

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za bronasto Stefanovo priznanje 2016/17

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
A	D	B	C	C

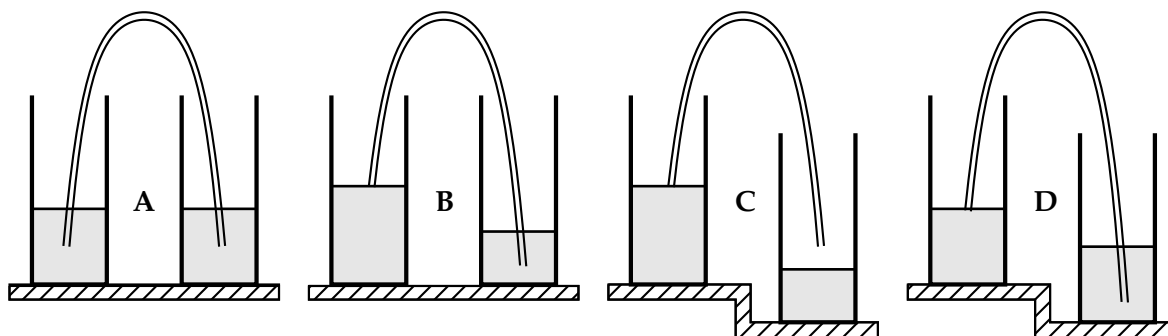
- A1** Prepozno je štartal tekač, katerega graf hitrosti v odvisnosti od časa kaže slika (A). Pravočasno je štartal tekač (B), tekača (C) in (D) pa sta štartala prezgodaj.
- A2** Sila vzgona na telo - Jureta z vso opremo - je po velikosti enaka teži tekočine, ki jo telo izpodriva. Na globini 20 m ima Jure z vso opremo za 1 liter manjšo prostornino kot na globini 10 m, izpodriva za 1 liter manj vode in zato je sila vzgona, ki deluje na Jureta na globini 20 m, malo manjša od sile vzgona, ki deluje nanj na globini 10 m.
- A3** Na gasilca delujeta med njegovim pospešenim drsenjem po drogu navzdol dve sili: v smeri navzdol deluje nanj teža \vec{F}_g z velikostjo $F_g = 700 \text{ N}$ in v nasprotni smeri sila trenja \vec{F}_t . Njuna vsota (rezultanta) $\vec{F}_r = \vec{F}_g + \vec{F}_t$ povzroči, da se gasilec Samo giblje s pospeškom $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Iz 2. Newtonovega zakona izračunamo velikost rezultante,

$$F_r = m \cdot a = 70 \text{ kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 210 \text{ N}.$$

Ker delujeta teža in sila trenja na gasilca v nasprotnih smereh (in ker se gasilec Samo giblje s pospeškom v smeri teže), je velikost rezultante F_r razlika med velikostjo teže F_g in velikostjo sile trenja F_t , velja $F_r = F_g - F_t$ in od tu dobimo

$$F_t = F_g - F_r = 700 \text{ N} - 210 \text{ N} = 490 \text{ N}.$$

- A4** Zamah mušjih kril traja $20 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-11} = 100 \cdot 10^{-5} = 10^{-3} \text{ s} = 1 \text{ ms} = 1000 \mu\text{s}$.
- A5** Slika kaže, koliko vode se pretoči po cevki med posodama pri različnih postavitvah. Več vode se pretoči pri postavitvah (A) in (D) in manj pri postavitvah (B) in (C). Za podrobnejše pojasnilo glej v B. Rovšek, *Poskus pri Kresnički: natega*, Fizika v šoli št. 2/2016.



Sklop B:

- B1** (a) Če vlakec med spustom ne bi izgubljal energije, bi se vsota njegove kinetične in potencialne energije ohranjala. Za toliko, kot bi se pri spustu za $\Delta h = 65 \text{ m}$ zmanjšala potencialna energija vlakca, bi se povečala njegova kinetična energija. Vlakec na vrhu proge pred spustom nima kinetične energije, za njegovo kinetično energijo v najnižji točki tirnice pa bi lahko zapisali

$$W_k = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = m \cdot g \cdot \Delta h.$$

Iz zgornjega izreka izrazimo hitrost vlakca v najnižji točki tirnice v_0 ,

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 65 \text{ m}} = 36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 129,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Isto hitrost v_0 bi vlakec dosegel pri prostem padu za Δh .

