1. Una particella carica è sottoposta a una forza di $2{,}2 \cdot 10^{-4}\ N$ quando si muove perpendicolarmente a un campo magnetico con una velocità di 27 m/s. Qual è l'intensità della forza che agisce sulla particella quando questa si muove con una velocità di 6,3 m/s a un angolo di 25° rispetto al campo magnetico?

$$F_1 = 2{,}2 \cdot 10^{-4}\ N \qquad v_1 = 27\ m/s \qquad v_2 = 6{,}3\ m/s \qquad \alpha = 90° \qquad \beta = 25° \qquad F_2?$$

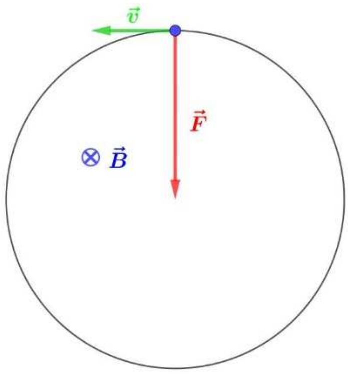
Applico la legge di Lorentz, ricavando il campo magnetico con i dati del primo caso e sostituendolo per determinare la forza nel secondo caso:

$$F_1 = qv_1 B \sin\alpha = qv_1 B \quad \Rightarrow \quad B = \frac{F_1}{qv_1}$$
$$F_2 = qv_2 B \sin\beta = qv_2 \frac{F_1}{qv_1} \sin\beta = F_1 \frac{v_2}{v_1} \sin\beta = \mathbf{2{,}2 \cdot 10^{-5}\ N}$$

2. Una particella carica entra in un campo magnetico uniforme, entrante nel foglio, seguendo una traiettoria circolare in senso orario.
   A. La particella è carica positivamente o negativamente? Giustifica la risposta.
   B. Supponi che il campo magnetico abbia un'intensità di 0,180 T, che la velocità della particella sia $6{,}0 \cdot 10^6\ m/s$ e che il raggio della sua traiettoria sia 52,0 cm. Calcola la massa della particella sapendo che la sua carica ha valore assoluto pari a $1{,}60 \cdot 10^{-19}\ C$. Esprimi il risultato in unità di massa atomica u, dove $1\ u = 1{,}67 \cdot 10^{-27}\ kg$.

$$B = 0{,}180\ T \qquad v = 6{,}0 \cdot 10^6\ m/s \qquad R = 52{,}0\ cm \qquad q = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ C \qquad m?$$

A. Per la regola della mano destra, riportata nel disegno a lato, la particella, con un campo magnetico uniforme entrante nel foglio, dovrebbe seguire una traiettoria circolare in verso antiorario. Siccome la circonferenza, stando a quanto riportato nel testo, è percorsa in senso orario, ne possiamo dedurre che la particella sia carica **negativamente**.



B. Considerando che la forza è centripeta, ovvero $F = m\frac{v^2}{R}$ e che è una forza di Lorentz, $F = qvB \sin\alpha$ con $\alpha = 90°$, otteniamo:

$$m\frac{v^2}{R} = qvB \quad \Rightarrow \quad m = \frac{qBR}{v} = \mathbf{1{,}5\ u}$$

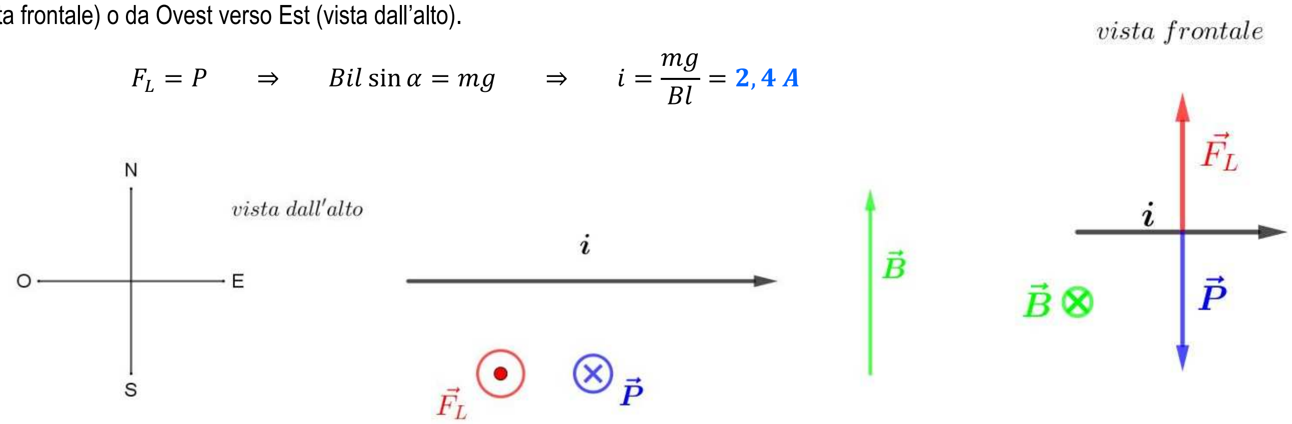
Otteniamo il valore in unità di massa atomica, dividendo per il valore di un'unica massa atomica.

3. Una sottile barretta di rame lunga 3,6 m ha una massa pari a 0,75 kg ed è appesa a due fili conduttori flessibili e orientata nella direzione Est-Ovest. Se la barretta è immersa in un campo magnetico di intensità 0,84 T, con verso da Sud a Nord, qual è la corrente minima in grado di sollevare la barretta? Quale deve essere il verso della corrente?

$$l = 3{,}6\ m \qquad m = 0{,}75\ kg \qquad B = 0{,}84\ T \qquad \alpha = 90° \qquad i?$$

La corrente minima in grado di sollevare la barretta è quella che genera una forza di Lorentz pari alla forza peso della barretta. Per la regola della mano destra, la corrente si muoverà da sinistra verso destra (vista frontale) o da Ovest verso Est (vista dall'alto).

