

## MAGNETISMO

[Método e recomendacións](#)● Carga nun campo magnético

1. Un protón cunha enerxía cinética de  $4,0 \cdot 10^{-15}$  J penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 40 mT. Calcula:

- a) O módulo da forza á que está sometido o protón dentro do campo.  
b) O tipo de movemento realizado polo protón, a traxectoria que describe e o raio desta.

Datos:  $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg.

(A.B.A.U. extr. 22)

Rta.: a)  $F_B = 1,4 \cdot 10^{-14}$  N; b)  $R = 0,57$  m.

**Datos**

Enerxía cinética do protón

Valor da intensidade do campo magnético

Ángulo entre a velocidade do protón e o campo

Carga do protón

Masa do protón

**Incógnitas**

Módulo da forza á que está sometido o protón dentro do campo

Radio da traxectoria

**Ecuacións**

Lei de Lorentz: forza magnética sobre unha carga,  $q$ , que se despraza polo interior dun campo magnético,  $\vec{B}$ , cunha velocidade,  $\vec{v}$

Aceleración normal (nun movemento circular de raio  $R$ )

2.ª lei de Newton da Dinámica

Velocidade nun movemento circular uniforme de raio  $R$

**Cifras significativas: 2**

$$E_c = 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$B = 40 \text{ mT} = 0,040 \text{ T}$$

$$\varphi = 90^\circ$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F_B$$

$$R$$

$$\vec{F}_B = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$a_N = \frac{v^2}{R}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$$

**Solución:**

- a) A velocidade do protón calcúlase a partir da enerxía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ [J]} = (1,67 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]} / 2) \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ [J]}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]}}} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

A forza magnética calcúlase pola lei de Lorentz:

$$\vec{F}_B = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

En módulos:

$$F_B = |\vec{F}_B| = q \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \cdot \sin 90^\circ = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]} \cdot 2,2 \cdot 10^6 \text{ [m/s]} \cdot 0,040 \text{ [T]} = 1,4 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

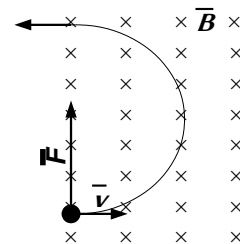
- b) Como só actúa a forza magnética, que é perpendicular á velocidade, o protón describe unha traxectoria circular con velocidade de valor constante, polo que a aceleración só ten compoñente normal  $a_N$ .

$$F_B = m \cdot a = m \cdot a_N = m \frac{v^2}{R}$$

Usando a expresión da lei de Lorentz (en módulos) para a forza magnética:

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

Despexando o raio,  $R$ :



$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B \cdot \sin \varphi} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} [\text{kg}] \cdot 2,2 \cdot 10^6 [\text{m/s}]}{1,6 \cdot 10^{-19} [\text{C}] \cdot 0,040 [\text{T}] \cdot \sin 90^\circ} = 0,57 \text{ m}$$

Análise: Se o protón entra nun campo magnético, ao describir media circunferencia sairá del, polo que en realidade só daría media volta e saíria a unha distancia de  $2R = 1,0 \text{ m}$  do punto de entrada, na mesma dirección coa que entrou, pero en sentido oposto.

A respostas poden calcularse coa folla de cálculo [Física \(gal\)](#).

Ao abrir a folla de cálculo, mostrarase unha alerta de seguridade. Prema sobre o botón [Activar macros](#).

Para ir á folla para resolver un problema dunha partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a icona ► do grupo |◀ ▶ ►| situado na parte inferior esquerda ata que vexa a pestana [Lorentz](#). Logo prema sobre esa pestana.
- No índice, pulse a tecla [Ctrl] mentres preme sobre a cela [Partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme](#) do capítulo **Electromagnetismo**.

