

Topic 5 – Electricity and magnetism

Formative Assessment

PROBLEM SET

NAME: _____ TEAM: _____

THIS IS A PRACTICE ASSESSMENT. Show formulas, substitutions, answers, and units!

- Investigar las celdas eléctricas prácticas (tanto primarias como secundarias)
- Describir las características de descarga de una celda simple (la variación de la diferencia de potencial terminal respecto al tiempo)
- Identificar el sentido del flujo de corriente necesario para recargar una celda
- Determinar la resistencia interna experimentalmente
- Resolver problemas sobre f. e. m, resistencia interna y otras cantidades eléctricas

Topic 5.4 Magnetic effects of electric currents/ Paper1

1. Un cable que transporta una corriente de intensidad I es perpendicular a un campo magnético uniforme de intensidad B . Sobre el cable actúa una fuerza magnética F . ¿Qué fuerza actuará si se coloca el mismo cable en perpendicular a un campo magnético uniforme de intensidad $2B$ cuando la intensidad de la corriente es $I/4$?

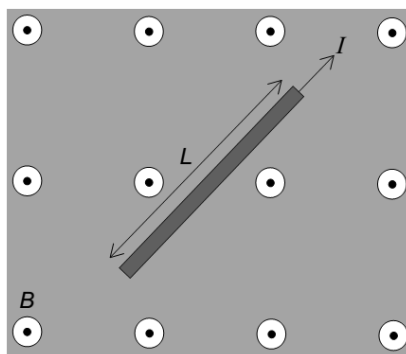
A. $F/4$

B. $F/2$

C. F

D. $2F$

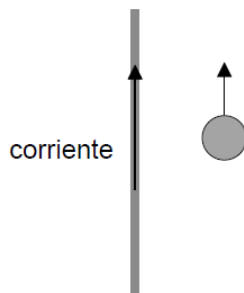
2. Se coloca un cable que transporta una corriente I en una región de campo magnético uniforme B , tal como se muestra en el diagrama.



El sentido del campo B sale de la página hacia fuera y la longitud del cable es L . ¿Qué respuesta describe correctamente la dirección y magnitud (módulo) de la fuerza que actúa sobre el cable? A

	Dirección	Magnitud
A.		igual a BIL
B.		menor que BIL
C.		igual a BIL
D.		menor que BIL

3. Una partícula cargada positivamente se mueve paralelamente a un cable que transporta una corriente hacia arriba.



¿Cuál es la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre la partícula?

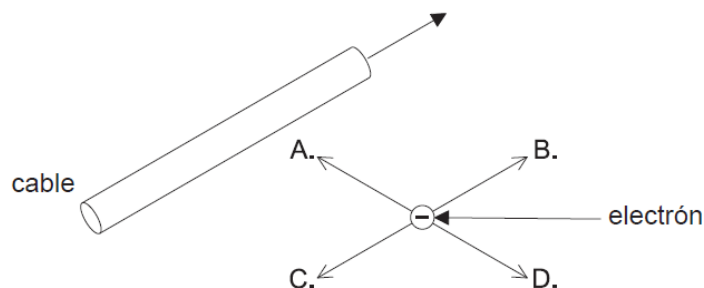
A. Hacia la izquierda

B. Hacia la derecha

C. Entrante hacia la página

D. Saliente de la página

4. Un electrón está moviéndose en paralelo a un cable recto que conduce una corriente. El sentido convencional de la corriente en el cable y el sentido del movimiento del electrón son los mismos. ¿En qué dirección y sentido actúa la fuerza magnética sobre el electrón? D



5. Se mantiene a un electrón cerca de la superficie de una esfera con carga negativa y a continuación se libera. ¿Qué opción describe la velocidad y la aceleración del electrón después de ser liberado?

Velocidad Aceleración

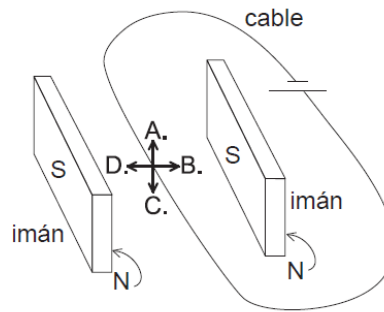
A. decreciente constante

B. decreciente decreciente

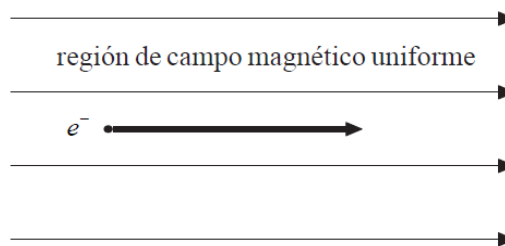
C. creciente constante

D. creciente decreciente

6. Se coloca un cable recto, largo y portador de corriente entre un par de imanes, como se muestra. ¿Cuál es la dirección y sentido de la fuerza sobre el cable? C



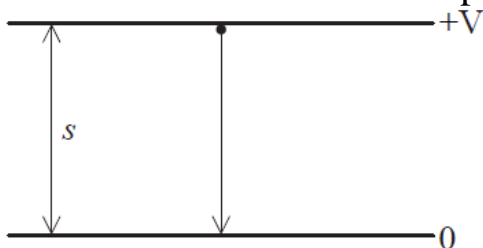
7. Un electrón se mueve en una región de campo magnético uniforme. En el instante mostrado, el electrón se desplaza en paralelo a la dirección de campo.



