

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

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	A6	A7
D	C	B	D	B	B	D

A1 Pretvorba enot:

$$1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \frac{10^6 \text{ N}}{10^6 \text{ mm}^2} = \frac{10^6 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 10 \text{ bar}.$$

A2 Na geografskih širinah med obema povratnikoma je Sonce opoldne 2–krat na leto v zenitu. Na ekvatorju je Sonce v zenitu ob enakonočjih, v krajih severno od ekvatorja pa je Sonce prvič v letu v zenitu po spomladanskem enakonočju in pred poletnim obratom (v Bangalorju je to 24. aprila), drugič v letu pa po poletnem obratu in pred jesenskim enakonočjem (v Bangalorju je to 19. avgusta). Od avgusta do aprila je več kot pol leta.

A3 Zamašek leti navzgor pol časa, torej 1,5 s. Medtem se mu hitrost zmanjšuje s pojemkom g , vsako sekundo za $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. V času 1,5 s se zamašek ustavi, kar pomeni, da je imel na začetku hitrost $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

A4 Ročica je na strani, kjer drog zadržujemo v ravnovesju z roko, dvakrat tolikšna kot na strani z bremenom. Sila roke je zato pol manjša od sile bremena na drog, meri 10 N. Sila bremena 20 N in sila roke 10 N potiskata drog navzdol, sila podpore ti dve sili uravnovesi. Sila podpore meri 30 N.

A5 Takoj ko zamašek z maso $m = 5 \text{ g}$ in s hitrostjo $v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ odleti iz steklenice, ima kinetično energijo $W_{k,0} = \frac{1}{2} m v_0^2 = 1 \text{ J}$ in potencialno energijo $W_{p,0} = 0$ (tako izberemo). Po trku z vejo, ki je $h = 5 \text{ m}$ višje, se ustavi in potem prosto pade Janezu nazaj na roko. Zamašek ima takoj po trku z vejo potencialno energijo $W_{p,1} = F_g \cdot h = 0,25 \text{ J}$ in kinetično energijo $W_{k,1} = 0$. Potentialna energija $W_{p,1}$ se pretvori v kinetično energijo $W_{k,2}$, ki jo ima zamašek, ko pade Janezu nazaj na roko, $W_{k,2} = W_{p,1} = 0,25 \text{ J}$. Kinetična energija zamaška $W_{k,2}$ je po padcu za $W_{k,0} - W_{k,2} = 0,75 \text{ J} = 750 \text{ mJ}$ manjša od kinetične energije zamaška ob izstrelitvi iz steklenice.

A6 Upoštevamo, da ima jedilno olje manjšo gostoto kot voda (odpadeta rešitvi (C) in (D)), a večjo kot zrak (odpade rešitev (A)).

A7 Sila vzgona je odvisna od prostornine telesa, ki je potopljeno v kapljevini, in gostote kapljevine. Vse kocke imajo enako prostornino in so vse potopljene v vodo, zato je sila vzgona na vse kocke enaka.

Sklop B:

B1 (a) Skupna masa sani in Jurčka je $m = 40 \text{ kg}$. V smeri gibanja deluje na sani sila 50 N , s katero oče potiska sani, v nasprotni smeri pa sila trenja 5 N . Rezultanta obeh sil \vec{F}_r je v smeri gibanja in meri 45 N . Sani z Jurčkom se med potiskanjem gibljejo s pospeškom

$$a_1 = \frac{F_r}{m} = \frac{45 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = 1,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilno izračunan pospešek (2 točki)

Za pravilno določeno rezultanto sil (1 točka)

Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona (1 točka)

(b) Oče potiska sani na $s_1 = 9 \text{ m}$ dolgi poti s pospeškom $a_1 = 1,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Sani so na začetku mirovale, zato lahko izračunamo čas potiskanja t_1 iz enačbe $s_1 = \frac{1}{2} a_1 \cdot t_1^2$,

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot s_1}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{1,125 \text{ m}}} = 4 \text{ s}.$$

Za pravilno izračunan čas potiskanja (1 točka)

(c) Oče potiska sani $t_1 = 4 \text{ s}$ s pospeškom $a_1 = 1,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Hitrost sani je v trenutku, ko jih oče spusti, $v_1 = a_1 \cdot t_1 = 1,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{ s} = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Za pravilno izračunano hitrost sani (1 točka)

