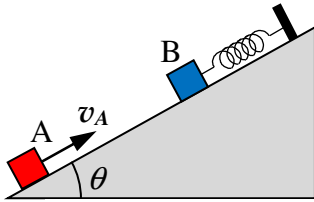


Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica (Canale 1)
Numerosità Canale 3 (Prof. G. Naletto)
Prova scritta di Fisica Generale 1 - Padova, 6 settembre 2019

Cognome Nome Matricola

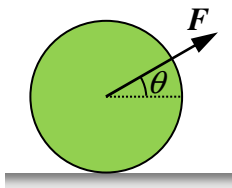
Problema 1



Un corpo A di dimensioni trascurabili e massa $m_A = 0.3 \text{ kg}$ è in moto su un piano liscio inclinato di un angolo $\theta = 15^\circ$ rispetto all'orizzontale con velocità iniziale di modulo $v_{0A} = 4 \text{ m/s}$ e orientata verso l'alto. Dopo aver percorso sul piano un tratto di lunghezza $\ell = 2 \text{ m}$, A urta in modo completamente anelastico il corpo B di dimensioni trascurabili e di massa m_B . B è inizialmente fermo sul piano inclinato, agganciato ad una molla ideale di costante elastica $k = 3 \text{ N/m}$ posta parallela al piano, fissata all'estremo superiore e allungata di $\Delta x = 0.15 \text{ m}$ rispetto alla condizione di riposo (vedi figura). Determinare:

- la massa m_B del corpo B;
- il modulo V della velocità dei due corpi immediatamente dopo l'urto;
- modulo e verso dell'accelerazione a dei due corpi immediatamente dopo l'urto.

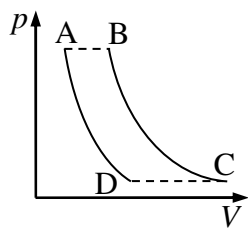
Problema 2



Un disco omogeneo di massa $m = 1.5 \text{ kg}$ è trainato lungo un piano orizzontale scabro con moto di puro rotolamento da una forza costante applicata nel suo centro di massa di modulo $F = 3 \text{ N}$ ed inclinata verso l'alto di un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto al piano (vedi figura). Determinare:

- il modulo a_{CM} dell'accelerazione del CM del disco;
- il modulo N della reazione vincolare normale del piano;
- il minimo valore $\mu_{s,min}$ del coefficiente d'attrito statico per il quale si svolge il moto descritto. Nell'ipotesi che il coefficiente di attrito statico sia inferiore a tale valore minimo, dati il raggio del disco $R = 0.2 \text{ m}$ e il coefficiente di attrito dinamico tra disco e piano $\mu_d = 0.04$, determinare:
- il modulo a'_{CM} dell'accelerazione del centro di massa del disco;
- il modulo α' della sua accelerazione angolare.

Problema 3



$n = 3$ moli di gas ideale biatomico compiono il ciclo irreversibile ABCD mostrato in figura. La trasformazione AB è una isobara irreversibile in cui il gas, inizialmente nello stato A in cui occupa un volume $V_A = 0.05 \text{ m}^3$, viene messo in contatto termico con un serbatoio alla temperatura T_B ; la trasformazione BC è una isoterma reversibile, con cui si porta il gas nello stato C alla pressione $p_C = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Il gas viene poi portato nello stato D tramite una compressione isobara irreversibile in contatto termico con un serbatoio contenente ghiaccio

fondente (calore latente di fusione $\lambda_g = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$) alla temperatura $T_D = 273.15 \text{ K}$, durante la quale fonde una massa di ghiaccio $m_g = 0.04 \text{ kg}$; infine il gas ritorna nello stato iniziale A tramite un'altra trasformazione isoterma reversibile. Determinare:

- la temperatura T_C del gas nello stato C;
- il calore Q_{ASS} assorbito nel ciclo;
- il rendimento η del ciclo;
- la variazione di entropia dell'universo $\Delta S_{U,CD+DA}$ nell'insieme delle trasformazioni CD+DA.

