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, 5. april 2014

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

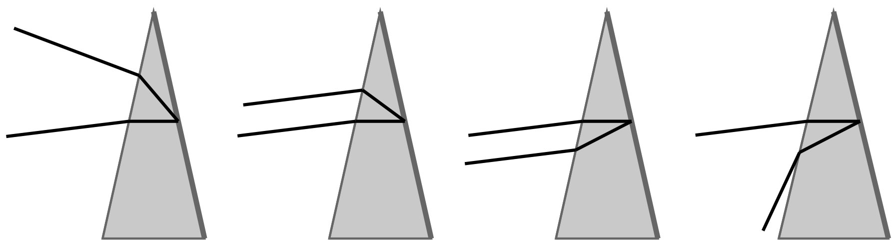
C

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.

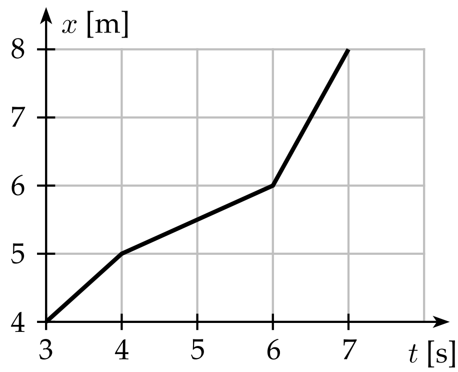
Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1 Žarek vpada na stekleno prizmo (klinasto ploščico oblike, kot je na sliki). Na nasprotni ploskvi prizme je zrcalo. Katera slika pravilno prikazuje prehod svetlobnega žarka skozi prizmo?



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

A2 Piki se izpred svoje ute, ki je pri $x = 0$, odpravi na pot ob času $t = 0$. Graf kaže, kako se Pikijeva lega spreminja s časom v obdobju med $t = 3$ s in $t = 7$ s. Kolikšna je Pikijeva hitrost v 6. sekundi?



(**A**) $\frac{1}{2}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. (**B**) $\frac{2}{3}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. (**C**) $1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. (**D**) $2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

A3 *Karat* je merska enota za maso in ustreza masi $0{,}2$ g, kar je približno masa enega semena rožičevca. Diamant Koh-i-Nur, *Gora luči*, je eden največjih diamantov na svetu. Vdelan je v krono angleške kraljice. Tehta $105{,}6$ karatov. Kolikšen del kilograma je to? Približno

(**A**) petdesetina. (**B**) dvajsetina. (**C**) petina. (**D**) polovica.

A4 Katera izjava o vsoti dveh sil je pravilna? Vsota dveh sil

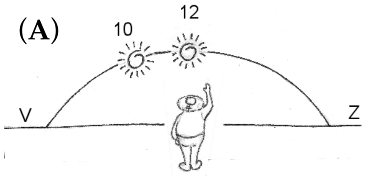
(**A**) je po velikosti zagotovo manjša od vsote velikosti obeh sil.

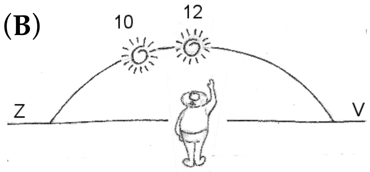
(**B**) je po velikosti zagotovo enaka vsoti velikosti obeh sil.

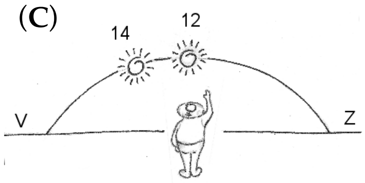
(**C**) je po velikosti zagotovo večja od vsote velikosti obeh sil.

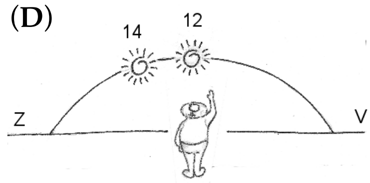
(**D**) po velikosti zagotovo ni večja od vsote velikosti obeh sil.

A5 Tasmanija je otok, ki leži južno od Avstralije. Simon je na Tasmaniji in opazuje pot Sonca čez nebo. Obrnjen je proti Soncu. Katera slika pravilno kaže pot Sonca čez nebo, kot jo vidi Simon? Nad legama Sonca sta zapisana (lokalna) časa.

(**A**)


(**B**)


(**C**)


(**D**)


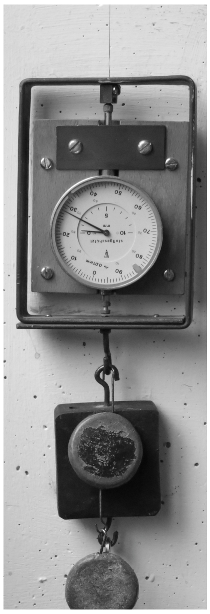
V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

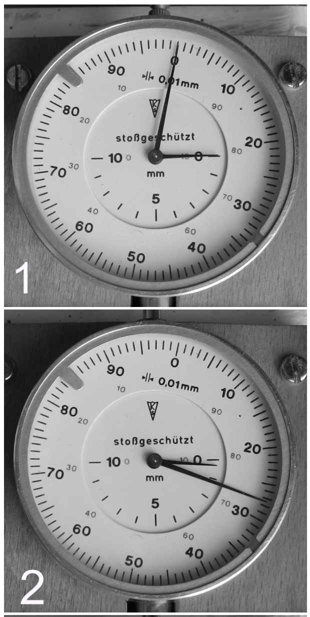
B2 Na jekleno žico z dolžino $l_0 = 207$ cm in presekom $S = 0{,}071\ \mathrm{mm}^2$ obešamo uteži ter merimo raztezek žice x.

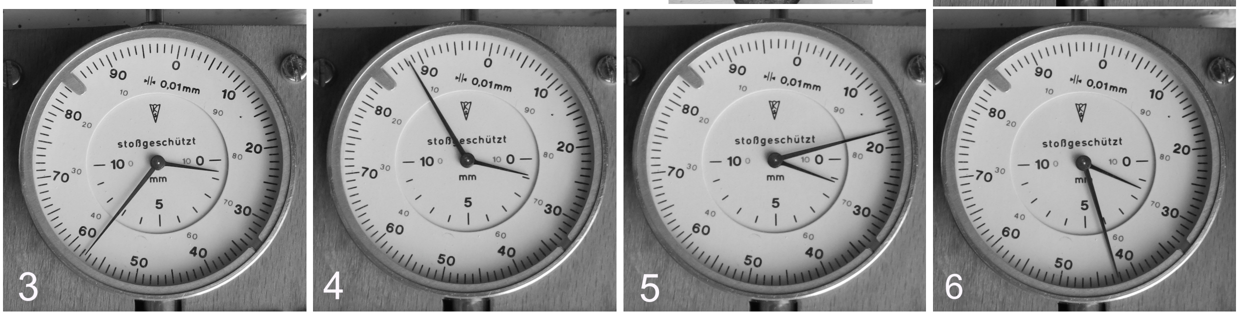
Oštevilčene slike s skalo merilnika kažejo zaporedne meritve. Razmik med sosednjima oznakama na skali velikega kazalca pomeni raztezek za stotinko milimetra, cel obrat velikega kazalca ustreza raztezku 1 mm. Mali kazalec meri raztezek v mm.

Na sliki 1 dodatnih uteži ni, na vsaki naslednji je ena utež za 200 g več kot na prejšnji.

(Naj te ne moti, da je poskus izveden z *na glavo* obrnjenim merilnikom.)







(a) V tabelo zapiši rezultate meritev sile F, ki napenja žico, in raztezka x.

F [N]						
x [mm]						

2

(b) Razmerje $\frac{F}{S}$ imenujemo *natezni tlak*, razmerje $\frac{x}{l_0}$ pa *relativni raztezek*. Tabelo dopolni z izračuni nateznega tlaka in relativnega raztezka ter zapiši ustrezni enoti.

$\frac{F}{S}$ [ ]						
$\frac{x}{l_0}$ [ ]						

4

(c) Nariši graf, ki kaže, kako je relativni raztezek žice odvisen od nateznega tlaka v žici. 3

(d) Podobno kot za vzmet tudi za jekleno žico velja Hookov zakon. Zapišemo ga v obliki 3

$$\frac{x}{l_0} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S}$$

Izračunaj *prožnostni modul* jekla E. Podaj ga v enotah $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}$.

Σ B1

B2 Spuščajoče se tekoče stopnice povezujejo 1. nadstropje s pritličjem. Tla pritličja so 6 m pod tlemi 1. nadstropja. Smer, v kateri se gibljejo stopnice, je pod kotom 30° glede na vodoravnico. V **navpični smeri** se stopnice spuščajo s hitrostjo $0{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

(a) Babica stoji na tekočih stopnicah. Koliko časa potuje s 1. nadstropja do pritličja in kolikšno pot opravi pri tem? 2

(b) S kolikšno hitrostjo se giblje babica, medtem ko stoji na tekočih stopnicah? 1

(c) Vnuku Mihi se bolj mudi in po poti navzdol še sam sestopa po premikajočih se stopnicah. **Glede na stopnice** se giblje s hitrostjo $0{,}4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Koliko časa traja Mihovo potovanje med 1. nadstropjem in pritličjem? 2

(d) Višina ene stopnice je 20 cm. Koliko stopnic na poti navzdol prehodi Miha? 1

(e) S kolikšno hitrostjo **glede na stopnice** bi se moral Miha gibati po tekočih stopnicah v nasprotni smeri, da bi v enakem času, kot ga je porabil za pot iz 1. nadstropja do pritličja, prispel iz pritličja do 1. nadstropja? 2

(f) Koliko stopnic bi Miha v tem primeru prehodil? 1

(g) Babica in Miha stopita hkrati na prvo stopnico v trenutku $t = 0$. Babica na stopnicah stoji, Miha pa sestopa še sam, kot pri (c). Preden Miha dospe do pritličja, se obrne in steče nazaj navzgor tako hitro, kot pri (e). V 1. nadstropje se vrne v istem hipu kot babico v pritličje pripeljejo stopnice. 3

V isti koordinatni sistem nariši grafa, ki kažeta, kako se s časom spreminjata višini, na katerih sta babica (s črtkano črto) in Miha, ko po tekočih stopnicah najprej sestopa, potem pa se po njih še vzpenja (z neprekinjeno črto), glede na pritličje.

(h) Iz grafa preberi in zapiši čas ter višino nad pritličjem, kjer se Miha obrne. 1

(i) Izračunaj, kdaj in na kateri višini nad pritličjem teče Miha mimo babice. 3

Σ B2

Številka delovnega mesta: Prilepi nalepko s Šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 5. april 2014

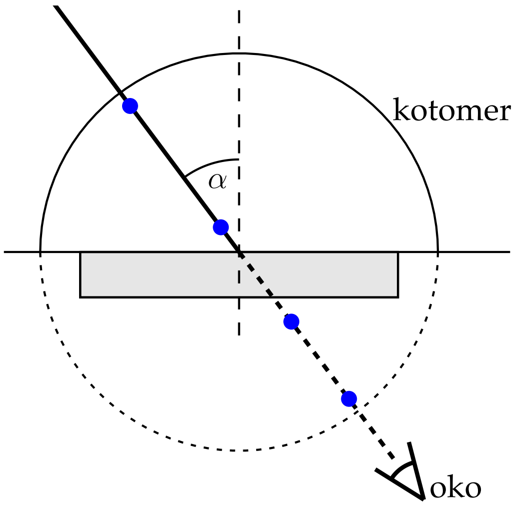
C – eksperimentalna naloga: PLANPARALELNA PLOŠČICA

S poskusom razišči, kako je premik svetlobnega žarka pri prehodu skozi stekleno planparalelno ploščico odvisen od vpadnega kota in debeline ploščice ter izmeri lomni količnik stekla.

Pripomočki
– 2 stekleni ploščici z debelino $d = 1{,}5$ cm
– podlaga iz stiropora
– list papirja s kotomerom
– bucike
– ravnilo
– geotrikotnik

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

S štirimi bucikami pritrdi vogale priloženega lista z vrisanim kotomerom na stiroporno podlago. Ob narisano premico postavi stekleno ploščico tako, da je pravokotna na podlago in da je daljši rob ploščice tik ob narisani premici, kot kaže slika.



