

Rešitve in točkovanje nalog s tekmovanja iz fizike za bronasto Stefanovo priznanje 2013/14

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	C	C	C	D

- A1** Najdaljšo pot opravi avtomobil, ki ima v prikazanem obdobju največjo povprečno hitrost. To je avtomobil A.
- A2** Na začetku sta kroglici na isti višini nad tlemi. Lažja kroglica ima tam potencialno energijo (glede na tla) $W_{p,1}$, težja pa $W_{p,2} = 2 \cdot W_{p,1}$. Pri padanju do tal se vsa potencialna energija posamezne kroglice brez izgub pretvori v njeno kinetično energijo. Tik preden padeta na tla velja $W_{k,2} = 2 \cdot W_{k,1}$.
- A3** Kroglica, ki visi na vzmetni tehtnici, je v ravnovesju (vsota sil, ki delujejo nanjo, je 0). Teža prve kroglice je 1,5 N. Ko jo potopimo v vodo, pomaga vzmetni tehtnici, ki zdaj kaže le 1,2 N, teža kroglice uravnovesiti sila vzgona. Ta je po velikosti enaka $1,5 \text{ N} - 1,2 \text{ N} = 0,3 \text{ N}$. Druga kroglica ima večjo maso in je enako velika kot prva. Ko jo potopimo v vodo, izpodrine enako prostornino vode kot prva, zato je sila vzgona nanjo enaka kot sila vzgona na prvo kroglico. Če je teža druge kroglice 2,0 N, kaže vzmetna tehtnica, ko je druga kroglica potopljena v vodo, $2,0 \text{ N} - 0,3 \text{ N} = 1,7 \text{ N}$.
- A4** Potencialno energijo merimo v joulih, J. Velja $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ (primer A) in ker je $1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$, velja tudi $1 \text{ J} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ (primer D). Pascal (Pa) je enota za tlak, velja $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3 = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ (primer B). Ostane le še primer (C), ki je očitno različen od primera (B). To pomeni, da je eden od njiju napačen. Ker je (B) pravilen, je (C) napačen.
- A5** Lunina mena je odvisna od trenutnega medsebojnega položaja Lune, Zemlje in Sonca in ni odvisna od tega, odkod z Zemlje Luno opazujemo. Vsi Zemljani, ki opazujejo Luno istega dne, vidijo isto meno.

Sklop B:

- B1** (a) Tik preden izstrelak z maso $m = 5 \text{ g} = 0,005 \text{ kg}$ zadene desko, ima hitrost $v_1 = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in kinetično energijo $W_{k,1} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 = 225 \text{ J}$. Ko desko prebije, je hitrost izstrelka $v_2 = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in njegova kinetična energija $W_{k,2} = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 = 25 \text{ J}$. V deski se je kinetična energija izstrelka zmanjšala za $\Delta W_k = 200 \text{ J}$.

Za pravilno izračunano spremembo ΔW_k (3 točke)

Za pravilno izračunano $W_{k,1}$ (1 točka)

Za pravilno izračunano $W_{k,2}$ (1 točka)

- (b) Zmanjšanje kinetične energije izstrelka gre na račun dela sile upora F_u . Ta je pri gibanju izstrelka skozi desko na izstrelak opravila (negativno) delo $A_1 = 200 \text{ J}$.

Za pravičen odgovor (1 točka)

- (c) Povprečna sila upora \bar{F}_u je pri gibanju izstrelka skozi $s_1 = 2 \text{ cm}$ debelo desko opravila delo $A_1 = \bar{F}_u \cdot s_1 = 200 \text{ J}$. Od tu dobimo

$$\bar{F}_u = \frac{A_1}{s_1} = \frac{200 \text{ J}}{2 \text{ cm}} = 10\,000 \text{ N}.$$

Za pravilno izračunano povprečno silo upora (1 točka)

- (d) Da bi se izstrelak v deski ustavil, bi morala povprečna sila upora nanj opraviti (negativno) delo, po velikosti enako začetni kinetični energiji izstrelka $W_{k,1}$: $A_2 = W_{k,1} = \bar{F}_u \cdot s_2 = 225 \text{ J}$. Od tu dobimo minimalno debelino deske s_2 ,

$$s_2 = \frac{A_2}{\bar{F}_u} = \frac{225 \text{ J}}{10\,000 \text{ N}} = 0,0225 \text{ m} = 2,25 \text{ cm}.$$

Za pravilno izračunano minimalno debelino deske s_2 (2 točki)

Za pravičen sklep, da se mora pri gibanju izstrelka skozi desko njegova kinetična energija zmanjšati na 0 (1 točka)

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

- B2** (a) Avto se giblje enakomerno, ko je njegov pospešek enak 0, to pa je med $t_1 = 10 \text{ s}$ in $t_2 = 56 \text{ s}$. V prvi minuti se torej 46 s giblje enakomerno.

