, in podobno velja na plašču. Bolj natančno izmerimo prostornino v drugem primeru, zato je tudi račun gostote iz bolj natančno izmerjene prostornine natančnejši.

Za pravilno ugotovitev, da je ρ_2 bližje pravi vrednosti .... (1 točka)
Za utemeljitev, ki vključuje ustrezen komentar merjenja prostornine .... (1 točka)

(e) Predpostavimo, da je kovanec valj. Premer kovanca je $2R = 25{,}8$ mm, premer notranjega valja iz medenine je $2R_m = 18{,}5$ mm $\pm 0{,}5$ mm. Polmer notranjega valja iz medenine je $R_m = 9{,}25$ mm $\pm 0{,}25$ mm.

Prostornina notranjega valja iz medenine je $V_m = 3{,}14 \cdot R_m^2 \cdot h$. Prostornina kolobarja iz zlitine CuNi je $V_{\mathrm{CuNi}} = 3{,}14 \cdot (R^2 - R_m^2) \cdot h$. Razmerje med prostorninama obeh zlitin v kovancu je

$$\frac{V_{\mathrm{CuNi}}}{V_m} = \frac{3{,}14 \cdot (R^2 - R_m^2) \cdot h}{3{,}14 \cdot R_m^2 \cdot h} = \frac{R^2 - R_m^2}{R_m^2} = \frac{R^2}{R_m^2} - 1 = \frac{(12{,}9\,\mathrm{mm})^2}{(9{,}25\,\mathrm{mm})^2} - 1 = 0{,}94 \pm 0{,}15\,.$$

Za pravilno razmerje med prostorninama .... (1 točka)

Upoštevamo, da je vsota obeh prostornin enaka prostorni kovanca $V_2 = V_m + V_{\mathrm{CuNi}}$, izrazimo prostornino V_{CuNi} z V_m,

$$V_{\mathrm{CuNi}} = 0{,}94 \cdot V_m$$

in dobimo

$$V_{\mathrm{CuNi}} + V_m = 1{,}94 \cdot V_m = V_2 = 0{,}975\,\mathrm{cm}^3\,.$$

Prostornina sredine kovanca iz medenine je $V_m = 0{,}503$ cm$^3 \pm 0{,}04$ cm^3 in prostornina kolobarja iz zlitine CuNi je $V_{\mathrm{CuNi}} = 0{,}472$ cm$^3 \mp 0{,}04$ cm^3.

Za pravilni prostornini .... (2 točki)
Za upoštevanje skupne prostornine kovanca V_2 .... (1 točka)

(f) Gostota bakra je $\rho_{\mathrm{Cu}} = 8940\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, gostota niklja je $\rho_{\mathrm{Ni}} = 8908\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Gostoti sta skoraj enaki, zato domnevamo, da je tudi gostota zlitine CuNi, v kateri je 75% bakra in 25% niklja približno enaka. Uporabimo izraz za gostoto zlitine in zapišemo

$$\rho_{\mathrm{CuNi}} = \eta_{\mathrm{Cu}} \cdot \rho_{\mathrm{Cu}} + \eta_{\mathrm{Ni}} \cdot \rho_{\mathrm{Ni}} = 0,75 \cdot 8940\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} + 0,25 \cdot 8908\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} = 8932\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} = 8{,}932\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}.$$

Za pravilno gostoto zlitine CuNi .... (1 točka)

Masa kolobarja iz zlitine CuNi je

$$m_{\mathrm{CuNi}} = \rho_{\mathrm{CuNi}} \cdot V_{\mathrm{CuNi}} = 8{,}932\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \cdot 0{,}472\,\mathrm{cm}^3 = 4{,}2\,\mathrm{g} \pm 0{,}4\,\mathrm{g}.$$

Za pravilno maso zlitine CuNi .... (1 točka)

Masa notranjega valja iz medenine je

$$m_m = m - m_{\mathrm{CuNi}} = 8{,}5\,\mathrm{g} - 4{,}2\,\mathrm{g} = 4{,}3\,\mathrm{g} \mp 0{,}4\,\mathrm{g}.$$

Za pravilno maso medenine .... (1 točka)

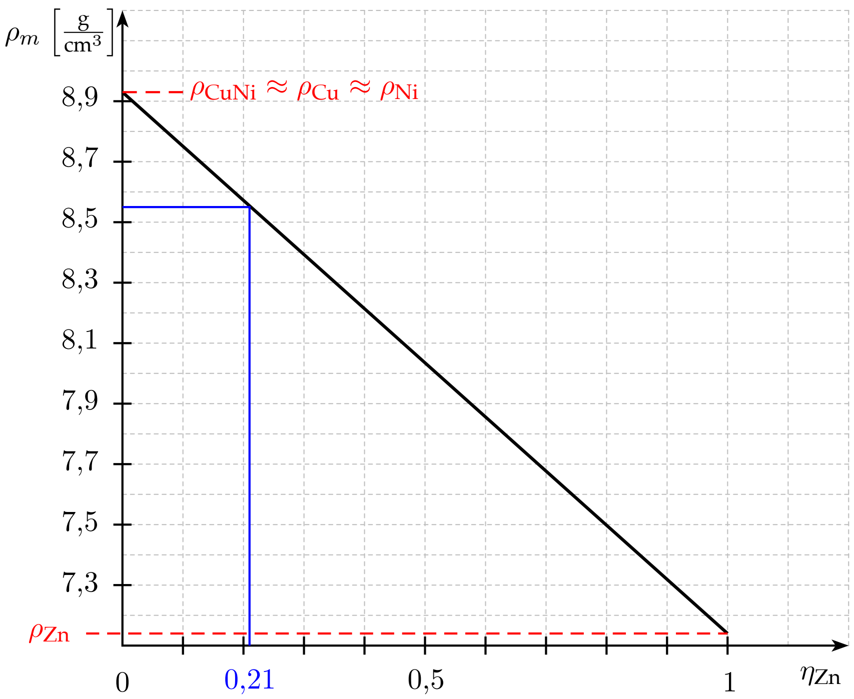
Gostota medenine v kovancu je

$$\rho_m = \frac{m_m}{V_m} = \frac{4{,}3\,\mathrm{g}}{0{,}503\,\mathrm{cm}^3} = 8{,}55\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 1{,}5\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\,.$$

Za pravilno gostoto medenine .... (2 točki)

(g) Masni delež cinka v medenini je večji od 0 in manjši od 1; $0 < \eta_{\mathrm{Zn}} < 1$.
Za pravilni obe meji .... (2 točki)
Za pravilno posamezno mejo .... (1 točka)

Graf kaže, kako je gostota medenine ρ_m odvisna od masnega deleža cinka η_{Zn}. Ko gre masni delež η_{Zn} proti 0, je gostota medenine enaka gostoti zlitine CuNi ($\rho_{\mathrm{CuNi}} \approx \rho_{\mathrm{Cu}} \approx \rho_{\mathrm{Ni}}$). Ko gre masni delež η_{Zn} proti 1, je gostota medenine enaka gostoti cinka.



Za pravilno opremljen graf (količini, skali, enota) .... (2 točki)
Za pravilni količini in eno skalo .... (1 točka)

Od prej vemo, da je gostota medenine v kovancu $\rho_m = 8{,}55\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$. Z grafa preberemo, da je masni delež cinka v medenini $\eta_{\mathrm{Zn}} = 0{,}21 \pm 0{,}01$.
Posamezne meritve so lahko v mejah sprejemljive natančnosti, a tekmovalec iz njih pravilno izračuna, da je $\rho_m > \rho_{\mathrm{Cu}}$ (kar je sicer napačen rezultat). V tem primeru lahko utemelji, da iz grafa ne more sklepati o gostoti medenine, ker dobi $\rho_m > \rho_{\mathrm{Cu}}$, kar kaže na premajhno natančnost njegovih meritev.
(Deklarirana sestava medenine v kovancih za 1 evo in 2 evra je 75% Cu, 20% Zn in 5% Ni.)

Za pravilno prebran masni delež ali utemeljitev, zakaj ni mogoče določiti η_{Zn} ... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **25 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2016/17

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
B	A	B	C	A

A1 Pri enakomerno pospešenem gibanju, kjer telo ob $t = 0$ miruje, in se potem enakomerno pospešuje s pospeškom a na poti s, je $v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$. Za prvi in drugi avtomobil velja $v_1 = \sqrt{2 \cdot a_1 \cdot s}$ in $v_2 = \sqrt{2 \cdot a_2 \cdot s}$. Upoštevamo zvezo med pospeškoma $a_1 = 4 \cdot a_2$, ki jo vstavimo v izraz za v_1,

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot a_2 \cdot s} = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot a_2 \cdot s} = 2 \cdot v_2 \,.$$

Hitrost prvega avtomobila je 2-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.

A2 Iz Stefanovega zakona izrazimo Stefanovo konstanto σ, izpišemo enote za količine v izrazu za σ in upoštevamo definicijo W,

$$\sigma = \frac{j}{T^4} \quad \longrightarrow \quad \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2 \cdot K^4} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{m}^2 \cdot K^4}$$

A3 Zapišimo, kaj manjka ali kaj je odveč v nepravilnih izjavah.

(A) Sprememba kinetične energije žogice je enaka delu vseh zunanjih sil. K zunanjim silam, ki delujejo na žogico, sodi poleg zračnega upora tudi teža.

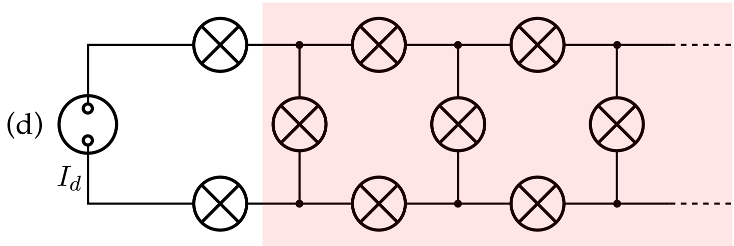
(C) Če na žogico ne delujejo druge zunanje sile, kot teža, je delo teže enako spremembi W_k žogice. A na to žogico deluje poleg teže tudi upor.

(D) Delo sile teže je (vedno) enako **negativni** spremembi potencialne energije.

Pravilna je izjava (B). Izrek o W_k in W_p pravi, da je delo vseh zunanjih sil razen teže enako spremembi vsote $W_k + W_p$. Edina zunanja sila, ki deluje na padajočo žogico poleg teže, je sila zračnega upora.

A4 Košček ledu se potem, ko ga spustimo, najprej giblje enakomerno pospešeno, od dna klanca na nasprotni breg pa enakomerno pojemajoče. Višina, na kateri je košček ledu, se s časom spreminja, kot kaže graf na sliki (C).

A5 Za tokove v vezjih (a), (b) in (c) velja $I_a < I_b < I_c$. Tok I_d je še manjši od toka I_a, ker sta v vezju (d) podobno kot v vezju (a) vezani dve žarnici zaporedno, poleg tega pa je v vezju (d) **zaporedno** s tema dvema žarnicama priključena še kombinacija zaporedno / vzporedno vezanih žarnic, na sliki obkrožena z rdečo. Ko v vezje dodamo porabnik (ali kombinacijo porabnikov) zaporedno, se tok skozi vir zmanjša.



B1 (a) Upoštevamo, da lahko vodoravni met obravnavamo kot sestavljeno gibanje. Z višine h_0 = 1,8 m puščica do tal pada in prav toliko časa leti s hitrostjo $v_0 = 8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ tudi v vodoravni smeri čas

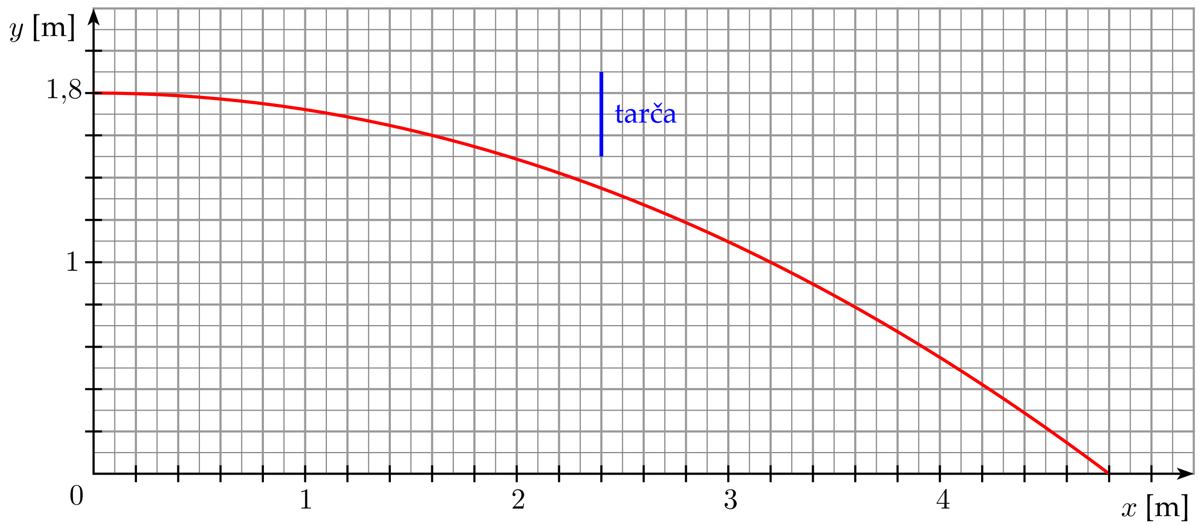
$$t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}8\,\text{m} \cdot \text{s}^2}{10\,\text{m}}} = 0{,}6\,\text{s}\,.$$

V tem času se v vodoravni smeri premakne za

$$d_0 = v_0 \cdot t_0 = 8\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}6\,\text{s} = 4{,}8\,\text{m}\,.$$

Za pravilen čas leta .... **(1 točka)**
Za pravilno razdaljo .... **(1 točka)**

(b) V koordinatnem sistemu je prikazan graf $y(x)$, ki kaže tir gibanja puščice za pikado.



Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enote, skale) .... **(2 točki)**
Za pravilno parabolično obliko grafa in oznake osi, količine, enote, skale .... (1 točka)

(c) Tarča je od strelca oddaljena d_1 = 2,4 m, kar je ravno polovica razdalje d_0. Lega tarče je označena v koordinatnem sistemu pri (b). Puščica leti do tarče (ali stene) čas t_1, ki je polovica časa t_0; t_1 = 0,3 s. V tem času puščica pade v navpični smeri za

$$\Delta y_0 = \frac{1}{2}\,g \cdot t_1 = \frac{1}{2} \cdot 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}3\,\text{s} = 0{,}45\,\text{m} = 45\,\text{cm}\,.$$

Središče tarče je na višini 1,7 m nad tlemi, spodnji rob tarče, ki ima premer 40 cm, je na višini 1,5 m nad tlemi. To je 30 cm nižje od višine, s katere je strelec vrgel puščico. Puščica zgreši spodnji rob tarče za 15 cm, sredino tarče pa za 35 cm.

Za pravilno vrisano tarčo .... **(1 točka)**
Za pravilno razdaljo od središča tarče (35 cm) .... **(2 točki)**
Za pravilen čas leta in pravilen Δy_0 .... (1 točka)

(d) Sredinski krog na tarči ima premer 4 cm. Zgornji rob sredinskega kroga je za $\Delta y_1 = 8$ cm nižje od višine h_0, s katere strelec vrže puščico, spodnji rob sredinskega kroga pa je za $\Delta y_2 = 12$ cm nižje od višine h_0. V dvem mejnih primerih, ko puščica zadene zgornji ali spodnji rob sredinskega kroga, pade med letom za najmanj Δy_1 in največ za Δy_2. Čas padanja je v obeh primerih podan z

$$t_{1,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta y_{1,2}}{g}} \,.$$

Obenem mora v tem istem času (v enem ali drugem primeru) puščica preleteti tudi vodoravno razdaljo d_1. Mejni hitrosti, s katerima se giblje puščica v vodoravni smeri, sta

$$v_{1,2} = \frac{d_1}{t_{1,2}} = d_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta y_{1,2}}{g}} \,.$$

Vstavimo podatke za Δy_1 in Δy_2 v obeh mejnih primerih in izračunamo, da sta mejni hitrosti puščice (največja in najmanjša) pri metu v vodravni smeri enaki $v_1 = 19{,}0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in $v_1 = 15{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Za pravilni obe hitrosti .... **(2 točki)**

Za pravilen izraz o času leta .... (1 točka)

(e) Kot je opisano pri vprašanju, strelec vrže puščico z višine h_0, in ker je tarča prestavljena 10 cm višje in ker jo puščica zadene na sredini, to pomeni, da je višina, na kateri puščica svoj let konča, tudi h_0. To je najpreprostejši primer poševnega meta.

Pri poševnem metu ima puščica v vodoravni smeri hitrost v_x (komponento celotne hitrosti v vodoravni smeri), ki je stalna. Ker je hitrost puščice v vodoravni smeri enaka $v_x = v_0 = 8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, traja celotni let puščice do tarče (ki je enako daleč kot prej) čas $t_1 = 0{,}3$ s. Prvo polovico časa leta se puščica dviga, drugo polovico leta puščica pada.

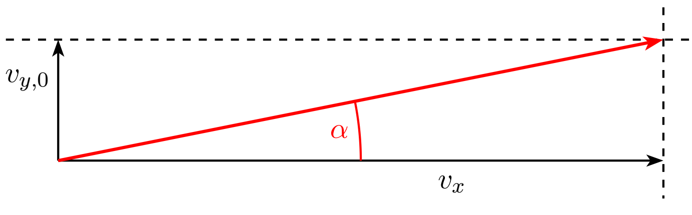
Hitrost puščice v navpični smeri v_y (komponenta celotne hitrosti v navpični smeri) pa se spreminja enako kot pri navpičnem metu navzgor, $v_y = v_{y,0} - g \cdot t$. V času $\frac{t_1}{2}$ se hitrost v navpični smeri zmanjša na 0, zapišemo lahko

$$v_{y,0} = g \cdot \frac{t_1}{2} = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}15\,\mathrm{s} = 1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \,.$$

Poznamo komponenti začetne hitrosti v_x in $v_{y,0}$ in ker sta med seboj pravokotni lahko velikost začetne hitrosti v izračunamo po Pitagorovem izreku,

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_{y,0}^2} = \sqrt{\left(1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 + \left(8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2} = 8{,}14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \,.$$

Kot meta α določimo z načrtovanjem, kot kaže slika, $\alpha = 11° \pm 1°$. Z načrtovanjem bi lahko določili tudi velikost začetne hitrosti (če ne bi poznali Pitagorovega izreka).



Za pravilno navpično komponento začetne hitrosti .... **(2 točki)**

Za pravilen kot meta .... **(1 točka)**

Za pravilen čas leta .... (1 točka)

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

B2 (a) Plezalec v razpoki miruje, sile na plezalca so v ravnovesju. Če plezalec tišči s čevlji pravokotno na steno s silo 700 N, tišči stena nazaj na njegove noge s po velikosti enako silo. Z duge strani to silo na plezalca uravnovesi po velikosti enaka sila stene, ki pritiska na plezalčev hrbet. Sila stene na hrbet plezalca meri 700 N.

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(b) Plezalec miruje. V ravnovesju so vse sile nanj, tudi tiste v navpični smeri. To so teža plezalca, ki kaže navzdol in meri 850 N, in dve sili lepenja obeh sten na plezalca, ki sta usmerjeni navzgor. Ena sila lepenja prijemlje na čevljih plezalca, druga na hrbtu plezalca. Vsota obeh sil lepenja uravnovesi težo. Vsota sil lepenja je po velikosti enaka teži plezalca, 850 N.

Za pravilni odgovor .... **(1 točka)**

(c) Na čevlje plezalca, ki ob steno pritiska s silo $F_\perp = 700$ N, lahko deluje največja sila lepenja $F_{l1,max} = k_{l1} \cdot F_\perp = 1{,}2 \cdot 700\ \mathrm{N} = 840$ N. Na hrbet plezalca, ki ob steno pritiska s silo $F_\perp = 700$ N, lahko deluje največja sila lepenja $F_{l2,max} = k_{l2} \cdot F_\perp = 0{,}8 \cdot 700\ \mathrm{N} = 560$ N. Vsota največjih sil lepenja je $F_{l1,max} + F_{l2,max} = 1400$ N. Teža plezalca je 850 N, kar pomeni, da bi si pri nespremenjenih silah, s katerimi pritiska ob steni, in ne da bi zdrsnil, lahko naložil še breme s težo $1400\,\mathrm{N} - 850\,\mathrm{N} = 550$ N.

Za pravilni odgovor .... **(2 točki)**

Za pravilno izračunani največji sili lepenja .... (1 točka)

(d) Plezalec lahko zmanjša silo, s katero pritiska ob steni, pa ne zdrsne, če je vsota največjih sil lepenja nanj večja ali kvečjemu enaka njegovi teži. Če je sila, s katero pritiska na steni v pravokotni smeri po velikosti enaka $F_{\perp,1}$, je vsota največjih sil lepenja

$$\begin{aligned} F_{l,max} &= F_{l1,max} + F_{l2,max} = k_{l1} \cdot F_{\perp,1} + k_{l2} \cdot F_{\perp,1} = (k_{l1} + k_{l2}) \cdot F_{\perp,1} = \\ &= (1{,}2 + 0{,}8) \cdot F_{\perp,1} = 2 \cdot F_{\perp,1}\,. \end{aligned}$$

Če naj velja $F_{l,max} \geq F_g$, mora veljati $F_{\perp,1} \geq \frac{1}{2}\,F_g = 425$ N. Tik pred zdrsom deluje plezalec na steni s pravokotnima silama 425 N.

Za pravilni odgovor .... **(2 točki)**

Za pravilno upoštevano ravnovesje sil .... (1 točka)

(e) Sile, ki delujejo na plezalca na meji zdrsa, so prikazane na sliki v merilu, kjer pomeni 1 cm silo 200 N. Iz pvelikosti pravokotne sile, s katero plezalec z nogami in hrbtom pritiska ob steni, izračunamo velikosti obeh sil lepenja, $F_{l1} = k_{l1} \cdot F_{\perp,1} = 1{,}2 \cdot 425\,\mathrm{N} = 510\,\mathrm{N}$ in $F_{l2} = k_{l2} \cdot F_{\perp,1} = 0{,}8 \cdot 425\,\mathrm{N} = 340$ N.

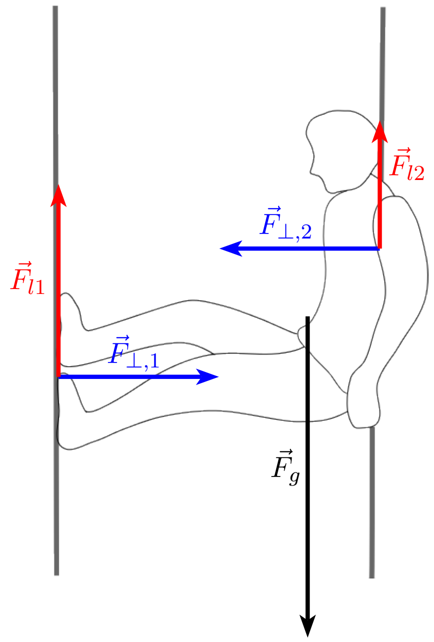
Za pravilno prikazane sile (prijemališča, smeri, velikosti) .... **(3 točke)**

Za pravilno upoštevano ravnovesje sil .... (1 točka)

Za pravilno prikazano težo .... (1 točka)

Za pravilno prikazani sili lepenja .... (1 točka)

Za pravilno prikazani pravokotni sili .... (1 točka)



(f) Da se plezalec med odrivom navzgor lahko giblje s pospeškom $a = 1{,}6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, mora nanj delovati rezultanta sil $F_r = m \cdot a = 85\,\mathrm{kg} \cdot 1{,}6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 136$ N v smeri navzgor. V rezultanto $\vec{F}_r$ se seštejejo teža plezalca $\vec{F}_g$ ter obe sili lepenja $\vec{F}_{l1}$ in $\vec{F}_{l2}$, $\vec{F}_r = \vec{F}_{l1} + \vec{F}_{l2} + \vec{F}_g$. Za velikosti sil pa velja

$$m \cdot a = F_r = F_{l1} + F_{l2} - F_g \,.$$

Upoštevamo, da sta sili lepenja podani z

$$F_{l1} \leq k_{l1} \cdot F_\perp \qquad \text{in} \qquad F_{l2} \leq k_{l2} \cdot F_\perp$$

in dobimo

$$m \cdot a = F_{l1} + F_{l2} - F_g \leq (k_{l1} \cdot F_\perp + k_{l2} \cdot F_\perp) - F_g = (k_{l1} + k_{l2}) \cdot F_\perp - F_g \ \ .$$

Izrazimo $F_\perp$,

$$F_\perp \geq \frac{F_r + F_g}{(k_{l1} + k_{l2})} = \frac{136\,\mathrm{N}\ + 850\,\mathrm{N}}{2} = 493\,\mathrm{N}.$$

Najmanjša sila, s katero plezalec pri odrivu navzgor pritiska na steno v pravokotni smeri je 493 N.

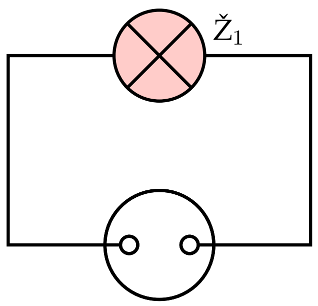
Za pravilno najmanjšo pravokotno silo .... (3 točke)
Za pravilno zapisan 2. Newtonov zakon .... (1 točka)
Za pravilno velikost rezultante sil ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **12 točk**.

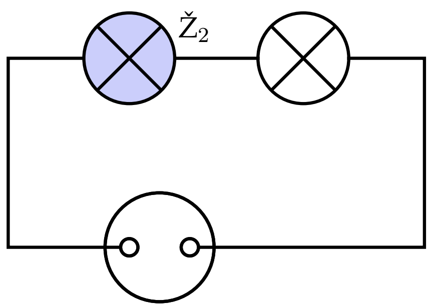
C Eksperimentalna naloga

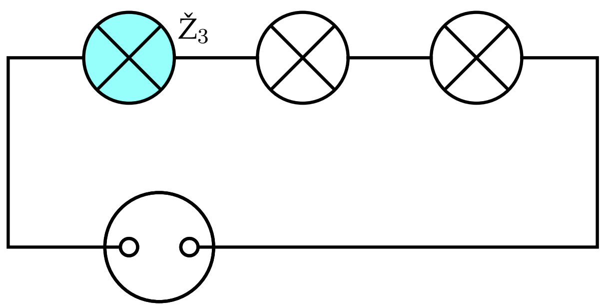
Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke. Dovoljeno odstopanje izmerjenih vrednosti je 5% od vrednosti, zapisanih v tabelah v teh rešitvah.

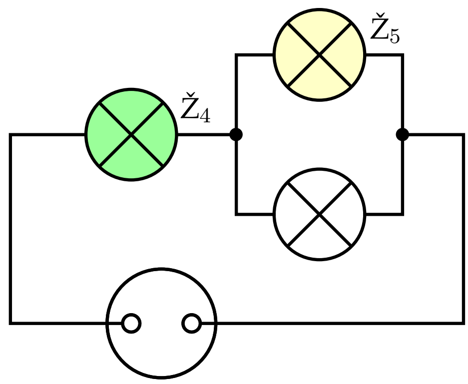
(a) Izmerjene napetosti in tokovi so zapisani v tabeli. Štiri različna vezja, na katerih so meritve opravljene, kaže slika.



