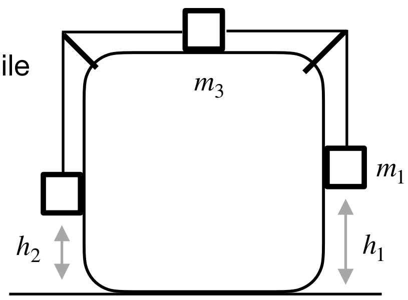
Università degli Studi di Trieste
CdS in Ingegneria Civile, Informatica ed Elettronica
FISICA GENERALE I A.A. 2025/2026 - Prova Scritta del 03/06/2026
Proff. Candelise, Nicolini, Dr. Perion

Cognome: ____________________ **Nome:** _______________ **Matricola:** ___

Istruzioni: è necessario rispondere correttamente alle due domande teoriche per superare la prova. Per ciascun problema rispondere fornendo i passaggi chiave del procedimento, la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, ed il corrispondente risultato numerico se richiesto, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Se uno dei tre esercizi risulta gravemente insufficiente, la prova non risulterà superata.

Problema 1 [10]



Tre masse m_1, m_2, m_3 sono disposte come in figura, collegate da un filo inestensibile di massa trascurabile, in assenza di attrito e il sistema si trova inizialmente in quiete. Se la massa m_1 si trova alla quota h_1 dal suolo, mentre m_2 alla quota h_2., ipotizzando che $h_1 \neq h_2, m_1 > m_2$:

1) Ricavare l'espressione dell'accelerazione a del sistema

Scegliendo un asse verticale verso il basso, m_1 scenderà e m_2 salirà. Scrivendo il II Principio della Dinamica per le tre masse otteniamo:

$$\sum F_{y,1} = ma \rightarrow m_1 g - T_1 = m_1 a$$
$$\sum F_{y,2} = ma \rightarrow m_2 g - T_2 = -m_2 a$$
$$\sum F_x = ma \rightarrow T_1 - T_2 = m_3 a$$

sommando le tre equazioni tutte le tensioni si annullano e otteniamo:

$$(m_1 + m_2 + m_3)a = (m_1 - m_2)g \rightarrow a = \frac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

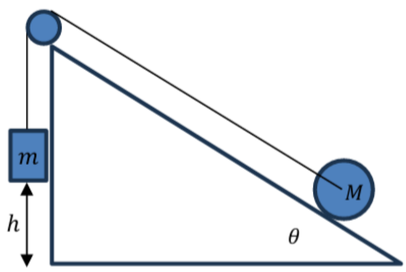
2) Ricavare l'espressione del tempo t^* dopo il quale la prima delle due masse tocca terra

$$h_1 = \frac{1}{2}a(t^*)^2 \rightarrow t^* = \sqrt{\frac{2h_1}{g}\frac{(m_1 + m_2 + m_3)}{(m_1 - m_2)}}$$

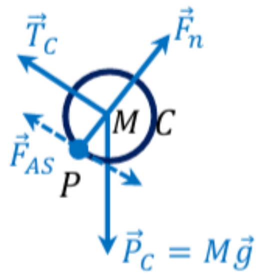
3) Supponiamo ora che $m_1 = 4.1kg, m_2 = 2.1kg, m_3 = 3.1kg, h_2 = 1.2m, h_1 = 1.8m$.
Calcolare il valore numerico di a, t^* e della forza risultante agente sulla massa m_3

$$a = 2.11m/s^2, t^* = 1.31s, F_3 = m_3 a = 6.54N$$

Problema 2 [12]



Un cilindro pieno omogeneo di massa $M = 1.50 \times 10^2$kg e di raggio $R = 0.30$ m è posto sopra un piano ruvido, inclinato di un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto alla direzione orizzontale. Il cilindro è sostenuto da un cavo d'acciaio di massa trascurabile al suo asse centrale e collegato, mediante una carrucola ideale, ad un blocco di massa m sospesa a distanza $h = 1.30$m dal terreno come mostrato in figura.



1) Disegnare il diagramma del corpo libero del cilindro

2) Determinare il valore di m necessaria per mantenere il sistema in equilibrio statico

Dalla II legge cardinale troviamo che l'attrito è nullo all'equilibrio. Dalla I legge:
$T - Mg\sin\theta = 0$
per la massa m: $T = mg \rightarrow m = M\sin\theta = 75kg$

3) Calcolare il momento di inerzia del cilindro rispetto ad un asse passante per il punto di contatto col piano, e parallelo all'asse del cilindro.

$$I = \frac{1}{2}MR^2 + MR^2 = \frac{3}{2}MR^2 \sim 20kgm^2$$

4) In una fase successiva, si raddoppia la massa del blocco e il cilindro rotola senza strisciare sul piano inclinato; determinare la velocità del blocco quando questo raggiunge il suolo.

