

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2018/19

9. razred

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

Sklop A:

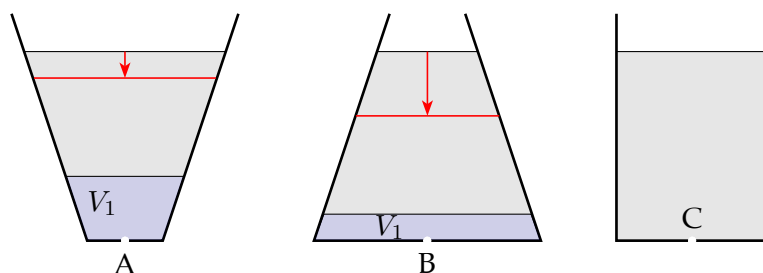
V sklopu A je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Nepravilen odgovor ali več odgovorov se točkuje z 1 negativno točko, neodgovorjeno vprašanje pa z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
A	A	B	D	B

A1 Hitrost, s katero iz posode izteka voda, je tem večja, čim večji je tlak v posodi pri luknjici (glede na tlak zunaj posode – zračni tlak). Čim večja je hitrost iztekanja, tem več vode izteče (v enakem času). Če se ne izpraznijo vse posode hkrati (česar ta hip še ne vemo), se valjasta posoda C gotovo ne izprazni niti prva niti zadnja. Prva se izprazni bodisi posoda A bodisi posoda B.

Primerjajmo začetno iztekanje vode iz posod A in B ter primerjajmo čas, v katerem iz posod izteče (na primer) petina vse vode $V_1 = \frac{1}{5} V_0$, na sliki v obeh posodah obarvana modro. Prostor, ki se izprazni, ker voda iz njega odteče skozi luknjico, nadomesti voda iz okolice in gladina vode v posodi se zniža. Na sliki je z rdečo označena gladina vode v posodi v trenutku, ko je iz posode ravno iztekla (z modro) označena prostornina vode V_1 . Med iztekanjem prve petine vode se gladina bolj zniža v posodi B, zato se v tej posodi tudi bolj zniža tlak pri luknjici in zmanjša hitrost, s katero iz luknjice izteka voda. Voda s prostornino V_1 kasneje izteče iz posode B, ker izteka pri manjšem povprečnem tlaku in z manjšo povprečno hitrostjo kot iz posode A.

V nadaljevanju primerjajmo čas, v katerem iz posod izteče naslednja petina vode. Razmislek je enak: povprečni tlak, pri katerem iz posod izteka druga petina vode, je v posodi B manjši kot v posodi A, zato tudi druga – in vse nadaljnje – petine vode prej iztečejo iz posode A. Prva se izprazni posoda (A).



A2 Višina, na kateri je padajoč oreh, se manjša, njegova hitrost pa se večja. Čim manjša je višina h , tem večja je hitrost oreha. Hitrost narašča enakomerno s časom in zato neenakomerno (korensko) s h . Graf, ki pravilno prikazuje odvisnost $v(h)$, je graf (A).

A3 Na telo z maso m deluje na površini (in malo nad njo) planeta z maso M gravitacijska sila F_g , ki povzroči, da telo z maso m prosto pada proti površini s težnim pospeškom g ,

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} = m \cdot g,$$

kjer je r polmer planeta. Iz znanih podatkov za G , maso in polmer Marsa M ter r izračunamo g na površini Marsa,

$$g = G \cdot \frac{M}{r^2} = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{(3390 \text{ km})^2} = 3,74 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

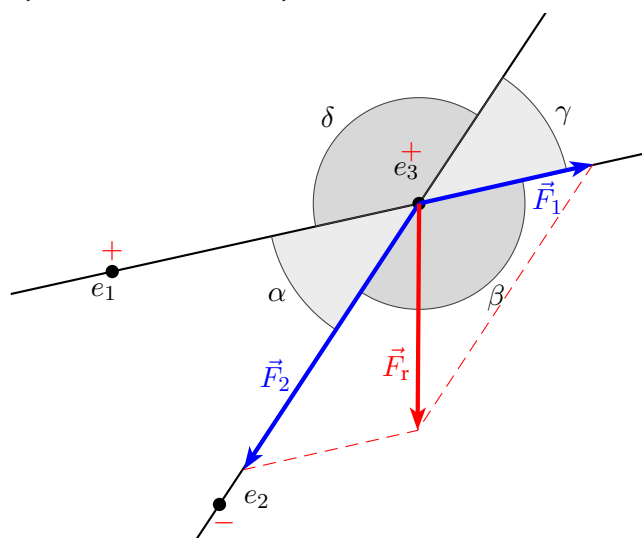
Pravilna rešitev je (B).