	(a)		(b)	(c)
meritev	U [V]	I [mA]	$R_\otimes$ [Ω]	$P_\otimes$ [mW]
1.	4,61	126	36,6	581
2.	2,31	86,6	26,6	200
3.	1,52	69,1	22,0	105
4.	3,48	108,7	32,0	377
5.	0,97	53,6	18,1	52







Za pravilno meritev (U in I) z eno žarnico v vezju ..... (1 točka)

Za pravilno meritev (U in I) z 2 žarnicama v vezju ..... (1 točka)

Za pravilno meritev (U in I) s 3 žarnicama v vezju ..... (1 točka)

Za pravilne vse 3 sheme vezij z 1, 2 in 3 žarnicami, vezanimi zaporedno ..... (1 točka)

Za pravilno izmerjeni napetosti U_4 in U_5 ..... (1 točka)

Za pravilno izmerjen tok I_4 ..... (1 točka)

Za pravilno izmerjen tok I_5 ..... (1 točka)

Za pravilno shemo vezja za meritvi 4 in 5 ..... (1 točka)

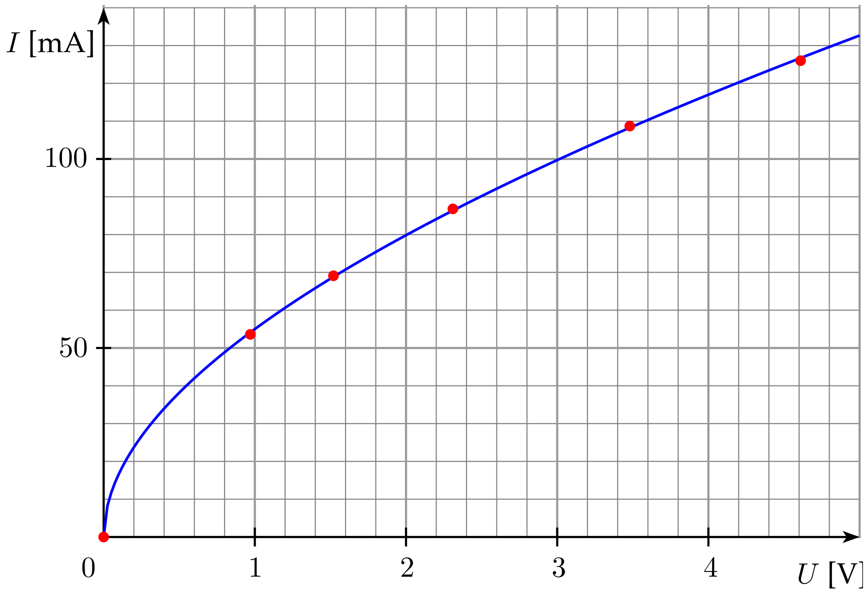
(b) Izračunani upori žarnice pri različnih napetostih na žarnicih in tokovih skozi žarnice so zapisani v 4. stolpcu tabele pri (a).

Za pravilnih 4 ali 5 izračunanih vrednosti upora ..... (1 točka)

(c) Izračunane moči žarnice pri različnih napetostih na žarnicih in tokovih skozi žarnice so zapisane v 5. stolpcu tabele pri (a).

Za pravilnih 4 ali 5 izračunanih vrednosti moči ..... (1 točka)

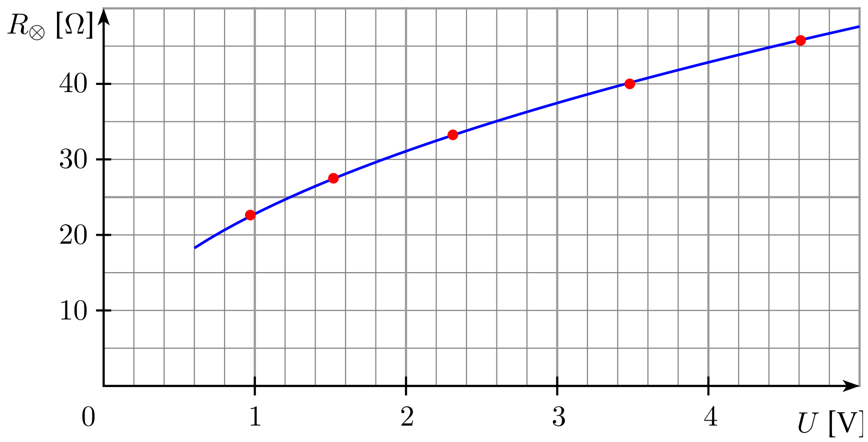
(d) Karakteristiko žarnice kaže graf. Vseeno je, na kateri osi je napetost in na kateri tok. Pravilno je tudi, če je ravno obratno kot v teh rešitvah.



Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enoti), pravilno vrisanih 5 ali 6 točk in gladko krivuljo .... (2 točki)

Za pravilne oznake osi, količine, enoti ter 4, 5 ali 6 pravilno vrisanih točk .... (1 točka)

(e) Na sliki je graf, ki kaže, kako je upor žarnice odvisen od napetosti na žarnici. Vseeno je, na kateri osi je napetost in na kateri upor.



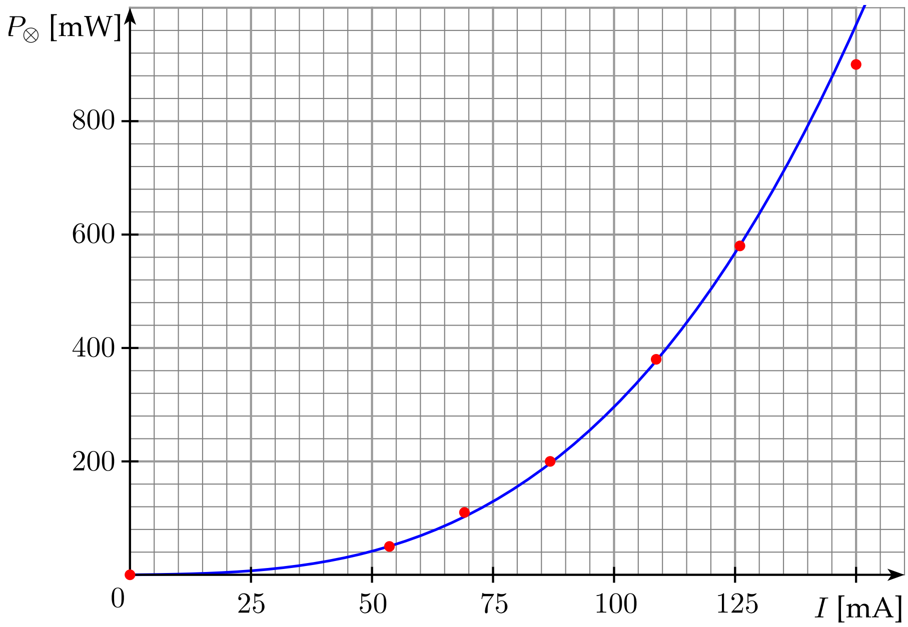
Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enoti), pravilno vrisanih 5 ali 6 točk in gladko krivuljo, ki NE gre skozi $(U = 0, R_\otimes = 0)$ **......................................(2 točki)**

Za pravilne oznake osi, količine, enoti ter 4, 5 ali 6 pravilno vrisanih točk .... (1 točka)

(f) Nazivna napetost žarnice je $U_n = 6$ V, nazivni tok je $I_n = 0{,}15$ mA, nazivna moč žarnice je $P_n = U_n \cdot I_n = 6\,\mathrm{V} \cdot 0{,}15\,\mathrm{mA} = 0{,}9\,\mathrm{W}$.

Za pravilno izračunano nazivno moč ....(1 točka)

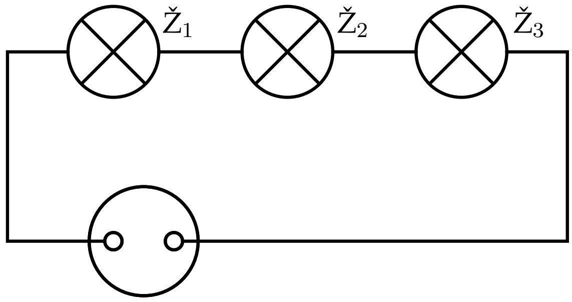
(g) Na sliki je graf, ki kaže, kako je moč, ki jo prejema žarnica, odvisna od toka skozi žarnico. Vseeno je, na kateri osi je moč in na kateri tok.



Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enoti), pravilno vrisanih 6 ali 7 točk in gladko krivuljo . . . . (2 točki)

Za pravilne oznake osi, količine, enoti ter 5, 6 ali 7 pravilno vrisanih točk . . . . (1 točka)

(h) Vezava 3 žarnic, pri kateri se baterija najpočasneje izprazni, je zaporedna vezava žarnic na baterijo, kot kaže slika. Skozi vse elemente v vezju teče isti tok, ki smo ga izmerili že pri (a), $I = 69{,}1$ mA. Napetosti izmerimo na vsaki žarnici posebej (če slučajno niso popolnoma enake). Rezultati meritev in izračunov moči so v tabeli.

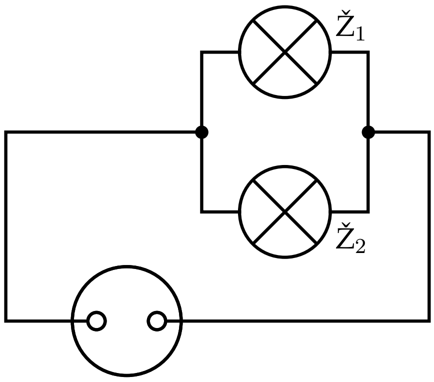


element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
Ž$_1$	1,52	69,1	105
Ž$_2$	1,52	69,1	105
Ž$_3$	1,53	69,1	106
baterija	4,80	69,1	332

Za pravilno shemo vezja in vse enake tokove . . . . (1 točka)

Za pravilne meritve in izračune, ki se ujemajo z meritvami pri (a) in $U_b \simeq U_{Ž_1} + U_{Ž_2} + U_{Ž_3}$ . . . . (1 točka)

(i) Vezava 2 žarnic, pri kateri se baterija najhitreje izprazni, je vzporedna vezava žarnic na baterijo, kot kaže slika. Na vseh elementih v vezju je približno enaka napetost (teoretično bi bila prav ista, če žice in ostali pomožni elementi v vezju ne bi imeli upora). Tokove izmerimo v vsaki veji posebej, pa še skupni tok skozi baterijo. Rezultati meritev in izračunov moči so v tabeli.



element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
Ž$_1$	4,00	117,0	468
Ž$_2$	4,18	117,6	492
baterija	4,57	230	1051

Za pravilno shemo vezja in vse približno enake napetosti .... (1 točka)

Za pravilne meritve in $I_{bat} \simeq I_{Ž1} + I_{Ž_2}$ .... (1 točka)

(j) Skupna moč vseh žarnic je enaka ali malo manjša od moči baterije. Baterija opravlja električno delo, žarnice to delo prejemajo. Ne morejo prejeti več dela, kot ga baterija odda. Majhna razlika med skupno močjo vseh žarnic in močjo baterije je povezana z uporom žic in drugih pomožnih elementov v vezju.

Za pravilno ugotovitev, da je skupna moč žarnic enaka ali malo manjša od moči baterije .... (1 točka)

(k) Če bi pri poskusih uporabljal različne žarnice, bi se meritve in računi razlikovali ali pa ne.

- Pri zaporedni vezavi žarnic skozi vse žarnice teče isti tok. To se ne spremeni, če so žarnice različne.
- Pri zaporedni vezavi različnih žarnic so napetosti na žarnicah različne.
- Pri vzporedni vezavi žarnic je na njih približno enaka napetost. To se ne spremeni, če so žarnice različne.
- Pri vzporedni vezavi različnih žarnic so tokovi, ki tečejo skozi vzporedno vezane žarnice, različni.
- V splošnem so moči, ki jih prejemajo različne žarnice od baterije v istem krogu različne, tudi če so žarnice vezane zaporedno ali vzporedno.
- Skupna moč vseh žarnic je enaka ali malo manjša od moči baterije.

Za 3 pravilne domneve .... (3 točke)

Za 2 pravilni domnevi .... (2 točki)

Za 1 pravilno domnevo .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **25 točk**.

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

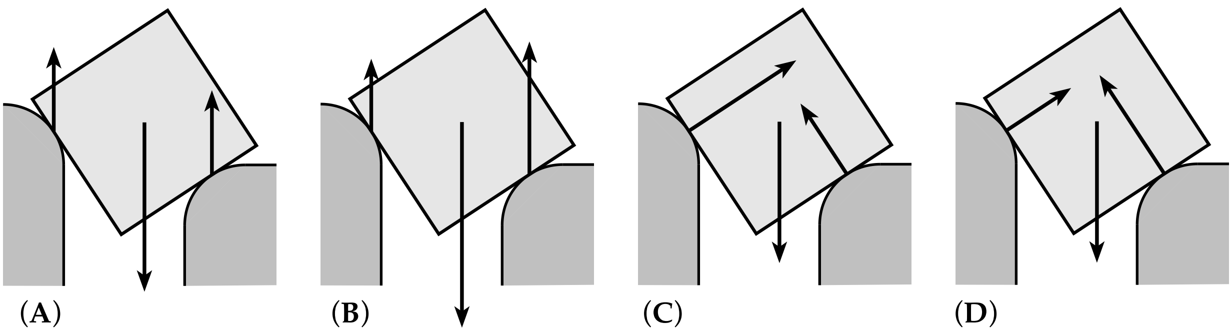
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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 Kocka miruje, kot kažejo slike. Trenja ni. Katera slika pravilno kaže sile, ki delujejo na kocko?



(A) **(B)** **(C)** **(D)**

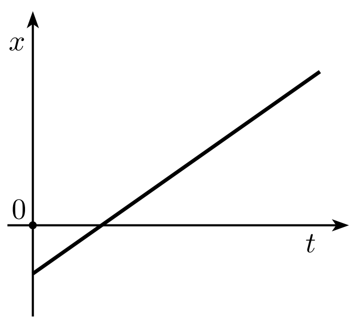
A2 *Galone* in *pinti* so anglosaške prostorninske enote. Ameriška galona meri 3,785 litra, imperialna galona (v rabi v Veliki Britaniji) pa 4,5461 litra. Sodček piva vsebuje v Združenih državah Amerike 31 galon, v Veliki Britaniji pa 36 galon. V obeh državah meri *pint* osmino galone. Miles naroči 2 soda ameriškega piva, ki ga toči v angleške kozarce za 1 pint. Koliko kozarcev napolni, preden izprazni oba soda?

(A) 413 **(B)** 479 **(C)** 496 **(D)** 576

A3 Lega avta se s časom spreminja, kot kaže graf. Isto gibanje opiše tudi enačba

$$x = v \cdot t + x_0 \, .$$

Kakšna sta parametra v in x_0?



(A) $v > 0$ in $x_0 > 0$. **(B)** $v > 0$ in $x_0 < 0$.

(C) $v < 0$ in $x_0 > 0$. **(D)** $v < 0$ in $x_0 < 0$.

A4 V razpredelnici so podatki o masah m štirih kock in dolžinah njihovih robov a. Kocke stojijo na vodoravni podlagi. Pod katero kocko je največji tlak?

	(**A**)	(**B**)	(**C**)	(**D**)
m	20 mg	100 mg	14 g	130 kg
a	1 mm	10 mm	1 cm	1 m

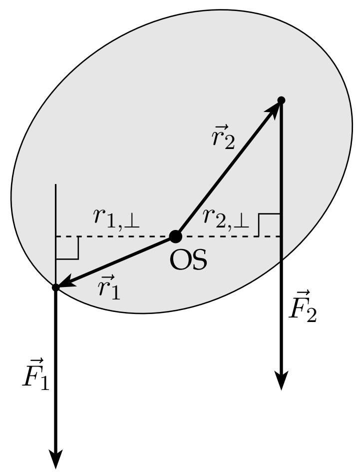
A5 V Ljubljani je najdaljši svetli del dneva junija 10 ur daljši od najkrajšega svetlega dela dneva decembra. Koliko ur traja najkrajši nočni del dneva v Ljubljani?

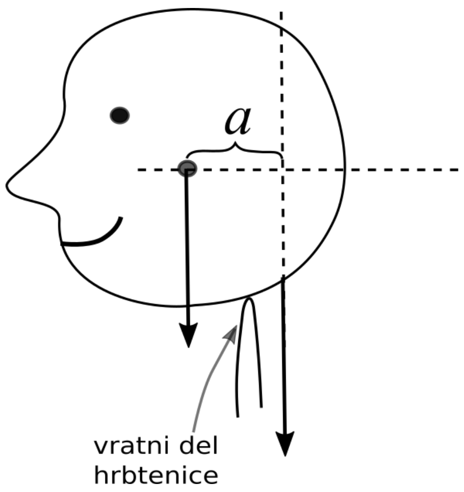
(**A**) 7 (**B**) 10 (**C**) 12 (**D**) 14

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Pri nalogi boš izračunal silo, s katero glava pritiska na prvo vratno vretence v hrbtenici, in tlak na medvretenčno ploščico med prvim in drugim vratnim vretencem. Upoštevati boš moral dodatni pogoj za ravnovesje, opisan tu: **14**

Sivo telo na sliki je vpeto v osi (pravokotni na ta list), okoli katere se lahko vrti (v ravnini tega lista). Na telo delujeta sili $\vec{F}_1$ in $\vec{F}_2$, ki prijemljeta v točkah, do katerih iz osi kažeta ***ročici*** *$\vec{r}_1$ in $\vec{r}_2$. Telo miruje (se ne vrti okoli osi), če velja $F_1 \cdot r_{1,\perp} = F_2 \cdot r_{2,\perp}$.*





Slika prikazuje Jurijevo glavo v normalni legi. Lobanja sedi na prvem (zgornjem) vratnem vretencu vratne hrbtenice, kjer je os. Masa glave je 5 kg, težišče je pomaknjeno naprej (ni točno nad osjo). Mišice zadnjega dela vratu so pripete na lobanjo in vlečejo lobanjo navzdol. Stalna razdalja $a = 7$ cm (pri pokončni legi glave, glej sliko). Na sliki sta shematično (ne v merilu) prikazani dve sili na lobanjo.

(a) Na sliki glave označi os ter prikaza teže glave $\vec{F}_g$ in sile mišic zadnjega dela vratu $\vec{F}_m$. Označi ročici $\vec{r}_g$ in $\vec{r}_m$. **3**

(b) V normalni legi glave, ki miruje, je $r_{g,\perp} = 3$ cm. S kolikšno silo vlečejo v tej legi lobanjo mišice zadnjega dela vratu? **2**

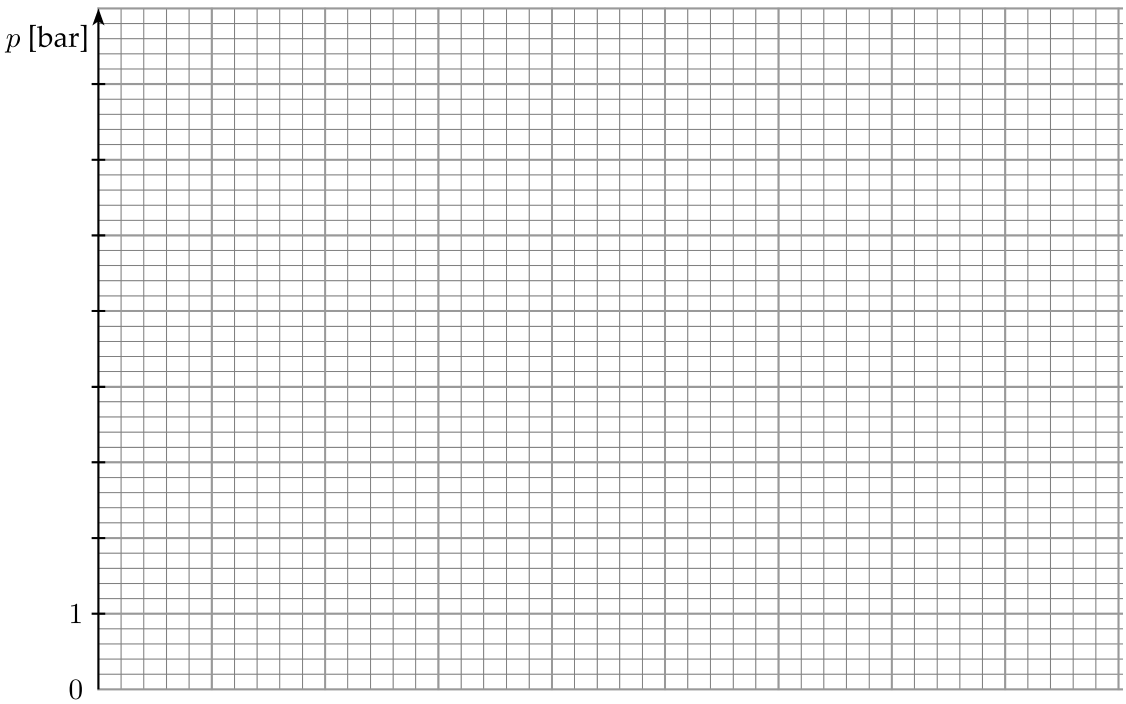
(c) Kolikšna je v normalni legi glave sila lobanje na prvo vratno vretence? **1**

(d) Med prvim in drugim vretencem je prva medvretenčna ploščica s presekom $2{,}7\,\mathrm{cm}^2$. Kolikšen je tlak na ploščico pri normalni legi glave? Izrazi ga v enoti bar. Zanemari maso prvega vretenca. Zračnega tlaka ne upoštevaj. 1

(e) Jurij potisne glavo naprej tako, da se ročica $r_{g,\perp}$ poveča na 5 cm. Kolikšna je zdaj sila glave na prvo vretence in kolikšen je tlak na prvo medvretenčno ploščico? 2

(f) Pri kateri legi glave (kolikšen je $r_{g,\perp}$) sta sila glave na prvo vratno vretence in tlak na prvo medvretenčno ploščico najmanjša in kolikšna sta? 2

(g) Nariši graf, ki kaže, kako je tlak na prvo medvretenčno ploščico odvisen od $r_{g,\perp}$ v območju možnih vrednosti ročice $r_{g,\perp}$, pri čemer ostaja zadnje vretence med prijemališčema teže in sile mišic zadnjega dela vratu in predpostaviš, da vlečejo vratne mišice lobanjo navzdol, da se torej smer sile vratnih mišic ne spremeni. 3



Σ B1

B2 Tri vozila se gibljejo v isti smeri. Tovornjak se giblje s stalno hitrostjo $45\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$, avtobus s stalno hitrostjo $75\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ in avto s hitrostjo $135\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$. V trenutku $t = 0$ je avtobus 10 km za tovornjakom, avto pa 11 km za avtobusom. **14**

(a) Ob katerem trenutku t_1 avtobus dohiti tovornjak? Čas t_1 izrazi v minutah. 2

(b) Kolikšne poti so do trenutka t_1 opravili tovornjak, avtobus in avto? 1

(c) V koordinatni sistem nariši dva grafa, ki kažeta, kako se s časom spreminjata legi tovornjaka in avtobusa od $t = 0$ do trenutka $2 \cdot t_1$. V koordinatnem sistemu označi tudi lego avta ob $t = 0$. Grafa jasno označi. 4

(d) V istem trenutku t_1 avto pripelje na črpalko. Koliko sta od črpalke tedaj oddaljena tovornjak in avtobus? 1

(e) Avto s črpalke odpelje v trenutku t_2, ko mimo nje vozi tovornjak. Avto nadaljuje pot s tako hitrostjo, kot jo je imel pred prihodom na črpalko. V katerem trenutku t_3 avto dohiti avtobus? 3

(f) V koordinatni sistem pri (c) nariši še graf, ki kaže, kako se s časom spreminja lega avta od $t = 0$ do trenutka t_3, ko avto drugič dohiti avtobus. Graf jasno označi. 1

(g) Koliko je ob t_3 od avta oddaljen tovornjak? 2

Σ B1

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

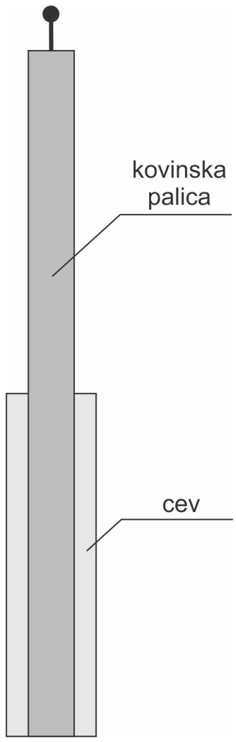
8. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

C – eksperimentalna naloga: POTOPLJENO TELO

S potapljanjem telesa v vodo razišči njegove dimenzije, gostoto posameznega dela telesa in določi spreminjanje vzgona v odvisnosti od potopljenega dela telesa.

Pripomočki
– sestavljeno telo iz kovinske palice in cevi
– merilni valj
– silomer
– vrvica
– voda
– merilo (lastni geotrikotnik ali merilo na papirju)



Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Pri tem poskusu je zelo pomembno, da meritve izvedeš natančno.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Telo je sestavljeno iz kovinske palice in cevi, ki obdaja spodnji del palice.

2018 DMFA Slovenije, Komisija za popularizacijo fizike v osnovni šoli

(a) S silomerom izmeri težo celotnega telesa in določi njegovo maso. 2

Teža celotnega telesa $F_g =$ ______________ N

Masa celotnega telesa $m =$ ______________ g

(b) S potapljanjem telesa v vodo izmeri prostornino celotnega telesa in določi prostornini obeh delov sestavljenega telesa. 3

(i) Prostornina celotnega telesa $V =$ ______________ ml

(ii) Določi prostornino kovinske palice. Pri tem si pomagaj z izmerjeno prostornino dela kovinske palice, ki ni obdana s cevjo.

Prostornina kovinske palice $V_p =$ ______________ ml

(iii) Izračunaj prostornino stene cevi.

Prostornina cevi $V_c =$ ______________ ml

(c) Izračunaj povprečno gostoto telesa in gostoto cevi, ki obdaja kovinsko palico. Gostota kovinske palice je $\rho_p = 2700\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. 3

(i) Povprečna gostota telesa $\rho =$ ______________ $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$

(ii) Pri izračunu gostote cevi si pomagaj z enačbo: $m = \rho_p V_p + \rho_c V_c$, pri čemer je m masa celotnega telesa, ρ_p gostota palice, ρ_c gostota cevi, V_p prostornina palice in V_c prostornina stene cevi.

Gostota cevi $\rho_c =$ ______________ $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$

(d) Določi razmerje površin prečnih prerezov zgornjega dela (S_1) in spodnjega dela (S_2) telesa. (namig: Pomagaj si z merjenjem prostornin zgornjega in spodnjega dela telesa. Pri tem upoštevaj, da je prostornina dela telesa z enakim presekom enaka produktu dolžine h in površine prečnega prereza S dela telesa: $V = S \cdot h$.) | 2 |

Razmerje površin $\frac{S_2}{S_1} =$ ______________

(e) Razišči, kako se spreminja sila F, s katero moraš držati telo, da miruje v različnih položajih in kako se pri tem spreminja sila vzgona F_{vzg}. | 12 |

(i) Za različne položaje telesa izmeri silo F in izračunaj silo vzgona F_{vzg}. Vrednosti zapiši v tabelo. Pri tem je h_p višina potopljenega dela telesa pod vodno gladino.

Položaj telesa	h_p [mm]	F [N]	F_{vzg} [N]
1. Celotno telo je nad vodno gladino.			
2. V celoti je potopljen le spodnji del telesa.			
3. Potopljeno je celotno telo.			

(ii) Vrednosti iz tabele vnesi v graf, ki prikazuje velikost sile F v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p (točke v grafu označi s krogci). V isti graf vriši vrednosti iz tabele, ki prikazujejo silo vzgona F_{vzg} v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p (točke v grafu označi s križci).

(iii) S polno črto v graf nariši potek spreminjanja sile vzgona F_{vzg} v odvisnosti od potopljenega dela telesa h. Pri tem upoštevaj, da je pri konstantnem prerezu telesa prostornina potopljenega dela telesa premo sorazmerna z višino potopljenega dela telesa.

(iv) S črtkano črto v graf nariši spreminjanje sile F v odvisnosti od h.

(v) V graf doriši potek spreminjanja sile vzgona med potapljanjem telesa, če bi bila celotna kovinska palica obdana s cevjo. Graf ustrezno označi.

(vi) Kolikšno silo bi pokazal silomer, če bi predmet v celoti potopili, pri tem pa bi bila kovinska palica v celoti obdana s cevjo (spodnja in zgornja ploskev kovinske palice nista obdani s cevjo).

