**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, 8. april 2017

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

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

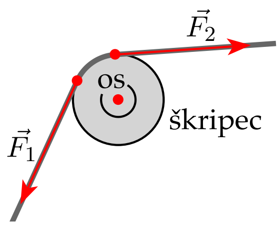
Pozorno preberi besedilo naloge in po potrebi nariši skico. V sklopu A obkroži črko pred pravilnim odgovorom in jo vpiši v levo preglednico (zgoraj). Pravilen odgovor se točkuje z 2 točkama, nepravilen odgovor ali več odgovorov z **1 negativno točko**, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Naloge v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

Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

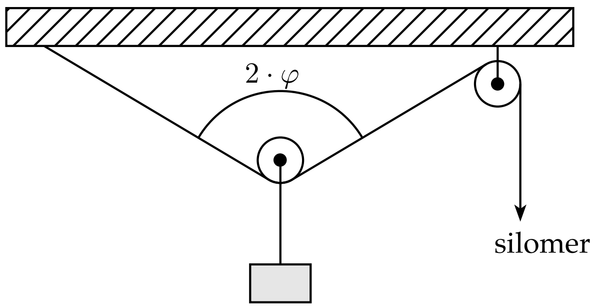
A1 Potapljač Bojan se lepega sončnega dne ob 13. uri dviga iz temnih globin proti gladini popolnoma mirnega morja. Nekaj metrov pod gladino se ustavi. Na stalni globini plava hrbtno in gleda navzgor proti gladini. Na gladini vidi svetel krog s polmerom $5{,}0$ m. Mejni kot za popolni odboj svetlobe na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

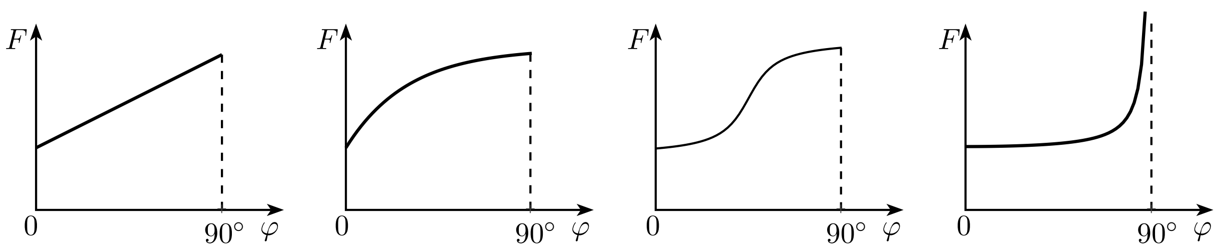
(A) $4{,}3$ m **(B)** $5{,}0$ m **(C)** $5{,}8$ m **(D)** $10{,}1$ m

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



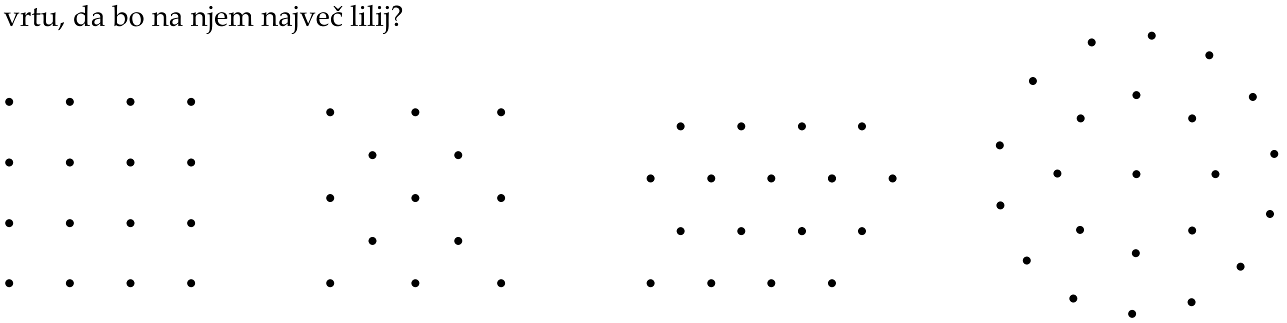
Na vrvico obesimo utež preko gibljivega škripca, kot kaže slika. Kateri graf pravilno kaže, kako je sila, ki v ravnovesju napenja vrvico, odvisna od kota φ?





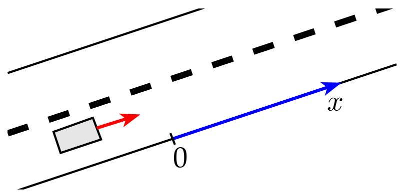
(A) **(B)** **(C)** **(D)**

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



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

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



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

Kolikšna sta parametra v in x_0?

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

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

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

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

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

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

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

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

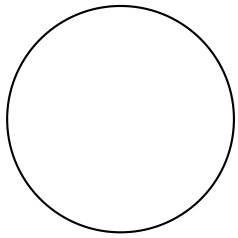
B1 Janez je kupil žogo, na kateri lahko sedi. Ko žogo napihne, je v njej stlačen zrak pri tlaku p. Upoštevaj, da je povsod v žogi tlak zraka p enak in da zrak pritiska enako v vse smeri. Maso gumijastega plašča žoge zanemari.

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

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

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

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



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

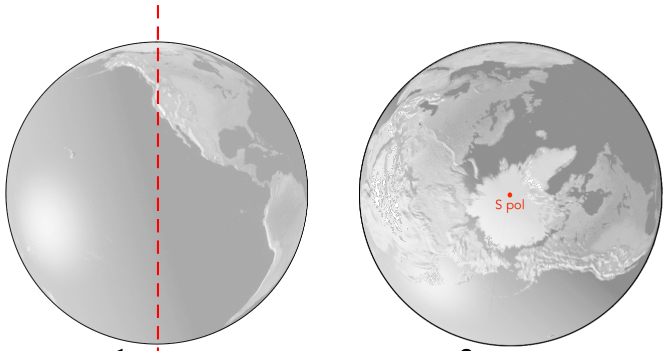
(f) Janezu se zdi, da je žoga premalo napihnjena. Vanjo s tlačilko spravi še toliko zraka, da se polmer okroglega odtisa, ki ga žoga naredi na vodoravnih tleh, ko Janez znova sede nanjo, zmanjša na $\frac{2}{3}$ prejšnjega polmera. Kolikšen je tlak v žogi? 2

Σ B1

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

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

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



a.1 a.2

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

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

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

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

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

Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

8. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

C – eksperimentalna naloga: SESTAVA KOVANCA IN ZLITINE

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

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

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

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

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

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

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

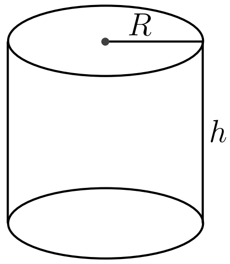
Izmeri premer in debelino kovanca v milimetrih na **desetinko milimetra** natančno. 2

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

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

Ploščino kroga s polmerom R podaja obrazec

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



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

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

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

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

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

(d) Primerjaj izmerjeni povprečni gostoti ρ_1 in ρ_2: katera je natančnejša? Na kratko utemelji. 2