Z bucikami si boš pomagal/a določiti smer svetlobnega žarka, ki vpada na stekleno ploščico pod vpadnim kotom α, potuje skozi ploščico ter jo na drugi strani zapusti. Štiri bucike, narisane na sliki, ležijo na isti premici, ki označuje tudi pot svetlobnega žarka v primeru, ko ploščico umakneš. Ko jih opazuješ v smeri, iz katere prihaja ta žarek, so vse poravnane ena za drugo in dobro vidiš samo tisto, ki je očesu najbližje.

Žarek pri prehodu skozi ploščico ne sledi narisani črtkani poti. Najprej premikaj oko, da boš videl/a poravnani buciki na nasprotni strani ploščice, nato pa na tvoji strani ploščice zapiči še dve buciki, da boš videl/a vse štiri bucike poravnane v isti smeri. S pomočjo bucik na tvoji strani boš lahko začrtal/a smer, v katero gre svetlobni žarek po prehodu ploščice.

(a) Žarek vpada pod vpadnim kotom $60°$ na površino ploščice z debelino $d = 1{,}5$ cm. Ugotovi, kako gre žarek skozi ploščico ter ga nariši. Izmeri premik žarka x pri prehodu ploščice. Kolikšen je ta premik? **2**

(b) Izmeri, kolikšni so premiki žarka x pri prehodu skozi ploščico pri različnih vpadnih kotih α, zapisanih v razpredelnici. **3**

α	$0°$	$15°$	$30°$	$45°$	$60°$	$75°$
x [mm]						

(c) Izmeri premik žarka, ki vpada pod kotom $60°$ na ploščico z debelino $2d = 3{,}0$ cm. Tako ploščico dobiš, ko dve ploščici z debelino $d = 1{,}5$ cm postaviš tesno eno ob drugo. **2**

(d) Žarek vpada pod kotom $60°$ na ploščico. Za koliko se premakne žarek pri prehodu skozi dve ploščici z debelino $d = 1{,}5$ cm, med katerima je zračna reža s širino d? Nariši pot žarka. **3**

(e) V isti koordinatni sistem nariši dva grafa, ki kažeta, kako je premik žarka x pri prehodu skozi ploščico odvisen od vpadnega kota α za ploščico z debelino d (s polno črto) in ploščico z debelino $2d$ (s črtkano črto).

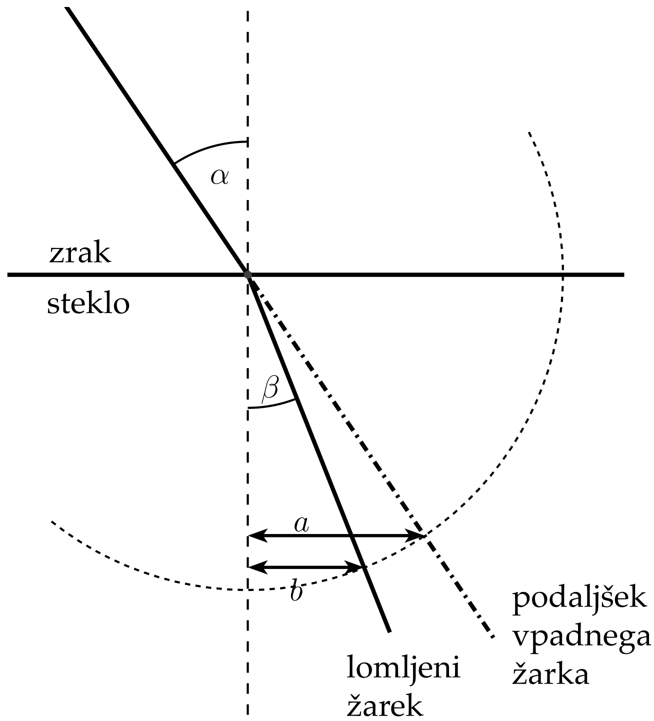
3

(f) *Lomni količnik* n stekla, iz katerega je ploščica, lahko izračunaš kot razmerje dolžin katet v dveh pravokotnih trikotnikih, glej sliko. Hipotenuzi sta enako dolgi, ena je vzdolž smeri lomljenega žarka, druga vzdolž smeri podaljška vpadnega žarka. Kateti sta označeni z a (podaljšek) in b (lomljeni žarek). Lomni količnik je

$$n = \frac{a}{b} \, .$$

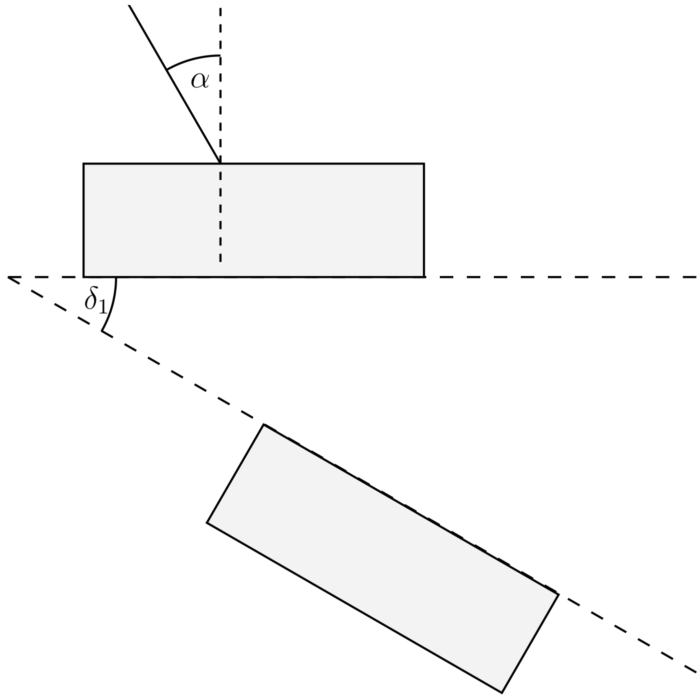
Izmeri potrebne količine, jih zapiši v razpredelnico in izračunaj lomni količnik n stekla. Meri pri dveh vpadnih kotih, $\alpha_1 = 60°$ in $\alpha_2 = 75°$. Izračunaj tudi povprečno vrednost $\bar{n}$.

α	a [mm]	b [mm]	n
$60°$			
$75°$			



4

(g)



Stekleni ploščici postavi tako, da oklepata kot $\delta_1 = 30°$, kot kaže slika. Ugotovi, kako gre skozi obe ploščici žarek, ki na prvo vpada pod vpadnim kotom $\alpha = 30°$. Ploščici lahko premikaš vzdolž črtkanih črt tako, da boš opazoval/a prehod svetlobe skozi obe ploščici. Nariši pot žarka. Za koliko se žarek pri prehodu skozi obe ploščici premakne?

2

(h) Dvema ploščicama bi lahko dodali še tretjo enako ploščico, ki bi z drugo oklepala kot $\delta_2 = 15°$ ali $\delta_2 = -15°$. Za koliko bi se žarek, ki bi prešel vse tri ploščice, premaknil v teh dveh primerih?

3

(i) Denimo, da imaš tri enake ploščice. Kot med prvo in drugo je $\delta_1 = 15°$. Kolikšen je največji kot δ_2 med drugo in tretjo ploščico, pri katerem gre svetlobni curek, ki vpada pod vpadnim kotom $\alpha = 30°$ na prvo ploščico, skozi vse tri ploščice?

1

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 5. april 2014

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.

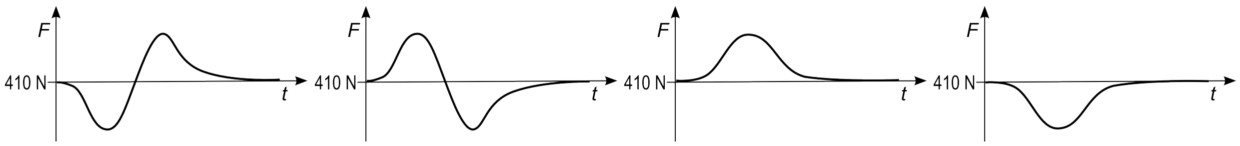
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v 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 Skozi mikroskop opazujemo paramecije. Pri 200-kratni povečavi je premer območja, ki ga vidimo skozi mikroskop, 0,8 mm. Preštejemo paramecije, ki so enakomerno razporejeni po celem vidnem polju in ugotovimo, da jih naenkrat vidimo 5. Ko jih opazujemo pri 40-kratni povečavi, je premer vidnega polja 4 mm. Približno koliko paramecijev vidimo naenkrat?

(**A**) 125 (**B**) 25 (**C**) 5 (**D**) 1

A2 Manca ima 41 kg. Najprej mirno stoji na ravnih trdih tleh, roke ima zravnane in spuščene ob telesu. Potem roke hitro dvigne in jih obdrži stegnjene nad glavo. Katera slika pravilno kaže, kako se sila, s katero Manca pritiska na tla, spreminja med gibanjem njenih rok?



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

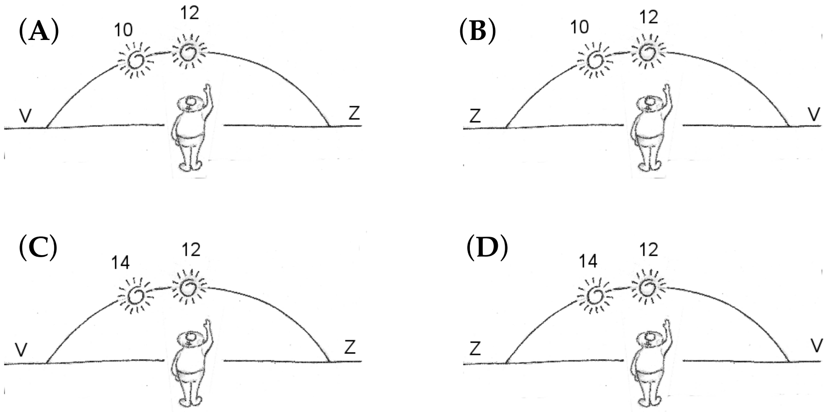
A3 Kolesar vozi po vodoravni cesti 1 km s hitrostjo 15 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Pri tem premaguje silo zračnega upora, ki je po velikosti enaka 4 N. Po prevoženem kilometru hitrost poveča na 30 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ in s to hitrostjo vozi še 0,5 km. Pri hitrosti 30 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ je sila zračnega upora 16 N. Katera trditev o moči, s katero kolesar opravlja delo pri premagovanju sile zračnega upora, je pravilna?

(**A**) Moč je na drugem delu poti osemkrat tolikšna kot na prvem delu poti.
(**B**) Moč je na drugem delu poti štirikrat tolikšna kot na prvem delu poti.
(**C**) Moč je na drugem delu poti dvakrat tolikšna kot na prvem delu poti.
(**D**) Moč je na celotni poti stalna.

A4 Balon se prične dvigati od tal s stalnim pospeškom 1 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Košara balona ima ograjo, ob katero je na zunanji strani privezana vreča peska. Po 10 s od začetka dviganja se vreča odveže in odpade od košare. Koliko časa zatem pade vreča na tla? Zračni upor zanemari.

(**A**) 1 s. (**B**) 3,2 s. (**C**) 3,3 s. (**D**) 4,3 s.

A5 Tasmanija je otok, ki leži južno od Avstralije. Simon je na Tasmaniji in opazuje pot Sonca čez nebo. Obrnjen je proti Soncu. Katera slika pravilno kaže pot Sonca čez nebo, kot jo vidi Simon? Nad legama Sonca sta zapisana (lokalna) časa.

