

FISIKA

INGENIARITZA GRADUKO 1. MAILA: INDUSTRIA TEKNOLOGIA, INDUSTRIA ANTOLAKUNTZA eta INGURUMEN INGENIARITZA

2017-ko ekainak 29

EZOHIKO DEIALDIA

Iraupena: 2 ordu eta 30 minutu.

Mesedez, zuzentzaileei errazteko, idatz itzazue bost galderak orri ezberdinetan, alegia, ez ezazue egin orri berean bi ariketa ezberdin.

1.- Abiaduraren eta azelerazioaren osagai intrintsekoak.

2.- Meteorito batek 100 gramoko masa du eta Lurreko atmosferan sartzen da $10 \frac{km}{s}$ -ko abiaduraz. Jasandako marruskadura-indarra honela adieraz liteke: $F = -Av^3$, non A konstantearen balioa 10^{-8} den, nazioarteko sistemako unitateetan.

a) Zein dira unitateok?

b) Atmosferan sartzen denean, zenbat balio du marruskadura indarrak? Arbuiagarria da meteoritoaren pisua marruskaduraren aldean? Zenbat balio du meteoritoaren azelerazioak?

c) Zenbatekoa da marruskadura indarrak eragindako potentzia hasieran? Negatiboa da, ala positiboa?

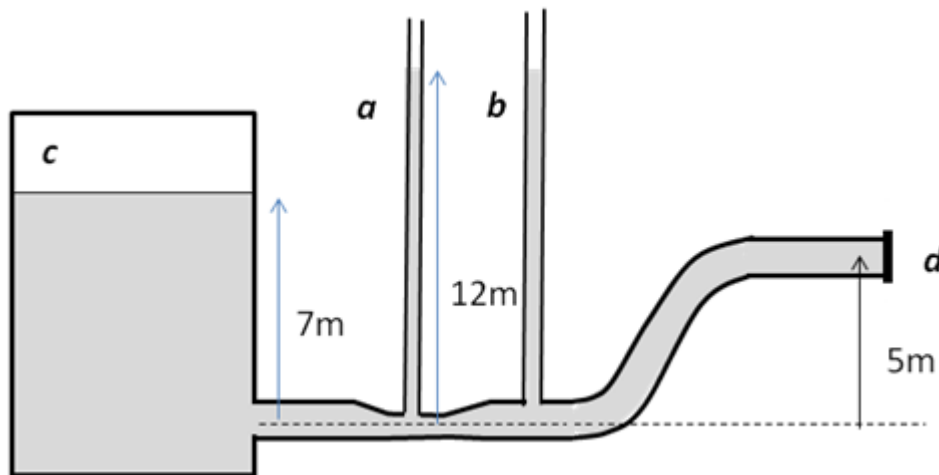
d) Potentzia hori konstante mantenduko balitz denboran zehar, eta potentzia horren %10 soilik, meteoritoa berotzeko erabiliko balitz, zenbat denbora beharko luke meteoritoaren urtze-punturaino iristeko (1000 K), meteoritoaren bero espezifiko 0.5 Joule/(g·K) bada? (suposa bedi meteoritoaren hasierako tenperatura ia 0 K direla).

3.- Billar-bola batek m masa eta r erradioa ditu, eta pausagunean dago mahai horizontal baten gainean. Mahaiak marruskadura du eta koefiziente dinamikoak μ balio du. Tako batekin kolpatu egiten da bolaren zentroaren altueran eta norabide horizontalean. Kolpearen ondorioz, bola osoak translaziozko v_0 abiadura atzematen du. Kalkula ezazu zenbat distantzia ibiliko duen bolak irristatu gabe errodatzen hasi arte.

Esfera baten inertzia momentua, masa zentrotik pasatzen den ardatzarekiko $I_{MZ} = \frac{2}{5} mr^2$

4.- Irudiak sekzio handiko depositu itxi bat erakusten du. Depositua barruan, urak 7 metroko altuera dauka, irteerako hodiarekiko, eta hodiak 5 cm^2 -ko sekzioa. Hodian bi tutu instalatu dira, *a* eta *b*, atmosferara irekita, baina *a* tutua sekzio txikiagoko estugune batean (4.5 cm^2 -ko sekzioiduna). Irteerako hodia (*d*) itxita dagoenean, bi tutuen urak 12 metroko altuera atzematen du. *i*) Kalkula ezazu deposituaren gaineko aireak (c) daukan presioa. *ii*) Zein izango da *d* puntuko emaria (edo kaudala) hodia irekitzen denean? *iii*) hodia irekita dagoelarik, zein altuera izango du urak *a* eta *b* tutuetan?

