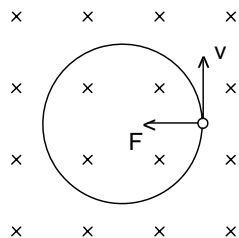
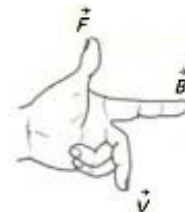


1. Una partícula alfa ha entrat a dins d'un camp magnètic $B = 0,4 \text{ T}$ (tesles) amb una velocitat $v = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. El vector inducció magnètica \vec{B} és perpendicular a la velocitat \vec{v} . Dibuixa les línies de camp magnètic que penetrin el paper, la trajectòria de la partícula i, en un punt de la trajectòria, la velocitat i la força. Calcula la força, el radi de la trajectòria i la freqüència de rotació. Dades: $m_\alpha = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $q_\alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

La força que rep una partícula de massa m carregada amb una càrrega q quan es mou per dins d'un camp magnètic d'inducció B i que entre la velocitat i el camp hi ha un angle α és:

$$F = qvB \sin \alpha$$



La direcció i sentit de la força ens els dona la llei de la mà esquerra:
Aquí l'angle és $\alpha = 90^\circ$. La càrrega d'una partícula alfa ${}^4_2\alpha^{2+} = {}^4_2\text{He}^{2+}$ és dues vegades la de l'electró: $q_\alpha = 2 \cdot q_e = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. La força serà:

$$F = qvB \sin \alpha = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,4 \cdot \sin 90^\circ = 2,56 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

Per trobar el radi escriurem la segona llei del MCU amb la força magnètica (aquí $\sin \alpha = 1$):

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

$$\rightarrow qBr = mv \rightarrow r = \frac{mv}{qB} = \frac{6,7 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^5}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,4} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

Per trobar la freqüència: $qBr = mv \rightarrow qBr = m\omega r \rightarrow qB = m2\pi f \rightarrow f = \frac{qB}{2\pi m} = \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,4}{2\pi \cdot 6,7 \cdot 10^{-27}} = 3,04 \cdot 10^6 \text{ Hz}$

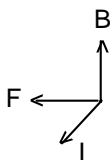
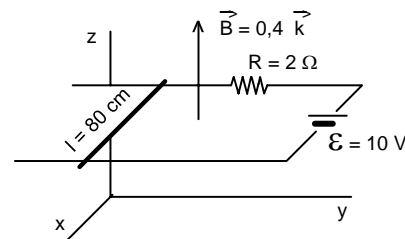
2. Calcula la força que rep la barra de la figura.

Hi circula una intensitat: $I = \frac{V}{R} = \frac{10}{2} = 5 \text{ A}$

La força que fa un camp magnètic B sobre un tros de fil de longitud l pel qual circula una intensitat I quan entre el camp i la intensitat hi ha un angle α , ens la dona la fórmula:

$$F = IlB \sin \alpha$$

$$\rightarrow F = IlB \sin \alpha = 5 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \sin 90^\circ = 1,6 \text{ N}$$



La direcció i sentit ens els dona la llei de la mà esquerra:

El vector força serà: $\vec{F} = -1,6 \vec{j} \text{ N}$

3. Un protó passa per un selector de velocitats que té un camp magnètic $B = 0,05 \text{ T}$ i un camp elèctric $E = 300.000 \text{ N/C}$. Calcula la velocitat amb què ha sortit del selector i el radi de la trajectòria que fa posteriorment per un camp magnètic perpendicular $B' = 0,2 \text{ T}$.

