

## Prova scritta di Fisica II - 12 Settembre 2024

Nome \_\_\_\_\_ Cognome \_\_\_\_\_ Canale \_\_\_\_\_

Matricola \_\_\_\_\_ Ritirato/a

**Nota Bene:** Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordiate alcune formule e non abbiate tempo per ricavarle. Tenete presente che il solo scrivere la formula giusta trovata nel formulario per rispondere ad una domanda **non** porta ad avere alcun punteggio in quella domanda. Si ricorda anche che tutte le risposte vanno correttamente motivate, la sola risposta numerica non è sufficiente per avere punti relativi alla domanda in questione.

### Primo Esercizio

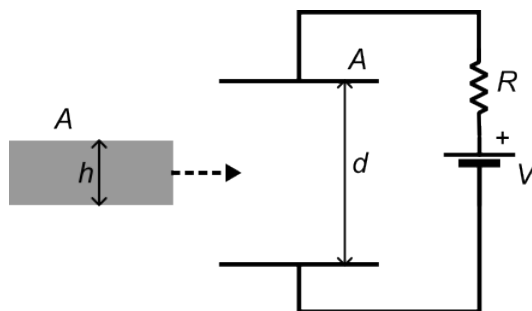


Figura 1: Circuito esercizio 1

Il circuito, mostrato in figura 1, è composto da un generatore di differenza di potenziale  $V = 5 \text{ V}$ , una resistenza  $R$  e un condensatore a facce piane e parallele di area  $A = 100 \text{ cm}^2$  poste a distanza  $d = 5 \text{ cm}$ . Calcolare:

1. La capacità del condensatore e la carica depositata sulle armature (**6 punti**).

In un secondo momento, viene inserita nel condensatore una lastra metallica di area  $A$  e altezza  $h = 1 \text{ cm}$ . Calcolare:

2. La nuova capacità e la variazione di carica sulle armature del condensatore (**6 punti**).

Successivamente, il generatore è rimosso e sostituito con un filo conduttore. Calcolare:

3. L'energia dissipata sulla resistenza  $R$  alla fine del processo di scarica del condensatore (**4 punti**).

### Secondo Esercizio

In un solenoide indefinito, formato da spire circolari con densità lineare di spire  $n = 10 \text{ cm}^{-1}$  e posto parallelo all'asse  $z$ , scorre una corrente  $i = 10 \text{ A}$  in verso orario ( figura 2 a destra). Al tempo  $t = 0$  viene inserita all'interno del solenoide una particella di carica  $q$ , massa  $m = 10^{-9} \text{ g}$  e velocità iniziale  $\vec{v}(0) = v_0 \cdot \hat{x}$ , e con modulo  $v_0 = 3 \text{ m/s}$ . La particella incomincia quindi a percorrere una circonferenza di raggio  $r = 5 \text{ cm}$  in verso orario (figura 2 a destra).

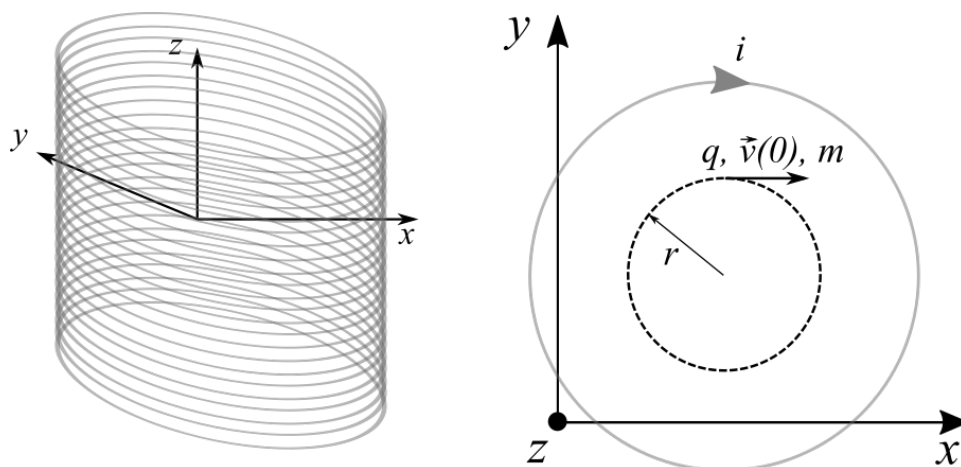


Figura 2: A sinistra, il solenoide indefinito posto parallelamente all'asse  $z$ . A destra, una porzione del solenoide visto dall'alto nel piano  $xy$ .

