

Compito di Fisica

12/01/18 - Fila B

Istruzioni:

- scrivere sul foglio in modo chiaro nome, cognome, fila e anno di corso
- numerare le pagine
- si può usare una calcolatrice scientifica come unico strumento per fare i calcoli
- le ★ rappresentano i punti massimi acquisibili per ogni domanda di un esercizio (totale: 35 punti)
- fare particolare attenzione alle unità di misura e alla distinzione tra vettori e scalari (-0.5 punti ad errore)
- cercare di commentare lo svolgimento dell'esercizio e dimostrare di saper analizzare i risultati dei calcoli, soprattutto se ritenuti non corretti, in maniera critica
- evitare di scrivere elenchi di formule che non sono direttamente connesse con i passaggi usati per lo svolgimento
- scrivere il testo in Italiano o in Inglese
- fare attenzione al corretto numero di cifre significative nel presentare i risultati (si consiglia, facendo i conti, di arrotondare solo il risultato finale)

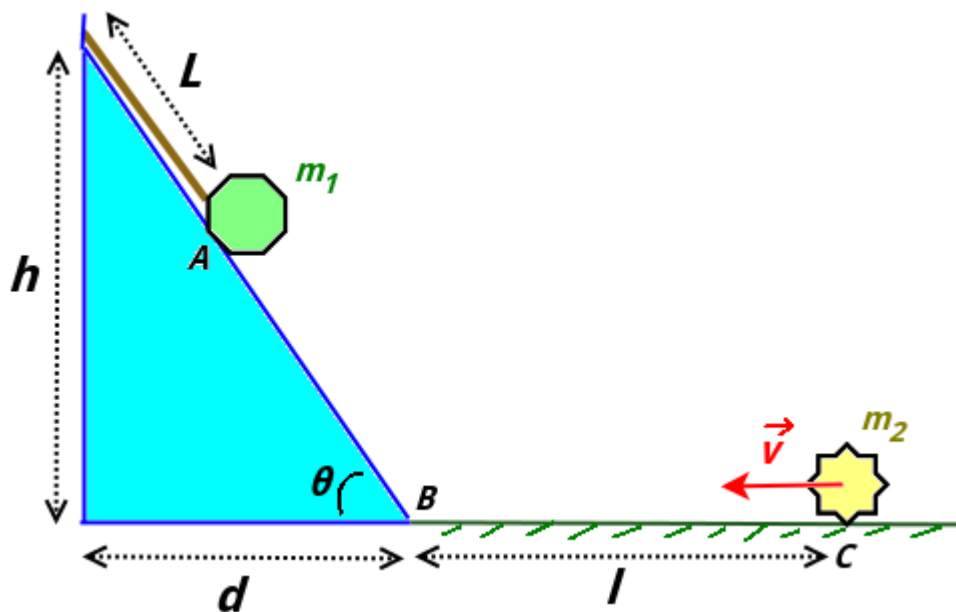


Figura 1

Soluzione dell'esercizio 1

a)

$$\theta = \arctan(h/d) = 0.9828$$

$$T = mg \sin \theta = 979 \text{ N}$$

$$N = mg \cos \theta = 653 \text{ N}$$

b) Per trovare la quota H del corpo si sfrutta la lunghezza della corda:

$$H = h - L \sin \theta = 11.2 \text{ m}$$

Per trovare la velocità in B, si sfrutta la conservazione dell'energia meccanica (si può fare anche con la cinematica del moto uniformemente accelerato):

$$mgH = \frac{1}{2}m_1v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{2gH} = 14.8 \text{ m/s}$$

Per trovare v_C si sfrutta il teorema delle forze vive, considerando il lavoro (negativo) L_a fatto dalla forza di attrito (si può fare anche con la cinematica del moto uniformemente accelerato).

$$\Delta K = L_a$$

$$\frac{1}{2}m_1v_C^2 - \frac{1}{2}m_1v_B^2 = -\mu_d m_1 g l$$

$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 2\mu_d g l} = \sqrt{2gH - 2\mu_d g l} = 13.8 \text{ m/s}$$

c) Si considerano positive le velocità che vanno da sinistra verso destra. Per la conservazione della quantità di moto del sistema delle due masse:

$$m_1v_C - m_2v_2 = (m_1 + m_2)V$$

$$V = \frac{m_1v_C - m_2v_2}{m_1 + m_2} = 0.412 \text{ m/s}$$

Essendo V positiva, la sua direzione è parallela alla guida BC e verso che va da sinistra verso destra.

