



## Zimsko kolo 2022./2023.

### FIZIKA

F.5. 8.r. Veliki balon, čija masa zajedno s plinom kojim je napunjen iznosi 20 kg, pada kroz zrak s konstantnom brzinom okomito prema tlu. Sila otpora zraka iznosi 60 N. Koliki je volumen balona? Gustoća zraka iznosi 1,29 kg/m<sup>3</sup>.

A.	B.	C.	D.	E.
15,5 m <sup>3</sup>	13,9 m <sup>3</sup>	12,1 m <sup>3</sup>	10,9 m <sup>3</sup>	ne želimo odgovoriti na pitanje

Rješenje:

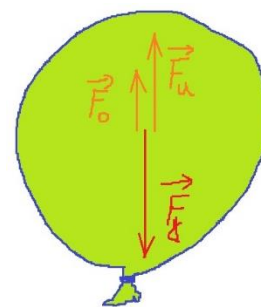
$$F_o = 60 \text{ N}$$

$$\rho_z = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$v = \text{konst.}$$

$$V_b = ?$$



Na balon, tokom gibanja kroz zrak, djeluju 3 sile: gravitacijska sila  $\vec{F}_g$  prema dolje i prema gore djeluju sila otpora zraka  $\vec{F}_o$  i sila uzgona  $\vec{F}_u$  (slika). Balon pada konstantnom brzinom. Iz toga zaključujemo da su sile u ravnoteži pa za iznose sile vrijedi:

$$F_u + F_o = F_g$$

Sila uzgona je  $F_u = \rho_z g V_b$ , gdje je  $\rho_z$  gustoća zraka,  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$  gravitacijsko ubrzanje i  $V_b$  volumen balona. Gravitacijska sila je  $F_g = mg$ , gdje je  $m$  masa balona. Kada to uvrstimo u gornju jednadžbu, dobiva se:

$$\rho_z g V_b + F_o = mg \Rightarrow V_b = \frac{mg - F_o}{\rho_z g}$$

Konačno je volumen balona:  $V_b = \frac{20 \text{ kg} \cdot 10 \text{ ms}^{-2} - 60 \text{ N}}{1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \text{ ms}^{-2}} \approx 10,9 \text{ m}^3$ .

Točan odgovor je D.

F.6. 8.r. Dječak mase 25 kg spustio se niz tobogan visok 3 m. S vrha tobogana je krenuo iz stanja mirovanja, a pri dnu je imao brzinu 3,5 m/s. Koliko je toplinske energije nastalo prilikom spuštanja dječaka zbog sile trenja?

<b>A.</b>	<b>B.</b>	<b>C.</b>	<b>D.</b>	<b>E.</b>
750 J	597 J	396 J	153 J	ne želimo odgovoriti na pitanje

Rješenje:

$$m = 25 \text{ kg}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$v_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = ?$$

Na vrhu tobogana, gdje dječak miruje, on ima gravitacijsku potencijalnu energiju:  $E_{\text{gp}} = mgh$ , gdje je  $m$  masa dječaka,  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$  gravitacijsko ubrzanje, a  $h$  je visina s koje se dječak spušta.

Kada se dječak spušta klizeći niz tobogan, njegova se brzina povećava, a visina smanjuje.

To znači da se dio gravitacijske potencijalne energije pretvara u kinetičku energiju  $E_{\text{k}} = \frac{mv^2}{2}$ , a zbog trenja se drugi dio pretvara u toplinsku energiju  $Q$  (zagrijava se tobogan i dječakovo tijelo).

Prema zakonu očuvanja energije vrijedi:

$$E_{\text{gp}} = E_{\text{k}} + Q \quad \Rightarrow \quad Q = E_{\text{gp}} - E_{\text{k}} = mgh - \frac{mv^2}{2}$$

Konačno je nastala toplina:

$$Q = 25 \text{ kg} \cdot 10 \text{ ms}^{-2} \cdot 3 \text{ m} - \frac{25 \text{ kg} \cdot \left(3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} \approx 597 \text{ J}$$

Točan odgovor je B.

F.9. 8.r. Svaki od četiri diska kočnica automobila ima masu 4,5 kg i specifični toplinski kapacitet 230 J/(kgK). Vozač počinje kočiti pri brzini 108 km/h? Temperatura diskova prije početka kočenja je bila 20 °C. Kolika će biti temperatura diskova kočnica u trenutku kad se automobil zaustavi ako 50 % mehaničke energije prijeđe u unutarnju energiju diskova prilikom kočenja? Masa automobila iznosi 1000 kg.

<b>A.</b> 74,3 °C	<b>B.</b> 128,7 °C	<b>C.</b> 183,5 °C	<b>D.</b> 237,4 °C	<b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje
----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---

Rješenje:

$$m_D = 4 \cdot 4,5 \text{ kg} = 18 \text{ kg}$$

$$t_1 = 20 \text{ °C}$$

$$c = 230 \text{ J/(kgK)}$$

$$v = 108 \text{ kmh}^{-1} = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_A = 1000 \text{ kg}$$

$$t_2 = ?$$

Prilikom kočenja do zaustavljanja 50 % mehaničke energije (u ovom slučaju je to kinetička energija  $E_k$  koju automobil ima prije početka kočenja) prijeđe u unutarnju energiju četiriju diskova. Taj dio energije koji prijeđe u unutarnju energiju diskova je toplina  $Q$ . Zato vrijedi:

$$0,5 \cdot E_k = Q$$

Kinetička energija je  $E_k = \frac{m_A v^2}{2}$ , gdje je  $m_A$  masa automobila, a  $v$  je brzina automobila prije početka kočenja.

