

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

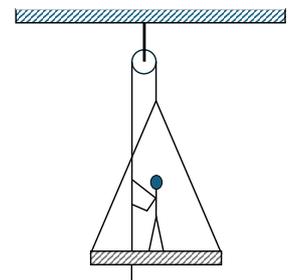
11 luglio 2025 – prova scritta di Fisica 1

1) Un ghepardo, che riesce a tenere una velocità di 100 km/h per non più di 15 s, insegue una gazzella che può correre a 70 km/h per più di 15 s. Qual è la minima distanza iniziale fra i due che assicura alla gazzella di salvarsi?

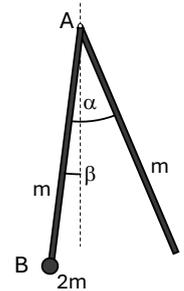
2) Un uomo di massa $M_u = 70$ kg si trova su una piattaforma di massa $M_p = 20$ kg. La piattaforma è collegata tramite una fune inestensibile ad una carrucola priva di massa a sua volta fissata al soffitto. L'uomo afferra l'altra estremità della fune e cerca di tirarsi verso l'alto.

Si calcoli, in condizioni di equilibrio: 1) la forza con cui l'uomo deve tirare la fune per stare fermo; 2) la reazione vincolare esercitata dalla piattaforma sull'uomo; 3) la forza che esercita il soffitto sulla carrucola.

(suggerimento: analizzare uomo e piattaforma separatamente)



3) Due aste omogenee di uguale lunghezza L e massa m , sono saldate tra loro all'estremità A in modo da formare un angolo $\alpha = 30^\circ$ come in figura. All'estremità B libera di una di esse è saldata una massa puntiforme $2m$. Il sistema è vincolato in A ad un asse orizzontale (vincolo ideale) in modo che possa oscillare in un piano verticale. Determinare l'angolo β formato dall'asta AB rispetto alla direzione verticale nella condizione di equilibrio del sistema [memo: $\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$].



4) Una bombola da 6 litri viene riempita di ossigeno alla temperatura $t_0 = 18^\circ\text{C}$ e alla pressione p_0 . Successivamente la bombola viene utilizzata per erogare 5 litri di ossigeno al minuto alla temperatura $T_1 = 300\text{K}$ e pressione $p_1 = 100$ kPa. Determinare la pressione p_0 alla quale è stata riempita la bombola sapendo che si svuota in 2 ore.

5) Un contenitore adiabatico è formato da due comparti: il primo, A, è chiuso da un pistone pure adiabatico che scorre senza attrito; il secondo B è separato da A da una membrana rigida buona conduttrice di calore. Il comparto A contiene $n_A = 1$ moli di gas biatomico, ad una temperatura $T_A = 300$ K e pressione $p_A = 1$ atm, mentre B contiene $n_B = 2$ moli di gas monoatomico ad una temperatura $T_B = 600$ K. Il sistema si porta all'equilibrio. Calcolare, la temperatura di equilibrio e le variazioni di entropia dei gas nei comparti A e B.



Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

11 luglio 2025 – Soluzioni dello scritto di Fisica 1

1) Consideriamo le leggi orarie per ghepardo x_P e gazzella x_Z :

$$\begin{cases} x_P = v_P t \\ x_Z = v_Z t + D \end{cases}$$

Calcoliamo il tempo necessario al ghepardo per raggiungere la gazzella ($x_P = x_Z$) e imponiamo che sia maggiore di $t_0 = 15s$:

$$v_P t = v_Z t + D \quad \rightarrow \quad t = \frac{D}{v_P - v_Z} > t_0$$

$$D > (v_P - v_Z) t_0 = 125 \text{ m}$$

2) Analizziamo le forze che agiscono sulla persona e sulla piattaforma separatamente:

$$\begin{cases} \vec{P}_u + \vec{R} + \vec{T} = 0 \\ \vec{P}_p + \vec{R} + \vec{T} = 0 \end{cases} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} -P_u + R + T = 0 \\ -P_p - R + T = 0 \end{cases}$$