(e) Kovanec je iz dveh zlitin. V sredini je manjši valj iz medenine, zunanji kolobar pa je iz zlitine CuNi. Ugotovi, kolikšno je razmerje med prostorninama V_m in V_{CuNi} medenine in zlitine CuNi v kovancu za 2 evra. Kolikšni sta prostornini V_m in V_{CuNi}? 3

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

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

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

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

Gostoto bakra poišči na listu s formulami. Gostota niklja je $8908\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. V zlitini CuNi sta masna deleža bakra in niklja 75% (baker) in 25% (nikelj). Kolikšna je gostota zlitine CuNi ρ_{CuNi} v kovancu v enotah $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$? 1

Kolikšni sta masi m_m in m_{CuNi} medenine in zlitine CuNi v kovancu? 2

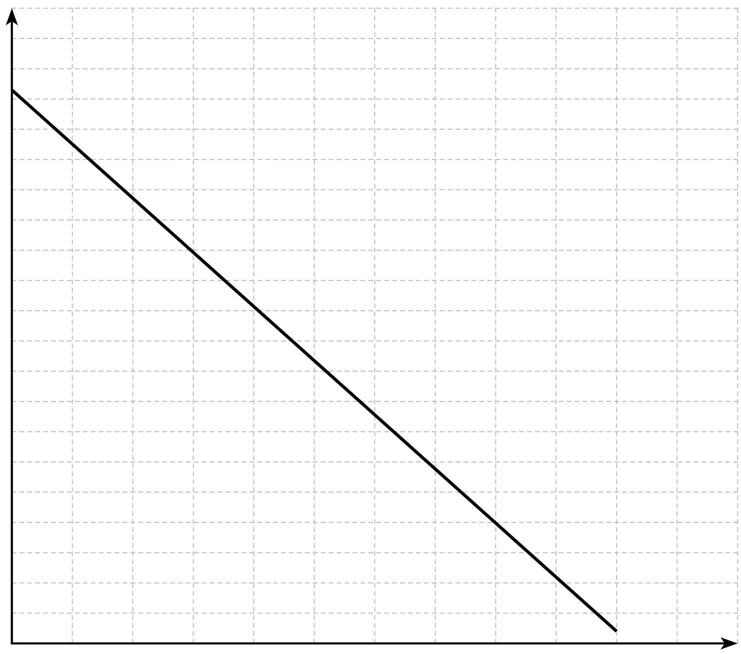
Kolikšna je gostota medenine ρ_m v kovancu za 2 evra? 2

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

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

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

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



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

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

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

A1	A2	A3	A4	A5

B1	B2

C

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

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

Želimo ti veliko uspeha pri reševanju nalog!

A1 Po postanku na cestninski postaji dva avtomobila speljeta sočasno v isti smeri po sosednjih pasovih. Oba se gibljeta enakomerno pospešeno. Pospešek prvega avta je 4-krat tolikšen kot pospešek drugega avta. Kaj velja za hitrosti obeh avtomobilov v trenutkih, ko sta (najprej prvi, potem pa še drugi) 100 m naprej od cestninske postaje?

(**A**) Hitrosti avtomobilov sta enaki.

(**B**) Hitrost prvega avtomobila je 2-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.

(**C**) Hitrost prvega avtomobila je 4-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.

(**D**) Hitrost prvega avtomobila je 16-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.

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

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

kjer je σ Stefanova konstanta. Katero enoto ima σ?

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

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

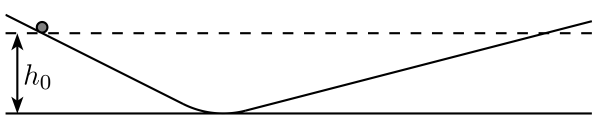
(**A**) Delo sile zračnega upora je enako spremembi kinetične energije žogice.

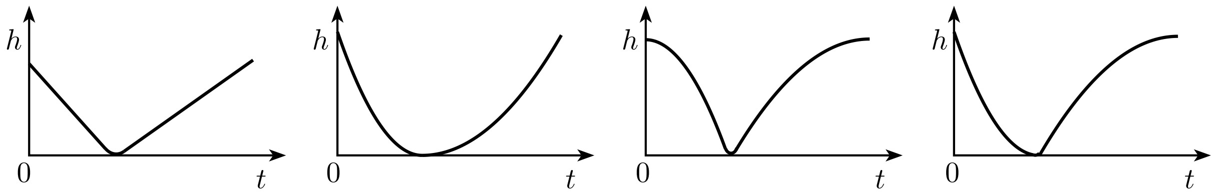
(**B**) Delo sile zračnega upora je enako spremembi vsote kinetične in potencialne energije žogice.

(**C**) Delo sile teže je enako spremembi kinetične energije žogice.

(**D**) Delo sile teže je enako spremembi vsote kinetične in potencialne energije žogice.

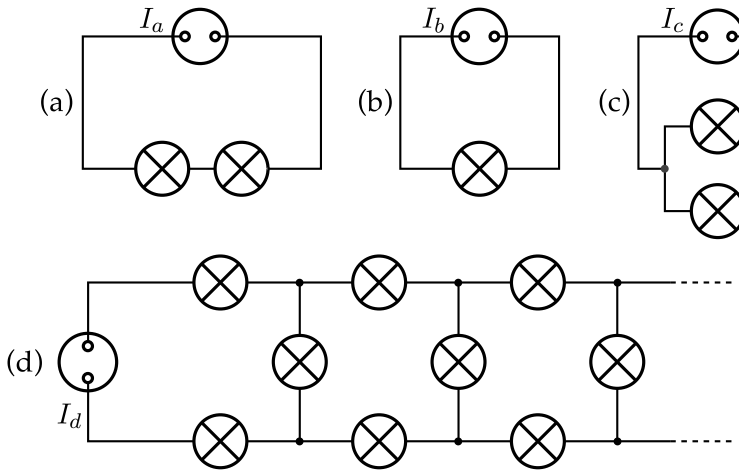
A4 Koščkek ledu spustimo po klancu, ki se najprej spušča, potem pa dviga, kot kaže slika, z začetne višine h_0, na kateri košček miruje. Prehod na dnu klanca je kratek in gladek. Upor in trenje lahko zanemarimo. Kateri graf pravilno kaže, kako se višina, na kateri je košček ledu, merjeno od dna klanca,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





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

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



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

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

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

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

V sklopu B rezultat dvakrat podčrtaj.

