Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za bronasto Stefanovo priznanje 2015/16

9. razred

Sklop A:
V sklopu **A** je pravilen odgovor ovrednoten z 2 točkama. Če je odgovor napačen, če je odgovorov več ali če ni obkrožen noben odgovor, je naloga ovrednotena z 0 točkami. Upoštevajo se izključno odgovori, zapisani v preglednici. V preglednici so zapisani pravilni odgovori.

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

A1 Prvi sel je 12 milj oddaljen od kraja A, ko se iz A za njim na pot odpravi drugi, hitrejši sel. Ker oba hodita enakomerno, se tudi razdalja med njima s časom zmanjšuje enakomerno. Ker drugi sel dohiti prvega v štirih dnevih, se razdalja med njima vsak dan zmanjša za četrtino začetne razdalje $\frac{12\,\text{milj}}{4} = 3$ milje. To pomeni, da opravi v enem dnevu drugi sel za 3 milje daljšo pot kot prvi sel: drugi sel prehodi v enem dnevu 15 milj.

Pravilni odgovor lahko najdemo tudi s preizkušanjem in sklepanjem. Prvi sel prehodi v 5 dnevih isto pot kot drugi sel v 4 dnevih; velja $5 \cdot 12$ milj $= 4 \cdot 15$ milj ($= 60$ milj).

A2 Krogli imata enaki masi in delujeta z enakima silama na prečko prevesne tehtnice, zato je tehtnica v vodoravni ravnovesni legi, ko sta krogli obešeni na enakih oddaljenostih od osi. Prostornini obeh krogel pa nista enaki: železo ima večjo gostoto od aluminija, zato ima pri enakih masah krogel železna krogla manjšo prostornino od krogle iz aluminija. Ko krogli potopimo v vodo, delujeta na krogli sili vzgona. Ker krogla iz aluminija izpodriva več vode, je vzgon nanjo večji od vzgona na železno kroglo. Sila prečke, ki skupaj z vzgonom uravnovesi težo krogle, je manjša na kroglo iz aluminija in večja na železno kroglo. Krogla iz aluminja deluje na prečko z manjšo silo kot železna krogla. Prečka se prevesi tako, da je železna krogla nižje.

A3 Oba zaboja se gibljeta skupaj z enakim pospeškom. Preko manjšega zaboja deluje nanju s podlago vzporedna (edina) sila $F = 20$ N, s katero potiskaš zaboj, ki povzroči, da se zaboja gibljeta s pospeškom

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{20\,\text{N}}{30\,\text{kg} + 50\,\text{kg}} = \frac{20\,\text{N}}{80\,\text{kg}} = 0{,}25\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\,.$$

A4 Vsako leto se dan podaljša za $\delta t = 15\,\mu$s. Ko bo minilo N let, bo dan daljši za $\Delta t = 1$ s, velja $N \cdot \delta t = \Delta t$. Od tu dobimo

$$N = \frac{\Delta t}{\delta t} = \frac{1\,\text{s}}{15\,\mu\text{s}} = \frac{1\,\text{s}}{15\,\cdot 10^{-6}\,\text{s}} = 66\,667\,.$$

A5 Potencialna energija skokice linearno narašča z višino, na kateri je skokica. Pravilno odvisnost potencialne energije skokice od višine nad tlemi kaže graf (A), pri čemer smo izbrali $W_p(h = 0) = 0$.

Sklop B:

B1 (a) Na vodi plavajoča skleda je v ravnovesju, rezultanta sil, ki delujejo nanjo, je 0. Težo sklede $F_{g,skl} = 0{,}9$ N uravnovesi po velikosti enaka, po smeri pa nasprotna sila vzgona, $F_{v,skl} = F_{g,skl} = 0{,}9$ N.

Za pravilno silo vzgona .... **(1 točka)**

(b) Sila vzgona na skledo je po velikosti enaka teži izpodrinjene tekočine, $F_{v,skl} = F_{g,vode}$. Če je teža izpodrinjene vode $F_{g,vode} = 0{,}9$ N, je njena prostornina $0{,}09$ dm^3 $= 0{,}09$ litra.