Za pravilno hitrost vlakca v primeru, ko ni izgube energije (2 točki)

Za pravilno uporabo izreka o kinetični in potencialni energiji (1 točka)

- (b) Izmerjena hitrost vlakca v najnižji točki tirnice je $v_i = 121 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Njegova kinetična energija je tam enaka

$$W_{k,i} = \frac{1}{2} m \cdot v_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 8500 \text{ kg} \cdot \left(33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 4,801 \cdot 10^6 \text{ J} = 4801 \text{ kJ} = 4,801 \text{ MJ}.$$

Če vlakec pri spustu ne bi izgubljal energije, bi imel v najnižji točki tirnice hitrost $v_0 = 36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in kinetično energijo

$$W_{k,0} = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 8500 \text{ kg} \cdot \left(36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 5,525 \cdot 10^6 \text{ J} = 5525 \text{ kJ} = 5,525 \text{ MJ}.$$

Še hitreje izračunamo kinetično energijo vlakca v najnižji točki, v primeru, ko ni izgub, iz izreka o kinetični in potencialni energiji (a),

$$W_{k,0} = m \cdot g \cdot \Delta h = 8500 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 65 \text{ m} = 5,525 \text{ MJ}.$$

Zaradi trenja in upora je vlakec pri spustu izgubil energijo

$$\Delta W = W_{k,0} - W_{k,i} = 5,525 \text{ MJ} - 4,801 \text{ MJ} = 724 \text{ kJ} = 0,724 \text{ MJ}.$$

Za pravilno izračunano izgubo energije (3 točke)

Za pravilno izračunano kinetično energijo vlakca iz izmerjene hitrosti (1 točka)

Za pravilno izračunano kinetično energijo vlakca v primeru brez izgub energije (1 točka)

- (c) Vlasec izgublja energijo na račun negativnega dela zaviralnih sil \vec{F}_z na poti $s = 90 \text{ m}$. Zapišemo lahko $\Delta W = A = \vec{F}_z \cdot s$, odkoder izrazimo povprečno zaviralno silo \vec{F}_z

$$\vec{F}_z = \frac{A}{s} = \frac{\Delta W}{s} = \frac{0,724 \text{ MJ}}{90 \text{ m}} = 8044 \text{ N} = 8,044 \text{ kN} \approx 8,04 \text{ kN}.$$

Za pravilno izračunano povprečno zaviralno silo (2 točki)

Za pravilno sklepanje, da so izgube energije posledica dela zaviralnih sil (1 točka)

- (d) Največjo hitrost $v_i = 33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ima vlakec na začetku vodoravnega izteka. Če se ustavlja enakomerno s pojemkom $a = \frac{1}{2}g$ in na koncu ustavi, njegovo ustavljanje traja čas t_u ,

$$t_u = \frac{v_i}{a} = \frac{2 \cdot v_i}{g} = \frac{2 \cdot 33,6 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{\text{s} \cdot 10 \text{ m}} = 6,72 \text{ s}.$$

Povprečna hitrost enakomerno ustavljaljočega se vlakca na vodoravnem izteku je $\bar{v} = \frac{1}{2}v_i = 16,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. S tako povprečno hitrostjo prevozi vlakec v času t_u pot

$$s_u = \bar{v} \cdot t_u = 16,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6,72 \text{ s} = 113 \text{ m}.$$

Tako dolg mora biti vsaj vodoravni iztek proge, če ne upoštevamo dolžine vlakca.

Za pravilno izračunan čas ustavljanja (1 točka)

Za pravilno dolžino vodoravnega izteka (poti ustavljanja) (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 9 točk.

