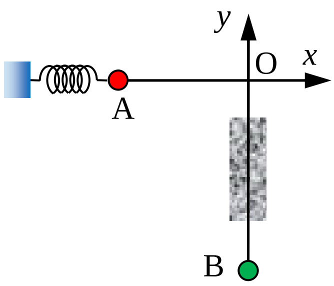
Corsi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Informatica
Canale 3 (Prof. G. Naletto)
Prova scritta di Fisica Generale 1 - Padova, 25 giugno 2018

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

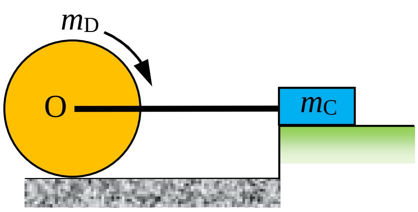
Problema 1



Nel piano orizzontale Oxy, il corpo A di massa m_A = 1.5 kg è appoggiato all'estremo libero di una molla ideale tenuta compressa di Δx = 0.05 m; ad un certo istante si sblocca la molla ed A si mette in movimento lungo l'asse x che è liscio. Si osserva che A, dopo essersi staccato dalla molla, percorre la distanza d_A = 0.75 m in Δt = 3.3 s. Il corpo B di massa m_B = 0.85 kg, inizialmente fermo sull'asse y, viene messo in moto da un impulso parallelo all'asse y di modulo J = 1.15 Ns. Si trova che B, dopo aver percorso un tratto scabro di lunghezza d_B = 0.6 m, ha una velocità di modulo v_B = 0.4 m/s. Dopo che A si è staccato dalla molla e dopo che B ha attraversato il tratto scabro, essi si urtano in modo completamente anelastico nell'origine del sistema di riferimento. Determinare:

a) il valore k della costante elastica della molla che mette in moto A;
b) il coefficiente di attrito dinamico μ del tratto scabro attraversato da B;
c) modulo, direzione e verso della velocità v' del sistema A+B dopo l'urto.

Problema 2



Un disco omogeneo di massa m_D = 28 kg, raggio R = 0.22 m e posto con il suo asse orizzontale è fermo su un piano orizzontale scabro. Ad un certo istante il disco è messo in moto di puro rotolamento da un motore interno che esercita un momento M = 18 Nm sul suo asse (privo di attrito). Al centro O del disco è vincolata un'asta rigida orizzontale di massa trascurabile fissata all'altro estremo ad un corpo C di massa m_C = 6 kg, che si trova su un piano orizzontale liscio. Determinare:

a) il modulo a dell'accelerazione con cui si muovono i due corpi;
b) il minimo valore μ_{min} del coefficiente di attrito statico tra disco e piano per avere moto di puro rotolamento;
c) il lavoro W fatto dal motore per portare C alla velocità v_C = 4.5 m/s.

Problema 3

Un cilindro adiabatico di sezione S con asse verticale ha la base superiore chiusa da un pistone adiabatico di massa trascurabile che può scorrere con attrito trascurabile. Il cilindro contiene n = 8 moli di un gas perfetto monoatomico nello stato di equilibrio A alla temperatura T_A = 310 K, in cui occupa il volume V_A ed è in equilibrio con la pressione esterna p_{ext}. Ad un certo istante si pone sopra il pistone un sacco di sabbia di massa m = 150 kg e si attende che il gas raggiunga lo stato di equilibrio B alla temperatura T_B = 330 K in cui si trova alla pressione $p_B = 1.25 \cdot 10^5$ Pa e occupa il volume $V_B = 14V_A/15$. A questo punto la sabbia viene aspirata in modo molto lento e quasi statico fino a portare il gas nello stato C in equilibrio con la pressione esterna. Infine, si mette il gas in contatto termico con una sorgente ideale di calore alla temperatura T_A ed il gas ritorna nel suo stato iniziale A. Disegnare il ciclo del gas nel diagramma pV e determinare:

a) il valore della pressione esterna p_{ext};
b) l'area S della sezione del cilindro;
c) il lavoro W (con segno) scambiato dal gas nel ciclo;
d) la variazione di entropia dell'universo ΔS_U in un ciclo.