Za pravičen odgovor (1 točka)

- (b) Avto ob $t_0 = 0$ zapelje s hitrostjo $v_0 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ na avtocesto. Do $t_1 = 10 \text{ s}$ pospešuje s pospeškom $a_1 = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, potem vozi enakomerno s hitrostjo v_1 do $t_2 = 56 \text{ s}$ in potem do $t_3 = 60 \text{ s}$ zavira s pojemkom $a_2 = (-)3,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Največjo hitrost v_1 doseže ob času t_1 in vozi z njo do časa t_2 . Ta hitrost je enaka

$$v_1 = v_0 + a_1 \cdot t_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s} = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 126 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Za pravilno izračunano največjo hitrost v_1 (3 točke)

Za pravičen sklep, da doseže avto največjo hitrost po prvih 10 s (1 točka)

Za pravičen izračun prirastka hitrosti od t_0 do t_1 ($a_1 \cdot t_1$) (1 točka)

Za upoštevanje začetne hitrosti v_0 (1 točka)

- (c) Do trenutka $t_2 = 56$ s avto vozi enakomerno s hitrostjo v_1 . V zadnjih 4 sekundah prve minute vožnje po avtocesti, do trenutka $t_3 = 60$ s, avto zavira s pojemkom $a_2 = (-)3,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. V tem času $\Delta t = t_3 - t_2 = 4$ s se mu hitrost zmanjša na

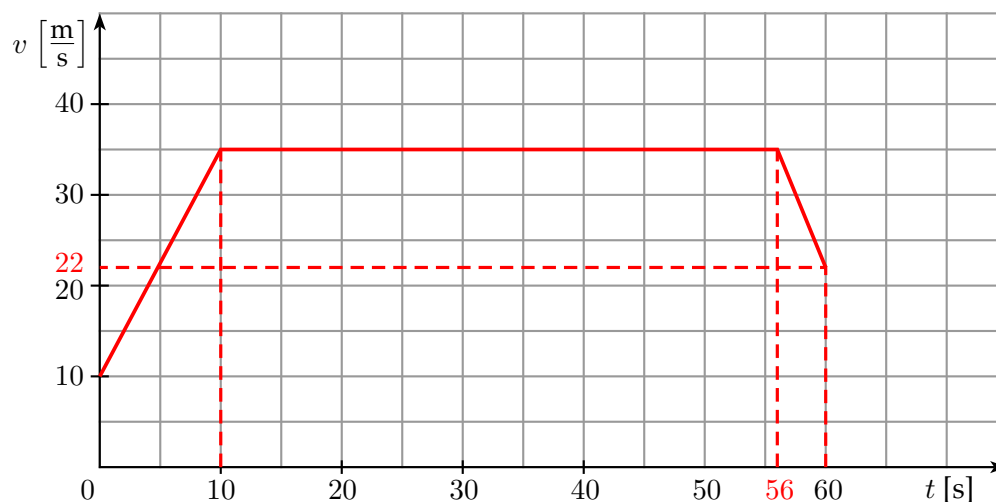
$$v_2 = v_1 - a_2 \cdot \Delta t = v_1 - a_2 \cdot (t_3 - t_2) = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 3,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{ s} = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 79,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Za pravilno izračunano končno hitrost v_2 (2 točki)

Za upoštevanje začetne hitrosti v_1 ob t_2 (1 točka)

Za pravilen izračun spremembe (zmanjšanja) hitrosti od t_2 do t_3 ($-a_2 \cdot \Delta t$) (1 točka)

- (d) Vse podatke, ki jih potrebujemo, da lahko narišemo graf $v(t)$, že poznamo.



Za v celoti pravilno narisani graf (3 točke)

Za pravilno označene osi (količine in enote) (1 točka)

Za pravilno obliko grafa (enakomerno naraščajoče, konstantno, enakomerno padajoče) (1 točka)

- (e) Celotno prevoženo pot s izračunamo kot vsoto treh prispevkov: poti s_1 , ki jo opravi avto pri enakomerno pospešenem gibanju s pospeškom a_1 med $t_0 = 0$ in t_1 , poti s_2 , ki jo opravi avto pri enakomernem gibanju s hitrostjo v_1 med t_1 in t_2 ter poti s_3 , ki jo opravi avto pri enakomerno pospešenem gibanju s pojemkom a_2 med t_2 in t_3 :

$$s_1 = v_0 \cdot t_1 + \frac{1}{2} a_1 \cdot t_1^2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (10 \text{ s})^2 = 225 \text{ m},$$

$$s_2 = v_1 \cdot (t_2 - t_1) = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot (56 \text{ s} - 10 \text{ s}) = 1610 \text{ m},$$

$$s_3 = v_1 \cdot (t_3 - t_2) - \frac{1}{2} a_2 \cdot (t_3 - t_2)^2 = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 4 \text{ s} - \frac{1}{2} \cdot 3,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (4 \text{ s})^2 = 114 \text{ m},$$