Dove R è la reazione vincolare tra persona e piattaforma. Risolvendo il sistema si ottiene:

$$T = F_u = \frac{P_u + P_p}{2} = 440 \text{ N}$$

$$R = \frac{P_u - P_p}{2} = 245 \text{ N}$$

La forza che il soffitto deve esercitare, facendo il bilancio delle forze sulla carrucola, è:

$$F_{soffitto} = 2T = 880 \text{ N}$$

3) Affinché il sistema sia all'equilibrio, i momenti rispetto al punto A di tutte le forze agenti deve essere nullo.

Le forze agenti che fanno momento rispetto ad A sono i pesi delle aste e della massa puntiforme:

$$\vec{M}_{asta1} + \vec{M}_{asta2} + \vec{M}_M = 0$$

$$-mg \frac{L}{2} \sin(\alpha - \beta) + mg \frac{L}{2} \sin(\beta) + 2mgL \sin(\beta) = 0 \quad \rightarrow \quad -\sin(\alpha - \beta) + 5 \sin(\beta) = 0$$

$$(5 + \cos \alpha) \sin \beta = \sin \alpha \cos \beta \quad \rightarrow \quad \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \tan \beta = \frac{\sin \alpha}{5 + \cos \alpha} \quad \rightarrow \quad \beta = \text{atan} \left(\frac{\sin \alpha}{5 + \cos \alpha} \right) \cong 4,87^\circ$$

4) Il numero di moli può essere determinato conoscendo il volume occupato da tutto il gas erogato:

$$n = \frac{p_1 V_1}{RT_1}$$

dove

$$V_1 = v_{erogazione} t$$

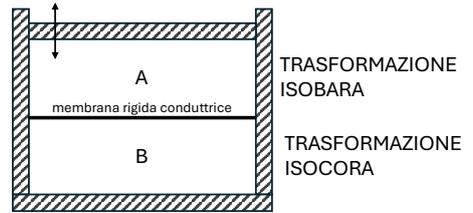
con

$$v_{erogazione} = 5 \frac{l}{min}$$

La pressione iniziale sarà quindi:

$$p_0 = nR \frac{T_0}{V_0} = \frac{p_1 V_1}{RT_1} R \frac{T_0}{V_0} = p_1 \frac{T_0 v_{erogazione} t}{T_1 V_0} = 9,7 \text{ MPa} = 95,7 \text{ atm}$$

5) Il gas A segue una trasformazione isobara poiché si trova in un comparto limitato da una parete che può scorrere senza attrito, mentre il gas B segue una trasformazione isocora poiché si trova in un comparto rigido. Poiché il recipiente nella totalità è adiabatico ma il setto che separa i due comparti è conduttore, i due gas scambiano calore solo tra di loro. Pertanto:



$$Q_A + Q_B = 0$$

$$n_A c_{p,A} (T_{eq} - T_A) + n_B c_{v,B} (T_{eq} - T_B) = 0 \quad \rightarrow \quad T_{eq} = \frac{n_A c_{p,A} T_A + n_B c_{v,B} T_B}{n_A c_{p,A} + n_B c_{v,B}} = 438,5 \text{ K}$$

$$\Delta S_A = \int_{iniziale}^{equilibrio} \frac{dQ_A}{T} = n_A c_{p,A} \int_{T_A}^{T_{eq}} \frac{dT}{T} = n_A c_{p,A} \ln \frac{T_{eq}}{T_A} = 11,0 \frac{J}{K}$$

$$\Delta S_B = \int_{iniziale}^{equilibrio} \frac{dQ_B}{T} = n_B c_{v,B} \int_{T_B}^{T_{eq}} \frac{dT}{T} = n_B c_{v,B} \ln \frac{T_{eq}}{T_B} = -7,8 \frac{J}{K}$$