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

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**
D	C	D	A	D

A1

$$\frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{s}^2\cdot\mathrm{m}} = \mathrm{kg}\,,$$
$$\frac{\mathrm{J}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2} = \frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2} = \frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}} = \mathrm{kg}\,,$$
$$\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2 = \frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^2} = \mathrm{kg}\,,$$
$$\frac{\mathrm{N}^2\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2\cdot\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}^3} \neq \mathrm{kg}\,.$$

A2 Tlaka v obeh krakih sta enaka na ločilni ravnini (in pod njo). Z dviganjem nad ločilno ravnino se bolj spreminja – pada – tlak v tistem kraku, kjer je gostejša tekočina – voda. Tlak v točki A je zato manjši kot v točki B.

A3 Jelkina nadmorska višina se s časom spreminja enakomerno (kot piše v besedilu naloge), kar prikazuje graf (D).

A4 Tehtnica pokaže maso vode in uteži. Preveri s poskusom, če ne verjameš!

A5 Na vrhu klanca se Tina ustavi, zato ima, glede na svoje začetno stanje v točki A, samo potencialno energijo $W_p = F_g \cdot h$, kjer je F_g njena teža in h višina klanca. V točki A ima kinetično energijo $W_{k,A} = \frac{1}{2}\, m \cdot v_A^2$, kjer je v_A njena hitrost v točki A. Ker od točke A do vrha klanca izgubi $20\,\%$ svoje mehanske energije, je njena potencialna energija na vrhu klanca enaka $80\,\%$ njene kinetične energije v točki A, $W_p = 0{,}8 \cdot W_{k,A}$ in $W_{k,A} = \frac{1}{0{,}8} \cdot W_p$. Od tod dobimo

$$W_{k,A} = \frac{1}{2}\, m \cdot v_A^2 = \frac{1}{0{,}8} \cdot W_p = 1{,}25 \cdot m \cdot g \cdot h \quad \text{in} \quad v_A^2 = 2{,}5 \cdot g \cdot h\,,$$
$$v_A = \sqrt{2{,}5 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2{,}5 \cdot 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 4\,\mathrm{m}} = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 36\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}.$$

Sklop B:

B1 (a) Rob kocke meri $a = 2$ dm, prostornina pa $V = a^3 = 8$ dm^3. Gostoto aluminija poiščemo v tabeli gostot na listu z obrazci, $\rho_{Al} = 2\,700\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2{,}7\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$, in izračunamo maso kocke, $m = \rho_{Al} \cdot V = 2{,}7\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 8\text{ dm}^3 = 21{,}6$ kg. Teža kocke F_g meri 216 N.

Za pravilno izračunano težo kocke . . . . (2 točki)

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

(b) Kocka izpodriva 8 dm^3 vode z maso 8 kg, torej je sila vzgona na kocko po velikosti enaka $F_{vzg} = 80$ N.

Za pravilno izračunano velikost sile vzgona . . . . (1 točka)

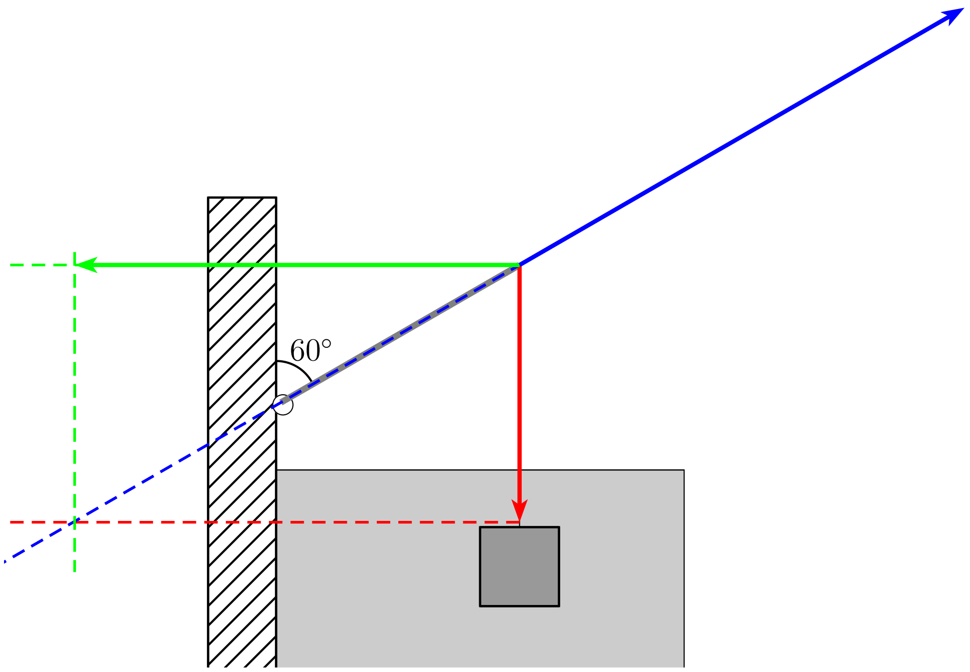
(c) Kocka miruje, sile nanjo so v ravnovesju. Težo kocke $\vec{F_g}$ uravnovesita sila vzgona $\vec{F}_{vzg}$ in sila žice $\vec{F_1}$, na kateri kocka visi. Sila žice meri $F_1 = F_g - F_{vzg} = 216$ N $- 80$ N $= 136$ N.