A4 Ocenimo prostornine.

- (A) Robovi šolske učilnice merijo $a = 8 \text{ m}$, $b = 8 \text{ m}$ in $c = 3 \text{ m}$, prostornina učilnice je $V_{(A)} = a \cdot b \cdot c = 192 \text{ m}^3$, kar je daleč od milijonov m^3 .
- (B) Robovi šole merijo $a = 80 \text{ m}$, $b = 80 \text{ m}$ in $c = 15 \text{ m}$, prostornina šole je $V_{(B)} = a \cdot b \cdot c = 96\,000 \text{ m}^3$, kar je še vedno daleč od milijonov m^3 .
- (C) Blejsko jezero je približno pravokotnik in če sta njegovi stranici dolgi $a = 2 \text{ km}$ in $b = 1 \text{ km}$, je njegov obseg 6 km (kot pravi naloga) in površina $S = a \cdot b = 2 \text{ km}^2$. V povprečju je jezero globoko $c = 18 \text{ m}$, torej je v njem približno $V_{(C)} = a \cdot b \cdot c = 36\,000\,000 \text{ m}^3 = 36 \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 36$ milijonov m^3 vode, kar je še vedno precej manj kot 165 milijonov m^3 .
- (D) Če smo obliko Blejskega jezera aproksimirali s pravokotnikom, lahko mesto Ljubljana znotraj *Poti ob žici* s krogom, katerega obseg je $o = 2 \cdot \pi \cdot r = 35 \text{ km}$, odkoder izračunamo polmer kroga $r = 5570 \text{ m} \approx 6 \text{ km}$. Ploščina kroga (mesta) je $S = \pi \cdot r^2 = 113 \cdot 10^6 \text{ m}^2$. Ljubljano bi poplaveli z $c = 1,5 \text{ m}$ globoko vodo, če bi jo nanjo zlili $V_{(D)} = S \cdot c = 170 \cdot 10^6 \text{ m}^3 = 170$ milijonov m^3 vode, kar je približno enako prostornini vode, načrpane v Sloveniji v letu 2015.

Pravilen odgovor je (D).

A5 Skica prikazuje sili \vec{F}_1 in \vec{F}_2 , s katerima naboja e_1 in e_2 delujeta na naboj e_3 . Rezultanta obeh sil \vec{F}_r kaže – ne glede na velikost sil \vec{F}_1 in \vec{F}_2 , ki sta sicer odvisni od velikosti nabojev in razdalj med njimi – v smer znotraj kota β (B).



Sklop B:

B1 (a) Jard meri

$$1 \text{ jard} = \frac{1 \text{ milja}}{1760} = \frac{1609,344 \text{ m}}{1760} = 0,9144 \text{ m.}$$

Maraton je dolg

$$s_m = 26 \text{ milj} + 385 \text{ jardov} = 26 \cdot 1609,344 \text{ m} + 385 \cdot 0,9144 \text{ m} = 42\,195 \text{ m} = 42,195 \text{ km.}$$

Za pravilno dolžino maratona (1 točka)(b) V 360° zemljepisne dolžine (med 0° in 180° V ter med 0° in 180° Z) se zvrsti 24 časovnih pasov, kar pomeni, da je povprečna širina posameznega časovnega pasu

$$\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ.$$

Razlika v zemljepisni dolžini 15° ustreza časovni razliki $1 \text{ h} = 60 \text{ min}$ med poldnevoma po Soncu. Razlika v zemljepisni dolžini 1° ustreza petnajstini ure oziroma časovni razliki 4 min med poldnevoma po Soncu.**Za pravilno širino 15° enega časovnega pasu (1 točka)****Za pravilno časovno razliko 4 minute (1 točka)**(c) Dolžina loka na ekvatorju l_e , ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini, je

$$l_e = \frac{o_e}{360} = \frac{40\,075 \text{ km}}{360} = 111,32 \text{ km,}$$

kjer je $o_e = 40\,075 \text{ km}$ obseg Zemlje po ekvatorju. Ta razdalja ustreza

$$N_e = \frac{l_e}{s_m} = \frac{111,32 \text{ km}}{42,195 \text{ km}} = 2,64 \text{ maratonskim razdaljam.}$$