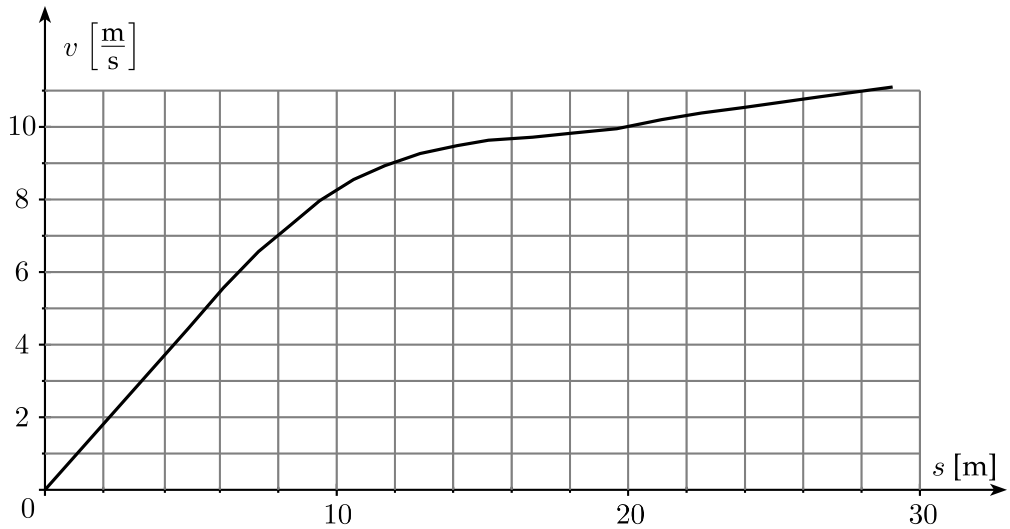


V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

B1 Graf kaže, kako se hitrost hitrostnega drsalca spreminja s predrsano potjo od njegovega starta naprej. Kadar veš, kako se hitrost spreminja s potjo (poznaš $v(s)$), lahko tudi izračunaš pospešek, a na poseben način. Ko v znani izraz za pospešek $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ vstaviš $\Delta t = \frac{\Delta s}{\bar{v}}$ dobiš nov izraz

$$a = \bar{v} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta s}\,.$$

Za $\bar{v}$ vzameš srednjo vrednost hitrosti na delu poti Δs. Največjo hitrost 13 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ drsalec doseže na razdalji 80 m.
Drsalec ima 75 kg.



(a) Kolikšna je kinetična energija drsalca 20 m od startne črte?

2

(b) Kolikšna povprečna sila podlage deluje na drsalca v smeri njegovega gibanja na prvih 20 m od startne črte?

1

(c) S kolikšno povprečno silo, vzporedno podlagi, se drsalec odriva od ledu prvih 20 m po startu?

1

(d) Iz grafa preberi, kolikšna je hitrost drsalca pri $s = 0$ m, 2 m, 4 m ... ter vrednosti zapiši v razpredelnico.

1

s [m]	0	2	4	6	8	10	14	20
$v\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$								

(e) Dopolni razpredelnico. Vanjo vpiši dolžine odsekov poti $\Delta s = s_2 - s_1$, spremembe hitrosti drsalca Δv na navedenih odsekih poti ter srednje hitrosti drsalca $\bar{v}$ na teh odsekih. Izračunaj pospeške drsalca in tudi te vrednosti zapiši v razpredelnico.

od s_1 do s_2 [m]	Δs [m]	Δv $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	$\bar{v}$ $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	a $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$
$0 - 2$				
$2 - 4$				
$4 - 6$				
$6 - 8$				
$8 - 10$				
$10 - 14$				
$14 - 20$				

4

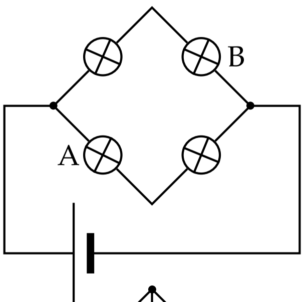
(f) Nariši graf, ki kaže, kolikšen je pospešek drsalca na različnih delih poti. Graf smiselno nadaljuj do poti $s = 60$ m.

3

Σ B1

B2 Aleš je na vir napetosti 6 V vezal eno žarnico in izmeril, da teče skoznjo tok 300 mA. Napetost vira je nato spreminjal in ugotovil, da je tok skozi žarnico $I_Ž$ **premo-sorazmeren** z napetostjo na žarnici $U_Ž$ na celem območju napetosti med 0 V in 12 V. Potem je uporabil še več takih (enakih) žarnic in jih povezal v različna vezja, ki so narisana spodaj. V vseh primerih je uporabil napetost vira 10 V. V vseh vezjih je meril tokove skozi žarnice in skozi vir. V razpredelnice zapiši, kolikšne tokove I_A, I_B ... skozi žarnice, označene z A, B ... in skozi vir napetosti I_v je izmeril Aleš.

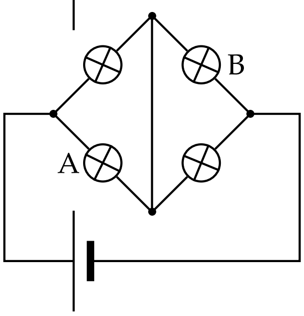
(a)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_v [mA]

1

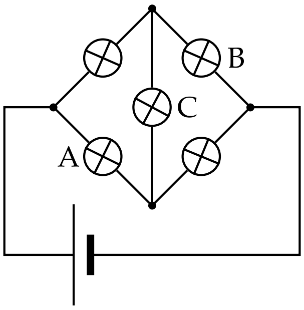
(b)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_v [mA]

1

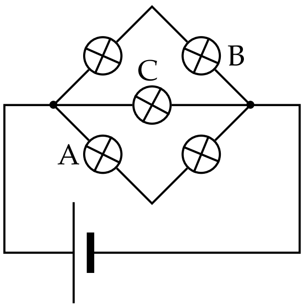
(c)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_v [mA]

2

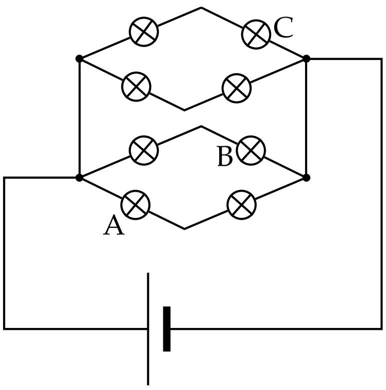
(d)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_v [mA]

2

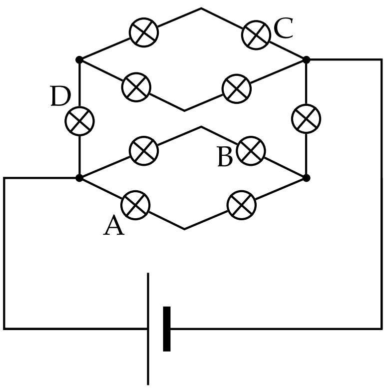
(e)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_v [mA]

2

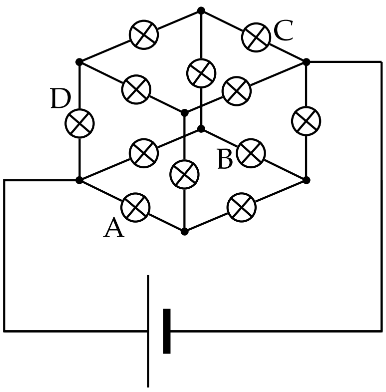
(f)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_D [mA]	I_v [mA]

3

(g)



I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_D [mA]	I_v [mA]

2

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 5. april 2014

C – eksperimentalna naloga: VZGON

Izmeri koeficient vzmeti, s potapljanjem teles določi gostoto snovi ter razišči, kako se sila vzgona spreminja z deležem potopljenega dela telesa.

Pripomočki
– vzmet na stojalu z merilom
– lesen valj
– kovinski valj
– plastenka z vodo
– tehtnica

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

2014 DMFA Slovenije, Komisija za popularizacijo fizike v osnovni šoli

(a) Stehtaj oba valja ter zapiši njuni **teži**. 2

lesen valj: kovinski valj:

(b) Z obešanjem valjev na vzmet izmeri **raztezke** vzmeti x pri treh različnih silah F, ki napenjajo vzmet. 3

F [N]	x [cm]
0	0

(c) Nariši graf, ki kaže, kako je raztezek vzmeti x odvisen od sile F, ki napenja vzmet. Določi koeficient vzmeti k, ki je konstanta v Hookovem zakonu. 3

(d) Obesi kovinski valj na vzmet in izmeri **silo vzgona**, ki nanj deluje, ko je valj v celoti potopljen v vodo. 3

(e) Iz rezultatov meritev sile vzgona določi prostornino kovinskega valja.

2

(f) Kolikšna je gostota kovine, iz katere je narejen valj, in katera kovina bi to lahko bila?

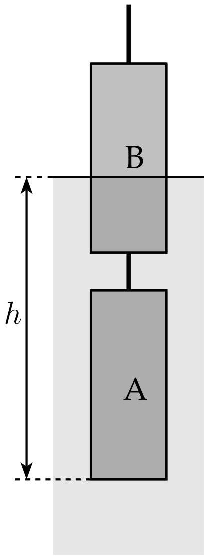
2

(g) Na podoben način izmeri še gostoto lesenega valja. Pri tem si pomagaj tako, da na vzmet obesiš oba valja, enega pod drugim.

4

6

(h) Na vzmet obesi oba valja, enega pod drugim. Izmeri, kako se z globino h, na kateri je spodnji rob spodnjega valja, spreminjata **sila, ki napenja vzmet** F_{vzm}, ter **skupna sila vzgona** F_{vzg} na oba valja. Meritve predstavi z dvema grafoma, ki ju oba nariši v isti koordinatni sistem. Meriti začni pri $h = 0$.



Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2013/14

8. razred

Sklop A:

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

A1	A2	A3	A4	A5
D	A	A	D	D

A1 Pri prehodu iz zraka v steklo se svetloba lomi proti vpadni pravokotnici, se na zrcalu odbije po odbojnem zakonu ter se pri prehodu iz stekla v zrak lomi stran od vpadne pravokotnice. To zaporedje pravilno kaže slika (D).

A2 Šesta sekunda je med $t = 5$ s in $t = 6$ s. V tej sekundi Piki opravi pot $0{,}5$ m, torej je njegova hitrost enaka $\frac{1}{2}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

A3 Diamant Koh-i-Nur ima maso $105{,}6 \cdot 0{,}2\ \mathrm{g} = 21{,}12\ \mathrm{g}$, kar je približno $\frac{1}{50}\ \mathrm{kg} = 20\ \mathrm{g}$.

A4 Vsota dveh sil je po velikosti manjša ali kvečjemu enaka (točno tedaj, ko sta sili vzporedni in kažeta v isto smer) vsoti velikosti obeh sil.

A5 Tasmanija je daleč pod ekvatorjem na južni polobli. Sonce gre tam čez nebo po severni strani. Simon, ki opazuje pot Sonca čez nebo, je zato obrnjen proti severu. Vzhod je na njegovi desni, zahod na levi. Sonce na celi Zemlji vzhaja na vzhodu in se čez dan pomika proti zahodu. Pravilno orientacijo in zaporedje kaže slika (D).

Sklop B:

B1 (a) Na žico obešamo uteži za 200 g, zato so sile, ki ustrezajo zaporednim meritvam, mnogokratniki 2 N. V razpredelnici pri (b) so zapisani rezultati meritev.

Pri silah F (prva vrstica) ni odstopanj v natančnosti, pri raztezkih x (druga vrstica) je tolerančno območje $\pm 0{,}005\ \mathrm{mm} = \pm 0{,}5 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{mm}$.

Za pravilno zapisane vse vrednosti sil (prva vrstica) .... (1 točka)

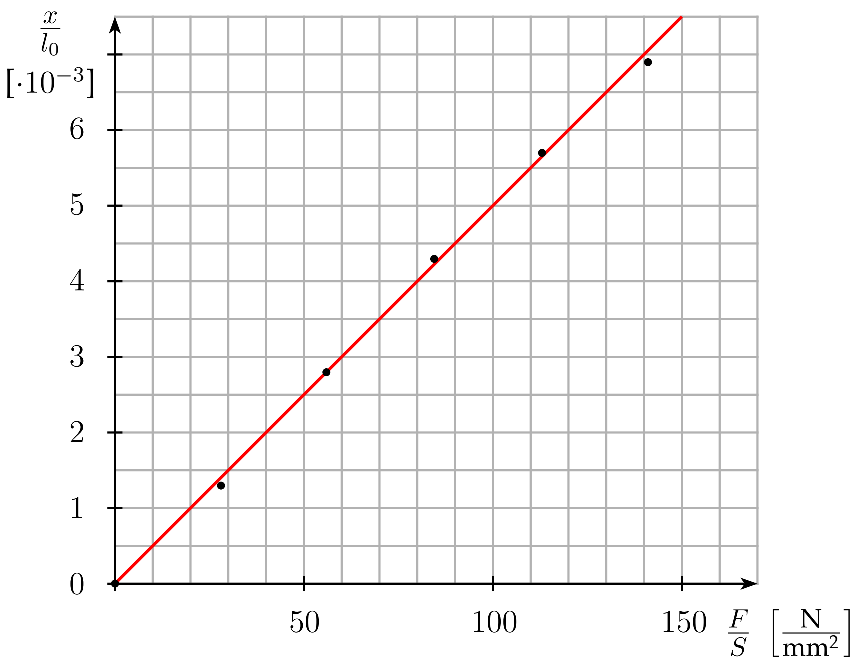
Za pravilno zapisanih vsaj 5 (od 6) vrednosti raztezkov (druga vrstica) .....(1 točka)

(b) Presek žice S in dolžino žice l_0 poznamo. Iz podatkov o raztezkih izračunamo natezni tlak $\frac{F}{S}$, najprikladneje v enoti $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}$ (lahko pa tudi v kateri drugi, npr. $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$), in relativni raztezek $\frac{x}{l_0}$, v enoti $\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{m}}$ ali brezdimenzijski obliki, kot je zapisano v razpredelnici. Rezultati računov so v razpredelnici.