Za pravilno izračunano velikost sile žice . . . . (1 točka)

(d) Pri določanju sile droga si pomagamo z načrtovanem sil, ki delujejo na vozel. V teh rešitvah je uporabljeno merilo, v katerem silo 40 N prikažemo z 1 cm dolgo usmerjeno daljico. Sila žice, na katero je pripeta kocka, meri 136 N, kar ustreza $3{,}4$ cm dolgi usmerjeni daljici (rdeča na sliki). Silo droga na vozel prikazuje $6{,}8$ cm $\pm\,2$ mm dolga usmerjena daljica (modra na sliki), kar ustreza sili 272 N $\pm\,8$ N.

Za pravilno določeno silo droga na vozel . . . .(2 točki)

Za primerno izbrano merilo in vrisano silo navpične žice na vozel . . . (1 točka)



(e) Iz skice razberemo tudi silo vodoravne žice na vozel (zelena). Na skici meri $5{,}9$ cm $\pm\,4$ mm, kar ustreza sili 236 N $\pm\,16$ N.

Za pravilno določeno silo v vodoravni žici . . . . (2 točki)

Za pravilno razstavljeno silo droga na obe komponenti, a manjšo natančnost pri risanju . . . . (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B1** največ **8 točk**.

B2 (a) Upoštevamo, da je Guo med celotnim skokom pokončno zravnana. Če je v najvišji točki skoka njeno težišče $h_1 = 1{,}5$ m nad lego težišča medtem, ko Guo stoji na deski, so tedaj tudi njena stopala $h_1 = 1{,}5$ m nad desko. Ker je deska $h_0 = 3$ m nad gladino, so njena stopala v najvišji točki skoka $h_2 = h_0 + h_1 = 4{,}5$ m nad gladino.

Za pravilno izračunano višino .... (1 točka)

(b) Ko Guo Jingjing odskoči z deske, se dvigne še za $h_1 = 1{,}5$ m. Iz zveze $h_1 = \frac{1}{2}\, g \cdot t_1^2$ izračunamo čas, v katerem leti do najvišje točke svojega skoka

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}5\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^2}{10\,\mathrm{m}}} = 0{,}55\,\mathrm{s}\,.$$

Z najvišje točke skoka, ki je $h_2 = 4{,}5$ m nad gladino, leti do gladine čas t_2,

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4{,}5\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^2}{10\,\mathrm{m}}} = 0{,}95\,\mathrm{s}\,.$$

Čas za izvedbo vseh rotacij je čas med odrivom in doskokom v vodo, torej vsota $t_1 + t_2 = 1{,}50$ s.

