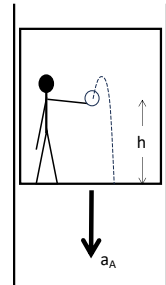
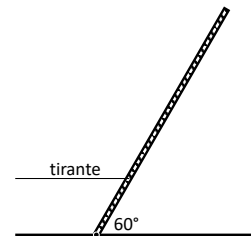


Ingegneria Civile e Ingegneria dell' Ambiente e del Territorio
APPELLO STRAORDINARIO 28 marzo 2025 – prova scritta di Fisica 1

1) Una persona si trova dentro un ascensore che sta scendendo con una accelerazione $a_A=1,81\text{m/s}^2$. La persona ha in mano una palla ($h=1,5\text{ m}$) che lancia verso l'alto con velocità $v_0=2\text{ m/s}$. Calcolare quanto tempo impiega la palla per cadere sul pavimento dell'ascensore. (si trascuri l'attrito dell'aria).

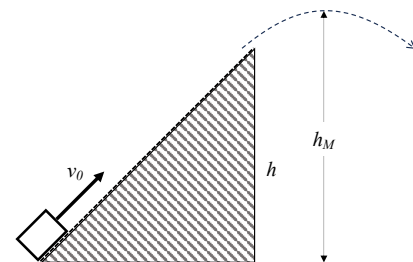


2) Per un'opera architettonica un parallelepipedo di massa $M=110\text{ kg}$ sottile e lungo $L=16\text{m}$ (trascurare gli spessori) deve essere mantenuto in piedi, con una inclinazione di $\theta=60^\circ$ rispetto all'orizzontale, da un tirante collegato a $d=4\text{m}$ dal punto di appoggio. Sapendo che il tirante tira in orizzontale, calcolare la tensione del tirante e le forze orizzontale e verticale di reazione del suolo. (considerare il problema bidimensionale)



3) Un cubetto di ferro di massa $m=1\text{kg}$ viene lanciato con velocità iniziale $v_0=6\text{ m/s}$ lungo una rampa di altezza $h=1\text{m}$, inclinazione $\theta=45^\circ$ rispetto all'orizzontale e coefficiente di attrito dinamico $\mu_D=0,19$. Calcolare:

- la velocità v_U di uscita dalla rampa
- l'altezza massima h_M raggiunta durante il volo.



4) In un recipiente adiabatico è miscelata una massa $m_A=100\text{ g}$ di acqua alla temperatura iniziale $T_A=20^\circ\text{C}$ con $m_X=55\text{ g}$ di un altro liquido ignoto alla temperatura $T_X=40^\circ\text{C}$. La miscela risultante si porta alla temperatura di equilibrio $T_{\text{eq}}=25^\circ\text{C}$. Determinare il calore specifico del liquido incognito. $(c_A = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}})$

5) Un gas perfetto biatomico compie il seguente ciclo reversibile:

- una trasformazione isocora AB che raddoppia la pressione;
- una trasformazione isoterma BC;
- una trasformazione isobara CA che riporta il gas nello stato iniziale.

calcolare il rendimento del ciclo.



Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
appello straordinario del 28 marzo 2025 – Soluzioni dello scritto di Fisica 1

1) Il problema può essere risolto prendendo sia il riferimento fisso dell'edificio sia un riferimento mobile solidale con l'ascensore. In entrambi i casi si ottiene lo stesso risultato.

RIFERIMENTO DEL PALAZZO FISSO:

moto del pavimento dell'ascensore:

$$y_A = y_{0A} - v_{0A}t - \frac{1}{2}a_A t^2$$

moto della palla

$$y_P = y_{0P} + v_{0P}t - \frac{1}{2}gt^2 = (y_{0A} + h) + (v_0 - v_{0A})t - \frac{1}{2}gt^2$$

Condizione di caduta della palla sul pavimento:

$$y_A = y_P \rightarrow y_{0A} - v_{0A}t - \frac{1}{2}a_A t^2 = (y_{0A} + h) + (v_0 - v_{0A})t - \frac{1}{2}gt^2$$

semplificando si ottiene:

$$h + v_0 t - \frac{1}{2}(g - a_A)t^2 = 0$$

RIFERIMENTO DELL'ASCENSORE MOBILE:

$$y'_A = 0$$

$$y'_P = y'_{0P} + v'_{0P}t - \frac{1}{2}a_P t^2 = h + v_0 t - \frac{1}{2}(g - a_A)t^2$$

Condizione di caduta della palla sul pavimento:

$$h + v_0 t - \frac{1}{2}(g - a_A)t^2 = 0$$

esattamente uguale all'equazione ottenuta per il riferimento fisso!

