

Fisica 1 per chimica industriale, Esame scritto 21/01/2019

Docente: Santanastasio Francesco

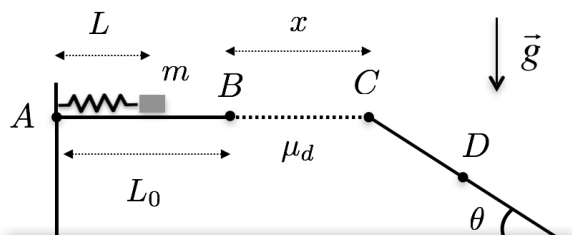
Nome e cognome: Matricola:

Tempo a disposizione 3 ore, e' permessa la consultazione di un solo libro di testo (no libri di esercizi svolti, no quaderni/appunti), e' obbligatorio spegnere i cellulari. Risolvere gli esercizi riportando le formule risolutive ed i risultati numerici utilizzando le unita' di misura del Sistema Internazionale.

Esercizio 1

Un corpo (punto materiale) di massa $m = 0.1 \text{ kg}$ puo' scorrere lungo una guida orizzontale ABC: il tratto $AB = L_0 = 1 \text{ m}$ e' liscio mentre nel tratto $BC = x = 1 \text{ m}$ e' presente un coefficiente di attrito dinamico $\mu_d = 0.1$. Una molla ideale, di costante elastica $k = 32.4 \text{ N/m}$ e lunghezza a riposo pari ad L_0 , ha un estremo fissato in A. Inizialmente il corpo e' fermo, poggiato sull'altro estremo della molla ad un distanza $L = 0.9 \text{ m}$ dal punto A. Il corpo viene lasciato andare ed inizia a muoversi lungo la guida. Arrivato nel punto C, il corpo si stacca dalla guida ed esegue un moto parabolico prima di toccare nel punto D il tratto di piano inclinato di un angolo $\theta = 30^\circ$.

Figura 1



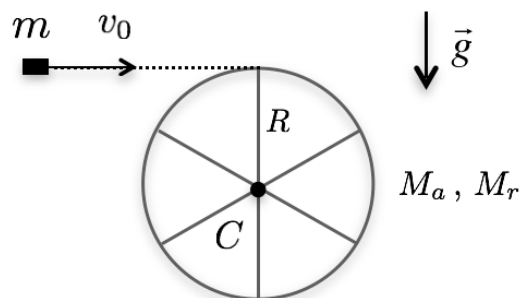
Determinare:

- la velocità del corpo nel punto B;
- la velocità del corpo nel punto C;
- la lunghezza del segmento CD.

Esercizio 2

Una ruota (corpo rigido) e' costituita da un anello circolare di massa $M_a = 1.32 \text{ kg}$, raggio $R = 0.17 \text{ m}$ e centro C, e da tre sbarrette omogenee di spessore trascurabile, ciascuna di lunghezza $2R$ e massa $M_r = 0.12 \text{ kg}$. Tale corpo rigido e' vincolato a ruotare senza attrito attorno ad un asse orizzontale passante per il centro C. Un proiettile di massa $m = 0.12 \text{ kg}$ e velocità orizzontale $v_0 = 10 \text{ m/s}$ si conficca nell'estremita' superiore della ruota come indicato in figura (urto completamente anelastico).

Figura 2



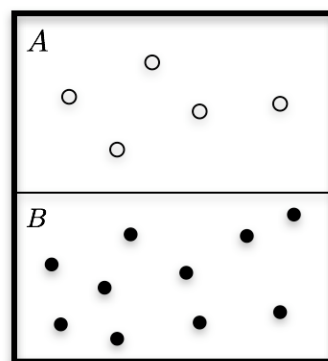
Determinare:

- il momento d'inerzia della ruota I_C rispetto al centro C;
- la velocità angolare del sistema ruota+proiettile ω_f subito dopo l'urto;
- l'energia cinetica del sistema ruota+proiettile dopo una rotazione di un angolo $\theta = 45^\circ$.

Esercizio 3

Un recipiente rigido di volume $V = 30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ con pareti adiabatiche e' diviso in due parti uguali A e B da un sottile setto che conduce il calore. In A sono contenute $n_A = 2.5 \text{ mol}$ di gas perfetto biatomico alla temperatura $T_A = 450 \text{ K}$, mentre in B sono contenute $n_B = 4.5 \text{ mol}$ di gas perfetto monoatomico. Il sistema e' inizialmente in equilibrio termodinamico. Viene quindi somministrata al gas in B una quantita' di calore $Q = 50 \text{ kJ}$.