- B2** (a) Tehtnica pokaže maso $m = 50 \text{ g}$, ki je vsota mase odprte plastenke in mase pokrovčka.

Opomba: Zanimivo vprašanje je, ali skupaj s platenko tehtamo tudi zrak, ki je v njej. Tehtnica pokaže silo, s katero pritiska nanjo platenka. Sila plastenke na tehtnico je razlika med skupno težo plastenke in zraka v njej ter silo vzgona na platenko v zraku, ki pa je (skoraj) enak teži zraka v platenki. Če je tlak zraka v platenki enak zunanjemu zračnemu tlaku, je razlika med težo zraka v platenki in silo vzgona na platenko le teža tistega dela zraka, ki ga izpodrivajo plastične stene plastenke in pokrovčka.

Za pravilno maso (1 točka)

- (b) Platenka, ki jo Marina tišči pod vodno gladino, tam miruje, je v ravnovesju. Nanjo delujejo tri sile: v smeri navzgor deluje sila vzgona \vec{F}_{vzg} , ki je po velikosti enaka teži 1,55 litra izpodrinjene vode, $F_{vzg} = 15,5 \text{ N}$, v smeri navzdol pa delujeta teža zaprte plastenke $F_g = 0,5 \text{ N}$ (težo zraka v njej smemo zanemariti, ker je mnogo manjša od drugih sil*) in sila \vec{F}_M , s katero Marina potiska platenko pod vodo. Ta sila je po velikosti enaka $F_M = 15 \text{ N}$, ker mora biti vsota obeh navzdol delujočih sil (teže \vec{F}_g in Marinine sile \vec{F}_M) po velikosti enaka navzgor delujoči sili vzgona \vec{F}_{vzg} .

*Ocena za maso in težo zraka v platenki: gostota zraka je $\rho_z = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, prostornina jzraka v platenki je $V = 1,5 \text{ dm}^3$, masa zraka v platenki je $m = \rho_z \cdot V = 0,0018 \text{ kg} = 1,8 \text{ g}$ in teža zraka v platenki je $0,018 \text{ N}$.

Za pravilno silo, s katero Marina tišči pod vodo platenko (2 točki)

Za pravilno velikost sile vzgona na platenko 15,5 N (1 točka)

- (c) V trenutku, ko Marina povsem pod vodno gladino potopljeno platenko spusti, platenka ni več v ravnovesju, nanjo delujeta le še njena teža in sila vzgona. Njuna rezultanta kaže v smeri navzgor in je po velikosti enaka $F_r = 15 \text{ N}$ (toliko, kot je merila sila \vec{F}_M , s katero je platenko v ravnovesju držala Marina, da je uravnovesila prav rezultanto teže plastenke \vec{F}_g in vzgona na platenko \vec{F}_{vzg}). Platenka z maso m se prične gibati s pospeškom, ki ga izračunamo iz 2. Newtonovega zakona,

$$a = \frac{F_r}{m} = \frac{15 \text{ N}}{50 \text{ g}} = \frac{15 \text{ N}}{0,05 \text{ kg}} = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilen pospešek (2 točki)

Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona in / ali pravilno rezultanto sil... (1 točka)

- (d) Marina mora na 30 plasten, ki jo držijo tik nad gladino (medtem ko so plastenke potopljene tik pod gladino) delovati s 30-krat tolikšno silo kot na eno samo platenko, $F_{M,30} = 30 \cdot F_M = 30 \cdot 15 \text{ N} = 450 \text{ N}$. Marina je na splavu v ravnovesju, nanjo delujeta njena teža $\vec{F}_{g,M}$ in sila splava \vec{F}_s , ki je po velikosti enaka sili, s katero Marina deluje na splav: $F_s = 450 \text{ N}$. To pomeni, da je tudi Marinina teža po velikosti enaka $F_{g,M} = 450 \text{ N}$. Marina ima maso 45 kg.

Za pravilno maso (2 točki)

Za pravilno sklepanje o ravnovesju sil in / ali pravilen račun sile, s katero Marina tišči pod gladino 30 plasten (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **7 točk**.