Risolvendo l'equazione si ottiene:

$$(g - a_A)t^2 - 2v_0 t - 2h = 0 \rightarrow t_{1,2} = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + h(g - a_A)}}{g - a_A}$$

Scartando la soluzione negativa:

$$t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + h(g - a_A)}}{g - a_A} = 0,75 \text{ s}$$

2) Appliciamo le equazioni cardinali al parallelepipedo (la seconda rispetto al punto di appoggio):

$$\begin{cases} \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = 0 \\ \vec{M}_P + \vec{M}_T = 0 \end{cases}$$

Scomponiamo rispetto a x (orizzontale), y (verticale) e rotazione antioraria:

$$\begin{cases} x: & -T + R_x = 0 \\ y: & P - R_y = 0 \\ rot: & Td \sin \theta - P \frac{L}{2} \cos \theta = 0 \end{cases}$$

da cui:

$$T = mg \frac{L}{2d} \cotg \theta = 1246 \text{ N} = R_x$$

$$R_y = mg = 1079 \text{ N}$$

3a) Possiamo utilizzare il bilancio dell'energia:

$$\text{lancio: } E_0 = \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\text{durante la salita: } L_{Attrito} = -\mu_D R_n \text{ dist} = -\mu_D mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} = -\mu_D mgh \cotg \theta$$

$$\text{nel punto di uscita: } E_U = \frac{1}{2} m v_U^2 + mgh.$$

Facendo il bilancio dell'energia

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_U^2 + mgh + \mu_D mgh \cotg \theta$$

da cui:

$$v_U = \sqrt{v_0^2 - 2gh(1 + \mu_D \cotg \theta)} = 3,15 \frac{m}{s}$$

3b) Durante il volo possiamo applicare la conservazione dell'energia meccanica totale per calcolare la quota max:

$$mgh + \frac{1}{2} m v_U^2 = mgh_M + \frac{1}{2} m (v_U \cos \theta)^2$$

$$h_M = h + \frac{v_U^2 \sin^2 \theta}{2g} = 1,13 \text{ m}$$

4) I calori scambiati sono:

$$Q_A = c_A m_A (T_{eq} - T_A)$$

$$Q_X = c_X m_X (T_{eq} - T_X)$$

con la condizione adiabatica:

$$Q_A + Q_X = 0$$

da cui

$$c_A m_A (T_{eq} - T_A) + c_X m_X (T_{eq} - T_X) = 0 \rightarrow c_X = c_A \frac{m_A (T_{eq} - T_A)}{m_X (T_X - T_{eq})} = 2,5 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}$$

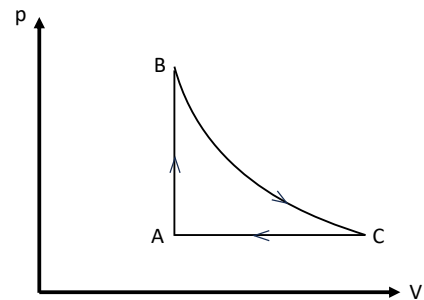
questo calore specifico corrisponde a quello dell'etanolo.

5) Assumendo noto lo stato termodinamico A possiamo calcolare gli stati termodinamici B e C:

$$A: \quad p_A, V_A, T_A = \frac{p_A V_A}{nR}$$

$$B: \quad p_B = 2p_A, V_B = V_A, T_B = \frac{p_B V_B}{nR} = \frac{2p_A V_A}{nR} = 2T_A$$

$$C: \quad T_C = T_B = 2T_A, p_C = p_A, V_C = \frac{nRT_C}{p_C} = \frac{nR \cdot 2T_A}{p_A} = 2V_A$$



Calcoliamo i calori scambiati lungo le trasformazioni:

$$Q_{AB} = n c_V (T_B - T_A) = n c_V T_A > 0$$

$$Q_{BC} = n R T_B \ln \frac{V_C}{V_B} = n R T_A \cdot 2 \ln 2 > 0$$

$$Q_{CA} = n c_p (T_A - T_C) = -n c_p T_A < 0$$

Quindi il rendimento sarà

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{ceduto}|}{Q_{assorbito}} = 1 - \frac{|Q_{CA}|}{Q_{AB} + Q_{BC}} = 1 - \frac{n c_p T_A}{n c_V T_A + n R T_A \cdot 2 \ln 2}$$

Sostituendo i valori dei calori specifici e semplificando si ottiene:

$$\eta = 1 - \frac{7}{5 + 4 \ln 2} = 0,099 \approx 0,10 = 10\%$$