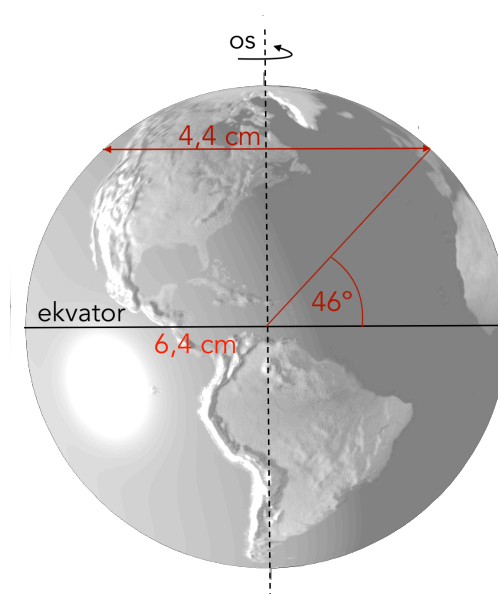
Za pravilno število maratonskih razdalj (2 točki)**Za pravilno dolžino loka na ekvatorju (1 točka)**(d) Mohudi preteče s hitrostjo $v = 16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ razdaljo, ki na ekvatorju ustreza razliki 1° v geografski dolžini, v času

$$t_e = \frac{l_e}{v} = \frac{111,32 \text{ km} \cdot \text{h}}{16 \text{ km}} = 6 \text{ h } 57 \text{ min} \approx 7 \text{ h.}$$

Za pravičen čas (1 točka)

(e) Če bi Mohudi v Ljubljani tekkel naravnost proti vzhodu, bi tekkel vzdolž vzporednika. Obseg Zemlje po vzporedniku na geografski širini Ljubljane (45° ali 46°) je manjši od dolžine ekvatorja, in tudi dolžina loka, ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini, je na vzporedniku sorazmerno manjša. Obseg krožnice (ekvatorja ali vzporednika) je sorazmeren polmeru krožnice. Razmerje med obsegom dveh krožnic je enako razmerju med njunima polmeroma. To razmerje razberemo s skice. Obseg Zemlje o_{Lj} po ljubljanskem vzporedniku je

$$o_{Lj} = \frac{4,4 \text{ cm}}{6,4 \text{ cm}} \cdot o_e = 27\,552 \text{ km.}$$



Dolžina loka na vzporedniku, ki ustreza 1° razlike v geografski dolžini, je

$$l_{Lj} = \frac{\rho_{Lj}}{360} = \frac{27\,552 \text{ km}}{360} = 76,53 \text{ km}.$$

Dolžino l_{Lj} lahko izračunamo tudi iz l_e in razmerja med polmeri na skici,

$$l_{Lj} = \frac{4,4 \text{ cm}}{6,4 \text{ cm}} \cdot l_e = 76,53 \text{ km}.$$

Mohudi bi to razdaljo pretekel v času

$$t_{Lj} = \frac{l_{Lj}}{v} = \frac{76,53 \text{ km} \cdot \text{h}}{16 \text{ km}} = 4 \text{ h } 47 \text{ min}.$$

Za pravičen čas teka (3 točke)

Za pravilno dolžino loka na vzporedniku (2 točki)

Za pravilno upoštevano razmerje polmerov, obsegov ali dolžin lokov (1 točka)

Za pravilno skico pri grafičnem reševanju (če ni izračunane dolžine loka) (1 točka)

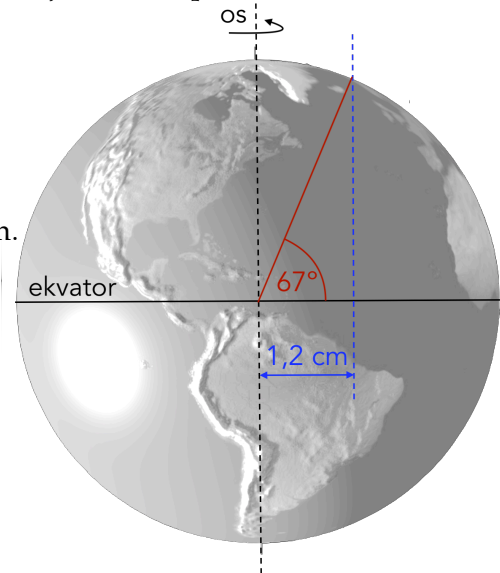
- (f) Dolžina loka l_α na vzporedniku pri geografski širini α , ki jo iščemo, je enaka dolžini maratona. Po enakem razmisleku kot pri prejšnjem vprašanju lahko zapišemo

$$l_\alpha = s_m = \frac{2 \cdot r_\alpha}{6,4 \text{ cm}} \cdot l_e$$

odkoder izrazimo premer iskanega vzporednika na sliki Zemlje $2 \cdot r_\alpha$,

$$2 \cdot r_\alpha = 6,4 \text{ cm} \cdot \frac{s_m}{l_e} = 6,4 \text{ cm} \cdot \frac{42,195 \text{ km}}{111,32 \text{ km}} = 2,43 \text{ cm}.$$