La fuerza magnética sobre el electrón es

A. hacia arriba. B. hacia abajo. C. hacia la derecha. **D. nula.**

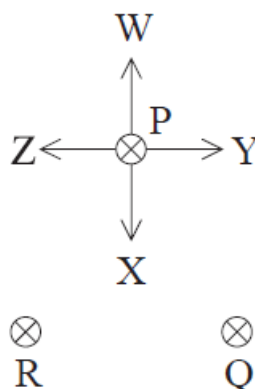
8. Un electrón de masa m_e y carga e acelera entre dos placas separadas una distancia s y en el vacío. La diferencia de potencial entre las placas es V .



¿Cuál es la aceleración del electrón?

A. $\frac{m_e e V}{s}$ B. $\frac{m_e V}{e s}$ C. $\frac{e V}{m_e s}$ D. $\frac{V}{m_e e s}$

9. Tres cables, P, Q y R, conducen corrientes iguales orientadas hacia dentro del plano del papel.



¿Cuál de las flechas identifica correctamente la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre el cable P?

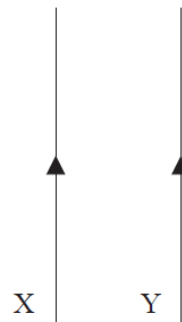
A. W

B. X

C. Y

D. Z

10. El diagrama muestra dos largos cables X e Y transportando corrientes idénticas en la misma dirección y sentido.



La dirección de la fuerza experimentada por Y es

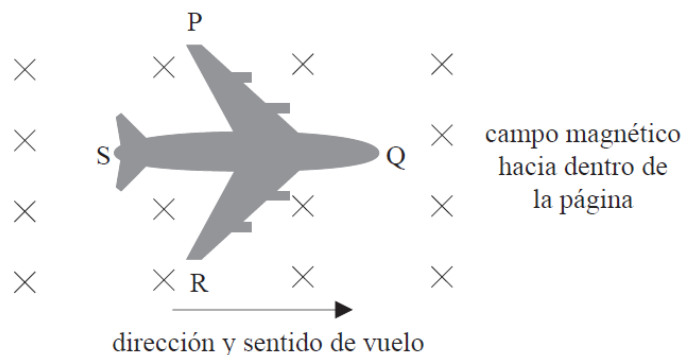
A. Hacia la izquierda.

B. hacia la derecha.

C. hacia adentro del plano de la página

D. hacia afuera del plano de la página

11. El diagrama muestra una vista desde arriba de un avión que vuela horizontalmente a través del campo magnético de la Tierra. El avión está construido con material conductor.



La dirección y sentido de la f.e.m. inducida será de

A. P a R.

B. R a P.

C. S a Q.

D. Q a S.

12. En los experimentos de Geiger y Marsden, se bombardeó una fina lámina de oro con partículas alfa, encontrándose que

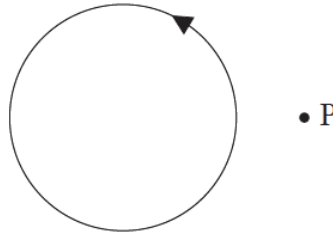
A. todas las partículas alfa se desviaban de sus trayectorias originales.

B. ninguna de las partículas alfa se desviaba más de 90° de su trayectoria original.

C. algunas partículas alfa se desviaban más de 90° de sus trayectorias originales.

D. la mayoría de las partículas alfa se desviaban más de 90° de sus trayectorias originales.

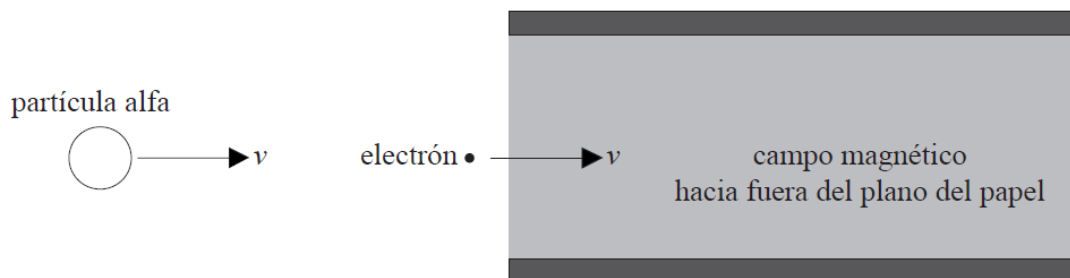
13. Se establece una corriente en una bobina de alambre en la dirección mostrada.



El sentido del campo magnético en el punto P es

- A. hacia fuera del plano del papel.
- B. hacia dentro del plano del papel.**
- C. hacia la izquierda.
- D. hacia la derecha.

14. Un electrón entra, con velocidad v , en el vacío existente entre dos placas cargadas con cargas opuestas. Al electrón le sigue una partícula alfa, moviéndose con la misma velocidad inicial que el electrón. Un campo magnético uniforme tiene la dirección y sentido hacia fuera del plano del papel.



El electrón no se desvía de su trayectoria. La trayectoria de la partícula alfa

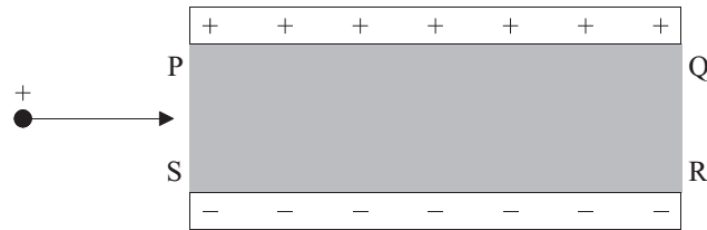
- A. se desviará hacia fuera del plano del papel.
- B. no se desviará.**
- C. se desviará hacia arriba.
- D. se desviará hacia abajo.