Za pravilno izračunana oba časa t_1 in t_2 .... (2 točki)

Za pravilno izračunan čas t_1 ali t_2 .... (1 točka)

(c) Hitrost Guo Jingjing z najvišje točke skoka narašča enakomerno in je, ko se s stopali dotakne gladine, enaka

$$v = g \cdot t_2 = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}95\,\mathrm{s} = 9{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

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

(d) Povprečni pojemek, s katerim se v času $t_3 = 0{,}8$ s Guo ustavlja v vodi po doskoku, je

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{t_3} = \frac{v}{t_3} = \frac{9{,}5\,\mathrm{m}}{\mathrm{s}\,\cdot\,0{,}8\,\mathrm{s}} = 11{,}9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \pm 0{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Za pravilno izračunan povprečni pojemek .... (2 točki)

Za upoštevan pravilni čas t_3 ali pravilno upoštevano spremembo hitrosti $\Delta v = v$
.... (1 točka)

(e) Globina, do katere se po doskoku v času t_3 in s povprečnim pojemkom $\bar{a}$ potopijo stopala Guo Jingjing, je

$$h_3 = \frac{1}{2}\,\bar{a} \cdot t_3^2 = \frac{1}{2} \cdot 11{,}9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (0{,}8\,\mathrm{s})^2 = 3{,}80\,\mathrm{m} \pm 0{,}02\,\mathrm{m}\,.$$

Za pravilno izračunano globino .... (2 točki)

Za upoštevan pravilni povprečni pojemek $\bar{a}$ .... (1 točka)

(f) Med ustavljanjem v vodi delujejo na Guo teža $\vec{F}_g$, vzgon $\vec{F}_{vzg}$ in sila upora $\vec{F}_u$. Ker je povprečna gostota skakalke enaka gostoti vode, sta njena teža in vzgon po velikosti enaka, med seboj uravnovešena, $\vec{F}_g + \vec{F}_{vzg} = 0$. Rezultanta sil $\vec{F}_{rez}$, ki delujejo nanjo, je enaka kar sili upora $\vec{F}_u$. Povprečno vrednost njene velikosti izračunamo iz 2. Newtonovega zakona,

$$\bar{F}_{rez} = \bar{F}_u = m \cdot \bar{a} = 49\,\mathrm{kg} \cdot \left(11{,}9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \pm 0{,}1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) = 583\,\mathrm{N} \pm 5\,\mathrm{N}\,.$$

Za pravilno izračunano velikost povprečne rezultante sil ....(1 točka)

(g) Sila upora $\vec{F}_u$ opravlja (negativno) delo na Guo Jingjing med njenim ustavljanjem v vodi na poti h_3. Opravljeno delo je enako

$$A = -F_u \cdot h_3 = -\,(583\,\mathrm{N} \pm 5\,\mathrm{N}) \cdot (3{,}80\,\mathrm{m} \pm 0{,}02\,\mathrm{m}) = -2{,}22\,\mathrm{kJ} \pm 0{,}02\,\mathrm{kJ}\,.$$

Predznak dela je negativen; Guo na račun prejetega negativnega dela izgublja svojo mehansko energijo. Pri točkovanju te naloge pa predznaka ne upoštevamo. Tekmovalec dobi vse točke za pravilno velikost dela, ne glede na predznak.

Za pravilno izračunano delo sile upora ....(2 točki)

Za pravilno ugotovitev, da je rezultanta sil na Guo enaka sili upora (lahko že pri podvprašanju (f)) ....(1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **11 točk**.

B3 (a) Lokomotiva B ustavlja s stalnim pojemkom $a = 1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, v času

$$t_1 = \frac{\Delta v_B}{a} = \frac{v_{B,0}}{a} = \frac{30\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^2}{\mathrm{s} \cdot 1{,}5\,\mathrm{m}} = 20\,\mathrm{s}\,.$$

Za pravilno izračunan čas ustavljanja ....(1 točka)

(b) Pot, ki jo lokomotiva med ustavljanjem opravi, je

$$s_B = \frac{1}{2}\,a \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot (20\,\mathrm{s})^2 = 300\,\mathrm{m}\,.$$

Pot lahko izračunamo tudi iz povprečne hitrosti,

$$s_B = \bar{v}_B \cdot t_1 = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot (20\,\mathrm{s})^2 = 300\,\mathrm{m}\,.$$

Za pravilno izračunano pot lokomotive B ....(1 točka)

