Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2014/15

9. razred

Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu prizna 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	B	A	A	D

A1 Prvo polovico poti $\frac{s}{2}$ avto prevozi s hitrostjo $v_1 = 60\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ v času t_1, drugo polovico poti pa prevozi s hitrostjo $v_2 = 40\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ v času t_2. Velja $\frac{s}{2} = v_1 \cdot t_1 = v_2 \cdot t_2$. Ker je $v_1 = \frac{3}{2}\, v_2$, je $t_2 = \frac{3}{2}\, t_1$. Skupna pot je

$$s = v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2 = 2 \cdot v_1 \cdot t_1$$

in bi jo avto prevozil v istem skupnem času $t_1 + t_2$ s stalno hitrostjo v, $s = v \cdot (t_1 + t_2)$. Ta hitrost je

$$v = \frac{s}{t_1 + t_2} = \frac{2 \cdot v_1 \cdot t_1}{t_1 + \frac{3}{2}\, t_1} = \frac{2 \cdot v_1 \cdot t_1}{\frac{5}{2}\, t_1} = \frac{2 \cdot v_1}{\frac{5}{2}} = \frac{4}{5}\, v_1 = \frac{4}{5}\, 60\, \frac{\text{km}}{\text{h}} = 48\, \frac{\text{km}}{\text{h}} \,.$$

Hitreje poiščemo pravi odgovor, če si izmislimo primerne podatke. Očitno iskana hitrost ni odvisna od dolžine poti (tega podatka v nalogi niti ni). Zato si izmislimo primerno dolžino poti, npr. 120 km. Za prvo polovico poti potrebuje avto pri hitrosti v_1 eno uro, za drugo polovico poti pa pri hitrosti v_2 uro in pol. Celotno pot 120 km opravi v času 2 uri in pol, in bi jo opravil v enakem času, če bi na celotni poti vozil s stalno hitrostjo

$$v = \frac{120\,\text{km}}{2{,}5\,\text{h}} = 48\, \frac{\text{km}}{\text{h}} \,.$$

A2 Naj bo sistem, ki ga opazujemo, krogla s svojo vsebino. Sistem je v ravnovesju: vsota sil, ki nanj delujejo, je nič. V smeri navzgor na sistem deluje vzgon, navzdol pa delujejo teža krogle, teža zraka v krogli in sila vrvi. Ko iz krogle izčrpamo zrak, se prostornina vode, ki jo krogla izpodriva, nič ne spremeni in je zato vzgon na kroglo enak kot prej. V tem primeru ga uravnovešata teža krogle, ki je enaka kot prej, in sila vrvi, ki je **večja** kot prej, ker nadomešča tudi težo izčrpanega zraka (ki ga zdaj v krogli ni).

A3 Rezultanta sil, ki deluje na uteži, povezani z lahko vrvjo preko lahkega škripca, je po velikosti enaka razliki med težama uteži, $F_r = F_{g2} - F_{g1} = 30$ N. Rezultanta sil povzroči, da se uteži začneta gibati s pospeškom

$$a = \frac{F_r}{m_1 + m_2} = \frac{30\,\text{N}}{5\,\text{kg}} = 6\, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \,.$$

Lahko pa zapišemo tudi 2. Newtonov zakon za vsako utež posebej, pri čemer upoštevamo, da sta pospeška uteži po velikosti enaka, da se težja utež giblje navzdol, lažja pa navzgor, in da sta sili vrvice F_v na vsako izmed uteži po velikosti enaki:

$$m_1 \cdot a = F_v - F_{g1} \qquad \text{in} \qquad \mathrm{m_2 \cdot a = F_{g2} - F_v} \,.$$

Obe enačbi seštejemo (ali pa se kako drugače dokopljemo do spodnjega izraza) in dobimo

$$m_1 \cdot a + m_2 \cdot a = (m_1 + m_2) \cdot a = F_v - F_{g1} + F_{g2} - F_v = F_{g2} - F_{g1} \,,$$

odkoder dobimo isti izraz za pospešek a kot prej.