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

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

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

2

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

2

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

3

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

2

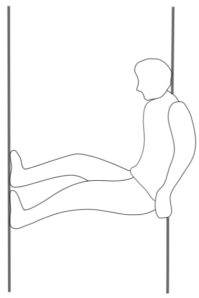
(e) Tarčo prestavimo 10 cm višje. Strelec vrže puščico za pikado pod kotom z začetne višine $h_0 = 1{,}8$ m. Komponenta začetne hitrosti puščice v vodoravni smeri (naravnost proti tarči) je $8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, komponenta začetne hitrosti v navpični smeri pa je tolikšna, da puščica tarčo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

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

3

Σ B1

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



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

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

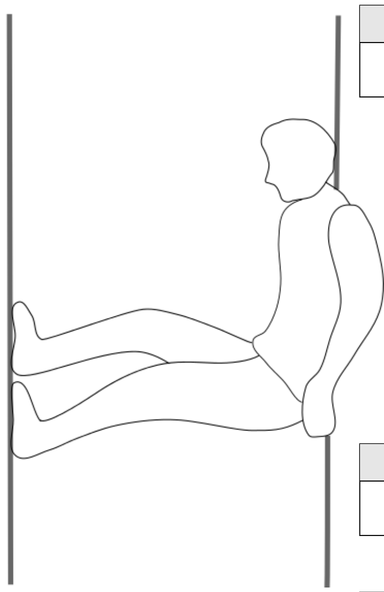
(b) Kolikšna je vsota sile lepenja, s katero stena deluje na njegove čevlje, in sile lepenja, s katero nasprotna stena deluje na njegov hrbet? 1

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

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

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

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



Σ B2

Prilepi nalepko s šifro

Tekmovanje iz fizike za zlato Stefanovo priznanje

9. razred

Državno tekmovanje, 8. april 2017

C – eksperimentalna naloga: KARAKTERISTIKA IN MOČ ŽARNICE

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

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

Oznaka multimetra: (zapiši jo)	

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

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

Za reševanje te naloge imaš na voljo 80 minut.

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

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

8

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

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

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

1

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

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

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

1

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

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

(d) Uporabi vrednosti, izmerjene pri (a), dodaj še točko pri $U = 0$ ter v koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako sta med seboj povezana napetost na žarnici U in tok I skoznjo. Graf imenujemo *karakteristika žarnice*. 2

(e) Uporabi vrednosti, izračunane pri (a), in v koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako je upor žarnice $R_{\otimes}$ odvisen od napetosti na žarnici. 2

(f) Na navoju žarnice sta zapisana podatka o *nazivni napetosti* U_n in *nazivnem toku* I_n, ki pri U_n teče skozi žarnico. Izračunaj *nazivno moč* P_n žarnice. 1

(g) Uporabi vrednosti, izračunane pri (a), dodaj še točki pri $U = 0$ in U_n ter v koordinatni sistem nariši graf, ki kaže, kako se s tokom I, ki teče skozi žarnico, spreminja moč $P_{\otimes}$, ki jo prejema žarnica. 2

(h) Skiciraj shemo vezave s 3 žarnicami, pri kateri se baterija **najpočasneje** izprazni. Žarnice na shemi označi z Ž$_1$, Ž$_2$ in Ž$_3$. Žarnice poveži po shemi in izmeri tokove skozi posamezne žarnice ter napetosti na posameznih žarnicah in bateriji ter izračunaj moči baterije in žarnic. Izmerjene in izračunane vrednosti zapiši v tabelo.

2

element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
Ž$_1$			
Ž$_2$			
Ž$_3$			
baterija			

(i) Skiciraj shemo vezave z 2 žarnicama, pri kateri se baterija **najhitreje** izprazni. Žarnici na shemi označi z Ž$_1$ in Ž$_2$. Žarnici poveži po shemi in izmeri tokova skozi posamezni žarnici ter napetosti na posameznih žarnicah in bateriji ter izračunaj moči baterije in žarnic. Izmerjene in izračunane vrednosti zapiši v tabelo.

2

element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
Ž$_1$			
Ž$_2$			
baterija			

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

1

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

3

(i)

(ii)

(iii)

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

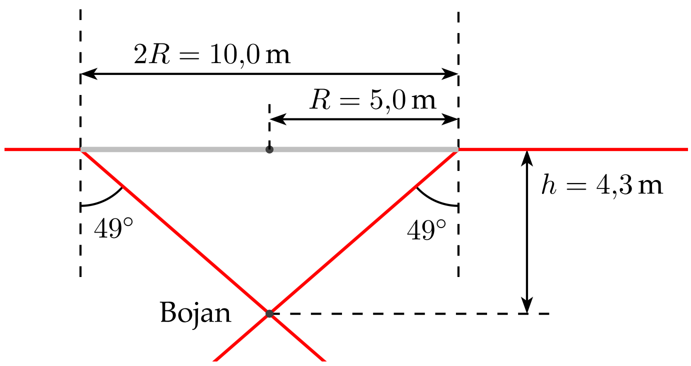
8. razred

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

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

A1	A2	A3	A4	A5
A	D	C	B	A

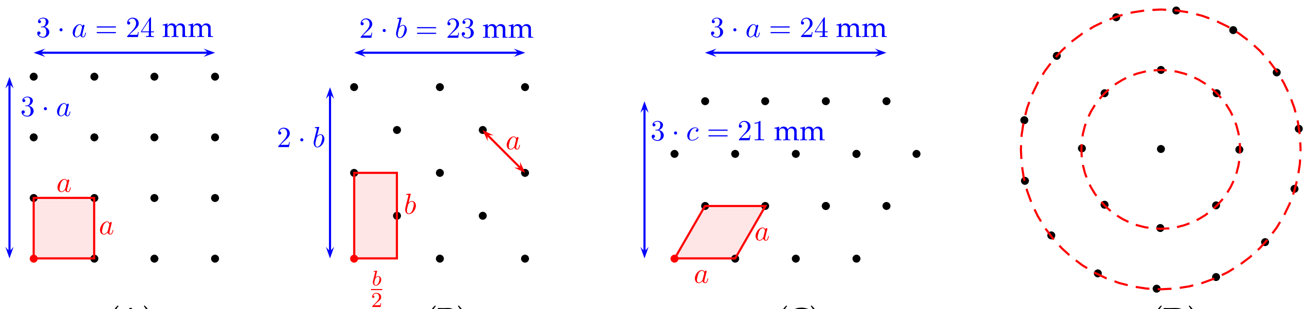
A1 Ko Bojan izpod morske gladine gleda proti gladini, do njega iznad gladine prihaja svetloba, ki prehaja iz zraka v vodo v svetlem krogu nad Bojanom. Ta snop svetlobe je omejen z žarki, za katere je lomni kot največji možen; to pa je 49°. Narišemo gladino in premer svetlega kroga v merilu (v teh rešitvah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



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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Za pravilni k .... (1 točka)

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

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

Od tod izrazimo tlak p_1,

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

Za pravilni odgovor .... (1 točka)

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

Za pravilni odgovor .... (2 točki)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

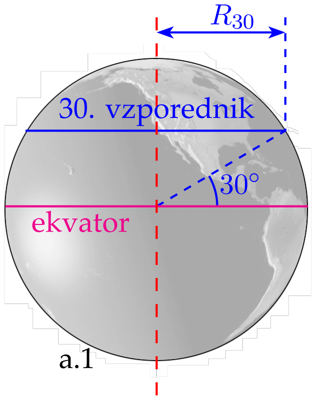
$$\Delta p = \frac{F_g}{S_1} = \frac{852\,\mathrm{N}}{0{,}0314\,\mathrm{m}^2} = 27\,134\,\mathrm{Pa} \approx 0{,}27\,\mathrm{bar}\,.$$

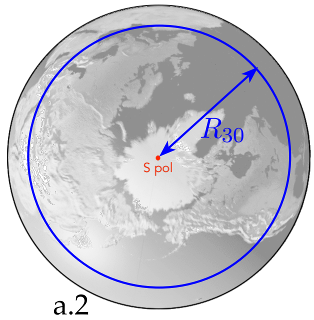
V žogi je potem, ko jo Janez dodatno napihne in sede nanjo, tlak $p_2 = p_0 + \Delta p = 1{,}27$ bar.