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

Za pravilno določanje prostornine vode iz vzgona .... (1 točka)

Za pravilno upoštevanje, da je sila vzgona po velikosti enaka teži izpodrinjene tekočine .... (1 točka)

(c) Skleda, ki se ravno še ne potopi, lahko izpodriva največ $V_{max} = 1{,}20$ dm^3 vode. Tedaj deluje nanjo največja sila vzgona $\vec{F}_{v,max}$, ki je po velikosti enaka teži izpodrinjene vode, $F_{v,max} = F_{g,vode,max} = 12$ N. Največja sila vzgona $F_{v,max}$ na do roba potopljeno skledo uravnovesi največjo skupno silo teže sklede in frnikol $F_{g,max}$, $F_{v,max} = F_{g,max}$. Skupna teža sklede in frnikol je vsota teže sklede $F_{g,skl} = 0{,}9$ N in teže frnikol $F_{g,f}$ ter je enaka $F_{g,max} = F_{g,skl} + F_{g,f} = 12$ N. Od tu dobimo, da je teža frnikol $F_{g,f} = F_{g,max} - F_{g,skl} = 12$ N $- 0{,}9$ N $= 11{,}1$ N. Taka teža ustreza masi $m_f = 1\,110$ g $= 1{,}11$ kg frnikol.

Za pravilno maso frnikol .... **(2 točki)**

Za pravilno skupno težo sklede in frnikol iz največje sile vzgona .... (1 točka)

Za težo (ali maso) frnikol, izračunano kot razliko med skupno težo (maso) in težo (maso) sklede .... (1 točka)

(d) Masa frnikol m_f je sorazmerna prostornini frnikol, $m_f = \rho_s \cdot V_f$, kjer je ρ_s gostota stekla, $\rho_s = 2\,400\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Prostornina frnikol je

$$V_f = \frac{m_f}{\rho_s} = \frac{1{,}11\,\mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^3}{2\,400\,\mathrm{kg}} = 0{,}000\,46\,\mathrm{m}^3 = 0{,}46\,\mathrm{dm}^3\,.$$

V skledo, ki ima prostornino $V_{max} = 1{,}2$ dm^3 in zavzemajo v njej frnikole prostornino V_f, lahko dolijemo še vodo s prostornino $V_v = V_{max} - V_f = 1{,}2$ dm$^3 - 0{,}46$ dm$^3 = 0{,}74$ dm^3.

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

Za pravilno izračunano prostornino svinčenih kroglic iz mase frnikol .... (1 točka)

Za pravilno izračunano prostornino vode kot razliko med prostornino posode in prostornino frnikol .... (1 točka)

(Opomba: pri iskanju odgovora na zadnji dve vprašanji smo zanemarili prostornino tankih sten sklede. Napaka, ki smo jo s tem zagrešili, je zelo majhna. Iz mase sklede in gostote bakra izračunamo prostornino sten sklede $V_{stene} = 0{,}01$ dm^3. Ko je skleda potopljena do roba, izpodriva $1{,}21$ litra vode, največja skupna teža sklede in frnikol pa je $12{,}1$ N.)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **7 točk**.

B2 (a) Vozičku z maso $m = 10$ kg, ki ga potisnemo na $\Delta h = 6$ m visok klanec, se potencialna energija poveča za

$$\Delta W_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 10\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 6\,\mathrm{m} = 600\,\mathrm{J}\,.$$

Za pravilno izračunano spremembo potencialne energije .... (1 točka)

(b) Sila trenja na voziček $F_{t1} = 10$ N opravi na klancu dolgem $s_1 = 28$ m na vozičku (negativno) delo $A_t = (-)F_{t1} \cdot s_1 = (-)10\,\mathrm{N} \cdot 28\,\mathrm{m} = (-)280$ J. Delo trenja je negativno, ker je sila trenja usmerjena v nasprotno smer od smeri gibanja vozička.

Za pravilno izračunano velikost dela sile trenja (predznak dela se ne točkuje) (1 točka)

(c) Delo, ki ga opravimo na vozičku med potiskanjem vozička po klancu, se delno naloži v potencialno energijo vozička, delno pa z njim nadomeščamo izgube energije vozička zaradi dela sile trenja. Ker se voziček giblje zelo počasi, je njegova kinetična energija (in sprememba kinetične energije) zanemarljiva. Na vozičku pri potiskanju do vrha klanca v celoti opravimo delo $A = \Delta W_p + |A_t| = 880$ J.