15. Una partícula, de masa m y carga q , se mueve con velocidad v en perpendicular a un campo magnético.

El módulo de la fuerza magnética que actúa sobre la partícula en un punto concreto es F . ¿Cuál de las siguientes respuestas corresponde al módulo de la intensidad de campo magnético en ese punto?

- A. F/q
- B. F/m
- C. F/v
- D. F/qv**

16. Una partícula cargada positivamente entra en el espacio entre dos placas conductoras cargadas, con una velocidad constante dirigida paralelamente a las placas, como se muestra en la figura.



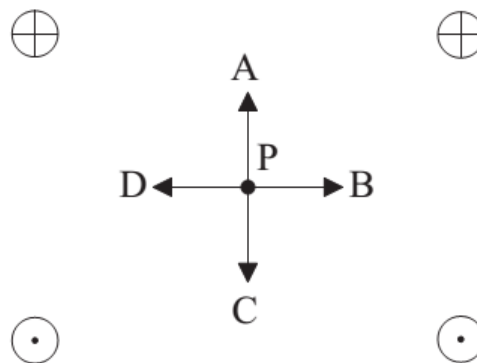
La placa superior está cargada positivamente y la inferior negativamente. En la región sombreada PQRS hay un campo magnético. La partícula continua moviéndose entre las placas, siguiendo una línea recta horizontal. ¿Cuál de las siguientes opciones describe correctamente la dirección y sentido del campo magnético?

- A. Hacia dentro del plano del papel
- B. Hacia fuera del plano del papel
- C. Hacia arriba
- D. Hacia abajo

17. Dos cables paralelos largos distan entre sí 1,0m. La corriente en cada cable es de 1,0A. ¿Cuál de los siguientes es el módulo de la fuerza sobre 1,0 m de cada uno de los cables?

- A. $2\pi \times 10^7 \text{ N}$
- B. $2 \times 10^7 \text{ N}$
- C. $2\pi \times 10^{-7} \text{ N}$
- D. $2 \times 10^{-7} \text{ N}$

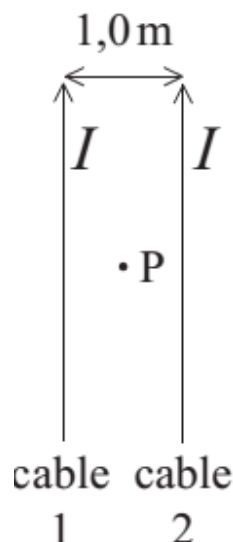
18. El siguiente diagrama representa cuatro cables largos y rectos perpendiculares al plano del papel.



La magnitud de la corriente continua en cada cable es la misma. Los cables con \oplus conducen corriente hacia dentro del plano del papel y los cables con \odot conducen corriente hacia fuera del plano del papel. El punto P está a igual distancia de cada cable. ¿Qué flecha muestra la dirección y sentido del campo magnético en P?

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

19. El diagrama siguiente muestra dos largos cables conductores paralelos, separados 1,0 m, en el plano de la página. Cada conductor transporta una corriente I en el mismo sentido.



El punto P está en el plano de la página a mitad de camino entre los dos cables. El módulo de la intensidad de campo magnético en el punto P debido solamente al cable 1 es B_0 . El módulo de la intensidad de campo magnético en el punto P debido a ambos cables es

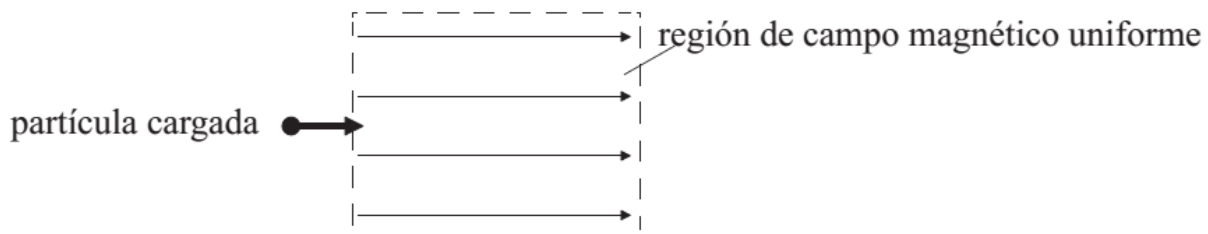
A. 0

B. $1/2B_0$

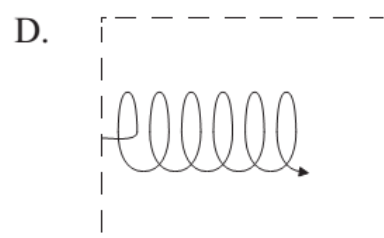
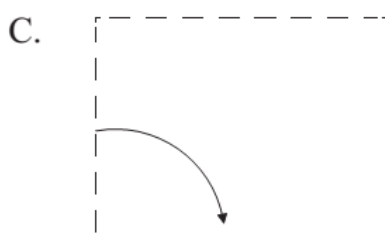
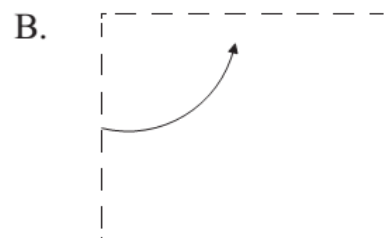
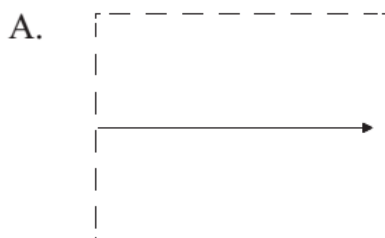
C. B_0

D. $2 B_0$

20. Una partícula cargada positivamente entra en una región en la que hay un campo magnético uniforme. La dirección de la velocidad de la partícula es paralela a la dirección del campo magnético, como se muestra en el diagrama siguiente.