$F =$ _______________ N

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

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

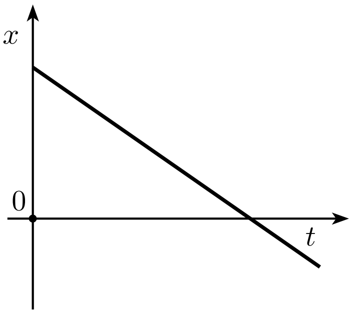
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v sklopu B rešuj na tej poli. **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 Lega avta se s časom spreminja, kot kaže graf. Takšno gibanje opiše enačba

$$x = v \cdot t + x_0 \,.$$

Kakšna sta parametra v in x_0?



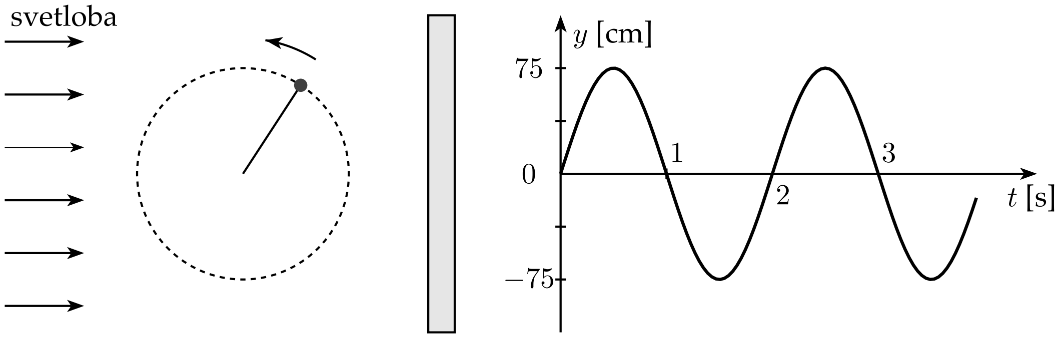
(**A**) $v > 0$ in $x_0 > 0$. (**B**) $v > 0$ in $x_0 < 0$.

(**C**) $v < 0$ in $x_0 > 0$. (**D**) $v < 0$ in $x_0 < 0$.

A2 V Ljubljani je najdaljši svetli del dneva junija 10 ur daljši od najkrajšega svetlega dela dneva decembra. Koliko ur traja najkrajši nočni del dneva v Ljubljani?

(**A**) 7 (**B**) 10 (**C**) 12 (**D**) 14

A3 Na vrtiljaku, ki se enakomerno vrti, sedi Jurček. Vrtiljak od strani osvetljujejo reflektorji. Na steni, ki je na drugi strani vrtiljaka nasproti reflektorja, opazujemo Jurčkovo senco. Slika kaže tloris vrtiljaka, označena je smer vrtenja vrtiljaka in smer, iz katere prihaja svetloba. Graf kaže, kako se odmik y Jurčkove sence od $y = 0$ spreminja s časom. S kolikšno hitrostjo se giblje Jurček?

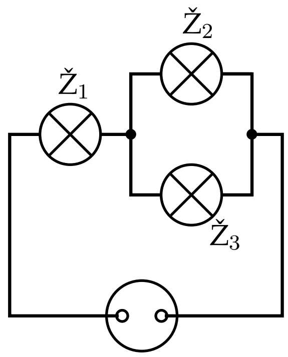


(**A**) 0,75 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (**B**) 1,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (**C**) 1,18 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (**D**) 2,36 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

A4 *Galone* in *pinti* so anglosaške prostorninske enote. Ameriška galona meri $3{,}785$ litra, imperialna galona (v rabi v Veliki Britaniji) pa $4{,}5461$ litra. Sodček piva vsebuje v Združenih državah Amerike 31 galon, v Veliki Britaniji pa 36 galon. V obeh državah meri *pint* osmino galone. Miles naroči 2 soda ameriškega piva, ki ga toči v angleške kozarce za 1 pint. Koliko kozarcev napolni, preden je sod prazen?

(**A**) 413 (**B**) 479 (**C**) 496 (**D**) 576

A5 Na vir napetosti so najprej vezane samo žarnice $\check{Z}_1$, $\check{Z}_2$ in $\check{Z}_3$, kot kaže slika. Potem v vezje vežemo še četrto žarnico. Katera izjava je pravilna?



(**A**) Po vezavi žarnice $\check{Z}_4$ se skupni tok skozi vir zagotovo poveča.
(**B**) Po vezavi žarnice $\check{Z}_4$ se skupni tok skozi vir zagotovo zmanjša.
(**C**) Po vezavi žarnice $\check{Z}_4$ se skupni tok skozi vir ne spremeni.
(**D**) Po vezavi žarnice $\check{Z}_4$ se skupni tok skozi vir bodisi zmanjša bodisi poveča.

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Imaš te pripomočke: vir stalne napetosti, žice in 3 porabnike. Predpostavi, da za vse 3 porabnike velja, da je napetost na posameznem porabniku U_i premosorazmerna toku I_i, ki teče skozi porabnik, $U_i = R_i \cdot I_i$, kjer je R_i konstanten *upor* porabnika. Dva porabnika sta enaka ($R = R_1 = R_2 = 100\,\Omega = 100\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}$), tretji ($R_3$) je različen: ko je na R_3 enaka napetost kot na porabniku R_1, teče skozi R_1 dvakrat tolikšen tok kot skozi porabnik R_3. **13**

(a) Kolikšen je R_3? 1

(b) Nariši sheme vseh možnih različnih vezav vseh 3 porabnikov, pri čemer skozi vse 3 porabnike teče tok, in sheme razločno označi s črkami A, B ... Porabnike označi z R in R_3. 3

(c) Pri kateri vezavi vseh 3 porabnikov teče skozi vir največji in pri kateri najmanjši tok?

2

(d) Ko je na vir napetosti priključen samo porabnik R_1, teče skozenj tok 180 mA. Kolikšna je napetost vira in kolikšna sta največji in najmanjši tok iz prejšnjega vprašanja?

3

(e) Izračunaj, kolikšni so tokovi skozi vir v vseh možnih preostalih vezavah 3 porabnikov.

4

Σ B1

B2 Sateliti in vesoljske postaje se gibljejo po (skoraj) krožnicah okoli Zemlje s hitrostmi, ki se po velikostih ne spreminjajo. Središča krožnic - tirnic - so v središču Zemlje. Obseg krožnice o izračunaj z obrazcem $o = 2 \cdot \pi \cdot r = 6{,}28 \cdot r$, kjer je r polmer krožnice. Ko povežemo gravitacijski in 2. Newtonov zakon, dobimo zvezo med r in hitrostjo satelita v **14**

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}\,, \quad \text{kjer je } m \text{ masa satelita,}$$

masa Zemlje je $M = 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg, polmer Zemlje je $R = 6371$ km in gravitacijska konstanta je $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}$.

(a) Mednarodna vesoljska postaja (ISS) kroži 405 km nad Zemljinim površjem. Kolikšno pot opravi pri enem obhodu? 1

(b) S kolikšno hitrostjo se giblje ISS? 2

(c) Kolikokrat v enem dnevu obkroži ISS Zemljo? 3

(d) Tirnice *geostacionarnih* satelitov ležijo v ekvatorski ravnini (presek ekvatorske ravnine in Zemlje je ekvator). Geostacionarni sateliti se gibljejo s takimi hitrostmi, da so stalno v zenitu nad isto točko nad Zemljo. Kolikšen je obhodni čas geostacionarnega satelita? 1

(e) Kolikšen je polmer tirnice geostacionarnega satelita? 4

(f) Prepostavi, da nad ekvatorjem v taki oddaljenosti, kot je ISS, obkroža Zemljo satelit DMFA. Giblje se v nasprotni smeri, kot se okoli svoje osi vrti Zemlja. V nekem trenutku je DMFA v zenitu nad točko na Viktorijinem jezeru v Afriki, kjer meja med Ugando in Kenijo seka ekvator. Čez koliko časa bo DMFA prvič ponovno v zenitu nad isto točko? 3

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 14. april 2018

C – eksperimentalna naloga: SESTAVLJENO TELO IN PREMIKAJOČI OBROČKI

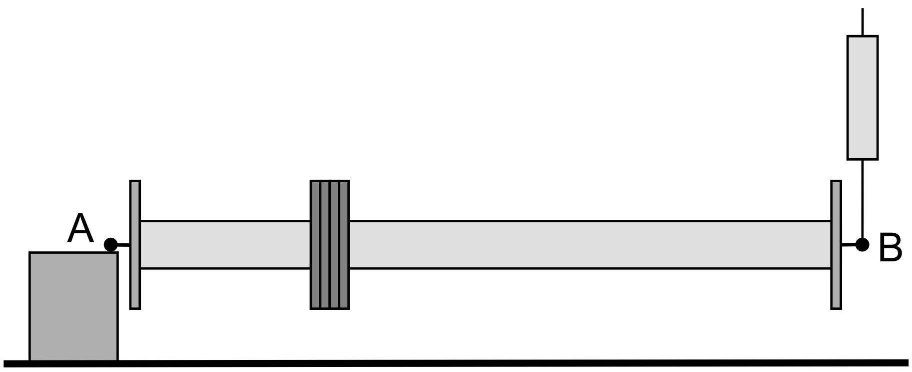
Razišči, kako se spreminjata sili v prijemališčih palice A in B pri premikanju obročev vzdolž palice in kolikšna je masa posameznega dela sestavljenega telesa.

Pripomočki
– sestavljeno telo iz plastične palice in šest kovinskih obročev
– podstavek
– silomer
– merilo

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Pri tem poskusu je zelo pomembno, da meritve izvedeš natančno.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

Telo sestavlja plastična palica in šest kovinskih obročev. Dva obroča sta pritrjena na konca palice, štirje obroči pa so premični vzdolž palice. Palica je v vodoravni legi in podprta v točki A, v točki B pa visi na silomeru.



(a) S silomerom izmeri težo celotnega telesa in določi njegovo maso. | 2 |

Teža telesa: ______________ N   Masa telesa: ______________ kg

(b) Telo postavi na podstavek, kot kaže slika. V prijemališču B drži telo s silomerom tako, da bo mirovalo v vodoravnem položaju. Silomera ne smeš premakniti v točko A. | 3 |

(i) Določi silo F_A v primeru, ko so obroči postavljeni tako, da velja $F_A = F_B$.

$F_A =$ ______________ N

(ii) Premikajoče obroče postavi tako, da bo sila F_A, s katero podstavek deluje na telo v prijemališču A, največja. Kolikšna je sila F_A v tem primeru?

$F_A =$ ______________ N

(iii) Premikajoče obroče postavi tako, da bo sila F_A, s katero podstavek deluje na telo v prijemališču A, najmanjša. Kolikšna je sila F_A v tem primeru?

$F_A =$ ______________ N

(c) Vse premikajoče obroče postavi v skrajno lego k prijemališču B. Če telo miruje, velja naslednja zveza: | 6 |

$$F_A \cdot \frac{L}{2} + F_g \cdot r = F_B \cdot \frac{L}{2}$$

Pri tem je L razdalja med točkama A in B, r razdalja od težišča palice s pritrjenima obročema do težišča skupine premikajočih se obročev in F_g skupna teža premikajočih se obročev.

(i) Izmeri razdalji L in r ter sili v prijemališčih A in B.

$L =$ ______________ cm $F_A =$ ______________ N

$r =$ ______________ cm $F_B =$ ______________ N

(ii) S prej zapisano zvezo izračunaj maso enega obroča. Pri tem predpostavi, da je masa vseh obročev na palici enaka.

$m_1 =$ ______________ g

(iii) Določi maso plastične palice m_p. Maso vijakov v obeh prijemališčih lahko zanemariš.

$m_p =$ ______________ g

(d) Nariši graf $F_B(x)$, ki ponazarja spreminjanje velikosti sile F_B v prijemališču B v odvisnosti od razdalje x. Ta razdalja x predstavlja razdaljo od prijemališča A do težišča obročev, ki jih pri poskusu premikamo.

(i) Premikaj vse štiri obroče hkrati tako, da so med seboj v stiku (obroči, ki jih premikaš, se vedno med seboj dotikajo). Izmeri silo F_B za primera, ko so vsi premakljivi obroči v eni izmed skrajnih leg (skrajno levo ali skrajno desno na palici). Izmeri F_B še za tri različne vmesne lege. Vse izmerjene vrednosti vnesi v graf in nariši krivuljo, ki ponazarja $F_B(x)$. Na vodoravni osi grafa (abscisa) je x.

(ii) V graf doriši še tri krivulje, ki ponazarjajo $F_B(x)$, če premikamo le en obroč, le dva obroča v stiku in le tri obroče v stiku. Obroči, ki jih ne premikamo, so ves čas v skrajni legi ob prijemališču A. Jasno označi z 1, 2, 3 in 4, katera črta v grafu predstavlja potek spreminjanja $F_B(x)$ za izbrano število obročev, ki jih med meritvijo premikaš v različne lege.

(iii) V graf doriši še krivuljo, ki ponazarja $F_B(x)$, če bi po palici premikali 6 obročev od ene do druge skrajne lege. Krivuljo označi s 6.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2017/18

8. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
D	A	B	C	A

A1 Ker ni trenja (lepenja), sta sili, s katero leva in desna podpora delujeta na kocko, v prijemališčih pravokotni na površino podpor in kocko. Poleg sil leve in desne podpore deluje na kocko tudi teža. Kocka miruje, vsota sil, ki delujejo nanjo, je 0. Obema pogojema zadostijo sile, prikazane na sliki (D).

A2 Miles je naročil 2 sodčka ameriškega piva, kar je v litrih $V_p = 2 \cdot 31 \cdot 3{,}785$ litrov $= 234{,}7$ litrov. Pivo toči v angleške kozarce s prostornino 1 *angl.* pint, kar je v litrih $V_k = \frac{1}{8} \cdot 4{,}5461$ litra $= 0{,}568$ litra. Pivo s prostornino V_p natoči v

$$\text{(A)} \qquad N = \frac{V_p}{V_k} = \frac{234{,}7\,\text{l}}{0{,}568\,\text{l}} = 413$$

angleških kozarcev za 1 pint.

A3 Ob času $t = 0$ je koordinata lege $x = v \cdot 0 + x_0 = x_0 < 0$. S časom se koordinata lege x povečuje, zato očitno velja $v > 0$. Pravilna rešitev je (B).

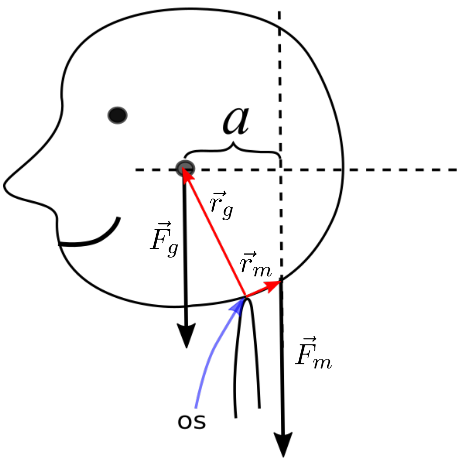
A4 V razpredelnici so izračunane teže kock, ploščine ploskev in tlaki pod kockami.

	(A)	**(B)**	**(C)**	**(D)**
m	20 mg $= 2 \cdot 10^{-5}$ kg	100 mg $= 10^{-4}$ kg	14 g $= 14 \cdot 10^{-3}$ kg	130 kg
F_g	$2 \cdot 10^{-4}$ N	10^{-3} N	$14 \cdot 10^{-2}$ N	1300 N
a	1 mm $= 10^{-3}$ m	10 mm $= 10^{-2}$ m	1 cm $= 10^{-2}$ m	1 m
$S = a^2$	10^{-6} m^2	10^{-4} m^2	10^{-4} m^2	1 m^2
$p = \frac{F_g}{S}$	200 Pa	10 Pa	1400 Pa	1300 Pa

A5 Najdaljši svetli dan dneva junija traja enako kot najdaljši nočni del dneva decembra in najkrajši svetli dan dneva decembra traja enako kot najkrajši nočni del dneva junija. Najkrajša noč junija traja 7 ur (A), svetli del dneva je tedaj 10 ur daljši in traja 17 ur. Skupaj traja dan 7 ur + 17 ur = 24 ur.

Sklop B:

B1 (a) Na sliki glave so označeni os, teža glave $\vec{F}_g$, sila mišic zadnjega dela vratu $\vec{F}_m$ ter ročici $\vec{r}_g$ in $\vec{r}_m$.



Za pravilno označeno os .... (1 točka)
Za pravilno označeni sili .... (1 točka)
Za pravilno označeni ročici .... (1 točka)

(b) Teža glave je $F_g = 50$ N. Pri pokončni legi glave velja $a = r_{g,\perp} + r_{m,\perp} = 7$ cm in če je $r_{g,\perp} = 3$ cm, je $r_{m,\perp} = 4$ cm. Iz pogoja za ravnovesje $F_g \cdot r_{g,\perp} = F_m \cdot r_{m,\perp}$ izrazimo silo mišic zadnjega dela vratu

$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50\,\mathrm{N} \cdot \frac{3\,\mathrm{cm}}{4\,\mathrm{cm}} = 37{,}5\,\mathrm{N}.$$

Za pravilno silo vratnih mišic .... (2 točki)
Za pravilni obe ročici ali/in pravilno upoštevano ravnovesje .... (1 točka)

(c) Glava miruje, nanjo deluje poleg teže in sile vratnih mišic še sila prvega vratnega vretenca $\vec{F}_v$, ki glavo podpira. Sila vretenca na glavo deluje v smeri navzgor in uravnovesi težo in silo mišic in meri $F_v = F_g + F_m = 50\,\mathrm{N} + 37{,}5\,\mathrm{N} = 87{,}5$ N. Glava deluje na prvo vratno vretence z nasprotno enako silo $F_{g\to v} = 87{,}5$ N.
Za pravilno silo glave na prvo vratno vretence .... (1 točka)

(d) Glava deluje s silo $\vec{F}_{g\to v}$ na prvo vratno vretence, vretence pa na medvretenčno ploščico s po velikosti enako silo $\vec{F}_{pl}$, $F_{pl} = 87{,}5$ N. Presek ploščice je $S = 2{,}7\ \mathrm{cm}^2 = 2{,}7\cdot 10^{-4}\ \mathrm{m}^2$ in tlak na ploščico je

$$p = \frac{F_{pl}}{S} = \frac{87{,}5\,\mathrm{N}}{2{,}7\cdot 10^{-4}\mathrm{m}^2} = 3{,}24\cdot 10^5\,\mathrm{Pa} = 3{,}24\,\mathrm{bar}.$$

Za pravilen tlak .... (1 točka)

(e) Če se pri stalnem $a = r_{g,\perp} + r_{m,\perp} = 7$ cm ročica teže poveča na $r_{g,\perp} = 5$ cm, je $r_{m,\perp} = 2$ cm. Sila mišic zadnjega dela vratu se poveča na

$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50\,\mathrm{N} \cdot \frac{5\,\mathrm{cm}}{2\,\mathrm{cm}} = 125\,\mathrm{N},$$

sila glave na prvo vratno vretence se poveča na $F_v = F_g + F_m = 50\,\mathrm{N} + 125\,\mathrm{N} = 175$ N, tlak na medvretenčno ploščico pa se poveča na

$$p = \frac{F_{pl}}{S} = \frac{175\,\mathrm{N}}{2{,}7\cdot 10^{-4}\mathrm{m}^2} = 6{,}48\cdot 10^5\,\mathrm{Pa} = 6{,}48\,\mathrm{bar}.$$

Za pravilno silo glave na prvo vratno vretence .... **(1 točka)**
Za pravilen tlak .... **(1 točka)**

(f) Glava pritiska na prvo vratno vretence z najmanjšo silo, ko je $r_{g,\perp} = 0$ cm - ko je prijemališče teže - težišče - glave navpično nad osjo (prvim vratnim vretencem). Tedaj je sila vratnih mišic

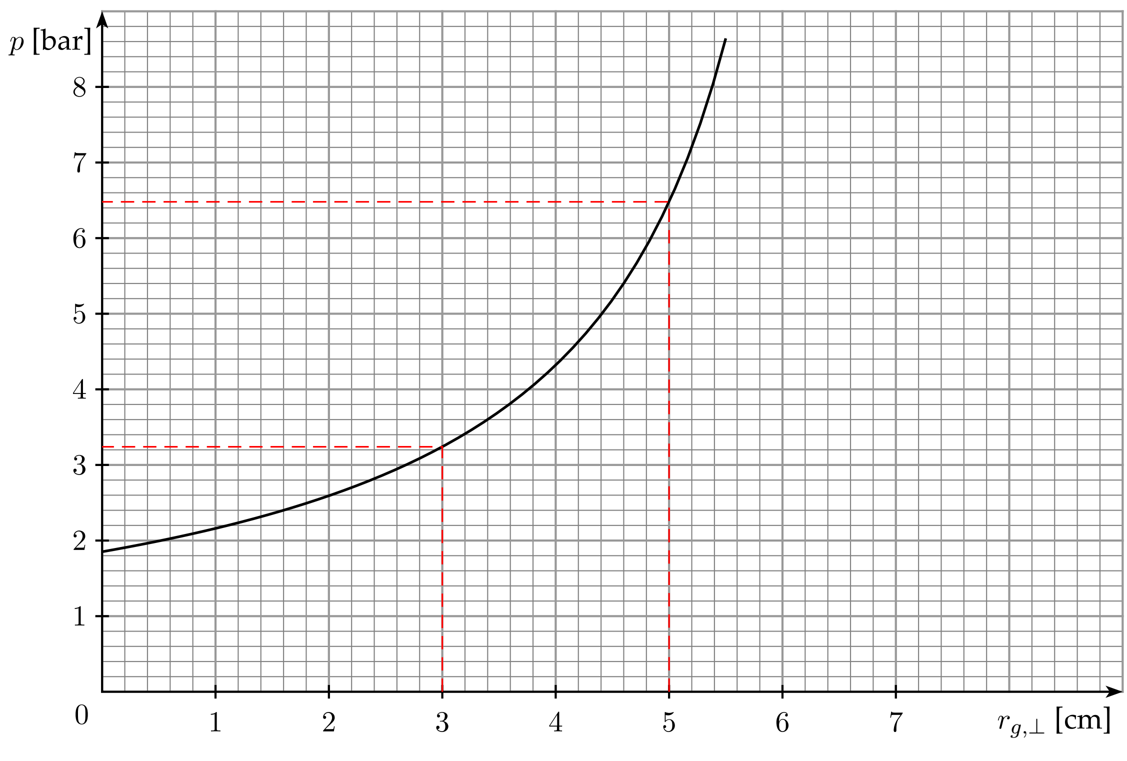
$$F_m = F_g \cdot \frac{r_{g,\perp}}{r_{m,\perp}} = 50\,\mathrm{N} \cdot \frac{0\,\mathrm{cm}}{7\,\mathrm{cm}} = 0,$$

sila glave na prvo vratno vretence pa je po velikosti enaka teži glave, $F_v = F_g + F_m = 50\,\mathrm{N} + 0\,\mathrm{N} = 50\,\mathrm{N}$. Tlak na medvretenčno ploščico je

$$p = \frac{F_{pl}}{S} = \frac{50\,\mathrm{N}}{2{,}7 \cdot 10^{-4}\mathrm{m}^2} = 1{,}85 \cdot 10^5\,\mathrm{Pa} = 1{,}85\,\mathrm{bar}.$$

Za pravilno ugotovitev, da je sila najmanjša pri $r_{g,\perp} = 0$ .... **(1 točka)**
Za pravilna silo in tlak .... **(1 točka)**

(g) V koordinatnem sistemu je graf, ki kaže, kako je tlak na medvretenčno ploščico odvisen od $r_{g,\perp}$ v območju vrednosti $0 < r_{g,\perp} < 7$ cm.



Za v celoti pravilno narisan graf (tudi drugo označeno os, skalo, enoto) .... **(3 točke)**
Za pravilno obliko grafa (začetna vrednost tlaka pri $r_{g,\perp} = 0$) in potem vedno hitreje naraščajoče .... (1 točka)
Za grafa, ki ne sega preko $r_{g,\perp} = 7$ cm .... (1 točka)
Za pravilne vrednosti tlaka pri $r_{g,\perp} = 0$, $r_{g,\perp} = 3$ cm in $r_{g,\perp} = 5$ cm .... (1 točka)

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

B2 (a) Najenostavneje je, če hitrosti vozil najprej izrazimo v enoti $\frac{\text{km}}{\text{min}}$. Tovornjak vozi s hitrostjo $v_t = 45\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 0{,}75\,\frac{\text{km}}{\text{min}}$, avtobus s hitrostjo $v_b = 75\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 1{,}25\,\frac{\text{km}}{\text{min}}$ in avto s hitrostjo $v_a = 135\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 2{,}25\,\frac{\text{km}}{\text{min}}$.

V času t_1 prevozi tovornjak pot $s_{t,1} = v_t \cdot t_1$, avtobus pa pot $s_{b,1} = v_b \cdot t_1$, ki je za $d_1 = 10$ km daljša od poti tovornjaka, $s_{b,1} = s_{t,1} + d_1$. Izrazimo čas t_1,

$$t_1 = \frac{d_1}{v_b - v_t} = \frac{10\,\text{km}}{1{,}25\,\frac{\text{km}}{\text{min}} - 0{,}75\,\frac{\text{km}}{\text{min}}} = 20\,\text{min}.$$

Za pravilen čas t_1 .... (2 točki)
Za upoštevano razliko v poteh, ki jo do t_1 opravita tovornjak in avtobus .... (1 točka)

(b) Do trenutka t_1 je tovornjak prevozil pot $s_{t,1} = v_t \cdot t_1 = 15$ km, avtobus pot $s_{a,1} = v_a \cdot t_1 = 25$ km in avto pot $s_{a,1} = v_a \cdot t_1 = 45$ km.

Za pravilne vse 3 poti .... (1 točka)

(c) V koordinatnem sistemu sta s črno in modro črto narisana grafa, ki kažeta, kako se s časom od $t = 0$ do $t = 2 \cdot t_1 = 40$ min spreminjata legi tovornjaka in avtobusa. Lego avta ob $t = 0$ označuje rdeča pika. Mogoča (in enako pravilna) je tudi drugačna izbira izhodišča za merjenje lege.

Za v celoti pravilno narisana grafa (tudi označene osi, skali, enoti)............... (3 točke)
Za pravilno označeno lego avta ob $t = 0$.. (1 točka)
Za pravilni obe strmini grafov .... (1 točka)
Za pravilen čas srečanja na grafu t_1 in pravilno časovno območje $2 \cdot t_1$ .... (1 točka)

(d) Črpalka je od začetne lege avta ob $t = 0$ oddaljena za toliko, kolikor je avto prevozil do t_1, torej za 45 km. Začetna lega avta je za 10 km + 11 km = 21 km oddaljena od začetne lege tovornjaka, kar pomeni, da je črpalka od začetne lege tovornjaka oddaljena za 45 km −21 km = 24 km. Tovornjak je do t_1 prevozil pot $s_{t,1} = 15$ km, kar pomeni, da sta tovornjak in avtobus v trenutku t_1, ko se srečata, od črpalke oddaljenja še za $d_2 = 24$ km −15 km = 9 km (in se črpalki približujeta).

Za pravilno oddaljenost .... (1 točka)

(e) Tovornjak pot $d_2 = 9$ km do črpalke opravi v času

$$\Delta t_2 = \frac{d_2}{v_t} = \frac{9\,\text{km}}{0{,}75\,\frac{\text{km}}{\text{min}}} = 12\,\text{min}.$$

Avto s črpalke odpelje v trenutku $t_2 = t_1 + \Delta t_2 = 32$ min. Ob istem trenutku t_2 je avtobus že mimo črpalke: od srečanja s tovornjakom ob t_1 je avtobus opravil pot $s_{b,2} = v_b \cdot \Delta t_2 = 15$ km, kar pomeni, da je ob t_2 že za $d_3 = s_{b,2} - d_2 = 6$ km naprej od črpalke. Avto ga dohiti v času

$$\Delta t_3 = \frac{d_3}{v_a - v_b} = \frac{6\,\mathrm{km}}{2{,}25\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}} - 1{,}25\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}} = 6\,\mathrm{min},$$

kar pomeni, da se to zgodi ob $t_3 = t_2 + \Delta t_3 = 38$ min.

