Exercicios de campo magnético

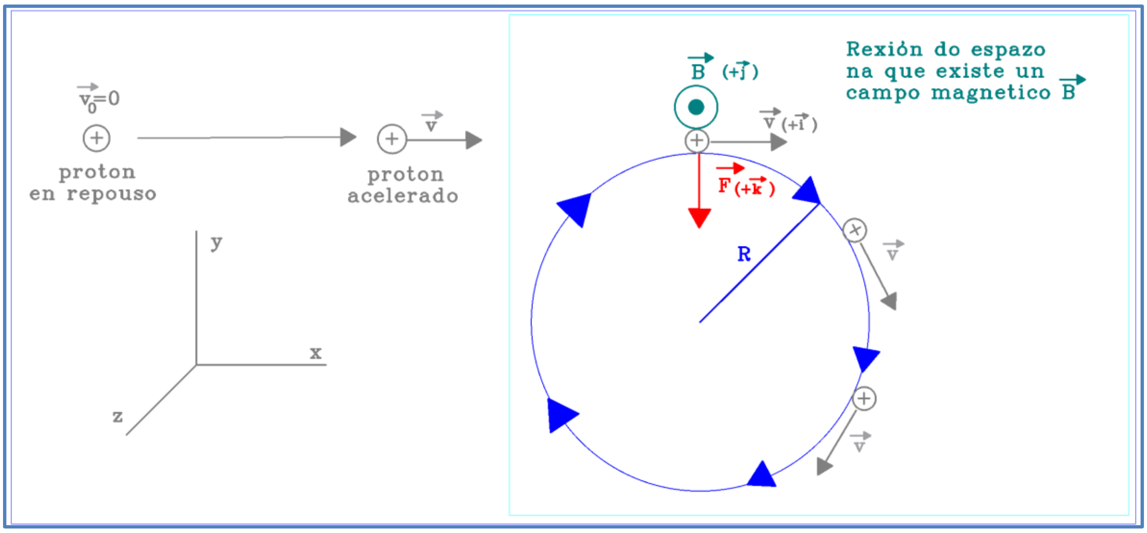
Exercicio nº1

(Selectividade setembro 2002).-Un protón acelerado dende o repouso por unha diferencia de potencial de 2.10^6 V, adequire unha velocidade no sentido positivo do eixe X, coa que penetra nunha rexión na que existe un campo magnético uniforme B= 0,2 T no sentido do eixeY; calcula: a) o raio da órbita descrita (fai un debuxo do problema); b) o número de voltas que da en 1 segundo.

(Datos: mp+ = 1,67.10^{-27} Kg , qp+ = +1,6.10^{-19} C)

(Solucións: raio=1,02 m, f=3,05.10^6 voltas/s)

Imos comezar facendo unha representación básica do problema:



Este debuxo vai ser a representación básica de todo este tipo de exercicios.

a)Aceleramos un protón por medio dunha diferenza de potencial de 2.10^6 V. Para calcular a velocidade que adequire:

$$q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

E polo tanto: $$v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m}} = 19576351{,}37 \frac{m}{s} = 1{,}96 \cdot 10^7 \; m \cdot s^{-1}$$

De acordo co noso esquema a direción e o sentido veñen dados por $\vec{\imath}$

$$\vec{\boldsymbol{v}} = +\mathbf{1{,}96 \cdot 10^7} \vec{\boldsymbol{\imath}} \; \left({}^{\boldsymbol{m}}/_{\boldsymbol{s}}\right)$$

Agora teremos en conta que:

$$\vec{F}_{magnética} = \vec{F}_{centrípeta}$$

$$\vec{F}_{magnética} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Como a **velocidade** segue ao vetor unitario $\vec{\boldsymbol{i}}$ e o **campo magnético** a $\vec{\boldsymbol{j}}$ fica ben definida a direción e sentido da **forza** por $\vec{\boldsymbol{k}}$ como se ve na figura. Ademais como os vetores son perpendiculares:

$$F_{magnética} = q \cdot v \cdot B$$

E como $F_{centrípeta} = \frac{m \cdot v^2}{R}$ podemos igualar e obtemos:

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

E podemos despexar o valor do raio:

$$R = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot v \cdot B} \rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \mathbf{1{,}02\ m}$$

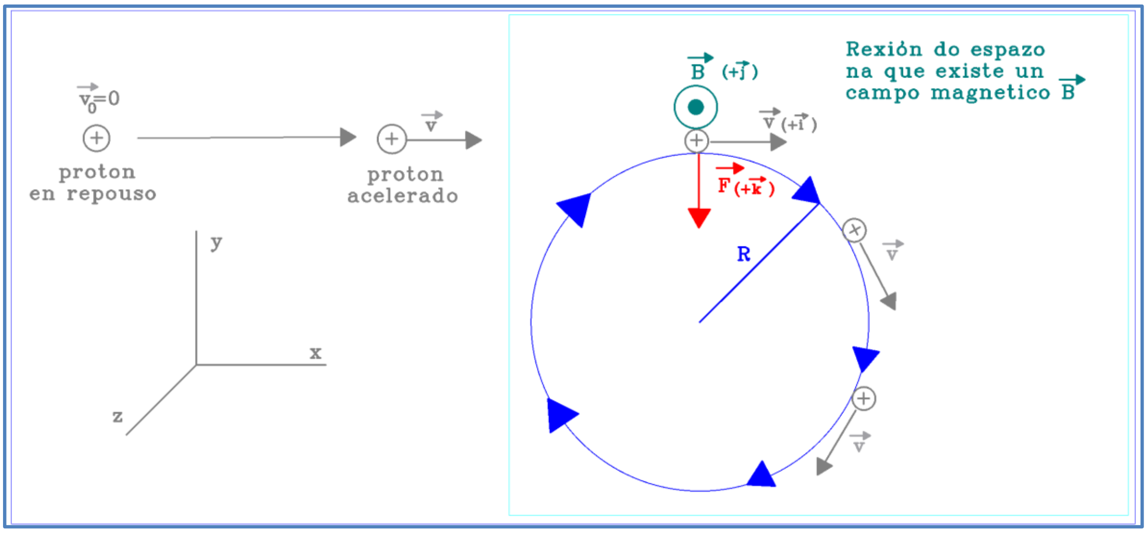
b) O número de voltas que da en 1 segundo é a frecuencia de xiro no movemento circular e uniforme que realiza sobre o plano. Polo tanto:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f \ \rightarrow f = \frac{v}{2 \cdot \pi \cdot R} = \mathbf{3{,}051 \cdot 10^6\ Hz}$$

