Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

![dMFA]

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

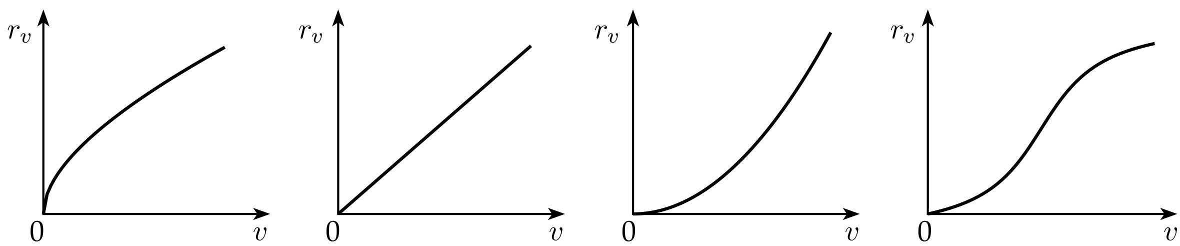
C

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?

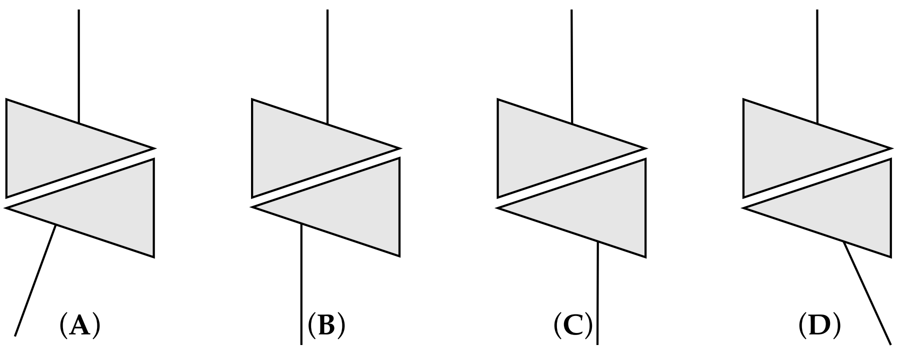


(A) (B) (C) (D)

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?

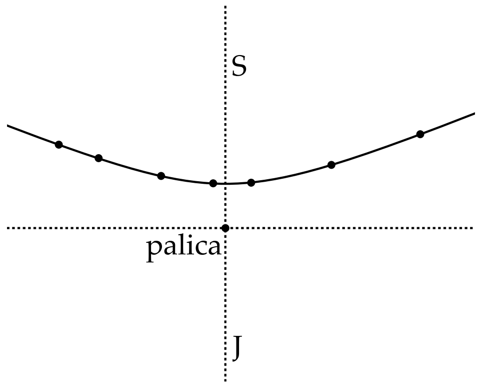
(**A**) Na parketu pod konicami prstov balerine, ki v trdih baletnih copatih izvaja pirueto (se vrti na prstih ene noge).

(**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).

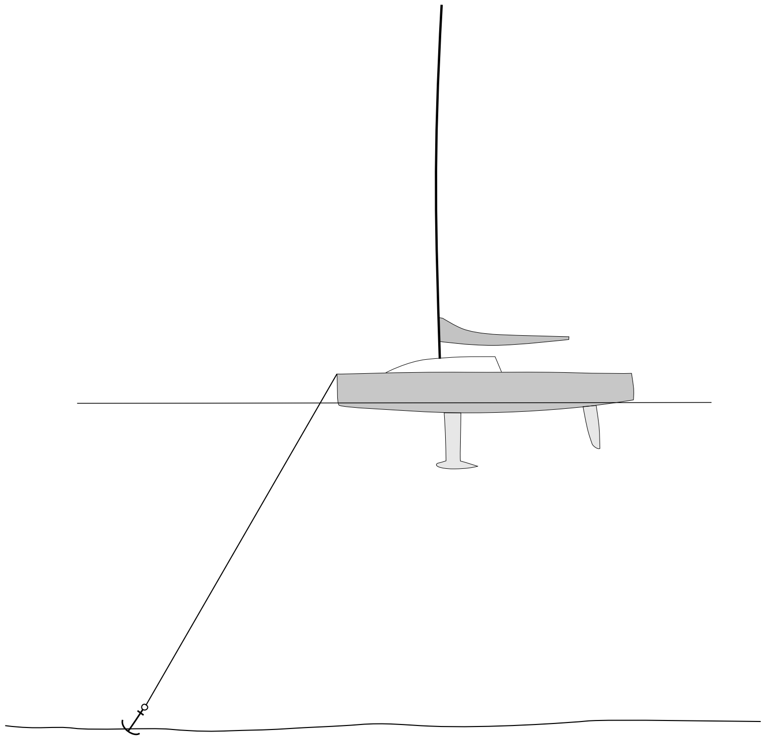
(c) Jadrnica miruje zasidrana v zalivu, zaščitenem pred valovi. Posadke ni na njej. Veter piha v vodoravni smeri s hitrostjo 30 vozlov v smeri od premca proti krmi in deluje na zasidrano jadrnico s silo 2 500 N. Predpostavi, da je sidrna vrv lahka in ravno napeta od premca jadrnice do sidra na dnu, kot 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.

