Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za zlato Stefanovo priznanje 2012/13

9. razred

12. april 2013

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

A1	A2	A3	A4	A5
A	B	A	B	D

A1 Moč je razmerje med opravljenim delom in časom, v katerem je delo opravljeno. Delo opravlja sila, s katero dvigujemo breme in ki je po velikosti enaka teži bremena. Velja

$$\begin{aligned} P &= \frac{A}{t} = \frac{F\cdot h}{t} = \frac{m\cdot g\cdot h}{t} = \frac{33\,000\,\text{funtov}\ \cdot g\cdot 1\,\text{čevelj}}{1\,\text{min}} = \\ &= \frac{33\,000\cdot 0,454\,\text{kg}\ \cdot 10\,\text{m}\ \cdot 0{,}3048\,\text{m}}{\text{s}^2\cdot 60\,\text{s}} = 761{,}1\,\text{W}\,. \end{aligned}$$

A2 V desnem kraku U-cevke je na vrhu jedilno olje, ki je redkejše od vode, kar ugotovimo s slike. V tem kraku z naraščanjem globine od gladine tlak narašča, a skozi olje narašča počasneje kot skozi vodo.

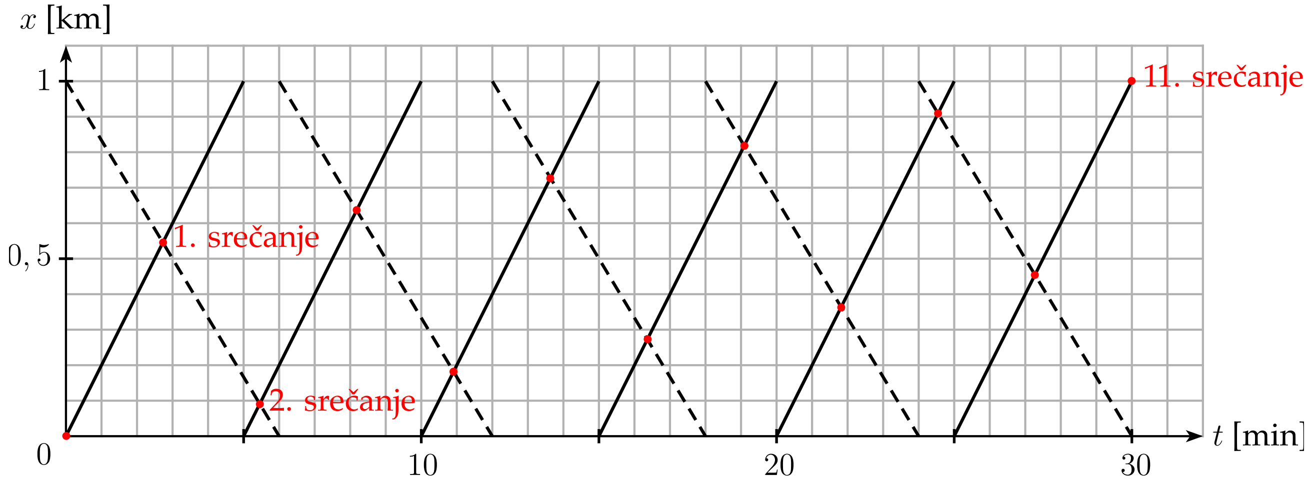
A3 Pri zaporedni vezavi elementov teče skozi vse elemente isti tok.

A4 Votla krogla na gladini vode plava, kar pomeni, da vzgon na kroglo uravnovesi njeno težo. Iz tega sledi, da je masa krogle m enaka masi izpodrinjene vode M_1. Tehtnica pokaže skupno maso vse vode v posodi in maso krogle, $M + m = M + M_1$.

A5 Če je tlak v zračnici velik, je izguba mehanske energija manjša, če je tlak manjši, je izguba mehanske energije večja. Gorski kolesarji pred spustom po grbinasti poti zmanjšajo tlak v zračnicah svojih koles in s tem povečajo izgube mehanske energije. Plašči se zato manj prožno odbijajo od podlage, kolesa manj poskakujejo.

Sklop B:

B1 (a) Ada teče s hitrostjo $12\,\dfrac{\text{km}}{\text{h}} = 0{,}2\,\dfrac{\text{km}}{\text{min}}$ in preteče en krog, ki meri 1 km, v dvanajstini ure $= 5$ min. Sara teče s hitrostjo $10\,\dfrac{\text{km}}{\text{h}} = 0{,}1\dot{6}\,\dfrac{\text{km}}{\text{min}}$ in preteče en krog v desetini ure $= 6$ min. Graf Adine lege je narisan s sklenjeno črto, graf Sarine s prekinjeno.