Para borrar os datos pode elixir unha destas opcións:

- **Datos, instrucións e enunciado:**
  1. Prema sobre o menú: Editar → Seleccionar → Seleccionar celas desprotexidas
  2. Pulse a tecla Supr.
- **Tódoos datos:**
  1. Prema sobre calquera cela de datos: .
  2. Prema sobre o botón [Borrar datos](#)
  3. No diálogo «Borrar os datos desta folla?», prema sobre o botón [Aceptar](#).
- **Só algúns dos datos:**
  1. Seccione co rato unha área na que se atopen os datos que desexa borrar.
  2. Prema sobre o botón [Borrar datos](#)
  3. No diálogo «Borrar os datos no intervalo seleccionado?», prema sobre o botón [Aceptar](#).

Faga clic na cela situada debaixo de «Partícula» e escolla «Protón», para non ter que teclear os valores da masa e carga do protón.

Partícula	Carga $q =$	<input type="text" value="1,60218·10&lt;sup&gt;-19"/>	C
<a href="#">Protón</a>	Masa $m =$	<input type="text" value="1,67262·10&lt;sup&gt;-27"/>	kg

Faga clic na cela de color salmón situada baixo «kg» e elixa «J».

Faga clic na cela de color branca e bordo azul situada a súa esquerda e escriba 4E-15, (o, si o prefere, 4,0  $\uparrow$  3 10<sup>-15</sup> e borre os espazos).

Faga clic na cela de color branca e bordo azul situada á dereita de «B =» e teclee 0,04. Deberá ver:

Partícula	Carga $q =$	<input type="text" value="1,60218·10&lt;sup&gt;-19"/>	C
<a href="#">Protón</a>	Masa $m =$	<input type="text" value="1,67262·10&lt;sup&gt;-27"/>	kg
	Energía cinética $E =$	<input type="text" value="4E-15"/>	J
	Ángulo entre v e B $\varphi =$	<input type="text" value="90"/>	°
	Radio da circunferencia $R =$	<input type="text"/>	
	Campo magnético $B =$	<input type="text" value="0,04"/>	T

Para ver o resultado da «Forza magnética», debe facer clic na cela de color salmón baix «Radio da traxectoria circular» e elixir esa opción.

	Cifras significativas:	<input type="text" value="3"/>
Velocidade dea partícula	$v =$	<input type="text" value="2,19·10^6"/> m/s
Radio da traxectoria circular	$R =$	<input type="text" value="0,571"/>
Forza magnética	$F =$	<input type="text" value="1,40·10^-14"/> N

2. Unha partícula de masa 8 ng e carga eléctrica  $-2 \mu\text{C}$  entra nunha rexión do espazo na que hai un campo magnético  $\vec{B} = 3 \hat{j} \text{ T}$ , cunha velocidade,  $\vec{v} = 6 \hat{i} \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ . Calcula:
- A velocidade angular con que se move.
  - A intensidade de campo eléctrico (vector) que se debe aplicar para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea.

(A.B.A.U. ord. 22)

**Rta.:** a)  $\omega = 7,5 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$ ; b)  $\vec{E} = -1,8 \cdot 10^4 \hat{k} \text{ N/C}$ .

**Datos**

Masa da partícula

Carga da partícula

Intensidade do campo magnético

Velocidade da partícula

Radio da traxectoria circular

**Incógnitas**

Velocidade angular

Vector campo eléctrico para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea

**Outros símbolos**

Radio da traxectoria circular

Valor da forza magnética sobre a partícula

Vector forza eléctrica sobre a partícula

**Ecuacións**

Lei de Lorentz: forza magnética sobre unha carga,  $q$ , que se despraza polo interior dun campo magnético,  $\vec{B}$ , cunha velocidade,  $\vec{v}$

Aceleración normal (nun movemento circular de raio  $R$ )

2.ª lei de Newton da Dinámica

Velocidade nun movemento circular uniforme de raio  $R$ Forza,  $\vec{F}_E$ , exercida por un campo electrostático,  $\vec{E}$ , sobre unha carga,  $q$ Relación entre a velocidade lineal  $v$  e a velocidade angular  $\omega$  nun movemento circular de raio  $R$ .**Cifras significativas: 3**

$$m = 8,00 \text{ ng} = 8,00 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$$

$$q = -2,00 \mu\text{C} = -2,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$\vec{B} = 3,00 \hat{j} \text{ T}$$

$$\vec{v} = 6,00 \cdot 10^3 \hat{i} \text{ m/s}$$

$$R = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\omega$$

$$\vec{E}$$

$$R$$

$$F_B$$

$$\vec{F}_E$$

$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$a_N = \frac{v^2}{R}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$$