Polmer r_α je polovica premera, $r_\alpha = 1,2 \text{ cm}$. Na sliki Zemlje narišemo v oddaljenosti r_α od osi vzporednico Zemljini vrtilni osi. Vzporednica na sliki seka Zemljino površino (rob) v točki, ki ima geografsko širino α , ki jo iščemo. Na sliki izmerimo, da je $\alpha = 67^\circ$ (pri tečajniku, kar je seveda naključje).



Za pravilno geografsko širino $\alpha = 67^\circ$ (3 točke)

Za pravilno dolžino loka (s_m) na vzporedniku (1 točka)

Za pravilno upoštevano razmerje polmerov, obsegov ali dolžin lokov (1 točka)

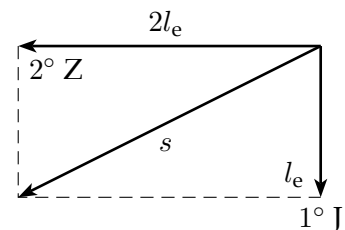
Za pravilno skico pri grafičnem reševanju (1 točka)

- (g) Na ekvatorju sta dolžini lokov, ki ustrežata 1° razlike v geografski širini in 1° razlike v geografski dolžini, enaki. Pot s , ki jo Mohudi preteče, izračunamo s Pitagorovim izrekom (ali z načrtovanjem),

$$s = \sqrt{l_e^2 + (2 \cdot l_e)^2} = l_e \cdot \sqrt{5} = 248,92 \text{ km}.$$

Mohudi to razdaljo preteče v času

$$t_{KM} = \frac{s}{v} = \frac{248,92 \text{ km} \cdot \text{h}}{16 \text{ km}} = 15 \text{ h } 33 \text{ min } 27 \text{ s}.$$



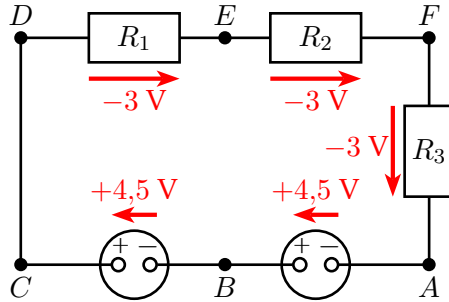
Za pravičen čas (2 točki)

Za pravilno pot (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 14 točk.

- B2 (a) V prvem primeru so v krogu zaporedno vezani dve bateriji in trije enaki uporniki $R_1 = R_2 = R_3$. Skupna napetost baterij je 9 V, napetost na enem uporniku je (-3) V. V teh rešitvah se pri predznaki napetosti v razpredelnici in na slikah držimo pravila, da je napetost vira pozitivna, ko gremo v smeri toka skozi vir (v smeri od točke A do B in naprej do C), in da je napetost na uporniku negativna, ko gremo v smeri toka skozi upornik (v smeri od točke D proti E, F, A).

V smeri toka je napetost na posamezni bateriji 4,5 V, na posameznem uporniku pa -3 V. Vrednosti napetosti so v razpredelnici.



	(a)	(c)	(e)
točki	U [V]	U [V]	U [V]
A – B	4,5	4,5	4,5
A – C	9	9	9
C – D	0	0	0
A – D	9	9	9
D – E	$(-)$ 3	$(-)$ 3,6	$(-)$ 4,5
C – F	$(-)$ 6	$(-)$ 7,2	$(-)$ 7,5
B – E	1,5	0,9	0
F – A	$(-)$ 3	$(-)$ 1,8	$(-)$ 1,5

Za 8 pravih napetosti v stolpcu (a) (3 točke)

Za 6 ali 7 pravih napetosti v stolpcu (a) . (2 točki)

Za 4 ali 5 pravih napetosti v stolpcu (a) . (1 točka)