Quando il cilindro rotola, la forza di attrito statico è diversa da zero e il suo verso dipende dal verso di rotazione. Per il sistema complessivo posso usare il teorema lavoro-energia o direttamente la conservazione dell'energia meccanica del sistema, tenendo presente che non fanno lavoro né la forza normale (perpendicolare allo spostamento), né l'attrito statico, né la somma dei lavori delle due tensioni alle due estremità. Con la conservazione dell'energia:

$$-\Delta U = \Delta K \rightarrow -Mgh\sin\theta + 2mgh = \frac{1}{2}I_P\omega^2 + \frac{1}{2}(2m)v^2, \text{con: } I_P = \frac{3}{2}MR^2, \qquad \omega = \frac{v}{R}, \qquad \sin\theta = \frac{1}{2}$$

$$-\frac{1}{2}Mgh + 2mgh = \frac{1}{2}\frac{3}{2}MR^2\left(\frac{v}{R}\right)^2 + mv^2 \rightarrow v^2\left(\frac{3}{4}M + m\right) = gh\left(2m - \frac{M}{2}\right) v = \sqrt{\frac{gh\left(2m - \frac{M}{2}\right)}{\frac{3}{4}M + m}} \simeq 2.3 \text{ m/s}$$

Problema 3 [12]

Una macchina termica utilizza due sorgenti a temperatura T_1 = 100 °C e T_2 = –40 °C ed è costituita da n = 10 moli di gas perfetto monoatomico che compie il seguente ciclo irreversibile:
AB) espansione isoterma reversibile alla temperatura T_1, dal volume V_A = 3,0 L al volume V_B = 9,0 L;
BC) espansione adiabatica reversibile fino alla temperatura T_2;
CD) compressione isoterma reversibile alla temperatura T_2, dal volume V_C al volume V_A;
DA) riscaldamento isocoro irreversibile fino alla temperatura T_1, realizzato ponendo il gas a contatto con la sorgente a T_1 ($R = 8.314J \cdot mol^{-1}K^{-1}$). Dopo aver disegnato il ciclo nel piano p–V, si calcolino:

Chiarezza, precisione numerica, unità
Grafico

1) i lavori e i calori scambiati nelle trasformazioni

Gas monoatomico: $CV = 3/2R, \gamma = 5/3$, $V_C = V_B(T_1/T_2)^{3/2} \sim 18.22L$.

Trasformazioni — lavori e calori

1. **AB (isoterma a T_1):** $W_AB = nRT_1\ln(V_B/V_A) = 10 \cdot 8.314 \cdot 373.15 \cdot \ln(3) \sim +3.41 \cdot 10^4J$, Q_{AB} = $+3.41 \cdot 10^4$ J.

2. **BC (adiabatica, Q=0):** $W_BC = nCV(T_1 - T_2) = 124.71 \cdot 140 \sim +1.746 \cdot 10^4J$
Q_{BC} = 0

3. **CD (isoterma a T_2):** $W_{CD} = nRT_2 \ln(V_A/V_C) \sim 10 \cdot 8.314 \cdot 233.15 \cdot \ln(3/18.22) \sim -3{,}494 \cdot 10^4 J$, Q_{CD} = $-3.494 \cdot 10^4 J$

4. **DA (isocoro, $V = V_A$):** W_{DA} = 0, $Q_{DA} = nCV(T_1 - T_2) \sim +1.746 \cdot 10^4 J$

2) il rendimento della macchina

Bilancio energetico

$W_{net} = W_AB + W_BC + W_CD + W_DA \approx 1{,}662 \cdot 10^4 J$Q_net = $Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} \approx 1{,}662 \cdot 10^4 J$

Rendimento Calore assorbito dalla sorgente calda:

$Q_{in} = Q_{AB} + Q_{DA} = 3{,}410 \cdot 10^4 + 1{,}746 \cdot 10^4 = 5{,}156 \cdot 10^4 J$

$\eta = W_{net}/Q_{in} \sim 1{,}662 \cdot 10^4/5{,}156 \cdot 10^4 \sim 0{,}3225 \approx 32{,}3\,\%$

3) la variazione di entropia dell'universo (gas + sorgenti termiche) al termine di un ciclo del gas. Notare che il gas ritorna allo stato iniziale mentre le sorgenti termiche in generale no. Assumere che le sorgenti siano ideali e usare i risultati numerici ottenuti nei punti precedenti.

Variazione di entropia dell'universo

$\Delta S_{gas} = 0$
$\Delta S_{hot} = -Q_{in}/T_1 = -5{,}156 \cdot 10^4/373{,}15 \sim -138{,}22 JK^{-1}$,
$\Delta S_{cold} = Q_{cold}/T_2 = (-Q_{CD})/T_2 = 3{,}494 \cdot 10^4/233{,}15 \sim +149{,}87 JK^{-1}$

$\Delta S_{univ} = \Delta S_{hot} + \Delta S_{cold} \sim +11{,}65 JK^{-1}$