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

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

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





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

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

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

Za pravilno merilo .... (1 točka)

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

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

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

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

Obseg Zemlje po 30. vzporedniku meri

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Maribor pluje s hitrostjo

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

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

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

in izrazimo hitrost ladje Maribor,

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

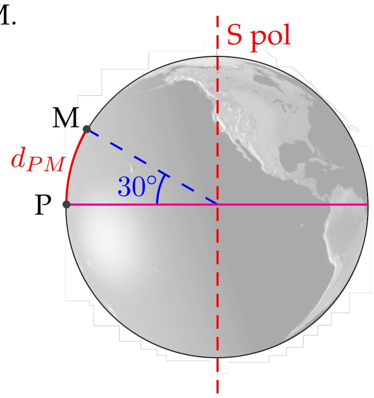
Za pravilno hitrost v_M .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje istega časa plovbe in/ali različne povprečne širine časovnega pasu na različnih zemljepisnih širinah .... (1 točka)

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

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

Pohorje prepluje razdaljo d_{PM} v času

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



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

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

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Izračunamo povprečno gostoto kovanca,

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

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

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

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

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

Izračunamo povprečno gostoto kovanca,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

in dobimo

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

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

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

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

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

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

Masa kolobarja iz zlitine CuNi je

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

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

Masa notranjega valja iz medenine je

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

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

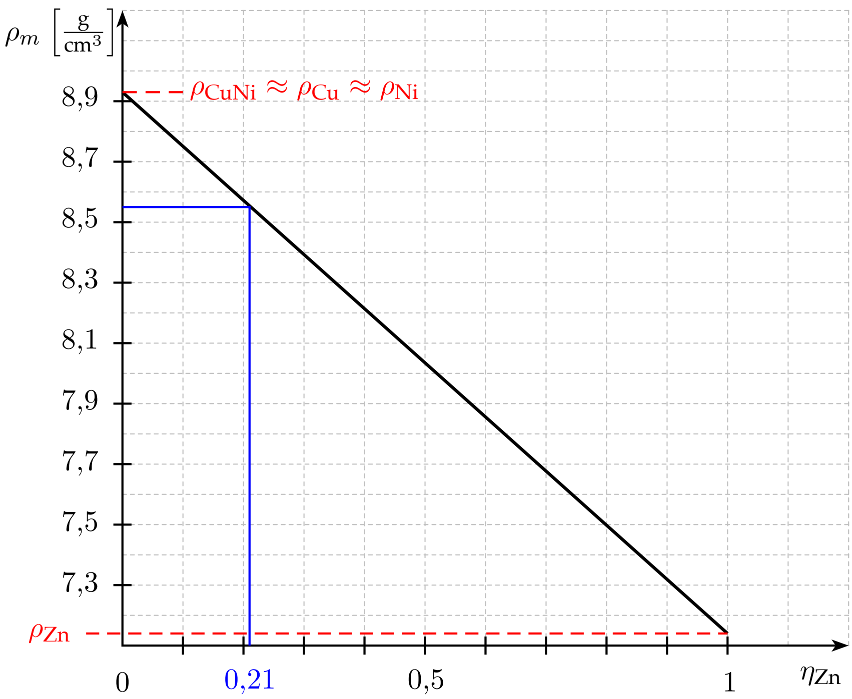
Gostota medenine v kovancu je

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

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

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

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



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

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

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

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

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

9. razred

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

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

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

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

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot a_2 \cdot s} = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot a_2 \cdot s} = 2 \cdot v_2 \,.$$

Hitrost prvega avtomobila je 2-krat tolikšna kot hitrost drugega avtomobila.

A2 Iz Stefanovega zakona izrazimo Stefanovo konstanto σ, izpišemo enote za količine v izrazu za σ in upoštevamo definicijo W,

$$\sigma = \frac{j}{T^4} \quad \longrightarrow \quad \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2 \cdot K^4} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{m}^2 \cdot K^4}$$

A3 Zapišimo, kaj manjka ali kaj je odveč v nepravilnih izjavah.

(A) Sprememba kinetične energije žogice je enaka delu vseh zunanjih sil. K zunanjim silam, ki delujejo na žogico, sodi poleg zračnega upora tudi teža.

(C) Če na žogico ne delujejo druge zunanje sile, kot teža, je delo teže enako spremembi W_k žogice. A na to žogico deluje poleg teže tudi upor.

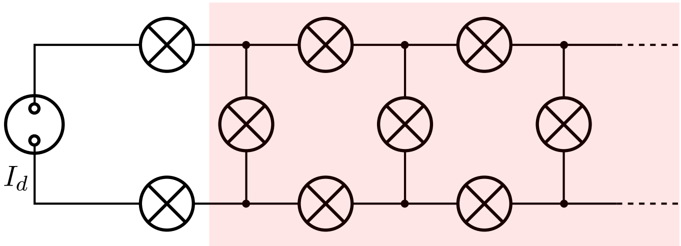
(D) Delo sile teže je (vedno) enako **negativni** spremembi potencialne energije.

Pravilna je izjava (B). Izrek o W_k in W_p pravi, da je delo vseh zunanjih sil razen teže enako spremembi vsote $W_k + W_p$. Edina zunanja sila, ki deluje na padajočo žogico poleg teže, je sila zračnega upora.

A4 Košček ledu se potem, ko ga spustimo, najprej giblje enakomerno pospešeno, od dna klanca na nasprotni breg pa enakomerno pojemajoče. Višina, na kateri je košček ledu, se s časom spreminja, kot kaže graf na sliki (C).

A5 Za tokove v vezjih (a), (b) in (c) velja $I_a < I_b < I_c$. Tok I_d je še manjši od toka I_a, ker sta v vezju (d) podobno kot v vezju (a) vezani dve žarnici zaporedno, poleg tega pa je v vezju (d) **zaporedno** s tema dvema žarnicama priključena še kombinacija zaporedno/vzporedno vezanih žarnic, na sliki obkrožena z rdečo. Ko v vezje dodamo porabnik (ali kombinacijo porabnikov) zaporedno, se tok skozi vir zmanjša.

