

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za srebrno Stefanovo priznanje 2017/18

9. razred

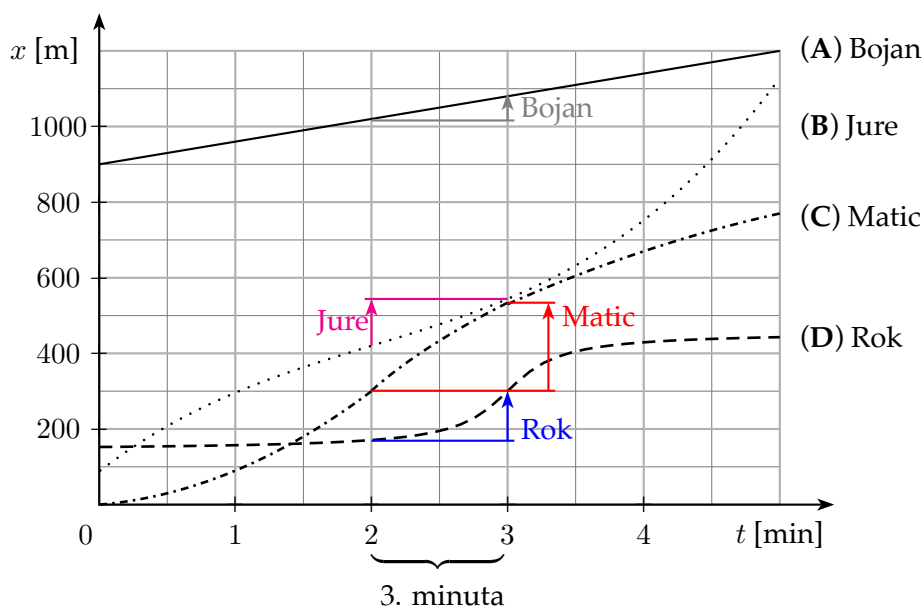
Da bi se izognili morebitnemu negativnemu končnemu dosežku, se vsakemu tekmovalcu dodeli začetnih 5 točk.

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, ki jih je tekmovalec zapisal v preglednico. Pravilni odgovori so:

A1	A2	A3	A4	A5
A	C	D	B	D

- A1** Tekoč, čigar lega se je v 3. minuti najmanj spremenila, je v 3. minuti tekel z najmanjšo povprečno hitrostjo. To je bil Bojan (A).



- A2** Specifična toplota snovi, je količina, ki pove, koliko toplote mora prejeti 1 kg snovi, da se temperatura tega kg snovi poveča za 1 K (C).
- A3** Mike ima 3 sodčke nafte, kar je v litrih $V = 3 \cdot 42 \cdot 3,785$ litrov = 476,9 litrov. Če za 100 km poti njegov avto v povprečju porabi $V_{100} = 5,5$ litrov nafte, prevozi z $V = 476,9$ litri pot

$$(D) \quad s = \frac{V}{V_{100}} \cdot 100 \text{ km} = 8671 \text{ km}.$$

- A4** Prostornina paramecija, izražena v enotah m^3 , je $4,4 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^3 = 4,4 \cdot 10^{-4} \cdot (10^{-3} \text{ m})^3 = 4,4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 = 4,4 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3$. Prostornina paramecija, izražena v enotah μm^3 , je $4,4 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^3 = 4,4 \cdot 10^{-4} \cdot (10^3 \mu\text{m})^3 = 4,4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^9 \mu\text{m}^3 = 4,4 \cdot 10^5 \mu\text{m}^3$ (B).

- A5** Graf, ki pravilno kaže, kako se odmik Jurčkove sence od $y = 0$ spreminja s časom, je graf (D). V trenutku $t = 0$ je Jurčkova senca pri $y_0 > 0$, v naslednjem trenutku pa se odmik njegove sence od $y = 0$ še poveča. To ugotovimo, ko upoštevamo smer, v katero se vrtiljak vrti.

