

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}

Cifras significativas: 2

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

$B = 40$ mT = 0,040 T

$\varphi = 90^\circ$

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

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

F_B

R

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

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

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

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

Aceleración normal (nun movemento circular de raio R)

2.ª lei de Newton da Dinámica

Velocidade nun movemento circular uniforme de raio R

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:

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

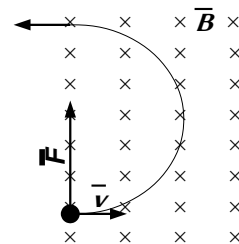
b) Como só actúa a forza magnética, que é perpendicular á velocidade, o protón describe unha traxectoria circular con velocidade de valor constante, polo que a aceleración só ten compoñente normal a_N .

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

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 saíra 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 follá de cálculo [Física \(gal\)](#).

As instrucións para o manexo desta follá de cálculo poden verse na ligazón [instrucións](#).

Para ir á follá 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, varias veces 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**.

Escriba os datos nas celas de cor branca con bordo azul. Prema nas celas de cor laranxa para elixir entre as opcións que se presentan.

Prema sobre a cela situada de debaixo de «Partícula» e elixa «Protón», para non ter que teclear os valores da masa e carga do protón.

Faga clic na cela de color laranxa 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 prefire, 4,0 \uparrow 3 10⁻¹⁵ 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 \cdot 10^{-19}"/>	<input type="text" value="C"/>
<input type="text" value="Protón"/>	Masa $m =$	<input type="text" value="1,67262 \cdot 10^{-27}"/>	<input type="text" value="kg"/>
	Energía cinética $E =$	<input type="text" value="4E-15"/>	<input type="text" value="J"/>
	Ángulo entre v e B $\varphi =$	<input type="text" value="90"/>	<input type="text" value="^\circ"/>
	Radio da circunferencia $R =$	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Campo magnético $B =$	<input type="text" value="0,04"/>	<input type="text" value="T"/>

Para ver o resultado da «Forza magnética», debe premer sobre a cela de color laranxa baixo «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 \cdot 10^6"/>	<input type="text" value="m/s"/>
Radio da traxectoria circular $R =$	<input type="text" value="0,571"/>	<input type="text"/>
<input type="text" value="Forza magnética"/>	$F =$	<input type="text" value="1,40 \cdot 10^{-14}"/>
		<input type="text" value="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 $\vec{B} = 3 \vec{j} \text{ T}$, cunha velocidade, $\vec{v} = 6 \vec{i} \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. 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) $\vec{E} = -1,8 \cdot 10^4 \vec{k} \text{ N/C}$.

Datos

Masa da partícula

Carga da partícula

Intensidade do campo magnético

Velocidade da partícula

Radio da traxectoria circular

Incógnitas

Cifras significativas: 3

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

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

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

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

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

Datos

Velocidade angular ω

Vector campo eléctrico para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea \vec{E}

Outros símbolos

Radio da traxectoria circular R

Valor da forza magnética sobre a partícula F_B

Vector forza eléctrica sobre a partícula \vec{F}_E

Ecuacións

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

Cifras significativas: 3

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

Aceleración normal (nun movemento circular de raio R) $a_N = \frac{v^2}{R}$

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

2.ª lei de Newton da Dinámica $v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$

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

Velocidade nun movemento circular uniforme de raio R $v = \omega \cdot R$

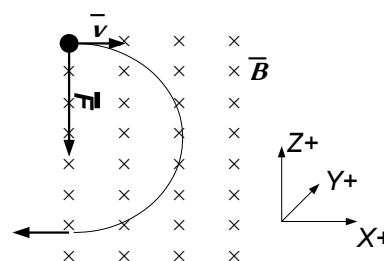
Forza, \vec{F}_E , exercida por un campo electrostático, \vec{E} , sobre unha carga, q

Relación entre a velocidade lineal v e a velocidade angular ω nun movemento circular de raio 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:

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

Se a partícula entra perpendicularmente ao campo magnético, $\text{sen } \varphi = 1$.

Despegando o raio:

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

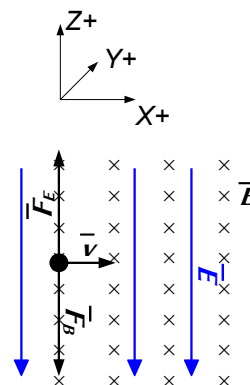
Pódese calcular a velocidade angular a partir da velocidade lineal:

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

b) Se a forza eléctrica anula a magnética:

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

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



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

As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón [instrucións](#).

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, varias veces 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**.

Escriba os datos nas celas de cor branca con bordo azul. Prema nas celas de cor laranxa para elixir entre as opcións que se presentan.

