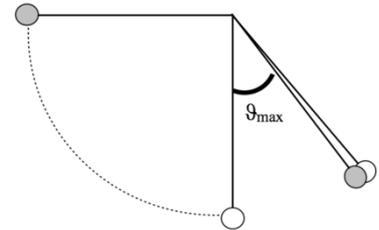




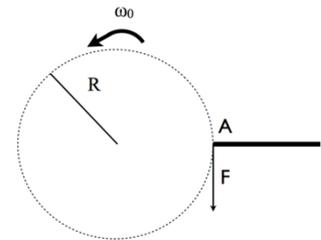
Risolvere, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Due sfere identiche sono appese a due fili inestensibili di uguale lunghezza. Una sfera viene portata a formare un angolo di 90° con la verticale e lasciata poi cadere, come mostrato in figura. Quando passa per la verticale questa sfera compie un urto completamente anelastico con la seconda sfera, inizialmente ferma. Determinare l'angolo di oscillazione massima ϑ_{max} raggiunto dopo l'urto dal sistema costituito dalle due sfere



2. Un corpo di massa $m = 0.5$ kg è lanciato con velocità $|v_0| = 2.0$ m/s su un piano orizzontale scabro. Nell'istante in cui esso ha percorso un tratto $D = 30$ cm la sua velocità è $v_0/2$. Determinare: a) il coefficiente d'attrito fra il corpo ed il piano; b) la durata del moto, supponendo che la forza d'attrito sia costante; c) il lavoro totale della forza di attrito .

3. Un disco circolare di raggio $R = 50$ cm e massa $M = 4$ kg sta ruotando intorno al suo asse a velocità angolare costante $\omega_0 = 10$ rad/s. Ad un certo istante $t = 0$ un freno strusciando sul disco esercita una forza di attrito nel punto A pari a $F = 2$ N. Calcolare l'istante t^* in cui il disco si ferma.



4. Una massa di 100 g di una sostanza incognita alla temperatura di 100°C viene posta in un calorimetro di alluminio (calore specifico 900 J/(kg K)) di 60.0 g che contiene 150 g di acqua alla temperatura iniziale di 20°C . Raggiunto l'equilibrio termico si osserva una temperatura finale di 21.5°C . a) Si trovi il calore totale ceduto dalla sostanza incognita. b) Si determini il suo calore specifico. c) Si calcoli quale dovrebbe essere la massa della sostanza incognita affinché l'acqua raggiunga la temperatura finale di 30°C
5. Una macchina termica a gas perfetto ($n = 1$ mole) operante tra due sorgenti a temperatura $T_1 = 200$ K e $T_2 = 500$ K esegue un ciclo ABCDA composto dalle seguenti trasformazioni: la trasformazione AB è un'isoterma reversibile alla temperatura T_2 , la trasformazione BC è un'adiabatica irreversibile, la trasformazione CD è un'isoterma reversibile a temperatura T_1 ed infine la trasformazione DA è un'adiabatica reversibile. Sapendo che $V_B/V_A = 2$ e che $V_C/V_D = 2.3$ a) disegnare il ciclo nel piano PV b) calcolare il rendimento del ciclo e confrontarlo con quello di una macchina di Carnot operante tra le stesse sorgenti e c) calcolare la variazione di entropia dell'universo in un ciclo della macchina termica.

Sezione TEORIA

Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

- T1. Dimostrare che un corpo rigido non può effettuare moto di puro rotolamento su di un piano verticale se tale piano è un sistema di riferimento inerziale.
- T2. Dimostrare che lo studio dell'espansione libera di un gas ideale in un recipiente adiabatico effettuato da Joule implica che l'energia interna di un gas ideale dipenda solo dalla temperatura.

SOLUZIONI

1) La velocità al momento dell'urto si ricava da $mgl = 1/2 mv_0^2$. Imponendo la conservazione della quantità di moto si ha V dopo l'urto $= \sqrt{gl/2}$. Imponendo $E_m = \text{costante}$ si ottiene: $1/2 (2m) V^2 = (2m) gl (1 - \cos \theta_{\max})$ da cui $\theta_{\max} = 41.4^\circ$

2) Teorema E_{kin} : $-\mu_d m g D = 1/2 mv_0^2 - 1/2 m(v_0/2)^2$ da cui $\mu_d = 0.51$. Il tempo si ricava dalla relazione $v(t^*) = v_0 - at^*$, da cui $t^* = v_0/a = v_0/\mu g = 0.4 \text{ s}$. $L_{\text{att}} = \Delta E_k = -1/2 mv_0^2 = -1\text{J}$

3) $M = I\alpha$. Si ha dunque $\alpha = -FR/I$ con $I = 1/2 MR^2$. Imponendo $-\alpha t^* = \omega_0$ si ricava $t^* = 5 \text{ s}$.

4) $Q = (M_{\text{H}_2\text{O}} c_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{al}} c_{\text{al}}) \Delta T = 1023 \text{ J}$. Da cui si ottiene per il calore specifico della sostanza incognita: $Q / (m_x \Delta T_x) = c_x = 130.3 \text{ J/kg K}$. Per ottenere acqua a 30° il calore da fornire sarebbe: $Q = (M_{\text{ac}} c_{\text{ac}} + M_{\text{al}} c_{\text{al}}) \Delta T = 6.8 \text{ kJ}$ ottenendo per m_x il valore: 750g

5) $\eta = 1 - Q_{\text{ced}}/Q_{\text{ass}} = 1 - nRT_1 \ln(V_C/V_D) / nRT_2 \ln(V_B/V_A) = 0.52$. Il rendimento della macchina di Carnot è invece $1 - T_1/T_2 = 0.6$. In un ciclo della macchina termica il contributo del gas ideale è nullo. Nei rami BC e DA le sorgenti di temperatura non scambiano calore. $\Delta S_u = -Q_{\text{AB}}/T_A - Q_{\text{CD}}/T_C = -R \ln(V_B/V_A) - R \ln(V_D/V_C) = 1.16 \text{ J/K}$.