

Nome: Cognome: Matricola:

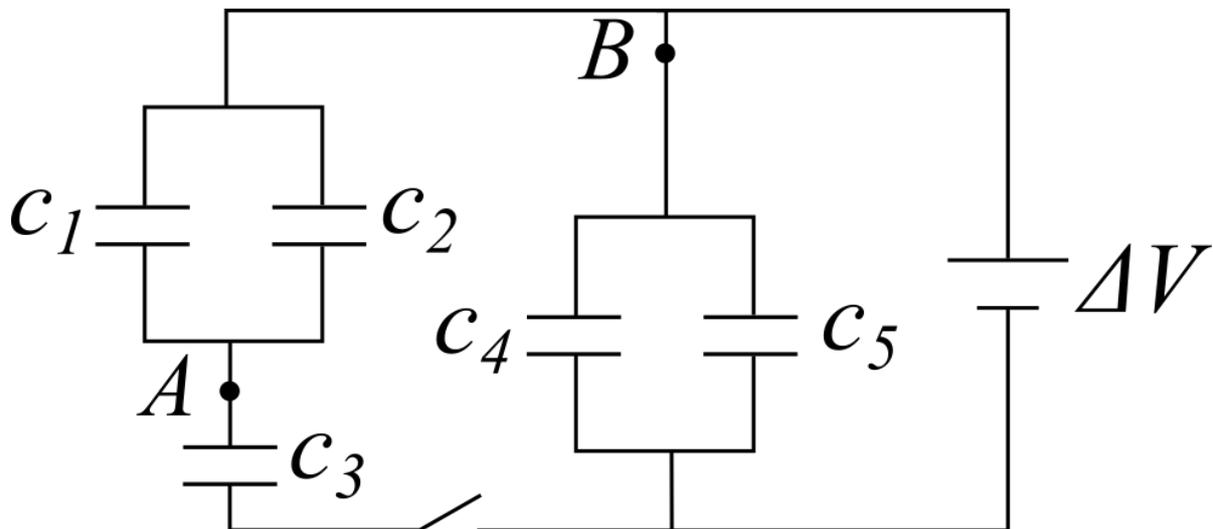
Tipologia: I esonero - II esonero - scritto

ESAME SCRITTO FISICA II - AA 2019/2020 - 22/01/2019

- Chi svolge tutto lo scritto ha **due ore** per svolgere gli esercizi
- Chi recupera uno dei due esoneri ha **un'ora** per svolgere gli esercizi
- Scrivete nome, cognome, matricola e ID del compito sui fogli che consegnate
- Chi si vuole ritirare può farlo ma *deve* consegnare questo foglio (che non verrà corretto)
- Sono vietati i telefoni: chiunque venga trovato ad utilizzare il telefono dovrà abbandonare l'aula

Elettricità

I condensatori in figura hanno valori $C_1 = 3 \text{ nF}$, $C_2 = 2 \text{ nF}$, $C_3 = 4 \text{ nF}$, $C_4 = 2 \text{ nF}$, $C_5 = 3 \text{ nF}$. Il circuito viene inizialmente chiuso.



1. Determinare il circuito equivalente (**5 punti**).

- Il circuito si riduce ad un unico condensatore equivalente posto ad una d.d.p. ΔV . Il ramo di sinistra ha capacità equivalente

$$C_{\text{eq}}^s = \frac{(C_1 + C_2)C_3}{C_1 + C_2 + C_3} = 2.22 \text{ nF}$$

mentre per quello di destra si ha

$$C_{\text{eq}}^d = C_4 + C_5$$

e quindi la capacità equivalente totale vale

$$C_{\text{eq}} = C_{\text{eq}}^s + C_{\text{eq}}^d = 7.22 \text{ nF}$$

2. Determinare la differenza di potenziale tra i punti A e B (**6 punti**).

- La d.d.p. richiesta è quella ai capi del parallelo di C_1 e C_2 , che hanno capacità equivalente $C_{\text{eq}^a} = C_1 + C_2 = 5 \text{ nF}$. Per trovarla è quindi sufficiente calcolare la carica q^a presente sulle sue armature e dividerla per la capacità. Poiché C_{eq^a} e C_3 sono connessi in serie, q^a è la quantità di carica presente sul condensatore equivalente C_{eq^s} . Si trova quindi

$$q^a = C_{\text{eq}^s} \Delta V = 22.2 \times 10^{-9} \text{ C},$$

e quindi

$$\Delta V_{AB} = \frac{q^a}{C_{\text{eq}^a}} = \frac{C_{\text{eq}^s} \Delta V}{C_{\text{eq}^a}} = 4.44 \text{ V}$$

3. L'interruttore viene aperto e C_3 riempito completamente con un materiale dielettrico con $\kappa = 4$. Calcolare la carica e la differenza di potenziale ai capi di C_3 . **(5 punti)**.