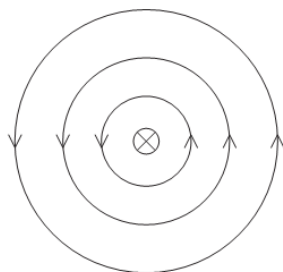


¿Cuál de los siguientes diagramas muestra correctamente la trayectoria de la partícula cargada mientras se encuentra en la región de campo magnético? **A**

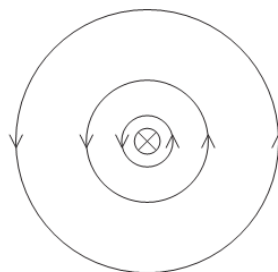


21. Se sitúa un cable largo y recto que transporta corriente eléctrica en perpendicular al plano de la página. El sentido de la corriente en el cable es hacia dentro del plano de la página. ¿Cuál de los siguientes diagramas representa mejor el campo magnético en torno al cable? **D**

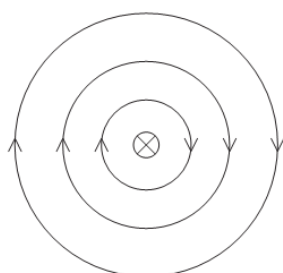
A.



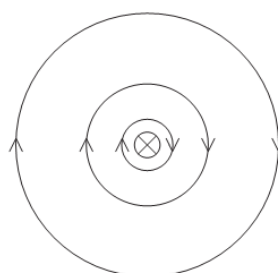
B.



C.



D.



22. un motor de corriente continua (cc) se conecta a una batería por medio de dos tomas. ¿Cuál es la función del conmutador del motor?

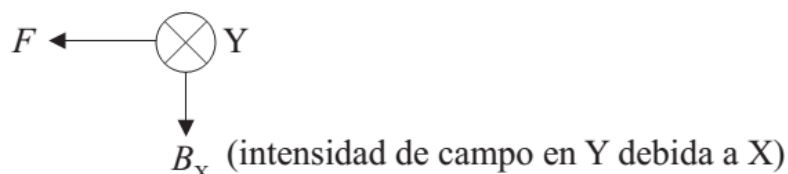
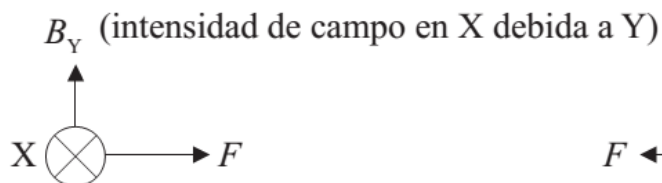
A. Permitir que el motor produzca un momento uniforme.

B. evitar una corriente demasiado grande en la bobina del motor.

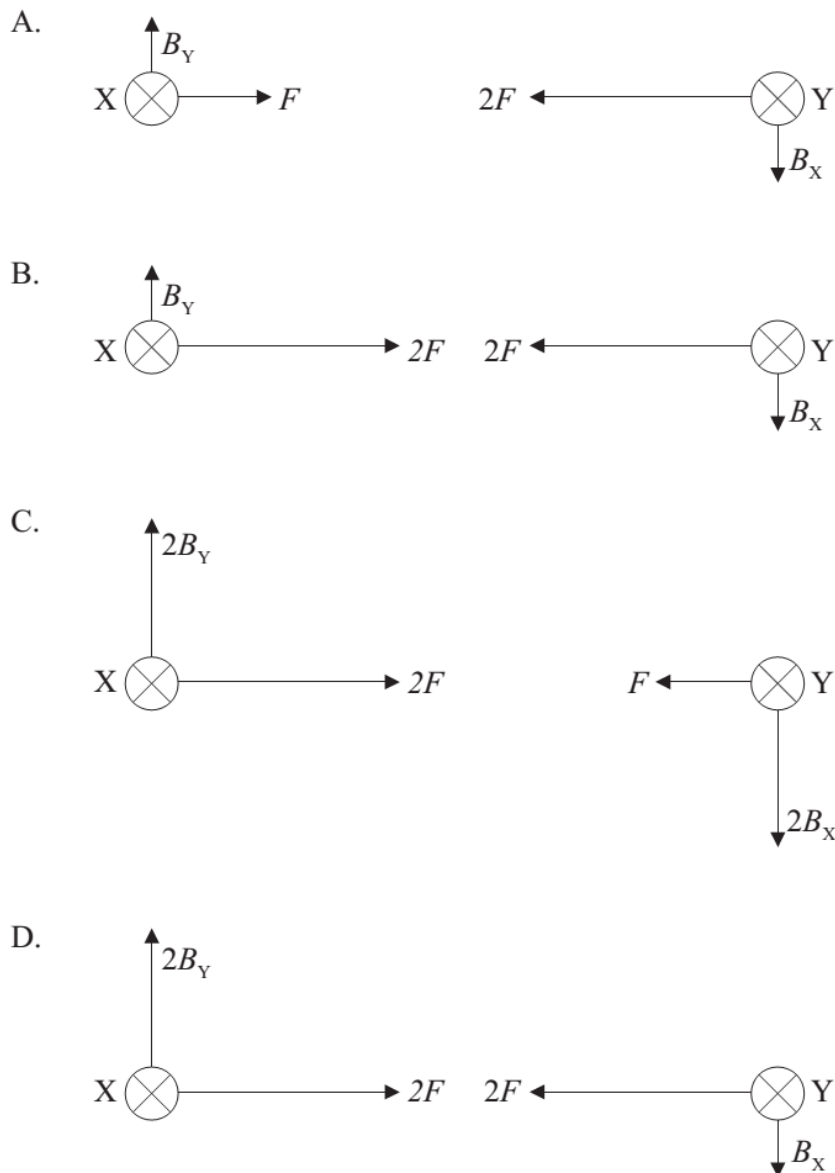
C. Invertir el sentido de la corriente en las tomas del motor.