Partícula	Carga	$q =$	<input type="text" value="-2 μC"/>
-----------	-------	-------	------------------------------------

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 laranxa baixo «Radio da traxectoria circular» e elixir esa opción.

Velocidade angular	$\omega =$	$7,50 \cdot 10^5$ rad/s
--------------------	------------	-------------------------

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

Intensidade de campo eléctrico que anula a desviación	$E =$	$1,80 \cdot 10^4$ N/C
--	-------	-----------------------

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

a) A velocidade do protón.

b) O raio da órbita que describe e o número de voltas que dá en 1 segundo.

Datos: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C (Fai un debuxo do problema)

(P.A.U. xuño 05)

Rta.: a) $v = 9,8 \cdot 10^5$ m/s; b) $R = 3,2$ cm; $N = 4,9 \cdot 10^6$ voltas/s

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

Outros símbolos

Valor da forza magnética sobre o protón

Período do movemento circular

Energía (cinética) do protón

Ecuacións

Lei de Lorentz: forza magnética sobre unha carga, q , que se despraza no interior dun campo magnético, \vec{B} , cunha velocidade, \vec{v}

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

Aceleración normal (nun movemento circular de raio R)

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

2.ª lei de Newton da Dinámica

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

Velocidade nun movemento circular uniforme de raio R

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

Traballo do campo eléctrico

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

Traballo da forza resultante

$$W = \Delta E_c$$

Energía cinética

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

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, 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 :

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

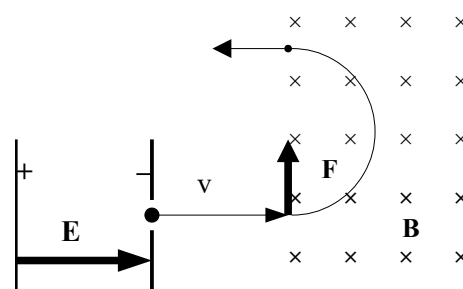
Análise: o raio ten un valor aceptable, uns centímetros.

O período do movemento calcúlase a partir da ecuación da velocidade no movemento circular uniforme:

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

O número, N , 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 do polo que en realidade só daría media volta nun tempo de $T/2 = 1,03 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ e saíria a unha distancia de $2R = 6,4 \text{ cm}$ do punto de entrada.

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

As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón [instrucións](#).

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, varias veces 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**.

Escriba os datos nas celas de cor branca con bordo azul. Prema nas celas de cor laranxa para elixir entre as opcións que se presentan.

Prema sobre a cela situada de debaixo de «Partícula» e elixa «Protón», para non ter que teclear os valores da masa e carga do protón.

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)

Para ver o resultado de «Número de voltas», debe premer sobre a cela de color laranxa baixo «Radio da traxectoria circular» e elixir esa opción.

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

● Forza entre condutores

1. Dous condutores rectilíneos, paralelos e infinitos, están situados no plano yz , na dirección do eixo z , separados unha distancia de 80 cm. Se por cada un deles circula unha corrente de 12 A en sentidos contrarios, calcula:

a) A forza por unidade de lonxitude que se exercen mutuamente, indicando a dirección e o sentido desta.

b) O vector campo magnético no punto medio da distancia que separa os condutores.

DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.

(A.B.A.U. ord. 23)

Rta.: a) $F/l = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$; b) $\vec{B} = -1,20 \cdot 10^{-5} \vec{j} \text{ T}$

Datos

Intensidade de corrente polo condutor 1

Intensidade de corrente polo condutor 2

Distancia entre os condutores

Permeabilidade magnética do baleiro

Incógnitas

Forza por unidade de lonxitude que se exercen mutuamente

Campo magnético no punto medio entre os dous condutores

Ecuacións

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

Principio de superposición:

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

Cifras significativas: 3

$I_1 = 12,0 \text{ A}$

$I_2 = 12,0 \text{ A}$

$d = 80,0 \text{ cm} = 0,800 \text{ m}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$

\vec{F}/l

\vec{B}

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

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

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

Solución:

a) 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 lei de Biot-Savart:

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

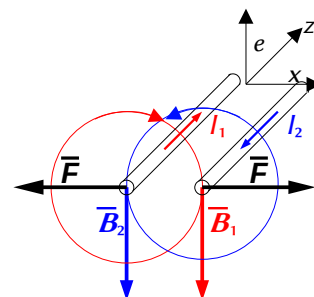
O campo magnético creado por un condutor rectilíneo é circular e o seu sentido vén dado pola regra da man dereita: o sentido do campo magnético é o de peche da man dereita cando o polgar apunta no sentido da corrente.

No diagrama débúxanse os campos magnéticos \vec{B}_1 e \vec{B}_2 creados por cada un dos condutores en o outro condutor.

