

Esonero 19 Gennaio 2017

Roberto Bonciani e Paolo Dore

Corso di Fisica Generale 1

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Anno Accademico 2016-2017

Esonero 2 - Fisica Generale I

19 Gennaio 2017

R. Bonciani, P. Dore

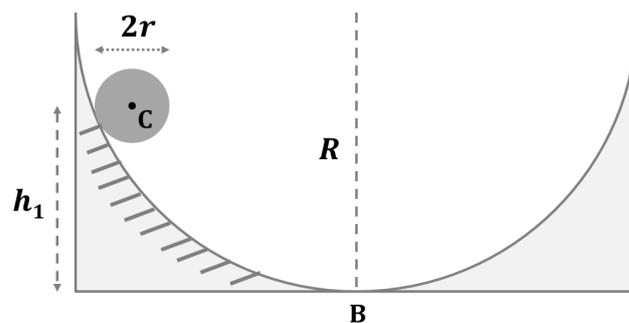
Il presente esonero NON sarà considerato superato se il punteggio di 15/30 sarà raggiunto con la sola parte di meccanica o la sola parte di termodinamica. È obbligatorio affrontarle entrambe.

Esercizio 1

Un disco di centro C, raggio r e massa m si trova su una guida semicircolare di raggio R , come mostrato in figura. Inizialmente un blocco mantiene il disco fermo nella posizione in cui C si trova ad una quota h_1 rispetto al punto B, sul fondo della guida. Rimosso il blocco, il disco inizia un moto di rotolamento puro verso il basso, garantito da un opportuno attrito. Arrivato in B, il disco inizia a risalire la seconda parte della guida, che è priva di attrito. Calcolare:

- la velocità v_B del punto C quando il disco transita per B;
- la reazione normale N della guida quando il disco transita per B;
- la quota massima h_2 raggiunta dal punto C nella risalita.

Valori numerici: $r = 12$ cm; $m = 150$ g; $R = 60$ cm; $h_1 = 48$ cm.



Esercizio 2

Una macchina termica reale funziona fra una sorgente fredda a temperatura $T_f = 0^\circ\text{C}$ ed una calda a temperatura $T_c = 350^\circ\text{C}$. Il suo rendimento η è pari al 25% di quello η_c della macchina ideale di Carnot funzionante fra le stesse sorgenti ed il lavoro meccanico che produce in un ciclo è pari a $L_0 = 2715$ J. Sapendo che la sorgente fredda è costituita da una miscela di acqua e ghiaccio, calcolare la massa di ghiaccio che viene fuso in un ciclo.

Soluzione esercizio 1

- a. Durante il moto di rotolamento puro in discesa le forze di attrito non compiono lavoro sul disco, quindi la sua energia meccanica si conserva:

$$mgh_1 = mgr + \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}I\omega_B^2 \quad (1)$$

dove $I = \frac{1}{2}mr^2$ è il momento d'inerzia del disco e $\omega_B = v_B/r$ la sua velocità angolare quando transita per B. Sostituendo si ricava quindi:

$$v_B = \sqrt{\frac{4}{3}g(h_1 - r)} = 2.17 \text{ m/s} \quad (2)$$

- b. Quando il disco transita in B, il punto C si sta muovendo di moto circolare di raggio $R - r$, quindi la risultante delle forze lungo la direzione verticale è la forza centripeta del moto:

$$N - mg = m \frac{v_B^2}{R - r} = \frac{4}{3}mg \frac{h_1 - r}{R - r} \quad (3)$$

da cui:

$$N = mg \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h_1 - r}{R - r} \right) = 2.94 \text{ N} \quad (4)$$

- c. Durante la risalita in assenza di attrito la velocità angolare del disco rimane invariata, quindi la conservazione dell'energia meccanica è espressa da:

$$mgh + \frac{1}{2}I\omega_B^2 = mgr + \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}I\omega_B^2 \quad (5)$$

da cui, sostituendo l'espressione per v_B ricavata nel punto a, si ottiene:

$$h = r + \frac{2}{3}(h_1 - r) = \frac{2}{3}h_1 + \frac{1}{3}r = 36 \text{ cm} \quad (6)$$

Soluzione esercizio 2

Il rendimento η_c del ciclo di Carnot tra le temperature $T_f = 273 \text{ K}$ e $T_c = 623 \text{ K}$ vale:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 0.56 \quad (7)$$

e quindi il rendimento della macchina termica reale vale:

$$\eta = \frac{L_0}{|Q_{ass}|} = \frac{1}{4}\eta_c = 0.14 \quad (8)$$

da cui si ricavano il calore assorbito e quello ceduto dalla macchina durante il ciclo:

$$\begin{cases} |Q_{ass}| = \frac{L_0}{\eta} = 19393 \text{ J} \\ |Q_{ced}| = |Q_{ass}| - L_0 = 16678 \text{ J} \end{cases} \quad (9)$$

Infine, poiché il calore assorbito dal ghiaccio è uguale a quello ceduto dalla macchina ($Q_G = \lambda m = |Q_{ced}|$) e il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda_f = 333.5 \text{ J/g}$, la massa del ghiaccio fuso è data da:

$$m = \frac{Q_G}{\lambda_f} = 50 \text{ g} \quad (10)$$