Exercicio nº4

(Seletividade xuño 2005).-Un protón acelerado por una diferencia de potencial de 5000 V penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 0,32 T; calcula:
a) a velocidade do protón,
b) o radio da órbita que descrebe e o número de voltas que da en 1 segundo.
(Datos: mp+ = l,67.lO^{-27} kg; qp+ = 1,60.10^{-19} C)
(Solucións: v= 9,8.10^{5} m/s, raio=3,2.10^{-2} m, 4,9.10^{6} voltas/s)

Este exercicio é basicamente igual ao anterior. Reproduzo o mesmo debuxo.esquema de resolución:



a)Aceleramos un protón por medio dunha diferenza de potencial de 5 000 V. Para calcular a velocidade que adequire:

$$q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

E polo tanto: $$v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m}} = 9{,}8 \cdot 10^5 \ m/s$$

De acordo co noso esquema a direción e o sentido veñen dados por $\vec{\imath}$

$$\vec{\boldsymbol{v}} = +\mathbf{9{,}8 \cdot 10^5}\vec{\boldsymbol{\imath}} \ ({}^{\boldsymbol{m}}/_{\boldsymbol{s}})$$

b)Teremos en conta que:

$$\vec{F}_{magnética} = \vec{F}_{centrípeta}$$

$$\vec{F}_{magnética} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Como a **velocidade** segue ao vetor unitario $\vec{\boldsymbol{\imath}}$ e o **campo magnético** a $\vec{\boldsymbol{\jmath}}$ fica ben definida a direción e sentido da **forza** por $\vec{\boldsymbol{k}}$ como se ve na figura. Ademais como os vetores son perpendiculares:

$$F_{magnética} = q \cdot v \cdot B$$

E como $F_{centrípeta} = \frac{m \cdot v^2}{R}$ podemos igualar e obtemos:

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

E podemos despexar o valor do raio:

$$R = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot v \cdot B} \rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = 0{,}032\ m\ (3{,}2\ cm)$$

Para calcular a frecuencia teremos en conta a relación co movemento circular e uniforme:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f \ \rightarrow f = \frac{v}{2 \cdot \pi \cdot R} = \mathbf{4{,}9 \cdot 10^6\ Hz}$$

Nada, como ves é basicamente igual.

Exercicio nº2

(Seletividade xuño 2003).-Un protón penetra nunha zona onde hai un campo magnético de 5 T , cunha velocidade de 1000 m/s e dirección perpendicular ó campo. Calcula:

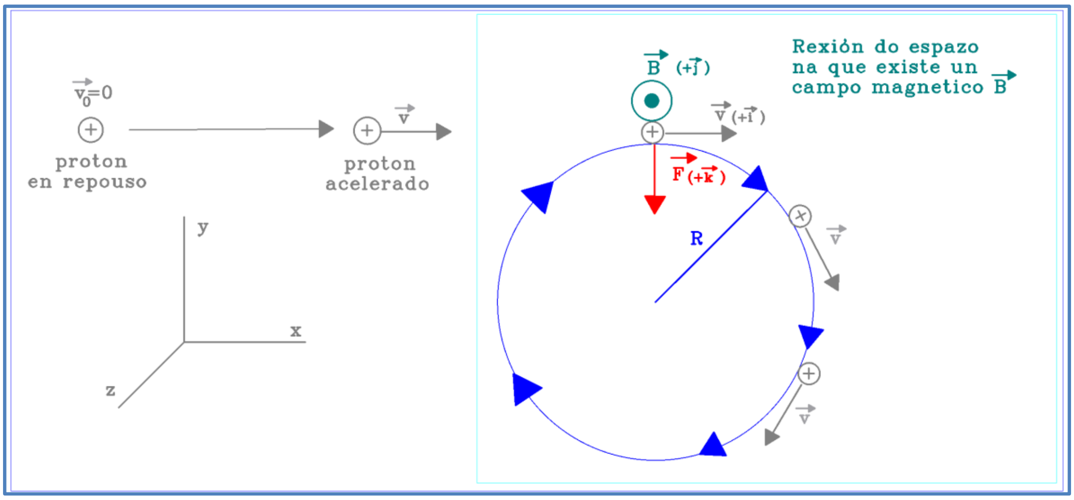
a) o raio da órbita descrita;

b) a intensidade e sentido dun campo elétrico que ó aplicalo anule o efeito do campo magnético. (Fai un debuxo do problema)