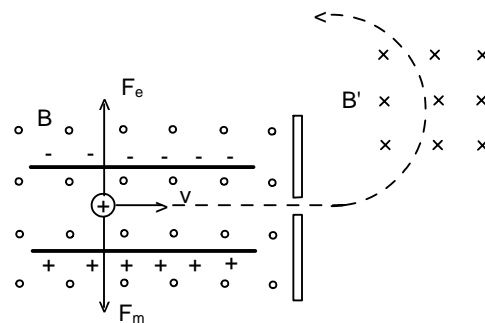
Dades: $m_{\text{proto}} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $q_{\text{proto}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Per poder passar pel selector de velocitats, cal que la trajectòria del protó sigui recta, per això la força magnètica ha de ser igual que la força elèctrica.

$$F_e = F_m \rightarrow qE = qvB \rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{300.000}{0,05} = 6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Quan passa pel segon camp magnètic la força magnètica li fa fer un MCU. Aquí la força centrípeta és la força magnètica:

$$F_m = F_c \rightarrow qvB = m \frac{v^2}{r} \rightarrow r = \frac{mv}{qB'} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \cdot 6 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2} = 0,319 \text{ m} = 3,2 \text{ cm}$$



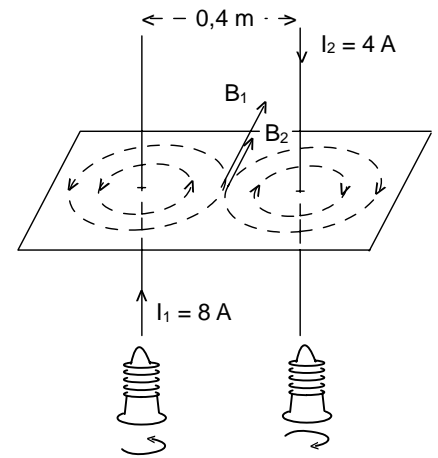
4. Dos fils verticals, paral·lels, indefinits, tenen intensitats de corrent de sentit contrari. La distància entre ells és de 40 cm. Pel primer hi puja una intensitat $I_1 = 8 \text{ A}$ i pel segon hi baixa $I_2 = 4 \text{ A}$.

a) Calcula la inducció magnètica en un punt entremig dels dos fils i equidistant de tots dos.

b) Si per aquest punt entremig hi passa un tercer fil paral·lel als anteriors, amb una intensitat $I = 2 \text{ A}$ en sentit de pujada, calcula la força que rebrà cada centímetre d'aquest fil per causa dels camps creats pels altres dos.

Dada: Constant de permeabilitat magnètica: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$

a) Els corrents elèctrics rectilinis indefinits creen un camp magnètic al seu voltant en direcció perpendicular. El sentit ens ve donat per la llei del cargol. El cargol avança com la intensitat de corrent i el sentit de rotació ens dona el sentit de la inducció magnètica B . A la figura veiem que la inducció resultant B serà un vector suma de les dues induccions B_1 i B_2 .



a) El mòdul de la inducció és:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi 10^{-7} \cdot 8}{2\pi 0,2} + \frac{4\pi 10^{-7} \cdot 4}{2\pi 0,2} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 12}{2 \cdot 0,2} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

b) La força que rep un tros de fil l pel qual passa una intensitat de corrent I quan és a dins d'un camp magnètic B és:

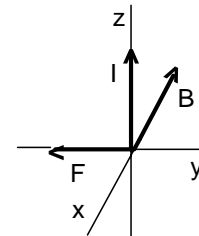
$$F = IlB \sin \alpha$$

Aquí l'angle α és el que fa el fil l amb la inducció magnètica B . En el nostre problema $\alpha = 90^\circ$

$$F = 2 \cdot 0,01 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \sin 90^\circ = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

La direcció i sentit ens els dona la mateixa llei de la mà esquerra que es fa servir per les partícules. Només cal canviar la velocitat v per la intensitat de corrent I . Aquí d'acord amb la figura serà:

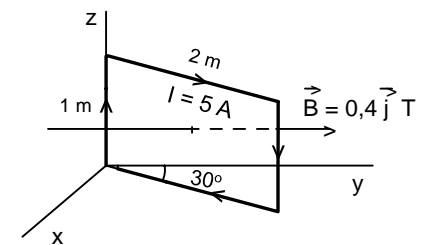
$$\vec{F} = -2,4 \cdot 10^{-7} \vec{j} \text{ N}$$



5. Una espira rectangular de dimensions 1 x 2 m està orientada tal com es veu a la figura a dins d'un camp magnètic $\vec{B} = 0,4 \vec{j} \text{ T}$. Per l'espira hi circula una intensitat $I = 5 \text{ A}$ en el sentit indicat. Calcula les forces que actuen:

a) Sobre els costats verticals.

b) Sobre els costats horitzontals.



