

Problemes & Resolucions: PAU de MAGNETISME

setembre'10 — setembre'13

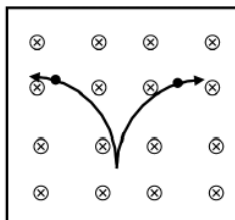
- ▶ **Instruccions generals de tots els anys:** L'examen consta d'una part comuna (problemes P1 i P2), que heu de fer obligatòriament, i d'una part optativa, de la qual heu d'escollir UNA de les opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents. Cada problema val 2 punts.

- ▶ **Continguts:**

- M1)** set'10 [S2 — A5]: **B perp a $v \rightarrow F$**
- M2)** set'10 [S2 — B5]: *transformadors*
- M3)** juny'11 [S1 — A5]: *inducció*
- M4)** juny'11 [S4 — B3]: *inducció: motor*
- M5)** set'11 [S2 — P2]: *axons: F entre fils paral·lels*
- M6)** set'11 [S2 — B5]: *F Lorentz; inducció*
- M7)** juny'12 [S3 — A5]: *B creat per fil; inducció*
- M8)** juny'12 [S3 — B5]: *ciclotró (amb long. ona de Broglie!!)*
- M9)** juny'12 [S1 — A5]: *espectròmetre masses, select. velocs.*
- M10)** set'12 [S4 — A3]: *espectròmetre masses; W que fa Fm*
- M11)** set'12 [S4 — B5]: *clavat al M16*
- M12)** juny'13 [S4 — A5]: *flux magnètic; inducció*
- M13)** juny'13 [S4 — B5]: *inducció per moviment*
- M14)** juny'13 [S3 — A4]: *bobina i inducció*
- M15)** juny'13 [S3 — B5]: *inducció: generadors i transformadors*
- M16)** set'13 [S1 — P2]: **B perp a $v \rightarrow$ trajectòries.**

M1) set'10 [S2 — A5]: ENUNCIAT

La imatge següent representa una cambra d'ionització en què s'observa l'aparició d'un electró i d'un positró que tenen la mateixa energia. El camp magnètic que hi ha a la cambra d'ionització és de $2 \cdot 10^{-4}$ T i està dirigit cap a l'interior del paper.



- a) Indiqueu la trajectòria del positró i la de l'electró i justifiqueu la resposta. Si les dues trajectòries tenen un radi equivalent de 5,80 m, determineu la velocitat de les partícules.
- b) Quina és l'energia en repòs d'un electró? Quina energia mínima ha de tenir un fotó per a materialitzar-se en un parell electró-positró? Quines són la freqüència i la longitud d'ona corresponents a aquesta energia?

DADES: $q_{\text{electró}} = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C;
 $q_{\text{positró}} = +1,602 \cdot 10^{-19}$ C;
 $m_{\text{electró}} = m_{\text{positró}} = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg;
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s;
 $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s.

resol_M1.- set'10 [S2 — A5]

- a) $F = qvB$ i regla de la mà esquerra (o similar) **[0,2]**

La trajectòria de l'esquerra. La força sobre la càrrega va cap a l'esquerra. Per tant, correspon a una càrrega positiva (positró). **[0,2]**

La trajectòria de la dreta. La força sobre la càrrega va cap a la dreta. Per tant, correspon a una càrrega negativa (electró). **[0,2]**

$$m \frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow v = \frac{qBR}{m} = 2,04 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mathbf{[0,3]}$$

Les dues velocitats són iguals, segons l'expressió anterior. **[0,1]**

- b) L'energia en repòs de l'electró és $E_0 = m_e c^2 = 8,20 \cdot 10^{-14}$ J **[0,2]**

mínima energia del fotó (per crear dos electrons) $E = 2E_0 = 2m_e c^2 = 1,64 \cdot 10^{-13}$ J **[0,2]**

$$E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E}{h} = 2,47 \cdot 10^{20} \text{ Hz} \quad \mathbf{[0,3]}$$

$$c = \lambda\nu \Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} = 1,21 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad \mathbf{[0,3]}$$

M2) set'10 [S2 — B5]: ENUNCIAT

Un timbre funciona a 12,0 V de tensió i 0,200 A d'intensitat. Per tal de poder-lo connectar a la xarxa elèctrica i que funcioni correctament, disposa d'un transformador ideal que té 20 espises en el secundari.

- Connectem el primari del transformador a un corrent altern de 220 V. Calculeu quantes espises té el primari i quina intensitat de corrent hi circula.
- Si connectem el primari d'aquest transformador a un corrent continu de 24 V, quina intensitat de corrent circularà pel timbre? Justifiqueu la resposta.

resol_M2.- set'10 [S2 — B5]

$$a) V_P I_P = V_S I_S \quad [0,3]; \quad I_P = \frac{V_S I_S}{V_P} = \frac{12,0 \cdot 0,200}{220} = 0,011 \text{ A} \quad [0,2]$$

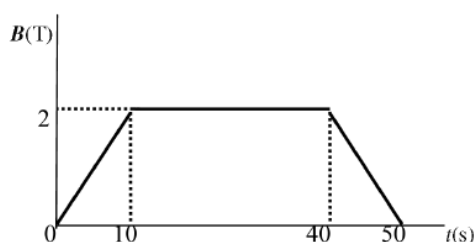
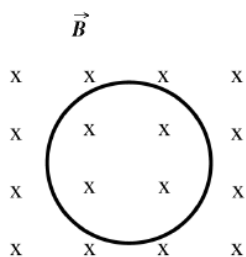
$$\frac{V_P}{N_P} = \frac{V_S}{N_S} \quad [0,3]; \quad N_P = \frac{V_P N_S}{V_S} = \frac{220 \cdot 20}{12} = 367 \text{ espises} \quad [0,2]$$

$$b) I = 0 \quad [0,3]$$

Si el corrent al primari és corrent continu, el corrent no variarà i no hi haurà fenomen d'inducció. No s'induirà cap fem al secundari, ja que el flux magnètic a través del secundari no varia. [0,7]
[a la justificació han de dir alguna cosa sobre el fenomen d'inducció]