F [N]	0	2	4	6	8	10
x [mm]	0	0,275	0,575	0,88	1,17	1,42
$\frac{F}{S}$ $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}\right]$	0	28	56	84,5	113	141
$\frac{x}{l_0}$ $[\cdot 10^{-3}]$	0	0,13	0,28	0,43	0,57	0,69

Za pravilno enoto pri nateznem tlaku .... (1 točka)
Za pravilno enoto (ali brez enote) pri relativnem raztezku .... (1 točka)
Za pravilno izračunanih vsaj 5 (od 6) vrednosti nateznega tlaka (tretja vrstica, glede na lastne vrednosti sil F v prvi vrstici) .... (1 točka)
Za pravilno izračunanih vsaj 5 (od 6) vrednosti relativnega raztezka (četrta vrstica, glede na lastne vrednosti raztezkov x v drugi vrstici) .... (1 točka)
Natezni tlak in relativni raztezek sta zapisana na dve ali tri mesta natančno. Če je natančnost zapisanih vrednosti na pet ali več mest, se zapis šteje kot napačen. Pri relativnih raztezkih je tolerančno območje $\pm 0{,}000\,01 = \pm 0{,}01 \cdot 10^{-3}$.

(c) Graf, ki kaže, kako je relativni raztezek žice odvisen od nateznega tlaka v žici, je premica.



Za pravilen graf v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... (3 točke)
Za pravilno obliko grafa (premica) .... (1 točka)
Za pravilen vnos (lastnih) izračunanih vrednosti v graf .... (1 točka)
Za pravilno oznako osi (količini, skali, enoti) .... (1 točka)

(d) Hookov zakon za žico lahko zapišemo tudi z izrazom

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{x}{l_0}\,.$$

Prožnostni modul žice E je koeficient premega sorazmerja med relativnim raztezkom žice $\frac{x}{l_0}$ in nateznim tlakom v žici $\frac{F}{S}$. Izračunamo ga iz grafa (c),

$$\begin{aligned} E &= \frac{F/S}{x/l_0} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot x} = \frac{150\,\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2 \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-3}} = \\ &= 200\,000\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \pm 10\,000\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} = 200\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{mm}^2} \pm 10\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{mm}^2}\,. \end{aligned}$$

Za pravilno vrednost E .... **(3 točke)**
Za pravilen velikostni red E **v območju vrednosti med** $150\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{mm}^2}$ **in** $250\,\frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{mm}^2}$ . . (1 točka)
Za pravilen izraz za E **ali** $\frac{1}{E}$ **(izražen iz Hookovega zakona)** .... (1 točka)

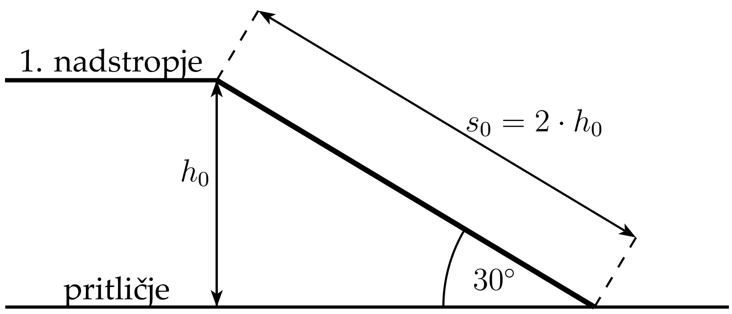
Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **12 točk**.

B2 (a) Stopnice (in babica z njimi) se spuščajo s hitrostjo (navpično komponento hitrosti) $v_{s,\downarrow} = 0{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Za $h_0 = 6$ m od 1. nadstropja do pritličja se babica spusti v času

$$t_b = \frac{h_0}{v_{s,\downarrow}} = \frac{6\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}}{0{,}3\,\mathrm{m}} = 20\,\mathrm{s}.$$

Medtem, ko babica stoji na tekočih stopnicah in se z njimi spusti s 1. nadstropja do pritličja, opravi pot s_0. Če narišemo profil stopnic, dobimo polovico enakostraničnega trikotnika, kjer je s_0 enaka dolžini stranice, h_0 pa polovici dolžine stranice. Od tu dobimo $s_0 = 2 \cdot h_0 = 12$ m.

Lahko pa stopnice narišemo v merilu in določimo pot s_0 iz slike.



Za pravilno izračunan čas t_b .... **(1 točka)**
Za pravilno določeno pot s_0 .... **(1 točka)**

(b) Babica se giblje s hitrostjo, s katero se gibljejo tudi stopnice,

$$v_b = v_s = \frac{s_0}{t_b} = \frac{12\,\mathrm{m}}{20\,\mathrm{s}} = 0{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

(Opazimo tudi, da je hitrost stopnic dvakrat tolikšna kot je hitrost stopnic v navpični smeri, $v_s = 2 \cdot v_{s,\downarrow}$.)

Za pravilno hitrost v_b .... **(1 točka)**

(c) Miha se glede na stopnice giblje s hitrostjo $v'_M = 0{,}4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ proti izteku stopnic v pritličju. Njegova hitrost glede na mirujočo okolico v_M je vsota njegove hitrosti glede na stopnice v'_M in hitrosti stopnic v_s; $v_M = v'_M + v_s = 0{,}4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 0{,}6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Pot s_0 opravi v času

$$t_M = \frac{s_0}{v_M} = \frac{12\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}}{1\,\mathrm{m}} = 12\,\mathrm{s}.$$

Za pravilno izračunan čas t_M .... (2 točki)

Za pravilno določeno Mihovo hitrost glede na mirujočo okolico v_M (ali navpično komponento njegove hitrosti, ki je $0,5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$) ....(1 točka)

(d) Miha se glede na stopnice giblje s hitrostjo $v'_M = 0{,}4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, v navpični smeri pa to pomeni komponento hitrosti $v'_{M,\downarrow} = \frac{1}{2}\,v'_M = 0{,}2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Ker meri ena stopnica v višino $20\,\mathrm{cm} = 0{,}2\,\mathrm{m}$, pomeni, da Miha v 1 s prehodi 1 stopnico, v času $t_M = 12$ s pa 12 stopnic.

Za pravilno izračunano število stopnic .... (1 točka)

(e) Če bi Miha po stopnicah tekel v nasprotno smer in prispel iz pritličja do 1. nadstropja v enakem času $t_M = 12$ s, bi morala biti njegova hitrost glede na mirujočo okolico po velikosti enaka kot v prejšnjem primeru, torej $v_M = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Če je v tem primeru njegova hitrost glede na stopnice v''_M, je njegova hitrost glede na mirujočo okolico $v_M = v''_M - v_s$. Od tu dobimo njegovo hitrost glede na stopnice,

$$v''_M = v_M + v_s = 1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 0{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

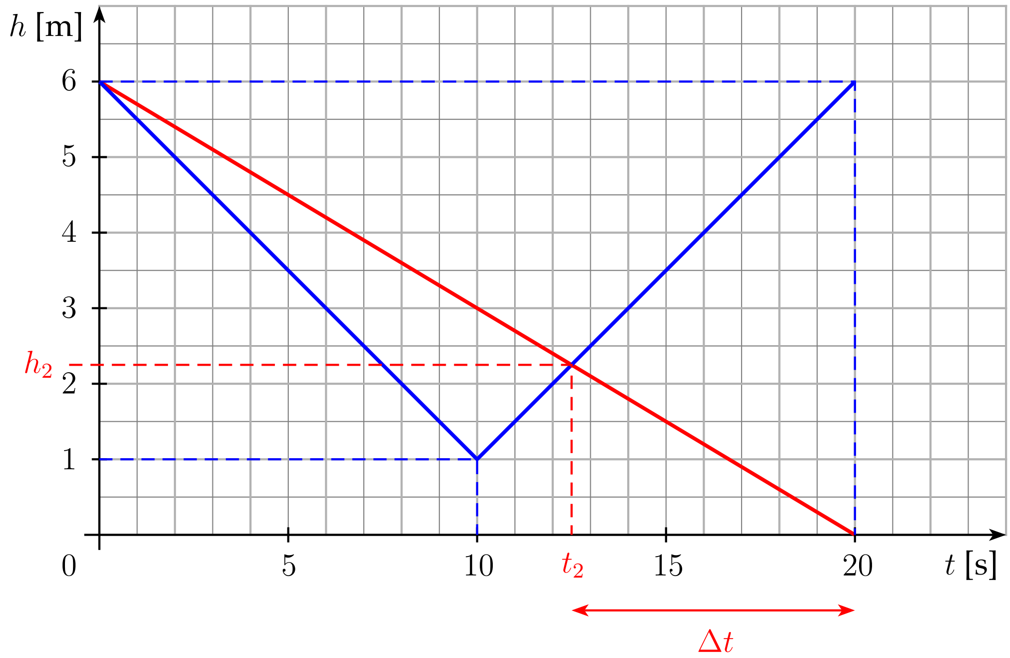
Za pravilno izračunano Mihovo hitrost glede na stopnice .... (2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da je velikost Mihove hitrosti glede na mirujočo okolico enaka kot v prejšnjem primeru ....(1 točka)

(f) Miha se glede na stopnice giblje s hitrostjo $v''_M = 1{,}6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, v navpični smeri pa to pomeni komponento hitrosti $v''_{M,\uparrow} = \frac{1}{2}\,v''_M = 0{,}8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Ker meri ena stopnica v višino $20\,\mathrm{cm} = 0{,}2\,\mathrm{m}$, pomeni, da v 1 s prehodi 4 stopnice, v času $t_M = 12$ s pa $4 \cdot 12 = 48$ stopnic.

Za pravilno izračunano število stopnic .... (1 točka)

(g) Na sliki sta grafa, ki kažeta, kako se s časom spreminjata višini, na katerih sta babica (rdeča črta) in Miha (modra črta) od trenutka, ko sta v 1. nadstropju stopila na tekoče stopnice. Višina $h = 0$ je višina pritličja, višina $h_0 = 6$ m pa višina 1. nadstropja.



Za pravilna grafa v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... (3 točke)

Za pravilen graf, ki kaže, kako se višina, na kateri je babica, spreminja s časom (premica) .... (1 točka)

Za pravilno obliko (simetrično) grafa, ki kaže, kako se višina, na kateri je Miha, spreminja s časom .... (1 točka)

(h) Iz grafa preberemo (ali pa na to sklepamo iz simetrije), da se Miha obrne ob času $t_1 = 10$ s. Tedaj je na višini $h_1 = 1$ m nad pritličjem. Na grafu ta dogodek označuje modra črtkana črta.

Za pravilna čas t_1 in višino h_1 .... (1 točka)

(i) Trenutek in višino, na kateri Miha teče mimo babice, lahko izračunamo na več načinov. Tu je opisan eden od njih.

