

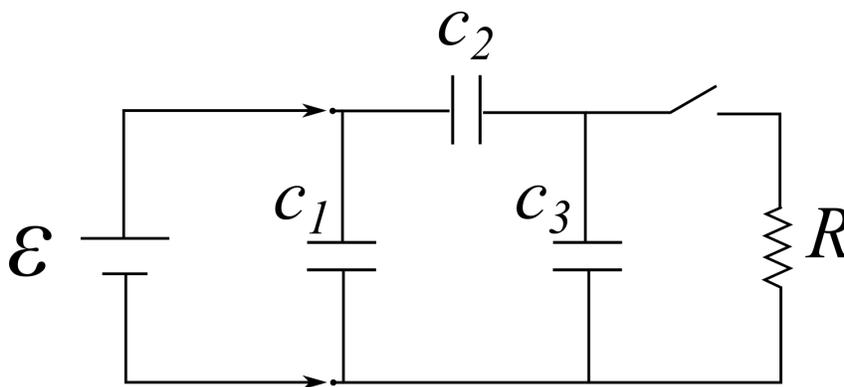
## Prova scritta di Fisica II - Appello Straordinario - 10 Novembre 2023

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

Matricola \_\_\_\_\_ Orale in questo appello  Ritirato/a

**Nota Bene:** Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordate 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



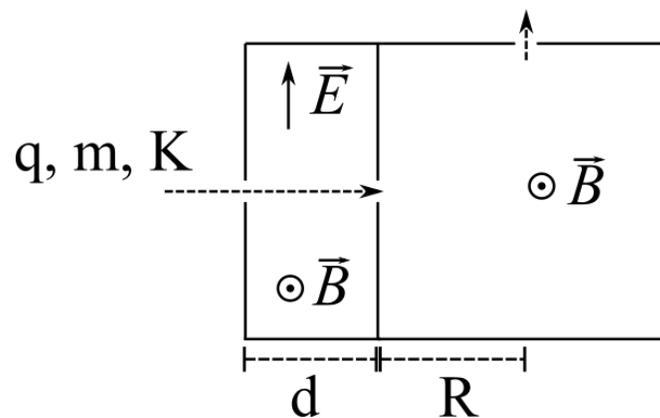
Il circuito di condensatori mostrato in figura ( $C_1 = 6 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 12 \text{ nF}$ ,  $C_3 = 4 \text{ nF}$ ) è inizialmente connesso ad un generatore che eroga una differenza di potenziale  $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ . In questa configurazione:

- Determinare la capacità equivalente “vista” dal generatore (**5 punti**).
- Determinare la carica immagazzinata in ciascuno dei condensatori (**5 punti**).

In un secondo momento, la batteria viene disconnessa e il circuito viene collegato ad una resistenza, a destra in figura.

- Determinare l'energia totale dissipata nella resistenza durante la scarica del circuito (**6 punti**). **Nota Bene:** non è necessario conoscere il valore di  $R$  per risolvere l'esercizio.

## Secondo Esercizio



Una particella di carica  $q$ , massa  $m$  ed energia cinetica  $K = 0.5 \times 10^{-5}$  J entra nell'apparato mostrato in figura, che consiste di due stadi: un selettore di velocità con campo elettrico di modulo  $E = 100$  V/m diretto verso l'alto e campo magnetico di modulo  $B = 1$  T uscente dal foglio, e una zona magnetica con lo stesso  $\vec{B}$ . La particella esce dall'apparato nella direzione mostrata in figura. Le dimensioni dell'apparato indicate in figura sono  $d = 10$  cm e  $R = 15$  cm.

1. Determinare la massa, la carica e la velocità della particella (**6 punti**).
2. Determinare il tempo che impiega la particella ad attraversare l'apparato (**5 punti**).
3. Determinare l'energia cinetica della particella in uscita (**5 punti**).

### Soluzione del primo esercizio

La capacità equivalente vista dal generatore è data dal parallelo di  $C_1$  con la serie di  $C_2$  e  $C_3$ :

$$C_{\text{eq}} = C_1 + \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = 9 \text{ nF}.$$

La differenza di potenziale ai capi di  $C_1$  è data da  $\mathcal{E}$ , dunque

$$Q_1 = C_1 \mathcal{E} = 6 \times 10^{-8} \text{ C}.$$

La differenza di potenziale ai capi della serie di  $C_2$  e  $C_3$  è anche data da  $\mathcal{E}$ , dunque

$$\frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} = \mathcal{E}.$$

D'altronde il conduttore che collega  $C_2$  e  $C_3$  è neutro, dunque dobbiamo avere  $Q_2 = Q_3$ , e quindi

$$Q_2 = Q_3 = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} \mathcal{E} = 3 \times 10^{-8} \text{ C}.$$

Prima di far scaricare il circuito, l'energia elettrostatica immagazzinata nei condensatori è pari a:

$$\begin{aligned} U &= \frac{Q_1^2}{2C_1} + \frac{Q_2^2}{2C_2} + \frac{Q_3^2}{2C_3} \\ &= \frac{C_1 \mathcal{E}^2}{2} + \frac{C_2 C_3^2}{2(C_2 + C_3)^2} \mathcal{E}^2 + \frac{C_2^2 C_3}{2(C_2 + C_3)^2} \mathcal{E}^2 \\ &= \frac{C_1 \mathcal{E}^2}{2} + \frac{C_2 C_3}{2(C_2 + C_3)} \mathcal{E}^2 \\ &= \frac{C_{\text{eq}} \mathcal{E}^2}{2} \end{aligned}$$

Alla fine del processo di scarica, l'energia immagazzinata nei condensatori è zero. Dunque l'energia dissipata nel resistore è proprio pari a  $C_{\text{eq}} \mathcal{E}^2 / 2 = 4.5 \times 10^{-7} \text{ J}$ .

### Soluzione del secondo esercizio

Le tre incognite si possono ricavare dalle tre seguenti equazioni:

$$K = \frac{mv^2}{2}$$

$$vB = E$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

che rappresentano, rispettivamente: la definizione dell'energia cinetica, il bilanciamento tra forza di Lorentz e forza di Coulomb nel selettore di velocità, e il raggio di ciclotrone nella zona magnetica. Occorre poi notare che, affinché la traiettoria sia come disegnata in figura, per la regola della mano destra la carica  $q$  deve essere negativa. Dunque si ottiene:

$$v = E/B = 100 \text{ m/s}$$

$$m = \frac{2K}{v^2} = 10^{-9} \text{ Kg}$$

$$q = -\frac{mv}{BR} = -6.7 \times 10^{-7} \text{ C}$$

La velocità all'interno dell'apparato rimane costante e uguale a  $v$ : né il selettore né la zona magnetica compiono lavoro sulla particella. D'altra parte, la lunghezza della traiettoria è pari a  $d + \pi R/2 = 33.6 \text{ cm}$ . Dunque il tempo necessario ad attraversare l'apparato è

$$t = \frac{d + \pi R/2}{v} = 3.36 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Per lo stesso motivo, l'energia cinetica in uscita è la stessa di quella in entrata ( $0.5 \times 10^{-5} \text{ J}$ ).