La força es calcula amb la fórmula:

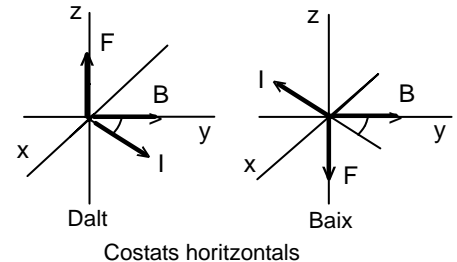
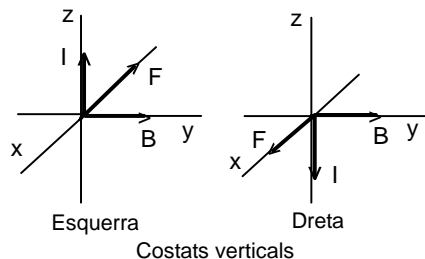
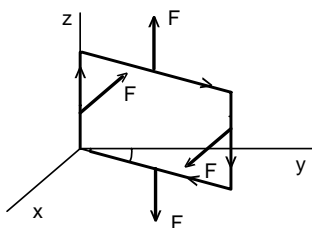
$$F = IlB \sin \alpha$$

a) Pels costats verticals en què $\alpha = 90^\circ$ serà: $F = IlB \sin \alpha = 5 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot \sin 90^\circ = 2 \text{ N}$

La llei de la mà esquerra ens diu que les forces són: Pel costat esquerre: $\vec{F} = -2\vec{i} \text{ N}$ i pel costat dret: $\vec{F} = 2\vec{i} \text{ N}$

b) Pels costats horitzontals l'angle és $\alpha = 30^\circ$: $F = IlB \sin \alpha = 5 \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot \sin 30^\circ = 2 \text{ N}$

Amb la llei de la mà esquerra, el costat de dalt la força és: $\vec{F} = 2\vec{k} \text{ N}$ i pel de baix: $\vec{F} = -2\vec{k} \text{ N}$



6. Una bobina de $n = 5$ espires gira en un camp magnètic de manera que el flux que hi circula és: $\Phi = 2t^2 - 5t$ en webers i segons. La bobina té una resistència $R = 5 \Omega$. Calcula la intensitat que hi circula a l'instant $t = 2$ s.

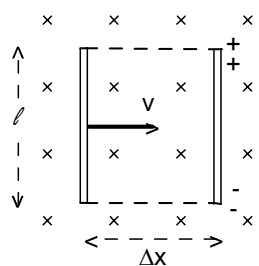
Amb la llei de Faraday calcularem la força electromotriu que hi ha en aquest instant:

$$e = n \frac{d\Phi}{dt}$$

$$e = n \frac{d\Phi}{dt} = 5 \frac{d}{dt}(2t^2 - 5t) = 5(4t - 5) = 5(4 \cdot 2 - 5) = 15 \text{ V}$$

i, amb la llei d'Ohm la intensitat: $I = \frac{E}{R} = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ A}$

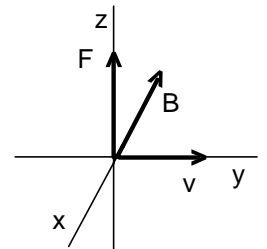
7. Una barra metàl·lica de 80 cm, vertical, es mou amb una velocitat $v = 40$ m/s en direcció horitzontal de manera que talla perpendicularment les línies d'un camp magnètic d'inducció $B = 2 \cdot 10^{-5}$ T. Calcula la diferència de potencial entre els extrems de la barra i la intensitat de camp magnètic al seu interior. Assenyala l'extrem de la barra que queda positiu i el que queda negatiu.