Označimo z Δt čas, ki preteče od trenutka srečanja do trenutka $t_b = 20$ s, ko babica prispe v pritličje (Miha pa nazaj v 1. nadstropje). Ta čas je označen na grafu pri (g). V tem času se višini, na katerih sta babica in Miha, skupaj spremenita za h_0. V navpični smeri se babica in Miha gibljeta s hitrostima $v_{b,\downarrow} = 0{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in $v_{M,\uparrow} = \frac{1}{2}\, v_M = 0{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Zapišemo lahko

$$v_{b,\downarrow} \cdot \Delta t + v_{M,\uparrow} \cdot \Delta t = (v_{b,\downarrow} + v_{M,\uparrow}) \cdot \Delta t = h_0 \,.$$

Od tu dobimo

$$\Delta t = \frac{h_0}{v_{b,\downarrow} + v_{M,\uparrow}} = \frac{6\,\mathrm{m}}{0{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = \frac{6\,\mathrm{m}}{0{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 7{,}5\,\mathrm{s}.$$

Miha teče mimo babice v trenutku $t_2 = t_b - \Delta t = 12{,}5$ s. Višina, na kateri je babica, se je do tega trenutka znižala za $\Delta h_b = v_{b,\downarrow} \cdot t_2 = 0{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 12{,}5\ \mathrm{s} = 3{,}75$ m, kar pomeni, da sta ob t_2 babica in Miha na višini $h_2 = h_0 - \Delta h_b = 2{,}25$ m.

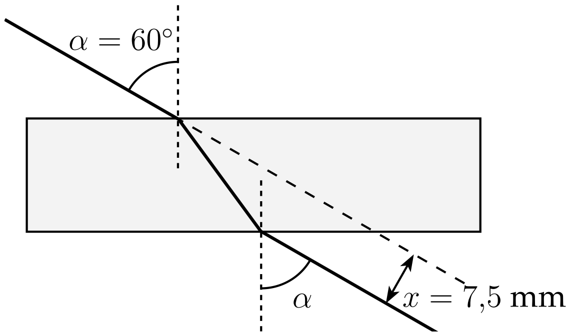
Za pravilno izračunan čas srečanja t_2 .... (1 točka)

Za pravilno izračunano višino h_2, kjer se babica in Miha srečata h_2 .... (1 točka)
Za pravilnozapisano zvezo, ki določa čas srečanja ali Δt .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **16 točk**.

Sklop C:

C (a) Na stekleni ploščici z debelino $d = 1{,}5$ cm se žarek vzporedno premakne za $x = 7{,}5$ mm $\pm\, 0{,}5$ mm.



Za pravilno narisano pot žarka (vpadni žarek in izstopni žarek sta vzporedna, premaknjena, lom v ploščici proti vpadni pravokotnici) .... (1 točka)

Za pravilen premik .... (1 točka)

(b) Izmerjeni premiki žarka x pri različnih vpadnih kotih α so zapisani v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje je pri vsakem posameznem premiku $\pm\, 0{,}5$ mm.

α	$0°$	$15°$	$30°$	$45°$	$60°$	$75°$
x [mm]	0	1,5	3,0	5,0	7,5	11,0

Za 6 pravilnih meritev .... (3 točke)

Za vsaj 4 pravilne meritve .... (2 točki)

Za vsaj 2 pravilni meritvi .... (1 točka)

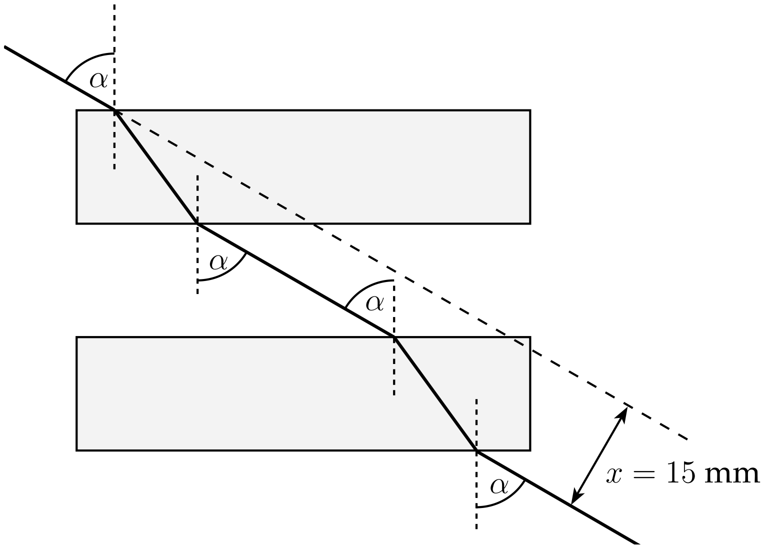
(c) Na ploščici z dvojno debelino $2d$ je tudi premik žarka dvakrat tolikšen kot je premik na ploščici z debelino d, torej $x = 15$ mm $\pm\, 1$ mm.

Za pravilen premik v mejah dovoljenega odstopanja .... (2 točki)

Za pravilen premik v mejah odstopanja, 2-krat tolikšnih, kot je dovoljeno (1 točka)

Za pravilen premik pri napačnem vpadnem kotu ($30°$**)** .... (1 točka)

(d) Zračna reža med vzporednima ploščicama ne spremeni premika žarka x, ki prehaja skozi obe ploščici. Ne glede na to, kolikšna je širina reže, je premik žarka $x = 15$ mm $\pm\, 1$ mm.

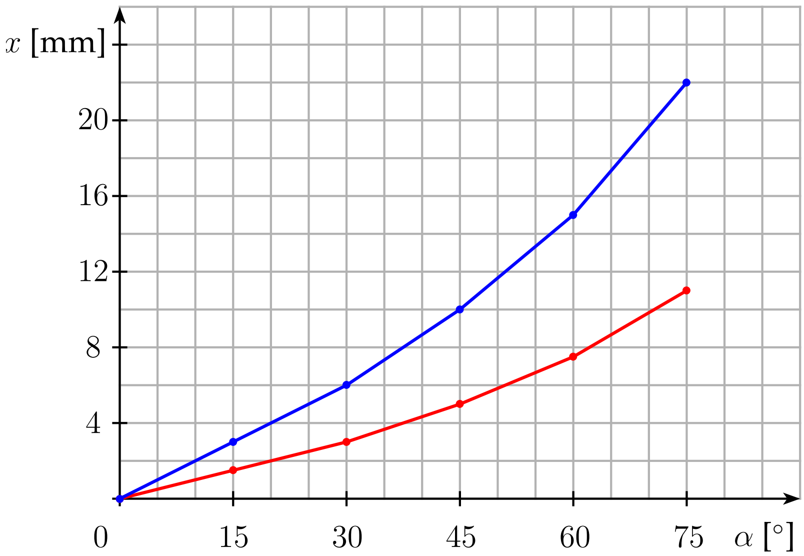


Za pravilen premik v mejah dovoljenega odstopanja .... **(2 točki)**

Za pravilen premik v mejah odstopanja, 2-krat tolikšnih, kot je dovoljeno .(1 točka)

Za pravilno narisano pot žarka (vpadni žarek, žarek v reži in izstopni žarek so vzporedni, premaknjeni, lom v ploščicah proti vpadni pravokotnici) .... **(1 točka)**

(e) Grafa kažeta, kako je premik žarka x pri prehodu skozi ploščici z debelino d (rdeč) in $2d$ (moder) odvisen od vpadnega kota α. Grafa nista linearna.



Za pravilna grafa v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... **(3 točke)**

Za pravilen vnos točk iz razpredelnice pri vprašanju (b) .... (1 točka)

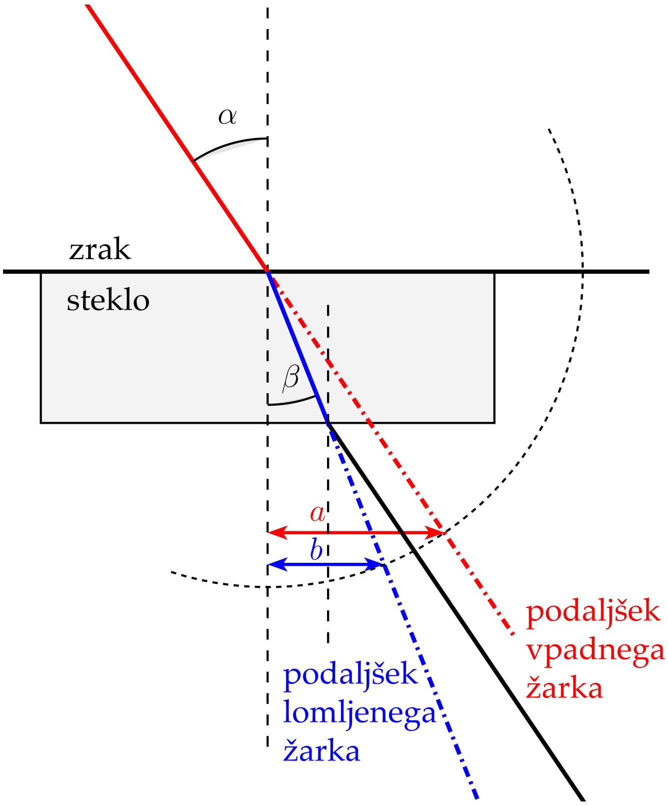
Za pravilno (gladko) krivuljo (nelinearno), ki povezuje izmerjene vrednosti pri debelini ploščice d .... (1 točka)

Za pravilno sklepanje (razvidno iz grafov), da so premiki pri dvojni debelini ploščice dvakrat tolikšni, kot pri enojni .... (1 točka)

(f) Da lahko izmerimo dolžini katet a in b moramo narisati podaljška vpadnega in lomljenega žarka. Najenostavneje je, če za določanje dolžini hipotenuz v obeh trikotnikih uporabimo krožnico, narisano na priloženem kotomeru. Za natančnost izvedbe meritve je pomembno, da je ploščica postavljena tako, da je ploskev, na katero vpada žarek, vzporedna vodoravnici, narisani na kotomeru, ter da žarek na ploščico vpada v središču kotomera. Meritve dolžin katet in račune lomnega količnika kaže razpredelnica.

Povprečni lomni količnik je $\bar{n} = 1{,}45 \pm 0{,}1$.

Dovoljeno odstopanje od $\bar{n}$ je pri vsakem posameznem lomnem količniku $\pm 0{,}1$.



α	a [mm]	b [mm]	n
$60°$	57	39	1,46
$75°$	64	45	1,42

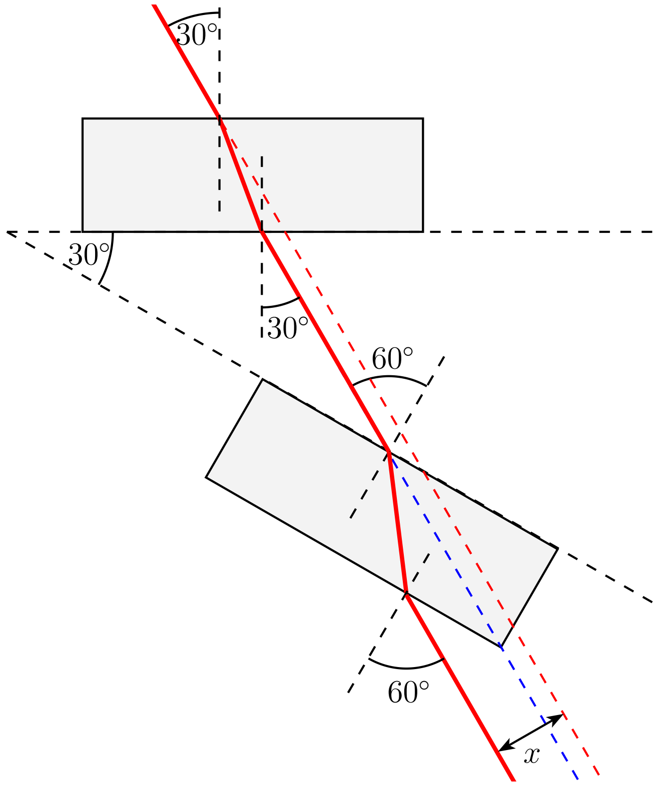
Za izmerjene vrednosti a in b, večje od 30 mm, ter $a > b$ .... (1 točka)

Za pravilno vrednost n v mejah dovoljenega odstopanja pri $\alpha = 60°$ .... (1 točka)

Za pravilno vrednost n v mejah dovoljenega odstopanja pri $\alpha = 75°$ .... (1 točka)

