

## Verifica di Fisica

10 maggio 2021

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

### Esercizio 1

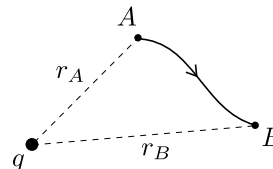
Nel piano cartesiano  $Oxy$  un campo elettrico uniforme di intensità  $E = 1,2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$  è diretto dal basso verso l'alto nella stessa direzione dell'asse  $y$ .

- Calcolare la differenza di potenziale elettrico  $\Delta V$  tra il punto  $A = (-4 \text{ cm}, -1 \text{ cm})$  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 di  $-1 \mu\text{C}$  inizialmente ferma nel punto  $O = (0,0)$  viene lasciata libera di accelerare per effetto del campo elettrico. Se la sua massa è di  $1 \text{ g}$ , in quale punto del piano si troverà quando avrà raggiunto la velocità di  $1500 \text{ m/s}$ ?

### Esercizio 2

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

- A quale distanza dalla carica  $q$  il potenziale elettrico ha un valore di  $-4000 \text{ V}$ ?
- Calcolare il lavoro compiuto dalla forza elettrica su un elettrone che si sposta dal punto  $A$  al punto  $B$ , dove  $r_A = 1 \text{ mm}$  e  $r_B = 2 \text{ mm}$ .



- Calcolare l'energia potenziale elettrica del sistema costituito da tre cariche  $q_1 = q_2 = q_3 = q$  poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato  $1 \text{ cm}$ .

### Esercizio 3

Un condensatore è costituito da due armature circolari distanti  $2 \text{ mm}$ .

- Se il raggio di ciascuna armatura è di  $5 \text{ cm}$ , qual è la capacità del condensatore?
- Collegando il condensatore a una batteria, le due armature raggiungono una differenza di potenziale di  $90 \text{ V}$ . Determinare l'intensità, la direzione e il verso del campo elettrico generato tra le armature.
- Facendo riferimento al punto b), calcolare l'energia elettrica accumulata nel condensatore.

## Svolgimento

### Esercizio 1

- a) Poiché il campo elettrico è diretto come l'asse  $y$ , il potenziale corrispondente è  $V = -E \cdot y$ . Di conseguenza,

$$\Delta V = V_B - V_A = E \cdot (y_A - y_B) = -96\,000 \text{ V}$$

Osserviamo che, trovandosi più in basso, il punto  $A$  ha un potenziale maggiore rispetto a  $B$ . In generale, infatti, il potenziale elettrico diminuisce seguendo il verso del campo  $\vec{E}$ .

- b) Poiché il campo elettrico è uniforme, le corrispondenti superfici equipotenziali (cioè le superfici i cui punti si trovano tutti allo stesso potenziale) sono i piani perpendicolari a  $\vec{E}$ . Nel piano cartesiano hanno equazione  $y = h$ , al variare di  $h \in \mathbb{R}$ .
- 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, quando la carica  $q$  è ferma nell'origine, la velocità  $v$  e il potenziale  $V$  sono entrambi zero, dunque  $E = 0$ . Successivamente, essendo una carica negativa, si sposterà verso il basso lungo l'asse  $y$ . In base al principio di conservazione dell'energia abbiamo

$$0 = \frac{1}{2}mv^2 - qE \cdot y \quad \longrightarrow \quad y = \frac{mv^2}{2qE} = -937,5 \text{ m}$$

In conclusione, la carica  $q$  avrà raggiunto il punto di coordinate  $(0 \text{ m}, -937,5 \text{ m})$ .

### Esercizio 2

- a) Trattandosi di un'unica carica puntiforme, il corrispondente potenziale elettrico è dato da

$$V = k \frac{q}{r} \quad \longrightarrow \quad r = \frac{k \cdot q}{V} = 7,2 \text{ m}$$

dove  $r$  indica la distanza dalla carica  $q$ .

- b) Per definizione di energia potenziale elettrica, il lavoro compiuto sull'elettrone risulta

$$\begin{aligned} L_{A \rightarrow B} &= U_A - U_B \\ &= -e(V_A - V_B) \\ &= kqe \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right) = 2,3 \cdot 10^{-12} \text{ J} \end{aligned}$$

- c) L'energia potenziale complessiva del sistema è data dalla somma delle singole energie potenziali di ogni possibile coppia di cariche. Poiché le tre cariche sono identiche e si trovano alla stessa distanza  $\ell = 1 \text{ cm}$  l'una dall'altra, abbiamo

$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23} = 3 \cdot k \frac{q^2}{\ell} = 27,65 \text{ J}$$

### Esercizio 3

- a) Indicando con  $A$  l'area della superficie di ciascuna armatura e con  $d$  la distanza tra di esse, la capacità del condensatore può essere calcolata come

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} = \varepsilon_0 \frac{\pi r^2}{d} = 3,5 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

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

$$\Delta V = E \cdot d \quad \longrightarrow \quad E = \frac{\Delta V}{d} = 45\,000 \text{ V}$$

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

$$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = 1,42 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$