A4 Izrek o kinetični energiji pravi, da je vsota **vseh zunanjih sil**, ki delujejo na telo, enaka spremembi kinetične energije telesa. Edina sila, ki deluje na skokico med njenim padanjem navzdol, je teža. Opravlja delo, ki je enako spremembi W_k.

A5 V razpredelnici gostot na listu s fizikalnimi obrazci preberemo gostoto lanenega olja, $\rho_o = 900\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Gladina je v kraku z oljem za 2 cm višja od gladine v kraku z vodo, pri čemer na ločilni ravnini velja, da je hidrostatični tlaki v obeh krakih enak. Zapišemo

$$\rho_o \cdot g \cdot h_o = \rho_v \cdot g \cdot h_v \,,$$

kjer sta h_o in h_v višini stolpcev olja in vode nad ločilno ravnino. Ko pokrajšamo g in enote pri gostotah dobimo $9 \cdot h_o = 10 \cdot h_v$, velja pa še $h_o - h_v = 2$ cm. Zadnjo enačbo množimo na obeh straneh z 10, upoštevamo prvo zvezo in dobimo $10 \cdot h_o - 10 \cdot h_v = 10 \cdot h_o - 9 \cdot h_o = h_o = 20$ cm.

Sklop B:

B1 (a) Jana in Simon se gibljeta enakomerno pospešeno s pospeškom $a_1 = 0{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ in imata ob času $t_1 = 6$ s hitrost $v_0 = a_1 \cdot t_1 = 3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Za pravilno določeno Janino hitrost ....(1 točka)

(b) V smeri Janinega gibanja deluje na Jano zaviralna sila $F_z = 18$ N, zato se Jana ustavlja s pojemkom

$$a_2 = \frac{F_z}{m_J} = \frac{18\,\mathrm{N}}{60\,\mathrm{kg}} = 0{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