Za pravilen čas t_3 .... (3 točke)

Za pravilen čas postanka avta na črpalki Δt_2 .... (1 točka)

Za pravilno razdaljo d_3 .... (1 točka)

(f) Z rdečo črto je v koordinatnem sistemu pri (c) narisan graf, ki kaže, kako se med $t = 0$ in t_3 spreminja lega avta.

Za pravilen graf .... (1 točka)

(g) V času Δt_3 opravi tovornjak pot $s_{t,3} = v_t \cdot \Delta t_3 = 4{,}5$ km, avto pa pot $s_{a,3} = v_a \cdot \Delta t_3 = 13{,}5$ km, kar pomeni, da je v trenutku t_3 razdalja med tovornjakom in avtom $d_4 = s_{a,3} - s_{t,3} = 9$ km.

Za pravilno razdaljo d_4 .... (2 točki)

Za pravilno pot tovornjaka in/ali avta v času Δt_3 .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **14 točk**.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

(a) Teža celotnega telesa $F_g = 0{,}48$ N $\pm 0{,}02$ N.

Za pravilno izmerjeno težo .... (1 točka)

Masa celotnega telesa $m = 48$ g ± 2 g.

Za pravilno določeno maso .... (1 točka)

(b) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Prostornina celotnega telesa $V = 23$ ml ± 1 ml.
Za pravilno izmerjeno prostornino .... (1 točka)

ii. Prostornina kovinske palice $V_p = 14$ ml ± 1 ml.
Za pravilno določeno prostornino kovinske palice .... (1 točka)

iii. Prostornina stene cevi $V_c = 9$ ml ± 1 ml.
Za pravilno določeno prostornino stene cevi .... (1 točka)

(c) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Povprečna gostota telesa $\rho = 2100\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \pm 100\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.
Za pravilno izračunano povprečno gostoto telesa .... (1 točka)

ii. Iz enačbe $m = \rho_p \cdot V_p + \rho_c \cdot V_c$ izrazimo gostoto cevi

$$\rho_c = \frac{m}{V_c} - \rho_c \cdot \frac{V_p}{V_c}$$

Za pravilno uporabljeno enačbo .... (1 točka)

Gostota cevi $\rho_c = 1100\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \pm 200\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.

Za pravilno izračunano gostoto cevi .... (1 točka)

(d) Razmerje površin

$$\frac{S_2}{S_1} = 2{,}3$$

Za pravilno določeno razmerje površin .... (1 točka)
Za pravilno izmerjena volumna ali za izračunana prečna prereza iz izmerjenih premerov .... (1 točka)

(e) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Rezultati meritev in računov so v tabeli.

Položaj telesa	h_p [mm]	F [N]	F_{vzg} [N]
1. Celotno telo je nad vodno gladino.	0	$0{,}48 \pm 0{,}02$	0
2. V celoti je potopljen le spodnji del telesa.	60 ± 2	$0{,}32 \pm 0{,}02$	$0{,}16 \pm 0{,}02$
3. Potopljeno je celotno telo.	120 ± 2	$0{,}24 \pm 0{,}02$	$0{,}24 \pm 0{,}02$

Za vse 3 položaje pravilno izmerjene sile F .... (1 točka)
Za vse 3 položaje pravilno izračunane sile vzgona F_{vzg} .... (1 točka)

(f) Graf 0

Za vnesene vrednosti v graf, ki prikazujejo velikost sile F v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p .... (1 točka)
Za vnesene vrednosti v graf, ki prikazujejo velikost sile F_{vzg} v odvisnosti od višine potopljenega dela telesa h_p .... (1 točka)

(g) Graf 1

S polno črto v graf narisan potek spreminjanja sile vzgona F_{vzg} v odvisnosti od potopljenega dela telesa h_p .... (1 točka)

(h) Graf 2

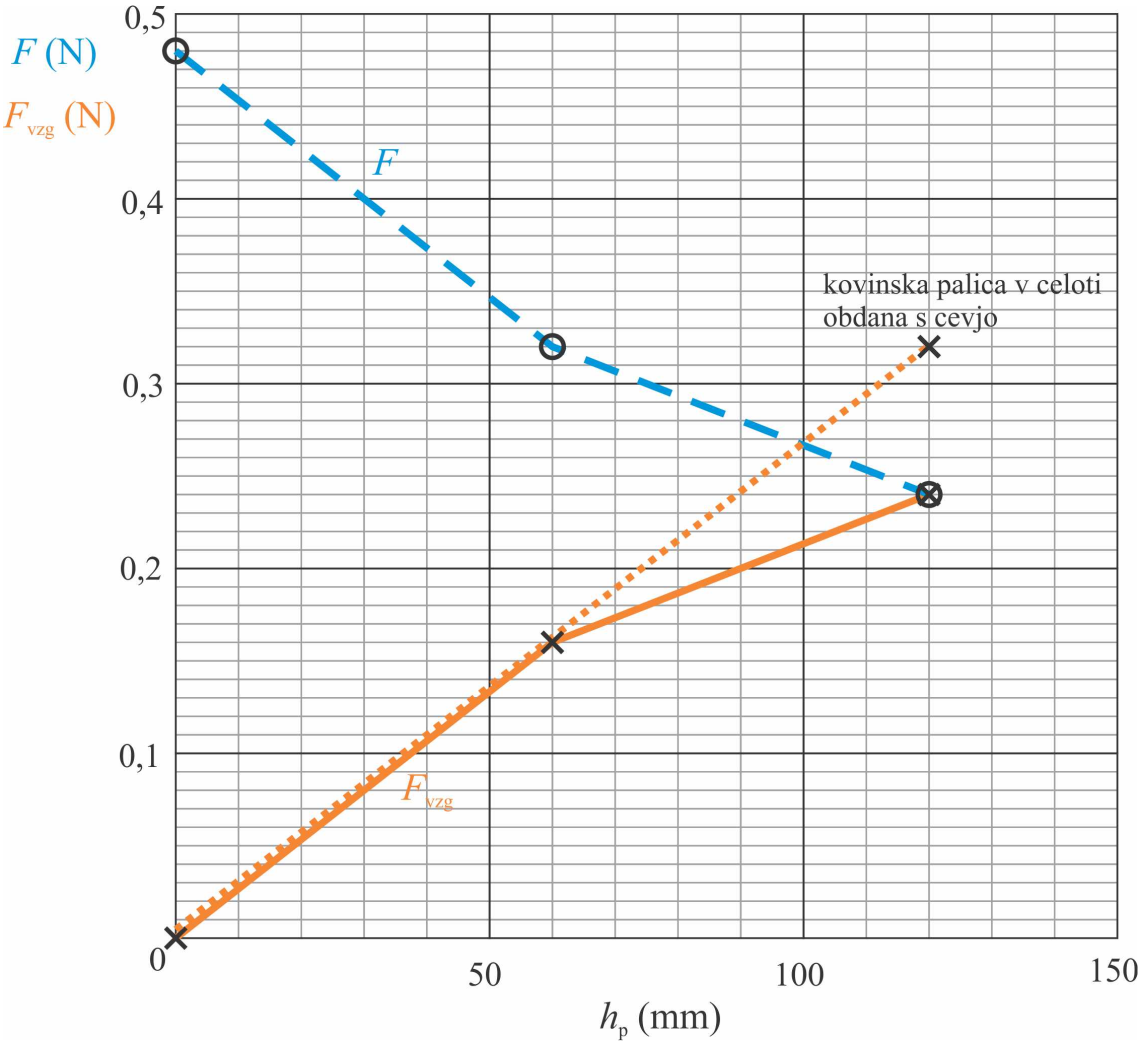
S črtkano črto v graf narisan potek spreminjanja sile F v odvisnosti od h_p ...... (1 točka)

(i) Graf 3

Za dorisan in ustrezno označen potek spreminjanja sile vzgona med potapljanjem telesa, če bi bila celotna kovinska palica obdana s cevjo .... (2 točki)

(j) Teža cevi je $m_c = \rho_c \cdot V_c = 10$ g, odkoder dobimo $F_{g,c} = 0{,}1$ N.
Teža palice, ki je v celoti obdana s cevjo: $F' = F_g + F_{g,c} = 0{,}48$ N $+0{,}1$ N $= 0{,}58$ N.
Sila, ki bi jo pokazal silomer: $F = F' - F_{vzg} = 0{,}58$ N $-0{,}32$ N $= 0{,}26$ N.

Za pravilno določeno silo vzgona .... (1 točka)
Za pravilno določeno novo težo .... (2 točki)
Za pravilno izračunano silo silomera F .... (1 točka)



Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **22 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2017/18

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
C	A	D	A	D

A1 Ob času $t = 0$ je koordinata lege $x = v \cdot 0 + x_0 = x_0 > 0$. S časom se koordinata lege x zmanjšuje, zato očitno velja $v < 0$. Pravilna rešitev je (C).

A2 Najdaljši svetli dan dneva junija traja enako kot najdaljši nočni del dneva decembra in najkrajši svetli dan dneva decembra traja enako kot najkrajši nočni del dneva junija. Najkrajša noč junija traja 7 ur (A), svetli del dneva je tedaj 10 ur daljši in traja 17 ur. Skupaj traja dan 7 ur + 17 ur = 24 ur.

A3 Iz grafa preberemo, da je polmer krožnice, po kateri se na vrtiljaku giblje Jurček, $R = 0{,}75$ m. Jurček opravi cel obhod v (obhodnem) času $t_o = 2$ s. Pot pri enem obhodu je $s_o = 2 \cdot \pi \cdot R = 4{,}71$ m in Jurčkova hitrost je (D) $v = \frac{s_o}{t_o} = 2{,}36\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

A4 Miles je naročil 2 sodčka ameriškega piva, kar je v litrih $V_p = 2 \cdot 31 \cdot 3{,}785$ litrov $= 234{,}7$ litrov. Pivo toči v angleške kozarce s prostornino 1 *angl.* pint, kar je v litrih $V_k = \frac{1}{8} \cdot 4{,}5461$ litra $= 0{,}568$ litra. Pivo s prostornino V_p natoči v

$$\text{(A)} \qquad N = \frac{V_p}{V_k} = \frac{234{,}71}{0{,}5681} = 413$$

angleških kozarcev za 1 pint.

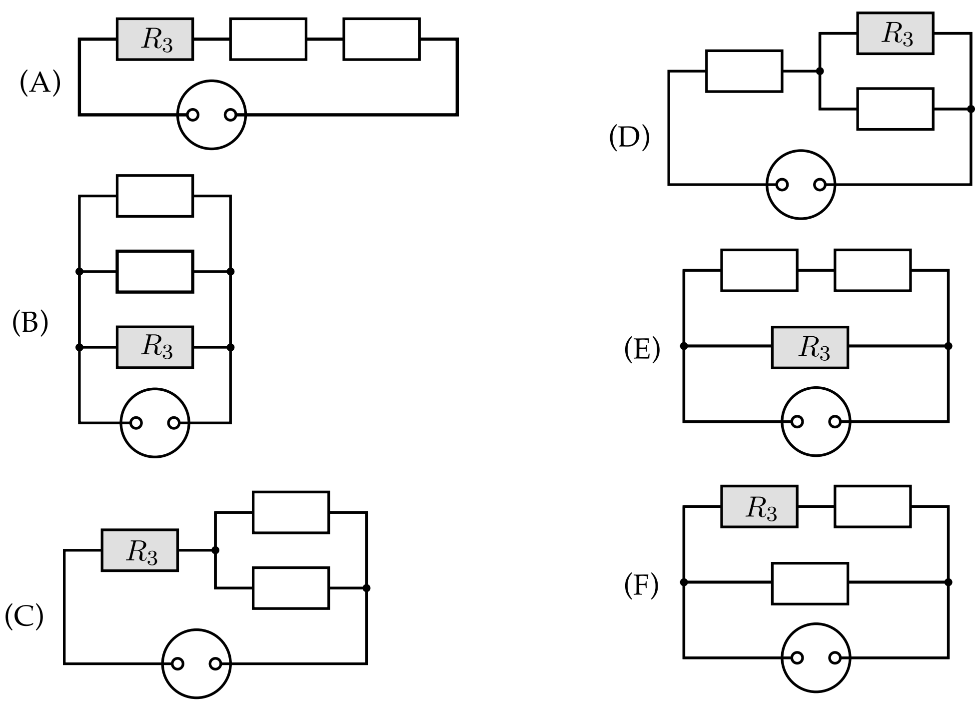
A5 Pravilna izjava je (D). Četrto žarnico lahko vežemo v krog tako, da se tok skozi vir bodisi poveča (če jo kateremukoli elementu ali elementom, ki so že v krogu, vežemo vzporedno) bodisi zmanjša (če jo vežemo zaporedno s katerimkoli elementom, ki je že v krogu).

Sklop B:

B1 (a) Upoštevamo povezavo med napetostma na porabnikih R_1 in R_3 in tokovoma skozi njiju, $U_1 = R_1 \cdot I_1 = R_1 \cdot 2 \cdot I_3 = U_3 = R_3 \cdot I_3$, odkoder dobimo $R_3 = 2 \cdot R_1 = 2 \cdot R = 200\,\Omega$.

Za pravilno vrednost R_3 .... **(1 točka)**

(b) Obstaja 6 različnih vezav 3 porabnikov, od katerih sta dva enaka. Vezave so na slikah od A do F.



Razvidno mora biti, kateri porabniki so v vezjih vezani na določena mesta.

Za vseh 6 različnih vezav .... **(3 točke)**
Za 4 ali 5 različnih vezav .... (2 točki)
Za 3 različne vezave .... (1 točka)

(c) Največji tok teče skozi vir pri vezavi (B), ko so vsi 3 porabniki vezani vzporedno. Najmanjši tok teče skozi vir pri vezavi (A), ko so vsi 3 porabniki vezani zaporedno.

Za pravilno ugotovitev, pri kateri vezavi teče največji tok (glede na vezave, ki jih ima tekmovalec narisane) .... **(1 točka)**
Za pravilno ugotovitev, pri kateri vezavi teče najmanjši tok (glede na vezave, ki jih ima tekmovalec narisane) .... **(1 točka)**

(d) Ko je na vir priključen samo porabnik $R_1 = 100\,\Omega$, teče skozenj tok $I_0 = 180$ mA $= 0{,}18$ A, kar pomeni, da je na porabniku napetost

$$U_1 = R_1 \cdot I_0 = 100\,\Omega \cdot 0{,}18\,\mathrm{A} = 18\,\mathrm{V}.$$

To je v primeru, ko je na vir priključen samo ta porabnik, hkrati tudi napetost vira, $U_0 = 18$ V.

V vezju (B) so vsi porabniki na vir napetosti vezani vzporedno, kar pomeni, da je na vsakem od njih napetost 18 V. Skozi vsakega od (enakih) porabnikov R_1 in R_2 tečeta enaka tokova $I_1 = I_2 = I_0 = 180$ mA, skozi porabnik R_3 pa teče pol manjši tok $I_3 = 90$ mA. Tok skozi vir je vsota tokov skozi porabnike, $I_B = I_1 + I_2 + I_3 = 450$ mA.

V vezju (A) so vsi porabniki na vir napetosti vezani zaporedno, kar pomeni, da teče skozi vse - in vir - isti tok I_A. Napetosti na porabnikih R_1 in R_2 sta enaki, $U_1 = U_2 = R_1 \cdot I_A$. Napetost na porabniku R_3 je $U_3 = R_3 \cdot I_A = 2 \cdot R_1 \cdot I_A = 2 \cdot U_1$. Vsota napetosti na vseh 3 porabnikih je enaka napetosti vira, $U_0 = U_1 + U_2 + U_3 = 4 \cdot U_1$, odkoder dobimo napetost $U_1 = \frac{1}{4} U_0 = 4{,}5$ V. Iz napetosti U_1 lahko izračunamo tok I_A,

$$I_A = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4{,}5\,\mathrm{V}}{100\,\Omega} = 0{,}045\,\mathrm{A} = 45\,\mathrm{mA}.$$

Za pravilno napetost vira .... (1 točka)
Za pravilen največji tok .... (1 točka)
Za pravilen najmanjši tok .... (1 točka)

(e) V vezju (C) sta enaka porabnika R_1 in R_2 vezana vzporedno, kar pomeni, da je na njiju ista napetost U_1 in da skozi njiju tečeta enaka tokova $I_1 = I_2$. Skozi porabnik R_3 teče isti tok kot skozi vir in ta tok je vsota tokov skozi porabnika R_1 in R_2; $I_3 = I_C = I_1 + I_2 = 2 \cdot I_1$. Napetost vira U_0 je vsota napetosti na porabnikih R_3 in R_1 (ali R_2): $U_0 = U_3 + U_1 = R_3 \cdot I_C + R_1 \cdot \frac{1}{2} I_C$, odkoder izrazimo tok I_C,

$$I_C = \frac{U_0}{R_3 + \frac{1}{2} R_1} = \frac{18\,\mathrm{V}}{250\,\Omega} = 0{,}072\,\mathrm{A} = 72\,\mathrm{mA}.$$

V vezju (D) sta različna porabnika R_1 in R_3 vezana vzporedno, kar pomeni, da je na njiju ista napetost. Tok I_3 skozi porabnik R_3 je polovica toka I_1 skozi R_1, $I_3 = \frac{1}{2} I_1$. Tok skozi vir in porabnik R_2 je vsota teh dveh tokov, $I_D = I_1 + I_3 = I_1 + \frac{1}{2} I_1 = \frac{3}{2} I_1$. Napetost vira U_0 je vsota napetosti na porabnikih R_2 in R_1 (ali R_3): $U_0 = U_2 + U_1 = R \cdot I_D + R \cdot I_1 = R \cdot \frac{3}{2} I_1 + R \cdot I_1 = R \cdot \frac{5}{2} I_1$, odkoder izrazimo tokova I_1 in I_D,

$$I_1 = \frac{U_0}{\frac{5}{2} R} = \frac{18\,\mathrm{V}}{250\,\Omega} = 0{,}072\,\mathrm{A} = 72\,\mathrm{mA} \qquad \text{in} \qquad I_D = \frac{3}{2} I_1 = 0{,}108\,\mathrm{A} = 108\,\mathrm{mA}.$$

V vezju (E) je na porabniku R_3 napetost $U_3 = U_0$ in skozenj teče tok $I_3 = 90$ mA. Enaka porabnika R_1 in R_2 sta vezana zaporedno, skozi njiju teče isti tok I_1 in na vsakem od njiju je polovica napetosti vira, $U_1 = \frac{1}{2} U_0$, zato skozi njiju teče pol tolikšen tok kot v primeru, ko je na enem od njiju cela napetost vira. Velja $I_1 = 90$ mA. Tok skozi vir je vsota obeh tokov, $I_E = I_3 + I_1 = 0{,}18$ A $= 180$ mA.

V vezju (F) je na porabniku R_1 napetost $U_1 = U_0$ in skozenj teče tok $I_1 = 180$ mA. Različna porabnika R_2 in R_3 sta vezana zaporedno, skozi njiju teče isti tok I_2. Napetost U_3 na porabniku R_3 je dvakrat tolikšna kot napetost U_2 na R_2, $U_3 = 2 \cdot U_2$. Vsota teh dveh napetosti je enaka napetosti vira, $U_0 = U_2 + U_3 = 3 \cdot U_2$. Ker je napetost U_2 na R_2 enaka tretjini napetosti vira, je tok I_2 skozi vejo, kjer sta zaporedno vezana R_2 in R_3 tretjina toka I_0; $I_2 = \frac{1}{3} I_0 = 0{,}06$ A $= 60$ mA. Tok skozi vir je vsota tokov I_1 in I_2, $I_F = I_1 + I_2 = 0{,}24$ A $= 240$ mA.

Za vse 4 pravilne tokove .... (4 točke)
Za vsak posamezni pravilni tok .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **13 točk**.

B2 (a) Mednarodna vesoljska postaja, ki se giblje na višini $h = 405$ km nad Zemljinim površjem, se giblje po krožnici s polmerom $r = R + h = 6371\,\text{km} + 405\,\text{km} = 6776$ km. Pri enem obhodu opravi pot

$$s = 2 \cdot \pi \cdot r = 6{,}28 \cdot 6776\,\text{km} = 42\,575\,\text{km}.$$

Za pravilno pot .... (1 točka)

(b) Hitrost, s katero se giblje ISS, izrazimo iz zapisane zveze med polmerom tirnice r in hitrostjo v,

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67\ \cdot 10^{-11}\,\text{N} \cdot \text{m}^2\ \cdot 6{,}0\ \cdot 10^{24}\,\text{kg}}{\text{kg}^2\ \cdot 6776\ \cdot 10^3\,\text{m}}} = 7685\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = 7{,}685\,\frac{\text{km}}{\text{s}}\,.$$

Za pravilno hitrost .... (2 točki)
Za pravilni izraz za hitrost .... (1 točka)

(c) Čas, ki ga ISS potrebuje za en obhod Zemlje, je

$$t_0 = \frac{s}{v} = \frac{42\,575\,\text{km} \cdot \text{s}}{7{,}685\,\text{km}} = 5540\,\text{s} = 92\,\text{min}\,20\,\text{s}.$$

En dan traja $t_{1dan} = 24 \cdot 60 \cdot 60$ s $= 86\,400$ s. V tem času ISS obkroži Zemljo

$$N = \frac{t_{1dan}}{t_0} = \frac{86\,400\,\text{s}}{5540\,\text{s}} = 15{,}6 - \text{krat}.$$

Za pravilni odgovor .... (3 točke)
Za pravilni čas enega obhoda .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano trajanje enega dneva .... (1 točka)

(d) Če naj bo geostacionarni satelit neprestano nad isto točko na ekvatorju, je čas, v katerem opravi satelit en obhod po svoji krožni tirnici, $t_{gs} = t_{1dan} = 1$ dan. (Če smo zelo natančni in upoštevamo, da se v enem dnevu tudi Zemlja premakne na svoji tirnici okoli Sonca, ugotovimo, da je čas, v katerem satelit opravi točno en obhod - 360° -, nekoliko krajši od 1 dneva - za približno 4 minute. Tega popravka v nadaljevanju ne bomo upoštevali.)

Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(e) Geostacionarni satelit kroži po tirnici s polmerom r_{gs}, ki jo moramo izračunati. Pri enem obhodu opravi pot $s_{gs} = 2 \cdot \pi \cdot r_{gs}$.

Združimo dve zvezi za hitrost satelita, ki smo ju že zapisali ali uporabili,

$$v_{gs} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r_{gs}}} \qquad \text{in} \qquad v_{gs} = \frac{s_{gs}}{t_{gs}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{gs}}{t_{1dan}},$$

dobimo

$$\sqrt{\frac{G \cdot M}{r_{gs}}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{gs}}{t_{1dan}},$$

obe strani enačbe kvadriramo,

$$\frac{G \cdot M}{r_{gs}} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_{gs}^2}{t_{1dan}^2},$$

izrazimo r_{gs},

$$r_{gs}^3 = \frac{G \cdot M \cdot t_{1dan}^2}{4 \cdot \pi^2}$$

oziroma

$$r_{gs} = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot t_{1dan}^2}{4 \cdot \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2 \cdot 6{,}0 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg} \cdot (86\,400\,\mathrm{s})^2}{\mathrm{kg}^2 \cdot (6{,}28)^2}} =$$
$$= 42{,}3 \cdot 10^6\,\mathrm{m} = 42{,}3 \cdot 10^3\,\mathrm{km}.$$

Za pravilni odgovor .... **(4 točke)**
Za hitrost, izraženo s časom obhoda t_{1dan} in polmerom tirnice geostacionarnega satelita r_{gs} .... (1 točka)
Za pravilno izenačenje obeh izrazov za hitrost .... (1 točka)
Za delno pravilno obračanje enačb .... (1 točka)

(f) Satelit DMFA kroži v ekvatorski ravnini po tirnici, ki ima polmer enak polmeru tirnice ISS satelita $r = 6776\,\mathrm{km}$, s hitrostjo, ki je enaka hitrosti ISS satelita, $v = 7{,}685\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$. Pri enem celem obhodu opravi pot $s = 42\,575\,\mathrm{km}$.
V trenutku $t = 0$ je v zenitu nad Viktorijinim jezerom v Afriki, in ob času t_1 je ponovno v zenitu nad isto točko. Medtem se nekoliko zasuče tudi Zemlja, zato satelit DMFA do t_1 ne opravi celega obhoda (in poti s), ampak je njegova pot s_1 manjša od s za del poti

$$\Delta s = s \cdot \frac{t_1}{1\,\mathrm{dan}},$$

velja

$$s_1 = s - \Delta s = s - s \cdot \frac{t_1}{1\,\mathrm{dan}}.$$

Satelit DMFA se giblje s hitrostjo v in velja tudi

$$s_1 = v \cdot t_1.$$

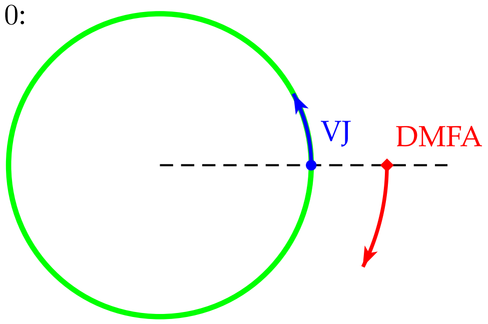
Izenačimo oba izraza za s_1,

$$v \cdot t_1 = s - s \cdot \frac{t_1}{1\,\mathrm{dan}}$$

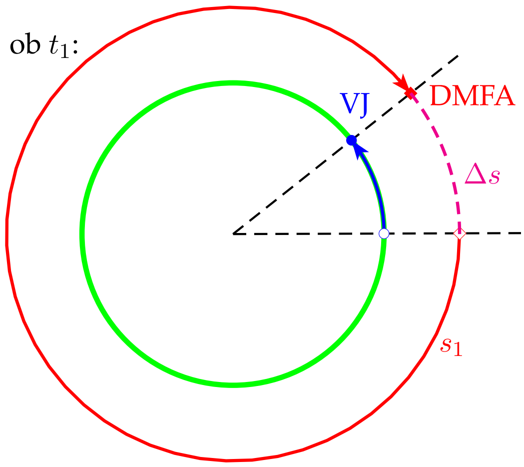
in izrazimo čas t_1,

$$t_1 = \frac{s}{v + \frac{s}{1\,\mathrm{dan}}} = \frac{42\,575\,\mathrm{km}}{7{,}685\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}} + \frac{42\,575\,\mathrm{km}}{1\,\mathrm{dan}}} = 5206\,\mathrm{s} = 86\,\mathrm{min}\,46\,\mathrm{s}.$$

ob $t = 0$:



ob t_1:



Za pravilni čas t_1 .... **(3 točke)**
Za kvalitativno pravilno upoštevano vrtenje Zemlje (npr. jasno skico), zaradi česar je pot satelita krajša od s .... (1 točka)
Za pravilen izraz za skrajšano pot ali razliko poti, izraženo s časom za 1 Zemljin obrat (1 dan) .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **14 točk**.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke. Rešitve so podane za primer, ko je razdalja med točkama A in B enaka $32{,}0 \pm 0{,}5$ cm.

(a) Teža telesa je $4{,}5$ N $\pm 0{,}2$ N.
Masa telesa je $0{,}45$ kg $\pm 0{,}02$ kg.

Za pravilno izmerjeno težo .... (1 točka)
Za pravilno določeno maso .... (1 točka)

(b) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. $F_A = 2{,}3$ N $\pm 0{,}2$ N.

Za pravilno določeno silo F_A .... (1 točka)

ii. $F_A = 3{,}3$ N $\pm 0{,}2$ N.

Za pravilno določeno silo F_A .... (1 točka)

iii. $F_A = 1{,}2$ N $\pm 0{,}2$ N.