D. Invertir el sentido de la corriente en la bobina del motor.

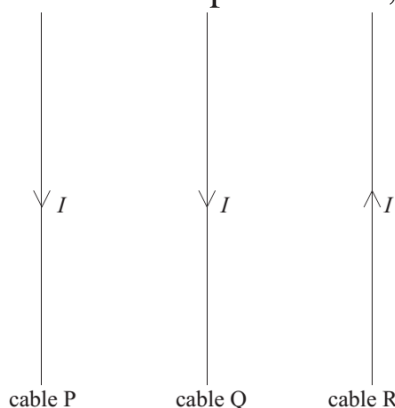
23. Dos cables rectilíneos y paralelos X e Y transportan corrientes iguales hacia adentro del plano de la página, tal y como se muestra. Los diagramas muestran flechas representativas de la intensidad del campo magnético B en la posición de cada cable y de la fuerza magnética F entre los cables.



Se duplica la corriente en el cable Y. ¿cuál de los siguientes diagramas representa mejor las intensidades del campo magnético y las fuerzas? **d**



24. el diagrama siguiente muestra tres cables paralelos P, Q y r a distancias iguales.



Las corrientes en los cables son todas de la misma magnitud I y en el sentido indicado.

La fuerza resultante sobre el cable Q debido a la corriente en los cables P y r es

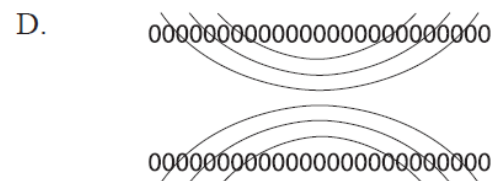
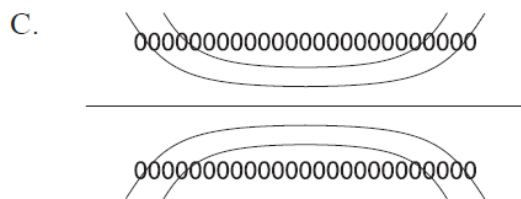
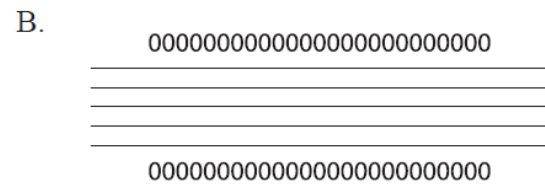
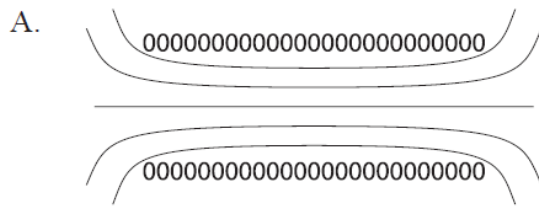
- A. perpendicular y hacia dentro del plano del papel.
- B. perpendicular y hacia fuera del plano del papel.
- c. en el plano del papel hacia la derecha.
- D. en el plano del papel hacia la izquierda.**

25. El diagrama de más abajo representa un solenoide por el que no circula ninguna corriente eléctrica.

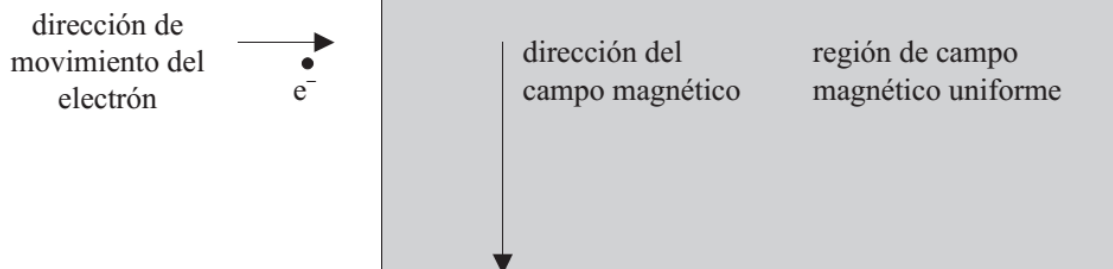
00000000000000000000000000000000

00000000000000000000000000000000

¿Cuál de las siguientes opciones representa mejor el patrón de campo magnético originado por una corriente eléctrica en el solenoide? **a**



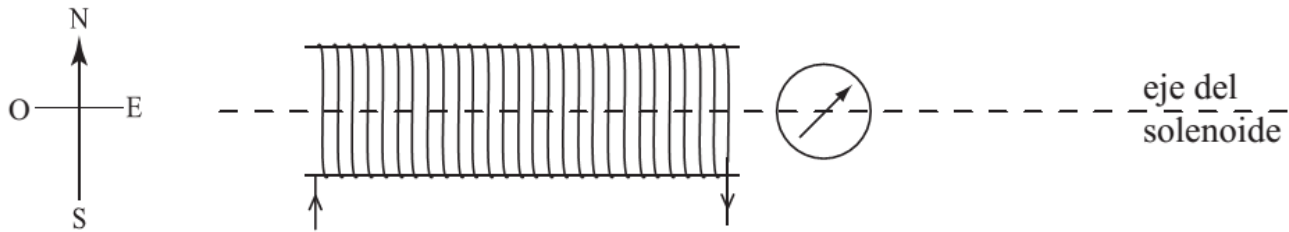
26. Un electrón está moviéndose en la dirección mostrada y entra en una región en la que hay un campo magnético uniforme.