(Datos: mp+ = $1{,}67.10^{-27}$ Kg , qp+ = $1{,}6.10^{-19}$ C

(Solucións: raio=$2{,}09.10^{-6}$ m, E=5 000 N/C)

a) A primeira parte do problema é como os anteriores. Podemo-nos server do mesmo esquema:



Máis doado, pois xa coñecemos a velocidade. Ademais o problema define relacións de perpendicularidade ou sexa que podemos escreber dun tirón que:

$$\vec{F}_{magnética} = \vec{F}_{centrípeta}$$

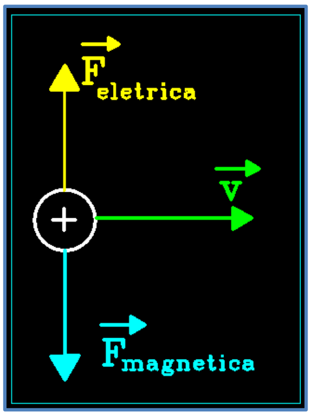
$$\vec{F}_{magnética} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \rightarrow F_{magnética} = q \cdot v \cdot B$$

$$F_{centrípeta} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$R = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot v \cdot B} \rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \mathbf{2,09 \cdot 10^{-6}}\ \boldsymbol{m}$$

b) A segunda parte precisa que fagamos un esquema .



Queremos aplicar unha forza por medio dun campo elétrico de tal xeito que esa forza anule a forza magnética. Pois enton precisamos unha forza co mesmo módulo que a magnetica, coa mesma direción máis de sentido contrario.

$$F_{elétrica} = F_{magnética} = q \cdot v \cdot B = 8 \cdot 10^{-16} N$$

Para calcular o campo elétrico, tendo en conta que a carga é positiva, pois campo elétrico que apliquemos terá que ter a mesma direción e sentido que a forza que precisamos pois:

$$F_{elétrica} = q \cdot E$$

E polo tanto: $E = \frac{F_{elétrica}}{q} = \mathbf{5\,000}\ \boldsymbol{N/C}$

E de forma vetorial, de acordo co noso esquema $\vec{E} = -5\,000\ \vec{k}\ \ N/C$

<u>Exercicio nº3</u>

3.-(Selectividade setembro 2003).- Un protón ten unha enerxía cinética de 10^{-15} J. Segue unha traxectoria circular nun campo magnético B = 2 T. Calcula: a) o raio da traxectoria; b) o número de voltas que da nun minuto.
(Datos: mp+ = l,67.lO^{-27} kg; qp+ = 1,60.10^{-19} C)
(Solucións: raio= 5,7.10^{-3} m, 1,83.10^{9} voltas/minuto)

Pois estamos diante do mesmo exercicio. Neste caso coñecemos a enerxía cinética do protón. Precisamos a velocidade.

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C}{m}} = \mathbf{1,09 \cdot 10^6} \ \boldsymbol{m/s}$$

O campo magnético é de 2 T e segue unha traxetoria circular, da que queremos coñecer o raio.

Seguiremos o mesmo modelo de resolución:

$$\vec{F}_{magnética} = \vec{F}_{centrípeta}$$

$$\vec{F}_{magnética} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \rightarrow F_{magnética} = q \cdot v \cdot B$$

$$F_{centrípeta} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$R = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot v \cdot B} \rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \mathbf{5,7 \cdot 10^{-3}} \ \ \boldsymbol{m}$$

Para calcular o número de voltas en cada minuto, imos calcular a frecuencia.

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f \ \rightarrow f = \frac{v}{2 \cdot \pi \cdot R} = \mathbf{30,4 \cdot 10^6} \ \boldsymbol{Hz}$$

Como a frecuencia non é máis que o número de voltas en cada segundo,se queremos o número de voltas por cada minuto (r.p.m) :

$$30{,}4 \cdot 10^6 \ Hz = 30{,}4 \cdot 10^6 \ \frac{revolucións}{s} \cdot \frac{60 \ s}{1 \ min} = \mathbf{1,83 \cdot 10^9} \boldsymbol{r.p.m}$$

<u>Exercicio nº10</u>

(Seletividade Xuño 2009).- Aceléra-se unha partícula alfa mediante unha diferenza de potencial de 1 kV, penetrando a continuación, perpendicularmente ás liñas de indución, nun campo magnético de 0,2 T. Achar:
a) o raio da traxetoria descrita pola partícula;
b) o traballo realizado pola forza magnética;
c) o módulo, dirección e sentido dun campo elétrico necesario para que a partícula alfa non experimente desviación ningunha ao seu paso pola rexión na que existen os campos elétrico e magnético.
(Datos: mα = $6{,}68\cdot 10^{-27}$ kg; qα = $3{,}20\cdot 10^{-19}$ C)

Este vai "a medias".

Trata-se dunha partícula alfa. Unha partícula α é un núcleo de helio e ten carga positiva, polo tanto a efeitos do campo magnético comporta-se basicamente igual que o protón.

Podes comezar por realizar un debuxo do problema <u>seguindo o modelo dos exercicios anteriores :</u>

Agora calcula a velocidade tendo en conta que:

$$q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow \; v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m}} =$$

a)Podes agora calcular o raio da órbita. Deduce a ecuación e aplica-a:

$$R = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot v \cdot B} \to R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} =$$

b)Por outra banda o traballo realizado pola forza magnética é cero (0). Por qué?