Toplina je  $Q = m_D c \Delta t$ , gdje je  $m_D$  ukupna masa sva četiri diska,  $c$  specifični toplinski kapacitet materijala od kojeg su napravljeni diskovi i  $\Delta t$  promjena temperature diskova.

Ako to uvrstimo u gornju jednadžu, dobivamo:

$$0,5 \cdot \frac{m_A v^2}{2} = m_D c \Delta t \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{0,5 \cdot m_A v^2}{2 \cdot m_D c}$$

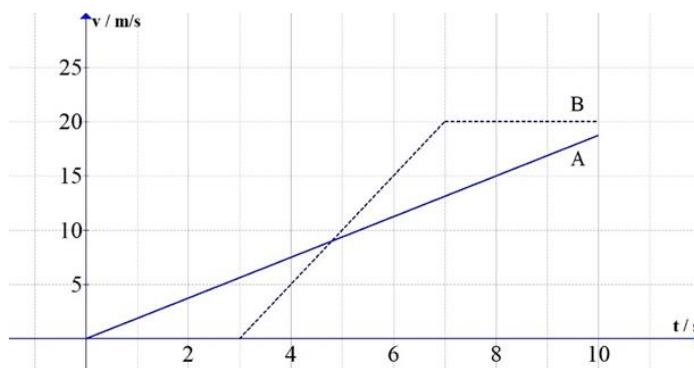
Uvrštavanjem vrijednosti veličina dobiva se:

$$\Delta t = \frac{0,5 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (30 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \cdot 18 \text{ kg} \cdot 230 \text{ J/(kgK)}} = 54,3 \text{ °C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad \Rightarrow \quad t_2 = \Delta t + t_1 = 54,3 \text{ °C} + 20 \text{ °C} = 74,3 \text{ °C}$$

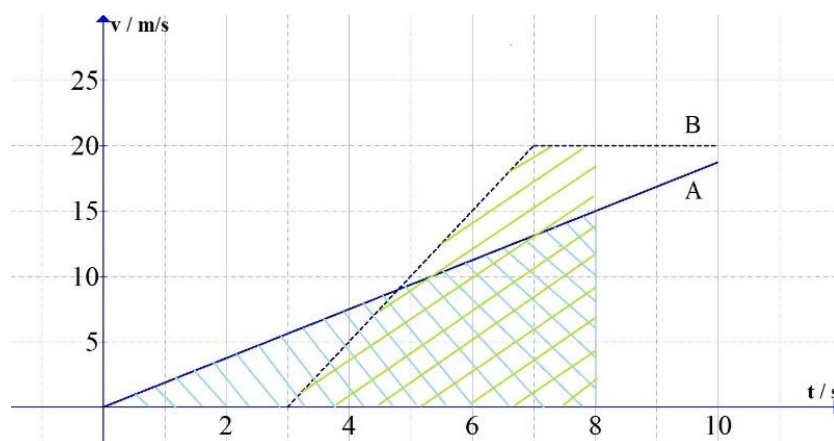
Točan odgovor je **A**.

F.8. 1.r. Dva trkača automobila A i B u kreću iz stanja mirovanja sa starta u različitim vremenskim trenucima. Grafički prikaz ovisnosti njihovih brzina o vremenu dan je na slici. Na kolikoj udaljenosti od starta će automobil B sustići automobil A i nakon koliko vremena od početka gibanja automobila A će se to dogoditi?



<p><b>A.</b></p> <p>19,2 m; 4,8 s</p>	<p><b>B.</b></p> <p>22,5 m; 6 s</p>	<p><b>C.</b></p> <p>40 m; 7 s</p>	<p><b>D.</b></p> <p>60 m; 8 s</p>	<p><b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje</p>
---------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--

Rješenje:



Prema tekstu zadatka i grafičkom prikazu, oba automobila kreću iz istog početnog položaja (start), ali automobil B kreće 3 sekunde kasnije od automobila A. Automobil B će sustići automobil A u onom trenutku kad im prijedeni putovi budu jednaki.

Zadatak ćemo riješiti koristeći se činjenicom da se iz grafa ovisnosti brzine o vremenu put može odrediti kao površina ispod grafa.

