

Prof. Maurizio Piccinini

- Due sfere conduttrici di raggi R ed r , con $R > r$, sono isolate l'una dall'altra e contengono ciascuna una stessa quantità di carica q . Le due sfere vengono messe a contatto da un sottile conduttore ideale il quale non ha altro effetto che quello di consentire il passaggio di carica dall'una all'altra. *In seguito al collegamento, a causa del cosiddetto "effetto punte", fluisce carica dalla sfera più grande a quella più piccola.* Dire se questa affermazione è vera o no argomentando la risposta.
- Un elettrone si sposta di moto rettilineo e uniforme in posizione intermedia tra due lunghi fili paralleli alla sua direzione di moto (i due fili e la direzione della carica giacciono su uno stesso piano). Si vuole deviare la particella dalla sua traiettoria rettilinea facendola avvicinare ad uno dei due fili, e per fare ciò si fa circolare nei fili una corrente I di uguale intensità per entrambi. Come deve essere il verso della corrente nei fili per raggiungere l'obiettivo?:
 - Uguale in entrambi i fili e concorde con la velocità dell'elettrone.
 - Uguale in entrambi i fili e discorde con la velocità dell'elettrone.
 - Di verso discorde: l'elettrone si avvicinerà al filo la cui corrente è concorde con la sua velocità
 - Di verso discorde: l'elettrone si avvicinerà al filo la cui corrente è discorde con la sua velocità
- Un gas perfetto subisce: *a)* un'espansione adiabatica quasi-statica; *b)* un'espansione adiabatica libera. In entrambi i casi dire se la sua temperatura varia e, in caso affermativo, specificare se la temperatura finale è maggiore o minore di quella iniziale. Motivare la risposta.
- Due cariche puntiformi positive identiche q sono fissate a distanza $2d$ l'una dall'altra. Una terza carica puntiforme di prova si trova su un piano perpendicolare alla retta congiungente le due cariche, il quale interseca tale congiungente giusto a metà tra le due cariche.
 - Descrivere la forza che le due cariche esercitano sulla carica di prova, in funzione della distanza R di quest'ultima dalla congiungente le due cariche, indicandone i valori quando $R \rightarrow 0$ e quando $R \rightarrow \infty$

$$E(R) = \frac{2}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2 + d^2} \sin \alpha = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0} \frac{R}{(R^2 + d^2)^{3/2}}$$

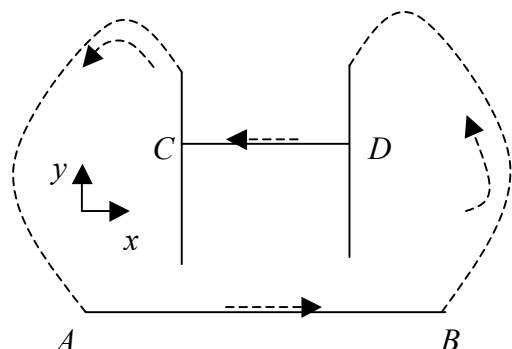
$$E(R) \xrightarrow[\substack{R \rightarrow 0 \\ R \rightarrow \infty}]{\longrightarrow} 0$$

- Trovare il valore di R per il quale la forza sulla carica di prova ha il valore massimo.

$$\frac{dE}{dR} = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0} \frac{(R^2 + d^2)^{3/2} - 3R^2 (R^2 + d^2)^{1/2}}{(R^2 + d^2)^3} = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0} \left[(R^2 + d^2)^{-3/2} - 3R^2 (R^2 + d^2)^{-5/2} \right] = 0$$

$$(R^2 + d^2)^{-3/2} - 3R^2 (R^2 + d^2)^{-5/2} = 0 \Rightarrow 3R^2 = R^2 + d^2 \Rightarrow R = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

- Un lungo filo rettilineo orizzontale AB giace su un tavolo. Un secondo filo CD lungo $l = 1$ m, sovrastante e parallelo al primo, scivola verticalmente soggetto al suo peso su due guide metalliche poste in modo da chiudere un circuito con il filo inferiore come in figura. La densità di massa lineare di CD è $\lambda = 5$ g/m. Il circuito è percorso da una corrente $I = 50$ A nel verso rappresentato in figura.