M3) juny'11 [S1 — A5]: ENUNCIAT

Una espira de radi $r = 25$ cm està sotmesa a un camp magnètic que és perpendicular a la superfície que delimita l'espira i de sentit entrant. En la gràfica següent es mostra el valor de la inducció magnètica B en funció del temps:



- Expliqueu raonadament si circula corrent elèctric per l'espira en cadascun dels intervals de temps indicats i determineu-ne, si s'escau, el sentit de circulació.
- Calculeu la intensitat de corrent elèctric en cada interval de temps, si la resistència de l'espira és 5Ω . Recordeu que la llei d'Ohm estableix que

$$I = \frac{\Delta V}{R}.$$

resol_M3.- juny'11 [S1 — A5]

- a) Es produirà corrent elèctric quan es produeixi una variació en el flux del camp magnètic a través de l'espira. Per tant els intervals on tindrem corrent elèctric són: $0 \leq t \leq 10$ i $40 \leq t \leq 50$ [0.5]

El corrent induït és de sentit contrari al que generaria el camp que el produeix. [0.25]

En l'interval $0 \leq t \leq 10$, la derivada del flux respecte el temps és positiva, per tant el corrent generat serà en sentit antihorari. En l'interval $40 \leq t \leq 50$ la derivada del flux respecte del temps serà negativa, per tant el corrent serà en sentit horari. [0.25]

$$b) 0 \leq t \leq 10 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt} = -\pi 0.25^2 \frac{2-0}{10-0} = -3.93 \times 10^{-2} V \text{ [0.25]}$$

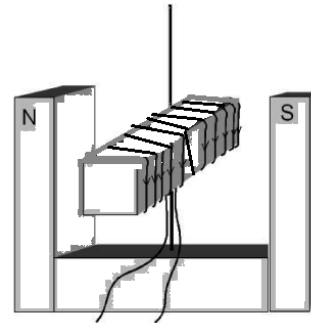
$$40 \leq t \leq 50 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt} = -\pi 0.25^2 \frac{0-2}{50-40} = 3.93 \times 10^{-2} V \text{ [0.25]}$$

En tots dos casos el valor absolut del corrent serà:

$$|I| = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{3.93 \times 10^{-2}}{5} = 7.85 \times 10^{-3} A \text{ [0.5]}$$

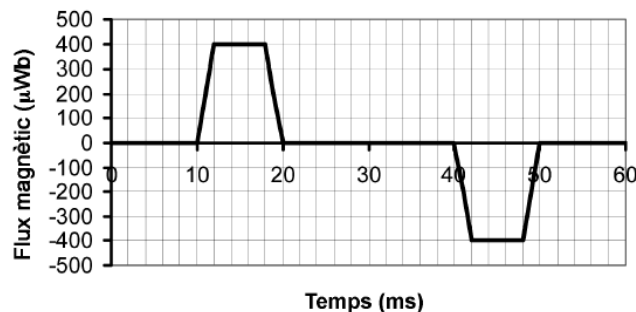
M4) juny'11 [S4 — B3]: ENUNCIAT

En la figura es mostra un dispositiu format per una barra de ferro que pot girar lliurement al voltant d'un eix vertical entre els pols d'un imant permanent de ferradura. Un fil elèctric aïllat envolta la barra.



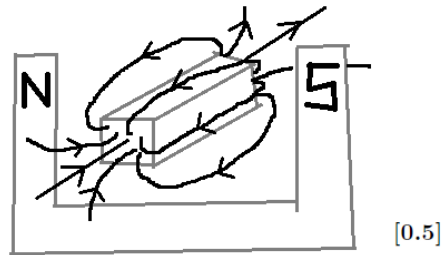
- a) Fem circular un corrent continu pel fil elèctric en el sentit indicat en la figura. Dibuixeu les línies del camp magnètic generat per l'electroimant i expliqueu raonadament com es mourà la barra.

- b) Si fem girar la barra sense fer circular cap corrent elèctric, tenim un generador. En la gràfica es mostra la variació del flux magnètic (Φ) a través de la bobina en funció del temps quan la barra gira. Expliqueu raonadament en quins moments hi ha força electromotriu (FEM) induïda en les espires.



resol_M4.- juny'11 [S4 — B3]

- a) De forma esquemàtica es mostra a la figura les línies de camp magnètic:



Les línies de camp magnètic entren pel pol Sud i surten pel pol Nord, per tant en la figura que es mostra, l'extrem més proper serà el pol Sud i l'altre extrem el pol Nord, per tant el pol Sud de l'electroimà s'acostarà al pol Nord de l'imà, o sigui l'electroimà girarà segons les agulles del rellotge. [0.5]

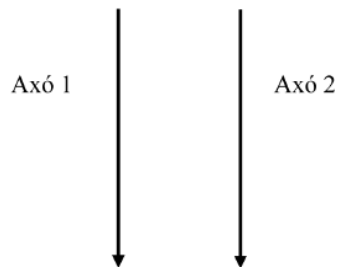
- b) Per la llei de Lenz sabem que la força electromotriu generada en una espira està condicionada a que hi hagi un variació del fluxe magnètic a través de l'espira al llarg del temps:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad [0,6]$$

Per tant en la gràfica que es mostra es generarà força electromotriu ens els intervals següents: $10 \leq t \leq 12$; $18 \leq t \leq 20$; $40 \leq t \leq 42$ i $48 \leq t \leq 50$ tots els intervals en ms. [0.4]

M5) set'11 [S2 — P2]: ENUNCIAT

Els axons són una part de les neurones i transmeten l'impuls nerviós. El corrent elèctric que circula per l'axó produeix un camp magnètic que podem considerar igual al que produiria un fil conductor rectilini infinitament llarg. Per dos axons paral·lels, representats en la figura següent, circula un corrent de $0,66 \times 10^{-6}$ A en el mateix sentit:

