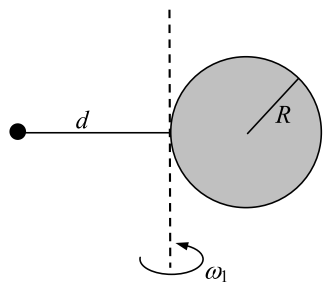
B

Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio
(Prof. G. Naletto)
Seconda Prova di Accertamento di Fisica 1 - Padova, 12 Aprile 2003

Cognome .... Nome .... Matricola ....

Problema 1



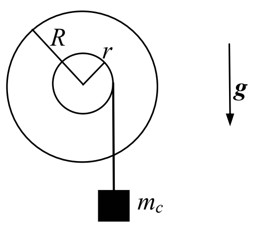
Un corpo rigido è costituito da una sbarretta di massa trascurabile e lunghezza $d = 2R$ con collegati ai suoi due estremi un punto materiale di massa $m = 2$ kg ed una sfera piena di massa $M = 5m$ e raggio R. Il corpo ruota attorno ad un asse fisso privo di attrito perpendicolare alla sbarretta e passante per il suo estremo tangente alla sfera con velocità angolare $\omega_1 = 1.5$ rad/s. Sapendo che il momento d'inerzia del corpo rispetto all'asse di rotazione è pari a $I_1 = 3.5$ kg m², calcolare:

a) il raggio R della sfera.

Successivamente, grazie all'azione delle sole forze interne, la sbarretta trasla rispetto all'asse di rotazione finché quest'ultimo si trova esattamente a metà sbarretta. Calcolare, in questa situazione:

b) la velocità angolare ω_2 di rotazione del corpo;
c) il lavoro W (con segno) compiuto dalle forze interne.

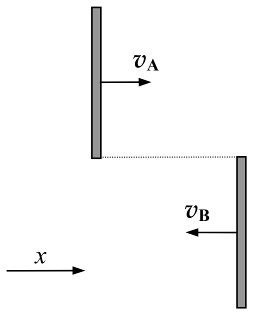
Problema 2



Un filo inestensibile e di massa trascurabile è avvolto attorno ad una puleggia di raggio $r = 0.3$ m e massa trascurabile. La puleggia è solidale e coassiale ad un disco di raggio $R = 2r$ e massa $m = 12$ kg. Il sistema può ruotare attorno all'asse di simmetria, soggetto ad un momento di attrito costante pari a $M_{attr} = 2$ Nm.
Un corpo di massa $m_C = m/5$ è collegato all'estremo libero del filo ed è soggetto all'azione della forza peso. Inizialmente il sistema è tenuto fermo, poi il corpo è lasciato libero di cadere. Calcolare:

a) il modulo dell'accelerazione a con cui scende il corpo di massa m_C;
b) la velocità v del corpo dopo che è sceso di $\ell = 1.5$ m.

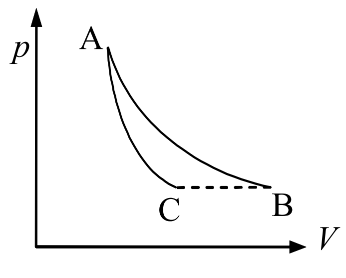
Problema 3



Due sbarrette rigide A e B uguali di lunghezza $\ell = 0.5$ m e di massa $m = 3$ kg si stanno muovendo su un piano orizzontale privo di attriti rispettivamente con velocità costanti pari a $\boldsymbol{v}_A = 0.4\, \boldsymbol{u}_x$ m/s e $\boldsymbol{v}_B = -0.1\, \boldsymbol{u}_x$ m/s. Durante il moto, le due sbarrette entrano in contatto ad un loro estremo e rimangono attaccate formando un unica sbarretta rigida di lunghezza 2ℓ. Calcolare:

a) la velocità $\boldsymbol{v}$ (modulo direzione e verso) del centro di massa del corpo dopo l'urto;
b) il modulo ω della velocità angolare del corpo dopo l'urto;
c) l'energia E_{diss} dissipata nell'urto.