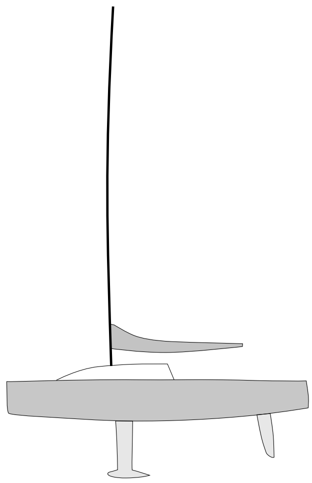
(d) Upoštevaj, da zasidrano jadrnico sestavljajo vsi njeni deli razen sidrne vrvi in sidra. Na sliko zasidrane jadrnice nariši v merilu, v katerem pomeni 1 cm na sliki silo 2,5 kN v naravi, vse zunanje sile, ki delujejo na jadrnico pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c). Sile poimenuj in napiši njihove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

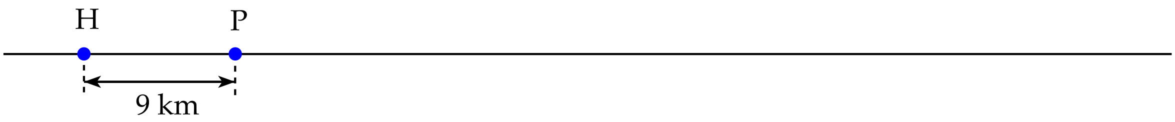
(g) Če je sila vrvi na sidro prevelika, sidro popusti. Sidro dobro drži pri večji sili, če sila deluje na sidro pod manjšim kotom glede na podlago (dno), pa še sidrna vrv je tedaj manj napeta. S kolikšno silo vleče pri pogojih, navedenih pri vprašanju (c), sidrna vrv sidro, če jo mornar toliko podaljša, 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.

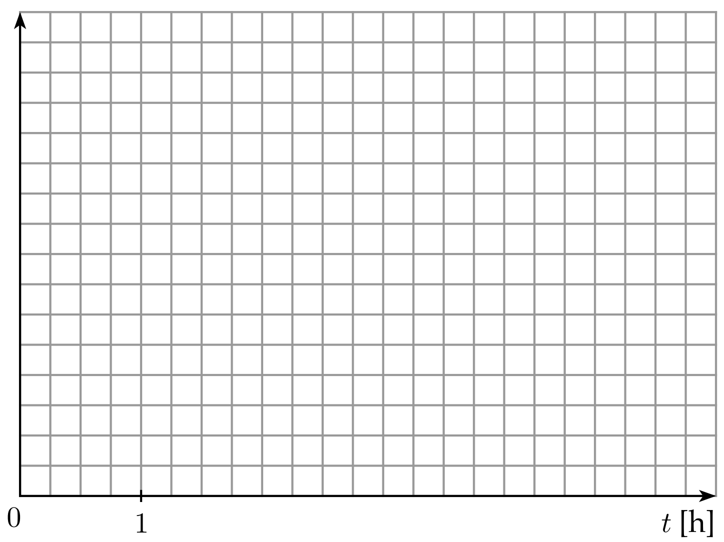


(a) Koliko kilometrov prehodita skupaj v 1 uri in koliko v 5 urah? 2

(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

9. razred

Državno tekmovanje, 9. april 2016

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

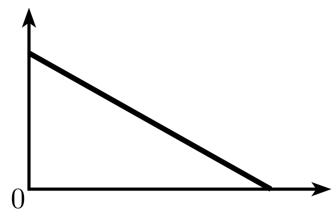
C

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.

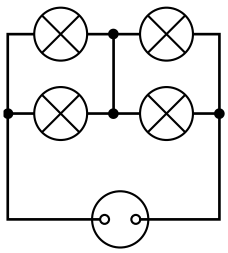
(D) Tehtnica se prevesi tako, da je aluminijasta krogla nižje.

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

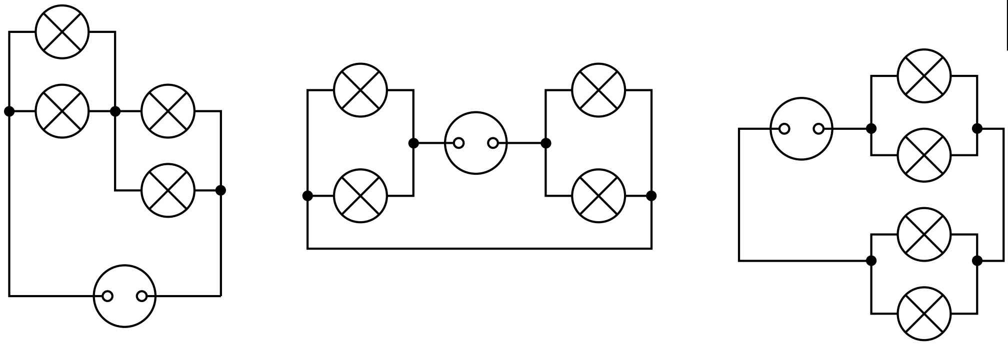
A4 Na mizi leži klada, ki je z lahko vrvico, napeljano preko lahkega škripca na robu mize, povezana z 200-gramsko utežjo, ki prosto visi. Škripec se vrti brez trenja, sila trenja med klado in mizo pa je po velikosti enaka desetini teže klade. Kolikšna naj bo masa klade, da se giblje s pospeškom 3 $\frac{m}{s^2}$?