(d) Potem, ko oče sani izpusti, deluje nanje le še sila trenja \vec{F}_t , $F_t = 5 \text{ N}$. Sani se ustavljajo s pojemkom

$$a_2 = \frac{F_t}{m} = \frac{5 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilno izračunan pojemek pri ustavljanju (1 točka)

(e) Hitrost sani se med ustavljanjem enakomerno zmanjšuje s pojemkom $a_2 = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ in se od $v_1 = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zmanjša na $v_2 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ v času t_2

$$t_2 = \frac{v_1 - v_2}{a_2} = \frac{1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{\text{s} \cdot 0,125 \text{ m}} = 12 \text{ s}.$$

Za pravilno izračunan čas ustavljanja do luže (1 točka)

(f) Sani zapeljejo v lužo s hitrostjo $v_2 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in imajo tedaj (skupaj z Jurčkom) kinetično energijo

$$W_{k,2} = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} 40 \text{ kg} \cdot \left(3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 180 \text{ J}.$$

Med drsenjem čez lužo deluje na sani skupna zaviralna sila \vec{F}_z , $F_z = 20$ N. Luža je široka $d = 5$ m. Zaviralna sila v luži opravi (negativno) delo $A = -F_z \cdot d = -20 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = -100 \text{ J}$. Za toliko se med gibanjem čez lužo zmanjša kinetična energija sani. Ko sani zapeljejo iz luže, je njihova kinetična energija

$$W_{k,3} = W_{k,2} + A = 180 \text{ J} - 100 \text{ J} = 80 \text{ J}.$$

Za pravilno izračunano kinetično energijo sani, ko zapeljejo iz luže ..(3 točke)

Za pravilno izračunano delo zaviralne sile (1 točka)

Za pravilno izračunano kinetično energijo sani preden zapeljejo v lužo (1 točka)

- (g) Iz kinetične energije $W_{k,3} = \frac{1}{2} m \cdot v_3^2$ izračunamo hitrost v_3 , ki jo imajo sani, ko zapeljejo iz luže,

$$v_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{k,3}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 80 \text{ J}}{40 \text{ kg}}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno izračunano hitrost sani, ko zapeljejo iz luže(1 točka)

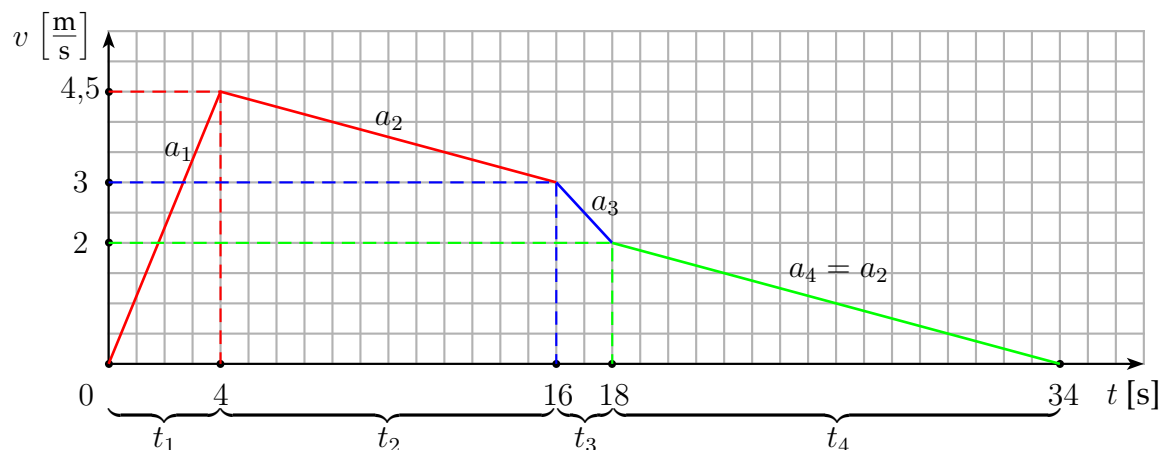
- (h) Prvi del grafa je narisano z rdečo in kaže, kako se hitrost sani spreminja s časom med potiskanjem sani v obdobju t_1 (enakomerno pospešeno s pospeškom a_1) in ustavljanjem do luže v obdobju t_2 (enakomerno pojemajoče s pojemkom a_2). Ta del grafa lahko narišemo s podatki, ki smo jih izračunali do sedaj.