- (b) Skozi vse elemente v vezju teče isti tok I_1 . Izračunamo ga iz (velikosti) napetosti na uporniku, na primer R_1 (napetost med točkama D in E),

$$I_1 = \frac{U_{D-E}}{R_1} = \frac{3\text{ V}}{30\ \Omega} = 0,1\text{ A.}$$

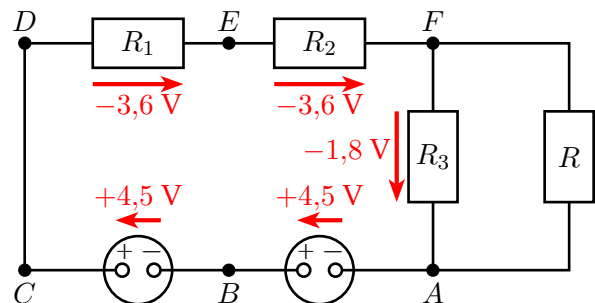
Za pravi tok (1 točka)

- (c) Ko Maja sklence stikalo S_1 , poveže v krog vzporedno z upornikom R_3 še upornik R . Tok I_2 , ki teče skozi bateriji ter upornika R_1 in R_2 , se porazdeli med enakima upornikoma R_3 in R : polovica ga teče skozi R , polovica pa skozi R_3 (ker velja $R_3 = R$). Napetost na uporniku R_1 je $U_1 = R \cdot I_1$, napetost na uporniku R_2 je $U_2 = R_2 \cdot I_1 = U_1$, napetost na uporniku R_3 pa je $U_3 = R_3 \cdot \frac{1}{2} I_1 = \frac{1}{2} U_1$.

Vsota (velikosti) teh napetosti je enaka vsoti napetosti obeh baterij. Zapišemo

$$2 \cdot U_1 + \frac{1}{2} U_1 = 9\text{ V,}$$

odkoder sledi $U_1 = 3,6$ V. Vrednosti ostalih napetosti so v stolpcu (c) razpredelnice.



Za 8 pravih napetosti v stolpcu (c) (3 točke)

Za 6 ali 7 pravih napetosti v stolpcu (c) (2 točki)

Za 4 ali 5 pravih napetosti v stolpcu (c) (1 točka)

- (d) Skozi bateriji in upornik R_1 teče tok I_2 . Izračunamo ga iz (velikosti) napetosti U_1 na tem uporniku,

$$I_2 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{3,6 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,12 \text{ A.}$$

Za pravilen tok (1 točka)

- (e) Ko Maja sklene še stikalo S_2 , postane napetost med točkama B in E enaka 0. Napetost na uporniku R_1 je enaka napetosti baterije 4,5 V. Na uporniku R_2 je napetost U_2 , na uporniku R_3 je napetost $\frac{1}{2}U_2$ (ker se tok, ki teče skozi R_2 , razdeli na polovici, ki tečeta skozi vzporedna upornika R_3 in R), vsota velikosti teh dveh napetosti je enaka napetosti baterije,

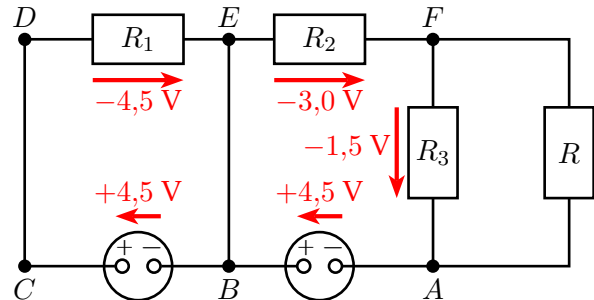
$$U_2 + \frac{1}{2} U_2 = 4,5 \text{ V.}$$

Od tod sledi $U_2 = 3,0 \text{ V}$.

Za 8 pravih napetosti v stolpcu (e) (3 točke)

Za 6 ali 7 pravih napetosti v stolpcu (e) (2 točki)

Za 4 ali 5 pravih napetosti v stolpcu (e) (1 točka)



- (f) Lahko si predstavljamo, da je tok skozi stikalo S_2 vsota tokov, ki ju v obratnih smereh poganjata bateriji. Leva baterija žene tok I_3 , ki teče v smeri $B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow B$ skozi upornik R_1 in znaša

$$I_3 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4,5 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,15 \text{ A.}$$

Desna baterija žene tok I_4 , ki teče v smeri $A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F$ skozi upornik R_2 in znaša

$$I_4 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{3,0 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,1 \text{ A.}$$

Tok I_5 skozi stikalo S_2 teče v smeri $E \rightarrow B$ in je po velikosti enak razliki med I_3 in I_4 ,

$$I_5 = I_3 - I_4 = 0,15 \text{ A} - 0,1 \text{ A} = 0,05 \text{ A.}$$

Za pravilen tok skozi stikalo (velikost in smer) (3 točke)

Za pravilno velikost toka skozi stikalo (1 točka)

Za pravilno smer toka skozi stikalo (1 točka)

Za pravilna tokova skozi upornika R_1 in R_2 (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 14 točk.