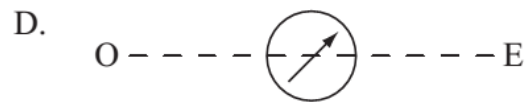
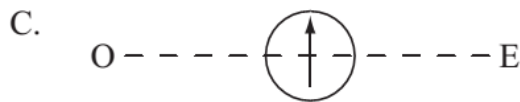
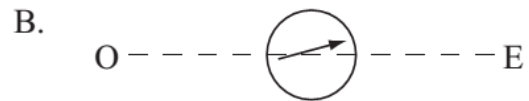
Una vez que ha entrado en el campo, el sentido de la fuerza que actúa sobre el electrón es

- A. hacia adentro del plano del papel.
- B. hacia afuera del plano del papel.**
- C. hacia la parte superior de la página.
- D. hacia la parte inferior de la página.

27. Un solenoide por el que circula una corriente se dispone con su eje alineado con la dirección este oeste, como se indica en la figura. Una pequeña brújula se sitúa cerca de un extremo del solenoide.



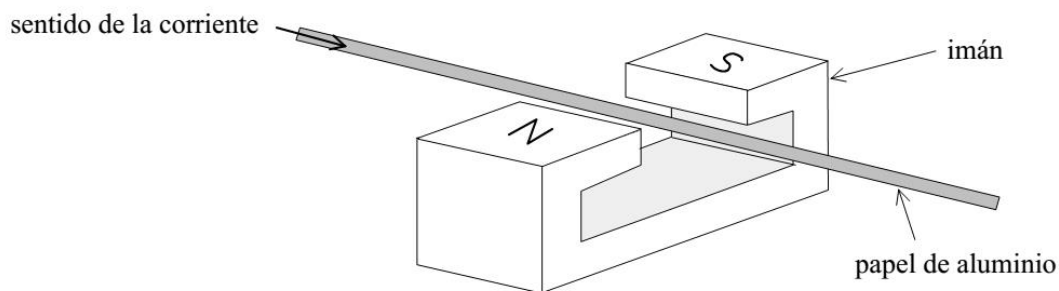
El eje de la aguja de la brújula está aproximadamente a 45° del eje del solenoide. Se duplica la corriente en el solenoide. ¿Cuál de los siguientes diagramas muestra mejor la nueva posición de la aguja de la brújula? **B**



28. Una partícula cargada de masa m y carga q se desplaza a través de un campo magnético uniforme con una velocidad v , de tal modo que la fuerza magnética sobre la partícula es F . La fuerza magnética sobre una partícula de masa $2m$, carga q y velocidad $2v$, que se desplaza en la misma dirección y sentido a través del campo magnético será

A. $4F$. **B. $2F$.** C. F . D. $1/2F$

29. Se ha colocado una cinta de papel de aluminio entre los polos de un potente imán, tal y como se muestra en la figura.

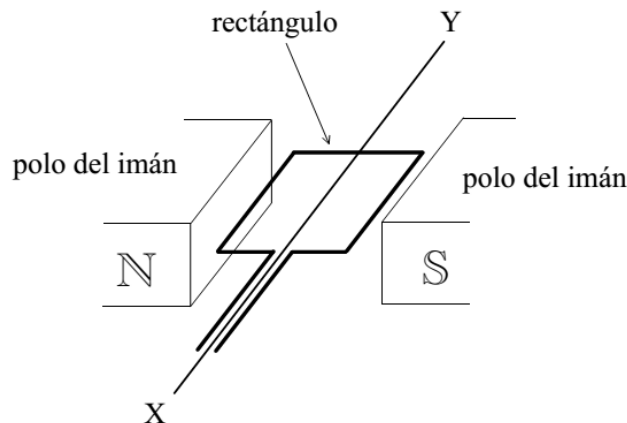


Cuando se hace pasar una corriente a través del papel de aluminio, en el sentido indicado, la cinta se desvía. ¿En qué dirección se produce la desviación?

A. Verticalmente hacia abajo
C. Hacia el polo Norte del imán

B. Verticalmente hacia arriba
D. Hacia el polo Sur del imán

30. El diagrama muestra un rectángulo de alambre situada entre los polos de un imán y que puede rotar alrededor del eje XY.

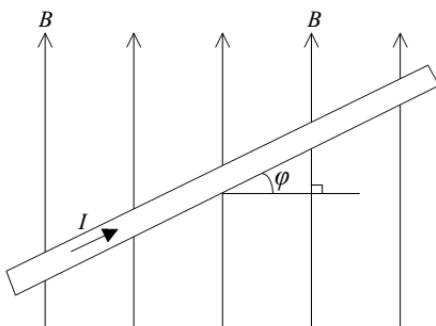


Se hace pasar una corriente a través del rectángulo, por medio de un interruptor conectado a sus extremos.

¿Cuál es la posición del rectángulo en el campo magnético para que el efecto de rotación sea máximo, y cuál es la que tiene cuando se invierte la corriente de forma que gire continuamente?