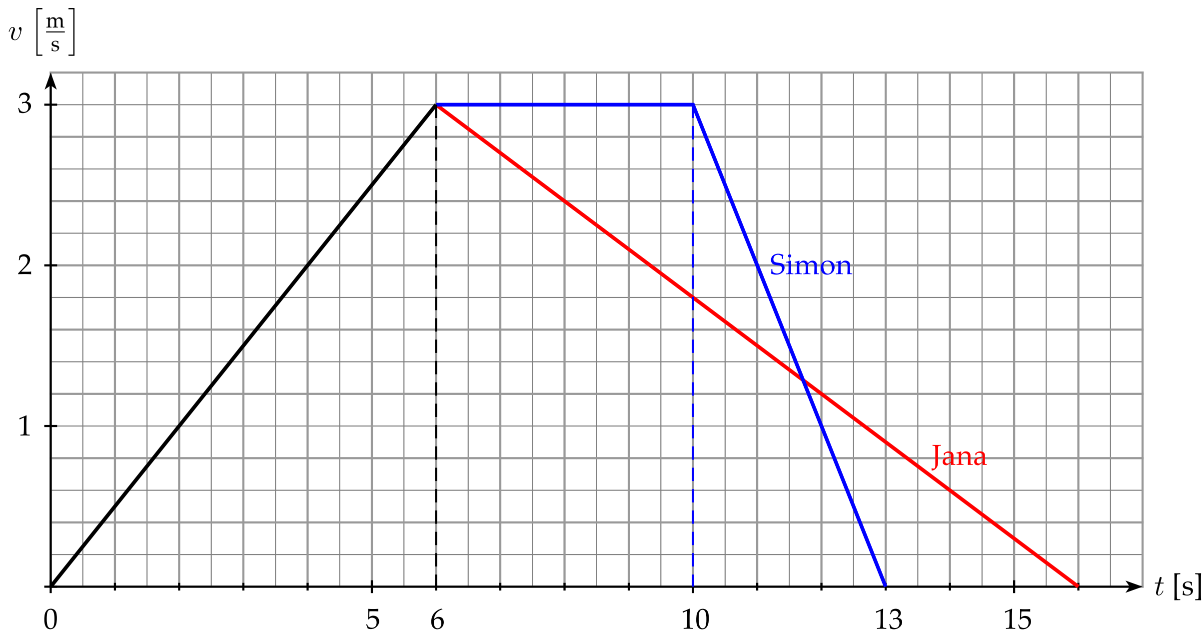
Ustavi se v času

$$\Delta t_2 = \frac{v_0}{a_2} = \frac{3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{0{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = 10\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilno izračunan čas ustavljanja .... (2 točki)
Za pravilno izračunan pojemek iz 2. Newtonovega zakona.....................(1 točka)
Za pravilno izračunan čas ustavljanja iz pojemka in začetne hitrosti .... (1 točka)

(c) Janina hitrost se do časa $t_1 = 6$ s enakomerno povečuje s pospeškom a_1 od začetne hitrosti 0 do hitrosti v_0 in se potem naslednjih $\Delta t_2 = 10$ s enakomerno zmanjšuje s pojemkom a_2 do končne hitrosti 0.

Simonova hitrost se do časa t_1 spreminja enako kot Janina. Od trenutka, ko se Jana ob času t_1 spusti, vozi Simon s stalno hitrostjo v_0 še čas $\Delta t_3 = 4$ s in se nato s pojemkom $a_3 = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ ustavi v času $\Delta t_4 = 3$ s. Grafa Janine in Simonove hitrosti:



Za v celoti pravilna grafa (tudi oznake osi, količine, enote) .... (3 točke)
Za ujemanje obeh grafov v času skupnega gibanja do t_1 ....(1 točka)
Za pravilen graf $v_J(t)$ ....(1 točka)
Za pravilen graf $v_S(t)$ ....(1 točka)
Za nepopolne oznake osi odštejemo 1 točko.

(d) Od trenutka, ko se Jana ob času t_1 spusti, opravi Simon pot, sestavljeno iz dveh prispevkov. Med vožnjo s stalno hitrostjo v_0 opravi pot $s_{S,1} = v_0 \cdot \Delta t_3 = 12$ m, med ustavljanjem pa pot $s_{S,2} = \frac{1}{2}\, v_0 \cdot \Delta t_4 = 4{,}5$ m. Skupna Simonova pot je $s_S = s_{S,1} + s_{S,2} = 16{,}5$ m.

Za pravilno pot .... (3 točke)
Za pravilno pot $s_{S,1}$ .... (1 točka)
Za pravilno pot $s_{S,2}$ .... (1 točka)
Za pravilno upoštevanje dveh prispevkov k poti .... (1 točka)

(e) Od trenutka ob času t_1, ko se pričneta gibati ločeno, opravi Jana med ustavljanjem pot $s_J = \frac{1}{2}\, v_0 \cdot \Delta t_2 = 15$ m. Ko oba spet mirujeta, sta oddaljena za razliko svojih poti, $d = s_S - s_J = 1{,}5$ m.

Za pravilno razdaljo med Jano in Simonom, ko spet mirujeta .... (2 točki)
Za pravilno Janino pot s_J .... (1 točka)

(f) Ne. Simon je med Janinim ustavljanjem vseskozi pred njo. (Obstaja pa trenutek, ko imata oba spet enaki hitrosti - ampak tedaj nista vštric.)

Za pravilen odgovor .... (1 točka)

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

B2 (a) Lubenica plava na gladini. Izpodrine toliko morske vode s prostornino $V_{mv} = 5{,}4$ l, da vzgon uravnovesi njeno težo. Sila vzgona F_v na lubenico je po velikosti enaka teži izpodrinjene morske vode,

$$F_v = m_{mv} \cdot g = \rho_{mv} \cdot V_{mv} \cdot g = 1\,025\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 5{,}4\,\mathrm{dm}^2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 55{,}35\,\mathrm{N}\,.$$

Za pravilno izračunano silo vzgona .... (2 točki)
Za pravilen sklep, da sila vzgona uravnovesi težo lubenice .... (1 točka)
Za pravilno izračunano maso ali težo vode, ki jo lubenica izpodrine .... (1 točka)

(b) Tehtnica kaže enako kot prej (12 kg), ker težo (maso) prelite vode nadomesti po velikosti enaka teža (masa) lubenice.