(d)



B1 (a) Upoštevamo, da lahko vodoravni met obravnavamo kot sestavljeno gibanje. Z višine $h_0 = 1{,}8$ m puščica do tal pada in prav toliko časa leti s hitrostjo $v_0 = 8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ tudi v vodoravni smeri čas

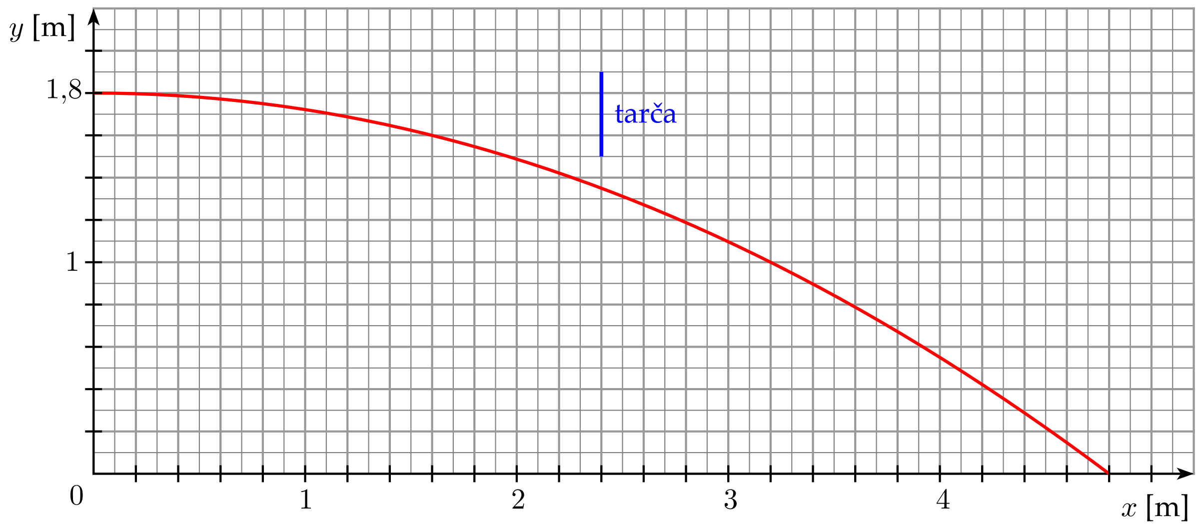
$$t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}8\,\text{m} \cdot \text{s}^2}{10\,\text{m}}} = 0{,}6\,\text{s}\,.$$

V tem času se v vodoravni smeri premakne za

$$d_0 = v_0 \cdot t_0 = 8\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}6\,\text{s} = 4{,}8\,\text{m}\,.$$

Za pravilen čas leta .... (1 točka)
Za pravilno razdaljo .... (1 točka)

(b) V koordinatnem sistemu je prikazan graf $y(x)$, ki kaže tir gibanja puščice za pikado.



Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enote, skale) .... (2 točki)
Za pravilno parabolično obliko grafa in oznake osi, količine, enote, skale .... (1 točka)

(c) Tarča je od strelca oddaljena $d_1 = 2{,}4$ m, kar je ravno polovica razdalje d_0. Lega tarče je označena v koordinatnem sistemu pri (b). Puščica leti do tarče (ali stene) čas t_1, ki je polovica časa t_0; $t_1 = 0{,}3$ s. V tem času puščica pade v navpični smeri za

$$\Delta y_0 = \frac{1}{2}\,g \cdot t_1 = \frac{1}{2} \cdot 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}3\,\text{s} = 0{,}45\,\text{m} = 45\,\text{cm}\,.$$

Središče tarče je na višini 1,7 m nad tlemi, spodnji rob tarče, ki ima premer 40 cm, je na višini 1,5 m nad tlemi. To je 30 cm nižje od višine, s katere je strelec vrgel puščico. Puščica zgreši spodnji rob tarče za 15 cm, sredino tarče pa za 35 cm.

Za pravilno vrisano tarčo .... (1 točka)
Za pravilno razdaljo od središča tarče (35 cm) .... (2 točki)
Za pravilen čas leta in pravilen Δy_0 .... (1 točka)

(d) Sredinski krog na tarči ima premer 4 cm. Zgornji rob sredinskega kroga je za $\Delta y_1 = 8$ cm nižje od višine h_0, s katere strelec vrže puščico, spodnji rob sredinskega kroga pa je za $\Delta y_2 = 12$ cm nižje od višine h_0. V dvem mejnih primerih, ko puščica zadene zgornji ali spodnji rob sredinskega kroga, pade med letom za najmanj Δy_1 in največ za Δy_2. Čas padanja je v obeh primerih podan z

$$t_{1,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta y_{1,2}}{g}} \, .$$

Obenem mora v tem istem času (v enem ali drugem primeru) puščica preleteti tudi vodoravno razdaljo d_1. Mejni hitrosti, s katerima se giblje puščica v vodoravni smeri, sta

$$v_{1,2} = \frac{d_1}{t_{1,2}} = d_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta y_{1,2}}{g}} \, .$$

Vstavimo podatke za Δy_1 in Δy_2 v obeh mejnih primerih in izračunamo, da sta mejni hitrosti puščice (največja in najmanjša) pri metu v vodravni smeri enaki $v_1 = 19{,}0 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in $v_1 = 15{,}5 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Za pravilni obe hitrosti .... (2 točki)

Za pravilen izraz o času leta .... (1 točka)

(e) Kot je opisano pri vprašanju, strelec vrže puščico z višine h_0, in ker je tarča prestavljena 10 cm višje in ker jo puščica zadene na sredini, to pomeni, da je višina, na kateri puščica svoj let konča, tudi h_0. To je najpreprostejši primer poševnega meta.

Pri poševnem metu ima puščica v vodoravni smeri hitrost v_x (komponento celotne hitrosti v vodoravni smeri), ki je stalna. Ker je hitrost puščice v vodoravni smeri enaka $v_x = v_0 = 8 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, traja celotni let puščice do tarče (ki je enako daleč kot prej) čas $t_1 = 0{,}3$ s. Prvo polovico časa leta se puščica dviga, drugo polovico leta puščica pada.

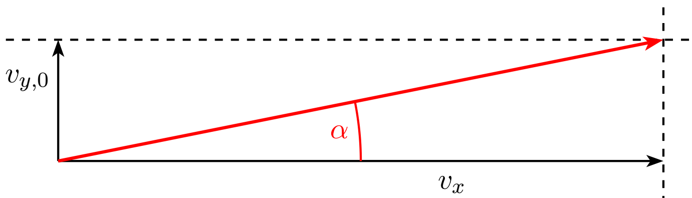
Hitrost puščice v navpični smeri v_y (komponenta celotne hitrosti v navpični smeri) pa se spreminja enako kot pri navpičnem metu navzgor, $v_y = v_{y,0} - g \cdot t$. V času $\frac{t_1}{2}$ se hitrost v navpični smeri zmanjša na 0, zapišemo lahko

$$v_{y,0} = g \cdot \frac{t_1}{2} = 10 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}15 \, \mathrm{s} = 1{,}5 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \, .$$

Poznamo komponenti začetne hitrosti v_x in $v_{y,0}$ in ker sta med seboj pravokotni lahko velikost začetne hitrosti v izračunamo po Pitagorovem izreku,

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_{y,0}^2} = \sqrt{\left(1{,}5 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 + \left(8 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2} = 8{,}14 \, \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \, .$$

Kot meta α določimo z načrtovanjem, kot kaže slika, $\alpha = 11° \pm 1°$. Z načrtovanjem bi lahko določili tudi velikost začetne hitrosti (če ne bi poznali Pitagorovega izreka).