Sklop B:

- B1** (a) Sistem klade z maso $M = 2,8 \text{ kg}$ in uteži z maso $m = 0,4 \text{ kg}$ poganja v gibanje sila teže uteži $F_{g,u} = 4 \text{ N}$, nasprotuje pa mu sila trenja na klado $F_t = 1,6 \text{ N}$. Rezultanta obeh sil meri $F_r = F_{g,u} - F_t = 2,4 \text{ N}$ in povzroči, da se sistem obeh teles, klade in uteži s skupno maso $m + M = 3,2 \text{ kg}$, giblje s pospeškom

$$a = \frac{F_r}{m + M} = \frac{2,4 \text{ N}}{3,2 \text{ kg}} = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravičen pospešek (3 točke)

Za pravilno upoštevano težo uteži, ki poganja sistem v gibanje (1 točka)

Za pravilno rezultanto sil v 2. Newtonovem zakonu (1 točka)

Za pravilno upoštevano maso sistema $M + m$ (1 točka)

- (b) Ob času $t_1 = 2 \text{ s}$ je hitrost klade in uteži

$$v_1 = a \cdot t_1 = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ s} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Skupna kinetična energija klade in uteži ob t_1 je

$$W_{k,1} = \frac{1}{2} (m + M) \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,2 \text{ kg} \cdot \left(1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 3,6 \text{ J}.$$

Za pravilno kinetično energijo (2 točki)

Za pravilno hitrost (1 točka)

- (c) Do trenutka t_1 opravita klada in utež pot

$$s_1 = \frac{1}{2} a \cdot t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2 \text{ s})^2 = 1,5 \text{ m}.$$

Sila trenja $F_t = 1,6 \text{ N}$ opravi do trenutka t_1 na poti s_1 delo

$$A_1 = (-)F_t \cdot s_1 = (-)1,6 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} = (-)2,4 \text{ J}.$$

Za pravilno delo sile trenja (2 točki)

Za pravilno pot do trenutka t_1 (1 točka)

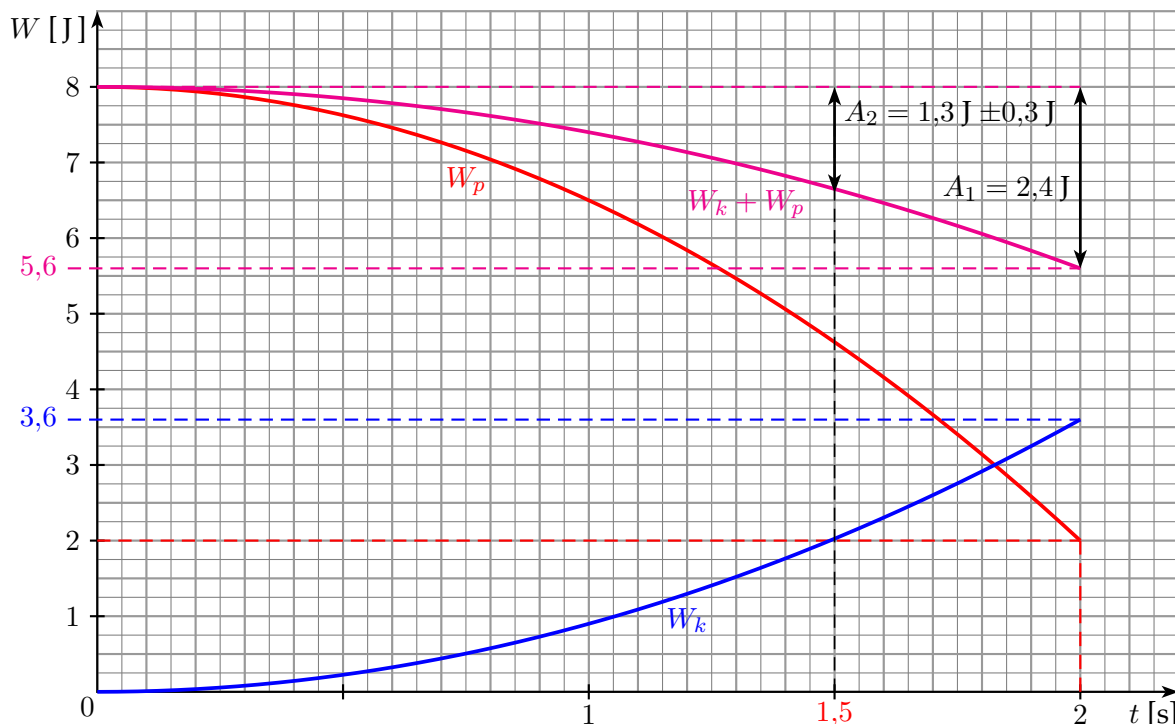
Za pravičen izraz za delo trenja (1 točka)

