



## Zimsko kolo 2021./2022.

### FIZIKA

F.7. 8.r. i F.8. 1.r. Prosječna gustoća čovjeka iznosi  $950 \text{ kg/m}^3$  (prosječna gustoća računata je sa zrakom u plućima). Prsluci za spašavanje rade se od pjenaste plastike gustoće  $580 \text{ kg/m}^3$ . Koliki minimalni volumen pjenaste plastike se mora upotrijebiti pri izradi prsluka da bi iznad površine mora bilo barem 20 % obujma čovjeka mase 80 kg dok koristi prsluk? Gustoća morske vode je  $1020 \text{ kg/m}^3$ .



<p><b>A.</b></p> <p>0,0156 m<sup>3</sup></p>	<p><b>B.</b></p> <p>0,0265 m<sup>3</sup></p>	<p><b>C.</b></p> <p>0,0256 m<sup>3</sup></p>	<p><b>D.</b></p> <p>0,0305 m<sup>3</sup></p>	<p><b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje</p>
--	--	--	--	--

Rješenje:

$$\rho_{\check{c}} = 950 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

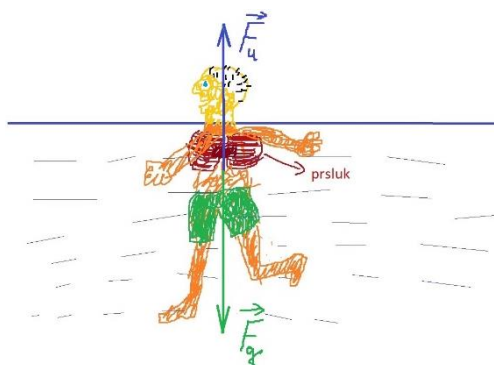
$$\rho_p = 580 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_v = 1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{ur.}\check{c}} = 0,80V_{\check{c}}$$

$$m_{\check{c}} = 80 \text{ kg}$$

$$V_p = ?$$



Volumen  $V_p$  pjenaste plastike od koje je napravljen prsluk mora biti minimalno toliki da, u slučaju kad čovjek s prslukom pluta na površini vode, bude uronjen cijeli prsluk i 20 % volumena čovjeka  $V_{\check{c}}$  iznad površine vode. To znači da će uronjeni dio čovjeka biti 80 % njegovog volumena  $V_{\check{c}}$ . U ravnotežnom stanju će biti sila uzgona  $F_u$  u ravnoteži s gravitacijskom silom  $F_g$  (slika):

$$F_u = F_g$$

$$\rho_v g (V_p + V_{\text{ur.}\check{c}}) = (m_p + m_{\check{c}})g \quad \text{i} \quad m_p = \rho_p V_p$$

$$\rho_v(V_p + 0,80V_{\check{c}}) = \rho_p V_p + m_{\check{c}} \quad \text{i} \quad V_{\check{c}} = \frac{m_{\check{c}}}{\rho_{\check{c}}}$$

$$\rho_v \left( V_p + 0,80 \frac{m_{\check{c}}}{\rho_{\check{c}}} \right) = \rho_p V_p + m_{\check{c}}$$

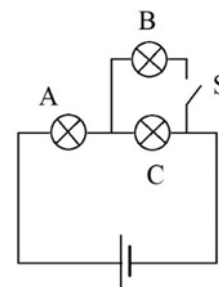
$$\rho_v V_p + 0,80 \rho_v \frac{m_{\check{c}}}{\rho_{\check{c}}} = \rho_p V_p + m_{\check{c}}$$

Iz ove jednadžbe izrazimo volumen pjenaste plastike  $V_p$  i dobijemo:

$$V_p = \frac{m_{\check{c}} \left( 1 - 0,80 \frac{\rho_v}{\rho_{\check{c}}} \right)}{\rho_v - \rho_p} = \frac{80 \text{ kg} \cdot \left( 1 - 0,80 \cdot \frac{1020 \text{ kg/m}^3}{950 \text{ kg/m}^3} \right)}{1020 \text{ kg/m}^3 - 580 \text{ kg/m}^3} = 0,0256 \text{ m}^3$$

Točan odgovor je **C**.

F.3. 1.r. Na slici je prikazan strujni krug u kojem su 3 jednake žarulje A, B i C, izvor konstantnog napona, a sklopka S je otvorena. Ako sklopku S zatvorimo, kako će svijetliti žarulja A u odnosu na njezin sjaj prije zatvaranja sklopke?