O campo magnético creado polo condutor 1 no condutor 2, que dista 80 cm del é:

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r} (-\vec{j}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{T m A}^{-1}] \cdot 12,0 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,800 [\text{m}]} (-\vec{j}) = -3,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ T}$$

A forza por unidade de lonxitude que exerce o condutor 1 sobre un condutor 2 vale:



$$\frac{\vec{F}}{l} = \frac{I_2(\vec{l} \times \vec{B}_1)}{l} = I_2(\vec{u}_1 \times \vec{B}_1) = 12,0 [\text{A}](-\vec{k} \times (-3,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} [\text{T}])) = 3,60 \cdot 10^{-5} \vec{i} \text{ N/m}$$

O campo magnético creado polo condutor 2 no condutor 1 é:

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r}(-\vec{j}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}] \cdot 12,0 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,800 [\text{m}] }(-\vec{j}) = -3,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ T}$$

A forza por unidade de lonxitude que se exerce sobre un condutor 2 sobre un condutor 1 vale:

$$\frac{\vec{F}}{l} = \frac{I_1(\vec{l} \times \vec{B}_2)}{l} = I_1(\vec{u}_1 \times \vec{B}_2) = 12,0 [\text{A}](\vec{k} \times (-3,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} [\text{T}])) = -3,60 \cdot 10^{-5} \vec{i} \text{ N/m}$$

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

b) No diagrama débúxanse os campos magnéticos \vec{B}_1 e \vec{B}_2 creados por ambos os condutores no punto medio.

O campo magnético creado polo condutor 1 no punto equidistante de ambos os condutores é:

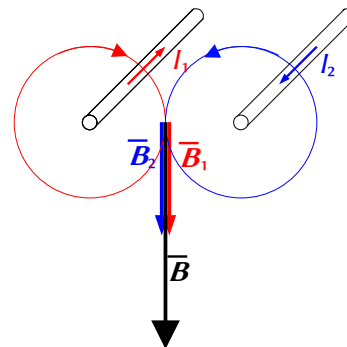
$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r_1}(-\vec{j}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} [\text{T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}] \cdot 12,0 [\text{A}]}{2\pi \cdot 0,400 [\text{m}]}(-\vec{j}) = -6,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ T}$$

O campo magnético creado polo condutor 2 no punto equidistante de ambos os condutores vale o mesmo:

$$\vec{B}_2 = -6,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ T}$$

O campo magnético resultante é a suma vectorial de ambos:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = -6,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} [\text{T}] + (-6,00 \cdot 10^{-6} \vec{j} [\text{T}]) = -1,20 \cdot 10^{-5} \vec{j} \text{ T}$$



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

As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón [instrucións](#).

Para ir á folla para resolver un problema de condutores pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a icona ▶, do grupo ◀ ◀ ▶ ▶ situado na parte inferior esquerda, varias veces ata que vexa a pestana Condutores. Logo prema sobre esa pestana.
- No índice, pulse a tecla [Ctrl] mentres preme sobre a cela [Campo e forza magnética entre condutores paralelos](#) do capítulo **Electromagnetismo**.

Escriba os datos nas celas de cor branca con bordo azul. Prema nas celas de cor laranxa para elixir entre as opcións que se presentan.

Intensidade no condutor 1	$I_1 =$	<input type="text" value="12"/>	A	<input type="text" value=""/>	+
Intensidade no condutor 2	$I_2 =$	<input type="text" value="12"/>	A	Sentido	<input type="text" value="-"/>
Separación entre condutores	$s =$	<input type="text" value="80"/>	cm		
Distancia do punto P ao condutor 1	$d_1 =$	<input type="text" value="40"/>	cm		
Distancia do punto P ao condutor 2	$d_2 =$	<input type="text" value="40"/>	cm		

Os resultados son:

Campo magnético no punto P		Cifras significativas:	<input type="text" value="3"/>
debido ao condutor 1	$B_1 =$	$6,00 \cdot 10^{-6} \text{ T}$	
debido ao condutor 2	$B_2 =$	$+6,00 \cdot 10^{-6} \text{ T}$	
b) resultante	$B_p =$	$1,20 \cdot 10^{-5} \text{ T}$	
a) Forza entre los condutores 1 y 2	$F_{12} =$	$3,60 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$	

2. 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:

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 $I_C = 2$ 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

Incógnitas

Campo magnético no punto D medio entre os dous condutores

Forza exercida sobre un terceiro condutor C que pasa por D

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 de superposición:

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

Cifras significativas: 3

$I_A = 5,00$ A

$I_B = 3,00$ A

$d = 0,200$ m

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m·A⁻¹

$I_C = 2,00$ A

$l = 0,500$ m

\vec{B}_D

\vec{F}_C

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

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

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

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 atraíense e en sentido oposto repélense.