C Eksperimentalna naloga

Vsi tekmovalci so imeli identične pripomočke.

- (a) Temperatura talečega se ledu je $T_0 = 0^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (odvisno od kalibriranosti termometra).
Primer meritev je v tabeli.

t [min]	T [$^\circ\text{C}$]	t [min]	T [$^\circ\text{C}$]	t [min]	T [$^\circ\text{C}$]	t [min]	T [$^\circ\text{C}$]
0	0	(f) 3,0	-16,9	9,0	-13,1	15,0	-9,1
0,5	-13,1	4,0	-17,0	10,0	-12,5	16,0	-8,4
1,0	-16,1	5,0	-16,4	11,0	-12,1	17,0	-6,6
1,5	-17,2	6,0	-15,7	12,0	-11,3	(d) <u>18,0</u>	-5,1
2,0	-17,4	7,0	-14,4	13,0	-10,5	19,0	-3,4
2,5	-17,4	8,0	-13,8	14,0	-10,1	20,0	-1,8

Za v celoti primerne meritve (7 točk)

Za začetno temperaturo ledu v okviru tolerance (1 točka)

Za najnižjo temperaturo zmesi pod -16°C (1 točka)

Za čas, ko se stali ves led, pod 19 minut (označen) (1 točka)

Za minimalno vrednost temperature pri $t = 2 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$ (1 točka)

Za vsaj 18 smiselnih meritev (2 točki)

Za vsaj 12 smiselnih meritev (1 točka)

- (b) Meritve so v razpredelnici.

t [min]	T [$^\circ\text{C}$]	Δt [s]	T_0 [$^\circ\text{C}$]
35 min 52 s	10,3	86	21,3

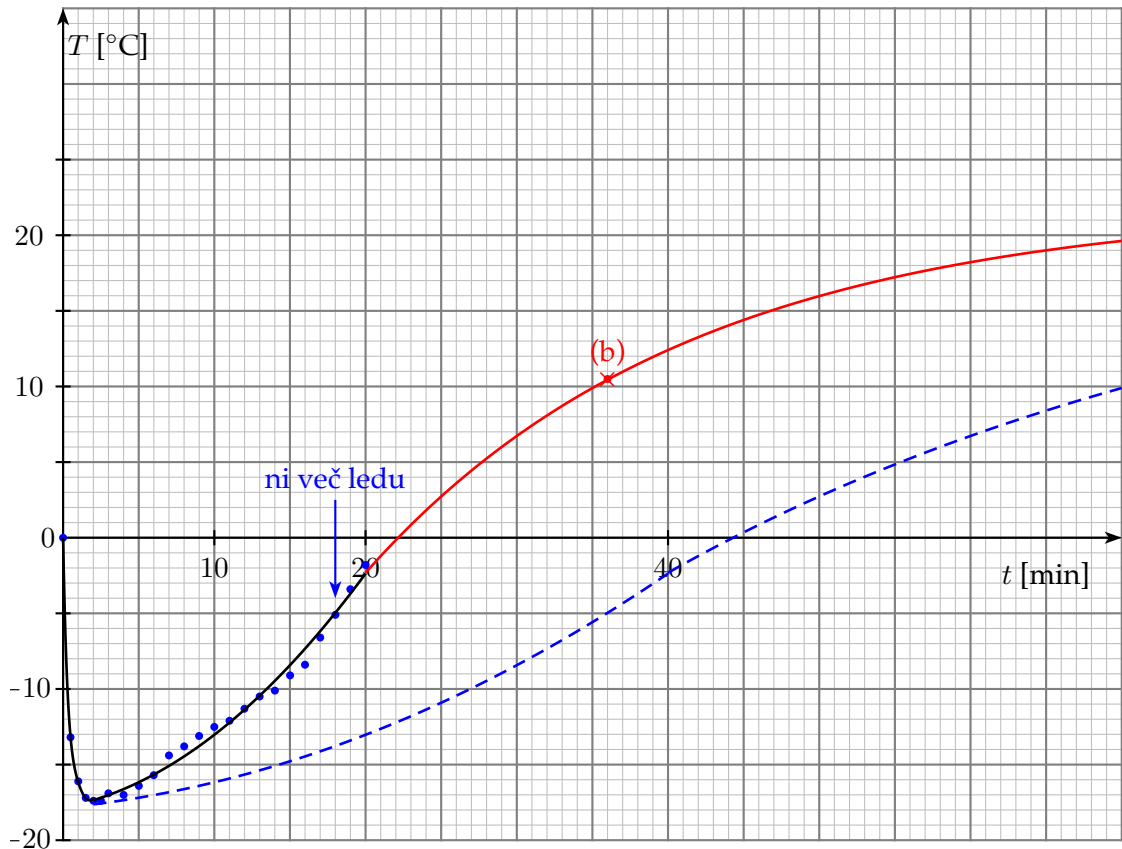
Za primerne vrednosti (3 točke)