Za v celoti pravilna grafa .... (3 točke)
Za pravilno izračunana (upoštevana) časa, ki ju Ada in Sara potrebujeta za 1 **krog** .... (1 točka)
Za pravilen prvi odsek (za 1 **krog) grafa Sarine lege v odvisnosti od časa** (1 točka)

(b) Najlažje število srečanj določimo iz grafa; od začetka do konca teka se srečata $11-$krat (zadnje, 11. srečanje se zgodi prav na koncu teka).

Za pravilno določeno število srečanj .... (1 točka)

(c) Čas $t = 0$ je trenutek, ko Ada in Sara s tekom pričneta. Prvič se srečata v trenutku t_1, ko skupaj pretečeta točno 1 krog z obsegom $ob = 1$ km. Velja

$$v_A \cdot t_1 + v_S \cdot t_1 = ob$$

odkoder lahko izračunamo čas 1. srečanja

$$t_1 = \frac{ob}{v_A + v_S} = \frac{1\,\mathrm{km}\ \cdot \mathrm{h}}{22\,\mathrm{km}} = 0{,}0\overline{45}\,\mathrm{h} = 2{,}\overline{72}\,\mathrm{min}\,.$$

Srečata se pri $x_1 = v_A \cdot t_1 = 0{,}\overline{54}$ km.

Za pravilno določen čas 1. srečanja (smiselno zaokrožen) .... (1 točka)
Za pravilno določen kraj 1. srečanja (smiselno zaokrožen) .... (1 točka)

(d) Najbolj enostavno se to, s kom teče Neli, vidi iz grafa pri podvprašanju (f). Na šestih odsekih Neli spremlja Ado, na petih odsekih spremlja Saro. Na vsakem odseku teče s svojo spremljevanko do naslednjega srečanja. Časi med srečanji so vsi enaki t_1. Odseki, na katerih spremlja Ado, merijo x_1, odseki, na katerih spremlja Saro, pa merijo $ob - x_1$. Pot, ki jo Neli opravi v pol ure, je

$$s_N = 6 \cdot x_1 + 5 \cdot (ob - x_1) = 6 \cdot 0{,}\overline{54}\,\mathrm{km} + 5 \cdot (1\,\mathrm{km} - 0{,}\overline{54}\,\mathrm{km}) = 5{,}\overline{54}\,\mathrm{km}\,.$$

Sicer pa Neli preteče enako število odsekov kot je med tekom srečanj med Ado in Saro, 11. Ker začne s spremljanjem Ade, s spremljanjem Ade tudi konča. Z Ado torej teče $6-$krat in s Saro $5-$krat.

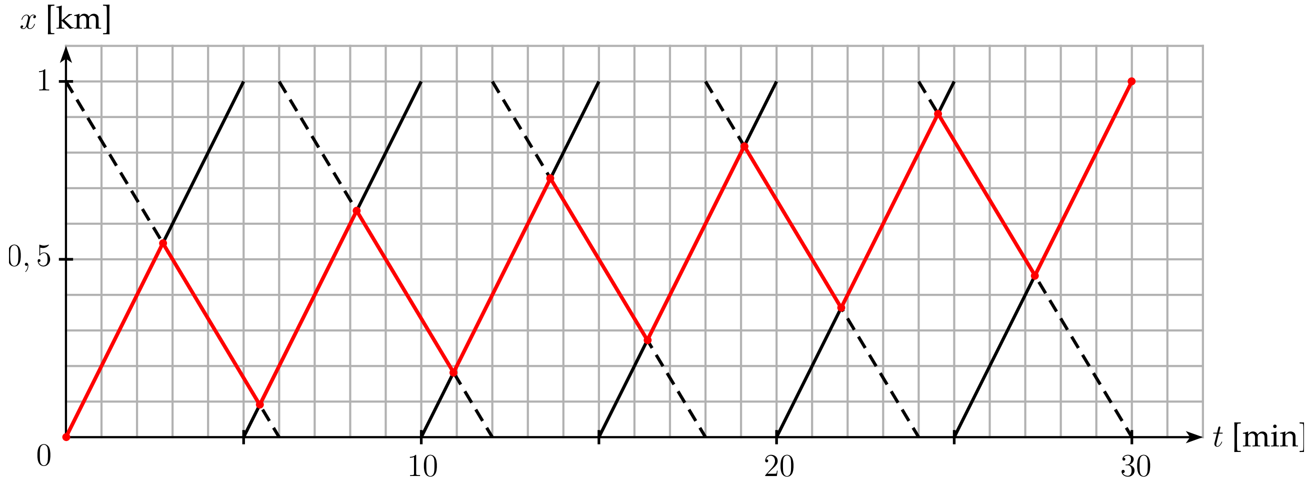
Za pravilno izračunano pot, ki jo preteče Neli (smiselno zaokroženo) . (3 točke)
Za pravilno ugotovitev, da se menjave vršijo v enakomernih časovnih presledkih . . . . (1 točka)
Za pravilno ugotovitev, da je odsek, na katerem spremlja Ado, dolg x_1 in da je odsek, na katerem spremlja Saro, dolg $(ob - x_1)$ . . . . (1 točka)