Za pravilno določeno silo F_A .... (1 točka)

(c) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. V našem primeru je bila palica dolga $32{,}0$ cm $\pm 0{,}5$ cm.

$L = 32$ cm $\pm 0{,}5$ cm $F_A = 1{,}2$ N $\pm 0{,}2$ N

$r = 14$ cm $\pm 0{,}4$ cm $F_B = 3{,}4$ N $\pm 0{,}2$ N

Za pravilno izmerjeni razdalji .... (1 točka)
Za pravilno določeni sili .... (1 točka)

ii. Iz zapisane enačbe izrazimo F_g,

$$F_g = \frac{L}{2r} \cdot (F_B - F_A) = 2{,}4\,\mathrm{N} \pm 0{,}4\,\mathrm{N}.$$

Določimo maso 4 obročev, $m = 240$ g ± 40 g, in maso 1 obroča, $m_1 = 60$ g ± 10 g.

Za pravilno izraženo težo štirih obročev .... (1 točka)
Za pravilno izračunano maso enega obroča .... (1 točka)

iii. Maso izračunamo tako, da od mase telesa odštejemo maso obročev, $m_p = (450\,\mathrm{g} \pm 20\,\mathrm{g}) - (360\,\mathrm{g} \pm 40\,\mathrm{g}) = (90\,\mathrm{g} \pm 60\,\mathrm{g})$.

Za pravilno upoštevanje mase šestih obročev .... (1 točka)
Za pravilnoizračunano maso palice (ne ocenjeno) .... (1 točka)

(d) Pravilni odgovori na podvprašanja:

i. Graf

Za pravilno vrisani meritvi v graf za obe skrajni legi .... (1 točka)
Za pravilno izmerjene tri meritve in vrisane v graf .... (1 točka)
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... (1 točka)

ii. 1 obroč:

Za pravilno izmerjeni meritvi in vrisani v graf .... (1 točka)
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... (1 točka)

2 obroča:

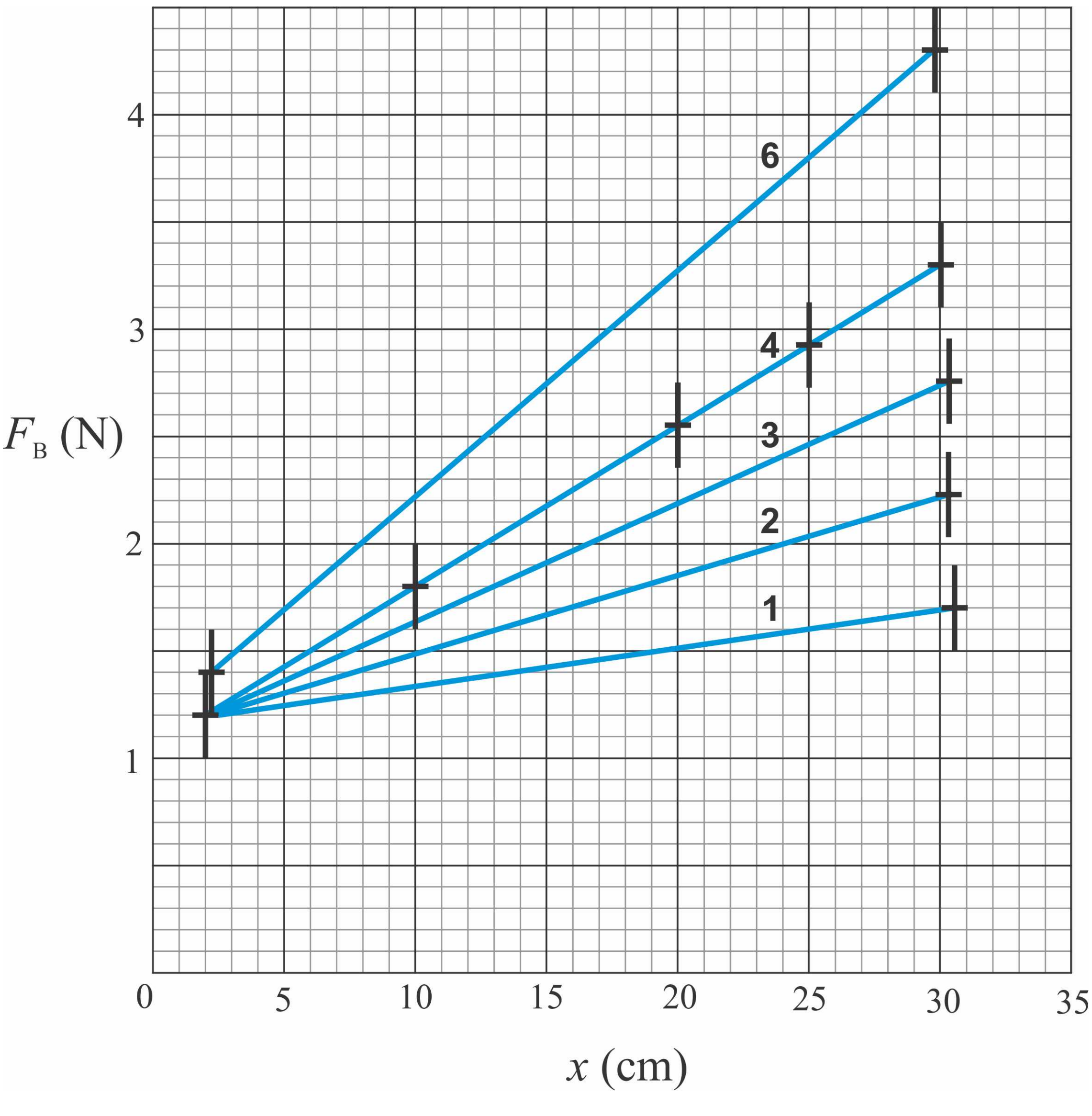
Za pravilno izmerjeni meritvi in vrisani v graf .... **(1 točka)**
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... **(1 točka)**

3 obroči:

Za pravilno izmerjeni meritvi in vrisani v graf .... **(1 točka)**
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... **(1 točka)**

iii. Teža palice s 6 obroči je $F' = F + 2 \cdot F_{g,1} = 4{,}5\,\mathrm{N} + 1{,}2\,\mathrm{N} = 5{,}7\,\mathrm{N} \pm 0{,}2\,\mathrm{N}$.
F je teža palice s 4 obroči, $F = 4{,}5\,\mathrm{N} \pm 0{,}2\,\mathrm{N}$.
$F_{g,1}$ je teža 1 obroča, $F_{g,1} = 0{,}6\,\mathrm{N} \pm 0{,}1\,\mathrm{N}$.

Za pravilno izračunano skupno težo .... **(1 točka)**
Za pravilno vrisano maksimalno silo F_B .... **(1 točka)**
Za pravilno vrisano minimalno silo F_B .... **(1 točka)**
Za pravilno narisan in označen potek krivulje .... **(1 točka)**



Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **24 točk**.

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 6. april 2019

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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.

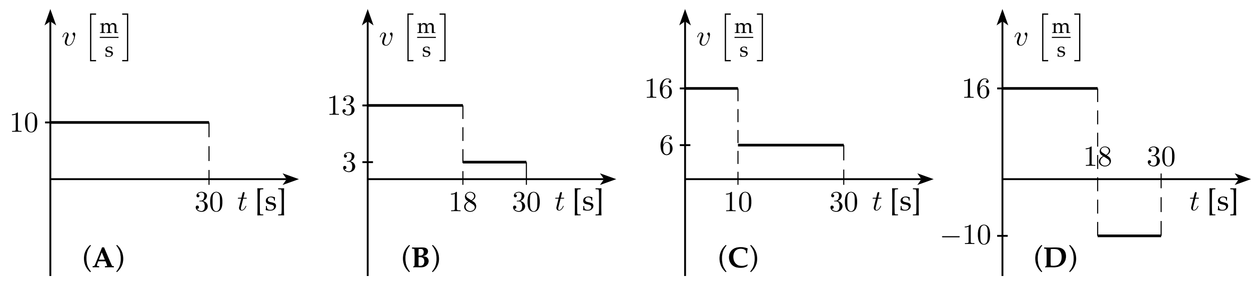
Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1 Katera izjava o kratkovidnem očesu je pravilna? V kratkovidnem očesu ...

(**A**) na mrežnici lahko nastane ostra slika. (**B**) ostra slika vedno nastane za mrežnico.

(**C**) ostra slika vedno nastane pred mrežnico. (**D**) na mrežnici nikoli ne nastane ostra slika.

A2 Grafi prikazujejo, s kolikšno hitrostjo so se v enakih časovnih intervalih gibali 4 kolesarji. Predznak hitrosti pove usmerjenost gibanja (naprej ali nazaj). Kateri graf prikazuje hitrost kolesarja, ki je v 30 s opravil najdaljšo pot?



A3 Miha na Pokljuki opazuje polno luno. Izmeri uro, ko je Luna najvišje na nebu. Z enakimi opravki se istega dne ukvarja tudi Jurij v Sibiriji (v kraju, ki glede na Slovenijo leži 6 časovnih pasov proti vzhodu). Kdaj približno Jurij izmeri največjo višino Lune?

(**A**) Sočasno z Miho. (**B**) 6 ur pred Miho.

(**C**) 6 ur za Miho. (**D**) 12 ur pred ali za Miho.

A4 Petnajstletna Tina stoji bosa na prstih obeh nog (peti ima dvignjeni od tal) na gladkih vodoravnih tleh. Oceni, s kolikšnim tlakom p deluje na tla.

(**A**) $p < 1$ mbar. (**B**) 1 mbar $< p < 10$ mbar.

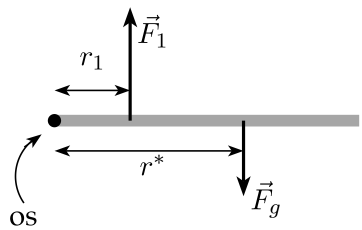
(**C**) 10 mbar $< p < 100$ mbar. (**D**) 100 mbar $< p < 1000$ mbar.

A5 Ko zmešamo 72 ml vode in 345 ml etilnega alkohola, dobimo 406 ml zmesi. Kolikšna je njena gostota?

(**A**) $0{,}835\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}$ (**B**) $0{,}857\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}$ (**C**) $0{,}900\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}$ (**D**) $0{,}974\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}$

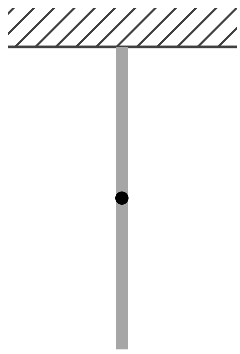
V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Palica je na enem krajišču vrtljivo vpeta v vodoravno os. Palica se v navpični ravnini, pravokotni na os, okoli osi lahko vrti (slika kaže lego palice v ravnini možnega vrtenja, os je na list pravokotna). Ko palica miruje v vodoravni ravnovesni legi, velja $F_1 \cdot r_1 = F_g \cdot r^*$, kjer je $\vec{F}_g$ teža, $\vec{F}_1$ pa sila, ki deluje na palico v smeri navzgor. Sila $\vec{F}_1$ prijemlje na razdalji r_1 od osi, teža pa na razdalji r^* od osi.

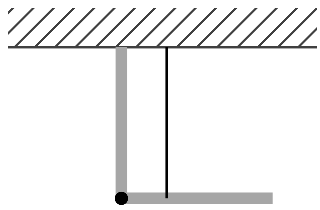


(a) Teža palice je $F_g = 15$ N, sila $F_1 = 20$ N, razdalja $r_1 = 12$ cm. Kolikšna je razdalja r^* in kolikšna je sila F_{os}, ki na mirujočo palico deluje v osi? V kateri smeri deluje na palico? Doriši silo $\vec{F}_{\mathrm{os}}$ na zgornjo skico: upoštevaj njeno prijemališče in smer (ne pa merila). 3

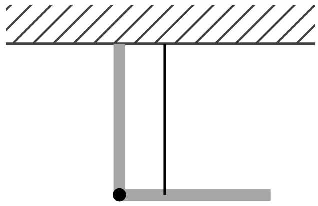
(b) Pod strop pritrdimo dve palici. Zgornja palica ima dolžino 30 cm in maso 2 kg ter je na strop pritrjena togo. Na spodnje krajišče te palice vrtljivo pritrdimo zgornje krajišče spodnje palico z enako dolžino 30 cm in maso 1,5 kg. S kolikšnima silama F_{sp} in F_{st} delujeta na zgornjo palico spodnja palica in strop? Skiciraj vse sile na zgornjo palico tako, da upoštevaš njihova prijemališča in smeri, ne pa merila. 2



(c) Na spodnjo palico v oddaljenosti 5 cm od krajišča, kjer je pripeta na zgornjo palico, privežemo vrvico. Zgornje krajišče vrvice pritrdimo na strop, vrvica je navpična in zadržuje spodnjo palico v vodoravni legi. S kolikšnima silama F_{v} in F_{zg} delujeta na spodnjo palico vrvica in zgornja palica? Skiciraj vse sile na spodnjo palico tako, da upoštevaš njihova prijemališča in smeri, ne pa merila. 2

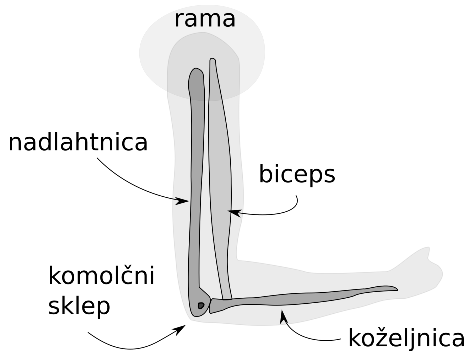


(d) S kolikšnima silama F'_{sp} in F'_{st} delujeta na zgornjo palico spodnja palica in strop? Skiciraj vse sile na zgornjo palico tako, da upoštevaš njihova prijemališča in smeri, ne pa merila.



2

(e) Roka od komolca do dlani ima maso $1{,}5$ kg in dolžino 30 cm. Predpostavi, da je masa enakomerno porazdeljena po celotni dolžini roke (kot da bi bila roka palica). Mišica upogibalka komolca (biceps) je spodaj pripeta na koželjnico 3 cm od osi (komolčnega sklepa), zgoraj pa na ramo. Predpostavi, da sta nadlahtnica in biceps vzporedna in pravokotna na koželjnico.



(i) Kolikšna je sila F_{b}, s katero biceps vleče koželjnico, ko je ta vodoravna in je nadlahtnica navpična?

1

(ii) S kolikšno silo F_{nad} in v kateri smeri deluje v sklepu nadlahtnica na koželjnico?

1

(iii) Masa bicepsa je 1 kg. S kolikšno silo $F_{\mathrm{b}\to\mathrm{r}}$ in v kateri smeri deluje biceps na ramo?

1

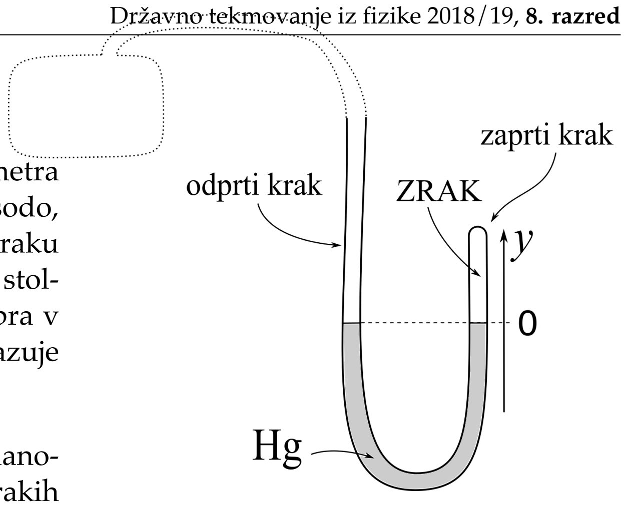
(f) V dlan položimo utež, ki ima maso 3 kg. Roko držimo kot prej, v komolcu pod pravim kotom. Kolikšna je zdaj sila bicepsa $F'_{\mathrm{b}\to\mathrm{r}}$ na ramo?

3

Σ B1

B2 *Pri reševanju naloge si pomagaj s skicami!*

V zaprtem kraku U-cevke živosrebrovega manometra je stolpec zraka, odprti krak pa povežemo s posodo, v kateri želimo izmeriti tlak. Ko je v odprtem kraku cevke manometra tlak 1 bar, je v zaprtem kraku stolpec zraka visok $h_0 = 24$ cm, gladini živega srebra v obeh krakih pa sta poravnani pri $y = 0$, kot prikazuje slika. Presek cevke S je povsod enak.



(a) Kolikšen je tlak zraka p_0 v zaprtem kraku manometra, ko sta gladini živega srebra v obeh krakih poravnani pri $y = 0$ (kot na sliki)? 1

(b) Upoštevaj, da za zrak v zaprtem kraku manometra velja, da je produkt $p \cdot V$ konstanten, $p \cdot V = p_0 \cdot V_0$, kjer je p tlak in $V = S \cdot h$ prostornina zaprtega stolpca zraka. Kolikšen je tlak zraka p_1 v zaprtem kraku manometra, ko se gladina živega srebra v njem dvigne na $y_1 = 4$ cm? 3

(c) Kolikšen je v tem primeru tlak p_1' v posodi, s katero je povezan drugi krak manometra? 2

(d) Kolikšen je tlak zraka p_2 v zaprtem kraku manometra, ko se gladina živega srebra v njem spusti na $y_2 = -4$ cm? 2

(e) Kolikšen je v tem primeru tlak p_2' v posodi, s katero je povezan drugi krak manometra? 2

(f) Kolikšna sta najmanjša možna tlaka zraka v obeh krakih manometra? Nadaljuj obe izjavi, da bosta pravilni. 2

V zaprtem kraku je najmanjši možen tlak zraka p_z ...

(**A**) manjši od 0 bar. (**B**) enak 0 bar. (**C**) večji od 0 bar.

V odprtem kraku je najmanjši možen tlak zraka p_o ...

(**A**) manjši od 0 bar. (**B**) enak 0 bar. (**C**) večji od 0 bar.

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 6. april 2019

C – eksperimentalna naloga: VSILJENO NIHANJE

Razišči vsiljeno nihanje dušenega – približno matematičnega – nihala.

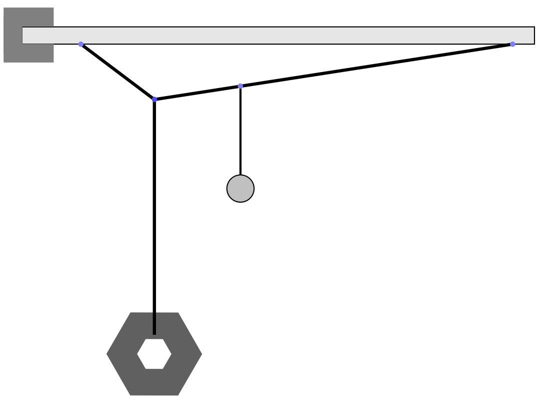
Pripomočki
– utež na 0,8 m dolgi vrvici z zankami
– stiroporna kroglica na 25 cm dolgi vrvici
– nosilna lesena palica z napeljano vrvico
– spona za pritrditev nosilne palice na klop
– štoparica
– merilo na poli A3
– sponka za papir
– podloga za sedenje na tleh

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev.

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut. Naloga je vredna 26 točk.

Pri poskusu boš prvemu nihalu – lahki kroglici na 25 cm dolgi vrvici – vsiljeval nihanje z drugim nihalom – utežjo na vrvici, katere dolžino lahko spreminjaš.

Nihajni čas je čas, v katerem nihalo opravi 1 nihaj. *Nihaj* je enota gibanja nihala, proces, ko se nihalo giblje iz ene v drugo skrajno lego in spet nazaj v prvo skrajno lego. *Amplituda* nihanja je razdalja (lahko tudi kot) med skrajno in ravnovesno lego nihala.



(a) Trikrat izmeri čas t_{10}, v katerem nihalo s kroglico opravi 10 nihajev. Izračunaj povprečje treh meritev $\bar{t}_{10}$ in iz povprečja *lastni* nihajni čas t_0 ter *lastno* frekvenco nihala ν_0, ki jo izračunaš po enačbi

2

$$\nu_0 = \frac{1}{t_0}\,.$$

Meritve in rezultate računov vpiši v razpredelnico.

meritve			izračuni		
t_{10} [s]	t_{10} [s]	t_{10} [s]	$\bar{t}_{10}$ [s]	t_0 [s]	ν_0 $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$

Nihalo z utežjo med to meritvijo visi (miruje) na vrvici.

(b) V približno koliko nihajih se amplituda nihanja nihala s kroglico zmanjša na polovico?

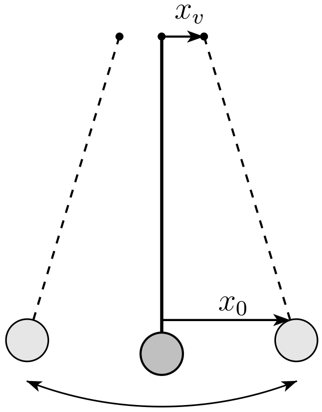
1

(c) Pri vsaj 8 različnih dolžinah nihala z utežjo izmeri, kako niha nihalo s kroglico. Pri izbrani dolžini nihala izmeriš 3 parametre – t_{10} (za nihalo z utežjo), x_v in x_0 (za nihalo s kroglico, razloženo v nadaljevanju) –, potem šele spremeniš dolžino vrvice. Vsaj 3 frekvence nihanja morajo biti manjše in vsaj 3 morajo biti večje od lastne frekvence nihala z lahko kroglico ν_0.

7

Na začetku vsake meritve nihalo s kroglico miruje, nihalo z utežjo pa odkloniš v smeri pravokotno na nosilno palico za približno $30°$ (kot, označen na listu z merilom) in spustiš, da zaniha. Pri izbrani dolžini nihala z utežjo **najprej** izmeri čas t_{10}, v katerem nihalo z utežjo opravi 10 nihajev. Vpiši ga v prvi stolpec razpredelnice.

V nadaljevanju, ko obe nihali nihata že vsaj 30 sekund, izmeri *amplitudo vsiljevanja* x_v in takoj zatem še amplitudo x_0, s katero niha nihalo s kroglico (glej sliko). Amplituda vsiljevanja je amplituda, s katero niha zgornje krajišče nihala s kroglico: točka, v kateri je nihalo s kroglico privezano na vrvico, ki nosi obe nihali. Amplitude meriš z merilom na poli. Izmerjeni amplitudi x_v in x_0 zapiši v 2. in 3. stolpec razpredelnice.



(c)			(d)	
t_{10} [s]	x_v [cm]	x_0 [cm]	ν $\left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$	$\frac{x_0}{x_v}$

(d) Za vsako meritev izračunaj frekvenco nihanja ν ter razmerje med amplitudo nihanja x_0 in amplitudo vsiljevanja x_v ter izračunane vrednosti (na dve decimalni mesti) vpiši v zadnja dva stolpca razpredelnice. 2

(e) V koordinatni sistem nariši graf, ki prikazuje, kako je razmerje med amplitudama $\frac{x_0}{x_v}$ odvisno od frekvence (vsiljenega) nihanja ν (*resonančno krivuljo*). Na grafu označi tudi lastno frekvenco nihala s kroglico ν_0. 4

(f) Kateremu številu se približuje razmerje $\frac{x_0}{x_v}$, ko je frekvenca (vsiljenega) nihanja ν **mnogo manjša** od lastne frekvence nihala ν_0 (velja $\frac{\nu}{\nu_0} \ll 1$)? | 2 |

$$\frac{x_0}{x_v} \longrightarrow \underline{\hspace{3cm}}, \quad \text{ko} \quad \frac{\nu}{\nu_0} \ll 1\,.$$

(g) Kateremu številu se približuje razmerje $\frac{x_0}{x_v}$, ko je frekvenca (vsiljenega) nihanja ν **mnogo večja** od lastne frekvence nihala ν_0 (velja $\frac{\nu}{\nu_0} \gg 1$)? | 2 |

$$\frac{x_0}{x_v} \longrightarrow \underline{\hspace{3cm}}, \quad \text{ko} \quad \frac{\nu}{\nu_0} \gg 10\,.$$

(h) S črtkano črto v koordinatni sistem pri (e) doriši graf na območjih frekvenc $\nu \ll \nu_0$ in $\nu \gg \nu_0$. | 2 |

(i) Zakaj moraš, kot piše v navodilih, na začetku z meritvijo amplitude nihanja nihala s kroglico počakati? | 1 |

(j) Zapiši tri opažanja o nihanju posameznega nihala ali o povezavi med nihanjem obeh nihal, ki niso povezana z obliko resonančne krivulje. | 3 |

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 6. april 2019

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

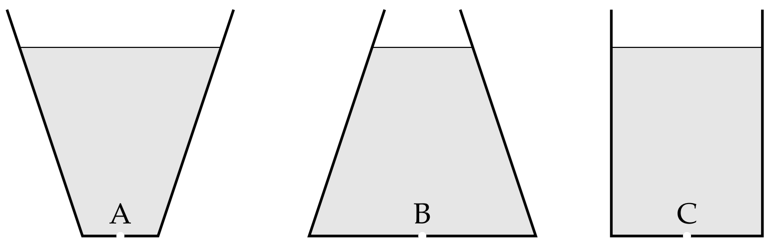
C

Naloge iz sklopov A in B rešuješ 80 minut. Uporabljaš lahko pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalo 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 poli. **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 Tri (osno simetrične) posode, ki jih prikazuje slika, vsebujejo enako prostornino vode, ki v njih sega do iste višine nad dnom. Posode imajo v dnu enako veliko luknjico. Luknjice hkrati odmašimo. Katera posoda se prva izprazni?



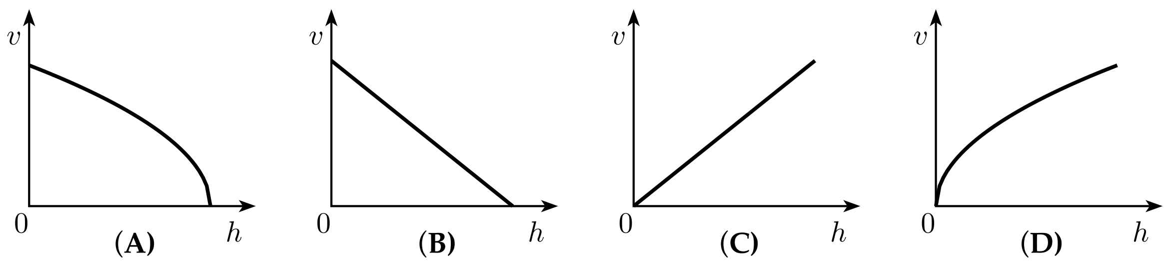
(**A**) A

(**B**) B

(**C**) C

(**D**) Vse se izpraznijo hkrati.

A2 Vrana spusti iz kljuna oreh, da prosto pade na asfaltirano cesto. Kateri graf pravilno prikazuje, kako se z višino, na kateri je oreh, spreminja njegova hitrost?



A3 Težni pospešek telesa z maso m na planetu z maso M določa gravitacijska sila med telesoma

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \, ,$$

kjer je $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11} \, \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{s}^2}$ gravitacijska konstanta, i r pa razdalja med njunima težiščema. Nasina sonda *InSight* je 26. novembra 2018 pristala na Marsu. Kolikšen gravitacijski pospešek (približno) deluje nanjo na Marsu? Polmer Marsa je 3390 km, masa pa $6{,}42 \cdot 10^{23}$ kg.

(**A**) $1 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (**B**) $4 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (**C**) $5 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (**D**) $10 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

A4 V letu 2015 so v Sloveniji načrpali 165 milijonov kubičnih metrov pitne vode. S toliko vode bi ...

(**A**) do vrha napolnili šolsko učilnico.

(**B**) do vrha napolnili šolo.