- (d) Do trenutka t_1 se utež spusti za s_1 . Potencialna energija uteži se spremeni (zmanjša) za

$$\Delta W_p = (-) m \cdot g \cdot s_1 = (-) 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (1,5 \text{ m}) = (-) 6 \text{ J}.$$

Za pravilno zmanjšanje potencialne energije (1 točka)

- (e) V koordinatnem sistemu je z rdečo barvo narisana graf $W_p(t)$, ki kaže, kako se s časom spreminja potencialna energija uteži v obdobju med $t = 0$ in t_1 . Ob t_1 je potencialna energija uteži $W_p(t_1) = W_p(t = 0) - |\Delta W_p| = 8 \text{ J} - 6 \text{ J} = 2 \text{ J}$.



- Za v celoti pravilno narisani graf (2 točki)**
Za pravilno obliko grafa (približno parabola, na začetku vodoravno) (1 točka)
Za pravilni vrednosti W_p ob $t = 0$ in t_1 (1 točka)
- (f) V koordinatnem sistemu pri (e) je z modro barvo narisani graf $W_k(t)$, ki kaže, kako se s časom spreminja skupna kinetična energija klade in uteži v obdobju med $t = 0$ in t_1 . Ob t_1 je skupna kinetična energija klade in uteži $W_{k,1} = 3,6$ J.
- Za v celoti pravilno narisani graf (2 točki)**
Za pravilno obliko grafa (približno parabola, na začetku vodoravno) (1 točka)
Za pravilni vrednosti W_k ob $t = 0$ in t_1 (1 točka)
- (g) V koordinatnem sistemu pri (e) je s škrlatno barvo narisani graf $W_k(t) + W_p(t)$, ki kaže, kako se s časom spreminja skupna mehanska energija klade in uteži v obdobju med $t = 0$ in t_1 . Ob t_1 je skupna mehanska energija klade in uteži $W_{k,1} + W_{p,1} = 3,6$ J + 2 J = 5,6 J.
- Za v celoti pravilno narisani graf (2 točki)**
Za pravilno obliko grafa (ustreza vsoti $W_k + W_p$, je nad grafom W_p) (1 točka)
Za pravilni vrednosti ob $t = 0$ in t_1 (1 točka)
- (h) Sistem klade in uteži med gibanjem izgublja mehansko energijo, ker nanj deluje sila trenja. Zmanjšanje mehanske energije do nekega trenutka je enako delu, ki ga je do tega trenutka opravila sila trenja. V koordinatnem sistemu pri (e) je prikazano delo A_1 , ki ga sila trenja opravi do trenutka t_1 in delo $A_2 = 1,6$ J $\pm 0,3$ J, ki ga sila trenja opravi do trenutka $t_2 = 1,5$ s.
- Za pravilno oceno dela (razvidno, kako je do nje prišel; ali račun) (1 točka)**

Tekmovalec dobi pri nalogi B1 največ 15 točk.

- B2** (a) Ko padalec pada s končno hitrostjo, opravi v času $\Delta t = 6$ s pot $s = 300$ m. Njegova končna hitrost je

$$v_k = \frac{s}{\Delta t} = \frac{300 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Za pravilno hitrost (1 točka)

- (b) Ko se padalec giblje s svojo končno hitrostjo, se giblje enakomerno. Sile nanj so v ravnovesju. Nanj delujeta dve sili: teža 900 N v smeri navzdol, in sila zračnega upora v smeri, nasprotni gibanju in smeri teže. Sili sta po velikosti enaki; $F_u = 900$ N.