Soluzioni

Problema 1

a) $v_A = \dfrac{d_A}{\Delta t} = 0.23\,\text{m/s}; \quad \dfrac{1}{2}k\Delta x^2 = \dfrac{1}{2}m_A v_A^2 \quad \Rightarrow \quad k = \dfrac{m_A v_A^2}{\Delta x^2} = 31\,\text{N/m}$

b) $J = m_B v_{Bo}; \quad v_B^2 = v_{Bo}^2 - 2a_B d_B = \left(\dfrac{J}{m_B}\right)^2 - 2\mu g d_B \quad \Rightarrow \quad \mu = \dfrac{\left(J/m_B\right)^2 - v_B^2}{2gd_B} = 0.14$

c) $m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B = (m_A + m_B)\vec{v}'; \quad \Rightarrow \quad \vec{v}' = \dfrac{m_A}{m_A+m_B}v_A\vec{u}_x + \dfrac{m_B}{m_A+m_B}v_B\vec{u}_y \quad \Rightarrow$

$$\Rightarrow \quad \vec{v}' = \frac{1}{m_A+m_B}\sqrt{m_A^2 v_A^2 + m_B^2 v_B^2} = 0.2\text{ m/s}; \quad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{v'_y}{v'_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{m_B v_B}{m_A v_A}\right) = 44.9° = 0.78\,\text{rad}$$

Problema 2

a) $\begin{cases} M - Rf_a = I\alpha \\ f_a - T = m_D a \\ T = m_C a \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} M - Rf_a = \left(\dfrac{1}{2}m_D R^2\right)\dfrac{a}{R} \\ f_a = (m_D + m_C)a \end{cases} \quad \Rightarrow \quad M - R(m_D + m_C)a = \dfrac{1}{2}m_D Ra \quad \Rightarrow$

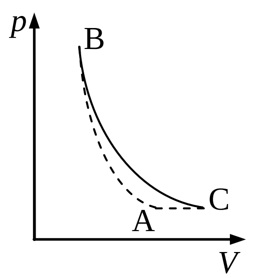
$$\Rightarrow \quad a = \frac{2M}{R(3m_D + 2m_C)} = 1.7\text{ m/s}^2$$

b) $f_a = (m_D + m_C)a \le \mu_s m_D g \quad \Rightarrow \quad \mu_s \ge \mu_{\min} = \dfrac{(m_D + m_C)a}{m_D g} = 0.21$

c) $W = \Delta E_k = \dfrac{1}{2}I\omega^2 + \dfrac{1}{2}m_D v_{CM}^2 + \dfrac{1}{2}m_C v_{CM}^2 = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{3}{2}m_D + m_C\right)v_C^2 = 486\text{ J}$ oppure

$$v_C^2 = 2a\Delta x = 2aR\Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \Delta\theta = \frac{v_C^2}{2aR}; \quad W = M\Delta\theta = M\frac{v_C^2}{2aR} = \frac{Mv_C^2}{2R}\cdot\frac{(3m_D + 2m_C)R}{2M} = \frac{3m_D + 2m_C}{4}v_C^2$$

Problema 3



a) $V_B = \dfrac{nRT_B}{p_B} = \dfrac{14}{15}V_A = \dfrac{14}{15}\dfrac{nRT_A}{p_A} \quad \Rightarrow \quad p_{ext} = p_A = \dfrac{14}{15}\dfrac{T_A}{T_B}p_B = 1.096\cdot 10^5\text{ Pa}$

b) $p_B S = p_{ext}S + mg \quad \Rightarrow \quad S = \dfrac{mg}{p_B - p_{ext}} = 0.096\,\text{m}^2$

c) $T_B p_B^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_C p_C^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad \Rightarrow \quad T_C = T_B\left(\dfrac{p_B}{p_C}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_B\left(\dfrac{p_B}{p_{ext}}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 313.1\,\text{K}$

$W_{TOT} = Q_{TOT} = Q_{CA} = nc_P(T_A - T_C) = -513.6\text{ J}$ oppure

$$W_{AB} = -\Delta U_{AB} = nc_V(T_A - T_B); \quad W_{BC} = -\Delta U_{BC} = nc_V(T_B - T_C); \quad W_{CA} = nR(T_A - T_C)$$
$$W_{TOT} = nc_V(T_A - T_B) + nc_V(T_B - T_C) + nR(T_A - T_C) = +n(c_V + R)(T_A - T_C) = nc_P(T_A - T_C)$$

d) $\Delta S_{U,ciclo} = \Delta S_{amb,ciclo} = \Delta S_{amb,CA} = \dfrac{Q_{serb,CA}}{T_A} = -\dfrac{nc_p(T_A - T_C)}{T_A} = 1.66\text{ J/K}$