<p><b>A.</b> svijetlit će slabijim sjajem nego prije zatvaranja</p>	<p><b>B.</b> svijetlit će jednakim sjajem kao i prije zatvaranja</p>	<p><b>C.</b> svijetlit će jačim sjajem nego prije zatvaranja</p>	<p><b>D.</b> nema dovoljno podataka da bi se moglo odgovoriti na pitanje</p>	<p><b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje</p>
---	--	--	--	--

Rješenje:

Dok je sklopka otvorena struja teče samo kroz žarulje A i C kao da žarulje B nema. Žarulje A i C su tada spojene serijski i ako je otpor jedne žarulje  $R$  tada je ukupni otpor  $2R$ . Struja koja teče u tom slučaju kroz žarulju A je

$$I = \frac{U}{2R}$$

Kad zatvorimo prekidač S, žarulje B i C su spojene paralelno, a ta paralela je serijski spojena sa žaruljom A pa je ukupni otpor  $R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$ . Struja koja sada teče kroz žarulju A je

$$I' = \frac{U}{\frac{3R}{2}} = \frac{2U}{3R}$$

Vidimo da je  $\frac{I'}{I} = \frac{4}{3}$ , što znači da je  $I' > I$ .

Točan odgovor je **C**.

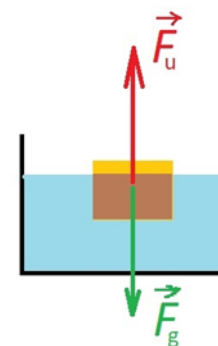
F.2. 2.r. Petar je jednu lego-kockicu ubacio u posudu s vodom. Vidio je da kockica pluta na površini vode. Zatim je istu kockicu ubacio u posudu s uljem i uočio da kockica pluta i na površini ulja. Gustoća vode veća je od gustoće ulja. Sila uzgona

A. veća je kad kockica pluta u vodi nego kad pluta u ulju	B. veća je kad kockica pluta u ulju nego kad pluta u vodi	C. jednaka je kad kockica pluta u vodi i kad pluta u ulju	D. u oba slučaja sila uzgona jednaka je 0 N	E. ne želimo odgovoriti na pitanje
---	---	---	---	------------------------------------

Rješenje:

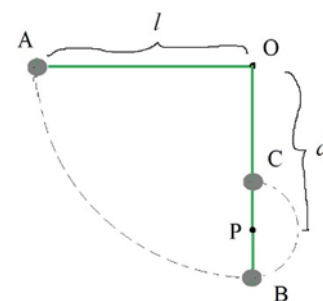
Kad kockica pluta na površini tekućine i tako miruje, prema 1. Newtonovom zakonu ukupna sila je jednaka nuli.

Budući da na površini tekućine na kockicu djeluju dvije sile: sila uzgona  $F_u$  prema gore i sila teža  $F_g$  prema dolje (slika), vrijedi  $F_u - F_g = 0 \Rightarrow F_u = F_g$ . To vrijedi i u vodi i u ulju pa je sila uzgona u oba slučaja jednaka.



Točan odgovor je C.

F.9. 2.r. Na jedan kraj konopca duljine  $l$  zavezana je kugla mase 2 kg, a drugi kraj je učvršćen na plafonu u točki O. Na početku konopac s kuglom stoji vodoravno (crtež). Vinko je pustio kuglu da se giba. Prilikom prolaska kroz ravnotežni položaj (B) konopac nailazi na čavalo koji se nalazi na mjestu P koje je za  $d$  niže od objesišta konopca O te kugla opisuje manju kružnicu oko točke P. Izračunajte napetost konopca u trenutku kada kugla prolazi najvišom točkom manje kružnice (C) ako je  $d = 0,7l$ . Prilikom računanja zanemarujemo dimenzije kugle i otpor zraka.



A. 6,67 N	B. 73,33 N	C. 13,33 N	D. 33,33 N	E. ne želimo odgovoriti na pitanje
-----------	------------	------------	------------	------------------------------------

Rješenje:

$m = 2 \text{ kg}$

$d = 0,7l$

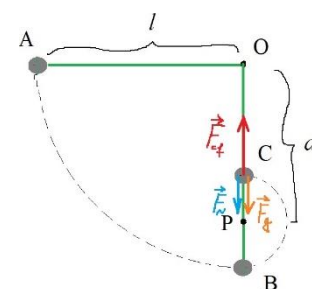
$F_N = ?$

U točki A gdje miruje na visini  $l$  iznad najniže točke B kugla ima gravitacijsku potencijalnu energiju:

$E_{gpA} = mgl$ .