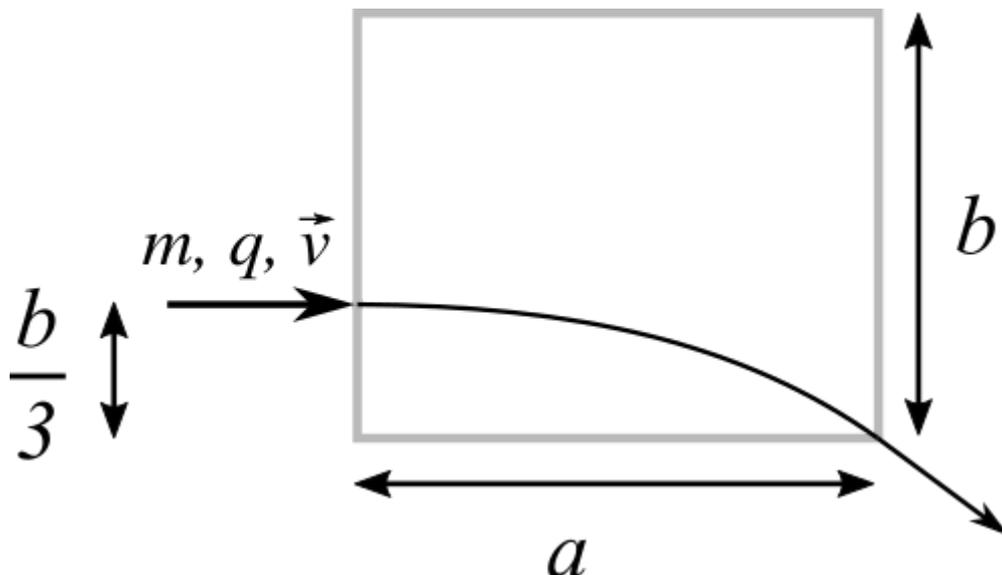
- Poiché scollegiamo il generatore prima di aggiungere l'isolante, la carica presente sul condensatore ($q_3 = q^a = 22.2 \text{ nC}$) rimane invariata. La d.d.p. si trova dalla definizione di capacità, e vale (ricordando che ora la capacità vale $C'_3 = \kappa C_3$)

$$\Delta V'_3 = \frac{q_3}{\kappa C_3} = 1.39 \text{ V}$$

\newpage

Magnetismo

Un solenoide di sezione rettangolare di lati $a = 15 \text{ cm}$ e $b = 10 \text{ cm}$ ha una densità di spire $n = 17 \text{ cm}^{-1}$, possiede un'induttanza $L = 9 \text{ H}$ ed è percorso da una corrente i . Una particella di massa $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, carica $q = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ e velocità $v = 10^4 \text{ m/s}$ entra all'interno del solenoide nel punto posto a distanza $b/3$ dallo spigolo in basso a sinistra e ne riesce nello spigolo in basso a destra (vedi figura).



1. Determinare l'intensità ed il verso della corrente ed il modulo, la direzione ed il verso del campo magnetico all'interno del solenoide **(6 punti)**.
 - Dato il segno della carica e la traiettoria della particella, il campo deve essere uscente se $q > 0$ ed entrante se $q < 0$ rispetto al foglio. Coerentemente, la corrente deve scorrere in senso antiorario se $q > 0$, orario altrimenti. Notiamo che vale la costruzione geometrica

$$a^2 + (R - b/3)^2 = R^2$$

dove R è il raggio di curvatura, che quindi vale

$$R = \frac{3}{2} \frac{a^2}{b} + \frac{b}{6} = 0.35 \text{ m.}$$

Conoscendo R possiamo ottenere il valore del modulo del campo magnetico:

$$B = \frac{mv}{qR} = 2.95 \times 10^{-4} \text{ T}$$

da cui ricaviamo la corrente:

$$i = \frac{B}{\mu_0 n} = 0.14 \text{ A}$$

2. Calcolare il tempo che la particella trascorre all'interno del solenoide (**5 punti**).

- Ricordando che $\theta = \omega t$, dove ω è la velocità angolare e θ è l'angolo spazzato dalla traiettoria. Il seno di quest'ultimo è legato al rapporto tra cateto ed ipotenusa, cioè

$$\sin \theta = \frac{a}{R} = 0.42$$

e quindi $\theta = 0.44$ rad. La velocità angolare è

$$\omega = \frac{qB}{m} = \frac{v}{R} = 2.82 \times 10^4 \text{ rad/s}$$

e quindi si trova

$$t = \frac{\theta}{\omega} = 0.15 \times 10^{-4} \text{ s}$$

3. Un interruttore che collega il solenoide al generatore viene aperto. Sapendo che nei primi 0.1 secondi la corrente passa dall'intensità iniziale (calcolata precedentemente) a 10 mA, determinare il valore della resistenza R' presente tra i due poli dell'interruttore (**5 punti**).

- La legge oraria della corrente è $i(t) = i e^{-\frac{t}{\tau}}$, con $\tau = L/R'$. Poiché $i(0.1 \text{ s}) = 10 \text{ mA}$, si trova

$$R' = \frac{L}{0.1 \text{ s}} \log \left(\frac{i}{10 \text{ mA}} \right) = 236 \Omega$$