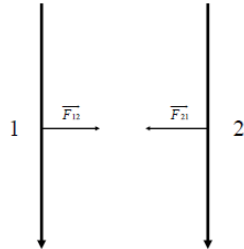


- a) Indiqueu la direcció i el sentit del camp magnètic que produeix cada axó en la posició que ocupa l'altre. Dibuixeu la força que actua sobre cada axó causada pel corrent que circula per l'altre.
- b) Calculeu el mòdul de la força que actua sobre 2 cm de l'axó 2 si el mòdul del camp magnètic que produeix l'axó 1 en la posició de l'axó 2 és $1,1 \times 10^{-10}$ T.

resol_M5.- set'11 [S2 — P2]

- a) A partir del camp produït per un fil recte molt llarg i tinguen en compte la regla de la ma dreta per trobar el sentit del camp magnètic, tindrem:

L'axó 2 produeix sobre l'1 un camp magnètic cap dins del paper i perpendicular a aquest. [0.25] L'axó 1 produeix sobre el 2 un camp magnètic que surt del paper i perpendicular a aquest. [0.25]



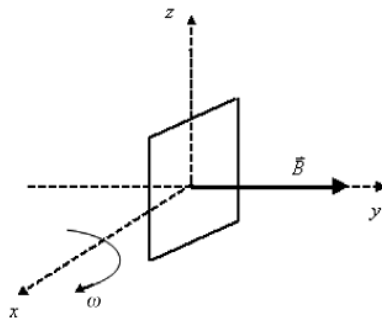
\vec{F}_{12} és la força que fa l'axó 2 sobre el 1
 \vec{F}_{21} és la força que fa l'axó 1 sobre el 2 [0.5]

b) $F = ILB$ [0,5] = $6,6 \times 10^{-7} \times 0,02 \times 1,1 \times 10^{-10} = 1,5 \times 10^{-18} N$ [0.5]

M6) set'11 [S2 — B5]: ENUNCIAT

Calculeu, dins d'un camp magnètic $\vec{B} = 0,2\vec{j}$, expressat en T:

- a) La força (mòdul, direcció i sentit) que actua sobre una càrrega positiva $Q = 3,2 \times 10^{-19} C$ que es mou a una velocitat $\vec{v} = 2\vec{k}$, expressada en m/s.
- b) La força electromotriu induïda en funció del temps quan una espira quadrada de $0,01 m^2$ de superfície gira, a una velocitat angular constant de 30 rad/s, al voltant d'un eix fix (l'eix x de la figura) que passa per la meitat de dos dels seus costats oposats, tal com s'indica en la figura.



resol_M6.- set'11 [S2 — B5]

a) La força que fa el camp magnètic sobre una càrrega que es mou ve donada per l'expressió:

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \wedge \vec{B}) \text{ [0,5]}$$

per tant:

$$\vec{F}_m = 3,2 \times 10^{-19} (2 \vec{k} \wedge 0,2 \vec{j}) = -1,28 \times 10^{-19} \vec{i} \text{ N [0,5]}$$

cal tenir en compte que: $\vec{k} \wedge \vec{j} = -\vec{i}$

b)

La força electromotriu ve donada per la llei de Lenz:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

on Φ és el flux de camp magnètic que atravesa l'espira [0,2].

En aquest cas veiem que el camp magnètic és constant i l'espira gira amb una velocitat angular $\omega = 30$ rad/s, on l'eix de rotació és l'eix z . [0,2]

La superfície aparent que atravesa el camp magnètic ve donada per l'expressió:

$$S(t) = 0,01 \cos(\omega t) \text{ [0,2]}$$

per tant el fluxe de camp magnètic que atravesa l'espira en funció del temps serà:

$$\Phi(t) = B S(t) = 0,2 \times 0,01 \cos(30 t) \text{ [0,2]}$$

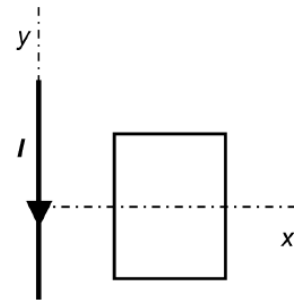
en conclusió:

$$\varepsilon(t) = 0,2 \times 0,01 \times 30 \sin(30t) = 0,06 \sin(30t) \text{ V [0,2]}$$

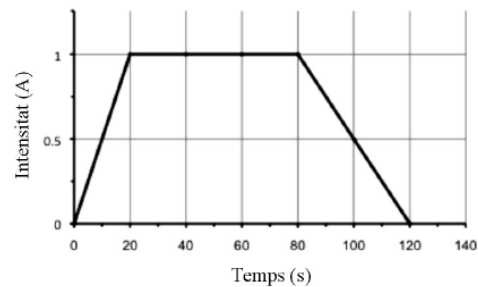
M7) juny'12 [S3 — A5]: ENUNCIAT

Una espira rectangular es troba prop d'un fil conductor rectilini infinit pel qual circula una intensitat de corrent I cap avall, tal com mostra la figura.

a) Si la intensitat de corrent I és constant, dibuixeu el camp magnètic creat pel fil conductor en la regió on es troba l'espira. Es tracta d'un camp magnètic constant? Justifiqueu la resposta.

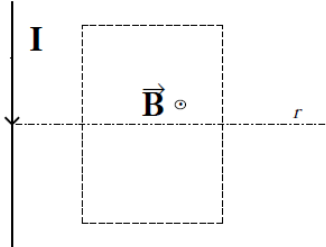


b) Si el conductor i l'espira no es mouen, però la intensitat de corrent que circula pel conductor varia amb el temps tal com indica el gràfic, expliqueu raonadament si s'indueix o no corrent en l'espira en els intervals de temps següents: de 0 a 20 s, de 20 a 80 s i de 80 a 120 s. En quin dels tres intervals de temps el corrent induït és més gran? Justifiqueu la resposta.



resol_M7.- juny'12 [S3 — A5]

- a) A qualsevol punt de l'espai, les línies de camp magnètic produït pel corrent que circula per un fil recte i llarg són tangents a un cercle de radi r centrat en el fil, on r és la distància del fil a on considerem el camp. [0.4]



Tal com indica la figura el camp magnètic serà perpendicular i sortint cap en fora del paper. [0.4]
El valor del camp magnètic no és constant sinó que és inversament proporcional a r [0.2]