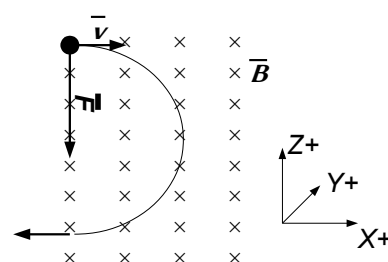
$$\vec{F}_E = q \cdot \vec{E}$$

$$v = \omega \cdot R$$

**Solución:**

a) Como só actúa a forza magnética, que é perpendicular á velocidade, a partícula describe unha traxectoria circular con velocidade de valor constante, polo que a aceleración só ten compoñente normal  $a_N$ .

$$F_B = m \cdot a = m \cdot a_N = m \frac{v^2}{R}$$



Usando a expresión da lei de Lorentz (en módulos) para a forza magnética:

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

Se a partícula entra perpendicularmente ao campo magnético,  $\sin \varphi = 1$ .

Despeixando o raio:

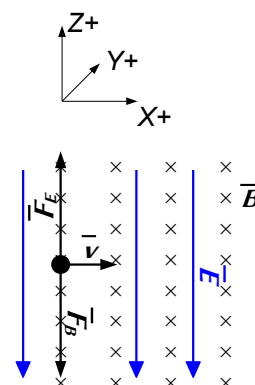
$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} = \frac{8,00 \cdot 10^{-12} [\text{kg}] \cdot 6,00 \cdot 10^3 [\text{m/s}]}{2,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}] \cdot 3,00 [\text{T}]} = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8,00 \text{ mm}$$

Pódese calcular a velocidade angular a partir da velocidade lineal:

$$v = \omega \cdot R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} = \frac{6,00 \cdot 10^3 [\text{m/s}]}{8,00 \cdot 10^{-3} [\text{m}]} = 7,50 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$$

b) Se a forza eléctrica anula a magnética:

$$\vec{F}_B + \vec{F}_E = q(\vec{v} \times \vec{B}) + q \cdot \vec{E} = \vec{0}$$



$$\vec{E} = -(\vec{v} \times \vec{B}) = -(6,00 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ [m/s]} \times 3,00 \vec{j} \text{ [T]}) = -1,80 \cdot 10^4 \vec{k} \text{ N/C}$$

A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo [Física \(gal\)](#)

Cando estea no índice, manteña pulsada a tecla «↑» (maiúsculas) mentres fai clic na cela

[Partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme](#)

del capítulo

**Electromagnetismo** Lorentz

[Partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme](#)

Faga clic nas celas de cor salmón e elixa as opcións como se amosa. Escriba os datos nas celas de cor branca e bordo azul.

Partícula	Carga	$q =$	-2 $\mu\text{C}$
	Masa	$m =$	8 ng
Diferenza de potencial		$\Delta V =$	6000 m/s
Ángulo entre v e B		$\varphi =$	90 °
Raio da circunferencia		$R =$	
Campo magnético		$B =$	3 T

A folla non realiza o cálculo vectorial, só calcula os módulos dos vectores.

Para ver o resultado de «Velocidade angular», debe facer clic na cela de color salmón baixo «Radio da traxectoria circular» e elixir esa opción.

Velocidade angular	$\omega =$	7,50·10 <sup>5</sup> rad/s
--------------------	------------	----------------------------

Para ver o resultado de «Intensidade de campo eléctrico», debe facer clic na cela de color salmón e elixir «Intensidade de campo eléctrico» en vez de «Velocidade angular».