Za pravilno navpično komponento začetne hitrosti .... (2 točki)

Za pravilen kot meta .... (1 točka)

Za pravilen čas leta ....(1 točka)

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

B2 (a) Plezalec v razpoki miruje, sile na plezalca so v ravnovesju. Če plezalec tišči s čevlji pravokotno na steno s silo 700 N, tišči stena nazaj na njegove noge s po velikosti enako silo. Z duge strani to silo na plezalca uravnovesi po velikosti enaka sila stene, ki pritiska na plezalčev hrbet. Sila stene na hrbet plezalca meri 700 N.

Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(b) Plezalec miruje. V ravnovesju so vse sile nanj, tudi tiste v navpični smeri. To so teža plezalca, ki kaže navzdol in meri 850 N, in dve sili lepenja obeh sten na plezalca, ki sta usmerjeni navzgor. Ena sila lepenja prijemlje na čevljih plezalca, druga na hrbtu plezalca. Vsota obeh sil lepenja uravnovesi težo. Vsota sil lepenja je po velikosti enaka teži plezalca, 850 N.

Za pravilni odgovor .... (1 točka)

(c) Na čevlje plezalca, ki ob steno pritiska s silo $F_\perp = 700$ N, lahko deluje največja sila lepenja $F_{l1,max} = k_{l1} \cdot F_\perp = 1{,}2 \cdot 700 \text{ N} = 840$ N. Na hrbet plezalca, ki ob steno pritiska s silo $F_\perp = 700$ N, lahko deluje največja sila lepenja $F_{l2,max} = k_{l2} \cdot F_\perp = 0{,}8 \cdot 700 \text{ N} = 560$ N. Vsota največjih sil lepenja je $F_{l1,max} + F_{l2,max} = 1400$ N. Teža plezalca je 850 N, kar pomeni, da bi si pri nespremenjenih silah, s katerimi pritiska ob steni, in ne da bi zdrsnil, lahko naložil še breme s težo $1400\,\text{N} - 850\,\text{N} = 550$ N.

Za pravilni odgovor .... (2 točki)

Za pravilno izračunani največji sili lepenja .... (1 točka)

(d) Plezalec lahko zmanjša silo, s katero pritiska ob steni, pa ne zdrsne, če je vsota največjih sil lepenja nanj večja ali kvečjemu enaka njegovi teži. Če je sila, s katero pritiska na steni v pravokotni smeri po velikosti enaka $F_{\perp,1}$, je vsota največjih sil lepenja

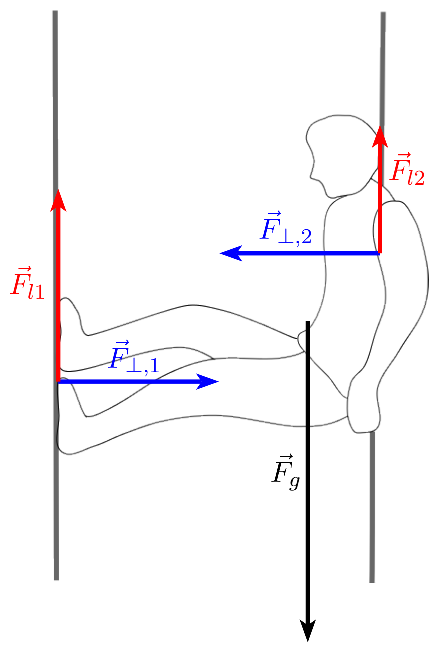
$$\begin{aligned} F_{l,max} &= F_{l1,max} + F_{l2,max} = k_{l1} \cdot F_{\perp,1} + k_{l2} \cdot F_{\perp,1} = (k_{l1} + k_{l2}) \cdot F_{\perp,1} = \\ &= (1{,}2 + 0{,}8) \cdot F_{\perp,1} = 2 \cdot F_{\perp,1} \,. \end{aligned}$$

Če naj velja $F_{l,max} \geq F_g$, mora veljati $F_{\perp,1} \geq \frac{1}{2}\, F_g = 425$ N. Tik pred zdrsom deluje plezalec na steni s pravokotnima silama 425 N.

Za pravilni odgovor .... (2 točki)

Za pravilno upoštevano ravnovesje sil .... (1 točka)

(e) Sile, ki delujejo na plezalca na meji zdrsa, so prikazane na sliki v merilu, kjer pomeni 1 cm silo 200 N. Iz pvelikosti pravokotne sile, s katero plezalec z nogami in hrbtom pritiska ob steni, izračunamo velikosti obeh sil lepenja, $F_{l1} = k_{l1} \cdot F_{\perp,1} = 1{,}2 \cdot 425\,\text{N} = 510\,\text{N}$ in $F_{l2} = k_{l2} \cdot F_{\perp,1} = 0{,}8 \cdot 425\,\text{N} = 340$ N.



Za pravilno prikazane sile (prijemališča, smeri, velikosti) .... (3 točke)

Za pravilno upoštevano ravnovesje sil .... (1 točka)

Za pravilno prikazano težo .... (1 točka)

Za pravilno prikazani sili lepenja .... (1 točka)

Za pravilno prikazani pravokotni sili .... (1 točka)

(f) Da se plezalec med odrivom navzgor lahko giblje s pospeškom $a = 1{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, mora nanj delovati rezultanta sil $F_r = m \cdot a = 85\,\text{kg} \cdot 1{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 136$ N v smeri navzgor. V rezultanto $\vec{F}_r$ se seštejejo teža plezalca $\vec{F}_g$ ter obe sili lepenja $\vec{F}_{l1}$ in $\vec{F}_{l2}$, $\vec{F}_r = \vec{F}_{l1} + \vec{F}_{l2} + \vec{F}_g$. Za velikosti sil pa velja

$$m \cdot a = F_r = F_{l1} + F_{l2} - F_g\,.$$

Upoštevamo, da sta sili lepenja podani z

$$F_{l1} \leq k_{l1} \cdot F_{\perp} \qquad \text{in} \qquad F_{l2} \leq k_{l2} \cdot F_{\perp}$$

in dobimo

$$m \cdot a = F_{l1} + F_{l2} - F_g \leq (k_{l1} \cdot F_{\perp} + k_{l2} \cdot F_{\perp}) - F_g = (k_{l1} + k_{l2}) \cdot F_{\perp} - F_g\ .$$

Izrazimo $F_{\perp}$,

$$F_{\perp} \geq \frac{F_r + F_g}{(k_{l1} + k_{l2})} = \frac{136\,\mathrm{N}\ + 850\,\mathrm{N}}{2} = 493\,\mathrm{N}.$$

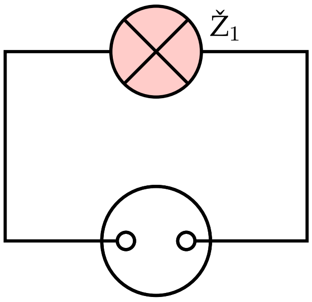
Najmanjša sila, s katero plezalec pri odrivu navzgor pritiska na steno v pravokotni smeri je 493 N.
Za pravilno najmanjšo pravokotno silo .... (3 točke)
Za pravilno zapisan 2. Newtonov zakon .... (1 točka)
Za pravilno velikost rezultante sil ....(1 točka)

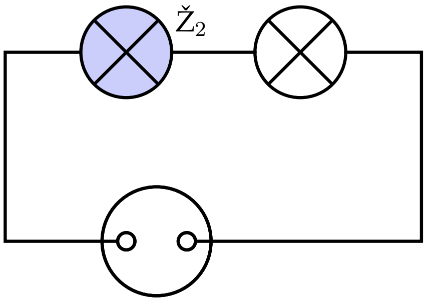
Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **12 točk**.

