



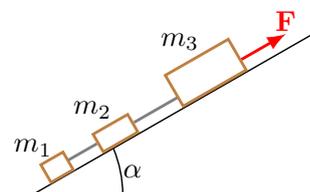
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2022-2023

Prova scritta dell'esame di Fisica I - 7 settembre 2023

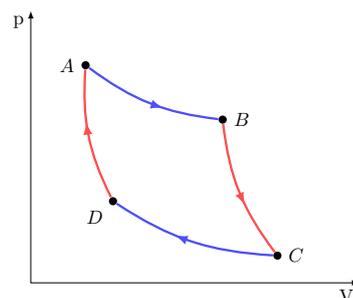
Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Tre blocchi di massa $m_1 = 1,5 \text{ kg}$, $m_2 = 2,5 \text{ kg}$ e $m_3 = 6,0 \text{ kg}$ tra loro collegati con funi inestensibili e prive di massa si trovano su un piano liscio inclinato di $\alpha = 30^\circ$ rispetto all'orizzontale. Una forza \mathbf{F} di intensità 80 N diretta verso l'alto e parallela al piano inclinato è applicata a m_3 , cosicché i tre blocchi sono trascinati nella direzione e verso di \mathbf{F} . Si determini l'accelerazione dei tre blocchi e la tensione della fune che collega m_3 con m_2 .



2. Due ruote pesanti assimilabili a due dischi di momento di inerzia I_1 ed I_2 , rispettivamente, ruotano nello stesso verso, indipendentemente e senza attrito sullo stesso asse orizzontale, con velocità di rotazione $\omega_1 = 2 \text{ rad/s}$ e $\omega_2 = 8 \text{ rad/s}$. Ad un certo istante vengono spinte una contro l'altra mediante un meccanismo interno in modo da unirsi rigidamente tra loro. Trovare la velocità finale del sistema costituito dalle due ruote e il lavoro fatto dalle forze interne per unire le due ruote. ($I_1 = 50 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $I_2 = 10 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.)
3. Un gas perfetto è contenuto in due serbatoi rigidi e non isolati termicamente di volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ e $V_2 = 5 \text{ cm}^3$, tra loro collegati da un sottile tubo di volume trascurabile fatto di materiale non conduttore di calore. La pressione e la temperatura del gas nei due contenitori sono inizialmente le stesse pari rispettivamente a $p = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ e $T = 20^\circ \text{C}$. Successivamente, il contenitore di volume V_1 viene messo in contatto termico con una sorgente a temperatura $T_1 = 100^\circ \text{C}$, mentre il contenitore di volume V_2 viene messo in contatto termico con una sorgente a temperatura $T_2 = 0^\circ \text{C}$. Si determini la pressione finale del gas.

4. Un gas perfetto esegue un ciclo di Carnot, della durata di mezzo minuto, fornendo una potenza di $P = 10 \text{ kW}$ ad ogni ciclo. Sapendo che la differenza di entropia nell'espansione isoterma è $\Delta S_{AB} = 143 \text{ cal/K}$, si determini la differenza tra la temperatura massima e minima del ciclo.





SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 07/09/2023
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

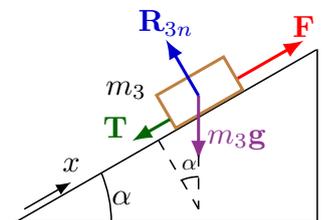
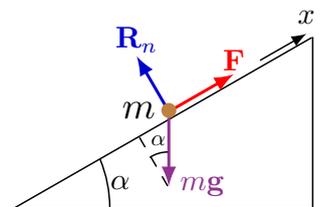
Poiché le corde sono inestensibili, i tre blocchi si muoveranno con la stessa accelerazione che coincide con l'accelerazione del centro di massa del sistema. La prima equazione cardinale della dinamica dei sistemi proiettata lungo la direzione x si scrive:

$$F - mg \sin \alpha = ma \quad \Rightarrow \quad a = 3,1 \text{ m/s}^2$$

essendo $m = m_1 + m_2 + m_3$ la massa totale del sistema.

Per il blocco di massa m_3 , indicando con \mathbf{T} la tensione della corda che lo collega al blocco di massa m_2 , la seconda equazione della dinamica, sempre proiettata lungo la direzione x , assume la forma:

$$F - T - m_3 g \sin \alpha = m_3 a \quad \Rightarrow \quad T = 32 \text{ N.}$$



Esercizio N. 2

Per la conservazione del momento della quantità di moto (momento angolare), prima e dopo l'unione delle due ruote, si ha:

$$I_{\text{tot}} \omega_{\text{fin}} = I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2 \quad \Rightarrow \quad \omega_{\text{fin}} = \frac{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}{I_{\text{tot}}} = 3 \text{ rad/s}$$

con $I_{\text{tot}} = I_1 + I_2$.

$$L = T_{\text{fin}} - T_{\text{iniz}} = \frac{1}{2} I_{\text{tot}} \omega_{\text{fin}}^2 - \left(\frac{1}{2} I_1 \omega_1^2 + \frac{1}{2} I_2 \omega_2^2 \right) = -150 \text{ J.}$$

Esercizio N. 3

Il numero di moli di gas perfetto è:

$$n = \frac{p(V_1 + V_2)}{RT}.$$

Se, nella condizione finale, si indica con p_f la pressione del gas e con n_1 ed n_2 il numero di moli contenute in V_1 e V_2 , rispettivamente, allora deve essere:

$$n_1 + n_2 = n \quad \Rightarrow \quad \frac{p_f V_1}{RT_1} + \frac{p_f V_2}{RT_2} = \frac{p(V_1 + V_2)}{RT}$$

da cui si ricava

$$p_f = \frac{p(V_1 + V_2)}{T \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right)} \simeq 1,15 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

Esercizio N. 4

Il lavoro in un ciclo è:

$$L = P\Delta t = 3 \times 10^5 \text{ J}$$

dove

$$L = Q_1 + Q_2 = nRT_1 \ln \frac{V_B}{V_A} + nRT_2 \ln \frac{V_D}{V_C}$$

essendo Q_1 e Q_2 il calore scambiato dal gas alle temperature T_1 e T_2 ($T_1 > T_2$), rispettivamente. Per un ciclo di Carnot compiuto da un gas perfetto è

$$\frac{\ln \frac{V_B}{V_A}}{\ln \frac{V_D}{V_C}} = -1 \quad \Rightarrow \quad \ln \frac{V_D}{V_C} = -\ln \frac{V_B}{V_A}$$

e, di conseguenza, si ha

$$L = nR \ln \frac{V_B}{V_A} (T_1 - T_2) \quad \Rightarrow \quad T_1 - T_2 = \frac{L}{nR \ln \frac{V_B}{V_A}}.$$

Poiché

$$\Delta S_{AB} = nR \ln \frac{V_B}{V_A}$$

si ottiene

$$T_1 - T_2 = \frac{L}{\Delta S_{AB}} = 500 \text{ K}.$$