Za pravilen sklep o velikosti sile upora iz ravnovesja sil (1 točka)

- (c) Iz izraza, ki podaja velikost sile zračnega upora F_u izrazimo parameter A in vanj vstavimo vrednosti gostote zraka, ki jo najdemo med podatki na listu z obrazci ($\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$), končne hitrosti v_k in sile zračnega upora F_u pri tej hitrosti,

$$A = \frac{2 \cdot F_u}{\rho \cdot v^2} = \frac{2 \cdot 900 \text{ N}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (50 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = 0,6 \text{ m}^2.$$

Kot lahko sklepamo iz enote parametra A , ta podaja neko ploščino. Ta ploščina je efektivni presek padalca, v ravnini, pravokotni na smer njegovega gibanja. Parameter A je produkt koeficienta upora $c_{u,r}$, ki je odvisen predvsem od oblike telesa, ki se giblje skozi zrak, in preseka telesa S , ki se giblje skozi zrak, v ravnini, pravokotni na njegovo hitrost; $A = c_u \cdot S$.

Za pravilen izraz za A (1 točka)

Za pravilno numerično vrednost parametra A (1 točka)

Za pravilno enoto (m^2) parametra A (1 točka)

- (d) Sila zračnega upora je sorazmerna kvadratu hitrosti. Ko se hitrost razpolovi, se sila zračnega upora zmanjša na četrtno prvotne vrednosti, $F_{u, \frac{1}{2}v_k} = \frac{1}{4} F_u = 225$ N. Lahko pa silo upora izračunamo, če vstavimo v izraz za silo upora drugo hitrost (polovico v_k),

$$F_{u, \frac{1}{2}v_k} = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot \left(\frac{1}{2}v_k\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,6 \text{ m}^2 \cdot \left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 225 \text{ N}.$$

Za pravilo silo upora pri polovici končne hitrosti (1 točka)

- (e) V trenutku, ko se padalec z maso $m = 90$ kg giblje s polovico svoje končne hitrosti, sile nanj niso v ravnovesju. Nanj deluje teža $F_g = 900$ N v smeri navzdol in sila zračnega upora $F_{u, \frac{1}{2}v_k} = 225$ N v smeri navzgor. Rezultanta obeh sil meri $F_g - F_{u, \frac{1}{2}v_k} = 675$ N in povzroči pospešek padalca

$$a_{u, \frac{1}{2}v_k} = \frac{F_g - F_{u, \frac{1}{2}v_k}}{m} = \frac{675 \text{ N}}{90 \text{ kg}} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Za pravilen pospešek (2 točki)

Za pravilno rezultanto sil (1 točka)

- (f) Ko padalec odpre padalo, se njegov efektivni presek, ki se skriva v parametru A , znatno poveča, poveča se A (na novo vrednost A_1) in zato se poveča tudi sila zračnega upora, ki deluje nanj. Rezultanta obeh sil (teže in upora) zdaj kaže v smeri upora, nasprotno smeri gibanja padalca, in povzroči, da se hitrost padalca zmanjšuje. Padalčeva hitrost se manjša, obenem pa se zmanjšuje tudi sila zračnega upora na padalca (ki je sorazmerna v^2). Pri dovolj zmanjšani hitrosti $v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ se ponovno vzpostavi ravnovesje sil: sila upora $F_{u,1}$ pri novem A_1 je po velikosti enaka teži padalca, $F_{u,1} = F_g$. Ponovimo lahko račun iz (d),

$$A_1 = \frac{2 \cdot F_{u,1}}{\rho \cdot v_1^2} = \frac{2 \cdot 900 \text{ N}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = 375 \text{ m}^2.$$

Za pravilno vrednost A_1 (2 točki)

Za upoštevano ravnovesje sil pri novi hitrosti (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **10 točk**.