Intensidade de campo eléctrico	$E =$	e1,80·10 <sup>4</sup> N/C
que anula a desviación		

\*\*\*

3. Un protón acelerado por unha diferenza de potencial de 5000 V penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 0,32 T. Calcula:

- A velocidade do protón.
  - O raio da órbita que describe.
  - O número de voltas que dá en 1 segundo.
  - Que campo eléctrico  $\vec{E}$  hai que aplicar para que a carga non sufra ningunha desviación?
- Datos:  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  (Fai un debuxo do problema)

*Problema modelo baseado en P.A.U. Xuño 05*

**Rta.:** a)  $v = 9,8 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ ; b)  $R = 3,2 \text{ cm}$ ; c)  $N = 4,9 \cdot 10^6 \text{ voltas/s}$ ; d)  $\vec{E} = 3,1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$  perpendicular a  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$

#### Datos

Potencial de aceleración

Valor da intensidade do campo magnético

Carga do protón

Ángulo entre a velocidade do protón e o campo magnético

Masa do protón

Tempo para calcular o número de voltas

#### Incógnitas

Velocidade do protón

Radio da traxectoria circular

Número de voltas que dá en 1 s

Campo eléctrico para que a carga non sufra ningunha desviación

#### Outros símbolos

Valor da forza magnética sobre o protón

Período do movemento circular

#### Cifras significativas: 3

$V = 5000 \text{ V} = 5,00 \cdot 10^3 \text{ V}$

$B = 0,320 \text{ T}$

$q = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$\varphi = 90^\circ$

$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$t = 1,00 \text{ s}$

$v$

$R$

$N$

$E$

$F_B$

$T$

**Incógnitas**

Enerxía (cinética) do protón

 $E_c$ 

Traballo do campo eléctrico

 $W(\text{eléctrico}) = q \cdot \Delta V$ 

Traballo da forza resultante

 $W = \Delta E_c$ 

Enerxía cinética

 $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ Forza  $\vec{F}_E$  exercida por un campo electrostático  $\vec{E}$  sobre unha carga  $q$  $\vec{F}_E = q \cdot \vec{E}$ **Solución:**

a) Para calcular a velocidade temos que ter en conta que ao acelerar o protón cunha diferenza de potencial (supomos que desde o repouso), este adquire unha enerxía cinética:

$$W(\text{eléctrico}) = q \cdot \Delta V = \Delta E_c = \frac{1}{2} m_p v^2 - \frac{1}{2} m_p v_0^2$$

Se parte do repouso,  $v_0 = 0$ . A velocidade final é:

$$v = \sqrt{\frac{2q \cdot \Delta V}{m_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} [\text{C}] \cdot 5,00 \cdot 10^3 [\text{V}]}{1,67 \cdot 10^{-27} [\text{kg}]}} = 9,79 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

b) Como só actúa a forza magnética:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_B$$

O protón describe unha traxectoria circular con velocidade de valor constante, polo que a aceleración só ten compoñente normal  $a_N$ ,

$$F_B = m \cdot a = m \cdot a_N = m \frac{v^2}{R}$$

Usando a expresión da lei de Lorentz (en módulos) para a forza magnética

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

Despexando o raio  $R$

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B \cdot \sin \varphi} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} [\text{kg}] \cdot 9,79 \cdot 10^5 [\text{m/s}]}{1,60 \cdot 10^{-19} [\text{C}] \cdot 0,320 [\text{T}] \cdot \sin 90^\circ} = 3,19 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 3,19 \text{ cm}$$

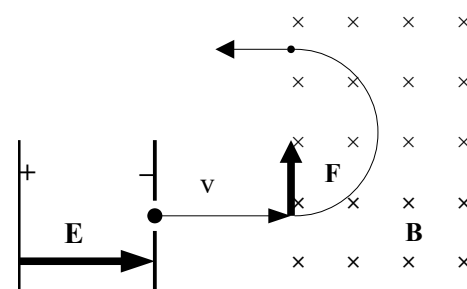
*Análise: o raio ten un valor aceptable, uns centímetros.*

c) Despexando o período

$$T = \frac{2\pi \cdot R}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,19 \cdot 10^{-2} [\text{m}]}{9,79 \cdot 10^5 [\text{m/s}]} = 2,05 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

O número de voltas en 1 s será:

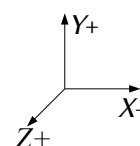
$$N = 1,00 [\text{s}] \cdot \frac{1 \text{ volta}}{2,05 \cdot 10^{-7} [\text{s}]} = 4,88 \cdot 10^6 \text{ voltas}$$