	Plano del rectángulo para efecto de rotación máximo	Plano del rectángulo para inversión de la corriente
A.	paralelo a la dirección del campo	paralelo a la dirección del campo
B.	normal a la dirección del campo	paralelo a la dirección del campo
C.	paralelo a la dirección del campo	normal a la dirección del campo
D.	normal a la dirección del campo	normal a la dirección del campo

31. El diagrama que sigue muestra una corriente I que circula por un hilo, situado formando un ángulo φ con respecto a un campo magnético uniforme de intensidad B .



La fuerza magnética por unidad de longitud del hilo es M . La intensidad del campo magnético, B , se expresa mediante.

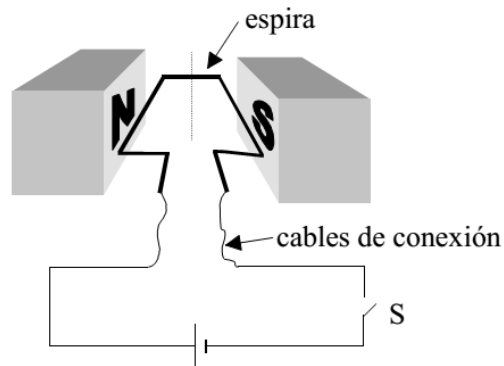
A. $\frac{M}{I \sin \varphi}$

B. $\frac{M}{I \cos \varphi}$

C. $\frac{M \cos \varphi}{I}$

D. $\frac{M \sin \varphi}{I}$

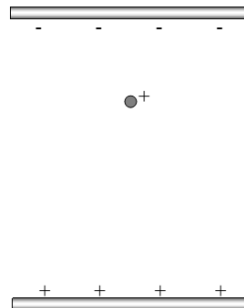
32. Jorge construye un sencillo motor eléctrico, pero comete un error. Olvida incluir el conmutador y las escobillas, y conecta directamente el bobinado a la fuente de alimentación. La situación se presenta en el diagrama siguiente (solo se muestra una de las espiras).



Con la espira situada en la posición mostrada, cuando se cierra el interruptor S la espira

- A. girara normalmente ñ pero los cables se enredaron.
- B. se parara después de media vuelta.
- C. se parara después de un cuarto de vuelta.**
- D. no se moverá.

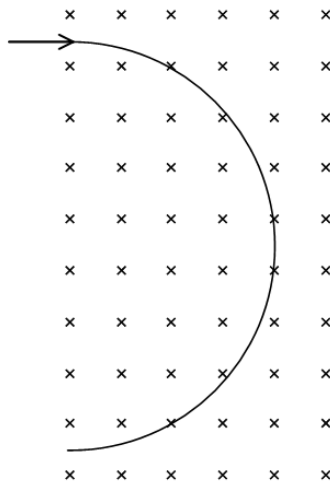
33. Una gota de aceite cargada positivamente se mantiene estacionaria entre dos placas cargadas, tal y como se muestra en la figura.



Si entonces se aplica un campo magnético B dirigido hacia el interior de la página, la gota cargada

- A. se moverá hacia el interior de la página.
- B. se moverá hacia arriba.
- C. se moverá hacia la derecha.
- D. permanecerá donde estaba.**

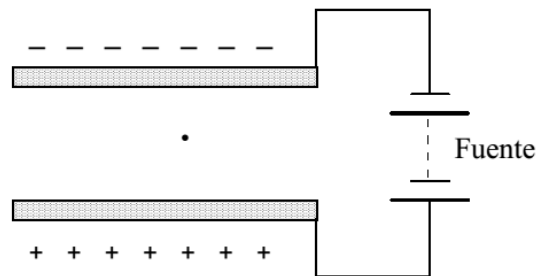
34. Considere una partícula cargada que se lanza en una región determinada de un campo magnético uniforme y que se mueve a lo largo de un arco circular.



Si la partícula se lanzase con una velocidad mayor, ¿qué sería verdad respecto de la fuerza magnética que se ejercería sobre ella y del radio de su trayectoria?

Fuerza	Radio del arco
A. mayor	mayor
B. mayor	menor
C. menor	mayor
D. menor	menor

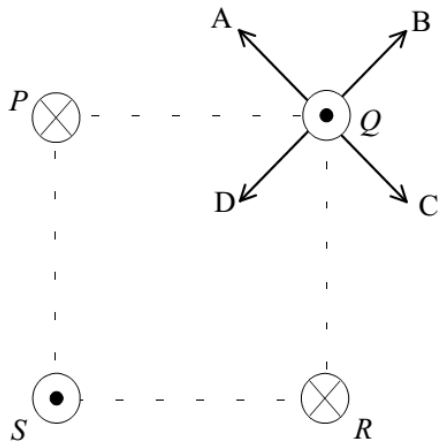
35. Entre dos placas paralelas horizontales se observa una gota de aceite eléctricamente cargada. La diferencia de potencial entre las placas se ajusta, de forma que la gota quede en reposo.



Se observa que la gota comienza, súbitamente, a moverse hacia arriba. ¿Qué podría ser la causa de ello?

- A. Que la gota de aceite haya ganado un electrón.
- B. Que la gota de aceite haya perdido un electrón.
- C. Que la gota de aceite se haya unido con otra gota que no tenía carga.
- D. Que la fuente que crea la diferencia de potencial se haya desconectado.

36. En el diagrama inferior cuatro hilos largos están situados en los vértices de un cuadrado y portan corrientes iguales. El sentido de la corriente en los hilos P y R es hacia dentro del plano del papel y en los hilos Q y S sale del plano del papel.



