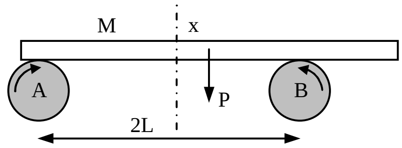
Politecnico di Milano
Fisica Sperimentale I
a.a. 2012-2013 - Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

II prova in itinere - 11/07/2013

Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.

1. Una sbarra omogenea di sezione costante e massa M = 4 kg, è appoggiata orizzontalmente su due cilindri identici ad assi paralleli ed orizzontali, che distano distanti 2L = 1.2 m.



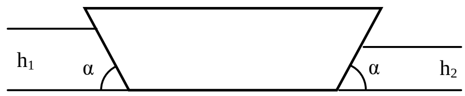
a) Calcolare le reazioni all'appoggio R_A ed R_B tra sbarra e cilindri, nei rispettivi punti d'appoggio, quando il centro di massa della sbarra dista x = 0.1 m dal piano verticale (linea tratteggiata in figura) equidistante dai cilindri.

Assumendo che il coefficiente d'attrito dinamico tra sbarra e cilindri sia μ_d = 0.2 e posti in rotazione i cilindri attorno ai loro assi, con velocità angolari uguali e in verso opposto:

b) dimostrare che il moto della sbarra è armonico;
c) calcolare il periodo delle oscillazioni.

[$R_A = P\dfrac{L - x}{2L}$; $R_B = P\dfrac{L + x}{2L}$; $\ddot{x} + \left(2\mu_d g\right)x = 0$; $T = \dfrac{2\pi}{\sqrt{2\mu_d g}}$ = 3.17 s]

2. Un solido di sezione trapezoidale, lunghezza L = 2 m (perpendicolare al foglio) e massa M = 200 kg è appoggiato su un piano privo di attrito come in figura. I lati del solido formano un angolo α = 80° con il piano orizzontale. Ai due lati del solido sono presenti due fluidi di densità ρ_1 = 1000 kg/m^3 e ρ_2, che raggiungono un'altezza pari rispettivamente a h_1 = 2 m e h_2 = 1.8 m rispetto al piano orizzontale. Considerando nulla la pressione esterna,



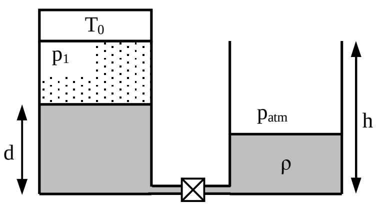
a) Supponendo il solido in equilibrio statico, calcolare la densità del fluido ρ_2.
b) Qual è il minimo valore dell'angolo α affinché il corpo non si distacchi dal piano?

[$\rho_2 = \rho_1\left(\dfrac{h_1}{h_2}\right)^2$ = 1235 kg/m^3; $tg\alpha > \dfrac{1}{2}\left(\rho_1 h_1^{\,2} + \rho_2 h_2^{\,2}\right)\dfrac{L}{M}$]

3. Due contenitori alti h = 25 cm e pari sezione sono uniti sul fondo da un tubicino di sezione trascurabile e da una valvola inizialmente chiusa:

- il contenitore di <u>sinistra</u> è chiuso ed adiabatico tranne la parete superiore, che si trova a contatto con un serbatoio ideale alla temperatura T_0, e contiene una mole di un gas ideale monoatomico alla pressione p_0 = 0.8 atm;
- il contenitore di <u>destra</u> è adiabatico ed aperto sulla parte superiore, che si trova a contatto con la pressione atmosferica p_{atm} = 1 atm, ed è completamente riempito da un liquido avente densità ρ = 1500 kg/m^3.

La valvola viene aperta, ed il liquido fluisce parzialmente nel contenitore di sinistra (vedi figura) sino ad arrivare all'equilibrio; calcolare



a) la pressione p_1 cui si porta il gas all'equilibrio;
b) l'altezza di liquido d presente nel contenitore di sinistra.

Se ora il tubicino venisse scollegato dal contenitore di sinistra

c) quale sarebbe la velocità v_0 del fluido in uscita dal contenitore?

[d = 5.4 cm ; $p_{gas} = p_{atm} + \rho g\left(h - 2d\right)$ = 1.02 atm ;

$v_0 = \sqrt{2g\left(h - d\right)}$ = 1.96 m/s]

4. Si consideri una mole di un gas ideale monoatomico che subisca il ciclo costituito dalle seguenti trasformazioni reversibili:

1-2: isobara a pressione p_1 e volume variabile da V_1 a $V_2 = 2V_1$;
2-3: isocora a volume V_2 e pressione variabile da p_1 a $p_3 = p_1/2$;
3-4: isobara a pressione p_3 e volume variabile da V_2 a V_1;
4-1: isocora a volume V_1 e pressione variabile da p_3 a p_1 che chiude il ciclo.

Calcolare

- l'espressione delle temperature nei punti 1, 2, 3, 4 del ciclo in funzione dei parametri noti;
- il calore scambiato, il lavoro compiuto e la variazione d'energia interna durante ogni trasformazione;
- il rendimento del ciclo;
- la funzione entropia lungo tutto il ciclo in funzione della temperatura, specificandone i valori in corrispondenza degli stati 1, 2, 3, 4 (assumere nulla l'entropia nello stato 1).

[$T_1 = \dfrac{p_1 V_1}{nR}\,;\ T_2 = T_1 \dfrac{V_2}{V_1} = 2T_1\,;\ T_3 = T_1\,;\ T_4 = \dfrac{T_1}{2}\,;$

$W_1 = p_1V_1\,;\ \Delta U_1 = \dfrac{3}{2}p_1V_1\,;\ Q_1 = \Delta U_1 + W_1 = \dfrac{5}{2}p_1V_1\,;\ W_2 = 0\,;\ \Delta U_2 = -\dfrac{3}{2}p_1V_1\,;\ Q_2 = -\dfrac{3}{2}p_1V_1\,;$

$W_3 = -\dfrac{1}{2}p_1V_1\,;\ \Delta U_3 = -\dfrac{3}{4}p_1V_1\,;\ Q_3 = -\dfrac{5}{4}p_1V_1\,;\ W_4 = 0\,;\ \Delta U_4 = \dfrac{3}{4}p_1V_1\,;\ Q_4 = \dfrac{3}{4}p_1V_1\,;$

$\eta = 1 + \dfrac{Q_2 + Q_3}{Q_1 + Q_4} = 15.4\%\,;$

$S = \dfrac{5}{2}R\ln\left(\dfrac{T}{T_1}\right);\ S_2 = \dfrac{5}{2}R\ln 2\,;\ S = S_2 + \dfrac{3}{2}R\ln\left(\dfrac{T}{T_2}\right);\ S_3 = R\ln 2\,;\ S = S_3 + \dfrac{5}{2}R\ln\left(\dfrac{T}{T_3}\right);$

$S_4 = -\dfrac{3}{2}R\ln 2\,;\ S = S_4 + \dfrac{3}{2}R\ln\left(\dfrac{T}{T_4}\right);\ S_4 = 0$]