(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?

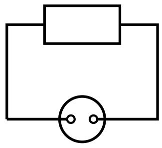
2

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)

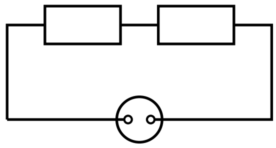
t [h]	



(a) 1

(b)

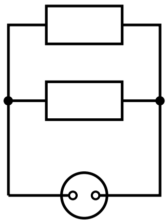
I [mA]	
t [h]	



(b) 1

(c)

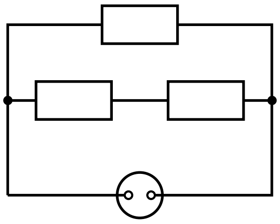
I [mA]	
t [h]	



(c) 1

(d)

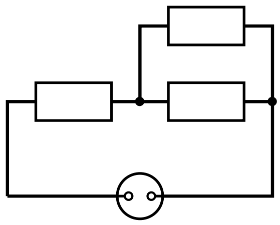
I [mA]	
t [h]	



(d) 1

(e)

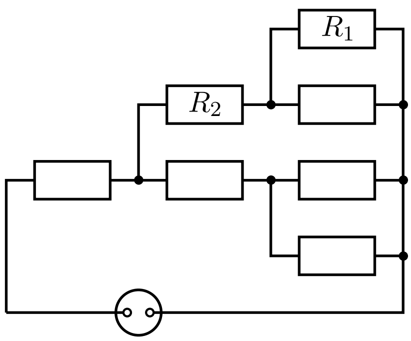
I [mA]	
t [h]	



(e) 2

(f)

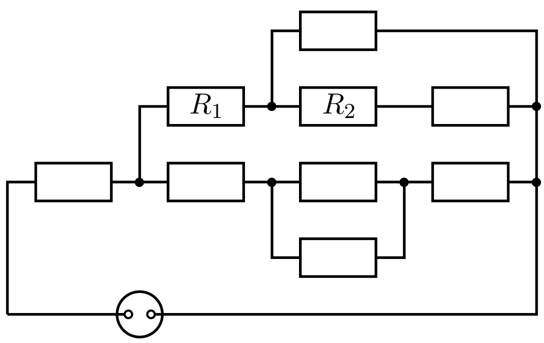
$\frac{I}{I_{R_1}}$	
$\frac{U_{R_2}}{U_{R_1}}$	
I [mA]	



(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

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.

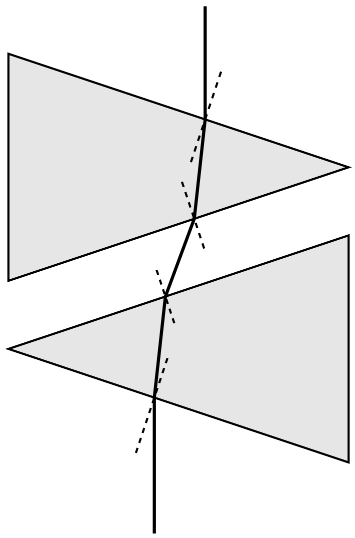
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
B	A	B	A	D

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 $m_{j+p} = 1\,000\ \mathrm{kg} + 2 \cdot 80\ \mathrm{kg} = 1\,160\ \mathrm{kg}$. 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)**

