

Pisni izpit iz fizike

Naravoslovnotehniška fakulteta

Ljubljana, 12.09.2005

1. Na vodoravno podlago s spremenljivim naklonom položimo leseno klado z maso 1,0 kg. Koeficient lepenja med klado in podlago je 0,3; koeficient trenja pa 0,2. Nato začnemo počasi povečevati naklon podlage. Pri katerem kotu (med smerjo podlage in vodoravnico) klada zdrsne? S kakšnim pospeškom se tedaj začne gibati? Kolikšna je njena kinetična energija, ko prepotuje razdaljo 40 cm?
2. Gostoto neznane snovi izmerimo tako, da jo najprej obesimo na prožnostno vzmet in pri tem ugotovimo, da se je vzmet raztegnila za 5,0 cm. Nato to snov v celoti potopimo v vodo in odčitamo raztezek vzmeti 3,2 cm. Kolišna je gostota neznane snovi?
Gostota vode je 1000 kg/m^3 , gostoto zraka lahko zanemariš.
3. Električno napravo z notranjim uporom 10Ω in nazivno napetostjo 4,0 V želimo priključiti na napetost 12 V. Kolikšen predupor moramo vezati v skupni električni krog? Kolikšen električni tok bo tekel skozi napravo in kolikšna bo njena moč?
4. Idealni plin segrejemo pri konstantni prostornini. Pri tem se mu tlak poveča na trikratno vrednost. Nato ga izotermno razpenjamo, dokler ni njegov tlak enak začetnemu. Nazadnje ga pri konstantnem tlaku stisnemo na začetno prostornino. Kolikšen je toplotni izkoristek takega stroja? Specifična toplota idealnega plina pri konstantnem volumnu je $c_v = \frac{3R}{2M}$, pri konstantnem tlaku pa $c_p = \frac{5R}{2M}$.

Rešitve pisnega izpita iz fizike z dne 12.09.2005

1. Lesena klada zdrsne, ko je dinamična komponenta sile teže $mg \sin \alpha$ večja od maksimalne sile lepenja $k_l mg \cos \alpha$. V mejnem primeru sta sili enaki, sledi

$$\begin{aligned}mg \sin \alpha &= k_l mg \cos \alpha \\ \alpha &= \operatorname{atan} k_l = 16,7^\circ.\end{aligned}$$

Ko se klada začne gibati, deluje v smeri gibanja dinamična komponenta sile teže in v naprotni smeri sila trenja. Njuna rezultanta pospešuje gibanje klade s pospeškom

$$\begin{aligned}a &= \frac{F_d - F_{tr}}{m} = \frac{mg \sin \alpha - k_{tr} mg \cos \alpha}{m} = \\ &= g (\sin \alpha - k_{tr} \cos \alpha) = 0,94 \text{ m/s}^2.\end{aligned}$$

Kinetična energija klade je enaka delu, ki ga opravi rezultanta sil (lahko pa se jo izračuna tudi iz hitrosti klade $v = \sqrt{2as}$):

$$W_k = A = Fs = mas = 0,38 \text{ J}.$$

2. Ko snov neznanе gostote obesimo na prožnostno vzmet, nanjo delujeta nasprotno enaki sila teže in sila vzmeti, $mg = kx_1$. Ko snov potopimo v vodo, deluje nanjo tudi sila vzgona (v nasprotni smeri, kot sila teže): $mg = kx_2 + F_{vzg}$. Upoštevamo, da je $F_{vzg} = \rho_o Vg$ in $\rho = m/V$.

$$\begin{aligned}\rho Vg &= kx_1 \\ \rho Vg &= kx_2 + \rho_o Vg \\ \rho &= \frac{\rho_o}{1 - x_2/x_1} = 2780 \text{ kg/m}^3.\end{aligned}$$

3. Napetost na napravi U_n je enaka

$$U_n = IR = \frac{U}{R_s} R = 4V,$$

kjer je R_s skupni upor vezja, I tok skozi vezje in $U = 12V$. Sledi $R_s = 30\Omega$, torej moramo v vezje vezati predupor velikosti $R_s - R = 20\Omega$. Tok, ki teče skoze vezje, je $I = U/R_s = U_n/R = 0,4 \text{ A}$, moč, ki se troši na napravi pa je $P = I^2 R = 1,6 \text{ W}$.

4. Za plin v vsakem trenutku velja plinska enačba:

$$pV = \frac{mRT}{M}.$$

Naj ima na začetku plin temperaturo T_1 , volumen V_1 in tlak p_1 . Nato ga pri konstantni prostornini segrejemo tako, da se mu tlak poveča na trikratno vrednost, torej je $p_2 = 3p_1$ in $V_2 = V_1$. Iz plinske enačbe $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$ sledi $T_2 = 3T_1$. Pri izotermnem razpenjanju ostane temperatura konstantna, torej je $T_3 = T_2 = 3T_1$. Iz podatkov in plinske enačbe sledi $p_3 = p_1$ in $V_3 = 3V_1$.

Pri prvi spremembi plinu dovedemo toploto

$$Q = mc_v(T_2 - T_1) = mc_v 2T_1 = m \frac{3R}{2M} 2T_1 = 3p_1V_1$$

Pri izotermnem razpenjanju plin opravi delo, ki je po velikosti enako dovedeni toploti pri tej spremembi

$$A_1 = -p_2V_2 \ln(V_3/V_2) = -3p_1V_1 \ln 3$$

Pri izobarnem stiskanju moramo opraviti delo

$$A_2 = -p\Delta V = p_1(V_3 - V_1) = 2p_1V_1$$

Izkoristek je definiran kot

$$\eta = \frac{|A_1| - A_2}{Q_{do}} = \frac{3 \ln 3 - 2}{3(\ln 3 + 1)} = 0,21$$

Do enakega rezultata pridemo, če namesto dela izračunamo dovedeno oz. odvedeno toploto pri vseh treh spremembah in uporabimo energijski zakon: $|A| = Q_{do} - Q_{od}$.