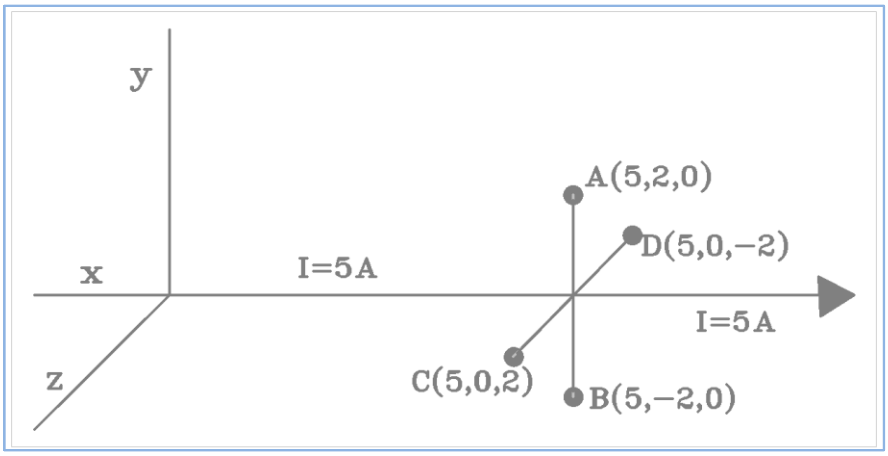
c)Seguindo o modelo do exercicio 2, calcula a forza magnética, a forza elétrica será a mesma e logo deduce o valor do campo elétrico.

Exercicio nº5

Por un fío condutor estendido ao longo do eixe X, circula unha corrente de 5 A no sentido positivo. Calcula :

a)O campo magnético que crea nos pontos A(5, 2, 0), B(5,-2,0) , C(5, 0, 2) e D(5, 0,-2) coa escala en metros (debuxa os vetores), b) calcula a forza que exerce sobre unha partícula de carga +2μC que se move con velocidade $\vec{v} = +5\,\vec{j}$ (m/s) cando pase polos pontos A , B, C e D. (Dato, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ S.I.)

Fagamos unha representación:



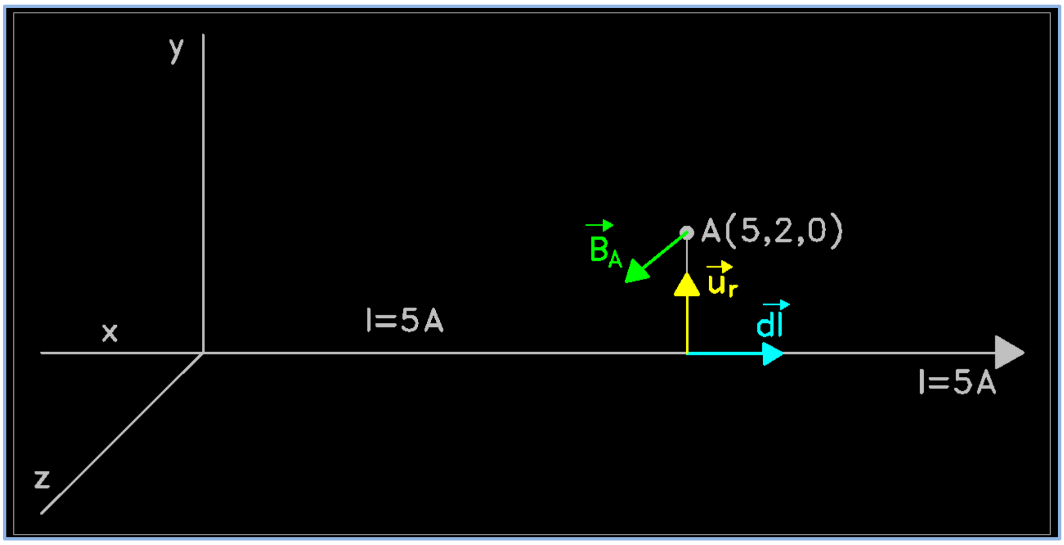
Imos calcular primeiro o campo magnético no ponto A.
De acordo coa ecuación de Biot-Savart:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot I \cdot \frac{d\vec{l} \times \vec{u}_r}{r^2}$$

A direción e sentido veñen dados polo produto vetorial:

$$d\vec{l} \times \vec{u}_r$$

A direción e o sentido é o definido no debuxo que, de acordo co sistema de referencias: $+\vec{k}$. Observa o seguinte debuxo:



O módulo virá dado pola expresión integrada da ecuación de Biot-Savart que xa sabemos que é:

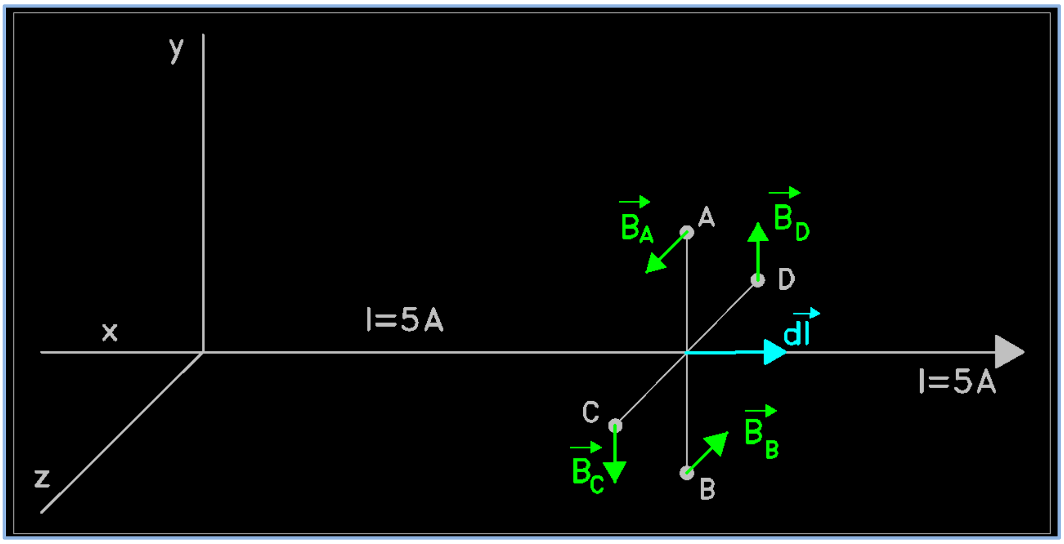
$$\boldsymbol{B} = \frac{\boldsymbol{2 \cdot K' \cdot I}}{\boldsymbol{d}}$$