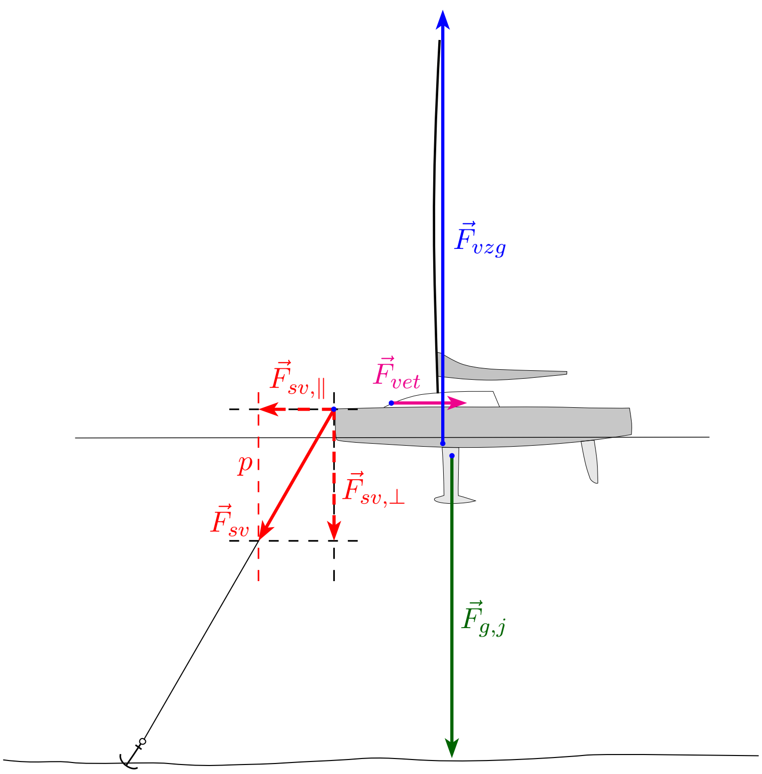
(c) Ko piha veter, je sila vzgona na zasidrano jadrnico (C) večja kot sila vzgona, ko vetra ni. Ugrez jadrnice je takrat, ko piha veter, večji od ugreza v brezvetrju, ker jadrnico v vetru poleg teže (delno) navzdol dodatno vleče še napeta sidrna vrv. V brezvetrju lahka sidrna vrv ni napeta, če je le 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 cm $\pm\,0{,}1$ cm, kar ustreza velikosti sile $F_{sv} = 5{,}0$ kN $\pm\,0{,}25$ 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.

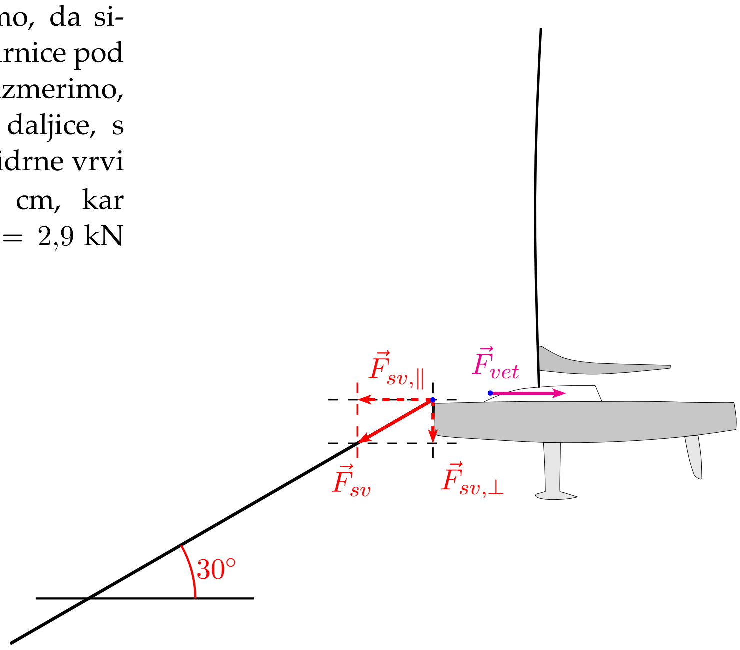
Prijemališča sil: teža prijemlje nekje na kobilici, nižje od sile vzgona. Sila vzgona prijemlje nekje v ugreznjenem delu trupa jadrnice (višje od teže). Sila sidrne vrvi prijemlje na premcu. Sila vetra prijemlje nekje na nadvodnem delu jadrnice.

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)

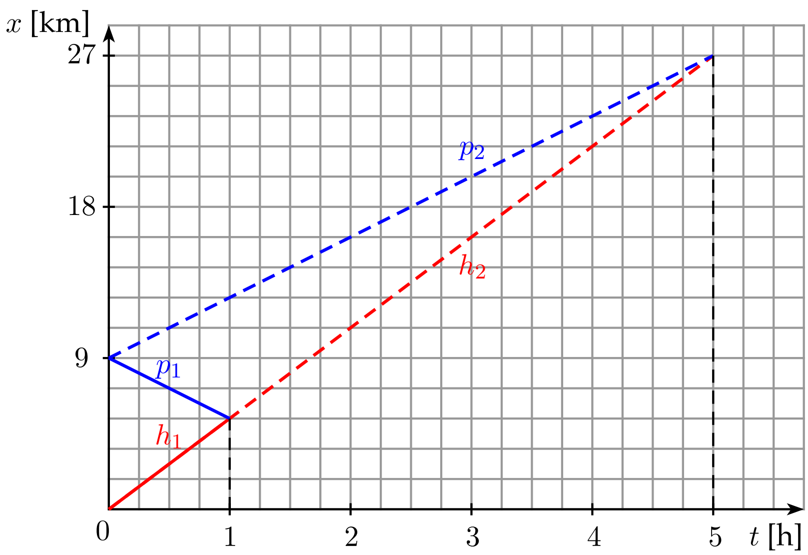
Za delno pravilno sklepanje ali skico k reševanju problema .... (1 točka)

