

Corso di
COMPLEMENTI DI FISICA

Prof. Gianluca Grignani

Problem Set 3

1. Calcolare i campi elettrico \vec{E} e magnetico \vec{B} generati da una carica e in moto uniforme sfruttando la trasformazione di Lorentz tra il sistema di riferimento del laboratorio \mathcal{K} , in cui la carica si muove, e il sistema di riferimento solidale con la carica \mathcal{K}' . Calcolare inoltre in \mathcal{K} il flusso del vettore di Poynting attraverso una superficie sferica centrata sulla carica.
2. Si consideri il diagramma spazio-temporale in Figura 1 della corrente su un tratto di filo.

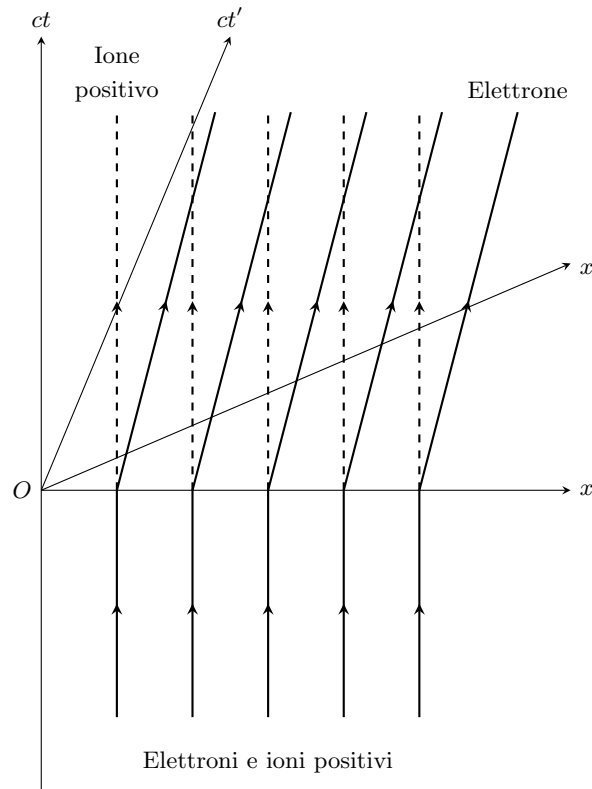


Figura 1

- a) Dimostrare che le linee di universo degli elettroni sono parallele all'asse ct prima che la f.e.m. sia applicata a $t = 0$.
- b) Dimostrare che le linee di universo degli elettroni sono inclinate rispetto all'asse ct dopo che la f.e.m. è stata applicata a $t = 0$.
- c) Dimostrare che le linee di universo degli ioni positivi sono parallele all'asse ct quando $t < 0$ e $t > 0$.
- d) Si consideri un altro tratto del circuito in cui gli elettroni si muovono in \mathcal{K} nella direzione opposta a quella mostrata nel diagramma. Disegnare le linee di universo per $t > 0$ e dimostrare che questo tratto di filo ha una densità di carica negativa in \mathcal{K}' sebbene sia neutro in \mathcal{K} .

3. Si considerino due distribuzioni lineari di carica opposte e parallele (con densità lineare di carica $\pm\lambda$, $\lambda > 0$), sufficientemente vicine da poter essere considerate come un sistema continuo (si veda Figura 2). Nel sistema di riferimento del laboratorio \mathcal{K} la distribuzione di cariche positive (negative) si muove verso destra (sinistra) con velocità v . Una carica q distante s dalle due distribuzioni si muove verso destra con velocità u ($< v$). Si calcoli la densità lineare di carica totale delle due distribuzioni nel sistema di riferimento \mathcal{K}' solidale alla carica q e la forza elettrica che viene quindi esercitata sulla carica q . Si mostri che tale forza corrisponde nel sistema \mathcal{K} alla forza dovuta al campo magnetico generato dalle cariche in moto delle due distribuzioni.