Datuak: $g=10 \text{ ms}^{-2}$ eta $P_{\text{at}}=10^5 \text{ Pa}$.



5.- Motor termiko batean, gas ideal diatomiko baten 2 molek transformazio zikliko bat burutzen dute bi foku termikorekin kontaktuan:

i) Hasieran, 5 atm-ko presiotik abiatuta eta 600 K-eko tenperaturatik (A egoera), gasa hedatu egiten da kuasiestatikoki eta isotermikoki 600 K-eko tenperatura duen foku batekin, harik eta bere bolumena bikoizten den arte (B egoera).

ii) ondoren, berriz ere hedatu egiten da kuasiestatikoki baina, oraingoan, adiabatikoki, harik eta bere presioa 1 atm-raino gutxitzen den arte (C egoera).

iii) Presioa konstante mantenduz, 120 K-eko tenperatura duen foku batekin jartzen da kontaktuan, orekaraino iritsi arte (D egoera).

iv) Azkenik, gasaren bolumena konstante mantenduz, berriz ere 600 K-eko tenperatura duen fokuekin jartzen da kontaktuan, berriz ere A egoera atzematen duen arte.

a) Marraz ezazu zikloaren P-V diagrama.

b) Zein da B egoeraren presioa?

c) Zein da C egoeraren tenperatura?

d) Zein da D egoeraren bolumena?

e) Zenbat bero zurgatu du gasak 600 K-eko tenperaturadun fokutik?

f) Kalkula ezazu motorraren etekina eta konpara ezazu hura bi foku berdinekin kontaktuan ibiliko litzatekeen Carnot-en motor batenarekin.

Datua: $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \ell / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

SOLUZIOAK

1.- Liburuko 33- 39 orrialdeak

2.- a) unitateak: $A : \text{kg} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$

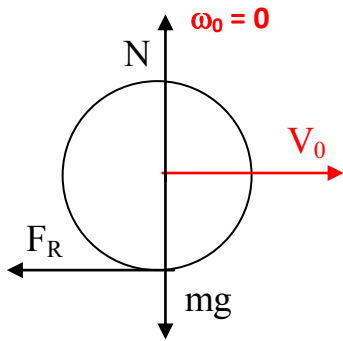
b) $F = 10^4 \text{ N}$; Pisua, $m \cdot g = 1 \text{ N}$ (arbuiagarria); $a = 10^5 \text{ m/s}^2$

c) $P = \vec{F} \cdot \vec{v} = -10^8 \text{ W}$ (negatiboa, indarrak eta abiadurak aurkako noranzkoak dituzte)

$$d) P' = 0.1 \cdot P (\%10) \cdot P' = \frac{Q (\text{beroa})}{t (\text{denbora})} \left. \vphantom{P'} \right\} t = \frac{Q}{P'} = \frac{5 \cdot 10^4}{10^7} = 0.005 \text{ s}$$

Meteorittoa berotzeko $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \cdot 0.5 \cdot 1000 = 5 \cdot 10^4 \text{ J}$

3.-



irristatzen $F_R = \mu N$

$$N - mg = 0$$

$$-F_R = m \cdot A$$

$$\left. \vphantom{F_R} \right\} A = -\mu g ; V = V_0 + A \cdot t = V_0 - \mu g \cdot t$$

$$F_R \cdot R = I_{MZ} \cdot \alpha ; \alpha = \frac{5\mu g}{2R} ; \omega = \omega_0 + \alpha \cdot t = \frac{5\mu g}{2R} t$$

Irristatu gabe errodatzeari: $V = \omega \cdot R$

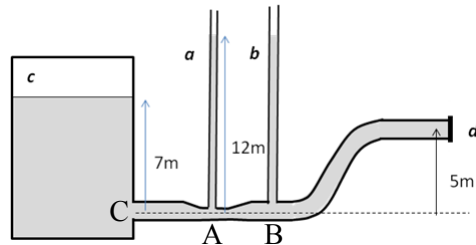
$$V_0 - \mu g \cdot t = \frac{5\mu g}{2} t ; t = \frac{2V_0}{7\mu g}$$

$$X = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} A t^2 = \frac{12V_0^2}{49\mu g}$$