1. Determinare la carica (compresa di segno) della particella (**6 punti**);
2. Determinare dopo quanto tempo  $t^*$  la velocità della particella è diretta lungo  $\hat{y}$  (**6 punti**);
3. La corrente nel solenoide raddoppia di intensità. Determinare il modulo, la direzione e il verso che dovrebbe avere un campo magnetico esterno aggiuntivo  $\vec{B}_{\text{ext}}$  per mantenere la traiettoria della particella invariata (**4 punti**).

**Soluzione del primo esercizio**

1. La capacità di un condensatore piano è data dalla formula:

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = 1.77 \text{ pF}$$

La carica sulle facce del condensatore è quindi ricavata dalla formula:

$$Q = C \cdot \Delta V = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}$$

2. Il sistema adesso è equivalente a una serie di due condensatori piani  $C_1$  e  $C_2$  con area  $A$  e distanza  $\frac{d-h}{2}$ . La capacità totale sarà quindi:

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\varepsilon_0 A}{d-h} = 2.21 \text{ pF}$$

La carica sulle facce dei condensatori sarà quindi:

$$Q_s = C \cdot \Delta V = 1.11 \times 10^{-11} \text{ C}$$

La carica sulle facce aumenta quindi di  $0.22 \times 10^{-11} \text{ C}$ .

3. Nel circuito senza generatore scorrerà una intensità di corrente variabile dentro la resistenza che dissiperà l'energia immagazzinata nel condensatore sotto forma di calore. Alla fine del processo tutta l'energia del condensatore sarà quindi dissipata nella resistenza. L'energia dissipata è quindi pari all'energia potenziale del condensatore, data dalla formula:

$$U = \frac{Q^2}{2C} = 2.77 \times 10^{-11} \text{ J}$$

### Soluzione del secondo esercizio

1. Dato il verso della corrente, il campo generato dal solenoide è diretto lungo  $-\hat{z}$ , e il suo modulo vale

$$B = \mu_0 n i = 4\pi 10^{-3} \text{ T.}$$

Poiché la forza di Lorentz deve inizialmente essere diretta verso  $-\hat{y}$  la carica deve essere negativa. Per calcolarne il modulo sappiamo che  $r = mv/qB$  e quindi

$$q = \frac{mv}{rB} = 4.8 \times 10^{-9} \text{ C.}$$

2. Il valore di  $t^*$  è il tempo impiegato dalla particella a percorrere  $3/4$  di circonferenza, e quindi un angolo pari a  $\theta^* = 3/2\pi$ . Poiché la velocità angolare è  $\omega = qB/m = v/r$  e  $\theta = \omega t$ , si trova

$$t^* = \frac{3}{2} \frac{\pi r}{v} = 7.8 \times 10^{-2} \text{ s.}$$

3. Raddoppiando la corrente all'interno del solenoide si avrà un campo  $\vec{B}' = 2\vec{B}$ . Affinché la traiettoria della particella rimanga inalterata è necessario aggiungere un campo esterno che riporti il valore del campo totale a quello iniziale. Bisogna cioè fare in modo che  $\vec{B}' + \vec{B}_{\text{ext}} = 2\vec{B} + \vec{B}_{\text{ext}} = \vec{B}$  e quindi

$$\vec{B}_{\text{ext}} = -\vec{B}.$$

Il campo esterno deve quindi avere la stessa intensità del campo iniziale, stessa direzione ma verso opposto, cioè diretto verso  $\hat{z}$ .