*Análise: Se o protón entra nun campo magnético, ao describir media circunferencia sairá del, polo que en realidade só daría media volta nun tempo de  $T/2 = 1,03 \cdot 10^{-7} \text{ s}$  e saíría a unha distancia de  $2R = 6,4 \text{ cm}$  do punto de entrada.*

d) Tomando o sistema de referencia como o de figura da dereita, cando só actúa a forza magnética a traxectoria do protón é unha circunferencia. Na figura anterior debuxouse o protón movéndose inicialmente no sentido positivo do eixe  $X$  e o campo magnético dirixido no sentido negativo do eixe  $Z$ .

Cando actúa unha forza eléctrica que anula a magnética,



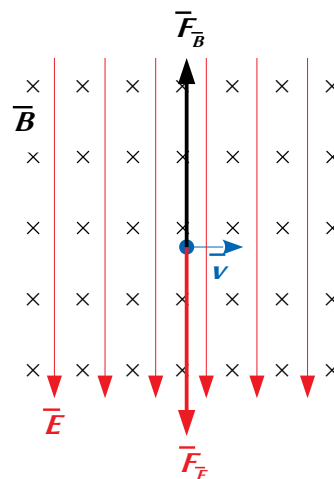
$$\vec{F}_B + \vec{F}_E = q(\vec{v} \times \vec{B}) + q \cdot \vec{E} = \vec{0}$$

O campo eléctrico debe valer:

$$\vec{E} = -(\vec{v} \times \vec{B}) = -(9,79 \cdot 10^5 \hat{i} [\text{m/s}] \times 0,320 (-\hat{k}) [\text{T}]) = -3,13 \cdot 10^5 \hat{j} \text{ N/C}$$

O campo eléctrico está dirixido no sentido negativo do eixe Y.

En calquera sistema de referencia, a dirección do campo eléctrico debe ser perpendicular tanto á dirección do campo magnético como á dirección da velocidade. O sentido do campo eléctrico ten que ser igual que o da forza eléctrica, porque a carga do protón é positiva, e oposto ao da forza magnética.



A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo [Física \(gal\)](#)

Cando estea no índice, manteña pulsada a tecla «↑» (maiúsculas) mentres fai clic na cela

[Partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme](#)

del capítulo

**Electromagnetismo** Lorentz

[Partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme](#)

Faga clic nas celas de cor salmón e elixa as opcións como se amosa. Escriba os datos nas celdas de cor branca e bordo azul.

Partícula	Carga	$q = 1,60218 \cdot 10^{-19}$	C
Protón	Masa	$m = 1,67262 \cdot 10^{-27}$	kg
Diferenza de potencial	$\Delta V =$	5000	V
Ángulo entre v e B	$\varphi =$	90	°
Raio da circunferencia	$R =$		
Campo magnético	$B =$	0,32	T
Tempo	$t =$	1	s
(para calcular o número de voltas)			

Os resultados son:

	Cifras significativas:	3
a) Velocidade da partícula	$v =$	$9,79 \cdot 10^5$ m/s
b) Raio da traxectoria circular	$R =$	0,0319 m
c) Número de voltas	$f =$	$4,88 \cdot 10^6$ vueltas/s

Facendo clic en «Número de voltas» e elixindo «Intensidade de campo eléctrico» vese o resultado do último apartado:

d) Intensidade de campo eléctrico	$E =$	$3,13 \cdot 10^5$ N/C
que anula a desviación		

## ● Forza entre condutores

1. 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:

- O campo magnético no punto medio entre os dous condutores (D)
- A forza exercida sobre un terceiro condutor C paralelo os anteriores, de 0,5 m e con  $I_C = 2$  A e que pasa por D.

Dato:  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$  S.I.

(P.A.U. Set. 06)

Rta.: a)  $\vec{B} = 4,0 \cdot 10^{-6}$  T perpendicular aos fíos ; b)  $\vec{F} = 4,0 \cdot 10^{-6}$  N cara a A.