(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)

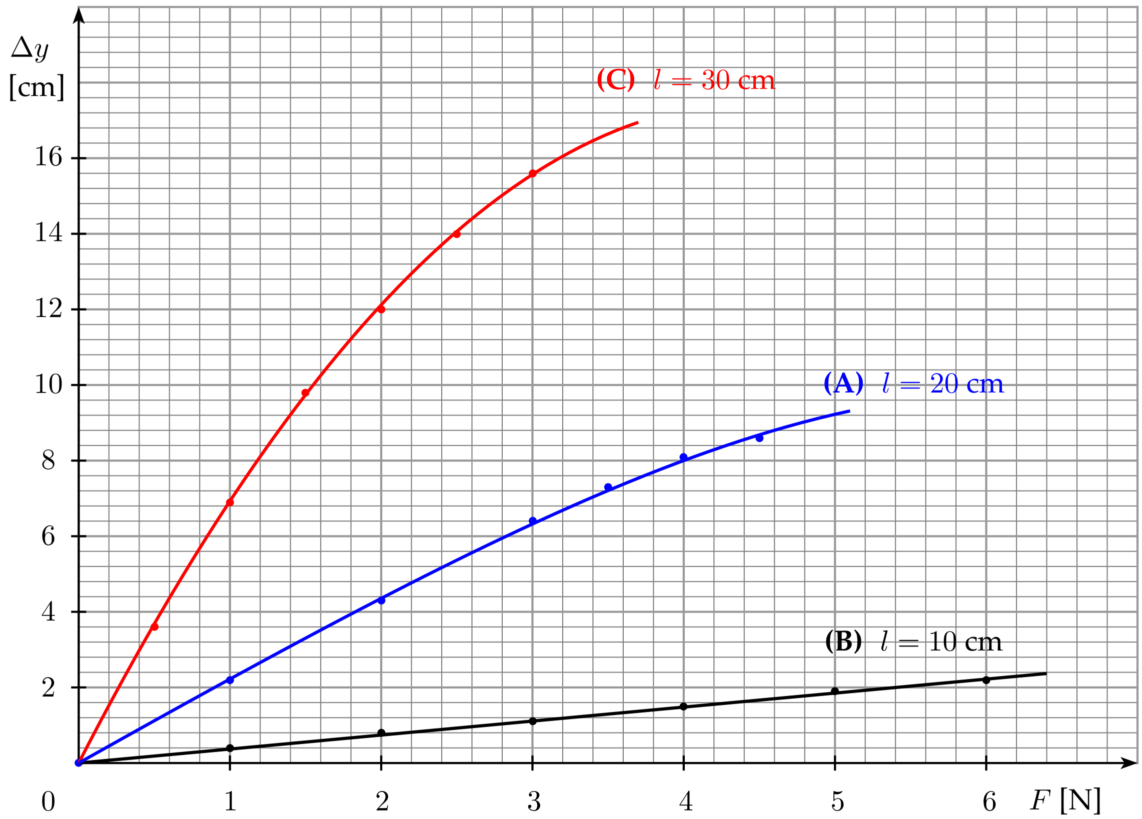
Za vsaj 6 meritev . . (2 točki)

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)

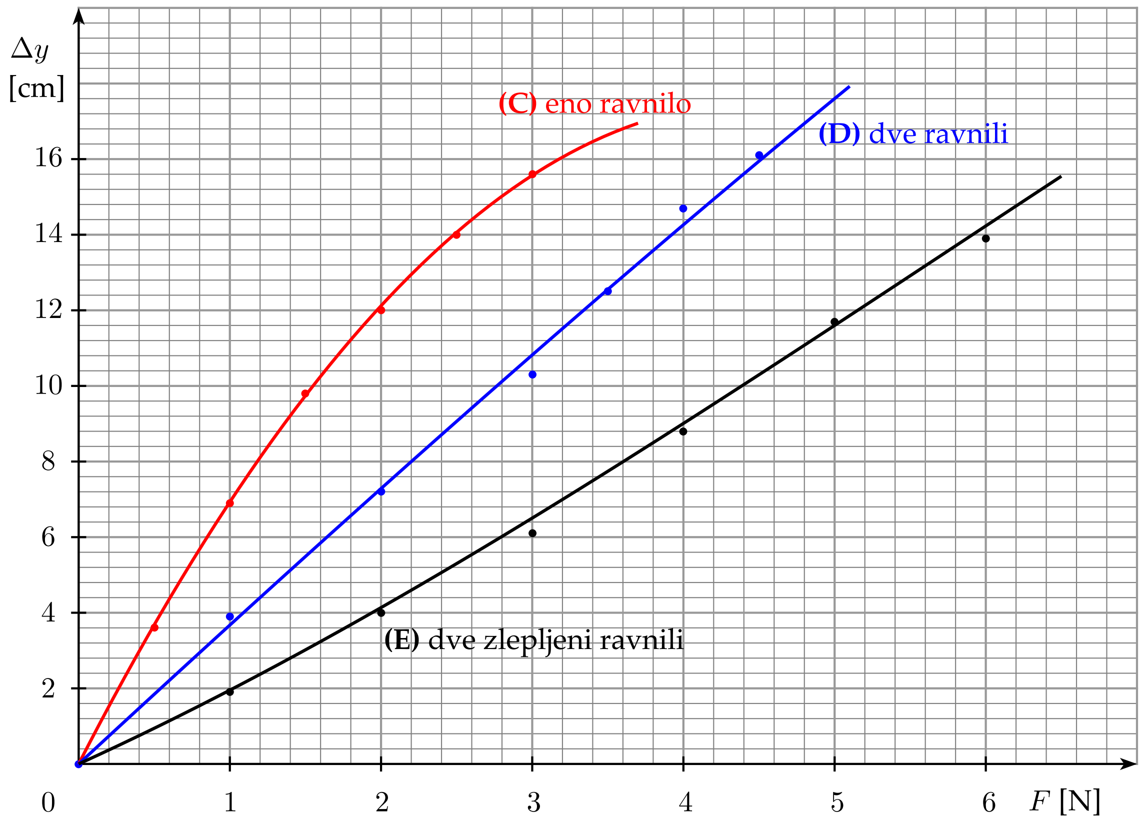
Za vsaj 6 meritev, dovolj natančno .... (2 točki)