Como $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ unidades S.I. pois enton $\boldsymbol{K' = 10^{-7}}$ ***unidades S.I*** .

E polo tanto:

$$\vec{B}_A = +\frac{2 \cdot K' \cdot I}{d} \cdot \vec{k} \rightarrow \vec{B}_A = +\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2} \cdot \vec{k}\ (T) = \boldsymbol{+5 \cdot 10^{-7} \cdot \vec{k}\ (T)}$$

Seguindo o modelo vou debuxar os campos magnéticos en B,C e D. Podes determinar direción e sentido de cada vetor facendo uso da "regra da man dereita".



Ademais, como a distancia dende o condutor aos pontos A, B, C e D é sempre de 2 m, o módulo terá sempre o mesmo valor. Tendo en conta o resultado do debuxo podemos escreber os tres resultados que faltan:

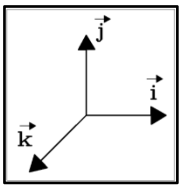
$$\vec{B}_B = \boldsymbol{-5 \cdot 10^{-7} \cdot \vec{k}\ (T)}$$

$$\vec{B}_C = \boldsymbol{-5 \cdot 10^{-7} \cdot \vec{j}\ (T)}$$

$$\vec{B}_D = \boldsymbol{+5 \cdot 10^{-7} \cdot \vec{j}\ (T)}$$

Calculemos agora a forza que exerce o campo magnético creado no ponto A sobre unha carga que pase por ese ponto con velocidade $\boldsymbol{\vec{v} = +5\,\vec{j}\quad (m.s^{-1})}$:

$$\vec{F}_A = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}_A = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \left(5 \cdot \vec{j} \times 5 \cdot 10^{-7} \cdot \vec{k}\right) = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \cdot (\vec{j} \times \vec{k})$$



$\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$ E o resultado será: $\boldsymbol{\vec{F}_A = 5 \cdot 10^{-12}\,\vec{i}\ (N)}$

Seguro que podes calcular a forza sobre a carga en B, C e D pois o módulo será o mesmo e só tes que completar o produto vetorial axudandote dos debuxos.

$$\vec{F}_B = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}_B = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \left(5 \cdot \vec{j} \times 5 \cdot 10^{-7} \cdot (-\vec{k})\right) =$$

$$\vec{F}_C = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}_C = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \left(5 \cdot \vec{j} \times 5 \cdot 10^{-7} \cdot (-\vec{j})\right) =$$

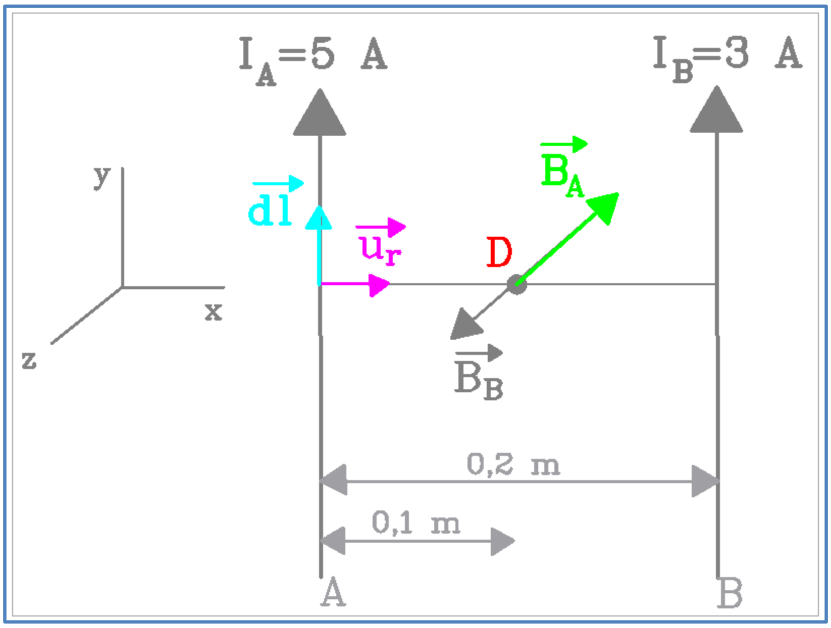
$$\vec{F}_D = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}_D = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (5 \cdot \vec{j} \times 5 \cdot 10^{-7} \cdot \vec{j}) =$$

Exercicio nº6

(Selectividade setembro 2006).-Dous fíos condutores rectos moi longos e paralelos (A e B) con correntes I_A = 5 A e I_B = 3 A no mesmo sentido están separados 0,2 m; calcula: a) o campo magnético no ponto medio entre os dous condutores (ponto D), b) a forza exercida sobre un terceiro condutor C paralelo ós anteriores, de 0,5 m e con I_C = 2 A e que pasa por D. (Solucións: B_A= 10^{-5} T, B_B=6.10^{-6} T, forza total en C=4.10^{-6}N)
(Dato, μ_0 = 4π·10^{-7} S.I.)