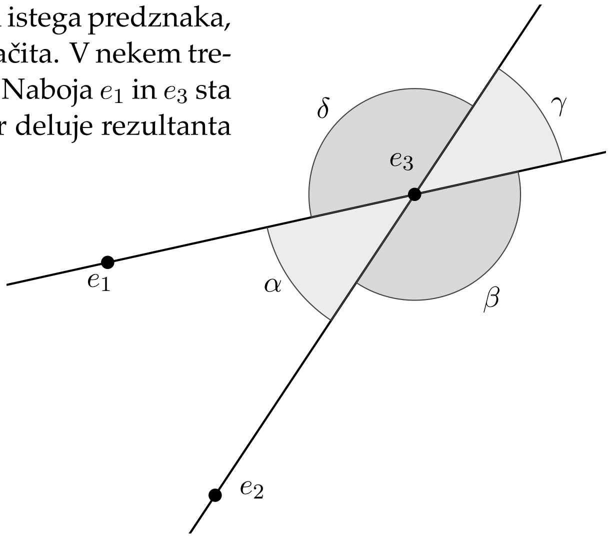
(**C**) napolnili Blejsko jezero (ki ima obseg 6 km in povprečno globino 18 m).

(**D**) preplavili mesto Ljubljana z $1{,}5$ m globoko plastjo vode (mesto sega še malo izven *Poti ob žici*, ki obkroža mesto in je dolga 35 km).

A5 Med električnimi naboji delujejo sile. Če sta naboja istega predznaka, se odbijata, če sta nasprotnega predznaka, se privlačita. V nekem trenutku so v ravnini trije naboji, kot prikazuje slika. Naboja e_1 in e_3 sta pozitivna, naboj e_2 pa je negativen. V katero smer deluje rezultanta sil na naboj e_3? V smer znotraj kota ...

(**A**) α. (**B**) β.

(**C**) γ. (**D**) δ.



V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 *Pri reševanju naloge si pomagaj s skicami in z načrtovanjem. Predpostavi, da je Zemlja krogla (zanemari njeno sploščenost).*

Mohudi je doma v Kampali v Ugandi, ki leži skoraj na ekvatorju. Mohudi je ultramaratonec.

(a) Maraton je dolg 26 (mednarodnih) milj in 385 jardov. Milja meri $1609{,}344$ m ali 1760 jardov. Izračunaj, koliko kilometrov je dolg maraton. Rezultat zapiši na tri decimalna mesta natančno. 1

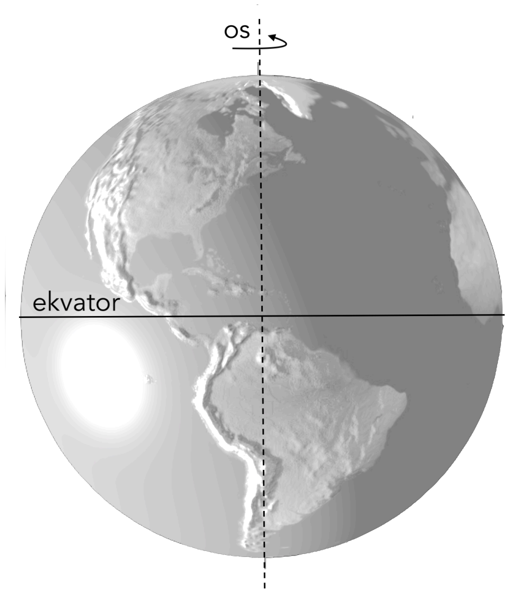
(b) Koliko geografskih stopinj meri en časovni pas (časovna razlika med sosednjima časovnima pasovoma je 1 ura)? Kolikšna časovna razlika ustreza $1°$ razlike v geografski dolžini? 2

(c) Obseg Zemlje po ekvatorju je $40\,075$ km. Koliko maratonskim razdaljam ustreza $1°$ razlike v geografski dolžini na ekvatorju? 2

(d) Mohudi lahko teče s hitrostjo $16\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ več ur. Koliko časa naj teče točno proti zahodu (po ekvatorju), da bo pretekel 1° geografske dolžine?

1

(e) Koliko časa bi Mohudi potreboval, da bi pretekel s svojo stalno hitrostjo razdaljo, ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini v Ljubljani, če bi tekel naravnost proti vzhodu?



3

(f) Na kateri geografski širini je razdalja vzdolž vzporednika med krajema, ki imata isto geografsko širino, njuni geografski dolžini pa se razlikujeta za 1°, enaka dolžini maratona?

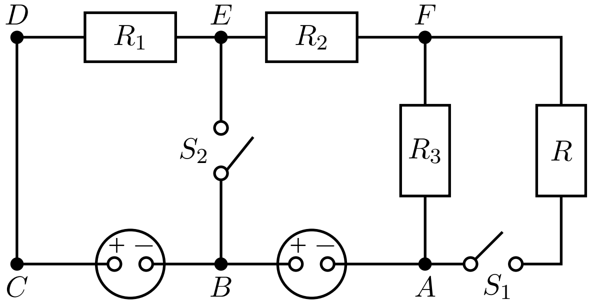
3

(g) Koliko časa bi Mohudi potreboval, da bi pretekel s svojo stalno hitrostjo razdaljo med Kampalo in Mbararo, ki leži 1° južno in 2° zahodno od Kampale, če bi tekel enakomerno in naravnost od Kampale proti Mbarari? Ukrivljenost Zemlje zanemari.

2

Σ B1

B2 Maja meri napetost na različnih delih električnega kroga, ki ga prikazuje slika. Uporabi dve bateriji z gonilno napetostjo $4{,}5$ V, štiri enake upornike, $R_1 = R_2 = R_3 = R$, ter dve stikali S_1 in S_2.



Upoštevaj, da je napetost U na posameznem uporniku premo sorazmerna toku I, ki teče skozi upornik, $U = R \cdot I$. Sorazmernostni koeficient R je upor upornika, ki ga merimo v *ohmih* Ω, $\left[\Omega = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}\right]$. Upor posameznega upornika je $30\,\Omega$.

točki	(a) U [V]	(c) U [V]	(e) U [V]
$A - B$			
$A - C$			
$C - D$			
$A - D$			
$D - E$			
$C - F$			
$B - E$			
$F - A$			

(a) Na začetku sta obe stikali razklenjeni (kot prikazuje shema). Maja priključi voltmeter med različne točke v krogu. Kombinacije, ki jih izbere, so navedene v prvem stolpcu razpredelnice. V stolpec (a) razpredelnice vpiši napetosti, ki jih izmeri. 3

(b) Kolikšen tok teče po krogu? 1

(c) V nadaljevanju poskusa Maja sklene stikalo S_1 in ponovi meritve. V stolpec (c) razpredelnice vpiši napetosti, ki jih izmeri. 3

(d) Kolikšen tok teče skozi bateriji, ko je stikalo S_1 sklenjeno, stikalo S_2 pa razklenjeno? 1

(e) Maja sklene še stikalo S_2 ter ponovi meritve. V stolpec (e) razpredelnice vpiši napetosti, ki jih izmeri. 3

(f) Kolikšen tok teče skozi stikalo S_2, ko sta obe stikali sklenjeni? V kateri smeri teče? 3

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 6. april 2019

C – eksperimentalna naloga: TALJENJE LEDU S SOLJO

Razišči, kako se v lončku, kjer imaš zmes ledu in kuhinjske soli ter se led tali, spreminja temperatura zmesi.

Pripomočki
– plastičen kozarček
– zdrobljen led (20 g)
– kuhinjska sol (6 g) v majhni papirnati ovojnici
– termometer
– štoparica
– papirnata brisača

Upoštevaj, da pri eksperimentalnih nalogah ocenjujemo tudi natančnost izvedbe poskusa in meritev. **Prvih 20 minut samo meri. V nadaljevanju je pomembno, da so meritve natančne.**

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut. Naloga je vredna 27 točk.

(a) *Preden začneš meriti, preberi navodilo do prve razpredelnice.*

Pri poskusu 20 minut meriš temperaturo talečega se ledu. Meritve ob časih, navedenih v razpredelnici, vpiši v razpredelnico. Štoparico sprožiš, ko v led streseš pripravljeno sol. To je trenutek $t = 0$. Ko preteče 20 minut, končaš s prvim delom meritev. Termometer pusti v zmesi, štoparica naj še teče (ni še konec eksperimentalnega dela).

V lonček stresi 20 g zdrobljenega ledu. Led dobiš pri pomočnikih. Izmeri temperaturo ledu.

Temperatura ledu: ______________

Pripravi štoparico. V lonček stresi še pripravljenih 6 g soli in v istem trenutku sproži štoparico ter prični meriti čas in temperaturo. **Zmes stalno mešaj s termometrom.** Če se na zunanji strani lončka nabere voda (ali led), lonček s papirnato brisačo obriši. V razpredelnici podčrtaj čas, ob katerem se led v lončku v celoti stali. Če se v 20 minutah led ne stali v celoti, nadaljuj z meritvijo, dokler se ne stali ves led, nato pa še 2 minuti. 7

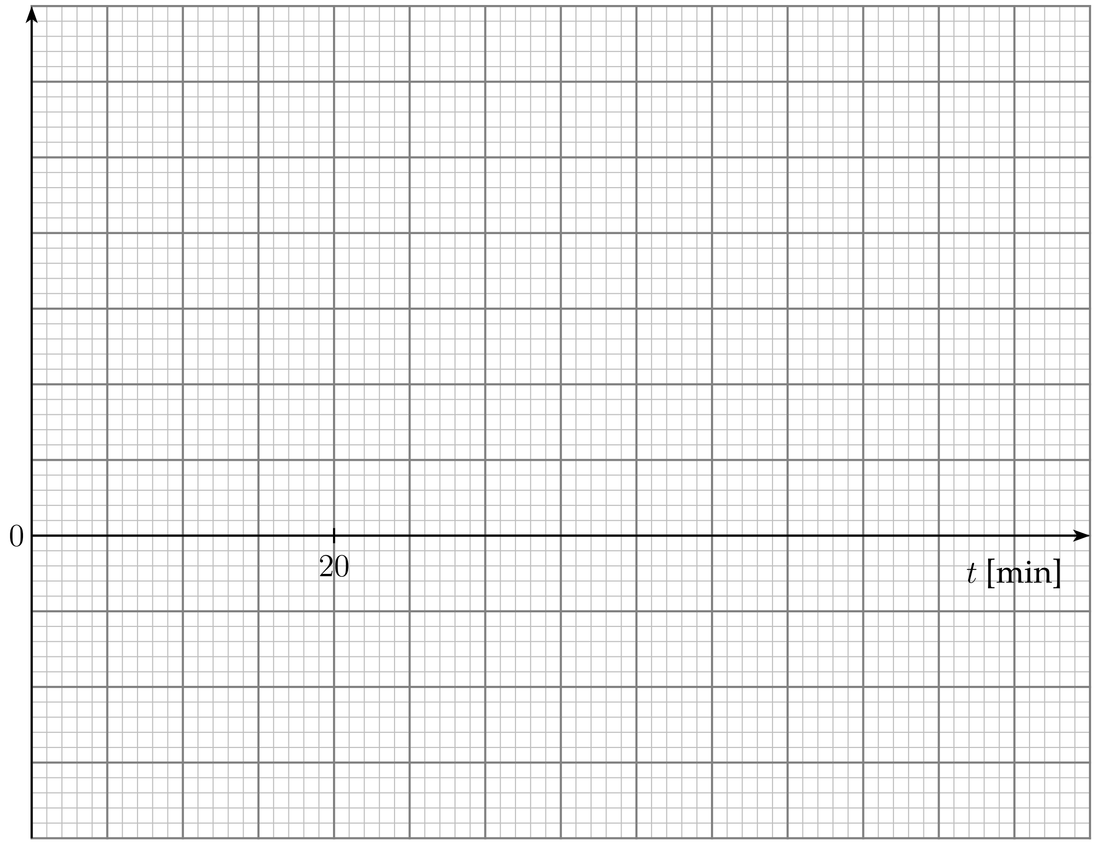
t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]
0		3,0		9,0		15,0			
0,5		4,0		10,0		16,0			
1,0		5,0		11,0		17,0			
1,5		6,0		12,0		18,0			
2,0		7,0		13,0		19,0			
2,5		8,0		14,0		20,0			

(b) Termometer pusti v lončku. Občasno preveri temperaturo zmesi T v lončku. Ko bo temperatura zmesi približno $T = 10\,^\circ\mathrm{C} \pm 2\,^\circ\mathrm{C}$, med mešanjem zmesi meri čas Δt, v katerem se zmes segreje za $\Delta T = 1\,^\circ\mathrm{C}$. Podatke (koliko časa je minilo od začetka poskusa t, T, Δt in temperaturo zraka v učilnici T_o) zapiši v razpredelnico. 3

t [min]	T [°C]	Δt [s]	T_o [°C]

(c) V koordinatni sistem nariši graf, ki prikazuje, kako se je s časom spreminjala temperatura zmesi v lončku od trenutka, ko si v lonček stresla sol. Označi trenutek, ko se je stalil ves led.

3



(d) Ko se stali ves led, ima zmes v lončku temperaturo, ki je nižja od temperature okolice. Skozi stene lončka (in gladino) prejema zmes iz okolice toploto in se še naprej segreva. V svojih meritvah izberi časovno območje 1 minute, ki ustreza opisanemu dogajanju. To območje v razpredelnici pri (a) označi (obkroži ga in dopiši oznako (d)). Izračunaj, koliko toplote je zmes v lončku v tej minuti prejela iz okolice. Specifična toplota tvoje raztopine slane vode je $3300\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg\cdot K}}$.

3

(e) Toplotni tok $P = \frac{Q}{\Delta t}$, ki teče v zmes, je premo sorazmeren razliki med temperaturo zmesi T in temperaturo okolice T_o. Zapišemo lahko

3

$$P = K \cdot (T_\mathrm{o} - T)\,.$$

Koeficient K je odvisen od toplotnih in geometrijskih lastnosti lončka. Izračunaj $K_{(\mathrm{d})}$ iz svojih meritev pri (d) in $K_{(\mathrm{b})}$ iz meritev pri (b). Zaokroži ju na 3 decimalna mesta.

(f) V svojih meritvah izberi tako časovno območje 1 minute, ko je bila v lončku ledena zmes in se je njena temperatura čim manj spremenila, tako da lahko spremembo temperature zanemariš. Območje označi v razpredelnici pri (a) (obkroži ga in dopiši oznako (f)). Izračunaj, koliko ledu se je v tej minuti stalilo.

3

(g) Graf, ki si ga narisala, nadaljuj v skladu s svojo domnevo, kako se bo temperatura zmesi spreminjala še naprej.

2

(h) V isti koordinatni sistem s **črtkano** črto nariši graf, ki prikazuje, kako bi se spreminjala temperatura zmesi, če bi bil koeficient K pol manjši.

3

Predlagaj dva ukrepa, s katerima bi lahko zmanjšala K.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2018/19

8. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
A	D	B	D	B

A1 V kratkovidnem očesu na mrežnici lahko nastane ostra slika (A). Osebe, ki so kratkovidne, brez očal dobro in ostro vidijo predmete, ki so dovolj blizu.

A2 Tolikšnje so poti, ki so jih opravili kolesarji v prikazanem časovnem intervalu:

$$\begin{aligned} s_{(\mathrm{A})} &= 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 30\,\mathrm{s} = 300\,\mathrm{m}, \\ s_{(\mathrm{B})} &= 13\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 18\,\mathrm{s} + 3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12\,\mathrm{s} = 270\,\mathrm{m}, \\ s_{(\mathrm{C})} &= 16\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 10\,\mathrm{s} + 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 20\,\mathrm{s} = 280\,\mathrm{m}, \\ s_{(\mathrm{D})} &= 16\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 18\,\mathrm{s} + 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12\,\mathrm{s} = 408\,\mathrm{m}. \end{aligned}$$

Najdaljšo pot je opravil kolesar, čigar odvisnost hitrosti od časa prikazuje (D).

A3 Največjo višino Lune namerita Miha in Jurij takrat, ko je Luna v njunih poldnevniških ravninah. Luna je v Jurijevi poldnevniški ravnini približno 6 ur preden jo istega dne ujame Mihova poldnevniška ravnina. Pravilna rešitev je (B).

A4 Ocenimo, da ima Tina 50 kg in da je ploščina odtisa, ki ga pusti, ko stoji bosa na prstih obeh nog na tleh, približno $S = 1$ dm^2. Na tla pritiska s silo $F = 500$ N in tlakom

$$p = \frac{F}{S} = \frac{500\,\mathrm{N}}{0{,}01\,\mathrm{m}^2} = 50\,000\,\mathrm{Pa} = 0{,}5\,\mathrm{bar} = 500\,\mathrm{mbar}. \quad \text{(D)}$$

A5 Masa 72 ml vode je $m_\mathrm{v} = 72$ g $= 0{,}072$ kg, masa etilnega alkohola pa

$$m_\mathrm{ea} = \rho_\mathrm{ea} \cdot V_\mathrm{ea} = 800\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 345\,\mathrm{ml} = 0{,}8\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3} \cdot 0{,}345\,\mathrm{dm}^3 = 0{,}276\,\mathrm{kg}\,.$$

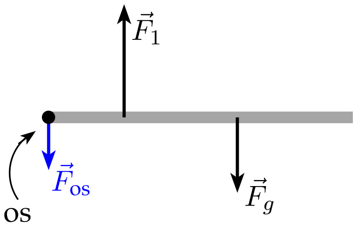
Gostoto etilnega alkohola ρ_ea najdemo v tabeli gostot na listu s fizikalnimi obrazci. Masa zmesi je $m = m_\mathrm{v} + m_\mathrm{ea} = 0{,}348$ kg, prostornina $V = 406$ ml in gostota

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0{,}348\,\mathrm{kg}}{0{,}406\,\mathrm{dm}^3} = 0{,}857\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3} \quad \text{(B)}\,.$$

Sklop B:

B1 (a) Iz zveze $F_1 \cdot r_1 = F_g \cdot r^*$ izrazimo oddaljenost težišča palice od osi

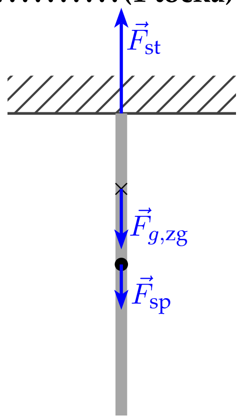
$$r^* = r_1 \cdot \frac{F_1}{F_g} = 12\,\text{cm} \cdot \frac{20\,\text{N}}{15\,\text{N}} = 16\,\text{cm}.$$



Palica miruje, torej so sile, ki delujejo nanjo, v ravnovesju. Navzgor jo vleče sila $F_1 = 20$ N, navzdol teža $F_g = 15$ N. Sila $\vec{F}_{\text{os}}$, ki deluje na palico v osi, je usmerjena navzdol (skupaj s težo uravnoveša silo $\vec{F}_1$) in meri $F_{\text{os}} = 5$ N.

Za pravilen r^* .... (1 točka)
Za pravilno velikost F_{os} .... (1 točka)
Za pravilno smer in prijemališče $\vec{F}_{\text{os}}$ .... (1 točka)

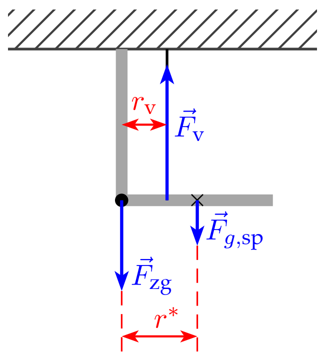
(b) Palici mirujeta, sile na palico so v ravnovesju. Na spodnjo palico deluje teža $F_{g,\text{sp}} = 15$ N, ki jo uravnoveša navzgor usmerjena sila zgornje palice na spodnjo $F_{\text{zg}\to\text{sp}} = 15$ N. Spodnja palica deluje na zgornjo palico s po velikosti enako, po smeri pa nasprotno (navzdol) usmerjeno silo $F_{\text{sp}} = 15$ N. Na zgornjo palico delujeta še njena teža $F_{g,\text{zg}} = 20$ N (navzdol) in sila stropa $F_{\text{st}} = 35$ N (navzgor), ki uravnoveša vsoto sil $\vec{F}_{g,\text{zg}} + \vec{F}_{\text{sp}}$.



Za pravilno velikost in smer (razvidna na skici) sile spodnje palice $\vec{F}_{\text{sp}}$ .... (1 točka)
Za pravilno velikost in smer (razvidna na skici) sile stropa $\vec{F}_{\text{st}}$ .... (1 točka)

(c) Na spodnjo palico deluje v smeri navzdol njena teža $F_{g,\text{sp}} = 15$ N, ki prijemlje v težišču spodnje palice. Težišče je od krajišča, ki je vrtljivo vpeto v zgornjo palico, oddaljeno $r^* = 15$ cm. V oddaljenosti $r_{\text{v}} = 5$ cm deluje na palico v smeri navzgor sila vrvice $\vec{F}_{\text{v}}$. Spodnja palica miruje, velja $F_{g,\text{sp}} \cdot r^* = F_{\text{v}} \cdot r_{\text{v}}$, odkoder dobimo velikost sile vrvice

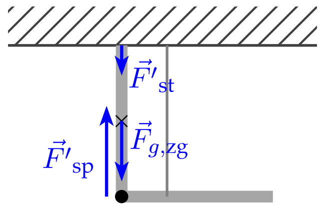
$$F_{\text{v}} = F_{g,\text{sp}} \cdot \frac{r^*}{r_{\text{v}}} = 15\,\text{N} \cdot \frac{15\,\text{cm}}{5\,\text{cm}} = 45\,\text{N}.$$



Spodnja palica miruje. V krajišču, ki je vrtljivo vpeto v zgornjo palico, deluje na spodnjo palico sila zgornje palice, ki je usmerjena navzdol. Skupaj s težo spodnje palice uravnoveša silo vrvice in meri $F_{\text{zg}} = 30$ N.

Za pravilno velikost in smer (razvidna na skici) sile vrvice $\vec{F}_{\text{v}}$ .... (1 točka)
Za pravilno velikost in smer (razvidna na skici) sile zgornje palice $\vec{F}_{\text{zg}}$ .... (1 točka)

(d) Sila $\vec{F}'_{\mathrm{sp}}$, s katero spodnja palica deluje na zgornjo, je po velikosti enaka, po smeri pa nasprotna sili $\vec{F}_{\mathrm{zg}}$ (glej sliko pri (c)), s katero zgornja palica deluje na spodnjo, $F'_{\mathrm{sp}} = 30$ N, usmerjena je navzgor. Na zgornjo palico delujeta še njena teža $F_{g,\mathrm{zg}} = 20$ N (navzdol) in sila stropa $\vec{F}'_{\mathrm{st}}$. Zgornja palica miruje, sile nanjo so v ravnovesju. Sila stropa je usmerjena navzdol, skupaj s težo zgornje palice uravnoveša silo spodnje palice $\vec{F}'_{\mathrm{sp}}$. Za velikosti sil velja zveza $F'_{\mathrm{sp}} = F_{g,\mathrm{zg}} + F'_{\mathrm{st}}$. Sila stropa meri $F'_{\mathrm{st}} = 10$ N.



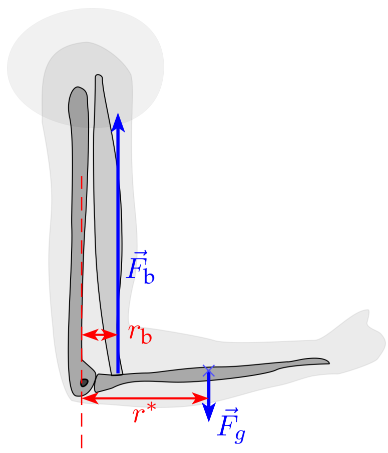
Za pravilno velikost in smer (razvidna na skici) sile spodnje palice $\vec{F}'_{\mathrm{sp}}$ .... (1 točka)

Za pravilno velikost in smer (razvidna na skici) sile stropa $\vec{F}'_{\mathrm{st}}$ .... (1 točka)

(e/i) Na del roke od komolca do dlani na razdalji $r^* = 15$ cm od komolčnega sklepa (na polovici dolžine roke od komolca do dlani) deluje teža $F_g = 15$ N v smeri navzdol, v smeri navzgor pa deluje na razdalji $r_{\mathrm{b}} = 3$ cm sila bicepsa F_{b}. Roka miruje, velja $F_g \cdot r^* = F_{\mathrm{b}} \cdot r_{\mathrm{b}}$. Iz znanih vrednosti izračunamo silo bicepsa na koželjnico,

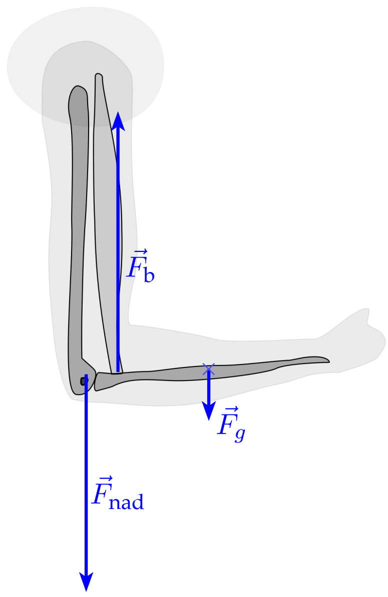
$$F_{\mathrm{b}} = F_g \cdot \frac{r^*}{r_{\mathrm{b}}} = 15\,\mathrm{N} \cdot \frac{15\,\mathrm{cm}}{3\,\mathrm{cm}} = 75\,\mathrm{N}.$$

Za pravilno silo bicepsa F_{b} .... (1 točka)



(e/ii) Roka od komolca do dlani miruje, sile nanjo (teža, sila bicepsa in sila nadlahtnice) so v ravnovesju. Sila bicepsa je večja od teže roke in sklepamo, da nadlahtnica v komolcu koželjnico dodatno potiska navzdol. Za velikosti sil velja zveza $F_{\mathrm{b}} = F_g + F_{\mathrm{nad}}$. Nadlahtnica v komolčnem sklepu deluje na koželjnico v smeri navzdol s silo $F_{\mathrm{nad}} = F_{\mathrm{b}} - F_g = 60$ N.

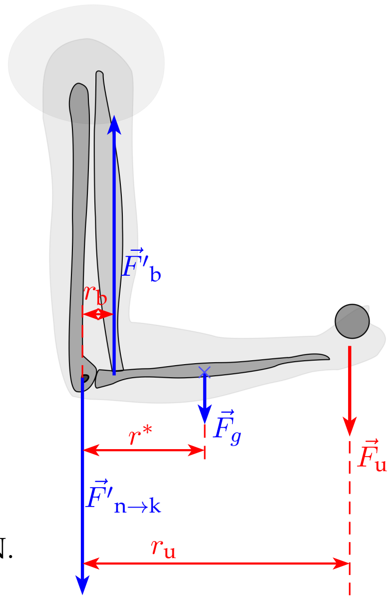
Za pravilno silo nadlahtnice (velikost in smer) $\vec{F}_{\mathrm{nad}}$ .. .. (1 točka)



(e/iii) Biceps je spodaj pripet na koželjnico, zgoraj pa na ramo. Biceps miruje. Nanj delujejo 3 sile: v smeri navzdol ga vlečeta koželjnica s silo $F_{\mathrm{k}\to\mathrm{b}} = F_{\mathrm{b}} = 75$ N in teža $F_{g,\mathrm{b}} = 10$ N. Navzgor ga vleče sila rame $\vec{F}_{\mathrm{r}\to\mathrm{b}}$, ki uravnoveša $\vec{F}_{\mathrm{k}\to\mathrm{b}}$ in $\vec{F}_{g,\mathrm{b}}$ ter meri $F_{\mathrm{r}\to\mathrm{b}} = 85$ N. Sila bicepsa na ramo je po velikosti enaka, po smeri pa nasprotna: $F_{\mathrm{b}\to\mathrm{r}} = F_{\mathrm{r}\to\mathrm{b}} = 85$ N, biceps ramo vleče navzdol.