Srednji del grafa je narisano z modro in kaže ustavljanje v luži. Sani se v luži ustavljajo z večjim pojemkom, ker nanje deluje večja zaviralna sila $F_z = 20$ N. Pojemek v luži je

$$a_3 = \frac{F_z}{m} = \frac{20 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Pri drsenju čez lužo se hitrost zmanjša od hitrosti $v_2 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ na $v_3 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ s pojemkom $a_3 = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, kar pomeni, da se to zmanjšanje zgodi v času $t_3 = 2$ s.

Po prehodu iz luže sani zavira enaka sila trenja kot pred lužo, zato je pojemek v zadnjem časovnem obdobju t_4 enak kot v drugem, $a_4 = a_2$. Ustavljanje po prehodu iz luže je na grafu prikazano z zeleno. Po prehodu iz luže sani drsijo še $t_4 = \frac{v_3}{a_2} = \frac{2 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{\text{s} \cdot 0,125 \text{ m}} = 16$ s in se potem ustavijo.



- Za v celoti pravilno narisane graf hitrosti (3 točke)
 Za pravilno narisane graf hitrosti sani do luže (rdeči del grafa) (1 točka)
 Za pravilno upoštevanje, da se po prehodu čez lužo sani ustavljajo z istim pojmem kot pred lužo (1 točka)
 Za pravilno izračunan pojemek pri drsenju čez lužo (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 13 točk.

- B2 (a) Masa segretega zraka v balonu je $m_b = \rho_b \cdot V_b = 0,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2800 \text{ m}^3 = 2520 \text{ kg}$, teža pa $F_{g,b} = 25,2 \text{ kN}$.

Za pravilno izračunano težo zraka v balonu (2 točki)

Za pravilno izračunano maso zraka v balonu (1 točka)

- (b) Gostoto hladnega zraka ρ_z najdemo v tabeli gostot na listu z obrazci, $\rho_z = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Masa hladnega zraka, ki ga balon izpodriva, je $m_z = \rho_z \cdot V_b = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2800 \text{ m}^3 = 3360 \text{ kg}$, teža pa $F_{g,z} = 33,6 \text{ kN}$.

Za pravilno izračunano težo hladnega zraka, ki ga balon izpodriva ... (1 točka)

- (c) Balon s košaro se zelo počasi (lahko zanemarimo zračni upor) in enakomerno dviga, torej so sile nanj v ravnovesju. Sile, ki delujejo na balon in košaro, so teža košare (in potnikov, balasta, vrvi ter platna) $\vec{F}_{g,k}$, teža segretega zraka v balonu $\vec{F}_{g,b}$ in sila vzgona \vec{F}_{vzg} , ki je po velikosti enaka teži izpodrinjenega hladnega zraka $\vec{F}_{g,z}$, $F_{vzg} = F_{g,z}$. Sila vzgona uravnovesi teži balona in košare, $\vec{F}_{g,k} + \vec{F}_{g,b} + \vec{F}_{vzg} = 0$, za velikosti sil velja zveza

$$F_{g,b} + F_{g,k} = F_{vzg}.$$

Odtod dobimo težo košare, potnikov, balasta, vrvi in platna $F_{g,k} = F_{vzg} - F_{g,b} = 33,6 \text{ kN} - 25,2 \text{ kN} = 8,4 \text{ kN}$ (ki ustreza masi $m_k = 840 \text{ kg}$).