C Eksperimentalna naloga

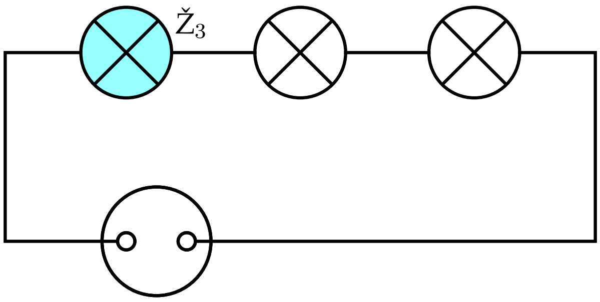
Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke. Dovoljeno odstopanje izmerjenih vrednosti je 5% od vrednosti, zapisanih v tabelah v teh rešitvah.

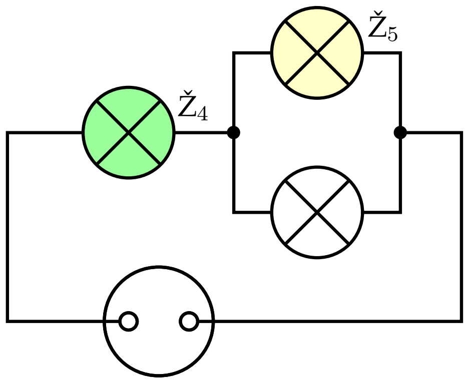
(a) Izmerjene napetosti in tokovi so zapisani v tabeli. Štiri različna vezja, na katerih so meritve opravljene, kaže slika.





	(a)		(b)	(c)
meritev	U [V]	I [mA]	$R_\otimes$ [Ω]	$P_\otimes$ [mW]
1.	4,61	126	36,6	581
2.	2,31	86,6	26,6	200
3.	1,52	69,1	22,0	105
4.	3,48	108,7	32,0	377
5.	0,97	53,6	18,1	52





Za pravilno meritev (U in I) z eno žarnico v vezju .... (1 točka)

Za pravilno meritev (U in I) z 2 žarnicama v vezju .... (1 točka)

Za pravilno meritev (U in I) s 3 žarnicama v vezju .... (1 točka)

Za pravilne vse 3 sheme vezij z 1, 2 in 3 žarnicami, vezanimi zaporedno .... (1 točka)

Za pravilno izmerjeni napetosti U_4 in U_5 .... (1 točka)

Za pravilno izmerjen tok I_4 .... (1 točka)

Za pravilno izmerjen tok I_5 .... (1 točka)

Za pravilno shemo vezja za meritvi 4 in 5 .... (1 točka)

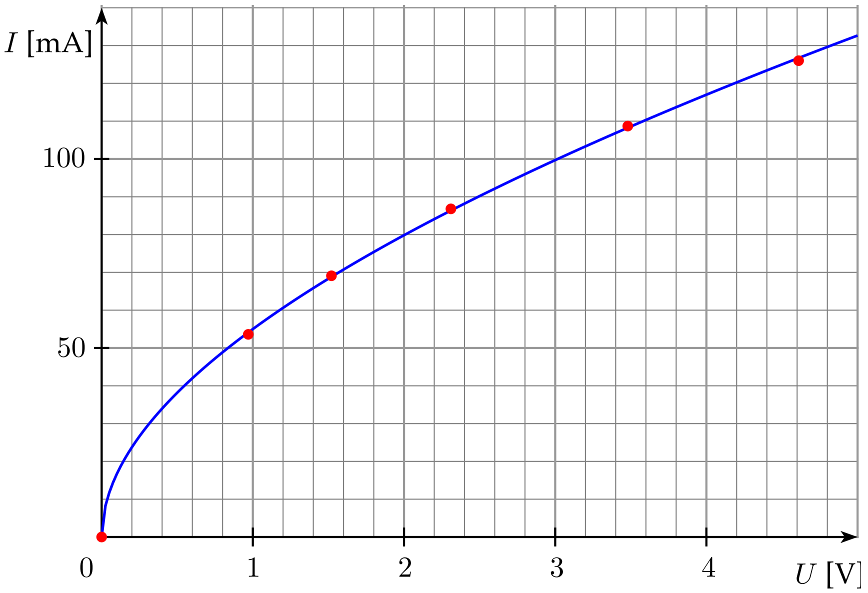
(b) Izračunani upori žarnice pri različnih napetostih na žarnicih in tokovih skozi žarnice so zapisani v 4. stolpcu tabele pri (a).

Za pravilnih 4 ali 5 izračunanih vrednosti upora .... (1 točka)

(c) Izračunane moči žarnice pri različnih napetostih na žarnicih in tokovih skozi žarnice so zapisane v 5. stolpcu tabele pri (a).

Za pravilnih 4 ali 5 izračunanih vrednosti moči .... (1 točka)

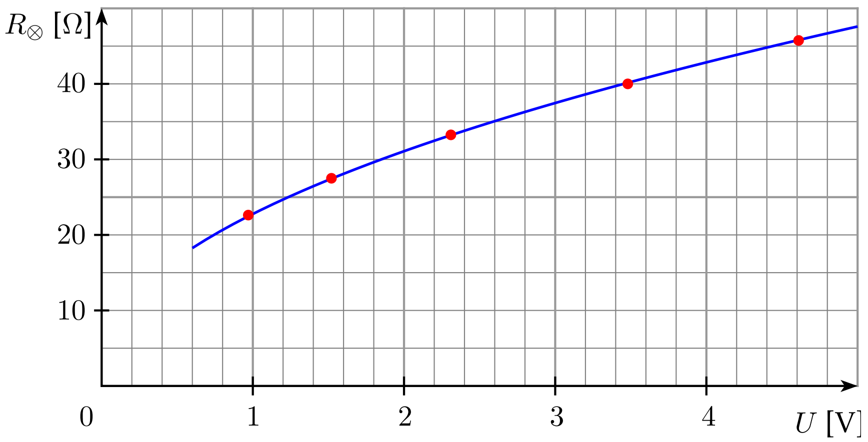
(d) Karakteristiko žarnice kaže graf. Vseeno je, na kateri osi je napetost in na kateri tok. Pravilno je tudi, če je ravno obratno kot v teh rešitvah.



Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enoti), pravilno vrisanih 5 ali 6 točk in gladko krivuljo . . . . (2 točki)

Za pravilne oznake osi, količine, enoti ter 4, 5 ali 6 pravilno vrisanih točk . . . . (1 točka)

(e) Na sliki je graf, ki kaže, kako je upor žarnice odvisen od napetosti na žarnici. Vseeno je, na kateri osi je napetost in na kateri upor.



