

PRIMO SCRITTO- 18 GENNAIO 2022

Esercizio 1

Quattro protoni sono disposti ai vertici di un quadrato di lato $d = 10^{-8}\text{m}$, come mostrato in figura 1. Un elettrone viene posto sull'asse \hat{x} perpendicolare al piano del quadrato e passante per il suo centro O . Calcolare:

- Il valore del potenziale elettrico generato dai quattro protoni su tutto l'asse \hat{x} , in funzione della distanza dal centro del quadrato (**4 punti**).
- La forza $\vec{F}_e(x)$ agente sull'elettrone in funzione della sua coordinata x sull'asse \hat{x} , prendendo come origine dell'asse il centro O del quadrato (**4 punti**).

Dimostrare che per $|x| \ll d$, la forza agente sull'elettrone vale approssimativamente

$$\vec{F}_e(x) = -kx\hat{x} ,$$

e determinare il valore della costante k (**3 punti**).

Carica elettrica del protone: $e_p = 1.602 \times 10^{-19}\text{C}$.

Costante dielettrica del vuoto: $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\text{F m}^{-1}$.

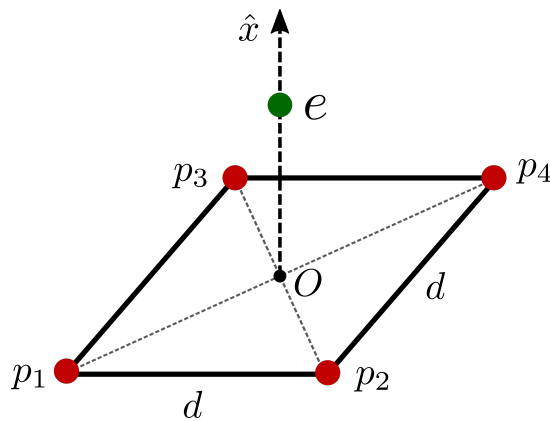


Figura 1

Esercizio 2

Una lamina sottile, conduttrice ed infinita, è percorsa da una densità lineare di corrente \vec{J}_ℓ di modulo $|\vec{J}_\ell| = 2 \text{ A m}^{-1}$. Ad una distanza $d = 4 \text{ m}$ dal piano della lamina, è presente un filo conduttore infinito, parallelo alla lamina, in cui scorre una corrente $i_f = 4 \text{ A}$ nella stessa direzione e verso di \vec{J}_ℓ , come mostrato in figura 2. Calcolare

- Il campo magnetico \vec{B}_ℓ generato dalla lamina in tutto lo spazio (**3 punti**)
- La forza per unità di lunghezza agente sul filo conduttore (**3 punti**).
- Il campo magnetico totale \vec{B} nel piano ortogonale alla lamina e passante per il filo conduttore, individuando in quali punti del piano il campo magnetico \vec{B} è nullo (**5 punti**).

Permeabilità magnetica del vuoto: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$.

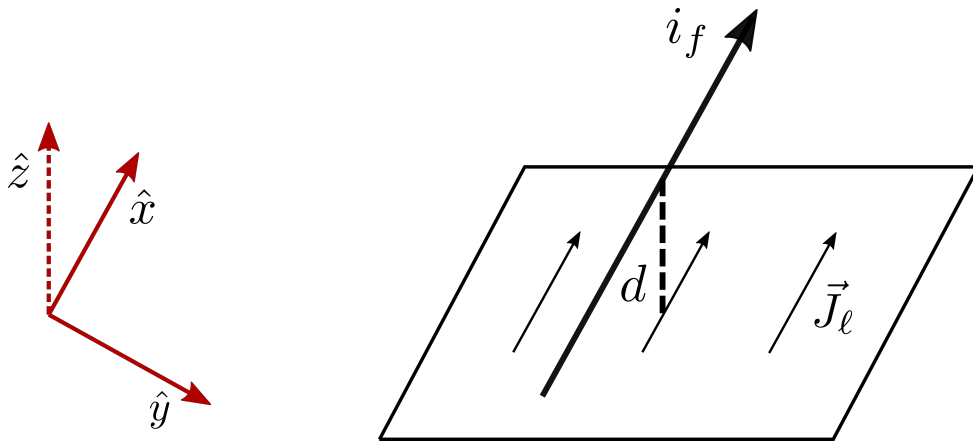


Figura 2

Esercizio 3

Una spira quadrata di lato $L = 20$ cm, massa m e resistenza $R = 0.1 \Omega$ si trova su un piano $x - y$ dove è presente un campo magnetico $\vec{B} = kx\hat{z}$ con $k = 1 \text{ T m}^{-1}$. Sulla spira agisce una forza esterna di modulo costante $\vec{F}_e = F_e\hat{x}$ con $F_e = 2 \text{ N}$, come mostrato in figura 3.

- Calcolare la forza elettromotrice $\mathcal{E}(t)$ indotta nella spira, in funzione della sua velocità $\vec{v}(t) = v(t)\hat{x}$ ed indicare il verso della corrente indotta $i(t)$ (**4 punti**).
- Determinare l'accelerazione $a(t) \equiv dv(t)/dt$ della spira lungo \hat{x} in funzione della sua velocità $v(t)$ (**3 punti**).
- Calcolare il valore limite v^* della velocità della spira, ed il valore limite i^* della corrente indotta (**4 punti**).

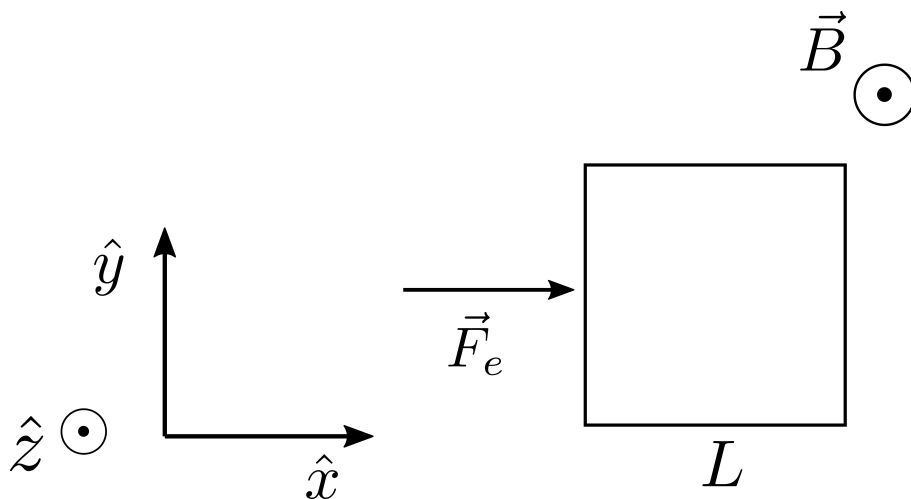


Figura 3