Za pravilno izračunan povprečni lomni količnik stekla $\bar{n}$ .... (1 točka)

(g) Slika kaže pot žarka pri prehodu skozi obe ploščici. Na prvo vpada pod vpadnim kotom $\alpha_1 = 30°$ (podano), na drugo pod vpadnim kotom $\alpha_2 = 60°$ (to je bilo potrebno ugotoviti). Celoten premik žarka x je vsota premikov, ki jih doživi na posamezni ploščici, $x = x_1(30°) + x_2(60°) = 10{,}5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

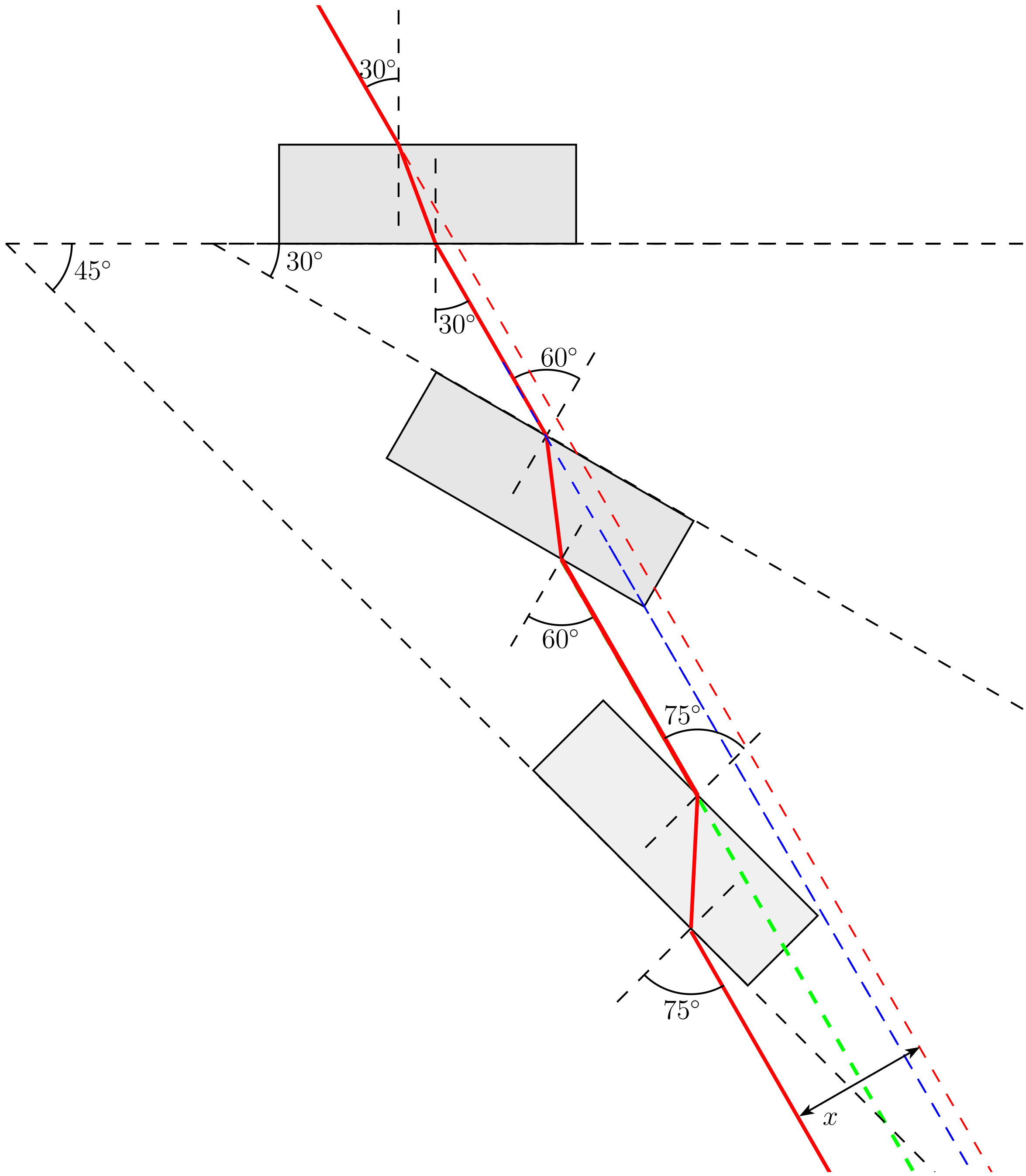


Za pravilno narisano pot žarka (vpadni žarek, žarek v klinasti reži in izstopni žarek so vzporedni, premaknjeni, lom v ploščicah proti vpadni pravokotnici) . . . (1 točka)

Za pravilen premik . . . . (1 točka)

(h) Primer, ko je tretja ploščica zasukana glede na drugo (za $\delta_2 = 15°$) v isto smer kot druga glede na prvo, kaže slika. Žarek se na poti skozi ploščice trikrat premakne; na prvih dveh ploščicah enako kot v primeru (g), na tretji, na katero vpada pod vpadnim kotom $\alpha_3 = 75°$ (kar je bilo potrebno ugotoviti), pa še za $x_3 = 11$ mm. Skupni premik je $x = x_1 + x_2 + x_3 = 21{,}5$ mm $\pm\, 1{,}5$ mm.

V primeru, ko je tretja ploščica zasukana v obratni smeri ($\delta_2 = -15°$), je vpadni kot žarka na tretjo ploščico $\alpha_3 = 45°$. V tem primeru je premik žarka $x_3 = 5{,}0$ mm in je skupni premik $x = 15{,}5$ mm $\pm\, 1{,}5$ mm.



Za pravilna oba premika pri $\delta_2 = 15°$ in $\delta_2 = -15°$ (glede na podatke v lastni razpredelnici pri (b)) ....(3 točke)

Za en pravilen premik pri $\delta_2 = 15°$ ali $\delta_2 = -15°$ .... (2 točki)

(i) Največji kot zasuka δ_2 tretje ploščice glede na prvo je tisti, pri katerem je vpadni kot žarka na tretjo ploščico α_3 največji možen, $90°$. Iz prejšnjih primerov vidimo, kako kot zasuka med ploščicama vpliva na vpadni kot žarka: vpadni kot žarka na naslednjo ploščico α_{i+1} je vsota vpadnega kota na prejšno ploščico α_i in kota med ploščicama δ_i, $\alpha_{i+1} = \alpha_i + \delta_i$, oziroma, za prvo in drugo ploščico $\alpha_2 = \alpha_1 + \delta_1 = 30° + 15° = 45°$, ter za drugo in tretjo ploščico $\alpha_3 = \alpha_2 + \delta_2$. Ko upoštevamo $\alpha_{3,max} = 90°$ in $\alpha_2 = 45°$ vidimo, da je $\delta_{2,max} = 45°$.

Za pravilen odgovor ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **C** največ **23 točk**.

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2013/14

9. razred

Sklop A:

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

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

A1 Pri 40-kratni povečavi je premer d vidnega polja, ki ga vidimo pod mikroskopom, 4 mm, kar je 5-krat toliko kot pri 200-kratni povečavi, ko je premer vidnega polja $0{,}8$ mm. Površina vidnega polja je sorazmerna d^2, kar pomeni, da je pri 40-kratni povečavi 25-krat tolikšna kot pri 200-kratni povečavi. Parameciji so po vsem vidnem polju razporejeni enakomerno, zato jih pri 40-kratni povečavi na 25-krat večjem vidnem polju vidimo 25-krat toliko kot pri 200-kratni povečavi (ko jih vidimo 5); $25 \cdot 5 = 125$.

A2 Ko Manca mirno stoji, sila tal na Manco uravnovesi njeno težo (sila tal je po velikosti enaka teži 410 N). Ko Manca prične dvigovati roke, se premika tudi njeno težišče, pospešeno navzgor. Na začetku dvigovanja rok je sila tal večja od teže, rezultanta obeh sil je usmerjena navzgor. Preden Manca obdrži roke zravnane nad glavo, jih tudi ustavlja. Tedaj se ustavlja tudi Mančino težišče. Med ustavljanjem je pospešek njenega težišča v nasprotni smeri kot je bil pospešek ob začetku dvigovanja rok (je pojemek). Rezultanta sil na Manco kaže medtem, ko Manca roke ustavlja, navzdol. Sila tal je med ustavljanjem rok po velikosti manjša od Mančine teže.

A3 Izračunamo lahko delo, ki ga kolesar opravi pri premagovanju sile zračnega upora na obeh odsekih poti, in to delo delimo s časom, v katerem kolesar določen del poti opravi. Lahko pa vmesni korak izpustimo, če zapišemo

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{s/v} = \frac{F \cdot s \cdot v}{s} = F \cdot v\,.$$

Ko kolesar vozi s hitrostjo $30\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, je moč, s katero premaguje silo zračnega upora 16 N 8-krat tolikšna kot tedaj, ko vozi s hitrostjo $15\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ in premaguje silo zračnega upora 4 N.

A4 Košara balona ima po 10 s od začetka dviganja hitrost $v = a \cdot t = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in je na višini $h = \frac{1}{2}\,a \cdot t^2 = 50$ m. Enako hitrost v smeri navzgor in višino ima tudi vreča peska, ki v tistem trenutku odpade od košare. Od trenutka, ko se vreča odveže, je njeno gibanje navpični met navzgor z začetno hitrostjo $v = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Največjo višino vreča doseže $t_1 = 1$ s zatem, ko se odveže (ko se njena hitrost, ki se zmanjšuje s težnim pospeškom, zmanjša na 0). Do tega trenutka se njena višina poveča še za $\Delta h = \frac{1}{2}\,g \cdot t_1^2 = 5$ m, kar pomeni, da je v najvišji točki na višini $h_1 = 55$ m. S te višine prosto pada proti tlem. Prosti pad traja $t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} = \sqrt{11}$ s $= 3{,}3$ s. Od trenutka, ko se vreča odveže, do trenutka, ko pade na tla, preteče čas $t_1 + t_2 = 4{,}3$ s.

A5 Tasmanija je daleč pod ekvatorjem na južni polobli. Sonce gre tam čez nebo po severni strani. Simon, ki opazuje pot Sonca čez nebo, je zato obrnjen proti severu. Vzhod je na njegovi desni, zahod na levi. Sonce na celi Zemlji vzhaja na vzhodu in se čez dan pomika proti zahodu. Pravilno orientacijo in zaporedje kaže slika (D).

Sklop B:

B1 (a) Iz grafa preberemo, da je hitrost drsalca, ki je od startne črte oddaljen 20 m, $v = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Masa drsalca je $m = 75$ kg, njegova kinetična energija pa je $W_k = \frac{1}{2}\, m \cdot v^2 = 3\,750$ J.

Za pravilno izračunano kinetično energijo drsalca ....(2 točki)

Za pravilno ugotovljeno hitrost drsalca .... (1 točka)

Za pravilno uporabo izraza za W_k .... (1 točka)

(b) Povprečno silo podlage izračunamo iz dela, ki ga ta opravi na drsalcu na poti 20 m od startne črte in ki je enako kinetični energiji drsalca W_k, ko je za 20 m oddaljen od startne črte, $A = W_k = \bar{F} \cdot s$, in

$$\bar{F} = \frac{A}{s} = \frac{W_k}{s} = \frac{3\,750\,\mathrm{J}}{20\,\mathrm{m}} = 187{,}5\,\mathrm{N}.$$

Za pravilno izračunano povprečno silo podlage ....(1 točka)

(c) Sila podlage, ki deluje na drsalca v smeri njegovega gibanja, je reakcija na silo, s katero drsalec deluje na podlago (se od nje odriva). Tretji Newtonov zakon pravi, da sta ti dve sili po velikosti enaki. Drsalec se na prvih 20 m od startne črte od podlage odriva s povprečno silo $187{,}5$ N.

