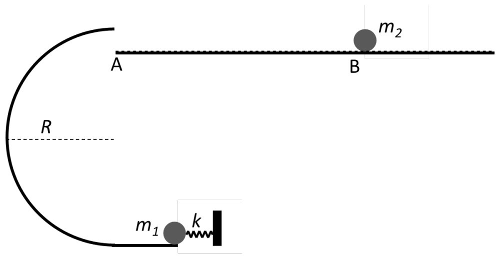
Esame Scritto di Fisica - Scienze Biologiche

Mauro Raggi, Marta De Luca, Roberto Maoli, Lorenzo Monacelli

19 Gennaio 2026

Esercizio 1

Un corpo di massa $m_1 = 0.250$ kg viene lanciato da una molla di costante elastica $k = 340$ N/m verso una guida semicircolare di raggio di curvatura $R = 42.0$ cm. La guida porta il corpo verso un piano superiore orizzontale che, al contrario dei tratti precedenti, è scabro con coefficiente di attrito dinamico μ_d. Dopo un tratto AB lungo $L = 1.50$ m il corpo urta in maniera completamente anelastica un secondo corpo di massa $m_2 = m_1$.



1. Sapendo che la velocità del primo corpo nel punto A all'uscita della guida è $v_A = 3.50$ m/s, calcolare la compressione Δx iniziale della molla.
2. Sapendo che la velocità del primo corpo immediatamente prima dell'urto è $v_B = 2.50$ m/s, calcolare il coefficiente d'attrito μ_d del tratto superiore e l'energia dissipata nel tratto AB.
3. Calcolare dopo quanto tempo e in che posizione rispetto a B i due corpi si fermano.

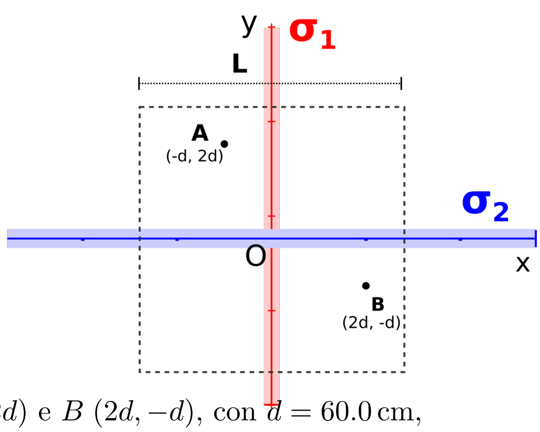
Esercizio 2

Si supponga di inserire in un bollitore industriale di metallo avente capienza 11.0 l, 0.500 l di acqua a temperatura ambiente (20.0°C). Il bollitore eroga una quantità di calore $Q_1 = 21.7 \times 10^4$ J per raggiungere il punto di ebollizione dell'acqua, e poi viene subito spento. Il calore specifico del metallo e dell'acqua sono: $c_{boll} = 880\,\mathrm{J/(kgK)}$, $c_{acq} = 4186\,\mathrm{J/(kgK)}$ e il calore latente di evaporazione dell'acqua è $\lambda_{acq} = 2272\,\mathrm{kJ/kg}$. La densità dell'acqua è $1000\,\mathrm{kg/m^3}$.

1. Assumendo che Q_1 venga impiegato per scaldare sia l'acqua che il bollitore stesso, e che acqua e bollitore abbiano raggiunto la stessa temperatura, calcolare la massa del bollitore; si trascurino dispersioni di calore all'esterno.
2. Si supponga di riaccendere il bollitore. Calcolare l'ulteriore quantità di calore minima che l'acqua deve ricevere affinché essa evapori completamente.
3. Il bollitore viene spento quando contiene solo vapore acqueo a una temperatura di 150 °C. Il suo coperchio è chiuso e non ci sono scambi di calore né con l'esterno né tra vapore e bollitore. Si supponga che il vapore sia un gas perfetto e che occupi tutto il volume a disposizione. Calcolare il numero di moli e la pressione finale del vapore, sapendo che la massa atomica dell'idrogeno è 1.00 u e dell'ossigeno è 16.0 u.

Esercizio 3

Due lamine infinitamente estese e uniformemente cariche, con densità superficiali $\sigma_1 = 3.54\,\mathrm{nC/m^2}$ e $\sigma_2 = -2.43\,\mathrm{nC/m^2}$, si intersecano formando un angolo retto $\vartheta = 90°$. Si prenda un sistema di riferimento con asse y parallelo alla lamina σ_1 e asse x parallelo alla lamina σ_2. L'origine del sistema di riferimento si trova nella retta in cui le lamine si intersecano, come mostrato in figura.