Za pravilno ugotovitev .... (1 točka)

(c) Teža lubenice je 55,35 N, njena masa je $m_l = 5{,}535$ kg $\approx 5{,}5$ kg.

Za pravilno določeno maso lubenice .... (1 točka)

(d) Prostornina lubenice je $V_l = V_{mv} + 0{,}6$ l = 6 l. Gostota lubenice je

$$\rho_l = \frac{m_l}{V_l} = \frac{5{,}535\,\mathrm{kg}}{6\,\mathrm{dm}^3} = 0{,}9225\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3} \approx 0{,}92\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}\,.$$

Za pravilno izračunano gostoto lubenice .... (2 točki)
Za pravilno določeno prostornino lubenice .... (1 točka)

(e) Gostota lubenice je manjša tudi od gostote sladke vode, zato lubenica plava tudi v sladki vodi. Težo lubenice uravnovesi vzgon: lubenica s težo $55{,}35$ N izpodrine $5{,}535 \approx 5{,}5$ litrov sladke vode z gostoto $1\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}$, ki se prelije čez rob posode.

Za pravilno določeno prostornino vode, ki se prelije čez rob posode ....(1 točka)

(f) Prostornina lubenice je enaka kot prej, torej 6 litrov. Ko Vesna lubenico dodatno potisne pod gladino, se čez rob posode prelije še 6 l $-5{,}535$ l $= 0{,}465$ l $\approx 0{,}5$ l.

Za pravilno določeno prostornino vode, ki se prelije čez rob posode ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **8 točk**.

B3 (a) Pri vsakem odboju se ohrani $100\,\% - 60\,\% = 40\,\%$ mehanske energije, ki jo ima žogica pred odbojem. Po posameznem odboju zato predstavlja potencialna energija žogice v najvišji legi le $40\,\%$ potencialne energije v najvišji legi pred tem odbojem. Potencialna energija je sorazmerna višini lege, zato so zaporedne najvišje višine žogice po odbojih $h_1 = 0{,}4 \cdot h_0 = 0{,}4$ m in $h_2 = 0{,}4 \cdot h_1 = 0{,}16$ m.

Za pravilno izračunani višini .... **(2 točki)**

Za pravilno višino h_1 .... (1 točka)

(b) Čas do prvega odboja je čas prostega pada žogice z višine $h_0 = 1$ m,

$$t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1\,\mathrm{m}}{10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 0{,}45\,\mathrm{s}\,.$$

Čas od prvega do drugega odboja je čas navpičnega meta do višine $h_1 = 0{,}4$ m, ki je dvakratnik časa prostega pada z višine h_1,

$$t_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}4\,\mathrm{m}}{10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 0{,}57\,\mathrm{s}\,.$$

Čas od drugega do tretjega odboja je čas navpičnega meta do višine $h_2 = 0{,}16$ m,

$$t_2 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_2}{g}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}16\,\mathrm{m}}{10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 0{,}36\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilno izračunane čase .... **(3 točke)**

Za pravilno izračunan vsak posamezen čas .... (1 točka)

Za pravilno upoštevanje, da je čas od prvega odboja do drugega odboja dvakratnik časa prostega pada z najvišje višine med tema odbojema .... (1 točka)

(c) Potencialna energija žogice v najvišji legi pred odbojem je enaka kinetični energiji žogice tik pred odbojem, $m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2}\, m \cdot v_0^2$. Hitrost žogice tik pred prvim odbojem je

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 1\,\mathrm{m}} = 4{,}47\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Velikost hitrosti žogice **tik po prvem** odboju je enaka velikosti hitrosti žogice **tik pred drugim** odbojem,

