TESTIRANJE ZA OLIMPIJADU IZ FIZIKE

– ZADATCI –

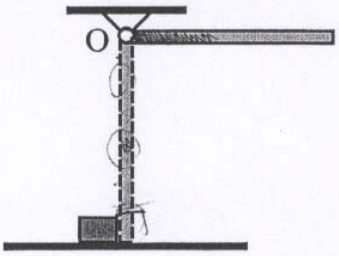
7. svibnja 2011.

Ime i prezime: _____

e-mail adresa: _____

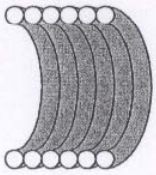
1. zadatak

Homogena greda mase 10 kg i duljine 2 m obješena je o strop tako da može rotirati oko točke u kojoj je učvršćena (točka O). Gredu najprije postavimo u horizontalan položaj te ju zatim pustimo da se giba. U trenutku, kada dođe u vertikalan položaj, greda udari u kvadar mase 1 kg koji miruje na horizontalnoj podlozi. Ako je koeficijent trenja između kvadra i podloge 0.1, izračunajte put koji će kvadar prijeći do zaustavljanja.



2. zadatak

Bakrenu žicu duljine 62.8 m i promjera 0.4 mm namotamo u zavojnicu polumjera 2 cm (na slici je prikazan presjek dijela dobivene zavojnice). Zatim zavojnicu priključimo na izvor izmjeničnog napona amplitude 10 V i frekvencije 200 Hz. Otpornost bakra na sobnoj temperaturi je $1.72 \cdot 10^{-8}$ Ωm.

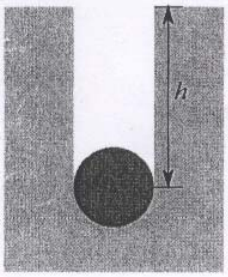


a) Izračunajte amplitudu struje koja teče zavojnicom.

b) Izračunajte fazni pomak struje, koja teče zavojnicom, u odnosu na napon izvora.

3. zadatak

Specifični toplinski kapacitet željeza može se odrediti sljedećim eksperimentom. Na raspolaganju imamo nekoliko kuglica od željeza različitih polumjera. Kuglice stavljamo u vodu temperature 100°C te ih zatim izvadimo iz vode i stavimo na komad leda temperature 0°C. Kuglica propada kroz led do dubine h gdje se zaustavlja. U tablici su prikazani rezultati mjerenja dubine h za dvije kuglice različitih polumjera. Gustoća leda je 917 kg/m^3, latentna toplina taljenja leda je 334 kJ/kg, gustoća željeza je 7870 kg/m^3. Pretpostavite da se gustoća i specifični toplinski kapacitet željeza ne mijenja s temperaturom.



a) Izračunajte specifični toplinski kapacitet željeza.

b) Na kojoj dubini će se zaustaviti kuglica polumjera 1 cm?

r [cm]	h [cm]
2	1.90
3	2.85

Teorijski zadatak 2

Balon

Gumeni balon napunjen je plinom helijem te se diže vertikalno u zrak. Tlak i temperatura zraka se smanjuju sa visinom. U sljedećim pitanjima pretpostavite da je oblik balona uvijek sferan bez obzira na teret te zanemarite volumen tereta. Također pretpostavite da je temperatura helija u balonu jednaka temperaturi okolnog zraka. Pretpostavite da su svi plinovi idealni. Plinska konstanta je $R = 8.31$ J/molK, molarne mase helija i zraka su $M_H = 4.00 \cdot 10^{-3}$ kg/mol i $M_A = 28.90 \cdot 10^{-3}$ kg/mol, respektivno. Gravitacijsko ubrzanje je $g = 9.8$ m/s^2.

[A dio]

(a) [1.5 boda] Neka je tlak okolnog zraka P i temperatura T. Tlak unutar balona je veći od tlaka izvan balona zbog površinske napetosti balona. Balon sadrži n molova helija, a tlak unutar balona je $P + \Delta P$. Odredite silu uzgona F_B koja djeluje na balon u ovisnosti o P i ΔP.

(b) [2 boda] Jednog sunčanog dana u Koreji temperatura zraka T na visini z od razine mora dana je s $T(z) = T_0(1 - z/z_0)$ u rasponu $0 < z < 15$ km, gdje je $z_0 = 49$ km i $T_0 = 303$ K. Tlak i gustoća zraka na morskoj razini su $P_0 = 1.0$ atm $= 1.01 \cdot 10^5$ Pa i $\rho_0 = 1.16$ kg/m^3, respektivno. Za ovaj raspon visina tlak je dan s:

$$P(z) = P_0(1 - z/z_0)^\eta \tag{1}$$

Izrazite η pomoću z_0, ρ_0, P_0 i g i izračunajte numeričku vrijednost na dvije značajne znamenke. Pretpostavite da je gravitacijsko ubrzanje stalno, neovisno o visini.

[B dio]

Kada gumeni balon sfernog oblika nerastegnutog polumjera r_0 napušemo do sfere polumjera r ($\geq r_0$), površina balona sadrži dodatnu elastičnu energiju zbog rastezanja. U pojednostavljenoj teoriji, elastična energija na stalnoj temperaturi T može se napisati kao

$$U = 4\pi r_0^2 \kappa RT \left(2\lambda^2 + \frac{1}{\lambda^4} - 3\right) \tag{2}$$

gdje je $\lambda \equiv r/r_0$ (≥ 1), a κ je konstanta u jedinicama mol/m^2.

(c) [2 boda] Izrazite ΔP pomoću parametara danih u jednadžbi (2) te skicirajte ΔP kao funkciju od $\lambda \equiv r/r_0$.

(d) [1.5 boda] Konstanta κ može se odrediti iz količine plina potrebne da se balon napuše. Na $T_0 = 303$ K i $P_0 = 1.0$ atm $= 1.01 \cdot 10^5$ Pa nerastegnuti balon ($\lambda = 1$) sadrži $n_0 = 12.5$ mola helija. Potrebno je $n = 3.6n_0 = 45$ mola da se napuše balon do $\lambda = 1.5$ na temperaturi T_0 i tlaku P_0. Izrazite parametar balona a, definiran kao $a = \kappa/\kappa_0$ pomoću n, n_0 i λ, gdje je $\kappa_0 = \dfrac{r_0 P_0}{4RT_0}$. Izračunajte a na dvije značajne znamenke.

[C dio]

Balon je pripremljen kao u (d) na razini mora (napuhan do $\lambda = 1.5$ sa $n = 3.6n_0 = 45$ mola helija na $T_0 = 303$ K i $P_0 = 1.0$ atm $= 1.01 \cdot 10^5$ Pa). Ukupna masa uključujući plin, balon i ostali teret je $M_T = 1.12$ kg. Sada se balon diže sa razine mora.

(e) [3 boda] Pretpostavite da se balon na kraju zaustavlja na visini z_f gdje je sila uzgona jednaka ukupnoj težini. Izračunajte z_f i λ_f na toj visini. Rezultat izračunajte na dvije značajne znamenke.