Nome: .... **Cognome:** .... **Matricola:** ....

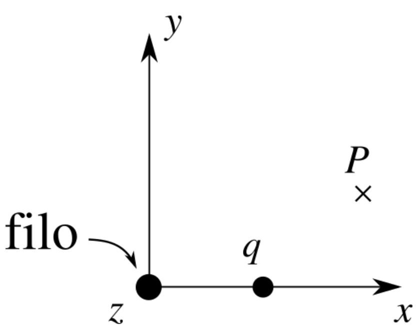
Tipologia: ☐ I esonero - ☐ II esonero - ☐ scritto

ESAME SCRITTO FISICA II - AA 2019/2020 - 12/02/2020

- 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

Un filo indefinito, caricato con densità di carica lineare $\lambda > 0$, è posto parallelo a $\hat{z}$ e passa per l'origine (vedi figura). Il campo che genera ad una distanza $d = 50$ cm vale $E(d) = 36$ V/m. Una carica puntiforme $q = 10^{-9}$ C si trova nel punto $(x_0, 0, 0)$, con $x_0 = 10$ cm.



1. Calcolare il valore di λ **(4 punti)**.
   - Il modulo del campo generato da un filo posto a distanza d è

   $$E(d) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d}$$

   e quindi

   $$\lambda = 2\pi\epsilon_0 d E(d) = 10^{-9}\,\mathrm{C/m}$$

2. Determinare l'espressione del campo elettrico nel punto $P = (2x_0, x_0, 0)$ **(6 punti)**.
   - Per il principio di sovrapposizione il campo totale è dato dalla somma dei campi dovuti al filo ed alla carica. Il primo vale

   $$\vec{E}_f = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0}\frac{\hat{r}_f}{r_f}$$

   dove $r_f = \sqrt{5}x_0$ e $\hat{r}_f = \frac{1}{\sqrt{5}}(2, 1, 0)$. Il campo dovuto alla carica è

   $$\vec{E}_q = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\frac{\hat{r}_q}{r_q^2}$$

   dove $r_q = \sqrt{2}x_0$ e $\hat{r}_q = \frac{1}{\sqrt{2}}(1, 1, 0)$.

3. La carica q viene spostata nel punto $(2x_0, x_0, 0)$. Calcolare il lavoro compiuto dalla forza elettrostatica **(6 punti)**.

- Per calcolare il lavoro possiamo utilizzare la relazione $W = q\Delta V$, dove la differenza di potenziale vale

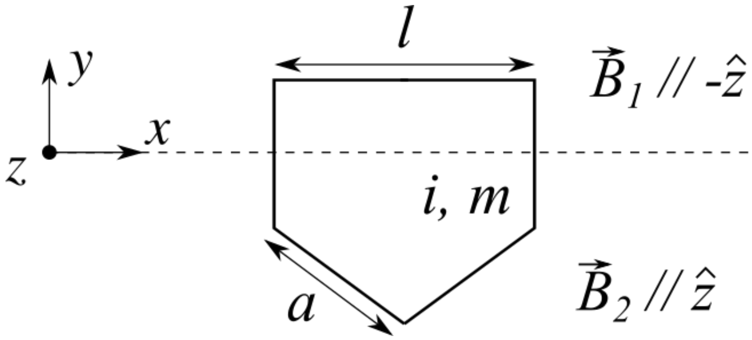
$$\Delta V = \int \_r_0{}^{r_1} \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \log\left(\frac{r_1}{r_0}\right) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \log\sqrt{5}$$

dove $r_0 = x_0$ è la distanza iniziale e $r_1 = \sqrt{5}x_0$ quella finale. Per il lavoro vale quindi

$$W = \frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0} \log\sqrt{5} = 1.45 \times 10^{-8}\ \mathrm{J}$$

Magnetismo

Una spira di forma pentagonale ($l = 10$ cm, $a = 6$ cm) ha massa $g = 10$ g, è percorsa da una corrente i ed è posta, in equilibrio, in una regione di spazio in cui sono presenti due campi magnetici aventi direzione $\hat{z}$. Per $y < 0$ il campo vale $\vec{B}_2 = B_2\hat{z}$, con $B_2 = 0.6$ T, mentre per $y > 0$ il campo vale $\vec{B}_1 = -B_1\hat{z}$, con $B_1 = 0.4$ T. **Nota Bene:** la forza peso agisce lungo $-\hat{y}$ e la lunghezza dei lati verticali è ininfluente.



1. Determinare verso e intensità di i **(5 punti)**.
   - I due campi hanno verso opposto ma, poiché la corrente scorre in verso opposto nel segmento in alto e nei due in basso, genereranno forze magnetiche con uguale verso. Affinché queste forze siano dirette verso l'alto la corrente deve scorrere in senso antiorario. Ricordando che la forza magnetica è data da $\vec{F} = i\vec{s} \times \vec{B}$, dove $\vec{s}$ è il vettore che congiunge il primo e l'ultimo punto del segmento, il bilancio delle forze è
   $$il(B_2 + B_1) = mg$$
   e quindi
   $$i = \frac{mg}{l(B_1 + B_2)} = 0.981\,\mathrm{A}$$
2. Determinare il modulo della forza magnetica agente sul segmento diagonale in basso a sinistra **(5 punti)**.
   - Usando di nuovo la definizione di forza magnetica si trova
   $$F = iaB_2 = 0.035\,\mathrm{N}$$
3. Il verso del campo $\vec{B}_1$ viene invertito, lasciando inalterata sia la sua intensità che quella della corrente che scorre nella spira. Determinare il nuovo valore del modulo che $\vec{B}_2$ deve avere per far sì che la spira rimanga in equilibrio **(6 punti)**.
   - Il nuovo equilibrio è dato da
   $$ilB_2 = mg + ilB_1$$
   e quindi
   $$B_2 = \frac{mg}{il} + B_1 = 1.4\,\mathrm{T}$$