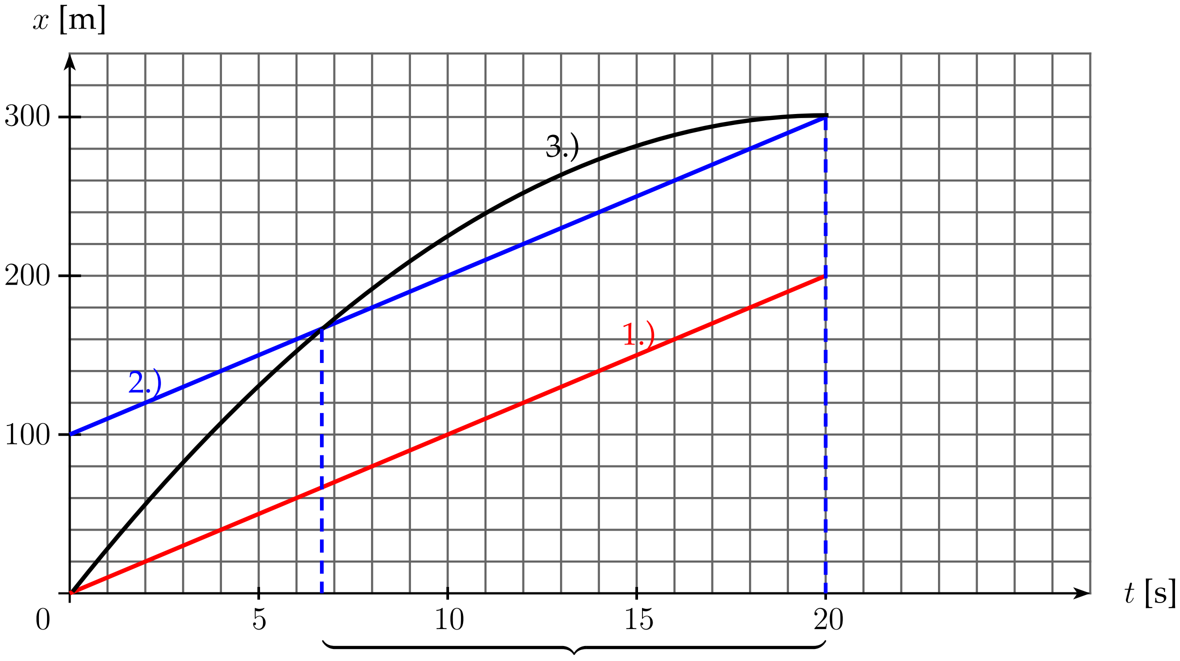
(c) Vlak A med ustavljanjem lokomotive B opravi pot $s_A = v_a \cdot t_1 = 10$ m/s $\cdot$20 s $=$ 200 m.

Za pravilno izračunano pot vlaka A ....(1 točka)

(d) Med svojim ustavljanjem se lokomotiva B premakne glede na vlak A za dolžino vlaka A (od zadnjega krajišča zadnjega vagona vlaka A do sprednjega krajišča lokomotive vlaka A). V času, ko se lokomotiva B ustavlja, opravi pot s_B, ki je točno za dolžino vlaka A daljša od poti s_A, ki jo v istem času opravi vlak A. Vlak A je dolg $d = s_B - s_A = 100$ m.

Za pravilno izračunano dolžino vlaka A .... (1 točka)

(e) Graf lege zadnjega krajišča zadnjega vagona vlaka A kaže rdeča sklenjena črta. Graf lege sprednjega krajišča lokomotive vlaka A kaže modra sklenjena črta. Graf lege sprednjega krajišča lokomotive B kaže črna sklenjena črta.



Za v celoti pravilno narisane grafe (oznake količin, enoti, skali) . . . . . . (4 točke)

Za pravilno narisan graf lege zadnjega krajišča zadnjega vagona vlaka A (1 točka)

Za pravilno narisan graf lege sprednjega krajišča lokomotive vlaka A (1 točka)

Za pravilen začetek (pri $t = 0$) in konec (pri $t = 20$ s) grafa lege sprednjega krajišča lokomotive B . . . . (1 točka)

Za pravilen potek grafa lege sprednjega krajišča lokomotive B (ki seka graf 2.)) . . . . (1 točka)

(f) Obdobje, ko je lokomotiva B pred lokomotivo vlaka A, je označeno pri grafih pri podvprašanju (e).

Za pravilno označeno obdobje (ko je graf 3.) nad grafom 2.)) **. . . . . (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **9 točk**.