Figura 3



Determinare:

- il volume, la temperatura, e la pressione per ciascuno dei due gas nello stato finale di equilibrio;
- la quantita' di calore scambiata tra i due gas;
- la variazione di entropia totale del sistema costituito dai due gas.

Soluzione - Esercizio 1

a)

$$E_i = \frac{1}{2}k(L_0 - L)^2$$

$$E_f = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$E_i = E_f$$

$$v_B = \sqrt{\frac{k(L_0 - L)^2}{m}} = 1.8 \text{ m/s}$$

b)

$$E_i = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$E_f = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$L_{attr} = -\mu_d mg x$$

$$L_{attr} = E_f - E_i$$

$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 2\mu_d g \overline{BC}} = 1.13 \text{ m/s}$$

c)

Sistema di riferimento con origine nel punto C con asse y diretto verso l'alto ed asse x orizzontale nella direzione del corpo.

$$x(t) = v_C t \quad , \quad y(t) = -\frac{1}{2}gt^2$$

Nell'istante t_D in cui il corpo atterra nel punto D:

$$x(t_D) = v_C t_D = \overline{CD} \cos \theta$$

$$y(t_D) = -\frac{1}{2}gt_D^2 = -\overline{CD} \sin \theta$$

$$\text{da cui } t_D = \frac{2v_C \tan \theta}{g}$$

$$\overline{CD} = x(t_D) / \cos \theta = \frac{2v_C^2 \sin \theta}{g \cos^2 \theta} = 0.17 \text{ m}$$

Soluzione - Esercizio 2

a)

$$I_r = \frac{M_r(2R)^2}{12} = \frac{M_r R^2}{3}$$

$$I_a = M_a R^2$$

$$I_c = 3I_r + I_a = (M_r + M_a)R^2 = 0.0416 \text{ kgm}^2$$

b)

Conservazione del momento angolare rispetto a C

$$J_i = mv_0 R$$

$$J_f = I_c + mR^2 = 0.045 \text{ kgm}^2$$

$$J_f = I_f \omega_f$$

$$J_i = J_f$$

$$\omega_f = \frac{mv_0 R}{I_f} = 4.52 \text{ rad/s}$$

c)

$$E_f = \frac{1}{2} I_f \omega_f^2 + mgR$$

$$E_\theta = K(\theta) + mgR \cos \theta$$

$$E_f = E_\theta$$

$$K(\theta) = \frac{1}{2} I_f \omega_f^2 + mgR(1 - \cos \theta) = 0.52 \text{ J}$$

Soluzione - Esercizio 3

$$c_{V,A} = \frac{5}{2}R \text{ (gas biatomico)} , c_{V,B} = \frac{3}{2}R \text{ (gas monoatomico)}$$

a)

Nello stato iniziale $T_0 = T_B = T_A = 450 \text{ K}$

Nello stato finale:

$$V_{f,B} = V_{f,A} = V/2 = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Delta U_A + \Delta U_B = Q \text{ essendo lavoro } L=0$$

$$n_A c_{V,A} (T_f - T_0) + n_B c_{V,B} (T_f - T_0) = Q$$

$$T_f = T_0 + \frac{Q}{n_A c_{V,A} + n_B c_{V,B}} = 913 \text{ K (la stessa per A e per B)}$$

$$P_{A,f} = \frac{n_A R T_f}{V_{f,A}} = 12.7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{B,f} = \frac{n_B R T_f}{V_{f,B}} = 22.8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

b)

$$|Q_A| = n_A c_{V,A} (T_f - T_0) = 24 \text{ kJ}$$

$$|Q_B| = n_B c_{V,B} (T_f - T_0) = (50 - 24.1) \text{ kJ} = 26 \text{ kJ}$$

Sia A che B acquistano calore durante la trasformazione.

c)

$$\Delta S_A = n_A c_{V,A} \ln\left(\frac{T_f}{T_0}\right) = 36.0 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_B = n_B c_{V,B} \ln\left(\frac{T_f}{T_0}\right) = 38.9 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{tot} = \Delta S_A + \Delta S_B = 74.9 \text{ J/K}$$