Za v celoti pravilno izračunano delo .... (2 točki)
Za upoštevanje, da se delo naloži v potencialno energijo vozička .... (1 točka)
Za upoštevanje, da delo nadomesti izgube zaradi trenja .... (1 točka)

(d) Tudi med gibanjem vozička po klancu navzdol deluje nanj sila trenja, ki na vozičku opravi enako (negativno) delo kot pri gibanju vozička po klancu navzgor, $A_t = (-)280$ J. Pri gibanju z vrha do vznožja klanca se zato mehanska energija vozička, ki je vsota njegove kinetične in potencialne energije, zmanjša za $\Delta W = (-)280$ J.

Na vrhu klanca voziček nima kinetične energije (ker miruje), ima pa potencialno energijo $W_p = 600$ J, če jo merimo od dna klanca. Pri dnu klanca voziček nima potencialne energije, ima pa kinetično energijo, ki je $W_k = W_p - |\Delta W| = 600$ J -280 J $= 320$ J.

Za pravilno izračunano kinetično energijo vozička pri dnu klanca (lahko na pamet) .. .. (2 točki)
Za upoštevanje izgube mehanske energije zaradi trenja .... (1 točka)
Za pravilno začetno vrednost mehanske energije na vrhu klanca .... (1 točka)

(e) Ob dnu klanca ima voziček s kinetično energijo $W_k = 320$ J hitrost

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot W_k}{m}} = \frac{2 \cdot 320\,\mathrm{J}}{10\,\mathrm{kg}} = 8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Ker na vodoravnem izteku klanca nanj deluje stalna zaviralna sila trenja $F_{t2} = 16$ N, se ustavlja s pojemkom

$$a = \frac{F_{t2}}{m} = \frac{16\,\mathrm{N}}{10\,\mathrm{kg}} = 1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Voziček se zaustavi v času

$$t = \frac{v}{a} = \frac{8\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^2}{\mathrm{s} \cdot 1{,}6\,\mathrm{m}} = 5\,\mathrm{s}\,.$$

V tem času se voziček premika s povprečno hitrostjo $\bar{v} = \frac{v}{2} = 4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in opravi pot $s_2 = \bar{v} \cdot t = 20$ m.

Do istega rezultata pridemo še hitreje, če upoštevamo, da se pri ustavljanju vozička njegova kinetična energija zmanjša na 0 na račun (negativnega) dela sile trenja $F_{t2} = 16$ N. Delo sile trenja na izteku klanca je $A_{t2} = F_{t2} \cdot s_2 = (-)320$ J, od tu dobimo $s_2 = 20$ m.

Za pravilno pot s_2 .... (2 točki)
Za delno pravilno sklepanje po katerikoli poti .... (1 točka)

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

B3 (a) Da bi Andrej pri zeleni luči pripeljal do križišča, oddaljenega za $s_1 = 42$ m v času $t_1 = 3$ s, bi se moral peljati s hitrostjo

$$v_0 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{42\,\mathrm{m}}{3\,\mathrm{s}} = 14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Za pravilno izračunano hitrost .... **(1 točka)**

(b) Da Andrej doseže križišče preden na semaforju ugasne zelena luč, se mora na poti s_1 voziti s povprečno hitrostjo $\bar{v}_1 = v_0$. Če začne pospeševati, ko je njegova hitrost $v_1 = 13\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in je njegova povprečna hitrost $\bar{v}_1 = 14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, je njegova hitrost, ko doseže križišče, $v_2 = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. V času $t_1 = 3$ s se je njegova hitrost povečala za $\Delta v = v_2 - v_1 = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, kar pomeni, da se mora pospeševati s pospeškom a_1,

$$a_1 = \frac{\Delta v}{t_1} = \frac{2\,\mathrm{m}}{\mathrm{s}\cdot 3\,\mathrm{s}} = 0{,}67\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Za pravilno določen pospešek .... **(3 točke)**
Za pravilen sklep, da je na poti s_1 njegova povprečna hitrost enaka v_1 .... (1 točka)
Za pravilno določeno hitrost tik pred križiščem v_2 .... (1 točka)
Za pravilno upoštevan čas pospeševanja t_1 .... (1 točka)