(e) Neli teče pol ure, $t_t = 30$ min. Nelina povprečna hitrost je

$$\bar{v}_N = \frac{s_N}{t_t} = \frac{5{,}\overline{54}\,\mathrm{km}}{30\,\mathrm{min}} = 0{,}1\overline{84}\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}} = 11{,}\overline{09}\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}\,.$$

Za pravilno izračunano povprečno hitrost (smiselno zaokroženo) . . . . . (1 točka)

(f) Graf Neline lege v odvisnosti od časa je narisan z rdečo sklenjeno črto.

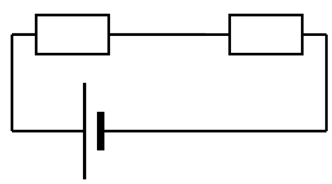


Za pravilen graf . . . . (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **11 točk**.

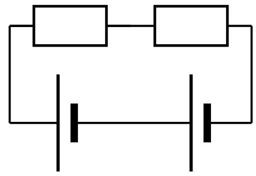
B2 Ker ni rečeno drugače, domnevamo, da so merilni inštrumenti idealni. Notranji upor idealnega ampermetra je 0, notranji upor idealnega voltmetra je ∞. Za lažjo predstavo, kakšna so narisana vezja, lahko odmislimo vse voltmetre in ampermetre: v mislih zbrišemo veje z voltmetri in čez ampermetre narišemo žice.

(a) V vezju sta zaporedno vezana dva enaka porabnika. Na vsakem je polovica napetosti vira, $U = 6$ V. Če pri napetosti 12 V teče skozi porabnik tok 120 mA, teče pri napetosti 6 V pol manjši tok $I = 60$ mA.



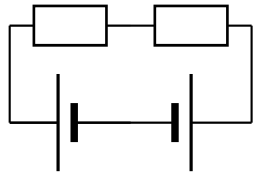
Za pravilno napetost . . . . (1 točka)
Za pravilen tok (sorazmeren z napetostjo) . . . . (1 točka)

(b) V vezju sta zaporedno vezana dva enaka porabnika in dva enaka vira. Skupna gonilna napetost je 24 V. Na vsakem porabniku je polovica gonilne napetosti, $U = 12$ V. Pri napetosti 12 V teče skozi porabnik tok $I = 120$ mA.



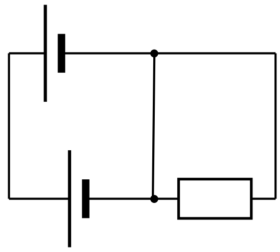
Za pravilno napetost .... **(1 točka)**
Za pravilen tok (sorazmeren z napetostjo) .... **(1 točka)**

(c) Vira sta vezana nasproti, skozi vezje tok ne teče, $I = 0$. Ker skozi porabnika tok ne teče, je napetost, ki jo meri voltmeter V_1, enaka $U_1 = 0$. Voltmeter V_2 meri napetost enega vira in zato je $U_2 = 12$ V.



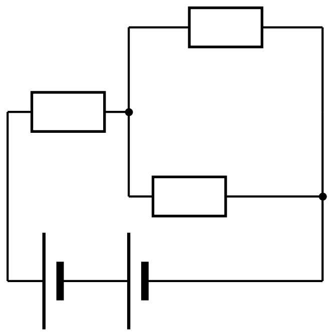
Za pravilen tok .... **(1 točka)**
Za pravilno napetost U_1 .... **(1 točka)**
Za pravilno napetost U_2 .... **(1 točka)**

(d) Voltmeter V_1 meri gonilni napetosti obeh posameznih virov, $U_1 = 12$ V. Skozi porabnik tok ne teče, $I = 0$ (mimo porabnika je speljan kratek stik). Napetost na porabniku je 0. Voltmeter V_2 meri skupno napetost vira (12 V) in porabnika (0), kaže $U_2 = 12$ V.