Za pravilno upoštevan 3. Newtonov zakon ....(1 točka)

(d) V razpredelnici so zapisane hitrosti drsalca pri različnih oddaljenostih od startne črte. Dovoljeno odstopanje je $\pm 0{,}1\ \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$.

s [m]	0	2	4	6	8	10	14	20
$v\ \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	0	1,8	3,7	5,5	7,0	8,3	9,4	10,0

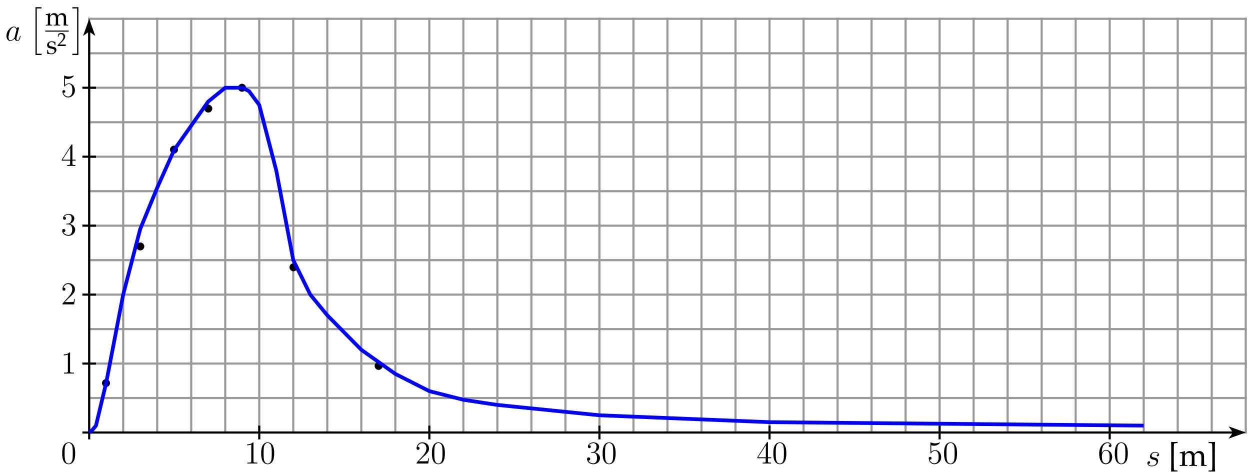
Za vsaj 6 pravilno prebranih vrednosti hitrosti ....(1 točka)

(e) V razpredelnici so izračunane vrednosti Δs, Δv, $\bar{v}$ in a. Dovoljena odstopanja so 0 za Δs, $\pm 0{,}2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ za Δv, $\pm 0{,}1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ za $\bar{v}$ in $\pm 20\,\%$ za a.

od s_1 do s_2 [m]	Δs [m]	$\Delta v\ \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	$\bar{v}\ \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$	$a\ \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right]$
$0 - 2$	2	1,8	0,8	0,72
$2 - 4$	2	1,9	2,8	2,7
$4 - 6$	2	1,8	4,6	4,1
$6 - 8$	2	1,5	6,3	4,7
$8 - 10$	2	1,3	7,7	5,0
$10 - 14$	4	1,1	8,9	2,4
$14 - 20$	6	0,6	9,7	0,97

Za vsaj 6 pravilnih vrednosti Δs .... **(1 točka)**
Za vsaj 5 pravilnih vrednosti Δv .... **(1 točka)**
Za vsaj 5 pravilnih vrednosti $\bar{v}$ .... **(1 točka)**
Za vsaj 5 pravilnih vrednosti a .... **(1 točka)**

(f) Graf, ki kaže, kako se pospešek drsalca spreminja s potjo. Vrednosti pospeška, izračunane pri vprašanju (e), pripišemo poti $\bar{s}$, ki je na sredini ustreznega odseka (primer: za pot od $s_1 = 2$ m do $s_2 = 4$ m je $\bar{s} = 3$ m).



Za pravilen graf v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... **(3 točke)**
Za pravilno obliko grafa pri velikih poteh (pospešek gre proti 0**)** ....(1 točka)
Za pravilno obliko grafa pri poteh iz razpredelnice pri (e) (narašča, doseže največjo vrednost, pada) .... (1 točka)
Za pravilen vnos (lastnih) izračunanih vrednosti v graf .... (1 točka)

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

B2 (a) Upoštevamo, da sta do napetosti 12 V tok skozi posamezno žarnico in napetost na žarnici premo-sorazmerna. Ko je na žarnici napetost 6 V, teče skoznjo tok 300 mA, ko je na njej napetost 1 V pa teče skoznjo tok 50 mA. V vezju so vse 4 žarnice enakovredno vezane. Skupna napetost vira 10 V se porazdeli na dve zaporedno vezani žarnici, kar pomeni, da je na vsaki napetost 5 V in teče skoznjo tok 250 mA, skupni tok skozi vir je vsota tokov skozi obe veji, torej 500 mA.

I_A [mA]	I_B [mA]	I_v [mA]
250 mA	250 mA	500 mA

Za pravilno določene tokove .... **(1 točka)**

(b) Ker so vse žarnice enake, dodatna povezava ne spremeni ničesar, tokovi so enaki kot v primeru (a). Med priključkoma dodane povezave ni napetosti in tok po njej ne teče.

I_A [mA]	I_B [mA]	I_v [mA]
250 mA	250 mA	500 mA

Za pravilno določene tokove .... **(1 točka)**

(c) Če v povezavo, dodano pri (b) in skozi katero tok ne teče, vežemo žarnico, na njej ni napetosti in skoznjo tok ne teče. Tokovi skozi žarnici A in B ter skozi vir so enaki kot v primerih (a) in (b).

I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_v [mA]
250 mA	250 mA	0	500 mA

Za pravilno določene tokove .... **(2 točki)**

Za pravilno ugotovitev, da je tok $I_C = 0$ .... (1 točka)

(d) Žarnica C je sama vezana vzporedno dvema vejama, v katerih sta po dve žarnici, zato je na napetost na žarnici C dvakrat tolikšna kot je napetost na posamezni od ostalih žarnic. Tudi tok skoznjo je dvakrat tolikšen kot je tok skozi posamezno vzporedno vejo. Tok skozi vir je vsota tokov skozi vse tri veje (in žarnice A, B in C).

I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_v [mA]
250 mA	250 mA	500 mA	1000 mA

Za pravilno določene tokove .... **(2 točki)**

Za pravilno ugotovitev, da je tok $I_C = 2 \cdot I_A$ .... (1 točka)

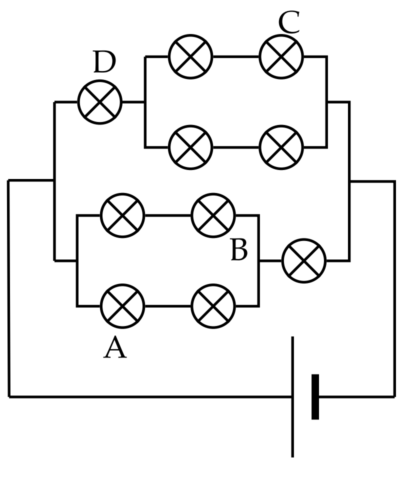
(e) V tem primeru je vezje preprosto, štiri enakovredne veje z dvema zaporedno vezanima žarnicama. Tok skozi vir $I_v = 4 \cdot I_A$.

I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_v [mA]
250 mA	250 mA	250mA	1000 mA

Za pravilno določene tokove .... **(2 točki)**

Za pravilno ugotovitev, da velja $I_A = I_B = I_C$ ....(1 točka)

(f) Isto vezje lahko narišemo tudi tako:

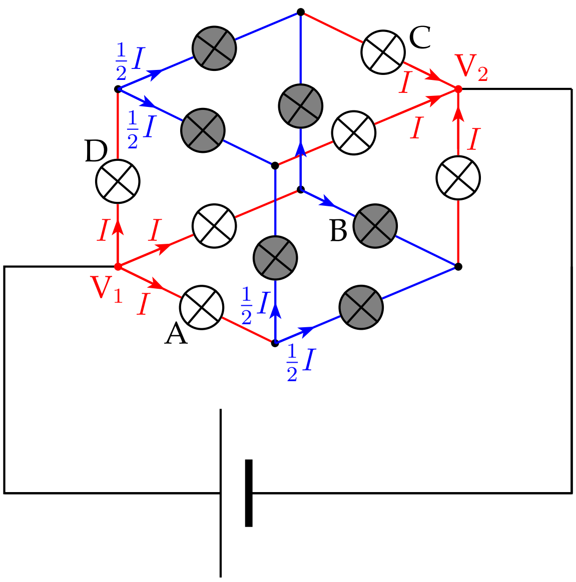


Veji s po 5-imi žarnicami sta enaki, po obeh teče enak tok. Skozi žarnico D teče dvakrat tolikšen tok kot skozi žarnice A, B in C, in tudi napetost na žarnici D, U_D je dvakrat tolikšna kot je napetost na žarnicah A, B in C, $U_D = 2 \cdot U_C$. Obenem velja $U_D + 2 \cdot U_C = 4 \cdot U_C = 10$ V. Torej je $U_C = U_A = U_B = 2{,}5$ V, skozi žarnice A, B in C teče tok $2{,}5 \cdot 50$ mA $= 125$ mA, skozi žarnico D pa tok 250 mA.

I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_D [mA]	I_v [mA]
125 mA	125mA	125mA	250mA	500 mA

Za pravilno določene tokove .... **(3 točke)**
Za pravilno ugotovitev, da velja $I_A = I_B = I_C$ .... (1 točka)
Za pravilno ugotovitev, da velja $I_D = 2 \cdot I_C$ .... (1 točka)
Za pravilno ugotovitev, da velja $I_v = 2 \cdot I_D$ .... (1 točka)

(g) V tem vezju sta vozlišči V_1 in V_2 v nasprotnih krajiščih telesne diagonale kocke, pri kateri so v vseh robovih vezane enake žarnice. To vezje ima precejšnjo simetrijo. Žarnice, obarvane sivo, so med seboj enakovredne (postavljene so simetrično glede na vozlišči V_1 in V_2), na vseh je enaka napetost (med njimi je tudi žarnica B). Med seboj so enakovredne tudi preostale žarnice (med njimi so žarnice A, C in D). Skozi sivo obarvane žarnice teče polovica toka I, ki teče skozi svetle žarnice. Denimo, da je napetost na sivo obarvanih žarnicah U_1, potem je napetost na svetlih žarnicah $2 \cdot U_1$. Izberemo si pot, po kateri gremo iz vozlišča V_1 do vozlišča V_2, najprej skozi svetlo žarnico, potem skozi sivo, in spet skozi svetlo. Seštejemo napetosti na žarnicah $2 \cdot U_1 + U_1 + 2 \cdot U_1 = 10$ V, od tu dobimo $U_1 = 2$ V. Skozi sive žarnice teče tok 100 mA, skozi svetle pa 200 mA.



I_A [mA]	I_B [mA]	I_C [mA]	I_D [mA]	I_v [mA]
200 mA	100 mA	200mA	200mA	600 mA

Za pravilno določene tokove .... **(2 točki)**
Za pravilno ugotovitev, da velja $I_A = I_C = I_D$ **in** $I_A \neq I_A$ .... (1 točka)

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

Sklop C:

C (a) Masi valjev sta $m_{les} = 62\ \mathrm{g} \pm 5\ \mathrm{g}$ in $m_{kov} = 101\ \mathrm{g} \pm 1\ \mathrm{g}$, torej sta njuni teži $F_{g,les} = 0{,}62\ \mathrm{N}$ $\pm 0{,}05\ \mathrm{N}$ in $F_{g,kov} = 1{,}01\ \mathrm{N} \pm 0{,}01\ \mathrm{N}$.

Za pravilno določeni teži .... **(2 točki)**

Za pravilno določeno težo posameznega valja .... (1 točka)

Za pravilno določeni masi obeh valjev .... (1 točka)

(b) Na vzmet obesimo vsakega od valjev posamezno in oba skupaj. Rezultati meritev **raztezkov** vzmeti so zapisani v razpredelnici. Dovoljeno odstopanje je pri rezultatih meritev raztezkov $x \pm 4$ mm.