Dous fíos condutores separados 0,2 m e percorridos por correntes de 5 A e 3 A no mesmo sentido.

a)Calcular o campo magnético no ponto medio da distancia que os separa:



Trata-se de calcular o campo magnético no ponto D.

Calculemos primeiro o campo que crea a corrente A.

De acordo coa ecuación de Biot-Savart:

$$\boldsymbol{d\vec{B}} = \frac{\boldsymbol{\mu_0}}{\boldsymbol{4 \cdot \pi}} \cdot \boldsymbol{I} \cdot \frac{\boldsymbol{d\vec{l}} \times \boldsymbol{\vec{u}_r}}{\boldsymbol{r^2}}$$

A direción e sentido veñen dados polo produto vetorial:

$$\boldsymbol{d\vec{l}} \times \boldsymbol{\vec{u}_r}$$

A direción e o sentido é o definido no debuxo que, de acordo co sistema de referencias: $-\boldsymbol{\vec{k}}$

O módulo virá dado pola expresión integrada da ecuación de Biot-Savart que xa sabemos que é:

$$\boldsymbol{B} = \frac{\boldsymbol{2 \cdot K' \cdot I}}{\boldsymbol{d}}$$

E polo tanto:

$$\vec{B}_A = -\frac{2 \cdot K' \cdot I_A}{d} \cdot \vec{k} \rightarrow \ \vec{B}_A = -\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 5}{0{,}1} \cdot \vec{k}\ (T) = -10^{-5} \cdot \vec{k}\ \ (T)$$

Agora imos calcular o campo que crea o condutor B.

De acordo co mesmo razoamento agora o vetor campo magnético terá direción e sentidos dados por $+\boldsymbol{\vec{k}}$

E o seu módulo calcularía-se coa mesma expresión da lei de Biot-Savart e teríamos que:

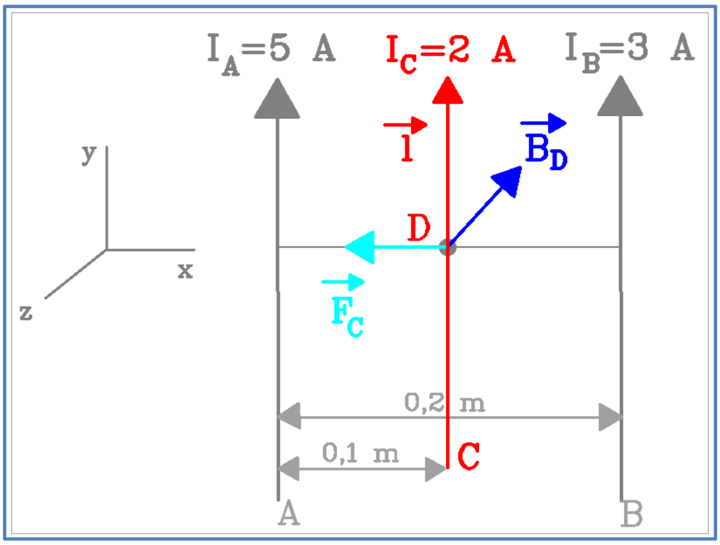
$$\vec{B}_B = +\frac{2 \cdot K' \cdot I_B}{d} \cdot \vec{k} \rightarrow \ \vec{B}_A = +\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 3}{0{,}1} \cdot \vec{k}\ (T) = +6 \cdot 10^{-6} \cdot \vec{k}\ \ (T)$$

O campo magnético total no ponto D será a suma dos dous vetores:

$$\boldsymbol{\vec{B}_D = \vec{B}_A + \vec{B}_B = -4 \cdot 10^{-6} \cdot \vec{k}\ \ (T)}$$

b) Imos calcular agora a forza que exercería o campo magnético resultante en D, sobre un terceiro condutor denominado C que pasara por ese ponto de lonxitude l=0,5 m e percorrido por unha corrente de 2 A dirixida no mesmo sentido que as anteriores.

Facemos un esquema do problema:



Para calcular a forza que un campo magnético realiza sobre un condutor, temos que aplicar a Lei de Laplace:

$$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$$

Aplicado ao noso caso:

$$\vec{F}_C = I_C \cdot \vec{l} \times \vec{B}_D$$

Nesta expresión teremos en conta:

a) que $I_C = 2\ A$

b) que $\vec{l}$ é un vetor de módulo a lonxitude do condutor (0,5) e direción e sentido o dado polo unitario $\vec{j}$, e polo tanto : $\vec{l} = 0{,}5 \cdot \vec{j}\ \ (m)$

c) que $\vec{B}_D = -4 \cdot 10^{-6} \cdot \vec{k}\ \ (T)$

Observa que no debuxo xa está represntado o vetor forza magnética. Porén, imolo calcular alxébricamente:

$$\vec{F}_C = I_C \cdot \vec{l} \times \vec{B}_D = 2 \cdot [0{,}5 \cdot \vec{j}\ \times -4 \cdot 10^{-6} \cdot \vec{k}] = -2 \cdot 0{,}5 \cdot 4 \cdot 10^{-6} [\vec{j} \times \vec{k}]$$