Za pravilen tok .... **(1 točka)**
Za pravilno napetost U_1 .... **(1 točka)**
Za pravilno napetost U_2 .... **(1 točka)**

(e) Skupna gonilna napetost dveh zaporedno vezanih virov je 24 V. Skozi vira in skozi levi upornik teče isti tok I_2, ki ga meri ampermeter A_2. Skozi vzporedno vezana enaka upornika tečeta enaka tokova, ki merita vsak pol toka I_2. Enega od teh dveh tokov meri ampermeter A_1, $I_1 = \frac{1}{2}I_2$. Ker sta napetost na posameznem porabniku in tok skozenj premosorazmerna, je napetost na vzporedno vezanih porabnikih (ki jo meri voltmeter V_2) pol tolikšna kot je napetost na levem porabniku (ki jo meri voltmeter V_1), $U_2 = \frac{1}{2}U_1$. Vsota $U_1 + U_2 = 3U_2$ je enaka skupni napetosti virov 24 V, odkoder dobimo $U_2 = 8$ V in $U_1 = 16$ V. Tokova sta $I_1 = 80$ mA in $I_2 = 160$ mA.



Za pravilen tok I_1 **(ali ugotovitev, da je** I_1 **enak polovici toka** I_2**)** ...... **(1 točka)**
Za pravilen tok I_2 .... **(1 točka)**
Za pravilno napetost U_1 .... **(1 točka)**
Za pravilno napetost U_2 **(vsota** $U_1 + U_2 = 24\,\mathrm{V}$**)** .... **(1 točka)**

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

Sklop C:

C1 (a) Posodo s keramičnim dnom postavimo na vodno gladino in na merilu preberemo, da se je model potopil približno $h_1 = 1{,}1$ cm globoko. Sila vzgona je po velikosti enaka teži, zato je masa modela enaka masi izpodrinjene vode

$$m_1 = \rho_v \cdot V_1 = 1\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \cdot 126\,\text{cm}^3 = 126\,\text{g} \pm 30\,\text{g}\,.$$

Zaradi nenatančnosti pri odčitavanju je dovoljeno odstopanje ± 30 g.

Za razviden in pravilen postopek: meritve dimenzij modela tankerja, pravilno upoštevanje, da je masa modela enaka masi izpodrinjene vode .... (2 točki)

Za pravilno določeno maso modela tankerja .... (1 točka)

Za meritve dimenzij modela tankerja a, b in h_1 .... (1 točka)

(b) Z merilnim valjem nalivamo vodo v model (v posodo s keramičnim dnom) in ugotovimo, da model potone do polovice višine (približno do $2{,}4$ cm), ko vanj nalijemo približno 160 ml vode, dovoljeno odstopanje ± 30 ml.

Za rezultat med 130 ml in 190 ml .... (2 točki)

Za rezultat z večjim odstopanjem med 110 ml in 210 ml .... (1 točka)

(c) Ko bi se pravi tanker z enako obliko, kot jo ima model, a tisočkrat daljšimi dolžinami robov, ugreznil do polovice svoje višine, bi izpodrinil maso vode

$$\begin{aligned} m_2 &= \rho_v \cdot a_1 \cdot b_1 \cdot c_1 = 1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 127\,\text{m} \cdot 90\,\text{m} \cdot 24\,\text{m} = \\ &= 274\,000\,000\,\text{kg} = 274\,000\,\text{ton} \pm 50\,000\,\text{ton}\,. \end{aligned}$$

Tanker plava na vodi, masa izpodrinjene vode je enaka vsoti mase praznega tankerja ($m_0 = 100\,000$ ton) in mase nafte m_n. Masa nafte je $m_n = m_2 - m_0 = 174\,000$ ton $\pm 52\,000$ ton.

Prostornina nafte je

$$\begin{aligned} V_n &= \frac{m_n}{\rho_n} = \frac{174\,000\,000\,\text{kg} \cdot \text{m}^3}{850\,\text{kg}} \approx 205\,000\,\text{m}^3 \pm 60\,000\,\text{m}^3 = \\ &= 205 \cdot 10^6\,\text{litrov} \pm 60 \cdot 10^6\,\text{litrov}\,. \end{aligned}$$

Pravi tanker bi lahko prevažal 205 milijonov litrov nafte, dovoljena napaka je 60 milijonov litrov nafte.