La diferència de potencial entre els extrems de la barra ens la donarà la variació de flux per unitat de temps, és a dir, la llei de Faraday:

$$\Delta V = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(BS)}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,8 \cdot 40 = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

La intensitat de camp elèctric és: $E = \frac{\Delta V}{l} = \frac{6,4 \cdot 10^{-4}}{0,8} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ N/C}$



D'acord amb el dibuix les càrregues positives de la barra aniran amunt. El camp magnètic penetra, la velocitat va cap a la dreta, llavors la llei de la mà esquerra ens diu que les càrregues positives aniran amunt i les negatives avall.

8. Una espira rectangular de 2 x 3 m gira a 300 rpm dins d'un camp magnètic $B = 0,2$ T. Calcula el flux màxim, la força electromotriu a cada instant i la f.e.m. eficaç.

El flux màxim és $\Phi = BS \rightarrow \Phi = BS = 0,2 \cdot 2 \cdot 3 = 1,2 \text{ Wb}$

Per calcular la f.e.m. a cada instant, hem de tenir primer el flux:

$$\Phi = BS \cos \varphi$$

Com l'espira fa un MCU, el valor de l'angle φ serà: $\varphi = \omega t$ i la velocitat angular $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{300}{60} = 10\pi \text{ s}^{-1}$

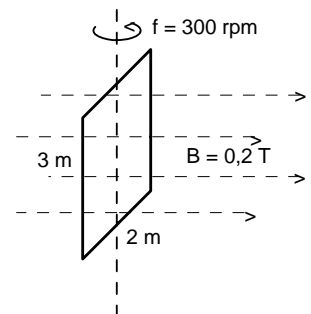
La força electromotriu a cada instant la calcularem amb la llei de Faraday:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(BS \cos \varphi) = -\frac{d}{dt}BS \cos \omega t = BS\omega \sin \omega t = 0,2 \cdot 6 \cdot 10\pi \sin 10\pi t = 12\pi \sin 10\pi t \text{ en V i seg}$$

La força electromotriu màxima e_o és quan $\sin \omega t = 1 \rightarrow e_o = BS\omega \rightarrow e_o = BS\omega = 12\pi \text{ V} = 37,70 \text{ V}$

Es demostra que la f.e.m. eficaç és:

$$e_{ef} = \frac{e_o}{\sqrt{2}} \rightarrow e_{ef} = \frac{e_o}{\sqrt{2}} = \frac{12\pi}{\sqrt{2}} = 26,657 \text{ V}$$

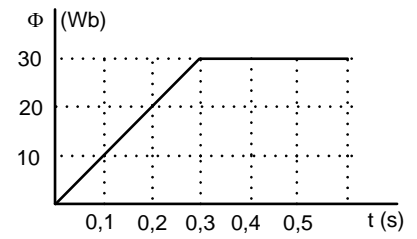


9. A través d'una espira que té una resistència $R = 40 \Omega$, hi passa el flux magnètic Φ indicat a la figura. Calcula la força electromotriu i la intensitat que circula per l'espira als instants $t = 0,2 \text{ s}$ i $t = 0,4 \text{ s}$. *Selectivitat*

La llei de Faraday ens diu que la f.e.m. és la variació de flux respecte al temps:

I si és la f.e.m. instantània, serà la derivada del flux respecte al temps

$$e = \frac{d\Phi}{dt}$$



Això vol dir que cal buscar el pendent del gràfic Φ - t . Per $t = 0,2 \text{ s}$ tindrem:

$$e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{30 - 0}{0,3 - 0} = 100 \text{ V} \text{ i, amb la llei d'Ohm: } I = \frac{e}{R} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ A}$$

Quan $t = 0,4 \text{ s}$ ja veiem que no hi ha variació de flux i, per tant, $e = 0$ i $I = 0$.