Nakon 8 sekundi gibanja put koji prijeđe automobil A jednak je površini iscrtkanj na slici plavom bojom:

$$s_A = \frac{8 \text{ s} \cdot 15 \text{ ms}^{-1}}{2} = 60 \text{ m}$$

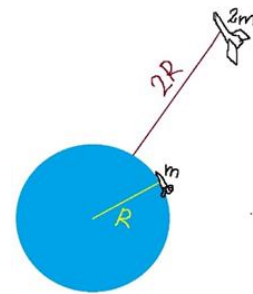
U tom istom trenutku prijedeni put automobila B jednako je površini iscrtkanj na slici zelenom bojom:

$$s_B = \frac{4 \text{ s} \cdot 20 \text{ ms}^{-1}}{2} + 1 \text{ s} \cdot 20 \text{ ms}^{-1} = 60 \text{ m}$$

To znači da će automobil B sustići automobil A na udaljenosti 60 m od starta, 8 sekundi nakon početka gibanja automobila A.

Točan odgovor je D.

F.1. 2.r. Dok letjelica mase  $m$  miruje na površini planeta, čiji je polumjer  $R$ , planet djeluje na letjelicu silom 540 N. Kolikom silom bi djelovao planet na letjelicu mase  $2m$  kad bi ona bila na udaljenosti  $2R$  od površine planeta?



<p><b>A.</b></p> <p>120 N</p>	<p><b>B.</b></p> <p>270 N</p>	<p><b>C.</b></p> <p>360 N</p>	<p><b>D.</b></p> <p>540 N</p>	<p><b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje</p>
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--

Rješenje:

$$F_1 = 540 \text{ N}$$

$$F_2 = ?$$

Prema Newtonovom zakonu gravitacije dva tijela masa  $m_1$  i  $m_2$  međusobno se privlače silom

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

gdje je  $r$  udaljenost središta tijela, a  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$  je gravitacijska konstanta.

Kad je letjelica mase  $m$  na površini planeta, udaljenost do središta planeta je  $R$ , pa je sila kojom planet djeluje na letjelicu:

$$F_1 = G \frac{m_p m}{R^2} = 540 \text{ N}$$

Ovdje je  $m_p$  masa planeta.

Ako je druga letjelica mase  $2m$  na visini  $2R$  iznad površine planeta, njezina udaljenost od središta planeta je  $3R$ , pa je sila kojom planet djeluje na nju:

$$F_2 = G \frac{m_p \cdot 2m}{(3R)^2} = \frac{2}{9} G \frac{m_p m}{R^2} = \frac{2}{9} F_1 = \frac{2}{9} \cdot 540 \text{ N} = 120 \text{ N}$$

Točno rješenje je A.

F.6. 4.r. Učenici su u cilindričnoj posudi izobarno zagrijavali 200 g plina argona, zatvorenog pomičnim poklopcem, od temperature 25 °C do temperature 80 °C. Za zagrijavanje su koristili električni grijač koji je bio unutar posude. Zagrijavanje je trajalo 5 minuta. Kolika je bila snaga grijača, ako je 90 % energije grijača išlo na zagrijavanje plina argona?



<b>A.</b> 14,9 W	<b>B.</b> 17,1 W	<b>C.</b> 19,1 W	<b>D.</b> 21,2 W	<b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---

Rješenje:

$$m = 200 \text{ g}$$

$$t_1 = 25 \text{ °C}$$

$$t_2 = 80 \text{ °C}$$

$$t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$\eta = 90 \% = 0,9$$

$$P = ?$$

Prema prvom zakonu termodinamike toplina koju je potrebno dovesti plinu za zagrijavanje je:

$$Q = \Delta U + W$$

gdje je  $\Delta U$  promjena unutarnje energije, a  $W$  je rad.

Argon je jednoatomni plin pa ga možemo smatrati idealnim plinom, pa za njega vrijedi jednadžba  $pV = nRT$ , gdje je  $p$  tlak plina,  $V$  volumen,  $n$  je množina plina,  $R = 8,314 \text{ J/(Kmol)}$  univerzalna plinska konstanta i  $T$  temperatura plina u kelvinima. Unutarnja energija idealnog plina je

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

$$\text{Stoga je promjena unutarnje energije: } \Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} nRT_2 - \frac{3}{2} nRT_1 = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

$$\text{Rad plina pri izobarnom procesu je: } W = p\Delta V = nR\Delta T.$$

Sada prema prvom zakonu termodinamike možemo pisati:

$$Q = \frac{3}{2} nR\Delta T + nR\Delta T = \frac{5}{2} nR\Delta T$$

Množina tvari je  $n = \frac{m}{M}$ , gdje je  $m$  masa plina, a  $M$  je molarna masa koja za argon iznosi 39,95 g/mol (pročita se iz periodnog sustava elemenata).

$$n = \frac{200 \text{ g}}{39,95 \text{ g/mol}} \approx 5 \text{ mol}$$

$$\text{Konačno je } Q = \frac{5}{2} \cdot 5 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}} \cdot 55 \text{ K} = 5715,88 \text{ J. Toliku toplinu je primio argon.}$$

Budući da 90 % energije koju proizvede grijača ide na argon, možemo pisati:  $0,9Q_{\text{grijača}} = Q$ , pa je

$$Q_{\text{grijača}} = \frac{Q}{0,9} = 6350,97 \text{ J}$$

$$\text{Snaga grijača je } P = \frac{Q_{\text{grijača}}}{t} = \frac{6350,97 \text{ J}}{300 \text{ s}} = 21,1 \text{ W}$$

Točan odgovor je D.