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}4\,\mathrm{m}} = 2{,}83\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Velikost hitrosti žogice tik po drugem odboju je enaka velikosti hitrosti žogice tik pred tretjim odbojem,

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_2} = \sqrt{2 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}16\,\mathrm{m}} = 1{,}79\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

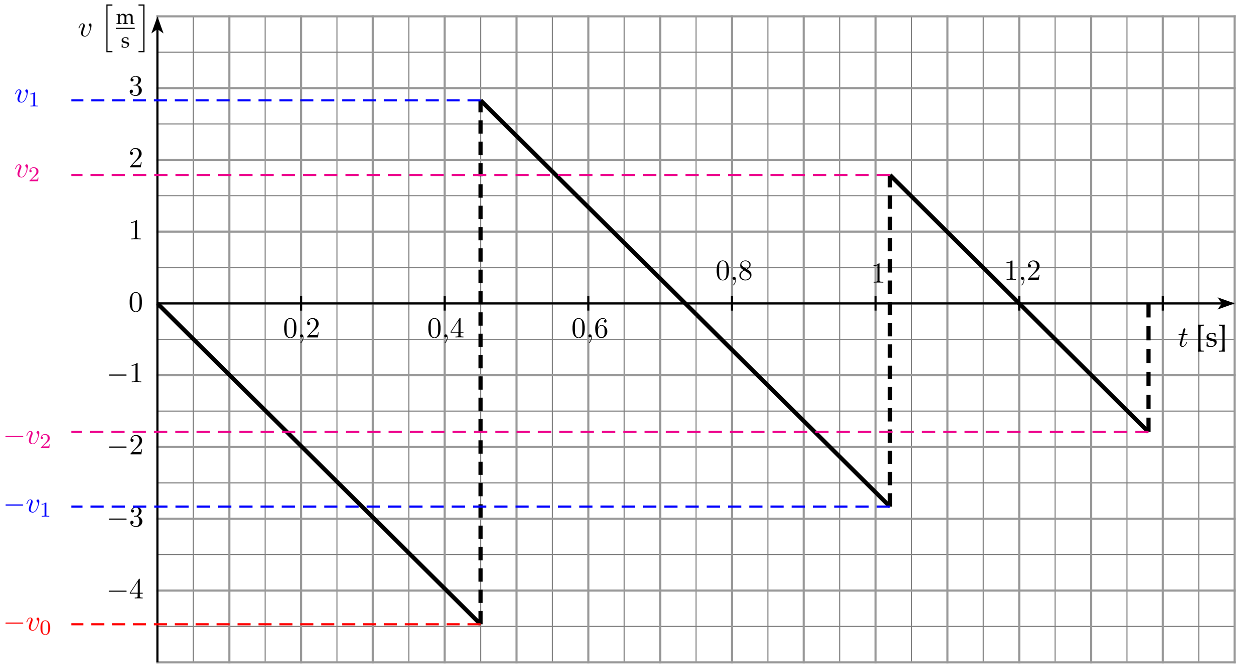
Za pravilno izračunane vse hitrosti .... **(3 točke)**

Za pravilno izračunano hitrost tik pred prvim odbojem .... (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da je velikost hitrosti žogice tik po odboju za faktor $\sqrt{0{,}4}$ **manjša od velikosti hitrosti žogice pred tem odbojem** .... (1 točka)

Za pravilno ugotovitev, da je velikost hitrosti žogice tik po odboju enaka velikosti hitrosti žogice tik pred naslednjim odbojem .... (1 točka)

(d) Graf hitrosti žogice v odvisnosti od časa.



Za v celoti pravilen graf (tudi oznake osi, količine, enote) .... (4 točke)
Za pravilno žagasto obliko grafa (tudi negativne hitrosti) .... (1 točka)
Za pravilne čase, ob katerih se predznak hitrosti spremeni .... (1 točka)
Za pravilne vrednosti največjih hitrosti na odsekih .... (1 točka)
Za vzporednost odsekov grafa (pospešek žogice je stalen, g) .... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **12 točk**.