Za pravilno silo bicepsa na ramo (velikost in smer) $\vec{F}_{\mathrm{r}\to\mathrm{r}}$ .... (1 točka)

(f) Ko v roko primeš utež, ki ima maso 3 kg, deluje na dlan sila uteži $F_\mathrm{u} = 30\,\mathrm{N}$ v smeri navzdol. Sila uteži prijemlje (približno) na razdalji $r_\mathrm{u} = 30\,\mathrm{cm}$ od komolčnega sklepa. Poleg sile uteži delujejo na del roke od komolca do dlani še teža $\vec{F}_g$ (navzdol), sila bicepsa $\vec{F'}_\mathrm{b}$ (navzgor) in sila nadlahtnice $\vec{F'}_{\mathrm{n}\to\mathrm{k}}$ (navzdol). Na skici sile **niso** narisane v merilu.



Roka miruje. Prvi pogoj za ravnovesje se glasi

$$F'_\mathrm{b} \cdot r_\mathrm{b} = F_g \cdot r^* + F_\mathrm{u} \cdot r_\mathrm{u}\,,$$

odkoder izrazimo silo bicepsa

$$\begin{aligned} F'_\mathrm{b} &= \frac{1}{r_\mathrm{b}} \cdot (F_g \cdot r^* + F_\mathrm{u} \cdot r_\mathrm{u}) = F_g \cdot \frac{r^*}{r_\mathrm{b}} + F_\mathrm{u} \cdot \frac{r_\mathrm{u}}{r_\mathrm{b}} = \\ &= 15\,\mathrm{N} \cdot \frac{15\,\mathrm{cm}}{3\,\mathrm{cm}} + 30\,\mathrm{N} \cdot \frac{30\,\mathrm{cm}}{3\,\mathrm{cm}} = 75\,\mathrm{N} + 300\,\mathrm{N} = 375\,\mathrm{N}. \end{aligned}$$

S tolikšno silo deluje biceps spodaj na koželjnico (jo vleče navzgor), zgoraj pa na ramo še z 10 N večjo silo (zaradi lastne teže) $F_{\mathrm{b}\to\mathrm{r}} = 385\,\mathrm{N}$ (jo vleče navzdol).

Za pravilno silo bicepsa na ramo (velikost in smer) $\vec{F'}_{\mathrm{b}\to\mathrm{r}}$ **........................ (3 točke)**

Za pravilno silo bicepsa na koželjnico F'_b .... (1 točka)

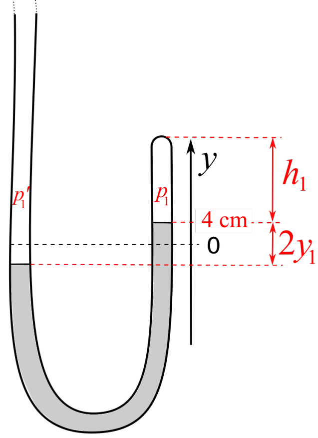
Za pravilno zapisan prvi pogoj za ravnovesje .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **15 točk**.

B2 (a) Ko sta gladini živega srebra v krakih poravnani, je tlak zraka nad gladino v obeh krakih enak. Če je v odprtem kraku cevke manometra tlak 1 bar, je tolikšen tudi v zaprtem kraku cevke.
Za pravilen tlak .... **(1 točka)**

(b) Ko se gladina živega srebra v zaprtem kraku cevke manometra dvigne na $y_1 = 4$ cm, je stolpec zraka v zaprtem kraku visok $h_1 = h_0 - y_1 = 24\,\text{cm} - 4\,\text{cm} = 20\,\text{cm}$. Upoštevamo, da je produkt tlaka in prostornine zraka v zaprtem kraku cevke stalen, $p_1 \cdot V_1 = p_0 \cdot V_0$. Ko prostornini zraka v zaprtem kraku zapišemo kot $V_0 = S \cdot h_0$ in $V_1 = S \cdot h_1$, dobimo zvezo $p_0 \cdot h_0 = p_1 \cdot h_1$. Od tod izrazimo tlak p_1 v zaprtem kraku,

$$p_1 = p_0 \cdot \frac{h_0}{h_1} = 1\,\text{bar} \cdot \frac{24\,\text{cm}}{20\,\text{cm}} = 1{,}2\,\text{bar}.$$



Za pravilen tlak .... **(3 točke)**
Za pravilno višino h_1 .... (1 točka)
Za zapisano zvezo $p \cdot h = p_0 \cdot h_0$ .... (1 točka)

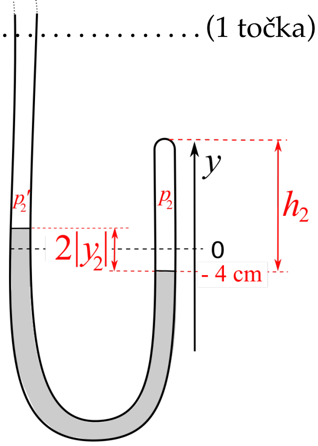
(c) Tlak v odprtem kraku manometra (cevki, povezani s posodo, v kateri merimo tlak) je p_1' in je za hidrostatski tlak stolpca živega srebra, visokega $2 \cdot y_1 = 8$ cm, večji od tlaka p_1. Gostoto živega srebra najdemo v tabeli gostot na listu s fizikalnimi obrazci, $\rho_{\text{Hg}} = 13\,550\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Zapišemo z gostoto (ali pa s specifično težo $\sigma = \rho \cdot g$)

$$\begin{aligned} p_1' &= p_1 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot (2 \cdot y_1) = 1{,}2\,\text{bar} + 13\,550\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}08\,\text{m} = \\ &= 1{,}2\,\text{bar} + 0{,}1084\,\text{bar} = 1{,}3084\,\text{bar} \approx 1{,}31\,\text{bar}. \end{aligned}$$

Za pravilen tlak .... **(2 točki)**
Za pravilno zvezo $p_1' = p_1 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot (2 \cdot y_1)$ .... (1 točka)

(d) Ko se gladina živega srebra v zaprtem kraku cevke manometra spusti na $y_2 = -4$ cm, je stolpec zraka v zaprtem kraku visok $h_2 = h_0 + |y_2| = 24\,\text{cm} + 4\,\text{cm} = 28\,\text{cm}$. Upoštevamo, da je produkt tlaka in prostornine (oziroma višine stolpca) zraka v zaprtem kraku cevke stalen, in dobimo zvezo $p_0 \cdot h_0 = p_2 \cdot h_2$. Od tod izrazimo tlak p_2 v zaprtem kraku,

$$p_2 = p_0 \cdot \frac{h_0}{h_2} = 1\,\text{bar} \cdot \frac{24\,\text{cm}}{28\,\text{cm}} = 0{,}857\,\text{bar} \approx 0{,}86\,\text{bar}.$$



Za pravilen tlak .... **(2 točki)**
Za pravilen h_2 .... (1 točka)

(e) Tlak v odprtem kraku manometra (cevki, priključeni na posodo, v kateri merimo tlak) je p_2' in je za hidrostatski tlak stolpca živega srebra, visokega $2 \cdot |y_2| = 2 \cdot y_1 = 8$ cm, manjši od tlaka p_2. Zapišemo

$$p_2' = p_2 - \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot (2 \cdot |y_2|) = 0{,}857\,\text{bar} - 0{,}1084\,\text{bar} = 0{,}749\,\text{bar} \approx 0{,}75\,\text{bar}.$$

Za pravilen tlak .... **(2 točki)**
Za pravilno zvezo $p_2' = p_2 - \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot (2 \cdot |y_2|)$ .... (1 točka)

(f) V zaprtem kraku manometra je najmanjši možen tlak p_z (C) večji od 0 bar. V zaprtem kraku je vedno zrak, tlak plina pa je vedno pozitiven. V odprtem kraku je najmanjši možen tlak p_o (B) enak 0 bar. Iz odprtega kraka lahko izčrpamo ves zrak. Če plina v kraku ni, je tlak 0.
Za pravilen najmanjši p_z **(C)** .... **(1 točka)**
Za pravilen najmanjši p_o **(C)** .... **(1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **12 točk**.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

(a) Meritve nihajnih časov nihala s kroglico so v razpredelnici. Povprečje treh meritev 10 nihajnih časov izračunamo kot

$$\bar{t}_{10} = \frac{1}{3} \cdot (t_{10,1} + t_{10,2} + t_{10,3}) = \frac{1}{3} \cdot (10{,}19\,\mathrm{s}\ + 10{,}15\,\mathrm{s}\ + 10{,}34\,\mathrm{s}) = 10{,}23\,\mathrm{s}.$$

Lastni nihajni čas nihala je desetina $\bar{t}_{10}$, $t_0 = 1{,}023$ s. Lastna frekvenca nihala s kroglico je

$$\nu_0 = \frac{1}{t_0} = \frac{1}{1{,}023\,\mathrm{s}} = 0{,}98\,\frac{1}{\mathrm{s}} = 0{,}98\ \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

meritve			izračuni		
t_{10} [s]	t_{10} [s]	t_{10} [s]	$\bar{t}_{10}$ [s]	t_0 [s]	$\nu_0\ \left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$
10,19	10,15	10,34	10,23	1,023	0,98

Za tri meritve, povprečje in pravilen nihajni čas .... (1 točka)
Za pravilno izračunano lastno frekvenco .... (1 točka)

(b) Amplituda nihanja nihala s kroglico se zmanjša na polovico v približno 4 ± 2 nihajih.
Za pravilen odgovor .... (1 točka)

(c) Meritve nihajnih časov t_{10} ter amplitud vsiljevanja x_v in nihanja x_0 so v delu (c) razpredelnice.

Za vsaj 8 pravilnih in dovolj natančnih meritev, vsaj 3 nad in vsaj 3 pod resonanco .... (7 točk)

Za vsaj 3 nad resonanco .. (2 točki)

Za vsaj 3 pod resonanco . (2 točki)

Za najmanjšo frekvenco pod $0{,}65\,\mathrm{s}^{-1}$ .... (1 točka)

Za največjo frekvenco nad $1{,}15\,\mathrm{s}^{-1}$ .... (1 točka)

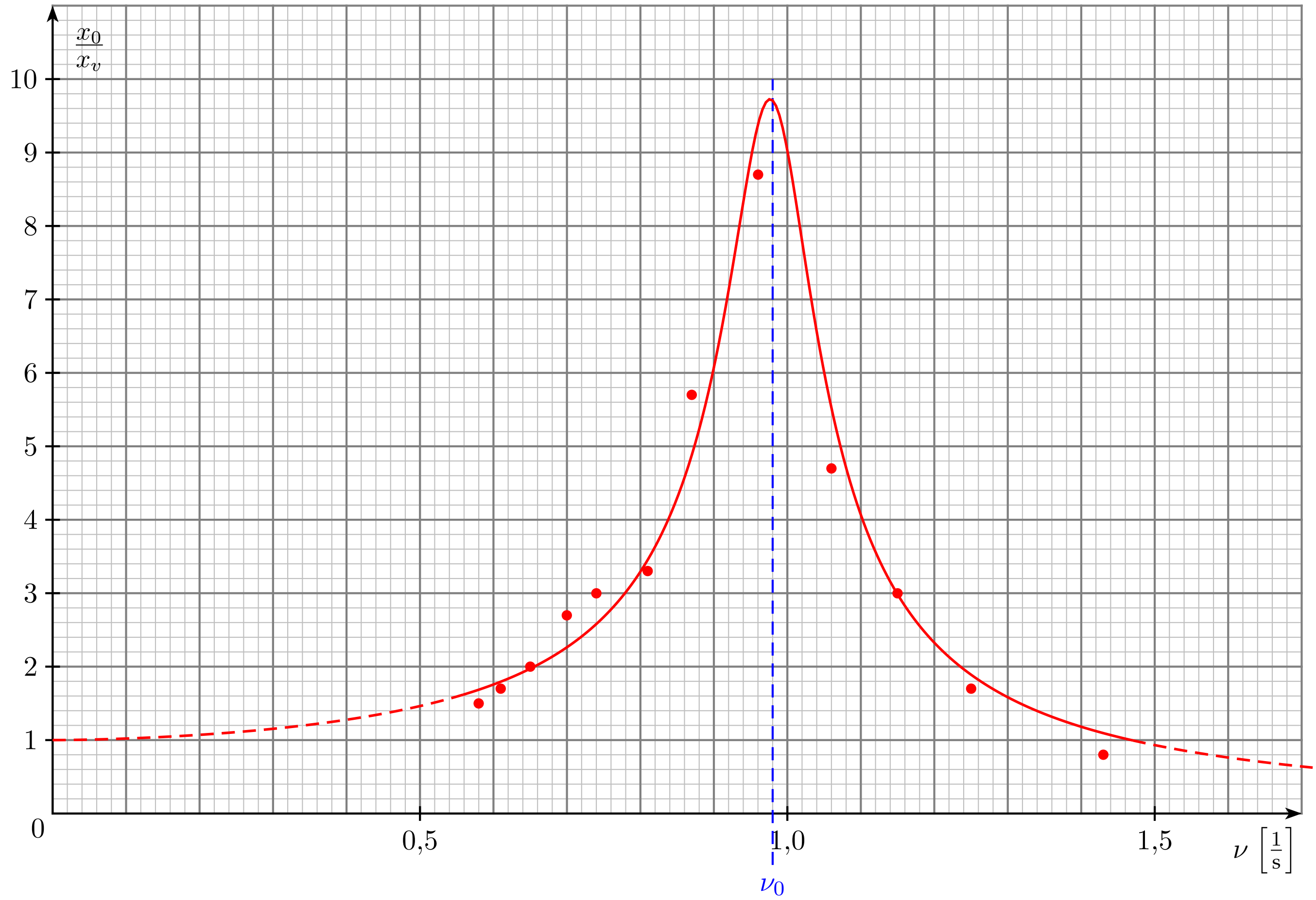
(d) V delu (d) razpredelnice so izračunane frekvence ν in razmerja med amplitudama nihanja in vsiljevanja $\frac{x_0}{x_v}$.

Za vsaj 7 pravilno izračunanih frekvenc .... (1 točka)

Za vsaj 7 pravilno izračunanih razmerij .... (1 točka)

(c)			(d)	
t_{10} [s]	x_v [cm]	x_0 [cm]	$\nu\ \left[\frac{1}{\mathrm{s}}\right]$	$\frac{x_0}{x_v}$
17,19	1	1,5	0,58	1,5
16,37	1,5	2,5	0,61	1,7
15,32	1,25	2,5	0,65	2,0
14,31	1,5	4	0,70	2,7
13,53	1,5	4,5	0,74	3,0
12,35	1,5	5	0,81	3,3
11,44	1,5	8,5	0,87	5,7
10,44	1,5	13	0,96	8,7
9,41	1,5	7	1,06	4,7
8,69	1,5	4,5	1,15	3,0
8,00	1,5	2,5	1,25	1,7
7,00	1	0,8	1,43	0,8

(e) V koordinatnem sistemu je s sklenjeno rdečo črto narisan graf, ki prikazuje, kako je razmerje med amplitudama nihanja in vsiljevanja $\frac{x_0}{x_v}$ odvisno od frekvence nihanja ν.



Za v celoti pravilen graf (oznake osi, količine, enote), pravilno vnešenih vsaj 7 točk, gladko krivuljo in označeno lastno frekvenco .... (4 točke)

Za pravilne oznake osi, količine, enote, skale .... (1 točka)
Za pravilno vnešenih vsaj 6 točk .... (1 točka)
Za gladko krivuljo v bližini merskih točk (z vrhom) .... (1 točka)

(f) Ko je frekvenca vsiljenega nihanja ν mnogo manjša od lastne frekvence nihala ν_0 – to pomeni, da zgornje krajišče nihala (in celotno nihalo) niha res počasi – kroglica temu gibanju sledi, giblje se z enako amplitudo kot zgornje krajišče vrvice. Razmerje amplitud nihanja in vsiljevanja $\frac{x_0}{x_v}$ se približuje številu 1, $\frac{x_0}{x_v} \to 1$ (od zgoraj; ni manjše od 1).
Za pravilno število .... (2 točki)

(g) Ko je frekvenca vsiljenega nihanja ν mnogo večja od lastne frekvence nihala ν_0 – to pomeni, da zgornje krajišče nihala (in celotno nihalo) niha res hitro – kroglica temu gibanju ne more več slediti in se skoraj ne premika več. Razmerje amplitud nihanja in vsiljevanja $\frac{x_0}{x_v}$ se približuje številu 0, $\frac{x_0}{x_v} \to 0$ (od zgoraj).
Za pravilno število .... (2 točki)

(h) V koordinatnem sistemu pri (e) je s črtkano črto dorisan graf pri velikih in majhnih frekvencah. Upoštevamo zapisane ugotovitve pri vprašanjih (f) in (g).
Za pravilno nadaljevanje pri majhnih frekvencah .... (1 točka)
Za pravilno nadaljevanje pri velikih frekvencah .... (1 točka)

(i) Na začetku, ko spustimo utež iz skrajne lege, nihalo s kroglico niha neenakomerno – utripa. Niha s spremenljivo amplitudo, vmes se lahko skoraj ustavi. To dogajanje je še posebej izrazito, ko je frekvenca vsiljenega nihanja zelo podobna lastni frekvenci nihala s kroglico. Utripanje (neenakomerno nihanje) nihala s kroglico traja vse dokler se lastno nihanje nihala s kroglico ne zaduši (kar se zgodi v približno 10 nihajih).

Nihalo z utežjo je bistveno manj dušeno in ga tudi nihanje lahkega nihala s kroglico skoraj nič ne moti.

Za pravilno opažanje .... **(2 točki)**

(j) Kar veliko podrobnosti lahko opazimo, če pozorno opazujemo nihanje teh dveh nihal.

- Nihali nihata z isto frekvenco (ko lastno nihanje nihala s kroglico zamre).
- Težko nihalo z utežjo vpliva na lahko nihalo s kroglico. Obratnega vpliva ne opazimo.
- Lahko nihalo niha dušeno (njegovo lastno nihanje kmalu zamre), težko nihalo niha bistveno manj dušeno.
- Frekvenca, s katero niha nihalo, ni odvisna od amplitude (pri majhnih amplitudah).
- Ko ima nihalo daljšo vrvico, niha z daljšim nihajnim časom in z manjšo frekvenco ter obratno.
- Nihali nihata sočasno, v *fazi* – se približno sočasno odmikata v isto stran –, ko je frekvenca nihanja manjša od lastne frekvence nihala s kroglico. Nihali nihata v *protifazi* – se približno sočasno odmikata v nasprotno stran –, ko je frekvenca nihanja večja od lastne frekvence nihala s kroglico. (2 točki)

Za 3 pravilna opažanja .... **(3 točke)**

Za posamezno pravilno opažanje .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **26 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2018/19

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

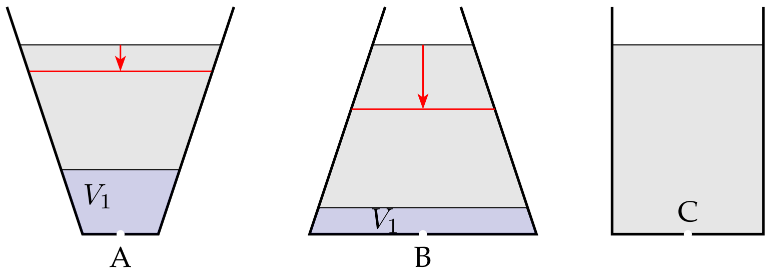
Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
A	A	B	D	B

A1 Hitrost, s katero iz posode izteka voda, je tem večja, čim večji je tlak v posodi pri luknjici (glede na tlak zunaj posode – zračni tlak). Čim večja je hitrost iztekanja, tem več vode izteče (v enakem času). Če se ne izpraznijo vse posode hkrati (česar ta hip še ne vemo), se valjasta posoda C gotovo ne izprazni niti prva niti zadnja. Prva se izprazni bodisi posoda A bodisi posoda B.

Primerjajmo začetno iztekanje vode iz posod A in B ter primerjajmo **čas**, v katerem iz posod izteče (na primer) petina vse vode $V_1 = \frac{1}{5} V_0$, na sliki v obeh posodah obarvana modro. Prostor, ki se izprazni, ker voda iz njega odteče skozi luknjico, nadomesti voda iz okolice in gladina vode v posodi se zniža. Na sliki je z rdečo označena gladina vode v posodi v trenutku, ko je iz posode ravno iztekla (z modro) označena prostornina vode V_1. Med iztekanjem prve petine vode se gladina bolj zniža v posodi B, zato se v tej posodi tudi bolj zniža tlak pri luknjici in zmanjša hitrost, s katero iz luknjice izteka voda. Voda s prostornino V_1 kasneje izteče iz posode B, ker izteka pri manjšem povprečnem tlaku in z manjšo povprečno hitrostjo kot iz posode A.

V nadaljevanju primerjajmo čas, v katerem iz posod izteče naslednja petina vode. Razmislek je enak: povprečni tlak, pri katerem iz posod izteka druga petina vode, je v posodi B manjši kot v posodi A, zato tudi druga – in vse nadaljnje – petine vode prej iztečejo iz posode A. Prva se izprazni posoda (A).



A2 Višina, na kateri je padajoč oreh, se manjša, njegova hitrost pa se veča. Čim manjša je višina h, tem večja je hitrost oreha. Hitrost narašča enakomerno **s časom** in zato neenakomerno (korensko) s h. Graf, ki pravilno prikazuje odvisnost $v(h)$, je graf (A).

A3 Na telo z maso m deluje na površini (in malo nad njo) planeta z maso M gravitacijska sila F_g, ki povzroči, da telo z maso m prosto pada proti površini s težnim pospeškom g,

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} = m \cdot g\,,$$

kjer je r polmer planeta. Iz znanih podatkov za G, maso in polmer Marsa M ter r izračunamo g na površini Marsa,

$$g = G \cdot \frac{M}{r^2} = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{s}^2} \cdot \frac{6{,}42 \cdot 10^{23}\,\mathrm{kg}}{(3390\,\mathrm{km})^2} = 3{,}74\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \approx 4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Pravilna rešitev je (B).

A4 Ocenimo prostornine.

(A) Robovi šolske učilnice merijo $a = 8$ m, $b = 8$ m in $c = 3$ m, prostornina učilnice je $V_{(\mathrm{A})} = a \cdot b \cdot c = 192\,\mathrm{m}^3$, kar je daleč od milijonov m^3.

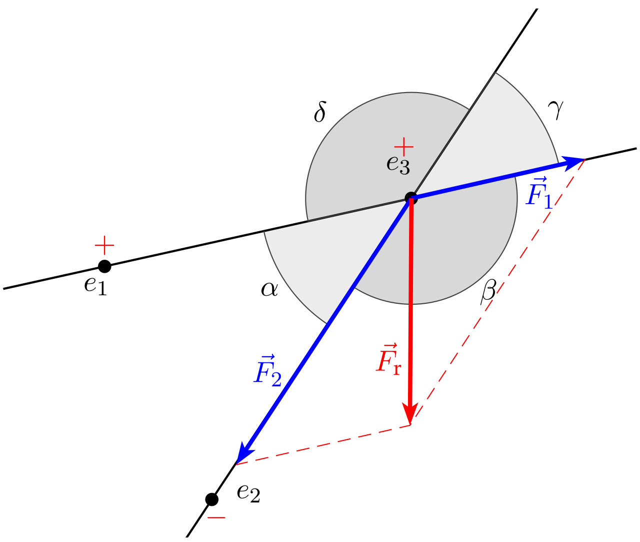
(B) Robovi šole merijo $a = 80$ m, $b = 80$ m in $c = 15$ m, prostornina šole je $V_{(\mathrm{B})} = a \cdot b \cdot c = 96\,000\,\mathrm{m}^3$, kar je še vedno daleč od milijonov m^3.

(C) Blejsko jezero je približno pravokotnik in če sta njegovi stranici dolgi $a = 2$ km in $b = 1$ km, je njegov obseg 6 km (kot pravi naloga) in površina $S = a \cdot b = 2\,\mathrm{km}^2$. V povprečju je jezero globoko $c = 18$ m, torej je v njem približno $V_{(\mathrm{C})} = a \cdot b \cdot c = 36\,000\,000\,\mathrm{m}^3 = 36 \cdot 10^6\,\mathrm{m}^3 = 36$ milijonov m^3 vode, kar je še vedno precej manj kot 165 milijonov m^3.

(D) Če smo obliko Blejskega jezera aproksimirali s pravokotnikom, lahko mesto Ljubljana znotraj *Poti ob žici* s krogom, katerega obseg je $o = 2 \cdot \pi \cdot r = 35$ km, odkoder izračunamo polmer kroga $r = 5570$ m ≈ 6 km. Ploščina kroga (mesta) je $S = \pi \cdot r^2 = 113 \cdot 10^6\,\mathrm{m}^2$. Ljubljano bi poplavili z $c = 1{,}5$ m globoko vodo, če bi jo nanjo zlili $V_{(\mathrm{D})} = S \cdot c = 170 \cdot 10^6\,\mathrm{m}^3 = 170$ milijonov m^3 vode, kar je približno enako prostornini vode, načrpane v Sloveniji v letu 2015.

Pravilen odgovor je (D).

A5 Skica prikazuje sili $\vec{F}_1$ in $\vec{F}_2$, s katerima naboja e_1 in $e_2$delujeta na naboj e_3. Rezultanta obeh sil $\vec{F}_\mathrm{r}$ kaže – ne glede na velikost sil $\vec{F}_1$ in $\vec{F}_2$, ki sta sicer odvisni od velikosti nabojev in razdalj med njimi – v smer znotraj kota β (B).



Sklop B:

B1 (a) Jard meri

$$1\,\text{jard} = \frac{1\,\text{milja}}{1760} = \frac{1609{,}344\,\text{m}}{1760} = 0{,}9144\,\text{m}.$$

Maraton je dolg

$$s_\mathrm{m} = 26\,\text{milj} + 385\,\text{jardov} = 26 \cdot 1609{,}344\,\text{m} + 385 \cdot 0{,}9144\,\text{m} = 42\,195\,\text{m} = 42{,}195\,\text{km}.$$

Za pravilno dolžino maratona .... **(1 točka)**

(b) V 360° zemljepisne dolžine (med 0° in 180° V ter med 0° in 180° Z) se zvrsti 24 časovnih pasov, kar pomeni, da je povprečna širina posameznega časovnega pasu

$$\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ.$$

Razlika v zemljepisni dolžini 15° ustreza časovni razliki 1 h = 60 min med poldnevoma po Soncu. Razlika v zemljepisni dolžini 1° ustreza petnajstini ure oziroma časovni razliki 4 min med poldnevoma po Soncu.