Točka C je na visini  $2r = 2(l - d) = 2(l - 0,7l) = 0,6l$  iznad točke B i  $r = 0,3l$ . Stoga kugla, kad prolazi brzinom  $v$  kroz točku C, ima ukupnu energiju jednaku zbroju gravitacijske potencijalne energije i kinetičke energije:

$E_c = 0,6mgl + \frac{mv^2}{2}$ .



Prema zakonu očuvanja energije vrijedi:

$$E_{\text{gpA}} = E_c$$

$$mgl = 0,6mgl + \frac{mv^2}{2}$$

Iz posljednje jednačbe dobivamo izraz za brzinu u točki C:  $v^2 = 0,8gl$

U trenutku prolaska kugle kroz točku C gravitacijska sila  $F_g$ , sila napetosti  $F_N$  i centrifugalna sila  $F_{cf}$  su u ravnoteži (slika):

$$F_{cf} = F_g + F_N \Rightarrow F_N = F_{cf} - F_g = \frac{mv^2}{r} - mg = \frac{m \cdot 0,8gl}{0,3l} - mg = \frac{5}{3}mg = \frac{5}{3} \cdot 2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 33,33 \text{ N}$$

Točan odgovor je **D**.

F.4. 3.r. Kondenzator kapaciteta  $C_1$  napunjen je tako da je napon na njemu jednak 50 V, a kondenzator kapaciteta  $C_2$  napunjen je tako da je na njemu napon 20 V. Ako tako napunjene kondenzatore spojimo paralelno napon će na njima biti 30 V. Koliki je omjer njihovih kapaciteta  $\frac{C_1}{C_2}$ ?

<b>A.</b>	<b>B.</b>	<b>C.</b>	<b>D.</b>	<b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje
3	$\frac{1}{3}$	2	$\frac{1}{2}$	

Rješenje:

$$U_1 = 50 \text{ V}$$

$$U_2 = 20 \text{ V}$$

$$U = 30 \text{ V}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = ?$$

Prema definiciji, kapacitet kondenzatora je  $C = \frac{Q}{U}$ , gdje je  $Q$  električni naboj pohranjen u kondenzatoru, a  $U$  električni napon. Prema toj jednakosti, električni naboj pohranjen na prvom kondenzatoru je  $Q_1 = C_1 \cdot 50 \text{ V}$ , a električni naboj pohranjen na drugom kondenzatoru je  $Q_2 = C_2 \cdot 20 \text{ V}$ .

Kad kondenzatore spojimo paralelno ukupni naboj na njima bit će  $Q = Q_1 + Q_2$ , a ukupni kapacitet  $C = C_1 + C_2$ .

Jednačbu za ukupni naboj  $Q$  možemo pisati u obliku:

$$CU = C_1U_1 + C_2U_2 \Rightarrow (C_1 + C_2) \cdot 30 \text{ V} = C_1 \cdot 50 \text{ V} + C_2 \cdot 20 \text{ V}$$

Sređivanjem posljednje jednačbe dobivamo:  $10C_2 = 20C_1$ , pa je:  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{2}$ .

Točan odgovor je **D**.

F.9. 3.r. Viktor je nakon dugačke vožnje odlučio stati i skuhati si kavu u svojem automobilu. Za kavu mu treba 1 decilitar vrele vode temperature 100 °C. Akumulator automobila ima elektromotorni napon 12 V i unutarnji otpor 0,2 Ω. Električno kuhalo u automobilu ima takav otpor da je snaga kuhala maksimalna kad je kuhalo priključeno na akumulator. Nakon koliko vremena od trenutka uključivanja kuhala će si Viktor moći napraviti kavu, ako je prije uključivanja ulio u kuhalo 1 decilitar vode temperature 20 °C? Pretpostavite da nema gubitaka energije. Specifični toplinski kapacitet vode je 4200 J/(kgK)

<b>A.</b> Nakon 3,1 min.	<b>B.</b> Nakon 4,1 min.	<b>C.</b> Nakon 5,1 min.	<b>D.</b> Nakon 6,1 min.	<b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---

Rješenje:

$$\mathcal{E} = 12 \text{ V}$$

$$V = 1 \text{ dL} = 10^{-1} \text{ dm}^3 \Rightarrow m = 0,1 \text{ kg}$$

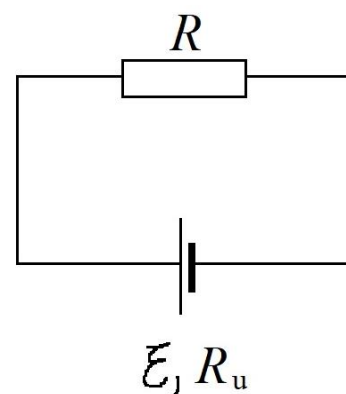
$$R_u = 0,2 \Omega$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_v = 4200 \text{ J/(kgK)}$$

$$t = ?$$



Na slici je strujni krug koji prikazuje električno kuhalo (vanjski otpor  $R$ ) spojen na akumulator (elektromotorni napon  $\mathcal{E}$  i unutarnji otpor  $R_u$ ).

