

Problema 1

Un facchino trasporta una massa $M = 50$ kg su un portacarichi schematizzato come in figura, costituito da un'asse omogenea AO di massa $m = 5$ kg e lunghezza $\ell = 1.6$ m e da una ruota schematizzabile come un disco omogeneo di centro O, asse di rotazione orizzontale passante per O, massa $m_R = 3$ kg e raggio $R = 0.2$ m (si trascurino le masse degli altri elementi del portacarichi).

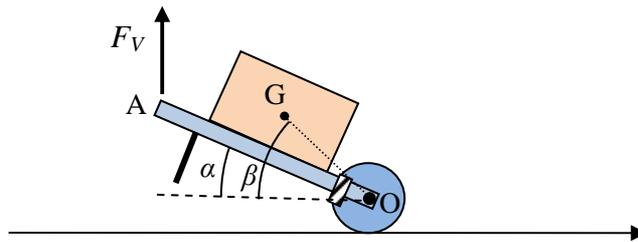
Il facchino inizialmente mantiene fermo e sollevato il portacarichi agendo in A con una forza verticale di modulo F_V , in modo che l'asse AO formi un angolo $\alpha = 30^\circ$ con il piano orizzontale. In questa posizione, il centro di massa G del carico M si trova a distanza $|OG| = h = 0.9$ m dall'asse della ruota, ed il segmento OG forma un angolo $\beta = 50^\circ$ con l'orizzontale. Determinare:

a) i moduli F_V della forza esercitata dal facchino e della reazione vincolare Φ esercitata dal pavimento sulla ruota.

Ad un certo istante, il facchino imprime anche una forza orizzontale costante F_O al portacarichi, mettendolo in moto con un'accelerazione di modulo $a = 0.5$ m/s². Nell'ipotesi che la ruota compia un moto di puro rotolamento, determinare:

b) i moduli F_{att} della forza di attrito che si sviluppa sul punto di contatto della ruota e F_O della forza orizzontale impressa dal facchino

c) la potenza media P_m sviluppata dal facchino nella fase di accelerazione fino a portare il portacarichi alla velocità di regime $v = 2.5$ m/s:



Problema 2

Una macchina frigorifera di efficienza $\xi = 0.8$ lavora tra un serbatoio caldo contenente una miscela di acqua e vapor acqueo saturo ($\lambda_V = 2.26 \cdot 10^6$ J/kg) alla temperatura di evaporazione dell'acqua $T_V = 373.15$ K, e un serbatoio freddo contenente una miscela di acqua e ghiaccio ($\lambda_G = 3.3 \cdot 10^5$ J/kg) alla temperatura di fusione del ghiaccio $T_G = 273.15$ K. Ad ogni ciclo solidifica una massa $m_G = 0.01$ kg di ghiaccio nel serbatoio freddo ed evapora una massa m_V di acqua nel serbatoio caldo. Determinare:

a) la massa m_V di acqua che evapora ad ogni ciclo della macchina;

b) la variazione di entropia ΔS_U dell'universo dopo che la macchina ha compiuto $N = 500$ cicli.

Dopo questi N cicli, la macchina frigorifera viene sostituita con una macchina termica reversibile che ad ogni ciclo fa condensare la stessa massa m_V di vapore. Quando la macchina termica reversibile ha compiuto lo stesso numero N di cicli, determinare:

c) il lavoro totale W_F subito dalla macchina frigorifera e il lavoro W_{ext} complessivamente compiuto dall'ambiente sulle macchine;

d) la differenza $\Delta M_{G,serb} = M_{G,serb,fin} - M_{G,serb,in}$ di massa di ghiaccio presente nel serbatoio freddo rispetto alla situazione iniziale.

Soluzioni

Problema 1

a) $F_V \ell \cos\alpha - mg(\ell/2)\cos\alpha - Mgh\cos\beta = 0 \Rightarrow F_V = 229.1 \text{ N}$

$$F_V + \Phi - (M + m + m_R)g = 0 \Rightarrow \Phi = 339.3 \text{ N}$$

b) $f_{\text{att}} = I \alpha / r$ con $I = m_R R^2 / 2 = 0.06 \text{ kgm}^2$ $\alpha = a/R = 2.5 \text{ rad/s}^2 \Rightarrow f_{\text{att}} = 0.75 \text{ N}$

$$F_O - f_{\text{att}} = (M + m + m_R) a \Rightarrow F_O = 29.75 \text{ N}$$

c) lavoro: $W = F_O s = 185.9 \text{ J}$, essendo: $v = at \Rightarrow t = 5 \text{ s}$

$$s = at^2/2 = 6.25 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \langle P \rangle = W/t = 37.2 \text{ W}$$

Problema 2

a) $\xi = \frac{Q_G}{|W_F|} = -\frac{Q_G}{W_F} = -\frac{Q_G}{Q_G + Q_V} = -\frac{m_G \lambda_G}{m_G \lambda_G - m_V \lambda_V} \Rightarrow m_V = \frac{m_G \lambda_G}{\lambda_V} \frac{1 + \xi}{\xi} = 3.29 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

b) $\Delta S_{U,ciclo} = \Delta S_{\text{amb}} = \Delta S_G + \Delta S_V = -\frac{m_G \lambda_G}{T_G} + \frac{m_V \lambda_V}{T_V} = 7.82 \text{ J/K}$; $\Delta S_{UN} = N \Delta S_{ciclo} = 3908 \text{ J/K}$

c) $W_F = N W_{F,ciclo} = -N \frac{Q_G}{\xi} = -N \frac{m_G \lambda_G}{\xi} = -2.06 \cdot 10^6 \text{ J}$; $W_T = N W_{T,ciclo} = N \eta Q_{ASS} = N \eta m_V \lambda_V$

$$\eta = 1 - \frac{T_G}{T_V} = 0.268 \Rightarrow W_{\text{ext}} = -(W_F + W_T) = N \left(\frac{m_G \lambda_G}{\xi} - \eta m_V \lambda_V \right) = 1.07 \cdot 10^6 \text{ J}$$

d) $\frac{Q_{G,T}}{T_G} + \frac{Q_{V,T}}{T_V} = 0 \Rightarrow \frac{-m_{G,T} \lambda_G}{T_G} + \frac{m_V \lambda_V}{T_V} = 0 \Rightarrow m_{G,T} = \frac{m_V \lambda_V}{\lambda_G} \frac{T_G}{T_V} = 0.0165 \text{ kg}$

$$\Rightarrow \Delta M_{G,serb} = -\Delta M_{G,macc} = -(M_{G,T,macc} - M_{G,macc}) = -N(m_{G,T} - m_G) = -3.24 \text{ kg}$$