- b) Es produeix corrent induït en una espira quan el flux del camp magnètic varia amb el temps. [0.4]
Per tant, es produirà corrent en els intervals de temps de 0-20 s i de 80-120 s, ja que en aquests intervals de temps el camp magnètic produït pel corrent varia perquè aquest corrent que l'indueix varia amb el temps. [0.4].
Dels dos intervals de temps esmentats el que correspon de 0-20 s, produirà un corrent més gran, ja que la derivada en funció del temps és més gran i per tant la derivada del flux magnètic també serà més gran. [0.2]

M8) juny'12 [S3 — B5]: ENUNCIAT

Un ciclotró que accelera protons té un camp magnètic de $9,00 \times 10^{-3}$ T, perpendicular a la velocitat dels protons, que descriuen una trajectòria circular de 0,50 m de radi. Calculeu:

- a) La freqüència del moviment circular dels protons en el ciclotró.
b) L'energia cinètica dels protons accelerats i la longitud d'ona de De Broglie que tenen associada.

DADES: $Q_{\text{protó}} = 1,60 \times 10^{-19}$ C;
 $m_{\text{protó}} = 1,67 \times 10^{-27}$ kg;
 $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J s.

resol_M8.- juny'12 [S3 — B5]

- a) La força magnètica de Lorentz és la que proporciona la força centrípeta necessària per a fer girar els protons: [0.2]

$$q v B = m \frac{v^2}{r} \quad [0.2]$$

$$q B = m \frac{v}{r} = m \omega = m 2\pi\nu \quad [0.2]$$

$$\nu = \frac{qB}{m2\pi} = \frac{1,60 \times 10^{-19} \text{C} \times 9 \times 10^{-3} \text{T}}{2\pi \times 1,67 \times 10^{-27} \text{kg}} = 1,37 \times 10^5 \text{ Hz} \quad [0.4]$$

- b)

$$v = \omega r = 2\pi\nu r \quad [0.25]$$

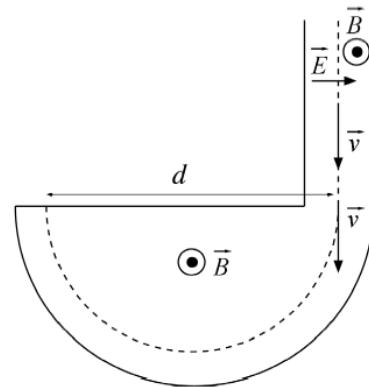
$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = m 2(\pi\nu r)^2 = 1,55 \times 10^{-16} \text{ J} \quad [0.25]$$

La longitud associada de De Broglie serà:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad [0.25] = \frac{h}{2\pi\nu r m} = 9,21 \times 10^{-13} \text{ m} \quad [0.25]$$

M9) juny'12 [S1 — A5]: ENUNCIAT

Un espectròmetre de masses consta d'un selector de velocitats i d'un recinte semicircular. En el selector de velocitats hi ha un camp elèctric i un camp magnètic, perpendiculars entre si i en la direcció de la velocitat dels ions. En entrar al selector, els ions d'una velocitat determinada no es desvien i entren a la zona semicircular, on només hi ha el camp magnètic perpendicular a la velocitat, que els fa descriure una trajectòria circular.

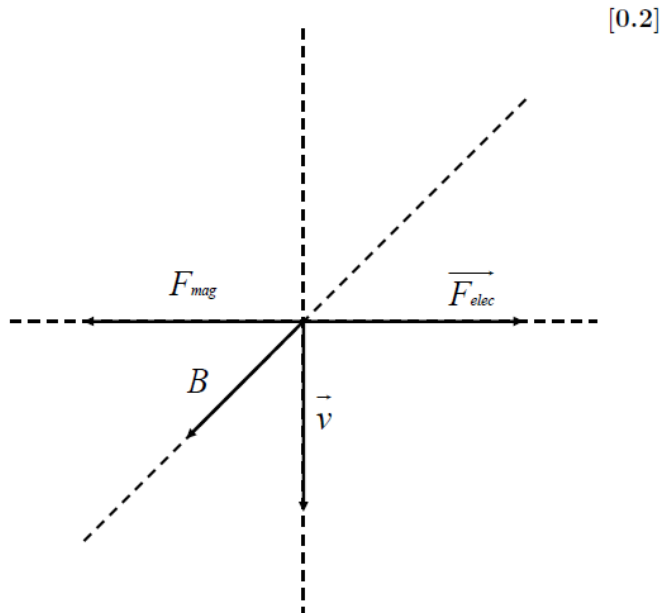


- a) Si el camp elèctric del selector té un valor $E = 20,0 \text{ N C}^{-1}$ i el valor de la inducció magnètica és $B = 2,50 \times 10^{-3} \text{ T}$, calculeu el valor del mòdul de la velocitat dels ions que NO es desvien. Feu l'esquema corresponent dels vectors següents: velocitat, força elèctrica, camp magnètic i força magnètica.
- b) Calculeu la distància, d , a què impactaran els ions de triti, que són isòtops de l'hidrogen i tenen una massa $m = 3 \text{ u}$.

