

Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

OLIMPIJADA ZNANJA 2018

Rješenja zadataka iz FIZIKE
za II razred srednje škole

1. Toplotni kapacitet sistema brojno je jednak količini toplote potrebne da se sistem zagrije za 1K:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}.$$

Neka je u datom stanju gasa dužina dijela suda ispunjenog gasom l . Tada je uslov ravnoteže klipa:

$$k \cdot l = p_0 \cdot S,$$

gdje je k koeficijent elastičnosti opruge, a S površina poprečnog presjeka klipa. Jednačina stanja gasa je:

$$p_0 V_0 = nRT_0$$

pa se u kombinaciji sa prethodnom jednačinom dobija:

$$k \cdot l^2 = nRT_0.$$

Neka se gasu preda količina toplote ΔQ . Tada će se klip pomjeriti ulijevo za Δl , pa će se iz uslova ravnoteže klipa i jednačine stanja gasa dobiti:

$$k(l + \Delta l)^2 = nR(T_0 + \Delta T).$$

U ovom procesu gas je izvršio rad koji se može izračunati kao razlika potencijalnih energija deformisane opruge:

$$A = \frac{1}{2}k(l + \Delta l)^2 - \frac{1}{2}kl^2.$$

Na osnovu gornjih jednačina lako se dobija da je:

$$A = \frac{1}{2}nR\Delta T.$$

Slijedi:

$$\Delta Q = A + \Delta U;$$

$$\Delta Q = \frac{1}{2}nR\Delta T + \frac{3}{2}nR\Delta T;$$

$$\Delta Q = 2nR\Delta T.$$

Konačno,

$$C = 2nR = 2\frac{p_0 V_0}{T_0}.$$

2. Iz date jednačine polja na površini Zemlje može se odrediti naelektrisanje Zemlje:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2};$$

$$Q = 4\pi\epsilon_0 ER^2;$$

$$Q = 5,9 \cdot 10^5 C.$$

Kada na Zemlju padaju protoni, povećava se njeno naelektrisanje i sve jača odbojna sila djeluje na protone koji stižu iz kosmosa. Ako je kinetička energija protona E_k , on neće moći da stigne do Zemlje onda kada bude ispunjen uslov:

$$E_k = e\phi;$$

$$E_k = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 R} (Q + N \cdot e),$$

gdje je e naelektrisanje protona, a N broj protona koji su pali na Zemlju do tog trenutka. Slijedi:

$$E_k = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 R} (Q + n4\pi R^2 te),$$

$n = \frac{1 \text{ proton}}{\text{cm}^2 \cdot t}$. Traženo vrijeme je:

$$t = \frac{4\pi\epsilon_0 R E_k - eQ}{4\pi R^2 e^2};$$

$$t = \frac{\epsilon_0}{Re} \left(\frac{E_k}{e} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \right).$$

Ovdje je $\phi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ potencijal na površini Zemlje i on iznosi $\phi = 8,3 \cdot 10^8 V$. Kako je kinetička energija protona u giga elektron-voltima tj. $E_k = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^9 CV$, može se procijeniti da je izraz u zagradi reda veličine $10^9 V$. Tada se dobija:

$$t \approx 10^6 s,$$

tj.

$$t \approx 11 \text{ dana}.$$

3. Ako je početno naelektrisanje na kondenzatoru q_0 , tada je jačina struje pražnjenja kondenzatora:

$$I = I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{q_0}{CR_0}.$$

Poslije nekog vremena t naelektrisanje na kondenzatoru je:

$$q = q_0 - It,$$

a napon je:

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q_0 - It}{C}.$$

Isti je i napon na provodniku, pa je po Omovom zakonu:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{q_0 - It}{RC}.$$

Iz prethodne dvije jednačine slijedi:

$$\frac{q_0}{R_0 C} = \frac{q_0 \left(1 - \frac{t}{CR_0}\right)}{RC}.$$

Odatle se dobija:

$$R = R_0 - \frac{t}{C}.$$

4. U stanju ravnoteže sistema kuglice su rasporedjene u tjemenu pravilnog N-tougona. Rezultujuća elektrostatička sila \vec{F}_c koja djeluje na jednu kuglicu usmjerena je od centra N-tougona ka toj kuglici. Kada je sistem u vazduhu uslov ravnoteže je:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_c}{mg}.$$

U slučaju da su kuglice uronjene u tečnost na njih djeluje i sila potiska, a elektrostatička sila je ϵ_r puta slabija, pa je uslov ravnoteže:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{F_{c1}}{mg - F_p}.$$

Sada je:

$$\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{\epsilon_r(\rho - \rho_0)}{\rho},$$

tj.

$$\epsilon_r = \frac{\rho}{(\rho - \rho_0)} \cdot \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}.$$