Problema 4



n = 5 moli di gas biatomico inizialmente nello stato A ($p_A = 2.5 \cdot 10^5$ Pa, $V_A = 0.06$ m³) compiono il ciclo mostrato in figura. Il ciclo è costituito da una trasformazione isoterma reversibile AB, seguita da una trasformazione isobara BC ed infine da una trasformazione adiababatica reversibile CA. Il volume del gas in B è pari a $V_B = 0.09$ m³. C alcolare:

a) la temperatura T_B del gas in B;
b) la variazione di energia interna ΔU_{BC} del gas nella trasformazione BC;
c) il lavoro W_{BCA} compiuto dal gas nelle trasformazioni BC+CA.

Soluzioni

Problema 1

a) $$I_1 = m \cdot 4R^2 + \left(\frac{2}{5}5mR^2 + 5mR^2\right) = 11mR^2 \quad \Rightarrow \quad R = \sqrt{\frac{I_1}{11m}} = 0.4 \text{ m}$$

b) $$L = \text{cost} \quad \Rightarrow \quad I_1\omega_1 = I_2\omega_2; \quad I_2 = mR^2 + \left(\frac{2}{5}5mR^2 + 5m \cdot 4R^2\right) = 23mR^2 \quad \Rightarrow$$

$$\omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1 = \frac{11mR^2}{23mR^2}\omega_1 = \frac{11}{23}\omega_1 = 0.72 \text{ rad/s}$$

c) $$W = \Delta E_k = \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 - \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = \frac{1}{2}\left[23mR^2\left(\frac{11}{23}\omega_1\right)^2 - 11mR^2\omega_1^2\right] = -\frac{66}{23}mR^2\omega_1^2 = -2.05 \text{ J}$$

Problema 2

a) $$\frac{m}{5}g - T = \frac{m}{5}a; \quad rT - M_{attr} = I\alpha = \frac{1}{2}m \cdot 4r^2 \cdot \frac{a}{r} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{g}{11} - \frac{5M_{attr}}{11mr} = 0.638 \text{ m/s}^2$$

b) $$v^2 = v_o^2 + 2a_T\ell \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2a\ell} = 1.38 \text{ m/s}$$

Problema 3

a) $$\vec{v}_{CM} = \frac{m\vec{v}_A + m\vec{v}_B}{2m} = \frac{\vec{v}_A + \vec{v}_B}{2} \quad \Rightarrow \quad \vec{v}_{CM} = 0.15\vec{u}_x \text{ m/s}$$

b) $$\vec{L} = \text{cost} \quad \Rightarrow \quad \frac{\ell}{2}mv_A + \frac{\ell}{2}m|v_B| = I\omega = \frac{2}{3}m\ell^2\omega \quad \Rightarrow \quad \omega = \frac{3}{4\ell}\left(v_A + |v_B|\right) = 0.75 \text{ rad/s}$$

c) $$E_{diss} = \left(\frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}(2m)v_{CM}^2\right) - \left(\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2\right) = -0.047 \text{ J}$$

Problema 4

a) $$T_B = T_A = \frac{p_A V_A}{nR} = 360.8 \text{ K}$$

b)

$$p_C = p_B = \frac{nRT_B}{V_B} = 1.67 \cdot 10^5 \text{ Pa}; \; T_C = T_A\left(\frac{p_A}{p_C}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 321.4 \text{ K} \Rightarrow \Delta U_{BC} = nc_V(T_C - T_B) = -4102 \text{ J}$$

oppure: $\Delta U_{ciclo} = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta U_{BC} = -(\Delta U_{AB} + \Delta U_{CA}) = -\Delta U_{CA} = W_{CA} = \frac{1}{\gamma - 1}(p_C V_C - p_A V_A)$

c) $$W_{BCA} = W_{BC} + W_{CA} = p_{BC}(V_C - V_B) - \Delta U_{CA} = -5743 \text{ J}$$