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.

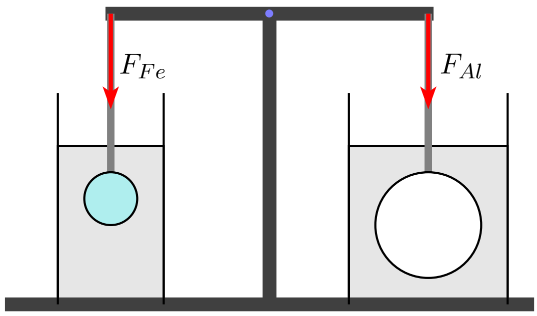
Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

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

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

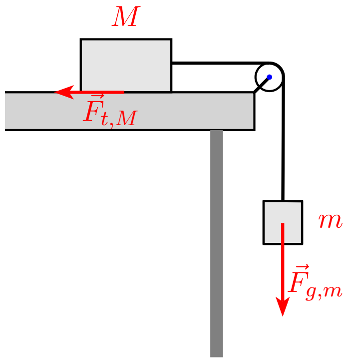
Ker je gostota železa večja od gostote aluminija, $\rho_{Fe} > \rho_{Al}$, je $(\rho_{Fe} - \rho_v) > (\rho_{Al} - \rho_v)$. Od tu sledi, da je prostornina krogle iz aluminija večja od prostornine krogle iz železa, $V_{Al} > V_{Fe}$.

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)**

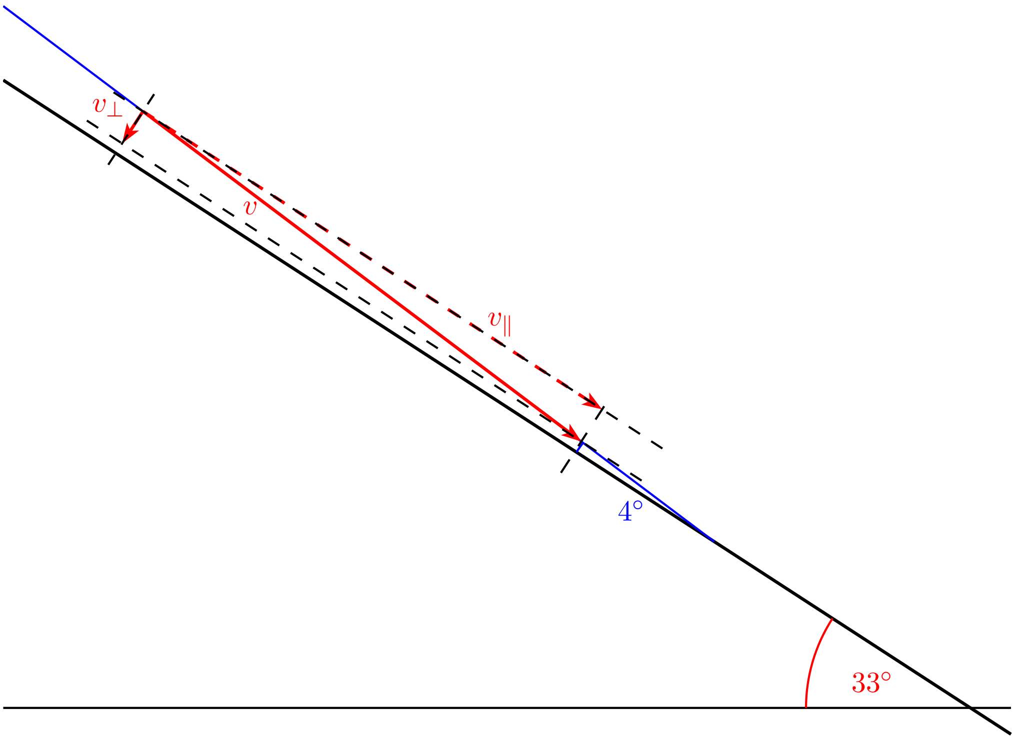
Za upoštevanje, da med doskokom na Petra deluje tudi teža .... (1 točka)