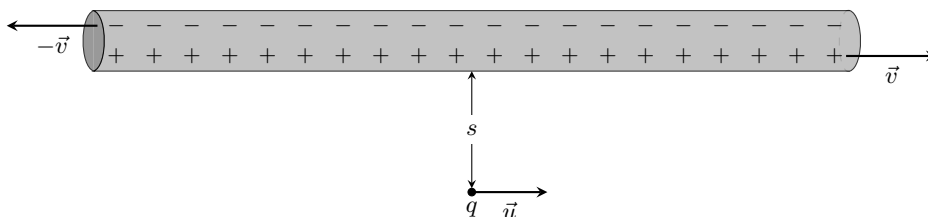


Figura 2

4. (a) Si considerino due cariche puntiformi uguali e separate da una distanza $2a$ e si costruisca il piano equidistante dalle due cariche; integrando il tensore degli sforzi di Maxwell su questo piano, si determini la forza esercitata da ciascuna carica sull'altra.
 (b) Si ripeta il calcolo nel caso di cariche di segno opposto.
5. Utilizzando il tensore degli sforzi di Maxwell si calcoli la forza di attrazione magnetica tra gli emisferi nord e sud di un guscio sferico uniformemente carico (densità di carica σ) di raggio R che ruota con velocità angolare ω .
6. Un lungo cavo coassiale di lunghezza l , costituito da un conduttore interno di raggio a e uno esterno di raggio b , è connesso per un'estremità ad una batteria e per l'altra ad un resistore. Il conduttore interno ha una distribuzione di carica per un unità di lunghezza λ uniforme e trasporta una corrente I costante verso destra; il conduttore esterno ha carica e corrente opposte. Qual è l' impulso elettromagnetico contenuto nei campi?

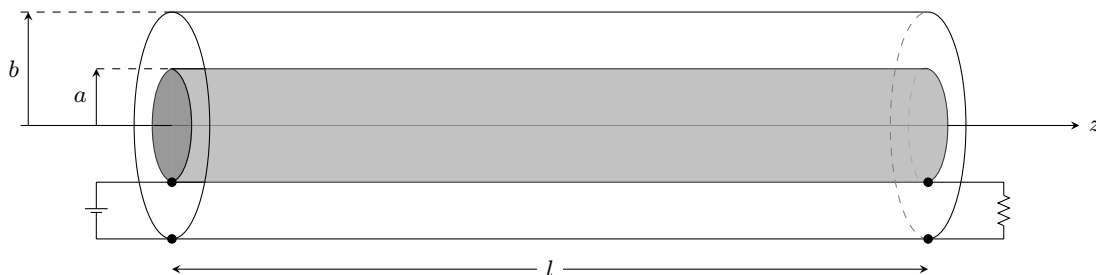


Figura 3

7. Una sfera di raggio R ha una polarizzazione uniforme \vec{P} e una magnetizzazione uniforme \vec{M} (non necessariamente nella stessa direzione). Si ricavi l' impulso elettromagnetico per questa configurazione.

8. Si scriva l'Hamiltoniana per una particella carica in moto in un campo elettromagnetico esterno.
9. **Macchina unipolare** – Si consideri una sbarra di ferro molto lunga (al limite infinita) in moto traslatorio lungo l'asse x con velocità costante v , figura 4. Si supponga che la sbarra sia magnetizzata nella direzione dell'asse y in modo che la sua superficie superiore rappresenti il polo nord e la superficie inferiore il polo sud. Un filo conduttore con due contatti (A e B) striscianti sulla sbarra sia posto sopra alla sbarra.
- a) Determinare il campo elettrico che si crea perchè la sbarra magnetizzata in movimento diventa anche polarizzata.
- b) Calcolare la f.e.m generata da questo campo elettrico.
- c) Scrivere la f.e.m in termini del campo magnetico generato dalla sbarra.

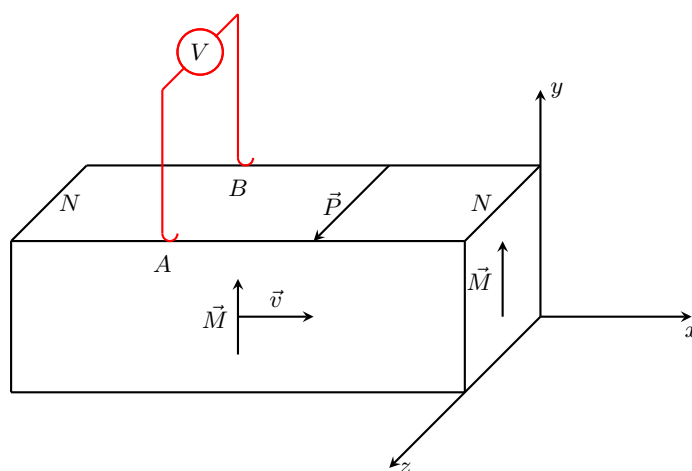


Figura 4: Sbarra di ferro magnetizzata in moto.