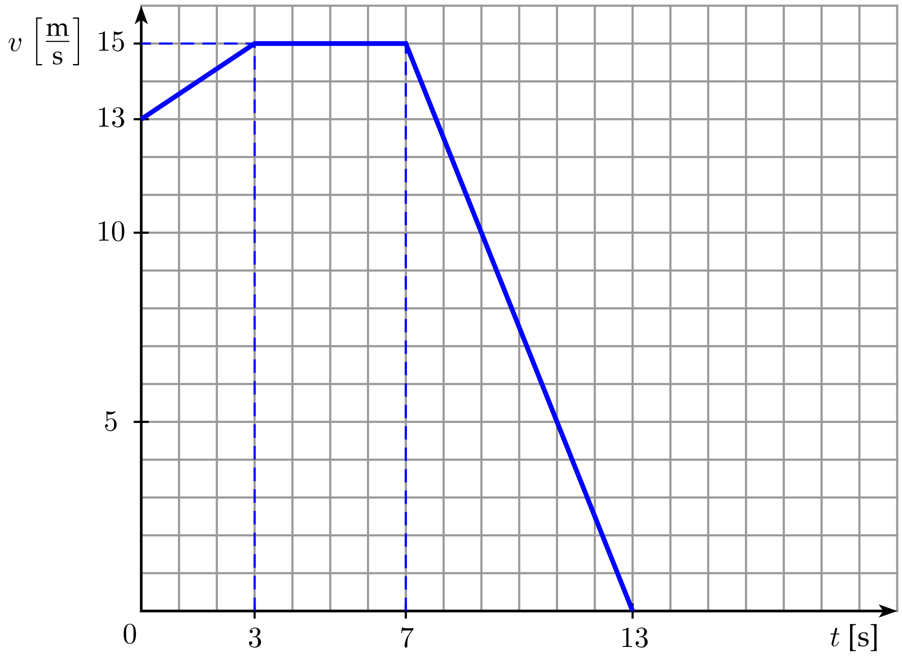
(c) Skozi križišče in še naprej se Andrej vozi s hitrostjo v_2. Potem se na zadnjem odseku poti, na razdalji $s_2 = 45$ m enakomerno ustavlja. Njegova povprečna hitrost je na tem odseku enaka $\bar{v}_2 = \frac{v_2}{2} = 7{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, kar pomeni, da ta odsek prevozi v času $t_2 = \frac{s_2}{\bar{v}_2} = \frac{45\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}}{7{,}5\,\mathrm{m}} = 6$ s. Ustavlja se s pojemkom

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{t_2} = \frac{v_2}{t_2} = \frac{15\,\mathrm{m}}{\mathrm{s}\cdot 6\,\mathrm{s}} = 2{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Za pravilno določen pojemek .... **(2 točki)**
Za delno pravilno sklepanje (o povprečni hitrosti ali času ali pojemku iz znane poti s_2)
.... (1 točka)

(d) Da lahko narišemo graf Andrejeve hitrosti v odvisnosti od časa, moramo izračunati še čas, ko se Andrej vozi s stalno hitrostjo v_2 na poti $s_3 = 60$ m od križišča do trenutka, ko se začne ustavljati. Pot s_3 prevozi v času $t_3 = \frac{s_3}{v_2} = \frac{60\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}}{15\,\mathrm{m}} = 4\,\mathrm{s}$.

V koordinatnem sistemu je narisan graf Andrejeve hitrosti v odvisnosti od časa od trenutka $t_0 = 0$ do trenutka, ko se ustavi pred drugim križiščem. Z začetne hitrosti $v_1 = 13\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ pospešuje 3 s do hitrosti $v_2 = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, potem vozi 4 s s stalno hitrostjo v_2 in potem se 6 s ustavlja.



Za v celoti pravilno narisan graf .... **(4 točke)**
Za pravilno označene osi (količine in enote) .... (1 točka)
Za pravilen graf med $t = 0$ **in** $t_1 = 3$ s ....(1 točka)
Za pravilen del grafa, ki ustreza vožnji s stalno hitrostjo (hitrost in trajanje vožnje) (1 točka)
Za pravilen del grafa, ki ustreza ustavljanju (trajanje in sprememba hitrosti) ....
.... (1 točka)
Za pravilne čase na grafu (3 s, 7 s in 13 s) ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **10 točk**.