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 $v_{\|}$ (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)**

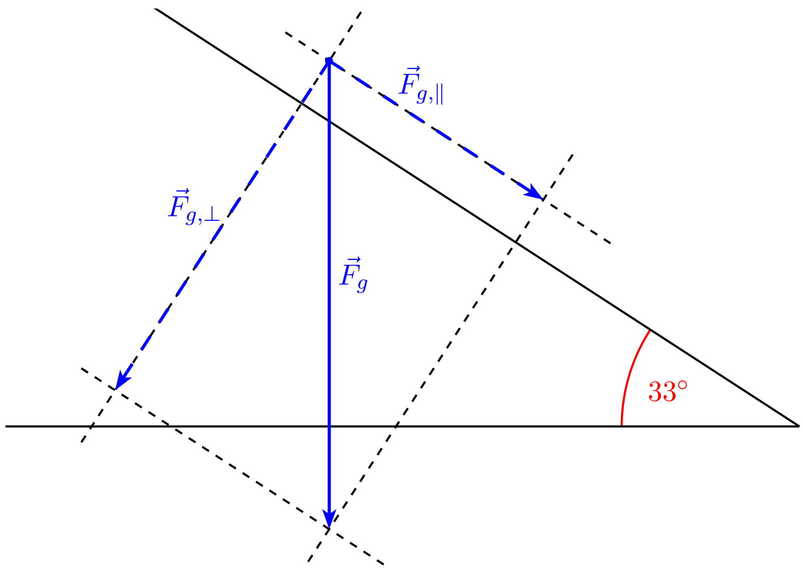
Za pravilni rezultat z manjšo natančnostjo $v_\perp = 2{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \pm 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ .... (1 točka)

(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 $\bar{a}_\perp$,

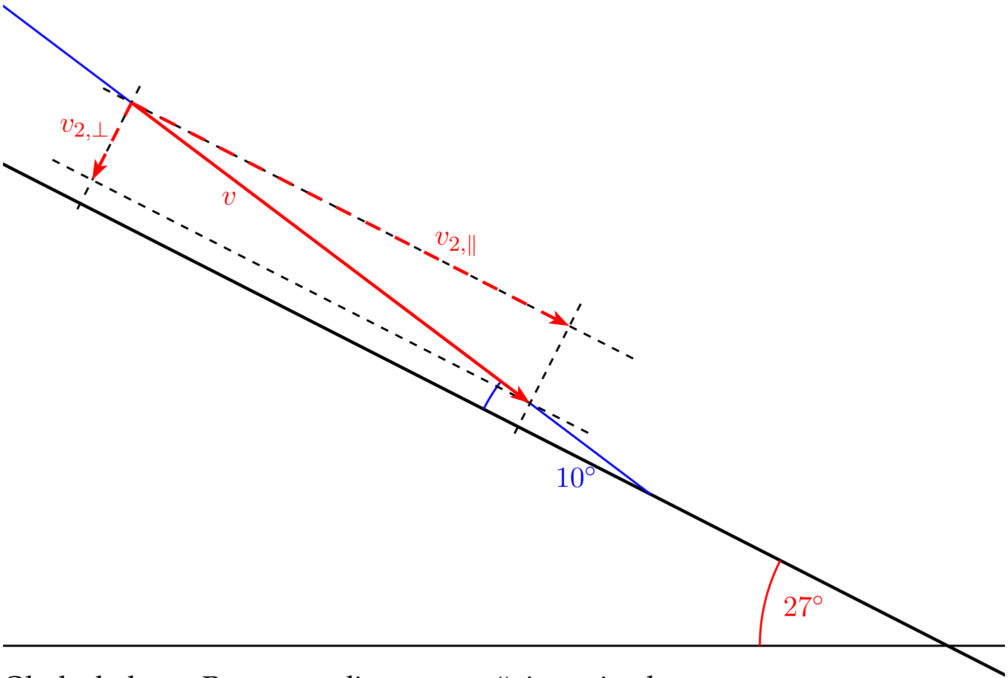
$$F_{r,\perp} = m \cdot \bar{a}_\perp = 62\,\mathrm{kg} \cdot 5{,}06\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 314\,\mathrm{N} \ (= 0{,}506 \cdot F_g)\,.$$

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)

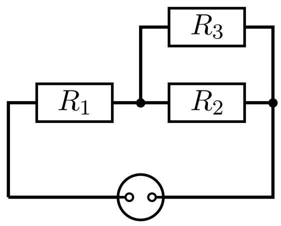
(c) Napetost na vsakem od porabnikov je enaka napetosti vira in skozi vsakega od njiju teče tok $I_{(a)}$, skozi vir pa skupni tok $I_{(c)} = 2 \cdot I_{(a)} = 40$ mA. Dvakrat tolikšen tok kot v primeru (a) pomeni, da se baterija izprazni v pol tolikšnem času kot v primeru (a), $t_{(c)} = \frac{1}{2}\,t_{(a)} = 9$ 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 $U_1 + U_{23} = U_0 = 9\,\mathrm{V}$, dobimo $2 \cdot U_{23} + U_{23} = 3 \cdot U_{23} = U_0$.