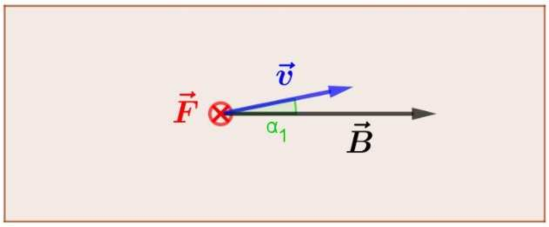
$$F_L = P \quad \Rightarrow \quad Bil \sin\alpha = mg \quad \Rightarrow \quad i = \frac{mg}{Bl} = \mathbf{2{,}4\ A}$$



4. Un solenoide lungo 20,0 cm è formato da 200 spire ed è attraversato da una corrente di 3,25 A. Calcola l'intensità della forza esercitata su una particella dotata di una carica di $15{,}0\ \mu C$ che si muove all'interno del solenoide a una velocità di 1050 m/s, con un'inclinazione di 11,5° rispetto all'asse del solenoide.
   A. Quali sono intensità, direzione e verso della forza agente sulla carica?
   B. Per raddoppiare la forza modificando la direzione della velocità, quanto dovrebbe valere il nuovo angolo formato dalla velocità con l'asse del solenoide?

$$l = 20{,}0\ cm \qquad N = 200 \qquad i = 3{,}25\ A \qquad q = 15{,}0\ \mu C \qquad v = 1050\ m/s \qquad \alpha_1 = 11{,}5° \qquad \vec{F}?$$
$$Se\ F' = 2F \qquad \alpha_2?$$

A. Per la regola della mano destra, come indicato nell'immagine a lato, la forza è **perpendicolare** al piano contenente il campo magnetico e la velocità, con **verso entrante**. Possiamo determinarne il modulo, a partire dalla formula della forza di Lorentz e ricordando che il campo magnetico è quello di un solenoide:



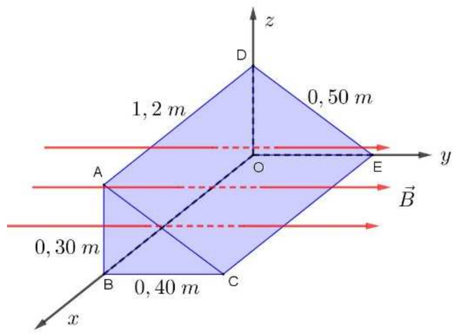
$$F = qvB\sin\alpha_1 = qv\,\mu_o\frac{N}{l}i\ \sin\alpha_1 = \mathbf{1,28\cdot 10^{-5}\ N}$$

B. Raddoppiando la forza e mantenendo costanti la velocità e tutto il resto, possiamo vedere come si modifica l'angolo:

$$F' = qvB\sin\alpha_2 = 2qvB\sin\alpha_1 \quad\Rightarrow\quad \sin\alpha_2 = 2\sin\alpha_1 \quad\Rightarrow\quad \alpha_2 = \operatorname{asin}(2\sin\alpha_1) = \mathbf{23,5°}$$

5. Un oggetto con cinque facce, le cui dimensioni sono riportate in figura, è posto in un campo magnetico uniforme di 0,25 T che punta nel verso crescente dell'asse y. Calcola il flusso magnetico attraverso ciascuna delle cinque superfici.

Per la direzione del campo magnetico, nel caso delle facce ABC, DOE e BCEO, il campo magnetico è perpendicolare al vettore superficie, quindi il flusso attraverso queste facce è nullo: $\Phi_{BCEO} = \Phi_{ABC} = \Phi_{DOE} = \mathbf{0\ Wb}$.
Nel caso della faccia ABOD, il campo magnetico è il vettore superficie sono paralleli, perciò, per la definizione di flusso: $\Phi_{ABOD} = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS = \mathbf{-0,09\ Wb}$ (l'area si calcola semplicemente, visto che si tratta di un rettangolo). Il risultato è negativo, visto che il vettore superficie è uscente dalla superficie chiusa.
Per il teorema di Gauss per il campo magnetico, il flusso attraverso una superficie chiusa è nullo, perciò:



$$\Phi_{BCEO} + \Phi_{ABC} + \Phi_{DOE} + \Phi_{ABOD} + \Phi_{ACED} = 0 \quad\Rightarrow$$
$$\Phi_{ACED} = -\Phi_{ABOD} = \mathbf{0,09\ Wb}$$

6. Un filo rettilineo percorso da corrente genera un campo magnetico la cui intensità vale $3{,}9\cdot 10^{-4}\ T$ a $4{,}5\ cm$ dal filo stesso. Calcola la circuitazione del campo magnetico lungo una curva chiusa attorno al filo.

$$B = 3{,}9\cdot 10^{-4}\ T \qquad R = 4{,}5\ cm \qquad \Gamma?$$

Dal valore del campo magnetico di un filo percorso da corrente, possiamo determinare la corrente usando la formula inversa:

$$B = \frac{\mu_o}{2\pi R}i \quad\Rightarrow\quad i = \frac{2\pi RB}{\mu_o}$$

Con il teorema di Ampère, possiamo calcolare la circuitazione del campo magnetico, visto che la corrente è concatenata alla curva chiusa attorno al filo:

$$\Gamma = \mu_o i = \mu_o\frac{2\pi RB}{\mu_o} = 2\pi RB = \mathbf{1,1\cdot 10^{-4}\ Tm}$$