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

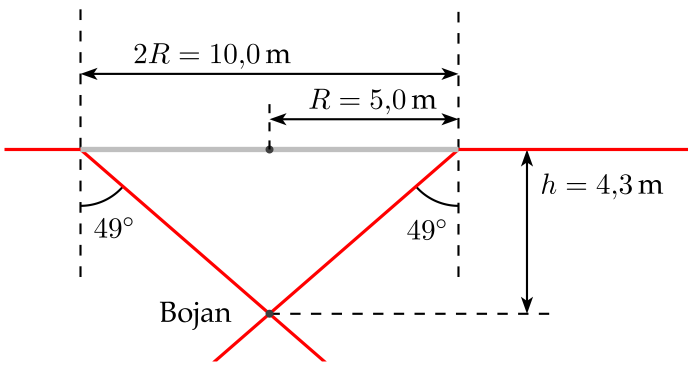
8. razred

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

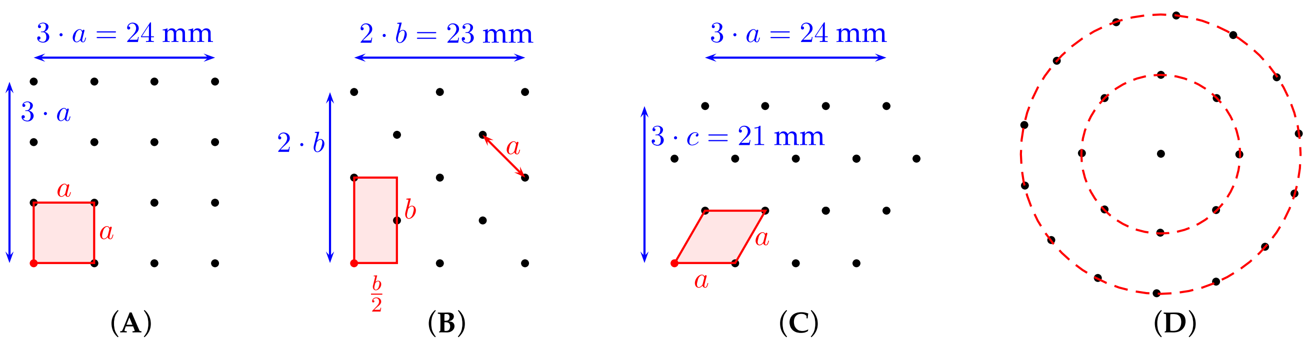
A1 Ko Bojan izpod morske gladine gleda proti gladini, do njega iznad gladine prihaja svetloba, ki prehaja iz zraka v vodo v svetlem krogu nad Bojanom. Ta snop svetlobe je omejen z žarki, za katere je lomni kot največji možen; to pa je 49°. Narišemo gladino in premer svetlega kroga v merilu (v teh rešitvah 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).



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Za pravilni k .... **(1 točka)**

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

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

Od tod izrazimo tlak p_1,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Za pravilni odgovor .... **(3 točke)**

Za pravilno silo zraka F_1 .... (1 točka)

Za upoštevano silo zraka F_0 .... (1 točka)

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

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

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

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

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

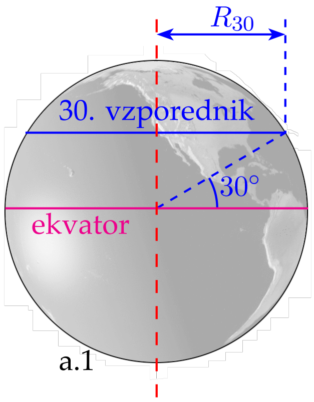
V žogi je potem, ko jo Janez dodatno napihne in sede nanjo, tlak $p_2 = p_0 + \Delta p = 1{,}27$ bar.

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

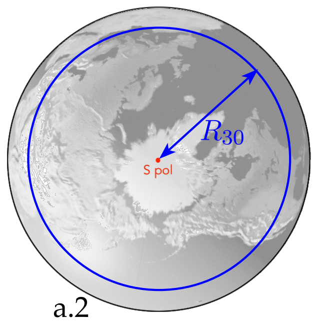
Za pravilno upoštevano nespremenjeno težo in/ali večji tlak v žogi in/ali manjšo ploskev .... (1 točka)

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

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



a.1



a.2

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

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

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

Za pravilno merilo .... (1 točka)

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

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

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

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

Obseg Zemlje po 30. vzporedniku meri

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

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

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

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

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

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

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

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

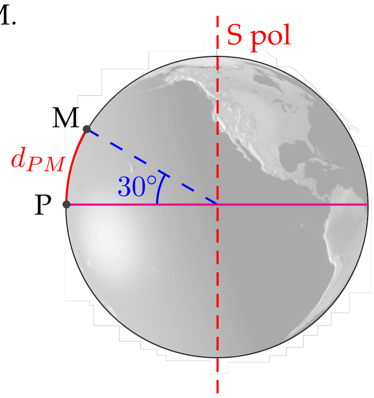
Za pravilno hitrost v_M .... **(2 točki)**
Za pravilno upoštevanje istega časa plovbe in/ali različne povprečne širine časovnega pasu na različnih zemljepisnih širinah .... (1 točka)

(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)**

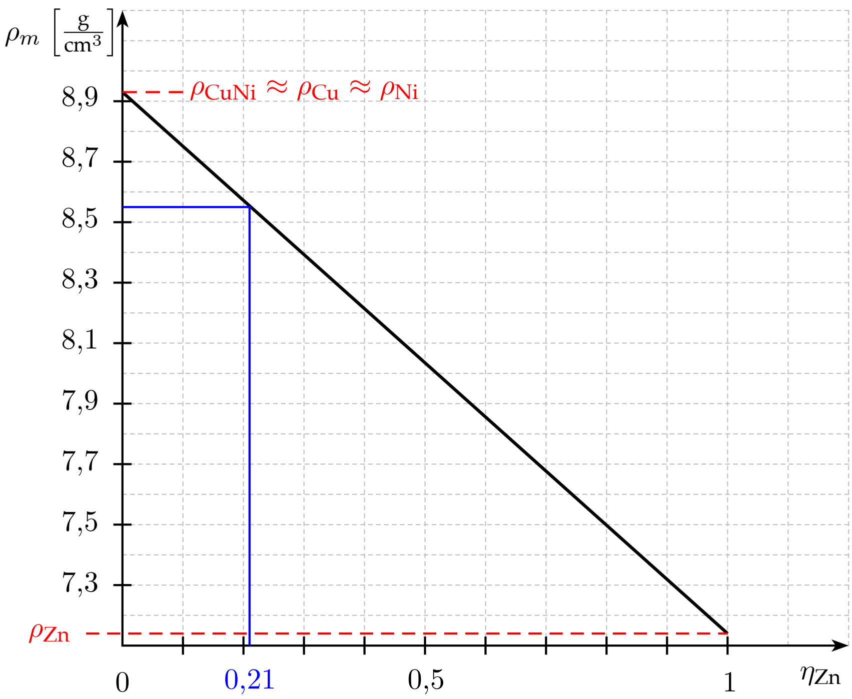
Gostota medenine v kovancu je

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

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**.