DADES: $1 \text{ u} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $Q_{\text{protó}} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

resol_M9.- juny'12 [S1 — A5]:

- a) Els ions no es desvien quan la força magnètica de Lorentz es compensa amb la força elèctrica, [0.2] tal com es mostra a la figura, pel cas d'un ió positiu:



$$\vec{F}_{mag} = -\vec{F}_{ele} \text{ [0.2]} \Rightarrow F_{mag} = F_{ele} \Rightarrow qvB = qE \Rightarrow$$

$$v = \frac{E}{B} \text{ [0.2]} \quad v = \frac{20 \text{ N/C}}{2,5 \times 10^{-3} \text{ T}} = 8,00 \times 10^3 \text{ m/s [0.2]}$$

- b) Al entrar aquests ions en la regió on només estan sotmesos a l'acció del camp magnètic, aquest fa una força perpendicular a la seva velocitat, per tant els fa fer un moviment circular uniforme: [0.3]

$$\vec{F}_{mag} = q(\vec{v} \wedge \vec{B}) = \vec{F}_{cpa} \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow$$

$$R = \frac{mv}{qB} : \text{radi de la trajectòria circular dels ions [0.3]}$$

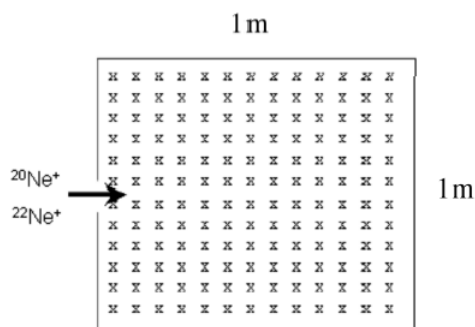
Per l'isòtop ${}^3_1\text{H}^+$, tindrem:

$$R = \frac{3 \cdot 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot 8 \times 10^3 \text{ m/s}}{1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot 2,5 \times 10^{-3} \text{ T}} = 1,00 \times 10^{-1} \text{ m [0.2]}$$

Per tant $d = 2R = 2,00 \times 10^{-1} \text{ m [0.2]}$

M10) set'12 [S4 — A3] ENUNCIAT

L'espectròmetre de masses fa entrar partícules carregades, com per exemple ions, dins un camp magnètic uniforme. Quan les partícules carregades i amb una velocitat coneguda entren dins del camp magnètic constant, a partir de la trajectòria, en podem calcular la massa.



Un feix de ions compost per $^{20}\text{Ne}^+$ i $^{22}\text{Ne}^+$ (que foren els primers isòtops naturals trobats) entra en l'espectròmetre de masses de la figura. La velocitat dels ions és $1,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ i el camp magnètic de l'espectròmetre de $0,23 \text{ T}$, perpendicular al paper.

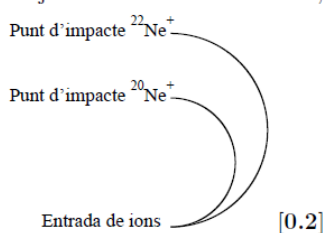
- Expliqueu raonadament quin tipus de trajectòria descriu cada un dels ions dins del camp. Quin treball realitzarà la força que exerceix el camp magnètic en aquesta trajectòria?
- Calculeu a quina distància del punt d'entrada impactarà cada un dels ions.

DADES: $m(\text{ió } ^{22}\text{Ne}^+) = 22,0 \text{ u}$; $m(\text{ió } ^{20}\text{Ne}^+) = 20,0 \text{ u}$;
 $Q(\text{ió } ^{22}\text{Ne}^+) = Q(\text{ió } ^{20}\text{Ne}^+) = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$;
 $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

resol_M10.- set'12 [S4 — A3]:

- Al ser la força magnètica perpendicular a la velocitat la trajectòria serà circular. [0.3]

Al tenir masses diferents, els dos ions experimenten acceleracions centrípetes diferents, per tan descriuran trajectòries amb radis diferents, el de massa més gran descriurà una circumferència de radi més gran. [0.2]



El treball que realitzarà la força magnètica serà nul, ja que en tot moment és perpendicular a la trajectòria dels ions. [0.3]

-

$$Q v B = m \frac{v^2}{r} \quad [0.3] \Rightarrow$$

$$r^{22\text{Ne}^+} = \frac{m^{22\text{Ne}^+} v}{QB} = \frac{22.0 \cdot 1,66 \times 10^{-27} \cdot 1,00 \times 10^5}{1,60 \times 10^{-19} \cdot 0.23} = 9.92 \times 10^{-2} \text{ m} \quad [0.2]$$

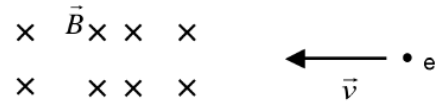
$$r^{20\text{Ne}^+} = \frac{m^{20\text{Ne}^+} v}{QB} = \frac{20.0 \cdot 1,66 \times 10^{-27} \cdot 1,00 \times 10^5}{1,60 \times 10^{-19} \cdot 0.23} = 9.02 \times 10^{-2} \text{ m} \quad [0.2]$$

La distància serà el diàmetre de la trajectòria, es a dir $18,0 \text{ cm}$ i $19,8 \text{ cm}$. [0.3]

M11) set'12 [S4 — B5]: ENUNCIAT

Un electró entra amb una velocitat de $3,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic uniforme d'1,20 T perpendicular a la velocitat de l'electró i en sentit perpendicular al paper, tal com indica la figura, i queda confinat en aquesta regió de l'espai.

a) Dibuixeu i justifiqueu la trajectòria que descriu l'electró dins del camp indicant el sentit de gir i calculeu el valor de la freqüència (en GHz).



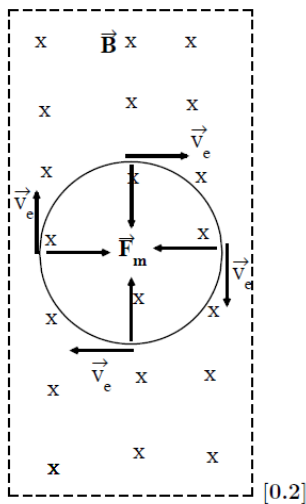
b) Perquè l'electró travessi el camp magnètic sense desviar-se, cal aplicar un camp elèctric uniforme en aquesta mateixa regió. Dibuixeu el vector camp elèctric que permeiria que això fos possible (justifiqueu-ne la direcció i el sentit) i calculeu-ne el mòdul.