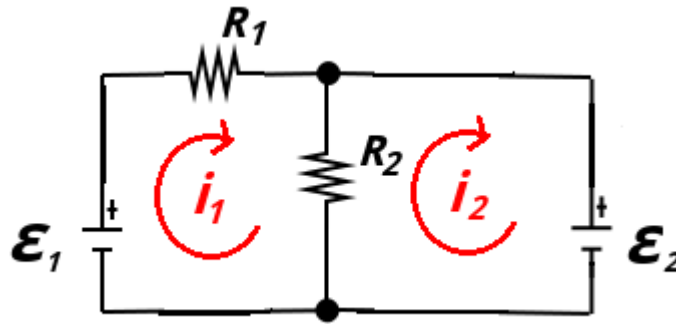


Figura 2

Soluzione dell'esercizio 2

a) Scegliendo un verso positivo come orario per le correnti di maglia:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_1 - i_1 R_1 - i_1 R_2 = 0 \\ -\mathcal{E}_2 - i_2 R_2 + i_1 R_2 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 6.00 \text{ mA}$$

$$i_2 = -44.0 \text{ mA}$$

b)

$$\mathcal{P} = i_1^2 R_1 = 180 \text{ mW}$$

Soluzione dell'esercizio 3

Convertiamo tutte le temperature in $^{\circ}\text{K}$. La somma dei calori scambiati dentro un recipiente adiabatico deve essere 0. I calori scambiati sono:

Riscaldamento del ghiaccio fino a $T_0 = 273.15^{\circ}\text{K}$:

$$Q_{1g} = c_g m_g \underbrace{(T_0 - T_g)}_{\delta T = 10^{\circ}\text{K}}$$

Fusione isoterma del ghiaccio:

$$Q_{2g} = m_g * \mathcal{L}$$

Riscaldamento del ghiaccio (diventato ora acqua) alla temperatura finale di equilibrio:

$$Q_{3g} = c_a m_g (T_e - T_0)$$

Raffreddamento dell'acqua:

$$Q_a = c_a m_a (T_e - T_a)$$

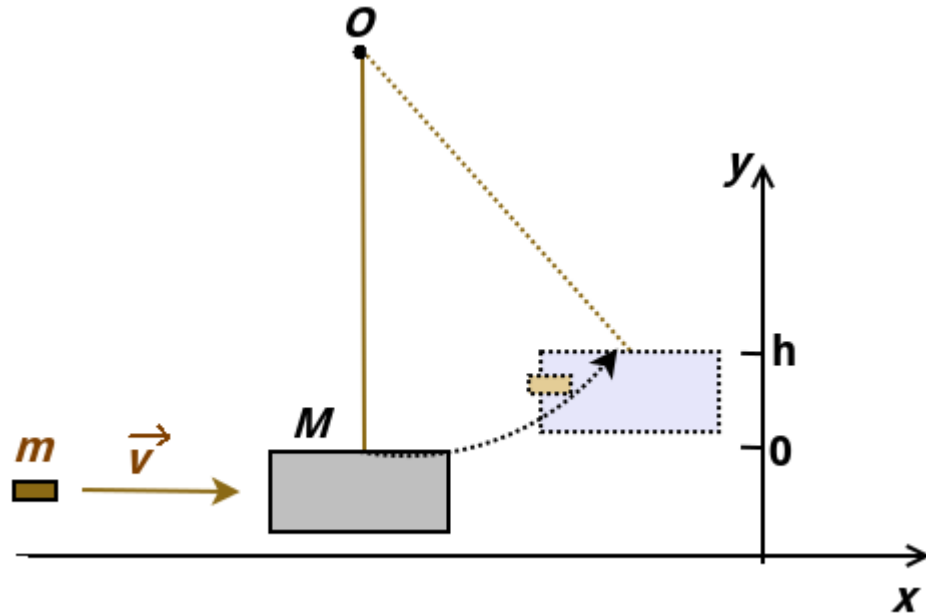


Figura 3

$$Q_{1g} + Q_{2g} + Q_{3g} + Q_a = 0$$

da cui si ricava:

$$T_e = \frac{-c_g m_g \delta T - m_g \mathcal{L} + c_a m_g T_0 + c_a m_a T_a}{c_a (m_a + m_g)} = 336^\circ \text{K}$$

- a) (★★) Trovare l'espressione per il modulo V della velocità del corpo formato dal proiettile più il legno nell'istante immediatamente successivo all'urto (senza risoluzione numerica).

Subito dopo l'urto, il pendolo inizia ad oscillare arrivando ad innalzarsi di una quota massima $h = 15.0$ cm rispetto alla sua quota iniziale.

- b) (★★) Trovare la variazione di energia potenziale gravitazionale durante questa variazione di quota.

- c) (★★★) Trovare il modulo della velocità v del proiettile.

Soluzione dell'esercizio 4

a) Nel breve istante dell'urto il sistema può essere considerato isolato (le due forze esterne in gioco, la tensione della corda e la forza peso sono perpendicolari alla quantità di moto del sistema). Si conserva quindi la quantità di moto complessiva del sistema. Essendo un urto perfettamente anelastico, i due corpi rimangono attaccati, costituendo un nuovo corpo unico.

$$mv + M \cdot 0 = (M + m)V$$

$$V = \frac{m}{M+m}v$$

b)

$$\Delta U_g = (M+m)gh = 1.50 \text{ J}$$

c) Subito dopo l'urto, dato che solo la forza peso compie lavoro e la forza è conservativa, si conserva l'energia meccanica. Nell'istante successivo all'urto (avendo posto uguale a 0 l'energia potenziale in corrispondenza di quella quota minima) tutta l'energia meccanica è sotto forma di energia cinetica. Nel punto più alto dell'oscillazione il corpo è fermo e tutta l'energia meccanica si è trasformata in energia potenziale:

$$\frac{1}{2}(M+m)V^2 = (M+m)gh$$

$$V = \sqrt{2gh}$$

$$\underbrace{\frac{m}{M+m}}_v v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh} = 87.5 \text{ m/s}$$