Za začetno temperaturo zmesi $10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ (1 točka)

Za izmerjeno temperaturo zraka v učilnici (glede na dejansko vrednost) (1 točka)

Za čas meritve $90 \text{ s} \pm 20 \text{ s}$ (1 točka)

- (c) V koordinatnem sistemu je graf, ki prikazuje, kako se je s časom spreminjala temperatura zmesi v lončku.



- Za pravilno narisan graf (z oznakami osi y : količino, skalo, enoto) (3 točke)
 Za pravilno vnešenih vsaj 15 merskih točk (1 točka)
 Za sklenjeno gladko (ne zlomljeno) krivuljo v bližini merskih točk.....(1 točka)
 Za pravilno obliko grafa (temperatura hitro pade, minimum, potem počasneje raste)(1 točka)

- (d) V razpredelnici pri (a) je z rdečo obkroženo časovno območje 1 minute, ko ledu v lončku ni več. V tem času se je slana voda v lončku segrela od $T_1 = -5,1^\circ\text{C}$ do $T_2 = -3,4^\circ\text{C}$, torej za $\Delta T = 1,7^\circ\text{C}$. Specifična toplota vodne raztopine kuhinjske soli pada s koncentracijo raztopljenih soli in je, ko je masni delež soli v vodi približno 23% (6 g soli v 26 g raztopine), enaka $c = 3300 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Masa raztopine je $m = m_{\text{NaCl}} + m_{\text{led}} = 26 \text{ g}$. V izbranem časovnem intervalu je zmes prejela toploto

$$Q_{(d)} = m \cdot c \cdot \Delta T = 0,026 \text{ kg} \cdot 3300 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 1,7 \text{ K} = 146 \text{ J}.$$

- Za pravilno toploto (3 točke)
 Za pravilno izbran časovni interval in izračunano spremembo temperature (1 točka)
 Za pravilno maso zmesi (26 g) (1 točka)

- (e) V časovnem intervalu $\Delta t = 1 \text{ min}$ se temperatura zmesi niti v primeru iz vprašanja (d) niti v primeru iz vprašanja (b) ne spremeni dosti in je zato temperaturna razlika, ki v tem času poganja toplotni tok iz okolice v zmes, približno stalna – boljši približek dobimo, če jo določimo iz povprečne temperature zmesi \bar{T} v izbranem časovnem območju.

Temperatura okolice je $T_o = 21,3^\circ\text{C}$, povprečna temperatura zmesi v primeru (d) je $\bar{T}_{(d)} = -4,3^\circ\text{C}$ in temperaturna razlika, ki poganja toplotni tok, je $\Delta T_{(d)} = T_o - \bar{T}_{(d)} = 25,6^\circ\text{C}$

= 25,6 K. Toplotni tok, ki teče v zmes, je

$$P_{(d)} = \frac{Q_{(d)}}{\Delta t} = \frac{146 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 2,43 \text{ W}.$$

Koeficient $K_{(d)}$ je

$$K_{(d)} = \frac{P_{(d)}}{\Delta T_{(d)}} = \frac{2,43 \text{ W}}{25,6 \text{ K}} = 0,095 \frac{\text{W}}{\text{K}}.$$

V primeru (b) se zmes v času $\Delta t_{(b)} = 86 \text{ s}$ segreje za $\Delta T_{\text{zmes}} = 1 \text{ K}$ z začetne temperature $10,3^\circ\text{C}$ na $11,3^\circ\text{C}$ in je povprečna temperatura zmesi $\bar{T}_{(b)} = 10,8^\circ\text{C}$. Temperaturna razlika, ki poganja toplotni tok, je $\Delta T_{(b)} = T_o - \bar{T}_{(b)} = 10,5^\circ\text{C} = 10,5 \text{ K}$. Toplotni tok, ki teče v zmes, je

$$P_{(b)} = \frac{Q_{(b)}}{\Delta t_{(b)}} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T_{\text{zmes}}}{\Delta t_{(b)}} = \frac{0,026 \text{ kg} \cdot 3300 \text{ J} \cdot 1 \text{ K}}{\text{kg} \cdot \text{K} \cdot 86 \text{ s}} = \frac{85,8 \text{ J}}{86 \text{ s}} = 1,00 \text{ W}.$$