1. Determinare il vettore campo elettrico nei punti $A\ (-d, 2d)$ e $B\ (2d, -d)$, con $d = 60.0\,\mathrm{cm}$,
2. Calcolare la differenza di potenziale elettrostatico tra A e B: $V_A - V_B$
3. Si consideri una superficie chiusa S di un cubo di lato $L = 1.50\,\mathrm{m}$ centrato nell'origine. Sfruttando il teorema di Gauss, calcolare il flusso uscente del campo elettrico attraverso la superficie S

Soluzioni

Soluzione Esercizio 1

1. Applicando la conservazione dell'energia meccanica tra la posizione iniziale e la posizione A si ha:
$$\frac{1}{2}m_1 v_A^2 + m_1 g(2R) = \frac{1}{2}k\Delta x^2$$
$$\Delta x = \sqrt{\frac{m_1}{k}\left[v_A^2 + 2g(2R)\right]} = 14.5 \text{ cm}$$

2. Nel tratto AB il moto è uniformemente accelerato con $a = -\mu_d g$. Utilizzando la formula $v_B^2 - v_A^2 = 2aL$ si ha
$$\mu_d = \frac{v_B^2 - v_A^2}{-2gL} = 0.204$$
L'energia dissipata dalla forza d'attrito è:
$$E_{diss} = -\mu_d m_1 g L = -0.750 \text{ J}$$

3. Nell'urto si conserva la quantità di moto per cui la velocità finale dei due corpi attaccati è:
$$v_f = \frac{m_1 v_A}{m_1 + m_2} = 1.25 \text{ m/s}$$
Essendo il moto uniformemente accelerato con $a = -\mu_d g$ il tempo necessario per l'arresto è:
$$t_{stop} = \frac{v_B}{\mu_d g} = 0.625 \text{ s}$$
mentre lo spazio percorso è
$$x = v_f t_{stop} - \frac{1}{2}\mu_d g t_{stop}^2 = \frac{v_f^2}{2\mu_d g} = 39.1 \text{ cm}$$

Soluzione Esercizio 2

1. Q_1 è utilizzato per scaldare il bollitore e l'acqua da 20 °C a 100 °C e non ci sono dispersioni: $Q_1 =$ mH20 cH20 (Tf – Ti) + Mb cAl (Tf – Ti) La massa di mezzo litro di acqua è pari a 0.5 kg, quindi Mb = 0.7 kg.

2. Questo processo avviene a temperatura costante (100 °C) grazie al calore latente di evaporazione. Non si deve considerare la quantità di calore necessaria per scaldare il bollitore stesso (restando esso a T costante), quindi si ha semplicemente il calore latente di evaporazione dlel'acqua: $Q_2 =$ macq $\lambda = 1.14x10^6 J$. Questa è la quantità di calore minima. Se ne viene fornita di più, oltre a evaporare tutta l'acqua si avrà un riscaldamento del vapore acqueo.

3. Il numero di moli di acqua si può semplicemente calcolare dividendo la massa dell'acqua per la massa molare, che è 18 g/mol. Tale numero resta costante quando l'acqua si trasforma in vapore. Il vapore è un gas perfetto che si trova alla temperatura di 150 °C. Essa è assunta costante nel testo. Il gas va ad occupare tutti e gli 11.0 litri a disposizione. La sua pressione si trova semplicemente applicando l'equazione di stato dei gas perfetti: P = n R T/V = 87.8 atm. Queste condizioni non sono sicure, infatti non si tratta di un bollitore di uso domestico.

Soluzione Esercizio 3

1. Il punto A si trova alla sinistra della lamina σ_1 e sopra la lamina σ_2, che quindi ha un campo elettrico pari a
$$\vec{E}_A(\sigma_1) = \begin{pmatrix} -\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \vec{E}_A(\sigma_2) = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} \end{pmatrix}$$
A cui ovviamente bisogna fare attenzione perché σ_2 è negativo. Analogamente abbiamo
$$\vec{E}_B = \begin{pmatrix} \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} \\ -\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} \end{pmatrix}$$
$$\vec{E}_A = \begin{pmatrix} -200\,\text{V/m} \\ -137\,\text{V/m} \end{pmatrix} \qquad \vec{E}_B = \begin{pmatrix} 200\,\text{V/m} \\ 137\,\text{V/m} \end{pmatrix} \tag{1}$$

2. La differenza di potenziale possiamo calcolarla lungo un percorso che va da AC e poi da CB dove $C = (2d, 2d)$. In questo modo, si ha

$$\Delta V_{AB} = \Delta V_{AC} + \Delta V_{CB} = -\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}(2d - d) + \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}(2d - d) = \frac{d}{2\varepsilon_0}(\sigma_2 - \sigma_1) = -202\,\mathrm{V}$$

$$V_A - V_B = -\Delta V_{AB} = 202\,\mathrm{V}$$

3. Per il teorema di Gauss, il flusso del campo elettrico uscente da S è pari alla carica contenuta nella superficie diviso ε_0:

$$\Phi_S(\vec{E}) = \frac{L^2\sigma_1 + L^2\sigma_2}{\varepsilon_0} = 282\,\mathrm{V\,m}$$