**Datos**

Intensidade de corrente polo condutor A  
 Intensidade de corrente polo condutor B  
 Distancia entre os condutores  
 Permeabilidade magnética do baleiro  
 Intensidade de corrente polo condutor C  
 Lonxitude do condutor C

**Cifras significativas: 3**

$I_A = 5,00 \text{ A}$   
 $I_B = 3,00 \text{ A}$   
 $d = 0,200 \text{ m}$   
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}$   
 $I_C = 2,00 \text{ A}$   
 $l = 0,500 \text{ m}$

**Incógnitas**

Campo magnético no punto D medio entre os dous condutores  
 Forza exercida sobre un terceiro condutor C que pasa por D

$\vec{B}_D$   
 $\vec{F}_C$

**Ecuacións**

Lei de Biot e Savart: campo magnético  $\vec{B}$  creado a unha distancia  $r$  por un condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente  $I$

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

Principio de superposición:

$$\vec{B} = \sum \vec{B}_i$$

Lei de Laplace: forza magnética que exerce un campo magnético  $\vec{B}$  sobre un tramo  $l$  de condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente  $I$

$$\vec{F}_B = I(\vec{l} \times \vec{B})$$

**Solución:**

a) O campo magnético creado por un condutor rectilíneo é circular e o seu sentido vén dado pola regra da man dereita: o sentido do campo magnético é o de peche da man dereita cando o polgar apunta no sentido da corrente.

No diagrama débúxanse os campos magnéticos  $\vec{B}_A$  e  $\vec{B}_B$  creados por ambos os condutores no punto medio D.

O campo magnético creado polo condutor A no punto D equidistante de ambos os condutores é:

$$\vec{B}_{A \rightarrow D} = \frac{\mu_0 \cdot I_A}{2\pi \cdot r} (-\vec{k}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}] \cdot 5,00 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,100 [\text{m}]} (-\vec{k}) = -1,00 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ T}$$

O campo magnético creado polo condutor B no punto D equidistante de ambos os condutores é:

$$\vec{B}_{B \rightarrow D} = \frac{\mu_0 \cdot I_B}{2\pi \cdot r} \vec{k} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}] \cdot 3,00 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,100 [\text{m}]} \vec{k} = 6,00 \cdot 10^{-6} \vec{k} \text{ T}$$

O campo magnético resultante é a suma vectorial de ambos:

$$\vec{B}_D = \vec{B}_{A \rightarrow D} + \vec{B}_{B \rightarrow D} = -1,00 \cdot 10^{-5} \vec{k} [\text{T}] + 6,00 \cdot 10^{-6} \vec{k} [\text{T}] = -4,0 \cdot 10^{-6} \vec{k} \text{ T}$$

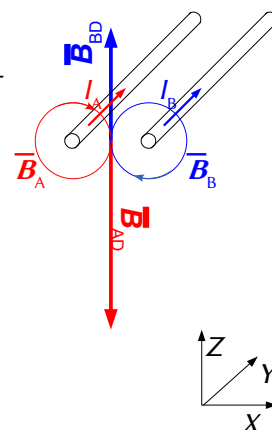
b) A forza que se exerce sobre un condutor C situado en D é:

$$\vec{F}_B = I(\vec{l} \times \vec{B}) = 2,00 [\text{A}] (0,500 \vec{j} [\text{m}] \times (-4,0 \cdot 10^{-6} \vec{k} [\text{T}])) = -4,0 \cdot 10^{-6} \vec{i} \text{ N}$$

Está dirixida cara ao condutor A se o sentido da corrente é o mesmo que o dos outros condutores.

*Análise: Os condutores que transportan a corrente no mesmo sentido atráense e en sentido oposto repélense.*

*Aínda que se ve atraído por ambos os condutores, o será con maior forza polo que circula maior intensidade, ou sexa o A.*



A maior parte das respostas pode calcularse coa folla de cálculo [Física \(gal\)](#)

Cando estea no índice, manteña pulsada a tecla «↑» (maiúsculas) mentres fai clic na cela

[Campo e forza magnética entre condutores paralelos](#)

do capítulo.

