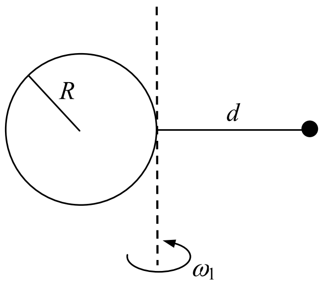
A

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



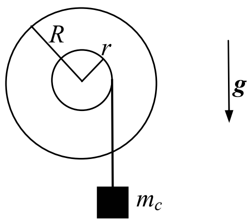
Un corpo rigido è costituito da una sbarretta di massa trascurabile e lunghezza $d = 2R = 0.6$ m con collegati ai suoi due estremi un punto materiale di massa m ed un guscio sferico di massa $M = 3m$ e raggio R. Il corpo ruota attorno ad un asse fisso privo di attrito perpendicolare alla sbarretta e passante per il suo estremo tangente al guscio sferico con velocità angolare ω_1. Sapendo che il momento d'inerzia del corpo rispetto all'asse di rotazione è pari a $I_1 = 2$ kg m², calcolare:

a) la massa m del punto materiale.

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. In questa nuova situazione, la velocità angolare del sistema è pari a $\omega_2 = 4$ rad/s. Calcolare:

b) la velocità angolare iniziale ω_1 di rotazione del corpo;
c) il lavoro W (con segno) compiuto dalle forze interne.

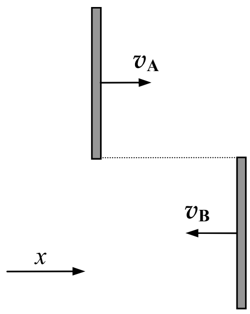
Problema 2



Un filo inestensibile e di massa trascurabile è avvolto attorno ad una puleggia di raggio $r = 0.2$ m e massa trascurabile. La puleggia è solidale e coassiale ad un disco di raggio $R = 2r$ e massa $m = 5$ kg. Il sistema può ruotare attorno all'asse di simmetria, soggetto ad un momento di attrito costante pari a M_{attr}.
Un corpo di massa $m_C = m/10$ è collegato all'estremo libero del filo ed è soggetto all'azione della forza peso. Inizialmente il sistema è fermo, poi il corpo è lasciato libero di cadere. Sapendo che la tensione presente sul filo è pari a $T = 2$ N, calcolare:

a) il valore del modulo del momento di attrito M_{attr};
b) la distanza ℓ di cui è sceso il corpo quando ha raggiunto la velocità $v = 2$ m/s.

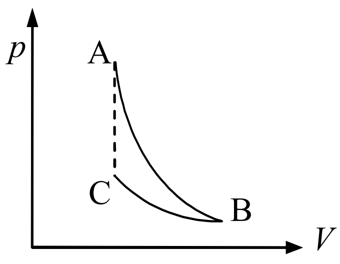
Problema 3



Due sbarrette rigide A e B uguali di lunghezza ℓ e di massa $m = 4$ kg si stanno muovendo su un piano orizzontale privo di attriti rispettivamente con velocità costanti pari a $\boldsymbol{v}_\mathbf{A} = 0.4\ \boldsymbol{u}_x$ m/s e $\boldsymbol{v}_\mathbf{B} = -0.8\ \boldsymbol{u}_x$ 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 $\boldsymbol{v}_{\mathrm{CM}}$ (modulo, direzione e verso) del centro di massa del corpo dopo l'urto;
b) la lunghezza ℓ delle sbarrette, sapendo che il modulo della velocità angolare del corpo dopo l'urto è pari a $\omega = 0.8$ rad/s;
c) l'energia E_{diss} dissipata nell'urto.

Problema 4



n = 4 moli di gas monoatomico inizialmente nello stato A compiono il ciclo mostrato in figura. Il ciclo è costituito da una trasformazione adiababatica reversibile AB ($p_B = 1.2\cdot10^5$ Pa, $V_B = 0.08$ m³), seguita da una trasformazione isoterma reversibile BC ed infine da una trasformazione isocora CA. La pressione del gas in C è pari a $p_C = 1.5\cdot10^5$ Pa. Calcolare:

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

Soluzioni

Problema 1

a) $$I_1 = \left(\frac{2}{3}3mR^2 + 3mR^2\right) + m\cdot 4R^2 = 9mR^2 \quad \Rightarrow \quad m = \frac{I_1}{9R^2} = 2.47 \text{ kg}$$

b) $$L = \text{cost} \quad \Rightarrow \quad I_1\omega_1 = I_2\omega_2; \quad I_2 = \left(\frac{2}{3}3mR^2 + 3m\cdot 4R^2\right) + mR^2 = 15mR^2 \quad \Rightarrow$$

$$\omega_1 = \frac{I_2}{I_1}\omega_2 = \frac{15mR^2}{9mR^2}\omega_2 = \frac{15}{9}\omega_2 = 6.67 \text{ rad/s}$$

c) $$W = \Delta E_k = \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 - \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = \frac{1}{2}\left[15mR^2\omega_2^2 - 9mR^2\left(\frac{15}{9}\omega_2\right)^2\right] = -5mR^2\omega_2^2 = -17.8 \text{ J}$$

Problema 2

a) $$\frac{m}{10}g - T = \frac{m}{10}a \quad \Rightarrow \quad a = g - \frac{10T}{m} = 5.8 \text{ m/s}^2$$

$$rT - M_{attr} = I\alpha = \frac{1}{2}m\cdot 4r^2\cdot\frac{a}{r} \quad \Rightarrow \quad |M_{attr}| = |r(T - 2ma)| = 11.2 \text{ Nm}$$

b) $$v^2 = v_o^2 + 2a_T\ell \quad \Rightarrow \quad \ell = \frac{v^2}{2a} = 0.345 \text{ m}$$

Problema 3

a) $$\vec{v}_{CM} = \frac{m\vec{v}_A + m\vec{v}_B}{2m} = \frac{\vec{v}_A + \vec{v}_B}{2} \quad \Rightarrow \quad \vec{v}_{CM} = -0.2\,\vec{u}_x \text{ m/s}$$

b) $$\vec{L} = \text{cost} \quad \Rightarrow \quad \frac{\ell}{2}mv_A + \frac{\ell}{2}m|v_B| = I\omega = \frac{2}{3}m\ell^2\omega \quad \Rightarrow \quad \ell = \frac{3}{4\omega}\left(v_A + |v_B|\right) = 1.125 \text{ m}$$

c) $$E_{diss} = \left(\frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}(2m)v_{CM}^2\right) - \left(\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2\right) = -0.36 \text{ J}$$

Problema 4

a) $$T_C = T_B = \frac{p_B V_B}{nR} = 288.7 \text{ K}$$

b) $$V_A = V_C = \frac{nRT_C}{p_C} = 0.064 \text{ m}^3; \; T_A = T_B\left(\frac{V_B}{V_A}\right)^{\gamma-1} = 335.0 \text{ K} \quad \Rightarrow \Delta U_{CA} = nc_V(T_A - T_C) = 2310 \text{ J}$$

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

c) $$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} = -\Delta U_{AB} + nRT_{BC}\ln\frac{V_C}{V_B} = 168 \text{ J}$$