$$\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$$

$$\boldsymbol{\vec{F}_C = -4 \cdot 10^{-6} \vec{\imath}\ \ (N)}$$

Exercicio nº 7

(Selectividade xuño 2015) a) Indica cál é o módulo, dirección e sentido do campo magnético creado por un fío condutor rectilíneo percorrido por unha corrente e realiza un esquema que ilustre as características de dito campo. Considérese agora que dous fíos condutores rectilíneos e paralelos de grande lonxitude transportan cadansúa corrente eléctrica. Sabendo que a intensidade dunha das correntes é o dobre que a da outra corrente e que, estando separados 10 cm, se atraen cunha forza por unidade de lonxitude de $4{,}8\cdot10^{-5}$ $N\cdot m^{-1}$ b) calcula as intensidades que circulan polos fíos. c) ¿Canto vale o campo magnético nun punto situado entre os dous fíos, a 3 cm do que transporta menos corrente?
(DATO: $\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ $N\cdot A^{-2}$)

Este exercicio comeza co apartado a) no que pregunta polo calculo do campo magnético creado por unha corrente elétrica retilínea.

Repasa-o.

b) Se repasas con coidado as notas da aula virtual, verás que a forza entre duas correntes retilíneas que vou nomear 1 e 2, paralelas que circulan no mesmo sentido, é unha forza atrativa que podemos calcular con:

$$F_{12} = F_{21} = \frac{2 \cdot K' \cdot l \cdot I_1 \cdot I_2}{d} \quad (1)$$

As duas forzas son iguais se ben de sentido contrario. Por comodidade escrebirei simplesmente F.

Observa que o dato que nos dan é a forza por unidade de lonxitude: Ou sexa, $\boldsymbol{\frac{F}{l}}$

Podemos despexar en (1) e obtemos:

$$\frac{F}{l} = \frac{2 \cdot K' \cdot I_1 \cdot I_2}{d} \quad (2)$$

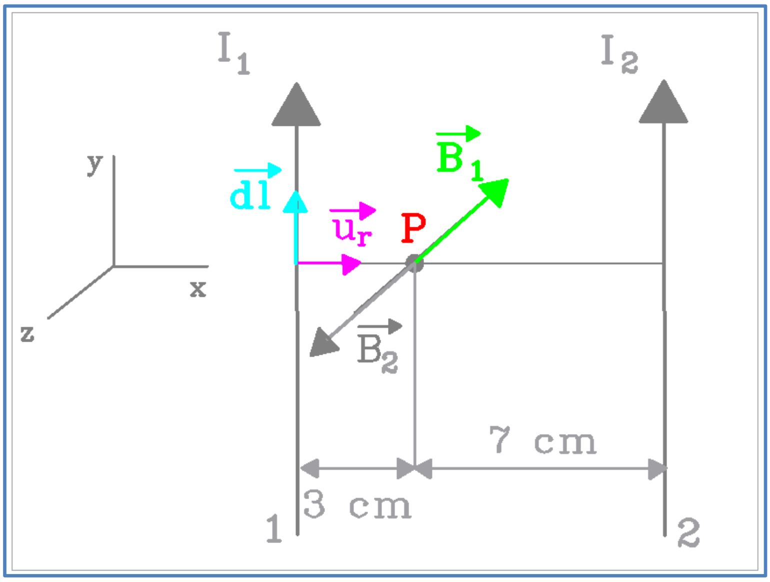
E agora se facemos que $I_1 = I$ e $I_2 = 2 \cdot I$ como $d = 10\ cm = 0{,}1\ m$ e ademais $\frac{F}{l} = 4{,}8 \cdot 10^{-5} N/m$ podemos sustituír en (2):

$$4{,}8 \cdot 10^{-5} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot 2 \cdot I}{0{,}1} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot I^2$$

E podes calcular que $I = 2\sqrt{3}\ A$

Polo tanto $\boldsymbol{I_1 = 2\sqrt{3}\ A}$ e $\boldsymbol{I_2 = 4\sqrt{3}\ A}$

c) Trata-se agora de calcular o campo magnético nun ponto que chamarei P e que está situado a 3 cm do condutor que conduce a corrente menor.



Pois agora temos que calcular o campo magnético provocado por cada corrente elétrica.

Comezamos pola corrente 1:

$$\vec{B}_1 = -\frac{2 \cdot K' \cdot I_1}{d_1}\,\vec{k} = -\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2\sqrt{3}}{0{,}03}\,\vec{k} = - \qquad\qquad \vec{k}$$

E agora a corrente 2:

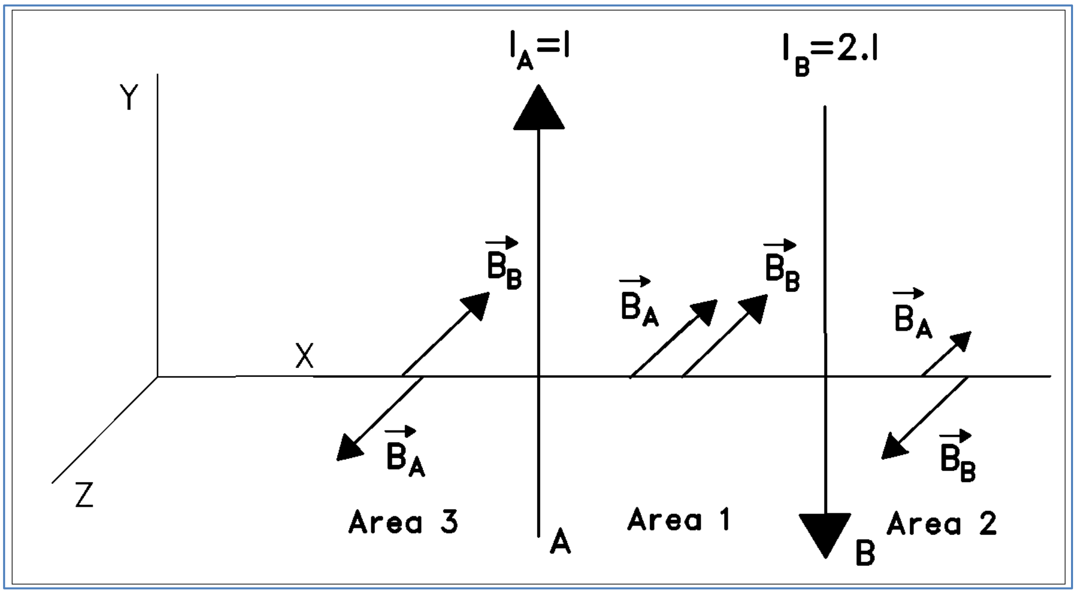
$$\vec{B}_2 = +\frac{2 \cdot K' \cdot I_2}{d_2}\,\vec{k} = +\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 4\sqrt{3}}{0{,}07}\,\vec{k} = - \qquad\qquad \vec{k}$$

E polo tanto o campo magnético en P será: $\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 =$

Para rematar, un que non está na selección que vos din:

(Seletividade setembro 2014) Por dous condutores paralelos e indefinidos, separados una distancia *d*, circulan correntes en sentido contrario de diferente valor, unha o dobre da outra. A indución magnética anúla-se nun ponto do plano dos condutores situado: a) entre ambos condutores; b) fóra dos condutores e do lado do condutor que transporta máis corrente; c) fóra dos condutores e do lado do condutor que transporta menos corrente.

Imos aclarar o exercicio co debuxo que está a carón deste texto.



Busca coa "man dereita" a direción e sentido dos campos magnéticos arredor dos condutores.

Para que o campo magnético sexa nulo, deben-se dar duas condicións.

1ª.- Os vétores deben ter sentido contrario.

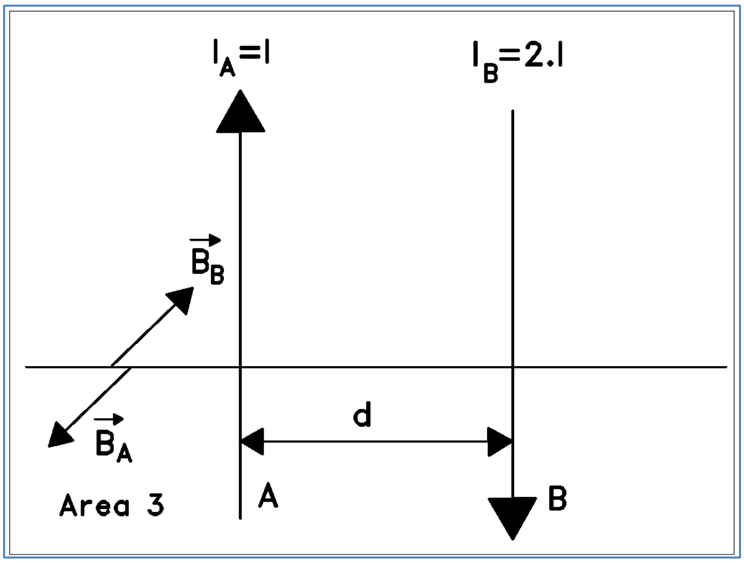
2ª.-Os módulos dos vetores deben poder igualar-se.

Establecemos tres áreas para estudar as duas condicións.

Na Área 1 situada entre os condutores, resulta evidente que os vetores sumaran-se sempre e polo tanto nunca se anulará o campo magnético.

Na Área 2 os vetores terán sentido contrario (o de A "entra" na páxina e o de B "sae") dando cumprimento á primeira condición. Mais nunca se poderán anular pois SEMPRE o módulo do campo creado por B será maior que o creado por A. E isto por dous motivos, como o módulo é diretamente proporcional á intensidade e inversamente proporcional á distancia e como a distancia dende A é maior que a distancia dende B e a intensidade de B é dupla da de A pois é claro que o campo magnético creado por B sempre será maior que o creado por A e polo tanto nesta Área tampouco se anulará nunca a indución magnética.

Na Área 3 os dous vetores terán sentido contrario e polo tanto cúmpre-se a primeira condición. E tamén se pode dar cumprimento á segunda pois o condutor B que porta a maior intensidade está máis alonxado que o A que porta a menor.



Observamos que o ponto no que se anulen está na Área 3 a certa distancia X de A.

Vou prescindir de signos (se poñemos o sistema de referencia en A, é claro que e ponto ten a abcisa –x)

$$B_A = \frac{2 \cdot K' \cdot I}{x}$$

$$B_B = \frac{2 \cdot K' \cdot 2 \cdot I}{x + d}$$

E se igualamos, obtemos:

$$\frac{2 \cdot K' \cdot I}{x} = \frac{2 \cdot K' \cdot 2 \cdot I}{x + d}$$

$$x + d = 2 \cdot x$$

E resulta que para que se confirme a nulidade do campo magnético ten que acontecer que $x = d$ e se temos situado o sistema de referencias no condutor A pois $x = -d$.