**Electromagnetismo** Condutores

[Campo e forza magnética entre condutores paralelos](#)

Faga clic nas celas de cor salmón e elixa as opcións como se amosa. Escriba os datos nas celdas de cor branca e bordo azul.

Intensidade no condutor 1	$I_1 =$	5 A	Sentido <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+</span>
Intensidade no condutor 2	$I_2 =$	3 A	
Separación entre condutores	$s =$	0,2 m	
Distancia del punto P ao condutor 1	$d_1 =$	0,1 m	
Distancia del punto P ao condutor 2	$d_2 =$	0,1 m	
Intensidade no condutor 3	$I_3 =$	2 A	
Lonxitude do condutor 3	$L_3 =$	50 cm	

Os resultados son:

	Campo magnético no punto P	Cifras significativas:	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
	debido ao condutor 1 $B_1 =$	$1,00 \cdot 10^{-5}$ T	
	debido ao condutor 2 $B_2 =$	$-6,00 \cdot 10^{-6}$ T	
a)	resultante $B_p =$	$4,00 \cdot 10^{-6}$ T	
	Forza entre los condutores 1 e 2 $F_{12} =$	$1,50 \cdot 10^{-5}$ N/m	
b)	Forza sobre o cond. 3 no punto P $F =$	$4,00 \cdot 10^{-6}$ N	

2. Indica cal é o módulo, dirección e sentido do campo magnético creado por un fío condutor recto percorrido por unha corrente e realiza un esquema que ilustre as características de devandito campo. Considérese agora que dous fíos condutores rectos e paralelos de gran lonxitude transportan a súa respectiva corrente eléctrica.

- a) Sabendo que a intensidade dunha das correntes é o dobre que a da outra corrente e que, estando separados 10 cm, atraénsen cunha forza por unidade de lonxitude de  $4,8 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ , calcula as intensidades que circulan polos fíos.
- b) Canto vale o campo magnético nun punto situado entre os dous fíos, a 3 cm do que transporta menos corrente?

Dato:  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$

(P.A.U. Xuño 15)

**Rta.:** b)  $I_1 = 3,46 \text{ A}$ ;  $I_2 = 6,93 \text{ A}$ ; c)  $B = 3,3 \mu\text{T}$

### Datos

Intensidade de corrente polo segundo condutor

Distancia entre os dous condutores

Forza de atracción por unidade de lonxitude

Permeabilidade magnética do baleiro

### Incógnitas

Intensidades que circulan polos fíos

Campo magnético a 3 cm do fío con menos corrente

### Ecuacións

Lei de Biot e Savart: campo magnético  $\vec{B}$  creado a unha distancia  $r$  por un condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente  $I$

Principio e superposición:

Lei de Laplace: Forza que exerce un campo magnético  $\vec{B}$  sobre un tramo  $l$  de condutor que transporta unha corrente  $I$

### Cifras significativas: 3

$$I_2 = 2 I_1$$

$$d = 10,0 \text{ cm} = 0,100 \text{ m}$$

$$F / l = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$

$$\frac{I_1, I_2}{\vec{B}}$$

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

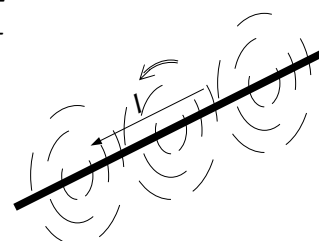
$$\vec{B} = \sum \vec{B}_i$$

$$\vec{F} = I (\vec{l} \times \vec{B})$$

### Solución:

- a) O campo magnético creado por un condutor rectilíneo é circular e o seu sentido vén dado pola regra da man dereita: o sentido do campo magnético é o de peche da man dereita cando o polgar apunta no sentido da corrente.

O valor do campo magnético  $\vec{B}$  creado a unha distancia  $r$  por un condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente  $I$  vén dado pola expresión:





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

b) A forza entre dous condutores rectilíneos paralelos obtense substituíndo na ecuación de Lorentz a expresión da lei de Biot e Savart.