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 225 \text{ m} + 1610 \text{ m} + 114 \text{ m} = 1949 \text{ m}.$$

Posamezne dele poti s_1 , s_2 in s_3 lahko izračunamo tudi iz povprečnih hitrosti na posameznih odsekih:

$$s_1 = \bar{v}_{[t_0, t_1]} \cdot t_1 = \frac{v_1 + v_0}{2} \cdot t_1 = \frac{35 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} \cdot 10 \text{ s} = 22,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = 225 \text{ m},$$

$$s_2 = \bar{v}_{[t_1, t_2]} \cdot (t_2 - t_1) = v_1 \cdot (t_2 - t_1) = 1610 \text{ m},$$

$$s_3 = \bar{v}_{[t_2, t_3]} \cdot (t_3 - t_2) = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot (t_3 - t_2) = \frac{35 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} \cdot 4 \text{ s} = 28,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 4 \text{ s} = 114 \text{ m}.$$

Za pravilno izračunano celotno pot s ali pravilno izračunane vse tri odseke poti (3 točke)
Za pravilno izračunan vsak posamezen odsek poti (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B2** največ **12 točk**.

- B3** (a) Preden na mizo postavimo vazo nanjo deluje zračni tlak $p_0 = 1$ bar.
Za pravilno ugotovitev (1 točka)
- (b) Tlak na mizo je pod prazno vazo večji od zračnega tlaka, ker na mizo deluje tudi vaza s silo F_0 , ki je po velikosti enaka njeni teži, $F_0 = F_{g,0} = 20$ N. Ta sila prejme po ploskvi S , ki je enaka površini dna vaze. Dodaten tlak na mizo pod prazno vazo je

$$\Delta p_1 = \frac{F_0}{S} = \frac{20 \text{ N}}{250 \text{ cm}^2} = \frac{20 \text{ N}}{0,025 \text{ m}^2} = 800 \text{ Pa} = 0,08 \text{ kPa} = 0,008 \text{ bar}.$$

Pod prazno vazo je celoten tlak na mizo vsota zračnega tlaka p_0 in dodatnega tlaka zaradi teže vaze Δp_1 : $p_1 = p_0 + \Delta p_1 = 1,008$ bar.

Za pravilno izračunan tlak p_1 (2 točki)
Za pravilno izračunan tlak Δp_1 (1 točka)

- (c) Ko je v vazi 1 liter vode z gostoto ρ_v , ki sega do višine 20 cm nad dnom vaze, je v vodi tik nad dnom vaze tlak enak vsoti zračnega tlaka p_0 in hidrostatičnega tlaka Δp_2 stolpca tekočine, visokega $h = 20$ cm,

$$\begin{aligned} p_2 &= p_0 + \Delta p_2 = p_0 + \rho_v \cdot g \cdot h = 1 \text{ bar} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m} = \\ &= 1 \text{ bar} + 2000 \text{ Pa} = 102 \text{ kPa} = 1,02 \text{ bar}. \end{aligned}$$

Za pravilno izračunan tlak p_2 (2 točki)
Za pravilno izračunan tlak Δp_2 (1 točka)

- (d) Ko je vaza polna in je v njej 1 liter vode, deluje na mizo s silo F_1 , ki je po velikosti enaka vsoti teže vaze $F_{g,0}$ in teže vode $F_{g,v}$ v vazi, $F_1 = F_{g,0} + F_{g,v} = 30$ N. Ta sila prejme po ploskvi S , ki je enaka površini dna vaze. Dodaten tlak na mizo pod polno vazo je

$$\Delta p_3 = \frac{F_1}{S} = \frac{30 \text{ N}}{250 \text{ cm}^2} = 1200 \text{ Pa} = 1,2 \text{ kPa} = 0,012 \text{ bar}.$$

Celoten tlak na mizo pod polno vazo je vsota zračnega tlaka in dodatnega tlaka zaradi teže polne vaze, $p_3 = p_0 + \Delta p_3 = 1,012$ bar. Razlika med tlakoma na mizo pod polno in prazno vazo je

$$\Delta p = p_3 - p_1 = 1,012 \text{ bar} - 1,008 \text{ bar} = 0,004 \text{ bar} = 400 \text{ Pa}.$$

Za pravilno izračunano razliko tlakov Δp (2 točki)
Za pravilno izračunan tlak Δp_3 (1 točka)

Tekmovalec dobi pri nalogi **B3** največ **7 točk**.