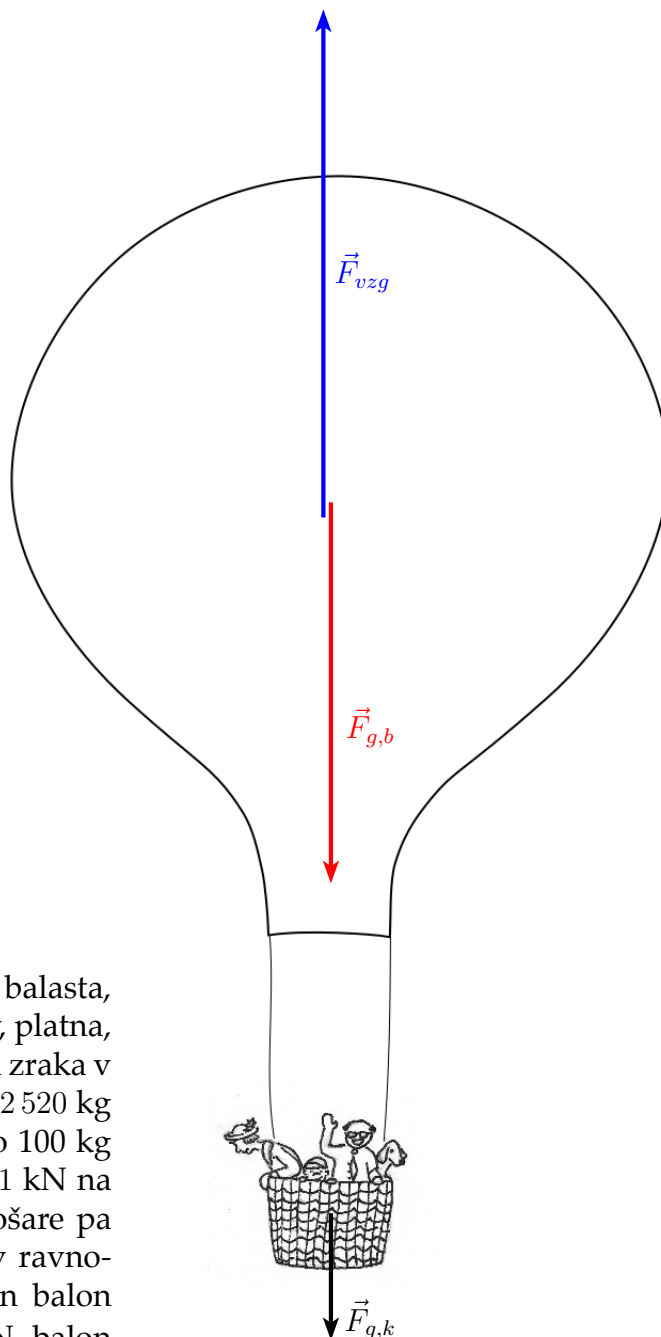
Za pravilno izračunano težo košare (1 točka)

- (d) Pri določenem merilu narišemo težo košare $\vec{F}_{g,k}$ z 1,7 cm dolgo usmerjeno daljico (na sliki je črna), težo segretega zraka v balonu $\vec{F}_{g,b}$ s 5,0 cm dolgo usmerjeno daljico (na sliki je rdeča) in silo vzgona \vec{F}_{vzg} s 6,7 cm dolgo usmerjeno daljico (na sliki je modra). Prijemališče teže košare je približno na sredi košare, prijemališče teže segretega zraka je približno v sredini balona in prijemališče vzgona je približno v sredini balona.

Za pravilno narisano težo košare (poimenovanje, velikost, smer in prijemališče) (1 točka)

Za pravilno narisano težo segretega zraka v balonu (poimenovanje, velikost, smer in prijemališče) (1 točka)

Za pravilno narisano silo vzgona (poimenovanje, velikost, smer in prijemališče) (1 točka)



- (e) Preden iz košare odvržemo 100 kg balasta, je skupna masa košare (in potnikov, platna, vrvi in balasta) in balona (segretega zraka v balonu) $m_1 = m_k + m_b = 840 \text{ kg} + 2520 \text{ kg} = 3360 \text{ kg}$. Ko iz košare odvržemo 100 kg balasta, se teža košare zmanjša za 1 kN na 7,4 kN, skupna masa balona in košare pa na $m_2 = 3260 \text{ kg}$. Sile niso več v ravnovesju. Rezultanta sil na košaro in balon $\vec{F}_{rez} = \vec{F}_{vzg} + \vec{F}_{g,b} + \vec{F}_{g,k}$ meri 1 kN, balon se prične gibati navgor s pospeškom

$$a = \frac{F_{rez}}{m_2} = \frac{1 \text{ kN}}{3260 \text{ kg}} = 0,31 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilno izračunan pospešek (3 točke)

Za pravilno izračunano skupno maso m_2 potem, ko odvržemo balast . (1 točka)

Za pravilno izračunano rezultanto sil F_{rez} potem, ko odvržemo balast (1 točka)

Za pravilno uporabo 2. Newtonovega zakona za izračun pospeška ... (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi B2 največ 10 točk.