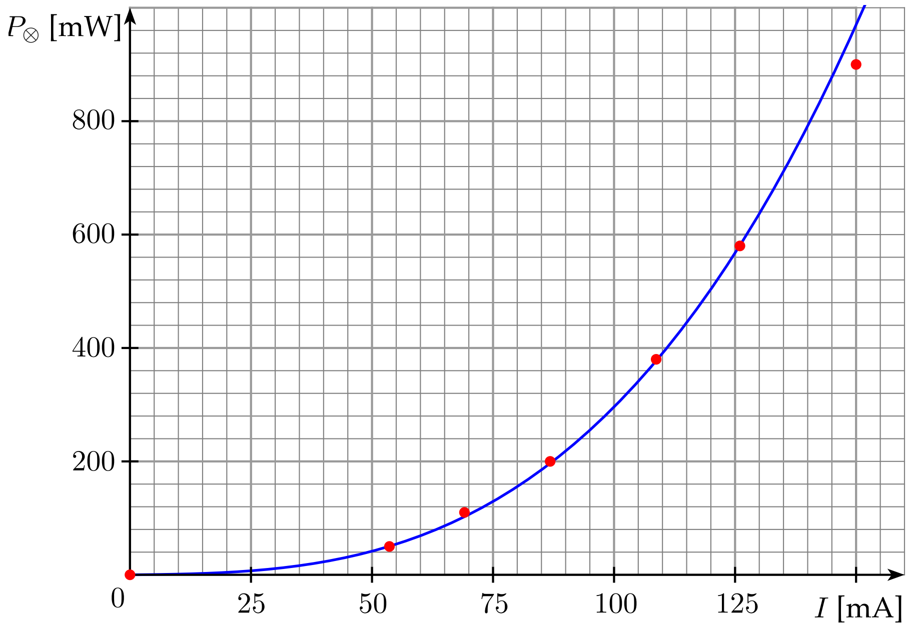
Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enoti), pravilno vrisanih 5 ali 6 točk in gladko krivuljo, ki NE gre skozi $(U = 0, R_{\otimes} = 0)$ **. . . . .(2 točki)**

Za pravilne oznake osi, količine, enoti ter 4, 5 ali 6 pravilno vrisanih točk . . . . (1 točka)

(f) Nazivna napetost žarnice je $U_n = 6$ V, nazivni tok je $I_n = 0{,}15$ mA, nazivna moč žarnice je $P_n = U_n \cdot I_n = 6\,\mathrm{V} \cdot 0{,}15\,\mathrm{mA} = 0{,}9\,\mathrm{W}$.

Za pravilno izračunano nazivno moč . . . .(1 točka)

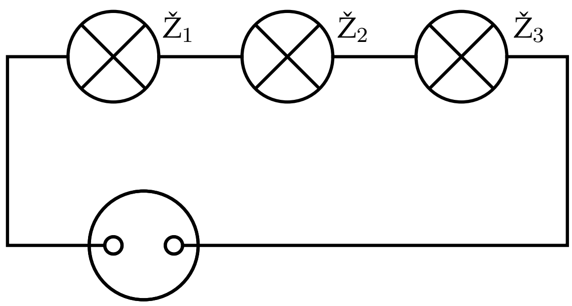
(g) Na sliki je graf, ki kaže, kako je moč, ki jo prejema žarnica, odvisna od toka skozi žarnico. Vseeno je, na kateri osi je moč in na kateri tok.



Za pravilen graf v celoti (oznake osi, količine, enoti), pravilno vrisanih 6 ali 7 točk in gladko krivuljo .... (2 točki)

Za pravilne oznake osi, količine, enoti ter 5, 6 ali 7 pravilno vrisanih točk .... (1 točka)

(h) Vezava 3 žarnic, pri kateri se baterija najpočasneje izprazni, je zaporedna vezava žarnic na baterijo, kot kaže slika. Skozi vse elemente v vezju teče isti tok, ki smo ga izmerili že pri (a), $I = 69{,}1$ mA. Napetosti izmerimo na vsaki žarnici posebej (če slučajno niso popolnoma enake). Rezultati meritev in izračunov moči so v tabeli.

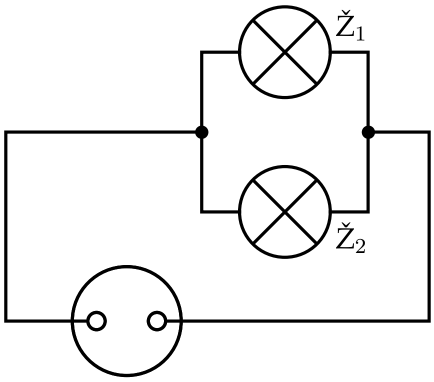


element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
$Ž_1$	1,52	69,1	105
$Ž_2$	1,52	69,1	105
$Ž_3$	1,53	69,1	106
baterija	4,80	69,1	332

Za pravilno shemo vezja in vse enake tokove .... (1 točka)

Za pravilne meritve in izračune, ki se ujemajo z meritvami pri (a) in $U_b \simeq U_{Ž_1} + U_{Ž_2} + U_{Ž_3}$ .... (1 točka)

(i) Vezava 2 žarnic, pri kateri se baterija najhitreje izprazni, je vzporedna vezava žarnic na baterijo, kot kaže slika. Na vseh elementih v vezju je približno enaka napetost (teoretično bi bila prav ista, če žice in ostali pomožni elementi v vezju ne bi imeli upora). Tokove izmerimo v vsaki veji posebej, pa še skupni tok skozi baterijo. Rezultati meritev in izračunov moči so v tabeli.



element	U_1 [V]	I_1 [mA]	P [mW]
Ž$_1$	4,00	117,0	468
Ž$_2$	4,18	117,6	492
baterija	4,57	230	1051

Za pravilno shemo vezja in vse približno enake napetosti .... (1 točka)

Za pravilne meritve in $I_{bat} \simeq I_{Ž1} + I_{Ž_2}$ .... (1 točka)

(j) Skupna moč vseh žarnic je enaka ali malo manjša od moči baterije. Baterija opravlja električno delo, žarnice to delo prejemajo. Ne morejo prejeti več dela, kot ga baterija odda. Majhna razlika med skupno močjo vseh žarnic in močjo baterije je povezana z uporom žic in drugih pomožnih elementov v vezju.

Za pravilno ugotovitev, da je skupna moč žarnic enaka ali malo manjša od moči baterije .... (1 točka)

(k) Če bi pri poskusih uporabljal različne žarnice, bi se meritve in računi razlikovali ali pa ne.

- Pri zaporedni vezavi žarnic skozi vse žarnice teče isti tok. To se ne spremeni, če so žarnice različne.
- Pri zaporedni vezavi različnih žarnic so napetosti na žarnicah različne.
- Pri vzporedni vezavi žarnic je na njih približno enaka napetost. To se ne spremeni, če so žarnice različne.
- Pri vzporedni vezavi različnih žarnic so tokovi, ki tečejo skozi vzporedno vezane žarnice, različni.
- V splošnem so moči, ki jih prejemajo različne žarnice od baterije v istem krogu različne, tudi če so žarnice vezane zaporedno ali vzporedno.
- Skupna moč vseh žarnic je enaka ali malo manjša od moči baterije.

Za 3 pravilne domneve .... (3 točke)

Za 2 pravilni domnevi .... (2 točki)

Za 1 pravilno domnevo .... (1 točka)

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