Soluzioni

Problema 1

Si considera l'asse x parallelo al piano inclinato e orientato verso il basso.

- a) $m_B g \sin \theta - k \Delta x = 0 \Rightarrow m_B = \frac{k \Delta x}{g \sin \theta} = 0.177 \text{ kg}$
- b) $\frac{1}{2} m_A v_{oA}^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + m_A g \ell \sin \theta \Rightarrow v_A = \sqrt{v_{oA}^2 - 2 g \ell \sin \theta} = 2.42 \text{ m/s}$
- $m_A v_A = (m_A + m_B) V \Rightarrow V = \frac{m_A v_A}{m_A + m_B} = 1.52 \text{ m/s}$
- c) $(m_A + m_B) g \sin \theta - k \Delta x = (m_A + m_B) a \Rightarrow a = g \sin \theta - \frac{k \Delta x}{m_A + m_B} = 1.60 \text{ m/s}^2$ (orientata verso il basso)

Problema 2

- a) Considerando il punto di contatto del disco con il suolo come polo per i momenti, si ottiene:

$$R F \cos \theta = I_z \alpha \Rightarrow R F \cos \theta = \left(\frac{1}{2} m R^2 + m R^2 \right) \frac{a_{CM}}{R} \Rightarrow a_{CM} = \frac{2 F \cos \theta}{3 m} = 1.15 \text{ m/s}^2$$

oppure, considerando il CM del disco come polo:

$$\begin{cases} F \cos \theta - f_{as} = m a_{CM} \\ R f_{as} = I_z \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_{as} = F \cos \theta - m a_{CM} \\ R (F \cos \theta - m a_{CM}) = \frac{1}{2} m R^2 \frac{a_{CM}}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_{as} = \frac{1}{3} F \cos \theta = 0.866 \text{ N} \\ a_{CM} = \frac{2 F \cos \theta}{3 m} = 1.15 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

- b) $N + F \sin \theta - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \theta = 13.2 \text{ N}$
- c) $f_{as} \leq \mu_s N \Rightarrow \frac{1}{3} F \cos \theta \leq \mu_s (mg - F \sin \theta) \Rightarrow \mu_s \geq \frac{F \cos \theta}{3(mg - F \sin \theta)} = \mu_{s, \min} = 0.066$
- d) $F \cos \theta - f_{ad} = m a'_{CM} \Rightarrow a'_{CM} = \frac{1}{m} (F \cos \theta - \mu_d N) = 1.38 \text{ m/s}^2$
- e) $R f_{ad} = I_z \alpha' \Rightarrow R \mu_d N = \frac{1}{2} m R^2 \alpha' \Rightarrow \alpha' = \frac{2 \mu_d N}{m R} = 3.52 \text{ rad/s}^2$

NB Qui non si può usare il punto di contatto del disco con il suolo come polo, in quanto la sua velocità è diversa da zero (e il polo non coincide con il CM).

Problema 3

- a) $m_g \lambda_g = -Q_{CD} = -n c_p (T_D - T_C) \Rightarrow T_C = T_D + \frac{m_g \lambda_g}{n c_p} = 424.4 \text{ K}; T_B = T_C$
- b) $T_A = T_D; p_B = p_A = \frac{n R T_A}{V_A} = 1.36 \cdot 10^5 \text{ Pa}; Q_{ASS} = Q_{AB} + Q_{BC} = n c_p (T_B - T_A) + n R T_B \ln \frac{p_B}{p_C} = 16370 \text{ J}$
- c) $Q_{CED} = Q_{CD} + Q_{DA} = n c_p (T_D - T_C) + n R T_D \ln \frac{p_D}{p_A} = -15240 \text{ J}; \eta = 1 + \frac{Q_{CED}}{Q_{ASS}} = 0.069$
- d) $\Delta S_{U, CD+DA} = \Delta S_{U, CD} = \Delta S_{gh, CD} + \Delta S_{gas, CD} = \frac{m_g \lambda_g}{T_D} + n c_p \ln \frac{T_D}{T_C} = 9.87 \text{ J/K}$