4.- i) Orekan: irudiari erreparatuz, marra ez-jarraituko bi puntu aukeratu: bata c-ren azpian (C) eta bestea a-ren azpian (A): orduan $P_C = P_A$;

$$P_c + \rho g h_c = P_a + \rho g h_a$$

$$(P_a = P_{\text{atm}}, h_c = 7 \text{ m}, h_a = 12 \text{ m}) \rightarrow P_c = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$



ii) Hodia irekitzean, Bernouilli c puntuan (goian) eta d puntuan (irteeran):

$$P_c + \rho g h_c + \frac{1}{2} \rho v_c^2 = P_d + \rho g h_d + \frac{1}{2} \rho v_d^2 \quad (P_d = P_{\text{atm}}, P_c = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}, h_d = 5 \text{ m}, h_c = 7 \text{ m}, v_c \ll v_d)$$

$$\rightarrow v_d = 11.8 \text{ m/s}; \rightarrow Q_d = S_d \cdot v_d = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 11.8 \text{ m/s} = 59.2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 5.9 \text{ l/s}$$

iii) Jarraitutasuna B eta d: $S_B \cdot v_B = S_d \cdot v_d$, baina $S_B = S_d$ beraz, $v_B = v_d = 11.8 \text{ m/s}$

$$\text{Bernouilli B eta d: } P_B + \rho g h_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2 = P_d + \rho g h_d + \frac{1}{2} \rho v_d^2$$

$$(P_d = P_{\text{atm}}, h_d = 5 \text{ m}, h_B = 0 \text{ m}) \rightarrow P_B = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Eta b tutuan: $P_B = P_b + \rho g h'_b$ ($P_b = P_{\text{atm}}$ eta $P_B = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) $\rightarrow h'_b = 5 \text{ m}$.

Jarraitutasuna A eta B: $S_A \cdot v_A = S_B \cdot v_B$ ($S_B = 5 \text{ cm}^2$, $S_A = 4.5 \text{ cm}^2$, $v_B = 11.8 \text{ m/s}$)

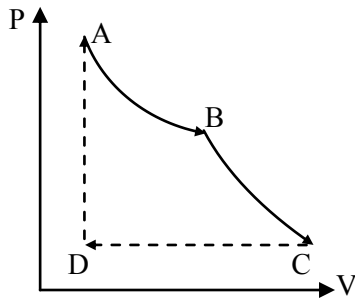
$$\text{beraz, } v_A = \frac{5}{4.5} v_B = 13.11 \text{ m/s}$$

$$\text{Bernouilli A eta B: } P_B + \rho g h_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2 = P_A + \rho g h_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2$$

$$(P_B = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}, h_B = 0 \text{ m}, h_A = 0 \text{ m}, v_B = 11.8 \text{ m/s}, v_A = 13.11 \text{ m/s}) \rightarrow P_A = 1.33 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Eta a tutuan: $P_A = P_a + \rho g h'_a$ ($P_a = P_{\text{atm}}$ eta $P_A = 1.33 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) $\rightarrow h'_a = 3.3 \text{ m}$.

5.- a)



$$b) V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = \frac{2 \cdot 0.082 \cdot 600}{5} = 19.68 \text{ l}; V_B = 39.36 \text{ l}$$

$$P_B = 2.5 \text{ atm}$$

$$c) P_B V_B^\gamma = P_C V_C^\gamma \rightarrow 2.5 \cdot 39.36^{(7/5)} = 1 \cdot V_C^{(7/5)} \rightarrow V_C = 75.7 \text{ l}$$

$$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = \frac{1 \cdot 75.7}{2 \cdot 0.082} = 461.8 \text{ K}$$

$$d) V_D = V_A = 39.36 \text{ l}$$

$$e) Q_{600} = Q_{AB} + Q_{DA} = W_{AB} + C_V \Delta T = nRT \ln \frac{V_B}{V_A} + \frac{5}{2} nR \Delta T = 68.2 \text{ atm} \cdot \text{l} + 196.8 \text{ atm} \cdot \text{l} = 265 \text{ atm} \cdot \text{l}$$

$$f) W_{DA} = 0; W_{AB} = nRT \ln \frac{V_B}{V_A} = 68.2 \text{ atm} \cdot \text{l}$$

$$W_{BC} = -\Delta U_{BC} = -C_V(T_C - T_B) = -\frac{5}{2} nR(461.8 - 600) = 56.7 \text{ atm} \cdot \text{l}$$

$$W_{CD} = P \Delta V = P_C(V_D - V_C) = 1 \cdot (39.36 - 75.7) = -36.34 \text{ atm} \cdot \text{l}$$

$$W_{TOT} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} = 68.8 \text{ atm} \cdot \text{l}$$

$$\eta = \frac{W_{TOT}}{Q_{zurg}} = \frac{68.8}{265} = 0.26 \text{ (%26)}; \eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{120}{600} = 0.8 \text{ (%80)}$$