Koeficient $K_{(b)}$ je

$$K_{(b)} = \frac{P_{(b)}}{\Delta T_{(b)}} = \frac{1,00 \text{ W}}{10,5 \text{ K}} = 0,095 \frac{\text{W}}{\text{K}}.$$

Vida in Valentina sta meritve izvedli zelo natančno. Koeficienta sta enaka (načeloma pa lahko pričakujemo rahlo neujemanje, ki je posledica različnih merskih napak).

Za pravilna in približno enaka koeficienta (3 točke)

Za pravilno določeno razliko temperatur, ki poganja toplotni tok (1 točka)

Za pravilno izračunan toplotni tok v primeru (b) (1 točka)

- (f) V razpredelnici pri (a) je z modro obkroženo izbrano časovno območje 1 minute, ko je bila v lončku še ledena zmes. V časovnem intervalu $\Delta t = 1 \text{ min}$ se zmes nekoliko segreje (za $0,1 \text{ K}$), kar lahko zanemarimo, in nekaj ledu se stali.

Toploto, ki jo je zmes v tem času prejela, izračunamo iz toplotnega toka, ki ga žene razlika med temperaturo okolice $T_o = 21,3^\circ\text{C}$ in (povprečno) temperaturo ledene zmesi v tem času $\bar{T}_{(f)} = -16,9^\circ\text{C}$, $\Delta T_{(f)} = T_o - \bar{T}_{(f)} = 38,2^\circ\text{C} = 38,2 \text{ K}$,

$$Q_{(f)} = P_{(f)} \cdot \Delta t = K \cdot \Delta T_{(f)} \cdot \Delta t = 0,095 \frac{\text{W}}{\text{K}} \cdot 38,2 \text{ K} \cdot 60 \text{ s} = 217,7 \text{ J} \approx 218 \text{ J}.$$

Led z maso m_l se stali, ko prejme toploto $Q_{\text{tal}} = m_l \cdot q_t$, kjer je $q_t = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ specifična talilna toplota ledu. Izračunamo maso ledu, ki se je v izbranem časovnem obdobju stalila, ker je prejela toploto $Q_{(f)}$

$$m_l = \frac{Q_{(f)}}{q_t} = \frac{218 \text{ J} \cdot \text{kg}}{334 \text{ kJ}} = 0,652 \text{ g}.$$

Za pravilno maso (3 točke)

Za pravilno določeno časovno območje in temperaturno razliko, ki poganja toplotni tok (1 točka)

Za pravilno izračunan toplotni tok, uporabljen K iz prejšnjega vprašanja (1 točka)

- (g) V koordinatnem sistemu pri (c) je z rdečo črto narisana graf, ki prikazuje predvidevanje o spreminjanju temperature zmesi. Temperatura zmesi se vedno položneje (počasneje) približuje temperaturi okolice T_o . Upoštevana je tudi dodatna meritev pri (b).

Za pravilno približevanje temperaturi okolice (1 točka)

Za upoštevano meritev pri (b) (1 točka)

(h) V koordinatnem sistemu pri (c) je z modro črto narisana graf, ki prikazuje predvidevanje o spreminjanju temperature zmesi, če bi bil koeficient K pol manjši. Pol manjši K pomeni, da pri enaki razliki temperatur in v enakem času zmes v lončku iz okolice prejema pol manjši toplotni tok, kar pomeni, da se taljenje ledu in segrevanje odvija počasneje. Tako kot je bilo pri poskusu stanje zmesi ob času t_1 , bi bilo ob pol manjšem K ob času približno $2 \cdot t_1$.

Ukrepi, s katerimi bi lahko zmanjšali K :

- Lonček dodatno izoliramo (ovijemo ga s toplotnim izolatorjem), poskus izvajamo v kalorimetru ali kaj podobnega.
- Lonček pokrijemo s pokrovom, da preprečimo segrevanje skozi gladino.
- Uporabimo lonček drugačne oblike, da je površina zmesi pri isti masi zmesi manjša (razmerje površine in prostornine sistema vpliva na ohlajanje ali segrevanje sistema).

Za pravilen graf (1 točka)

Za dva ali več ukrepov (2 točki)

Za posamezen ukrep (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi C največ **27 točk**.