Soluzione dell'esercizio 5

a)

$$q_1 = \left(\frac{1}{f_1} - \frac{1}{p_1} \right)^{-1} = 0.450 \text{ m}$$

$$I_1 = -\frac{q_1}{p_1} = -0.500$$

$$y'_1 = y * I_1 = -0.005 \text{ m}$$

L'immagine è rimpicciolita e ribaltata. b)

$$p_2 = L - q_1 = 0.350 \text{ m}$$

$$q_2 = \left(\frac{1}{f_2} - \frac{1}{p_2} \right)^{-1} = 0.467 \text{ m}$$

$$I_2 = -\frac{q_2}{p_2} = -1.33$$

$$y'_2 = y I_1 I_2 = 0.0067 \text{ m}$$

L'immagine, rispetto all'originale y , è rimpicciolita e diritta.

Il disegno di entrambi i punti del problema è in figura 4

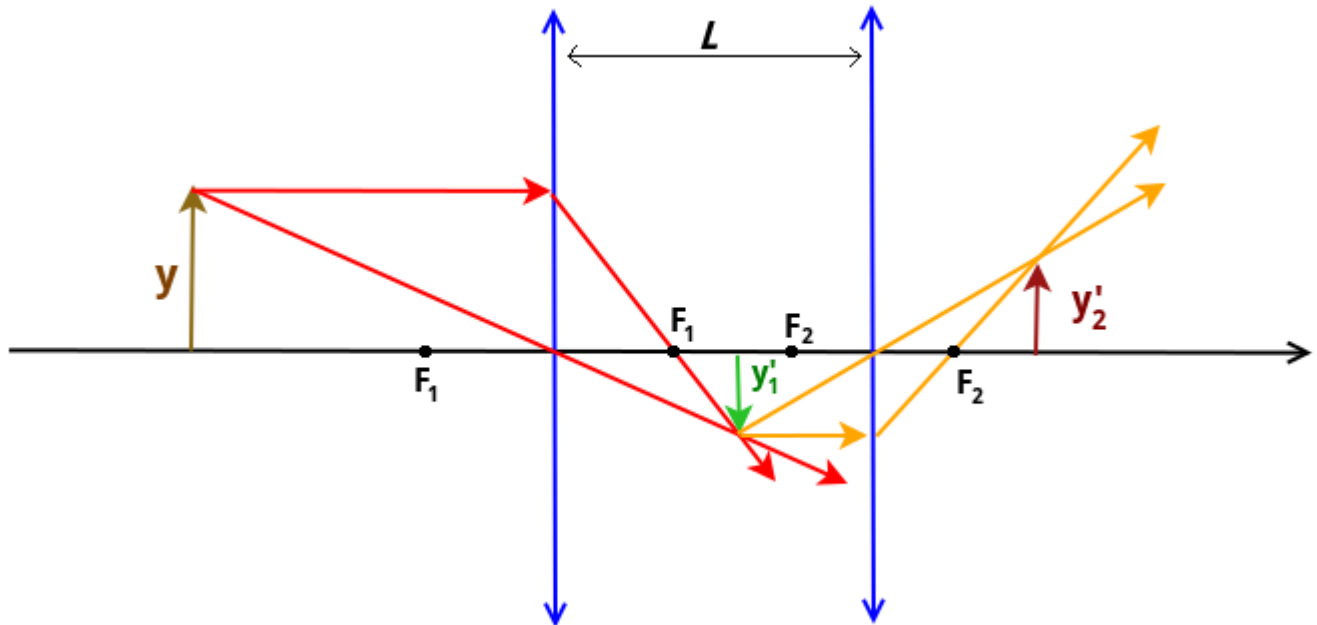


Figura 4

Relazioni utili

Meccanica e Termodinamica

- *accelerazione di gravità media sulla superficie terrestre*
 $g=9.807 \text{ m/s}^2$

Momenti di Inerzia baricentrici di solidi omogenei:

- Cilindro di raggio r : $I_{bc} = \frac{1}{2}mr^2$
- calore specifico dell'acqua $c_a = 4.186 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$
- calore specifico ghiaccio $c_g = 2.093 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$
- calore latente di fusione ghiaccio $\mathcal{L} = 333 \text{ kJ/kg}$
- $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$
- $\eta = \frac{L}{Q_{as}}$
- $R = 8.31 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$

gas perfetto	n_l	C_V/R	C_P/R	$\gamma = C_P/C_V$
monoatomico	3	3/2	5/2	5/3
biatomico	5	5/2	7/2	7/5
poliatomico	6	3	4	4/3

Elettromagnetismo e Ottica

- permittività elettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$
- costante di Coulomb: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
- permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$
- massa dell'elettrone: $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- carica del protone: $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- velocità della luce nel vuoto $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$