Za pravilno širino 15° **enega časovnega pasu** .... **(1 točka)**

Za pravilno časovno razliko 4 **minute** .... **(1 točka)**

(c) Dolžina loka na ekvatorju l_e, ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini, je

$$l_\mathrm{e} = \frac{o_\mathrm{e}}{360} = \frac{40\,075\,\text{km}}{360} = 111{,}32\,\text{km},$$

kjer je $o_\mathrm{e} = 40\,075\,\text{km}$ obseg Zemlje po ekvatorju. Ta razdalja ustreza

$$N_\mathrm{e} = \frac{l_\mathrm{e}}{s_\mathrm{m}} = \frac{111{,}32\,\text{km}}{42{,}195\,\text{km}} = 2{,}64\,\text{maratonskim razdaljam}.$$

Za pravilno število maratonskih razdalj .... **(2 točki)**

Za pravilno dolžino loka na ekvatorju .... (1 točka)

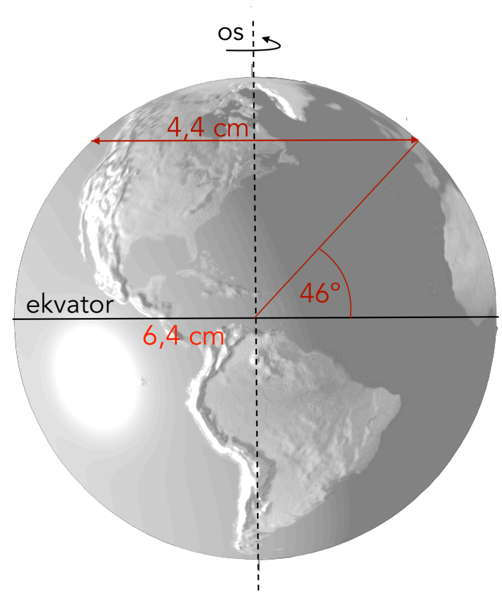
(d) Mohudi preteče s hitrostjo $v = 16\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ razdaljo, ki na ekvatorju ustreza razliki 1° v geografski dolžini, v času

$$t_\mathrm{e} = \frac{l_\mathrm{e}}{v} = \frac{111{,}32\,\text{km} \cdot \text{h}}{16\,\text{km}} = 6\,\text{h}\,57\,\text{min} \approx 7\,\text{h}.$$

Za pravilen čas .... **(1 točka)**

(e) Če bi Mohudi v Ljubljani tekel naravnost proti vzhodu, bi tekel vzdolž vzporednika. Obseg Zemlje po vzporedniku na geografski širini Ljubljane (45° ali 46°) je manjši od dolžine ekvatorja, in tudi dolžina loka, ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini, je na vzporedniku sorazmerno manjša. Obseg krožnice (ekvatorja ali vzporednika) je sorazmeren polmeru krožnice. Razmerje med obsegom dveh krožnic je enako razmerju med njunima polmeroma. To razmerje razberemo s skice. Obseg Zemlje o_Lj po ljubljanskem vzporedniku je

$$o_\mathrm{Lj} = \frac{4{,}4\,\text{cm}}{6{,}4\,\text{cm}} \cdot o_\mathrm{e} = 27\,552\,\text{km}.$$



Dolžina loka na vzporedniku, ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini, je

$$l_{\mathrm{Lj}} = \frac{o_{\mathrm{Lj}}}{360} = \frac{27\,552\,\mathrm{km}}{360} = 76{,}53\,\mathrm{km}.$$

Dolžino l_{Lj} lahko izračunamo tudi iz l_e in razmerja med polmeri na skici,

$$l_{\mathrm{Lj}} = \frac{4{,}4\,\mathrm{cm}}{6{,}4\,\mathrm{cm}} \cdot l_e = 76{,}53\,\mathrm{km}.$$

Mohudi bi to razdaljo pretekel v času

$$t_{\mathrm{Lj}} = \frac{l_{\mathrm{Lj}}}{v} = \frac{76{,}53\,\mathrm{km} \cdot \mathrm{h}}{16\,\mathrm{km}} = 4\,\mathrm{h}\,47\,\mathrm{min}.$$

Za pravilen čas teka .... **(3 točke)**
Za pravilno dolžino loka na vzporedniku .... (2 točki)
Za pravilno upoštevano razmerje polmerov, obsegov ali dolžin lokov .... (1 točka)
Za pravilno skico pri grafičnem reševanju (če ni izračunane dolžine loka) .... (1 točka)

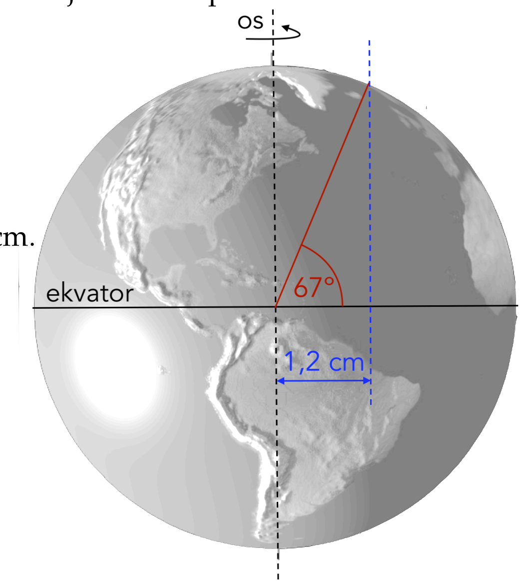
(f) Dolžina loka l_α na vzporedniku pri geografski širini α, ki jo iščemo, je enaka dolžini maratona. Po enakem razmisleku kot pri prejšnjem vprašanju lahko zapišemo

$$l_\alpha = s_\mathrm{m} = \frac{2 \cdot r_\alpha}{6{,}4\,\mathrm{cm}} \cdot l_\mathrm{e}$$

odkoder izrazimo premer iskanega vzporednika na sliki Zemlje $2 \cdot r_\alpha$,

$$2 \cdot r_\alpha = 6{,}4\,\mathrm{cm} \cdot \frac{s_\mathrm{m}}{l_\mathrm{e}} = 6{,}4\,\mathrm{cm} \cdot \frac{42{,}195\,\mathrm{km}}{111{,}32\,\mathrm{km}} = 2{,}43\,\mathrm{cm}.$$

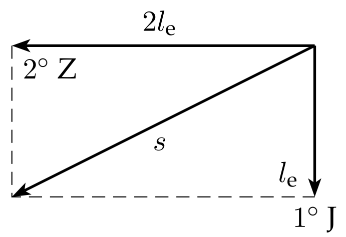
Polmer r_α je polovica premera, $r_\alpha = 1{,}2$ cm. Na sliki Zemlje narišemo v oddaljenosti r_α od osi vzporednico Zemljini vrtilni osi. Vzporednica na sliki seka Zemljino površino (rob) v točki, ki ima geografsko širino α, ki jo iščemo. Na sliki izmerimo, da je $\alpha = 67°$ (pri tečajniku, kar je seveda naključje).



Za pravilno geografsko širino $\alpha = 67°$ .... **(3 točke)**
Za pravilno dolžino loka (s_m) na vzporedniku .... (1 točka)
Za pravilno upoštevano razmerje polmerov, obsegov ali dolžin lokov .... (1 točka)
Za pravilno skico pri grafičnem reševanju .... (1 točka)

(g) Na ekvatorju sta dolžini lokov, ki ustrezata 1° razlike v geografski širini in 1° razlike v geografski dolžini, enaki. Pot s, ki jo Mohudi preteče, izračunamo s Pitagorovim izrekom (ali z načrtovanjem),

$$s = \sqrt{l_\mathrm{e}^2 + (2 \cdot l_\mathrm{e})^2} = l_\mathrm{e} \cdot \sqrt{5} = 248{,}92\,\mathrm{km}.$$



Mohudi to razdaljo preteče v času

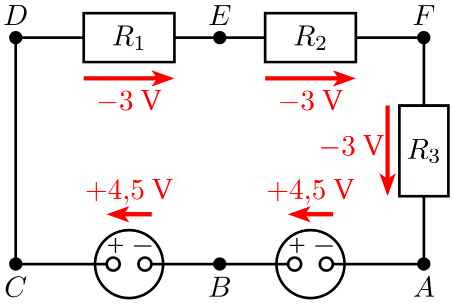
$$t_{\mathrm{KM}} = \frac{s}{v} = \frac{248{,}92\,\mathrm{km} \cdot \mathrm{h}}{16\,\mathrm{km}} = 15\,\mathrm{h}\,33\,\mathrm{min}\,27\,\mathrm{s}.$$

Za pravilen čas .... **(2 točki)**
Za pravilno pot .... (1 točka)

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

B2 (a) V prvem primeru so v krogu zaporedno vezani dve bateriji in trije enaki uporniki $R_1 = R_2 = R_3$. Skupna napetost baterij je 9 V, napetost na enem uporniku je $(-)3$ V. V teh rešitvah se pri predznakih napetosti v razpredelnici in na slikah držimo pravila, da je napetost vira pozitivna, ko gremo v smeri toka skozi vir (v smeri od točke A do B in naprej do C), in da je napetost na uporniku negativna, ko gremo v smeri toka skozi upornik (v smeri od točke D proti E, F, A).

V smeri toka je napetost na posamezni bateriji 4,5 V, na posameznem uporniku pa -3 V. Vrednosti napetosti so v razpredelnici.



točki	(a) U [V]	(c) U [V]	(e) U [V]
$A-B$	4,5	4,5	4,5
$A-C$	9	9	9
$C-D$	0	0	0
$A-D$	9	9	9
$D-E$	$(-)3$	$(-)3{,}6$	$(-)4{,}5$
$C-F$	$(-)6$	$(-)7{,}2$	$(-)7{,}5$
$B-E$	1,5	0,9	0
$F-A$	$(-)3$	$(-)1{,}8$	$(-)1{,}5$

Za 8 pravilnih napetosti v stolpcu (a) ..... (3 točke)
Za 6 ali 7 pravilnih napetosti v stolpcu (a) . (2 točki)
Za 4 ali 5 pravilnih napetosti v stolpcu (a) . (1 točka)

(b) Skozi vse elemente v vezju teče isti tok I_1. Izračunamo ga iz (velikosti) napetosti na uporniku, na primer R_1 (napetost med točkama D in E),

$$I_1 = \frac{U_{D-E}}{R_1} = \frac{3\,\mathrm{V}}{30\,\Omega} = 0{,}1\,\mathrm{A}.$$

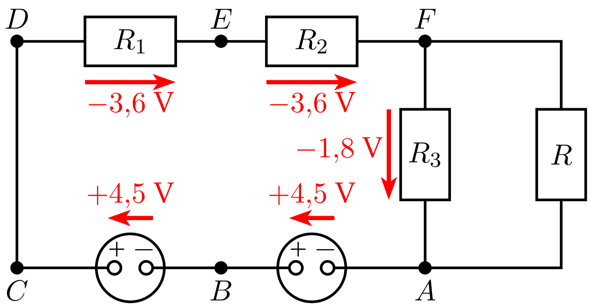
Za pravilen tok .... (1 točka)

(c) Ko Maja sklene stikalo S_1, poveže v krog vzporedno z upornikom R_3 še upornik R. Tok I_2, ki teče skozi bateriji ter upornika R_1 in R_2, se porazdeli med enakima upornikoma R_3 in R: polovica ga teče skozi R, polovica pa skozi R_3 (ker velja $R_3 = R$). Napetost na uporniku R_1 je $U_1 = R.I_1$, napetost na uporniku R_2 je $U_2 = R_2 \cdot I_1 = U_1$, napetost na uporniku R_3 pa je $U_3 = R_3 \cdot \frac{1}{2} I_1 = \frac{1}{2} U_1$.

Vsota (velikosti) teh napetosti je enaka vsoti napetosti obeh baterij. Zapišemo

$$2 \cdot U_1 + \frac{1}{2} U_1 = 9\,\mathrm{V},$$

odkoder sledi $U_1 = 3{,}6$ V. Vrednosti ostalih napetosti so v stolpcu (c) razpredelnice.



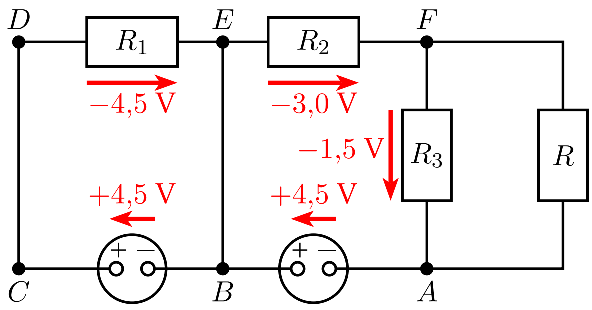
Za 8 pravilnih napetosti v stolpcu (c) .... (3 točke)
Za 6 ali 7 pravilnih napetosti v stolpcu (c) .... (2 točki)
Za 4 ali 5 pravilnih napetosti v stolpcu (c) .... (1 točka)

(d) Skozi bateriji in upornik R_1 teče tok I_2. Izračunamo ga iz (velikosti) napetosti U_1 na tem uporniku,

$$I_2 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{3{,}6\,\mathrm{V}}{30\,\Omega} = 0{,}12\,\mathrm{A}.$$

Za pravilen tok .... **(1 točka)**

(e) Ko Maja sklene še stikalo S_2, postane napetost med točkama B in E enaka 0. Napetost na uporniku R_1 je enaka napetosti baterije 4,5 V. Na uporniku R_2 je napetost U_2, na uporniku R_3 je napetost $\frac{1}{2}U_2$ (ker se tok, ki teče skozi R_2, razdeli na polovici, ki tečeta skozi vzporedna upornika R_3 in R), vsota velikosti teh dveh napetosti je enaka napetosti baterije,

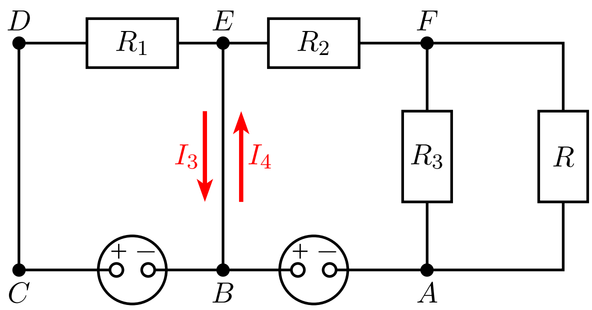


$$U_2 + \frac{1}{2}U_2 = 4{,}5\,\mathrm{V}.$$

Od tod sledi $U_2 = 3{,}0$ V.

Za 8 pravilnih napetosti v stolpcu (e) .... **(3 točke)**
Za 6 ali 7 pravilnih napetosti v stolpcu (e) .... (2 točki)
Za 4 ali 5 pravilnih napetosti v stolpcu (e) .... (1 točka)

(f) Lahko si predstavljamo, da je tok skozi stikalo S_2 vsota tokov, ki ju v obratnih smereh poganjata bateriji. Leva baterija žene tok I_3, ki teče v smeri $B \to C \to D \to E \to B$ skozi upornik R_1 in znaša



$$I_3 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4{,}5\,\mathrm{V}}{30\,\Omega} = 0{,}15\,\mathrm{A}.$$

Desna baterija žene tok I_4, ki teče v smeri $A \to B \to E \to F$ skozi upornik R_2 in znaša

$$I_4 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{3{,}0\,\mathrm{V}}{30\,\Omega} = 0{,}1\,\mathrm{A}.$$

Tok I_5 skozi stikalo S_2 teče v smeri $E \to B$ in je po velikosti enak razliki med I_3 in I_4,

$$I_5 = I_3 - I_4 = 0{,}15\,\mathrm{A} - 0{,}1\,\mathrm{A} = 0{,}05\,\mathrm{A}.$$

Za pravilen tok skozi stikalo (velikost in smer) .... **(3 točke)**
Za pravilno velikost toka skozi stikalo .... (1 točka)
Za pravilno smer toka skozi stikalo .... (1 točka)
Za pravilna tokova skozi upornika R_1 in R_2 .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **14 točk**.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

(a) Temperatura talečega se ledu je $T_0 = 0\,°\mathrm{C} \pm 1\,°\mathrm{C}$ (odvisno od kalibriranosti termometra). Primer meritev je v tabeli.

t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]	t [min]	T [°C]
0	0	(f) 3,0	−16,9	9,0	−13,1	15,0	−9,1
0,5	−13,1	4,0	−17,0	10,0	−12,5	16,0	−8,4
1,0	−16,1	5,0	−16,4	11,0	−12,1	17,0	−6,6
1,5	−17,2	6,0	−15,7	12,0	−11,3	(d) 18,0	−5,1
2,0	−17,4	7,0	−14,4	13,0	−10,5	19,0	−3,4
2,5	−17,4	8,0	−13,8	14,0	−10,1	20,0	−1,8

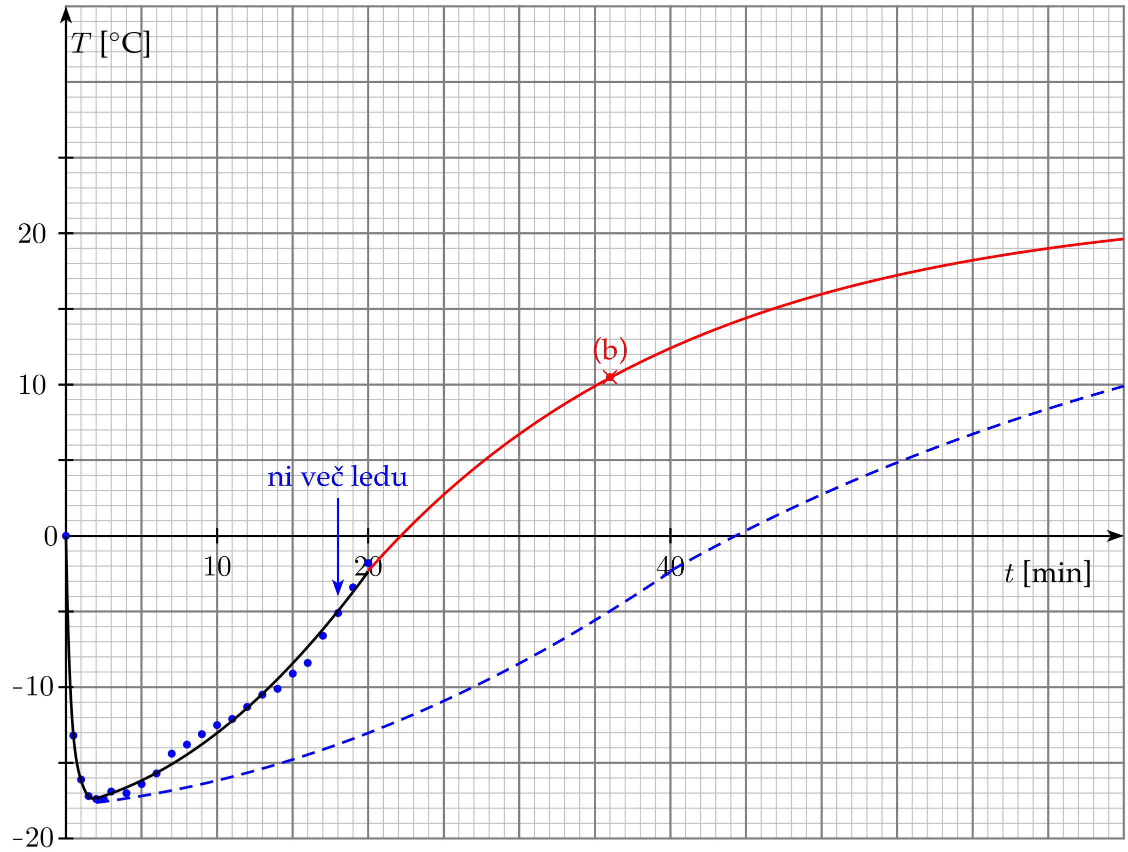
Za v celoti primerne meritve .... **(7 točk)**
Za začetno temperaturo ledu v okviru tolerance .... (1 točka)
Za najnižjo temperaturo zmesi pod $-16\,°$**C** .... (1 točka)
Za čas, ko se stali ves led, pod 19 **minut (označen)** .... (1 točka)
Za minimalno vrednost temperature pri $t = 2$ **min** ± 1 **min** .... (1 točka)
Za vsaj 18 smiselnih meritev .... (2 točki)
Za vsaj 12 smiselnih meritev .... (1 točka)

(b) Meritve so v razpredelnici.

t [min]	T [°C]	Δt [s]	T_o [°C]
35 min 52 s	10,3	86	21,3

Za primerne vrednosti .... **(3 točke)**
Za začetno temperaturo zmesi $10\,°$**C** $\pm 2\,°$**C** .... (1 točka)
Za izmerjeno temperaturo zraka v učilnici (glede na dejansko vrednost) .... (1 točka)
Za čas meritve 90 **s** ± 20 **s** .... (1 točka)

(c) V koordinatnem sistemu je graf, ki prikazuje, kako se je s časom spreminjala temperatura zmesi v lončku.



Za pravilno narisan graf (z oznakami osi y: količino, skalo, enoto) .... **(3 točke)**
Za pravilno vnešenih vsaj 15 merskih točk .... (1 točka)
Za sklenjeno gladko (ne zlomljeno) krivuljo v bližini merskih točk..............(1 točka)
Za pravilno obliko grafa (temperatura hitro pade, minimum, potem počasneje raste)(1 točka)

(d) V razpredelnici pri (a) je z rdečo obkroženo časovno območje 1 minute, ko ledu v lončku ni več. V tem času se je slana voda v lončku segrela od $T_1 = -5{,}1\,°\mathrm{C}$ do $T_2 = -3{,}4\,°\mathrm{C}$, torej za $\Delta T = 1{,}7\,°\mathrm{C}$. Specifična toplota vodne raztopine kuhinjske soli pada s koncentracijo raztopljene soli in je, ko je masni delež soli v vodi približno 23% (6 g soli v 26 g raztopine), enaka $c = 3300\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}}$. Masa raztopine je $m = m_{\mathrm{NaCl}} + m_{\mathrm{led}} = 26$ g. V izbranem časovnem intervalu je zmes prejela toploto

$$Q_{(\mathrm{d})} = m \cdot c \cdot \Delta T = 0{,}026\,\mathrm{kg} \cdot 3300\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}} \cdot 1{,}7\,\mathrm{K} = 146\,\mathrm{J}.$$

Za pravilno toploto .... **(3 točke)**
Za pravilno izbran časovni interval in izračunano spremembo temperature ..... (1 točka)
Za pravilno maso zmesi (26 g) .... (1 točka)

(e) V časovnem intervalu $\Delta t = 1$ min se temperatura zmesi niti v primeru iz vprašanja (d) niti v primeru iz vprašanja (b) ne spremeni dosti in je zato temperaturna razlika, ki v tem času poganja toplotni tok iz okolice v zmes, približno stalna – boljši približek dobimo, če jo določimo iz povprečne temperature zmesi $\bar{T}$ v izbranem časovnem območju.

Temperatura okolice je $T_{\mathrm{o}} = 21{,}3\,°\mathrm{C}$, povprečna temperatura zmesi v primeru (d) je $\bar{T}_{(\mathrm{d})} = -4{,}3\,°\mathrm{C}$ in temperaturna razlika, ki poganja toplotni tok, je $\Delta T_{(\mathrm{d})} = T_{\mathrm{o}} - \bar{T}_{(\mathrm{d})} = 25{,}6\,°\mathrm{C}$

$= 25{,}6$ K. Toplotni tok, ki teče v zmes, je

$$P_{(\mathrm{d})} = \frac{Q_{(\mathrm{d})}}{\Delta t} = \frac{146\,\mathrm{J}}{60\,\mathrm{s}} = 2{,}43\,\mathrm{W}.$$

Koeficient $K_{(\mathrm{d})}$ je

$$K_{(\mathrm{d})} = \frac{P_{(\mathrm{d})}}{\Delta T_{(\mathrm{d})}} = \frac{2{,}43\,\mathrm{W}}{25{,}6\,\mathrm{K}} = 0{,}095\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{K}}.$$

V primeru (b) se zmes v času $\Delta t_{(\mathrm{b})} = 86$ s segreje za $\Delta T_{\mathrm{zmes}} = 1$ K z začetne temperature $10{,}3\,^\circ\mathrm{C}$ na $11{,}3\,^\circ\mathrm{C}$ in je povprečna temperatura zmesi $\bar{T}_{(\mathrm{b})} = 10{,}8\,^\circ\mathrm{C}$. Temperaturna razlika, ki poganja toplotni tok, je $\Delta T_{(\mathrm{b})} = T_{\mathrm{o}} - \bar{T}_{(\mathrm{b})} = 10{,}5\,^\circ\mathrm{C} = 10{,}5$ K. Toplotni tok, ki teče v zmes, je

$$P_{(\mathrm{b})} = \frac{Q_{(\mathrm{b})}}{\Delta t_{(\mathrm{b})}} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T_{\mathrm{zmes}}}{\Delta t_{(\mathrm{b})}} = \frac{0{,}026\,\mathrm{kg} \cdot 3300\,\mathrm{J} \cdot 1\,\mathrm{K}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K} \cdot 86\,\mathrm{s}} = \frac{85{,}8\,\mathrm{J}}{86\,\mathrm{s}} = 1{,}00\,\mathrm{W}.$$

Koeficient $K_{(\mathrm{b})}$ je

$$K_{(\mathrm{b})} = \frac{P_{(\mathrm{b})}}{\Delta T_{(\mathrm{b})}} = \frac{1{,}00\,\mathrm{W}}{10{,}5\,\mathrm{K}} = 0{,}095\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{K}}.$$

Vida in Valentina sta meritve izvedli zelo natančno. Koeficienta sta enaka (načeloma pa lahko pričakujemo rahlo neujemanje, ki je posledica različnih merskih napak).

Za pravilna in približno enaka koeficienta .... (3 točke)
Za pravilno določeno razliko temperatur, ki poganja toplotni tok .... (1 točka)
Za pravilno izračunan toplotni tok v primeru (b) .... (1 točka)

(f) V razpredelnici pri (a) je z modro obkroženo izbrano časovno območje 1 minute, ko je bila v lončku še ledena zmes. V časovnem intervalu $\Delta t = 1$ min se zmes nekoliko segreje (za $0{,}1$ K), kar lahko zanemarimo, in nekaj ledu se stali.

Toploto, ki jo je zmes v tem času prejela, izračunamo iz toplotnega toka, ki ga žene razlika med temperaturo okolice $T_{\mathrm{o}} = 21{,}3\,^\circ\mathrm{C}$ in (povprečno) temperaturo ledene zmesi v tem času $\bar{T}_{(\mathrm{f})} = -16{,}9\,^\circ\mathrm{C}$, $\Delta T_{(\mathrm{f})} = T_{\mathrm{o}} - \bar{T}_{(\mathrm{f})} = 38{,}2\,^\circ\mathrm{C} = 38{,}2$ K,

$$Q_{(\mathrm{f})} = P_{(\mathrm{f})} \cdot \Delta t = K \cdot \Delta T_{(\mathrm{f})} \cdot \Delta t = 0{,}095\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{K}} \cdot 38{,}2\,\mathrm{K} \cdot 60\,\mathrm{s} = 217{,}7\,\mathrm{J} \approx 218\,\mathrm{J}.$$

Led z maso m_{l} se stali, ko prejme toploto $Q_{\mathrm{tal}} = m_{\mathrm{l}} \cdot q_t$, kjer je $q_t = 334\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$ specifična talilna toplota ledu. Izračunamo maso ledu, ki se je v izbranem časovnem obdobju stalila, ker je prejela toploto $Q_{(\mathrm{f})}$

$$m_{\mathrm{l}} = \frac{Q_{(\mathrm{f})}}{q_t} = \frac{218\,\mathrm{J} \cdot \mathrm{kg}}{334\,\mathrm{kJ}} = 0{,}652\,\mathrm{g}.$$

Za pravilno maso .... (3 točke)
Za pravilno določeno časovno območje in temperaturno razliko, ki poganja toplotni tok (1 točka)
Za pravilno izračunan toplotni tok, uporabljen K iz prejšnjega vprašanja .... (1 točka)

(g) V koordinatnem sistemu pri (c) je z rdečo črto narisan graf, ki prikazuje predvidevanje o spreminjanju temperature zmesi. Temperatura zmesi se vedno položneje (počasneje) približuje temperaturi okolice T_{o}. Upoštevana je tudi dodatna meritev pri (b).

Za pravilno približevanje temperaturi okolice .... (1 točka)
Za upoštevano meritev pri (b) .... (1 točka)

(h) V koordinatnem sistemu pri (c) je z modro črto narisan graf, ki prikazuje predvidevanje o spreminjanju temperature zmesi, če bi bil koeficient K pol manjši. Pol manjši K pomeni, da pri enaki razliki temperatur in v enakem času zmes v lončku iz okolice prejema pol manjši toplotni tok, kar pomeni, da se taljenje ledu in segrevanje odvija počasneje. Tako kot je bilo pri poskusu stanje zmesi ob času t_1, bi bilo ob pol manjšem K ob času približno $2 \cdot t_1$.

Ukrepi, s katerimi bi lahko zmanjšali K:

- Lonček dodatno izoliramo (ovijemo ga s toplotnim izolatorjem), poskus izvajamo v kalorimetru ali kaj podobnega.
- Lonček pokrijemo s pokrovom, da preprečimo segrevanje skozi gladino.
- Uporabimo lonček drugačne oblike, da je površina zmesi pri isti masi zmesi manjša (razmerje površine in prostornine sistema vpliva na ohlajanje ali segrevanje sistema).

Za pravilen graf .... (1 točka)

Za dva ali več ukrepov .... (2 točki)

Za posamezen ukrep .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **27 točk**.