DADES: $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $Q_e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

resol_M11.- set'12 [S4 — B5]

a) La trajectòria serà circular, ja que a l'entrar en la zona on actua el camp magnètic, apareix una força \vec{F}_m perpendicular a la velocitat, que és la força centrípeta del M.C.U., girarà en sentit horari. [0.2]

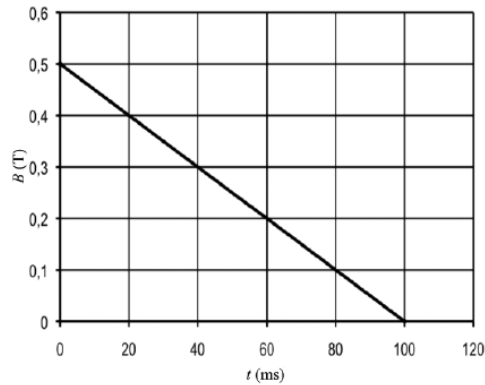


$$\vec{F}_m = q \vec{v} \wedge \vec{B} \quad [0.2]$$

$$F_m = m_e \frac{v^2}{R} = q v B \Rightarrow m_e \frac{v}{R} = q B \Rightarrow m_e \omega = q B \Rightarrow \nu = \frac{q B}{m_e 2\pi} \quad [0.2] = 3.35 \times 10^{10} \text{ Hz} = 33.5 \text{ GHz} \quad [0.2]$$

M12) juny'13 [S4 — A5]: ENUNCIAT

Una espira circular de 4,0 cm de radi es troba en repòs en un camp magnètic constant de 0,50 T que forma un angle de 60° respecte de la normal a l'espira.



- Calculeu el flux magnètic que travessa l'espira. S'indueix una força electromotriu en l'espira dins el camp magnètic? Justifiqueu la resposta.
- En un moment determinat el camp magnètic disminueix tal com mostra la figura. Calculeu la força electromotriu induïda en l'espira.

resol_M12.- juny'13 [S4 — A5]

- a) El flux creat per un camp magnètic en una espira ve determinat per:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B S \cos(\alpha) \quad \boxed{0.3}$$

on α és l'angle que forma la direcció del camp magnètic amb la perpendicular a l'espira,

per tant $\alpha = 60^\circ$

$$\Phi = 0,5 \pi 0,04^2 \cos(60^\circ) = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Wb} \quad \boxed{0.4}$$

Donat que el flux que travessa l'espira es constant en el temps, no s'induirà cap *fem*. 0.3

- b) Per la gràfica que ens mostren en el enunciat el camp magnètic varia linealment segons l'expressió:

$$B(t) = 0,5 - \frac{0,5}{100 \cdot 10^{-3}} t \quad \boxed{0.3}$$

Per tant el flux que genera el camp serà:

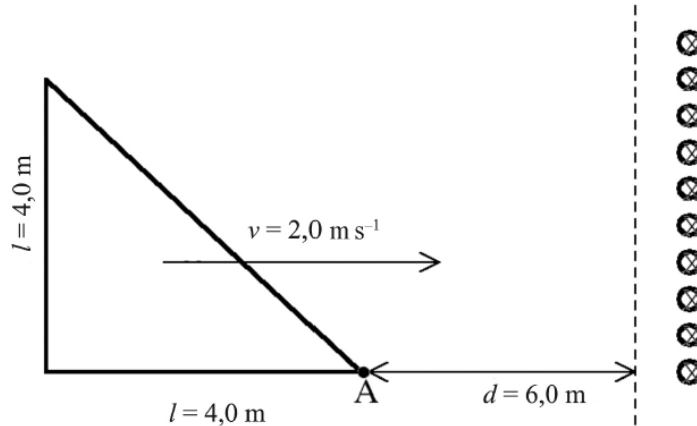
$$\Phi(t) = \pi 0,04^2 \left(0,5 - \frac{0,5}{100 \cdot 10^{-3}} t \right) \cos(60^\circ) \quad \boxed{0.3}$$

i la *fem* generada serà:

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = \pi 0,04^2 \cos(60^\circ) \frac{0,5}{100 \cdot 10^{-3}} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ V} \quad \boxed{0.4}$$

M13) juny'13 [S4 — B5]: ENUNCIAT

Una espira triangular de $l=4,0$ m de costat com la de la figura es troba inicialment ($t=0,0$) situada a una distància de $6,0$ m d'una regió on hi ha un camp magnètic B perpendicular al pla del paper i cap endins.



- Indiqueu l'expressió de la FEM induïda a l'espira quan aquesta s'endinsa a la regió on hi ha el camp magnètic. Determineu el valor de B sabent que, per a $t = 4,0$ s, la FEM induïda és $E = 160$ V.
- Representeu gràficament la FEM induïda $E = E(t)$ entre $t = 0,0$ i $t = 8,0$ s. Indiqueu en cada instant el sentit del corrent induït a l'espira.

resol_M13.- juny'13 [S4 — B5]

- Només s'indueix una *fem* sobre l'espira quan el flux del camp magnètic que travessa l'espira varia amb el temps, **[0.1]** per tant es començarà a produir una *fem* quan el punt A comenci a endinsar-se en la regió on hi ha el camp magnètic **[0.1]** i això es produirà a partir de: $\frac{6 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 3 \text{ s}$ **[0.1]**. A partir d'aquest instant el costat horitzontal del triangle s'endinsa com:

$$d(t) = v(t - 3) \quad \mathbf{[0.1]}$$

Al ser una triangle rectangle isòceles l'àrea que s'endinsa dintre del camp es:

$$A(t) = \frac{1}{2} [v(t - 3)]^2 \quad \mathbf{[0.1]}$$

El flux de camp magnètic serà:

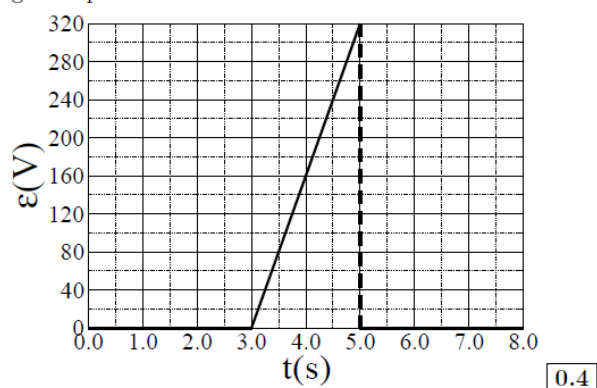
$$\Phi(t) = \frac{1}{2} [v(t - 3)]^2 B \quad \mathbf{[0.1]}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -v^2 (t - 3) B \quad \mathbf{[0.2]}$$