Napon na vanjskom otporu (grijaču) je  $U = \mathcal{E} - IR_u$ , pa je snaga na vanjskom otporu:

$$P = UI = -R_u I^2 + \mathcal{E}I \quad (1)$$

Vidimo da snaga ovisi o struji kao kvadratna funkcija pa je snaga maksimalna kad je struja:  $I = \frac{\mathcal{E}}{2R_u} = \frac{12 \text{ V}}{2 \cdot 0,2 \Omega} = 30 \text{ A}$ .

(Pojašnjenje: kvadratna funkcija  $f(x) = ax^2 + bx + c$  ima maksimalnu vrijednost za  $x = -\frac{b}{2a}$  ako je  $a < 0$ .)

Prema jednadžbi (1) snaga će tada biti:  $P = -0,2 \Omega \cdot (30 \text{ A})^2 + 12 \text{ V} \cdot 30 \text{ A} = 180 \text{ W}$ .

Toplina potrebna da se zagrije 1 dL vode od 20 °C do 100 °C je:  $Q = mc\Delta t = 0,1 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 80 \text{ }^\circ\text{C} = 33600 \text{ J}$ .

Sada možemo pomoću poznate snage  $P$  i topline  $Q$  odrediti vrijeme  $t$  potrebno za zagrijavanje vode:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{33600 \text{ J}}{180 \text{ W}} = 186,67 \text{ s} = 3,1 \text{ min.}$$

Točan odgovor je A.

F.6. 4.r. Petar je kratkovidan. Zbog toga mora nositi naočale koje imaju leće jakosti  $-8 \text{ m}^{-1}$ . Leće naočala su udaljene 2 cm od oka. Budući da se bavi sportom Petar je odlučio nabaviti kontaktne leće. Koliku jakost bi trebale imati kontaktne leće da bi Petru jednako popravljale vid kao i opisane naočale.

<b>A.</b> $-6,9 \text{ m}^{-1}$	<b>B.</b> $-7,1 \text{ m}^{-1}$	<b>C.</b> $-8 \text{ m}^{-1}$	<b>D.</b> $-9,5 \text{ m}^{-1}$	<b>E.</b> ne želimo odgovoriti na pitanje
------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---

Rješenje:

$$j = -8 \text{ m}^{-1}$$

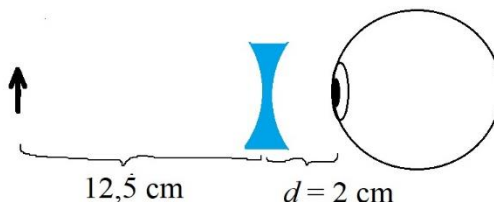
$$d = 2 \text{ m}$$

$$j_L = ?$$

Zadatak rješavamo koristeći jednadžbu leće  $\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{f} = j$ , gdje je  $x$  udaljenost predmeta od leće,  $x'$  udaljenost slike od leće,  $f$  žarišna udaljenost leće i  $j$  jakost leće.

Kratkovidnoj osobi daleka točka jasnog vida nije u beskonačnosti nego bliže oku pa kratkovidna osoba mora imati naočale s lećama takve jakosti da joj leće stvaraju virtualnu sliku beskonačno dalekih predmeta u njihovoj dalekoj točki jasnog vida. U Petrovom slučaju za  $x = \infty$  je  $\frac{1}{\infty} + \frac{1}{x'} = -8 \text{ m}^{-1} \Rightarrow x' = -0,125 \text{ m}$ .

To znači da je Petrova daleka točka jasnog vida na udaljenosti 0,145 m od oka jer su leće 2 cm udaljene od oka (crtež).



Kad Petar umjesto naočala stavi kontaktne leće tada je za  $x = \infty$ ,  $x' = -0,145 \text{ m}$  pa je jakost kontaktnih leća:

$$j = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-0,145 \text{ m}} \approx -6,9 \text{ m}^{-1}.$$

Točan odgovor je **A**.