- a) Quanto vale, in funzione dell'altezza, la forza magnetica cui è soggetto CD a causa della corrente nel circuito?

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi y} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \bar{F}_{CD} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi y} \hat{j} = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{y} \hat{j} N$$

$$dF = dqvB = IdxB \Rightarrow F_{CD} = IIB$$

- b) A quale altezza il filo CD rimane in equilibrio?

$$F_{CD}^{eq} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi h} = m_{CD}g = \lambda lg \Rightarrow h = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi \lambda g} = \frac{5 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3} \times 9.8} = 0.0102 m$$

- c) Cosa cambia se si inverte il verso della corrente nel circuito?

6. Un recipiente cilindrico ha sezione $S = 1 \text{ dm}^2$ ed è chiuso da un pistone mobile praticamente senza peso, scorrevole senza attrito internamente al cilindro. Il pistone si trova sollevato dalla base di una altezza $h = 2,24 \text{ dm}$. Dentro il recipiente si trova un gas perfetto monoatomico ed una molla di costante elastica $k = 1000 \text{ N/m}$, fissata al pistone ed alla base del cilindro. Inizialmente il sistema è in equilibrio sotto la pressione esterna $p_{atm} = 1 \text{ atm}$, con la molla non deformata. Calcolare:

- a) Il lavoro che si compie per spostare isotermicamente e reversibilmente il pistone fino a portarlo alla distanza $l = h/2$ dalla base.

$$\left\{ \begin{array}{l} \cancel{\Delta U} + \Delta E_{pot} = Q - L \\ p_{atm} Sh = nRT \end{array} \right.$$

$$\Delta E_{pot} = Q - L_{atm} + L_m \Rightarrow L_m = \Delta E_{pot} - Q + L_{atm}$$

$$L_m = \frac{1}{2} k \Delta x^2 - \int_i^f p_{int} dV + p_{atm} \int_i^f dV$$

$$L_m = \frac{1}{2} k \Delta x^2 - nRT \ln \frac{1}{2} - \frac{1}{2} p_{atm} Sh = \frac{1}{8} kh^2 + p_{atm} Sh \ln 2 - \frac{1}{2} p_{atm} Sh$$

$$L_m = h \left[\frac{1}{8} kh + p_{atm} S \left(\ln 2 - \frac{1}{2} \right) \right] = 0.224 \left[\frac{0.224 \times 10^3}{8} + 1.013 \times 10^5 \times 10^{-2} (0.6931 - 0.5) \right] = 50 J$$

- b) La forza risultante che agisce sul pistone quando lo si riporta, con una espansione adiabatica, alla distanza $l' = 2/3 h$ dalla base.

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{R} = \vec{F}_{gas} + \vec{F}_k + \vec{F}_{atm}; \quad R = p_{ad} S + k \Delta x - p_{atm} S; \quad \Delta x = h - \frac{2}{3} h = \frac{1}{3} h \\ p_{ad} = p_{ist} \left(\frac{V_{ist}}{V_{ad}} \right)^\gamma; \quad p_{ist} = p_{atm} \frac{V}{V_{ist}}; \quad \gamma = \frac{5}{3}; \quad V = Sh, \quad V_{ist} = \frac{1}{2} Sh, \quad V_{ad} = \frac{2}{3} Sh \end{array} \right.$$

$$R = p_{atm} \frac{V}{V_{ist}} \left(\frac{V_{ist}}{V_{ad}} \right)^\gamma S + \frac{1}{3} hk - p_{atm} S = p_{atm} S \left[2 \left(\frac{3}{4} \right)^\gamma - 1 \right] + \frac{1}{3} hk$$

$$R = 1.013 \times 10^5 \times 10^{-2} [1.238 - 1] + \frac{0.224 \times 10^3}{3} = 316 N$$