

Prirodno-matematički fakultet  
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2016

Rješenja zadataka iz FIZIKE  
za II razred srednje škole

1. Kada se puste, tijela će se razletjeti pod dejstvom elastične sile sabijene opruge. Pošto tijela imaju iste mase i isti koeficijent trenja sa podlogom, oba tijela će se kretati isto-dakle, svako tijelo će do zaustavljanja preći put  $s = 25$  cm. Ukupan rad sile trenja je:

$$A_{tr} = -2\mu mgs = -0.15J.$$

U početnom trenutku mehanička energija sistema  $E_1$  je jednaka potencijalnoj energiji opruge, dok je krajnja mehanička energija  $E_2$  jednaka nuli. Slijedi:

$$A_{tr} = E_2 - E_1 = 0 - \frac{kx^2}{2},$$

a odavde je:

$$x = \sqrt{\frac{-2A_{tr}}{k}} = \sqrt{\frac{0.3J}{60N/m}} = 0.07m = 7cm.$$

2. Da bi se temperatura gasa promijenila za  $\Delta T$ , gas treba da primi količinu toplote:

$$\Delta Q = \Delta A + \Delta U = p\Delta V + nC_v\Delta T.$$

Elementarni rad  $\Delta A$  može se izraziti preko promjene temperature:

Iz  $V = \frac{a}{T}$  i  $pV = nRT$  slijedi:  $p = \frac{nRT^2}{a}$ .

Promjena zapremine  $\Delta V$  je:

$$\Delta V = \frac{a}{T + \Delta T} - \frac{a}{T} = -\frac{a\Delta T}{T(T + \Delta T)} = -\frac{a\Delta T}{T^2},$$

gdje smo koristili aproksimaciju  $T(T + \Delta T) \approx T^2$ .

Elementarni rad je:  $\Delta A = p\Delta V = -\frac{nRT^2}{a} \cdot \frac{a\Delta T}{T^2} = -nR\Delta T$ . Slijedi:

$$\Delta Q = -nR\Delta T + nC_v\Delta T = n(C_v - R)\Delta T.$$

Kako je po definiciji  $C = \frac{\Delta Q}{n\Delta T}$  to imamo:

$$C = C_v - R.$$

- a) Za jednoatomski idealni gas je  $C_v = 3/2R$ , tj.  $C = \frac{R}{2}$ .  
b) Za dvoatomski idealni gas je  $C_v = 5/2R$ , tj.  $C = \frac{3R}{2}$ .

3. Označimo sa  $P$  snagu koju troši grijač, sa  $t$  vrijeme rada grijača, sa  $\eta$  stepen korisnog dejstva grijača i sa  $Q$  količinu toplote potrebnu za zagrijavanje vode. Tada je:  $Q = \eta Pt$  i  $Q = mc\Delta T = 670400J$ . Oдавде je:

$$t = \frac{mc\Delta T}{\eta P}.$$

- a) Kada je uključen jedan dio grijača njegova snaga je  $P = 250W$ , pa je:

$$t_1 = \frac{mc\Delta T}{\eta P} \approx 56min.$$

Ovdje je  $m = \rho V$ .

- b) Kada su uključena oba dijela redno, snaga koju oni razvijaju je:

$$P_r = \frac{U^2}{2R} = \frac{U^2}{2\frac{U^2}{P}} = \frac{P}{2}.$$

Slijedi:  $t_r = \frac{2mc\Delta T}{\eta P} \approx 112min$ .

- c) Kada su djelovi grijača vezani paralelno, ваži:

$$P_p = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} = \frac{2U^2}{\frac{U^2}{P}} = 2P,$$

pa je:  $t_p = \frac{mc\Delta T}{2\eta P} \approx 28min$ .

4. Za kretanje kapljice ulja između ploča kondenzatora ваži:

$$ma = mg - F_t - F_p,$$

gdje su  $F_t$  i  $F_p$  sila viskoznog trenja i sila potiska.

Kako je u početnom trenutku brzina kapljice ulja konstantna, to je njeno ubrzanje jednako nuli, odn.

$$0 = mg - F_t - F_p.$$

Oдавде je:

$$mg = F_t + F_p.$$

Zamjenjujući masu kapljice ulja sa  $\rho_u \frac{4}{3}r^3\pi$ , silu trenja sa  $F_t = 6\pi\eta rv$  i silu potiska sa  $F_p = \rho_p \frac{4}{3}r^3\pi g$ , iz prethodne jednačine dobijamo poluprečnik kapljice ulja:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v}{2g(\rho_u - \rho)}}. \quad (1)$$

Kada se na kondenzatoru uspostavi napon, kapljica se zaustavlja jer na nju djeluje električno polje silom  $F_e = qE$  usmjerenom naviše. Primijetimo da je ovdje  $q$  naelektrisanje kapljice ulja. Kada se kapljica ulja zaustavi, sila viskoznog trenja je nula pa ваži:

$$mg = F_e + F_p,$$

tj.

$$mg = qE + \rho gV.$$

Kako je napon na kondenzatoru povezan sa jačinom njegovog električnog polja relacijom  $U = E \cdot d$ , to iz gornje relacije imamo:

$$d = \frac{qU}{gV(\rho_u - \rho)}. \quad (2)$$

Koliko je naelektrisanje kapljice  $q$ ? Odgovor na ovo pitanje daje sledeći dio zadatka. Naime, kada kapljica ulja zahvati dvostruko jonizovani pozitivni jon iz vazduha, ona ponovo počinje da pada i dostiže brzinu  $v$  kao u početnom trenutku. Da bi se kapljica kretala na ovaj način, ona mora biti nenaelektrisana. Tada na nju tj. na njeno kretanje ne utiče električno polje. Tako se zaključuje da naelektrisanje kapljice ulja u jednačini (2) iznosi  $q = -2e$ . Iz jednačina (1) i (2) se dobija:

$$d = \frac{eU\sqrt{2g(\rho_u - \rho)}}{9\pi(\eta v)^{3/2}}.$$

Kada se uvrste brojne vrijednosti dobija se konačan rezultat:

$$d = 23.26 \cdot 10^{-19} m.$$