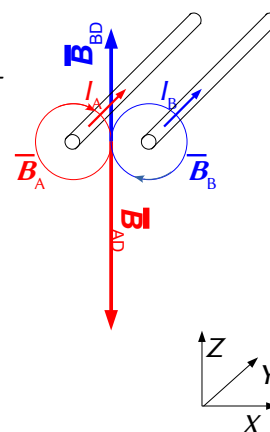
Aínda que se ve atraído por ambos os condutores, o será con maior forza polo que circula maior intensidade, ou sexa o A.

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

As instrucións para o manexo desta folla de cálculo poden verse na ligazón [instrucións](#).

Para ir á folla para resolver un problema de condutores pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a icona ►, do grupo ◀ ◀ ► ► situado na parte inferior esquerda, varias veces ata que vexa a pestana  Condutores. Logo prema sobre esa pestana.



- No índice, pulse a tecla [Ctrl] mentres preme sobre a cela [Campo e forza magnética entre condutores paralelos](#) do capítulo **Electromagnetismo**.

Escriba os datos nas celas de cor branca con bordo azul. Prema nas celas de cor laranxa para elixir entre as opcións que se presentan.

Intensidade no condutor 1	$I_1 =$	5 A	Sentido <input type="checkbox"/>
Intensidade no condutor 2	$I_2 =$	3 A	
Separación entre condutores	$s =$	0,2 m	
Distancia do punto P ao condutor 1	$d_1 =$	0,1 m	
Distancia do 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: <input type="text" value="3"/>	
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 os 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

3. 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, atráense cunha forza por unidade de lonxitude de $4,8 \cdot 10^{-5}$ N·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: $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ N·A⁻²

(P.A.U. Xuño 15)

Rta.: b) $I_1 = 3,46$ A; $I_2 = 6,93$ A; c) $B = 3,3$ μ 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

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

Principio e superposición:

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

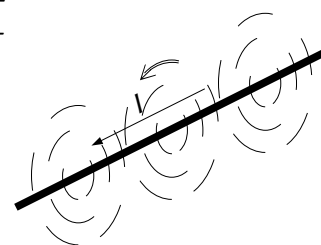
Lei de Laplace: Forza que exerce un campo magnético \vec{B} sobre un tramo l de condutor que transporta unha corrente I

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

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 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 ($l = 1 \text{ m}$)

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

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

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

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:

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

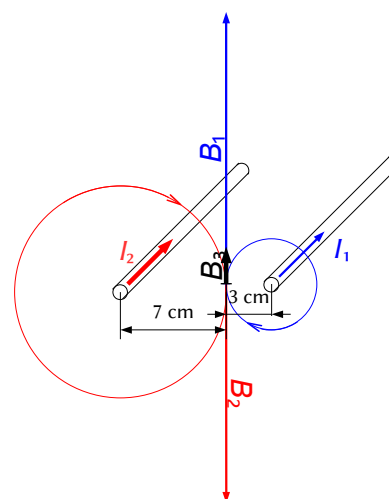
O campo magnético creado polo condutor 2 a 7 cm de distancia é:

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

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)



Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), y del [traductor de la CIXUG](#).

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM).

Se consultó al Copilot de Microsoft Edge y se tuvieron en cuenta algunas de sus respuestas en las cuestiones.

Actualizado: 26/09/24

Sumario

MAGNETISMO

<i>Carga nun campo magnético.....</i>	<i>1</i>
1. Un protón cunha enerxía cinética de $4,0 \cdot 10^{-15}$ J penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 40 mT. Calcula:.....	1
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.....	
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 $B = 3 \text{ j T}$, cunha velocidade, $v = 6 \text{ i km}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcula:.....	2
a) A velocidade angular con que se move.....	
b) A intensidade de campo eléctrico (vector) que se debe aplicar para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea.....	
3. Un protón acelerado por unha diferenza de potencial de 5000 V penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 0,32 T. Calcula:.....	4
a) A velocidade do protón.....	
b) O raio da órbita que describe e o número de voltas que dá en 1 segundo.....	
<i>Forza entre condutores.....</i>	<i>6</i>
1. Dous condutores rectilíneos, paralelos e infinitos, están situados no plano yz, na dirección do eixo z, separados unha distancia de 80 cm. Se por cada un deles circula unha corrente de 12 A en sentidos contrarios, calcula:.....	6
a) A forza por unidade de lonxitude que se exercen mutuamente, indicando a dirección e o sentido desta.....	
b) O vector campo magnético no punto medio da distancia que separa os condutores.....	
2. 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:.....	7
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.....	
3. 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.....	9
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](#)