El enunciat ens diu que per $t = 4$ s tenim:

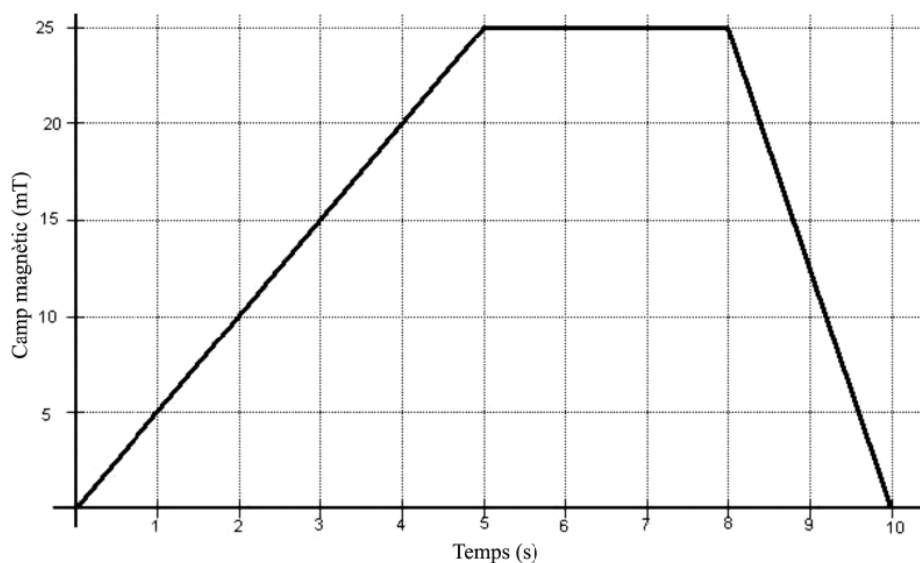
$$160 \text{ V} = |-2^2 (4 - 3) B| \Rightarrow B = 40 \text{ T} \quad \mathbf{[0.2]}$$

- b) Entre $t = 0$ i $t = 3$ s, l'espira es troba integrament fora del abast del camp magnètic, per tant la *fem* induïda serà nul·la. **0.1** Entre $t = 3$ s i $t = 5$ s la *fem* augmenta linealment fins arribar al seu valor màxim. **0.1** Seguint el conveni de la regla de la ma dreta el sentit del corrent en aquesta zona serà antihorari. **0.2** A partir d'aquest instant el flux del camp és constant i per tant no es genera cap *fem*. **0.2** La gràfica per tant serà:



M14) juny'13 [S3 — A4]: ENUNCIAT

Un camp magnètic penetra perpendicularment en una bobina de 2 000 espires quadrades i 2,5 cm de costat. Aquest camp varia tal com mostra la figura següent:



- a) Determineu l'equació que relaciona el flux magnètic que passa a través de la bobina amb el temps en dos dels intervals (de 0,0 a 5,0 s i de 5,0 a 8,0 s) que es veuen en la figura.
- b) Calculeu la tensió induïda (FEM) a la bobina en cada un dels intervals: de 0,0 a 5,0 s, de 5,0 a 8,0 s i de 8,0 a 10,0 s, que es veuen en la figura.

resol_M14.- juny'13 [S3 — A4]

a) La superfície de una sola espira és:

$$s = 0.025^2 = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \quad \boxed{0.1}$$

El flux del camp magnètic que travessa la bobina, l'escriurem com:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ = B \cdot S \quad \boxed{0.2}$$

on S serà:

$$S = 2000 \cdot s = 1,25 \text{ m}^2 \quad \boxed{0.1}$$

A partir de la lectura de la gràfica podem escriure:

$$B(t)_{t \in [0,5]} = \frac{25 - 0}{5 - 0} \cdot 10^{-3} \cdot t \text{ T} \quad \boxed{0.1} \Rightarrow \Phi(t)_{t \in [0,5]} = 6,25 \cdot 10^{-3} \cdot t \text{ Wb} \quad \boxed{0.2}$$

$$B(t)_{t \in [5,8]} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ T} \quad \boxed{0.1} \Rightarrow \Phi(t)_{t \in [5,8]} = 31,3 \cdot 10^{-3} \text{ Wb} \quad \boxed{0.2}$$

b)

$$\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} \cdot S \quad \boxed{0.4}$$

$$\varepsilon(t)_{t \in [0,5]} = -6,3 \cdot 10^{-3} \text{ V} \quad \boxed{0.2}$$

$$\varepsilon(t)_{t \in [5,8]} = 0 \text{ V} \quad \boxed{0.2}$$

$$\varepsilon(t)_{t \in [8,10]} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ V} \quad \boxed{0.2}$$

Es considerarà igualment correcte si la $\varepsilon(t)$ del primer tram es positiva i la del últim es negativa. També es considerarà igualment correcte si es realitza el càlcul sense la utilització del càlcul diferencial i es duu a terme considerant al quocient de les variacions:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

M15) juny'13 [S3 — B5]: ENUNCIAT

Un petit generador està format per una bobina de 200 espines que pot girar tallant les línies del camp magnètic d'un imant fix. La superfície del quadrat que forma la bobina i que és travessat per les línies del camp magnètic de manera perpendicular en el moment en què el flux és màxim, té 16 cm^2 . L'imant crea un camp magnètic constant de $2 \times 10^{-4} \text{ T}$ en la zona que travessa la bobina i aquesta gira amb una freqüència de 25 Hz .

a) Representeu la força electromotriu generada en funció del temps per un període complet. Assenyalau clarament en la gràfica els valors extrems d'aquesta força electromotriu i el valor del temps en què es donen.

b) Enviem el corrent generat en un dispositiu similar al de l'apartat anterior al primari d'un transformador que té 10 voltes. Suposem que la FEM eficaç que arriba a aquest primari és de $0,05 \text{ V}$. Calculeu el nombre de voltes que són necessàries en el secundari per a obtenir $2,5 \text{ V}$ eficaços. Calculeu també la intensitat eficaç que ha d'arribar al primari per tal que en el secundari hi circulin 20 mA .