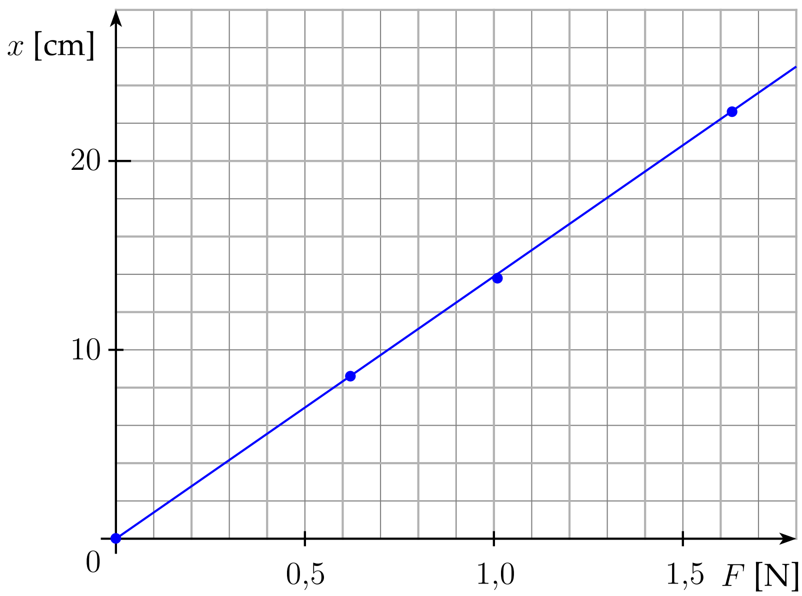
F [N]	x [cm]
0	0
0,62	8,6
1,01	13,8
1,63	22,6

Za vse pravilne meritve .... **(3 točke)**

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

Za tri (pravilne) meritve dolžine vzmeti (in ne raztezkov) .... (1 točka)

(c) Meritve, opravljene pri vprašanju (b), vnesemo v graf.



Koeficient vzmeti je

$$k = \frac{F}{x} = \frac{1{,}8\ \mathrm{N}}{25\ \mathrm{cm}} = 7{,}2\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}, \pm 0{,}2\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} = 0{,}072\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}, \pm 0{,}002\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}\,.$$

Za pravilen graf v celoti (tudi oznake osi, količini, enoti, skali) .... **(2 točki)**

Za pravilno obliko grafa (premo-sorazmerje) .... (1 točka)

Za pravilno izračunano konstanto vzmeti .... **(1 točka)**

(d) Ko na vzmeti obešeni kovinski valj v celoti potopimo v vodo, je raztezek vzmeti manjši od raztezka, ko valj visi v zraku, ker je sila, s katero potopljen valj napenja vzmet, manjša od teže valja za silo vzgona. Izmerimo raztezek vzmeti, ko je kovinski valj v celoti potopljen v vodo in dobimo $x = 8{,}9$ cm $\pm 0{,}4$ cm. Iz grafa pri (c) preberemo (ali izračunamo iz Hookovega zakona s koeficientom vzmeti k), da tak raztezek ustreza sili $F_{vzm} = k \cdot x = 0{,}64$ N.

Za velikosti sil velja $F_{g,kov} = F_{vzg,kov} + F_{vzm}$ in

$$F_{vzg,kov} = F_{g,kov} - F_{vzm} = 1{,}01\,\mathrm{N} - 0{,}64\,\mathrm{N} = 0{,}37\,\mathrm{N} \pm 0{,}03\,\mathrm{N}\,.$$

Pri merjenju sile vzmeti na potopljen valj pri tem in vseh naslednjih nalogah pazimo, da valj ne sede na dno.

Za pravilno izračunano silo vzgona .... (3 točke)

Za pravilno izmerjen raztezek vzmeti, ko je valj v celoti potopljen .... (1 točka)

Za pravilno izračunano silo vzmeti iz raztezka, ko je valj v celoti potopljen (1 točka)

Za pravilno upoštevanje ravnovesja sil na valj (teže valja, vzgona in sile vzmeti) ...
.... (1 točka)

(e) Sila vzgona je po velikosti enaka teži izpodrinjene tekočine. Kovinski valj izpodrine vodo s težo $0{,}37$ N, kar ustreza 37 cm^3 $= 37$ ml vode (teža 1 litra vode je 10 N). Prostornina izpodrinjene vode je enaka prostornini valja, $V_{kov} = 37$ cm^3 $\pm$ 3 cm^3.

Za pravilno določeno prostornino valja iz rezultatov meritev sile vzgona .. (2 točki)

Za pravilno določeno prostornino valja, kjer ni očitno, da je tekmovalec to naredil iz rezultatov meritev sile vzgona .... (1 točka)

Za pravilno upoštevanje da je sila vzgona enaka teži izpodrinjene vode ... (1 točka)

(f) Gostota kovine, iz katere je narejen valj, je

$$\rho_{kov} = \frac{m_{kov}}{V_{kov}} = \frac{101\,\mathrm{g}}{37\,\mathrm{cm}^3} = 2{,}7\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm\ 0{,}2\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 2\,700\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \pm\ 200\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}.$$

V razpredelnici gostot (na dovoljenem listu s fizikalnimi obrazci) najdemo kovino s tolikšno gostoto, aluminij.

Za pravilno izračunano gostoto kovine .... (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da je kovina aluminij .... (1 točka)

(g) Da lahko določimo gostoto lesenega valja, potrebujemo podatek o njegovi prostornini (maso že poznamo iz (a)). Postopamo podobno kot pri kovinskem valju, s to razliko, da hkrati v vodo potapljamo oba valja: leseni valj se sam ne bi potopil pod gladino vode, zato ga obtežimo s kovinskim. Pri računih upoštevamo, da je sila vzmeti, ko sta pod gladino potopljena oba valja, zmanjšana za sili vzgona na oba valja.

Ko sta pod gladino vode potopljena oba valja, je raztezek vzmeti $x = 6{,}1$ cm $\pm\,0{,}4$ cm. Tak raztezek ustreza sili vzmeti $F_{vzm} = k \cdot x = 0{,}44$ N.

Ko sta v celoti v vodo potopljena oba valja, lahko za velikosti sil zapišemo $F_{vzm} + F_{vzg,les} + F_{vzg,kov} = F_{g,les} + F_{g,kov}$ in od tu izrazimo silo vzgona na lesen valj $F_{vzg,les}$,

$$F_{vzg,les} = F_{g,les} + F_{g,kov} - F_{vzm} - F_{vzg,kov} = 0{,}62\,\mathrm{N} + 1{,}01\,\mathrm{N} - 0{,}44\,\mathrm{N} - 0{,}37\,\mathrm{N} = 0{,}82\,\mathrm{N}\,.$$

Sila vzgona na potopljen lesen valj je po velikosti enaka teži izpodrinjene vode. Lesen valj izpodrine $82\ \mathrm{cm}^3 \pm 4\ \mathrm{cm}^3$ vode, njegova prostornina je $V_{les} = 82\ \mathrm{cm}^3 \pm 4\ \mathrm{cm}^3$. Gostota lesa, iz katerega je narejen valj, je

$$\rho_{les} = \frac{m_{les}}{V_{les}} = \frac{62\,\mathrm{g}}{82\,\mathrm{cm}^3} = 0{,}76\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} \pm 0{,}04\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 760\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \pm 40\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}.$$

Za pravilno izmerjeno gostoto lesa .... **(4 točke)**

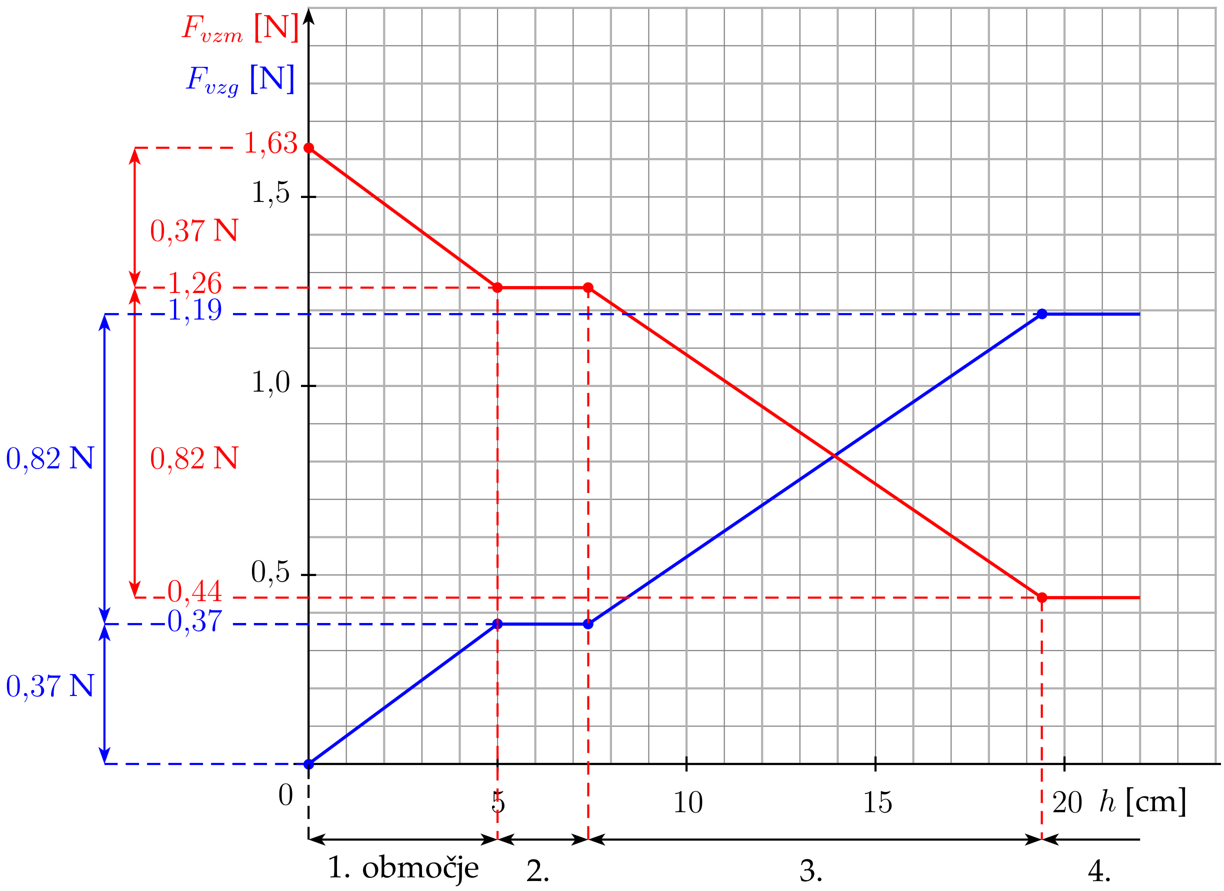
Za pravilno izmerjen raztezek vzmeti, ko sta pod gladino v celoti potopljena oba valja in določitev sile vzmeti .... (1 točka)

Za pravilen zapis ravnovesja sil (na oba valja skupaj ali na lesen valj) ..... (1 točka)

Za pravilno določeno silo vzgona na lesen valj .... (1 točka)

Za pravilno določeno prostornino lesenega valja iz rezultatov meritev sile vzgona ter pravilen račun gostote lesa .... (1 točka)

(h) Graf, narisan z rdečo, kaže, kako se z globino spodnje ploskve spodnjega (kovinskega) valja spreminja sila vzmeti F_{vzm}, graf, narisan z modro pa kaže, kako se z globino spodnje ploskve spodnjega valja spreminja skupna sila vzgona na oba valja F_{vzg}. V 1. območju je lesen valj v zraku, kovinski je delno potopljen. V 2. območju je kovinski valj v celoti potopljen, lesen valj je v celoti v zraku. V 3. območju je tudi lesen valj delno potopljen. V 4. območju sta v celoti potopljena oba valja.



Za pravilna grafa v celoti (tudi oznake osi, količine, enoti, skali) .... **(6 točk)**

Za linearno spreminjanje obeh sil v 1. in 3. območju, kjer se sili spreminjata (1 točka)

Za enake strmine na vseh (ne-vodoravnih) linearnih odsekih (1. in 3. območje) (1 točka)

Za vodoravna odseka pri obeh silah v 2. območju . . . . (1 točka)

Za razvidno upoštevanje ravnovesja sil na grafu ($F_{vzm} + F_{vzg} = konst = F_{g,kov} + F_{g,les}$**)** . . . . (1 točka)

Za pravilno tendenco spreminjanja sil; sila vzmeti F_{vzm} **se z naraščanjem** h **zmanjšuje, sila vzgona** F_{vzg} **pa povečuje** . . . . (1 točka)

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