

## Verifica di Fisica

17 maggio 2021

La prova consiste di 3 esercizi da svolgere sul foglio protocollo allegato

### Esercizio 1

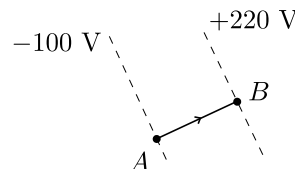
Consideriamo il campo elettrico  $\vec{E}$  generato da una carica puntiforme  $Q = -8,5 \mu\text{C}$  posizionata nell'origine di un piano cartesiano.

- Calcolare la differenza di potenziale elettrico  $\Delta V$  tra il punto  $A = (-4 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$  e il punto  $B = (0 \text{ cm}, 7 \text{ cm})$ , specificando in quale dei due punti il potenziale è maggiore.
- Descrivere le superfici equipotenziali del campo elettrico  $\vec{E}$ .
- Una carica  $q = -1 \mu\text{C}$  viene lanciata da un punto molto lontano ( $V = 0$ ) verso l'origine a una velocità di  $100 \text{ m/s}$ . Se la massa di  $q$  è di  $1 \text{ g}$ , a quale distanza dall'origine si fermerà?

### Esercizio 2

Consideriamo una carica puntiforme positiva  $q = 3,2 \mu\text{C}$ .

- Se  $q$  si sposta da un punto a potenziale  $V_A = -100 \text{ V}$  a un punto a potenziale  $V_B = 220 \text{ V}$ , qual è il lavoro  $L_{A \rightarrow B}$  compiuto dalla forza elettrica sulla carica  $q$ ?
- Consideriamo la stessa situazione descritta al punto a). Supponendo che  $q$  si muova in linea retta per effetto di un campo elettrico uniforme  $E = 1,2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ , qual è la distanza tra i due punti  $A$  e  $B$ ?
- Calcolare l'energia potenziale elettrica del sistema costituito da quattro cariche  $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q$  poste ai vertici di un quadrato di lato  $1 \text{ cm}$ .



### Esercizio 3

Le armature di un condensatore di capacità  $5 \cdot 10^{-12} \text{ F}$  hanno una superficie di  $1 \text{ cm}^2$  ciascuna.

- Qual è la distanza tra le armature?
- Collegando il condensatore a una batteria, le due armature raggiungono una differenza di potenziale di  $5000 \text{ V}$ . Determinare l'intensità, la direzione e il verso del campo elettrico generato tra le armature e la carica totale presente su ciascuna di esse.
- Facendo riferimento al punto b), calcolare l'energia elettrica accumulata nel condensatore.

## Svolgimento

### Esercizio 1

- a) Indicando con  $r_A = 0,04$  m e  $r_B = 0,07$  m la distanza di  $A$  e  $B$  dalla carica  $Q$ , la differenza di potenziale elettrico tra i due punti risulta

$$V_B - V_A = \frac{kQ}{r_B} - \frac{kQ}{r_A} = kQ \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right) = 818\,000 \text{ V}$$

Essendo generato da una carica negativa, il campo elettrico è diretto verso la carica  $Q$  e, di conseguenza, il potenziale diminuisce se ci avviciniamo all'origine ( $V_A < V_B$ ).

- b) Poiché il campo elettrico è *radiale*, le corrispondenti superfici equipotenziali sono le sfere di centro l'origine. Infatti, il potenziale in un punto dipende solo dalla sua distanza da  $Q$ .
- c) L'energia totale della carica  $q = -1 \mu\text{C}$  è in parte cinetica e in parte potenziale elettrica:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + qV$$

Inizialmente ( $V = 0$ ) l'energia della carica  $E = 1/2 mv^2$  è totalmente cinetica, mentre alla fine, quando la carica si ferma ( $v = 0$ ), tutta la sua energia  $E = qV$  è potenziale elettrica. In base al principio di conservazione dell'energia abbiamo

$$\frac{1}{2}mv^2 = q \cdot \frac{kQ}{r} \quad \longrightarrow \quad r = \frac{2kqQ}{mv^2} = 1,53 \text{ cm}$$

### Esercizio 2

- a) Per definizione di energia potenziale elettrica  $U$  abbiamo

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B = q(V_A - V_B) = -1,02 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

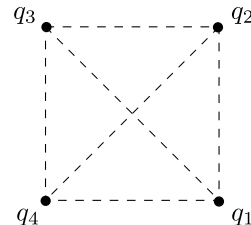
Notiamo che, essendo  $L < 0$ , si tratta di un *lavoro resistente*, cioè la forza elettrica  $\vec{F}$  sulla carica  $q$  agisce in verso opposto al suo spostamento (e dunque ha un'azione frenante).

- b) Se lo spostamento della carica  $q$  è parallelo a un campo elettrico uniforme  $\vec{E}$ , possiamo usare la relazione  $\Delta V = E \cdot d$ , dove  $\Delta V = 320$  V e  $d$  è la distanza tra i due estremi  $A$  e  $B$ :

$$\Delta V = E \cdot d \quad \longrightarrow \quad d = \frac{\Delta V}{E} = 0,27 \text{ mm}$$

- c) L'energia complessiva del sistema è data dalla somma delle singole energie potenziali delle 6 possibili coppie di cariche. Se  $\ell$  è il lato del quadrato, allora

$$\begin{aligned} U &= 4 \cdot \frac{kq^2}{\ell} + 2 \cdot \frac{kq^2}{\ell \cdot \sqrt{2}} \\ &= \frac{2kq^2}{\ell} \left( 2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 49,9 \text{ J} \end{aligned}$$



### Esercizio 3

- a) Indicando con  $A$  l'area della superficie di ciascuna armatura e con  $d$  la distanza tra di esse, abbiamo

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad \longrightarrow \quad d = \frac{\varepsilon_0 A}{C} = 0,18 \text{ mm}$$

- b) All'interno del condensatore si genera un campo elettrico uniforme  $\vec{E}$  diretto dall'armatura con potenziale più alto verso quella a potenziale più basso. Poiché il campo è uniforme,

$$\Delta V = E \cdot d \quad \longrightarrow \quad E = \frac{\Delta V}{d} = 2,82 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

Infine, dalla definizione di capacità ricaviamo la carica elettrica  $Q$  su ciascuna armatura:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad \longrightarrow \quad Q = C \cdot \Delta V = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

Più precisamente, la carica totale dell'armatura con potenziale maggiore è  $+Q$ , mentre sull'altra armatura è presente una carica totale pari a  $-Q$ .

- c) L'energia elettrostatica  $U$  accumulata nel condensatore (corrispondente al lavoro compiuto dalla batteria per trasferire la carica  $Q$  sulle armature) può essere calcolata come

$$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = 6,25 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$