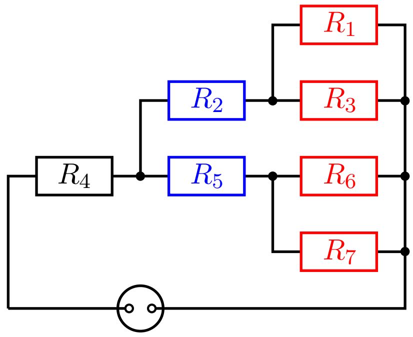


Napetost U_{23} na porabnikih R_2 in R_3 je enaka tretjini napetosti vira, kar pomeni, da skozi R_2 in R_3 tečeta tokova $I_2 = I_3 = \frac{1}{3}\,I_{(a)} = 6{,}67$ mA, skozi vir pa isti tok kot skozi prvi porabnik R_1, $I_{(e)} = I_1 = 2 \cdot I_2 = \frac{2}{3}\,I_{(a)} = 13{,}3$ mA. Čas $t_{(e)}$,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

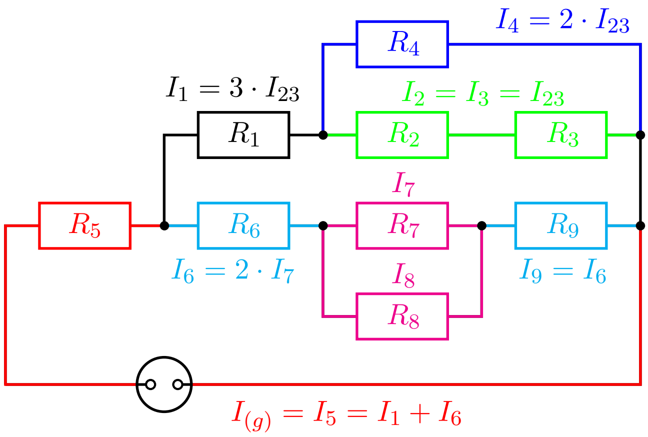
$$U_0 = U_4 + U_2 + U_1 = U_4 + U_{25} + U_{1367} = 4 \cdot U_{1367} + 2 \cdot U_{1367} + U_{1367} = 7 \cdot U_{1367}\,.$$

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 m^2 je 80 g, masa lista papirja s ploščino 1 dm^2 je 0,80 g in masa lista papirja s ploščino 1 cm^2 je 0,008 g = 8 mg.

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

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

$N \cdot 1\ cm^2$	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 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)

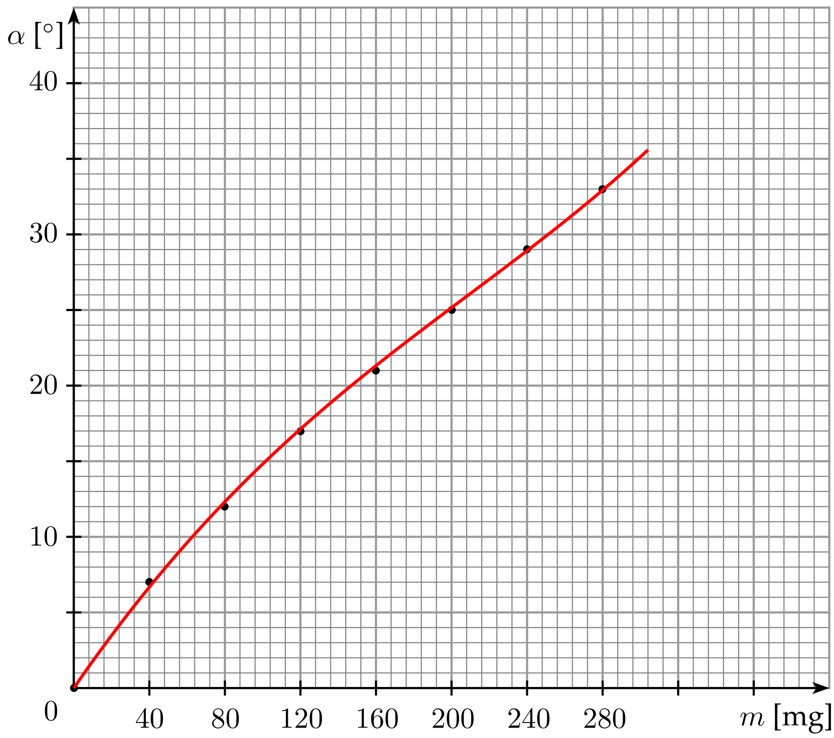
Za 4 meritve, dovolj natančno .... (2 točki)

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**.