resol_M15.- juny'13 [S3 — B5]

- a) La superfície d'una espira és: $s_0 = 16 \text{ cm}^2 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, per tant la superfície total que genera el flux magnètic en al bobina és: $S_0 = 200 s_0 = 3,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$ [0.1]. La superfície efectiva que travessa el camp magnètic és:

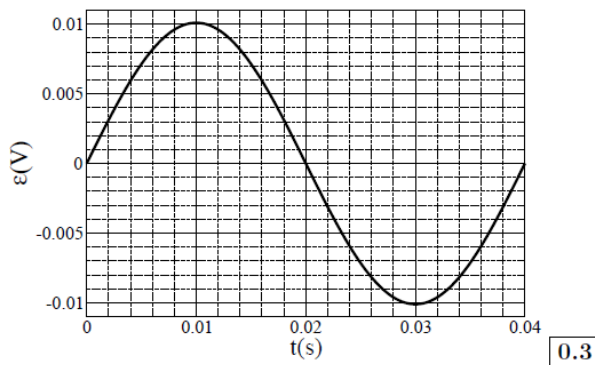
$$S(t) = S_0 \cos(\omega t) = S_0 \cos(2\pi\nu t) \quad [0.1]$$

Per tant el flux que travessa la bobina en funció del temps serà:

$$\Phi = B S(t) = B S_0 \cos(2\pi\nu t) \quad [0.1]$$

La fem generada serà:

$$\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt} \quad [0.1] = 2\pi\nu B S_0 \sin(2\pi\nu t) \quad [0.1] = 1,01 \cdot 10^{-2} \sin(50\pi t) \text{ V} \quad [0.2]$$



- b) L'expressió que lliga les voltes del primari i el secundari amb les seves respectives diferències de potencial és:

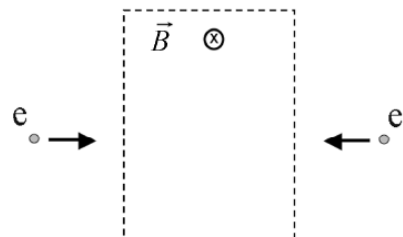
$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad [0.2] \Rightarrow N_s = \frac{N_p \varepsilon_s}{\varepsilon_p} = \frac{10 \cdot 2,5}{0,05} = 500 \text{ voltes} \quad [0.3]$$

Per altre banda la potència transmesa en el primari ha de ser igual a la obtinguda al secundari, per tant:

$$\varepsilon_p i_p = \varepsilon_s i_s \quad [0.2] \Rightarrow i_p = \frac{i_s \cdot \varepsilon_s}{\varepsilon_p} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5}{0,05} = 1,0 \text{ A} \quad [0.3]$$

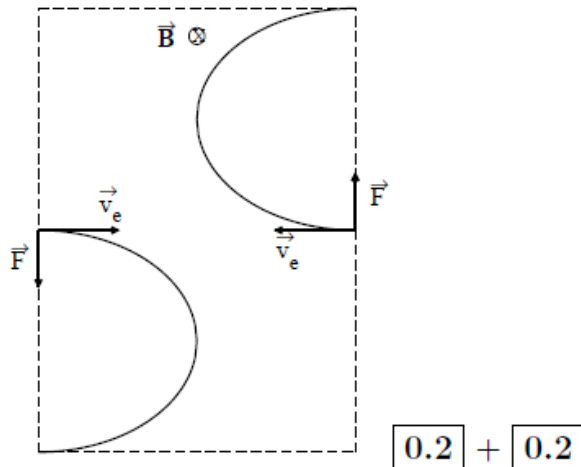
M16) set'13 [S1 — P2]: ENUNCIAT

- P2)** En una regió de l'espai hi ha un camp magnètic constant dirigit cap a l'interior del paper. En aquesta regió entren dos electrons amb la mateixa rapidesa i la mateixa direcció, però movent-se en sentits contraris, tal com indica la figura.



- a) Dibuixeu la força magnètica que actua sobre cada electró quan entra en la regió on hi ha el camp magnètic. Justifiqueu i dibuixeu les trajectòries dels dos electrons i indiqueu el sentit de gir.
- b) Eliminem aquest camp magnètic i el substituïm per un altre camp magnètic, de manera que els electrons no es desvien quan entren en aquesta regió. Dibuixeu com hauria de ser aquest nou camp magnètic. Justifiqueu la resposta.

NOTA: No és vàlida la resposta $\vec{B} = 0$.



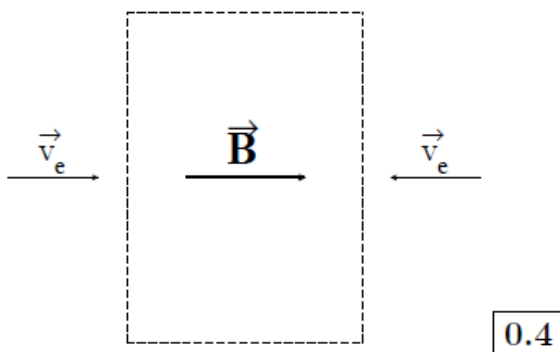
0.2 + **0.2**

a)

Els dos electrons segueixen una trajectòria circular, ja que la força que hi actua és perpendicular a la seva velocitat, **0.2** els dos electrons gira'n en sentit horari **0.1**

$$q v B = m \frac{v^2}{R} \quad \mathbf{0.2}$$

Els electrons descriuen circumferències del mateix radi, ja que les forces tenen el mateix mòdul i els dos electrons tenen la mateixa massa i porten la mateixa velocitat. **0.1**



0.4

b)

(el camp magnètic també pot anar en sentit contrari).

\vec{B} ha de ser paral·lel a la velocitat dels electrons **0.4**,

ja que la força serà: $|\vec{F}| = qvB \sin(\phi)$ com que $\phi = 0 \rightarrow \vec{F} = 0$ **0.2**