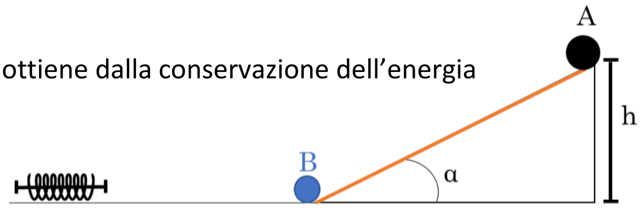
Esame scritto di Fisica per Scienze Biologiche, 6 maggio 2022

Proff. R. Maoli, R. Schneider

Soluzione 1



(a) La velocità della pallina A alla base del piano inclinato si ottiene dalla conservazione dell'energia meccanica in presenza di forze non conservative:

$K_{ini} = 0$
$U_{ini} = m_A\, g\, h$
$K_{fin} = 1/2\ m_A\, v_A^2$
$L_{att,d} = -\mu_d\, m_A\, g \cos\alpha\ (h/\sin\alpha)$

$1/2\ m_A\, v_A^2 - m_A\, g\, h = -\mu_d\, m_A\, g \cos\alpha\ (h/\sin\alpha)$

$v_A = [2\, g\, h - 2\, \mu_d\, g\, h/\mathrm{tg}\,\alpha]^{1/2} = 1.65$ m/s

(b) L'urto tra le due palline A e B è completamente anelastico, dunque la loro velocità dopo l'urto è:

$V = m_A\, v_A/(m_A + m_B) = 0.71$ m/s

Il piano è liscio quindi le due palline attaccate arriveranno a comprimere la molla con velocità V.
Dalla conservazione dell'energia segue che:

$1/2\ (m_A + m_B)\, V^2 = 1/2\ k\, \Delta x^2$

$k = (m_A + m_B)\, V^2/\Delta x^2 = 136$ N/m

(c) Se il piano è scabro con coefficiente di attrito dinamico μ_d le due palline dopo l'urto percorrono una distanza x prima di fermarsi data da:

$-1/2\ (m_A + m_B)\, V^2 = -\mu_d\, (m_A + m_B)\, g\, x$

$\mu_d = V^2/(2\, g\, x)$

Dunque se $x \le d$,

$\mu_d \ge \mu_{dmin} = V^2/(2\, g\, d) = 0.03$

Soluzione 2:

(a) Nello stato A le n = 2 moli di gas monoatomico hanno $T_A = 300$ K e $P_A = P_0 + mg/S = 122300$ Pa per cui il volume del gas è:

$V_A = n\, R\, T_A/P_A = 0.0408\ m^3 = 40.8$ l

(b) Nello stato A La trasformazione AB è una espansione isobara irreversibile fino al volume $V_B = 1.14\ V_A = 0.046\ m^3$

Il lavoro fatto dalla forza esterna è:

$L_{ext,AB} = -P_0\, (V_B - V_A) = -0.14\ P_0 = -577$ J

Dunque il lavoro fatto dal gas nell'espansione isobara irreversibile è:

$L_{AB} = - L_{ext,AB} = 577$ J

AB è una espansione.

La trasformazione BC è una isocora reversibile, per cui $L_{BC} = 0$.

Nella trasformazione BC il volume rimane costante e la pressione triplica:

$P_C = 3\ P_B = 303900$ Pa

La trasformazione CA è una trasformazione lineare, per cui:

$L_{CA} = (P_A + P_C)*(V_C - V_A)/2 = (P_A + 3\ P_B)*(V_B - V_A)/2 = -1215$ J

CA è una compressione.

(c) Essendo un ciclo, $Q_{tot} = L_{tot} = L_{AB} + L_{CA} = - 638$ J < 0 dunque è calore assorbito.

Soluzione 3:

a) Per imporre la condizione di campo elettrico nullo in A si utilizza il principio di sovrapposizione per i campi prodotti dalle due lamine e dal guscio che, all'esterno, è equivalente a una carica puntiforme posta in O. Prendendo come positivo il campo verso sinistra si ha:

$$2\frac{\sigma_L}{2\varepsilon_0} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{4\pi R^2|\sigma_G|}{(3R)^2} = 0 \quad \Rightarrow \quad \sigma_L = \frac{|\sigma_G|}{9} = 7.00 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{C/m^2}$$

b) Applicando la conservazione dell'energia meccanica si ha:

$$qV_B = qV_C + \frac{1}{2}mv_C^2 0 \quad \Rightarrow \quad v_C = \sqrt{\frac{2q}{m}(V_B - V_C)}$$

Per calcolare la differenza di potenziale si deve considerare che il campo elettrico delle due lamine si annulla avendo stessa intensità ma verso opposto per ogni singola lamina. Rimane solo il campo elettrico del guscio sferico che tra B e C è equivalente a quello di una carica puntiforme:

$$V_B - V_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}4\pi R^2\sigma_G\left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{R}\right) = -\frac{R\sigma_G}{2\varepsilon_0}$$

$$v_C = \sqrt{\frac{qR\sigma_G}{m\varepsilon_0}} = 121\ \mathrm{m/s}$$

c) All'interno del guscio il campo elettrico è nullo e quindi la particella si muove di moto rettilineo uniforme con velocità v_C. Il tempo impiegato per andare da C a D è:

$$t = \frac{2R}{v_C} = 7.93\ \mathrm{ms}$$