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_1 \cdot l \cdot B_2 = I_1 \cdot l \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot r} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot r} \cdot l$$

Substituíndo os datos, tendo en conta que a forza é por unidade de lonxitude ( $l = 1 \text{ m}$ )

$$4,8 \cdot 10^{-5} [\text{N} \cdot \text{m}^{-1}] = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{N} \cdot \text{A}^{-2}] \cdot I_1 \cdot 2 I_1}{2\pi \cdot 0,100 [\text{m}]}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{4,8 \cdot 10^{-5} [\text{N} \cdot \text{m}^{-1}] \cdot 2\pi \cdot 0,100 [\text{m}]}{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} [\text{N} \cdot \text{A}^{-2}]}} = 3,46 \text{ A}$$

$$I_2 = 2 I_1 = 6,93 \text{ A}$$

c) No diagrama débúxanse os campos magnéticos  $\vec{B}_1$  e  $\vec{B}_2$  creados por ambos os condutores no punto 3 a 3 cm de  $I_1$ .

O campo magnético creado polo condutor 1 a 3 cm de distancia é:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{N} \cdot \text{A}^{-2}] \cdot 3,46 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,030 [\text{m}]} = 2,31 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

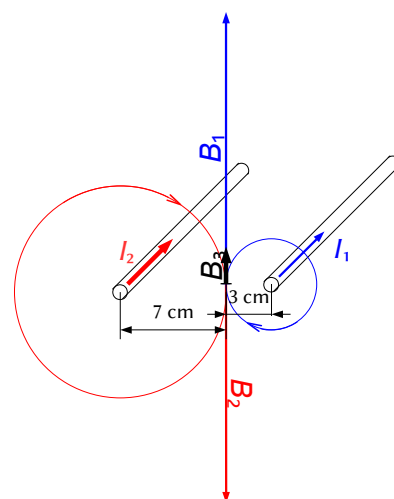
O campo magnético creado polo condutor 2 a 7 cm de distancia é:

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot r_2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{N} \cdot \text{A}^{-2}] \cdot 6,93 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,070 [\text{m}]} = 1,98 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Como os campos son de sentidos opostos, o campo magnético resultante no punto que dista 3 cm é

$$B_3 = B_1 - B_2 = 2,31 \cdot 10^{-5} [\text{T}] - 1,98 \cdot 10^{-5} [\text{T}] = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

A dirección do campo magnético resultante é perpendicular ao plano formado polos dous condutores e o sentido é o do campo magnético do fío máis próximo, (no debuxo, cara ao bordo superior do papel)



## Sumario

### MAGNETISMO

<i>Carga nun campo magnético.....</i>	<i>1</i>
1. Un protón acelerado por unha diferenza de potencial de 5000 V penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 0,32 T. Calcula:.....	1
a) A velocidade do protón.....	
b) O raio da órbita que describe.....	
c) O número de voltas que dá en 1 segundo.....	
d) Que campo eléctrico E hai que aplicar para que a carga non sufra ningunha desviación?.....	
<i>Forza entre condutores.....</i>	<i>3</i>
1. Dous fíos condutores rectos moi longos e paralelos (A e B) con correntes $I_A = 5\text{ A}$ e $I_B = 3\text{ A}$ no mesmo sentido están separados 0,2 m. Calcula:.....	3
a) O campo magnético no punto medio entre os dous condutores (D).....	
b) A forza exercida sobre un terceiro condutor C paralelo os anteriores, de 0,5 m e con $I_C = 2\text{ A}$ e que pasa por D.....	
2. Indica cal é o módulo, dirección e sentido do campo magnético creado por un fío condutor recto percorrido por unha corrente e realiza un esquema que ilustre as características de devandito campo. Considérese agora que dous fíos condutores rectos e paralelos de gran lonxitude transportan a súa respectiva corrente eléctrica.....	4
a) Sabendo que a intensidade dunha das correntes é o dobre que a da outra corrente e que, estando separados 10 cm, atráense cunha forza por unidade de lonxitude de $4,8 \cdot 10^{-5}\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ , calcula as intensidades que circulan polos fíos.....	
b) Canto vale o campo magnético nun punto situado entre os dous fíos, a 3 cm do que transporta menos corrente?.....	

### [Método e recomendacións](#)