Za pravilno določeno prostornino nafte .... (3 točke)

Za pravilno zapisano enačbo, da je masa tankerja z nafto enaka masi izpodrinjene vode .... (1 točka)

Za pravilno izračunano maso nafte .... (1 točka)

(d) Prostornino izpodrinjene vode, ko je model potopljen do polovice višine, najlažje določimo z merjenjem. Model (brez keramičnega dna) postavimo na vodoravno podlago, vanj nalijemo vodo do višine $2{,}4$ cm in z merilnim valjem izmerimo prostornino vode. Dobimo približno 300 ml, dovoljeno odstopanje ± 40 ml.

Zahtevano prostornino lahko tudi približno izračunamo. Višino $2{,}4$ cm pomnožimo s ploščino na četrtini višine modela. Izmerjeni dolžina in širina na dnu sta $12{,}7$ cm in $9{,}0$ cm, na vrhu pa $13{,}8$ cm in $10{,}1$ cm. Na sredini sta $13{,}25$ cm in $9{,}55$ cm, kar smo izračunali s povprečnima vrednostma dolžin in širin. Na četrtini višine pa sta dolžina in širina $13{,}0$ cm in $9{,}3$ cm, zopet izračunano iz povprečnih vrednosti dolžin in širin. Prostornina spodnje polovice modela je torej približno $V_s = 13{,}0\,\mathrm{cm} \cdot 9{,}3\,\mathrm{cm} \cdot 2{,}4\,\mathrm{cm} = 290\,\mathrm{cm}^3$ z dovoljenim odstopanjem $40\,\mathrm{cm}^3$. Možne so tudi drugačne rešitve.

Za pravilno določeno prostornino z MERJENJEM (rezultat med $260\,\mathrm{cm}^3$ in $340\,\mathrm{cm}^3$) (2 točki)

RAČUNANJE: Za ugotovitev, da mora pri računanju prostornine vstaviti ploščino na četrtini višine modela ....(1 točka)

RAČUNANJE: Za rezultat med $250\,\mathrm{cm}^3$ in $330\,\mathrm{cm}^3$ .... (1 točka)

Če je tekmovalec/ka že pri a) ali c) vprašanju računal/a ploščino na četrtini višine, dobi 1 točko tudi pri vprašanju d). Pri tem vprašanju je največje število točk, ki jih tekmovalec/ka lahko dobi, 2.

Tekmovalec dobi pri nalogi **C1** največ **10 točk**.

C2 (a) Izmerjeni tokovi so zapisani v tabeli.

meritev	1.	2.	3.	4.	5.
točki	A in B	B in C	C in D	A in C	B in D
I_1 [mA]	6,9	6,9	6,9	6,7	6,7
I_2 [mA]	2,3	2,3	2,3	4,4	4,4

Zaradi neenakih ampermetrov in baterij so dovoljena odstopanja $\pm 0{,}4$ mA, vendar naj bo razvidna enakost vrednosti pri 1., 2. in 3. meritvi ter pri 4. in 5. meritvi, pri čemer se ti tokovi lahko med seboj razlikujejo za največ $\pm 0{,}2$ mA.

Za vsak pravilno izmerjen par tokov I_1 in I_2..........................(1 točka)
Pri tem vprašanju lahko tekmovalec/ka dobi skupaj največ ....(5 točk)

(b) Tok skozi upornik R_1 kaže ampermeter A_2, $I_{R_1} = I_{2,BC} = 2{,}3$ mA.

Za pravilno ugotovitev ....(1 točka)

(c) Ker sta upornika R_2 in R_3 enaka, je I_{R_2} polovica toka, ki ga kaže A_2, $I_{R_2} = \frac{1}{2} I_{2,AB} = 1{,}15$ mA.

Za pravilen sklep ....(1 točka)

Za pravilen rezultat .... **(1 točka)**

(d) Skozi upornike R_4, R_5 in R_6 teče skupaj tok, ki je enak razliki tokov, ki ju kažeta ampermetra A_1 in A_2, torej $4{,}6$ mA. Ker so uporniki enaki, teče skozi vsakega od njih tretjina tega toka, velja $I_{R_6} = \frac{1}{3}(I_{1,CD} - I_{2,CD}) = \frac{1}{3}\, 4{,}6\ \mathrm{mA} = 1{,}53\ \mathrm{mA}$.

Za pravilen sklep .... **(1 točka)**

Za pravilen rezultat .... **(1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **C2** največ **10 točk**.