¿Qué flecha indica correctamente el sentido de la fuerza resultante en Q?

A. Flecha A

B. Flecha B

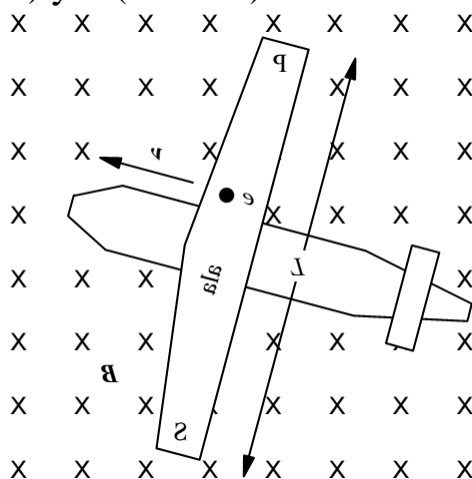
C. Flecha C

D. Flecha D

Topic 5.4 Magnetic effects of electric currents/ Paper2

1. Inducción electromagnética.

Un avión a reacción vuela con una velocidad v en ángulo recto al campo magnético de la Tierra B cerca del polo norte de la Tierra, como se muestra en la vista plana abajo. La envergadura del avión (distancia entre las puntas del ala) es L . Las puntas de las alas están identificadas por P (babor) y S (estribor).

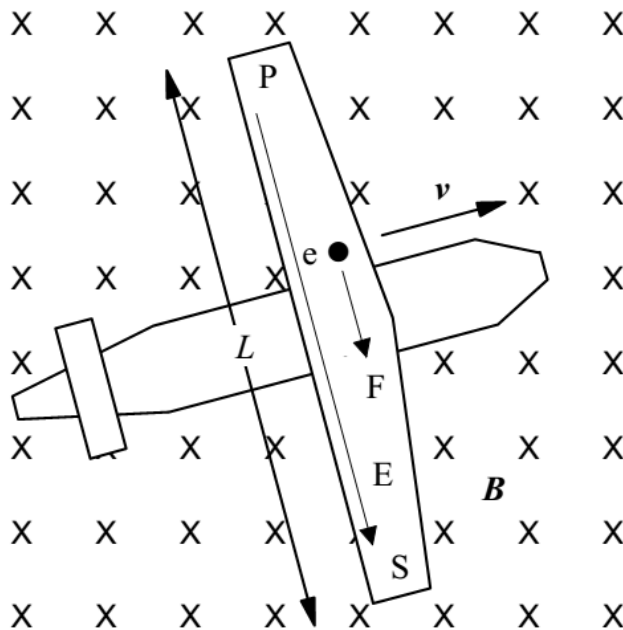


- (a) Considérese un electrón de magnitud de carga e en el ala metálica del avión, en el punto indicado con un punto negro en la figura.
 - (i) ¿En qué dirección experimentará este electrón una fuerza magnética debida a su movimiento en el campo magnético? Dibujar un vector en la figura para representar la fuerza. [1]
 - (ii) Dar una expresión para el módulo de la fuerza sobre el electrón en esta situación. [1]
- (b) Mientras el avión va volando a velocidad constante en el campo magnético, los electrones en el ala experimentan esta fuerza magnética pero no se mueven a lo largo del ala; dicho movimiento es opuesto por un campo *eléctrico* que se origina en el ala.
 - (i) Explicar cómo se origina este campo eléctrico, y dibujar un vector en la figura para mostrar su sentido [2]
 - (ii) Explicar por qué la fuerza eléctrica sobre el electrón es **exactamente** igual a la fuerza magnética, en esta situación. (Consejo: imagine que este no fuera el caso y considere lo que ocurriría a continuación. [2]
- (c) Demostrar que el módulo del campo eléctrico producido en el ala está dada por $E = vB$. [1]
- (d) Calcular la magnitud del campo eléctrico cuando el avión vuela a 200 ms^{-1} (720 km hr^{-1}) en el campo de la Tierra de $8 \times 10^{-5} \text{ T}$ cerca del polo. [1]
- (e) ¿A parecería también el efecto si el avión volase próximo al ecuador? Explicar. [1]
- (f) ¿Habrá también una diferencia de potencial entre el *morro* y la *cola* del avión? Explicar por qué o por qué no [2]

Part 3

- (a) (i) Toward wingtip S as shown.

[1]



- (ii) $F = qvB = evB$

[1]

- (b) (i) Electrons move toward S and build up there, leaving deficit of electrons at P. This charge separation sets up an electric field between the net positive and net negative wingtips. [1]

Vector shown above from tip P to tip S. [1]

[2]

- (ii) The charge separation causes an electric field which provides an opposing force to the magnetic force ([1]) and eventually equilibrium between the magnetic and electric forces on the electrons is reached and further motion stops ([1]).

(Alternatively could say the electrons that accumulate at one end repel any further electrons coming along, counteracting the magnetic force.)

If the forces were not equal, charge would move until they were.

[2]

- (c) Equilibrium:

Magnetic force = electric force

$$evB = eE \quad [1]$$

$$E = vB$$

[1]

- (d) $E = vB = 200 \times 8 \times 10^{-5} \text{ ([1])} = 16 \times 10^{-3} \text{ V m}^{-1} \text{ or } 16 \text{ mV m}^{-1} (\approx 20 \text{ mV m}^{-1})$

[1]

- (e) Not between the wingtips, because the magnetic field and plane's motion are both horizontal.

[1]

- (f) No. The magnetic force on the electrons is perpendicular to the plane's velocity, i.e. transverse to the plane not along it.

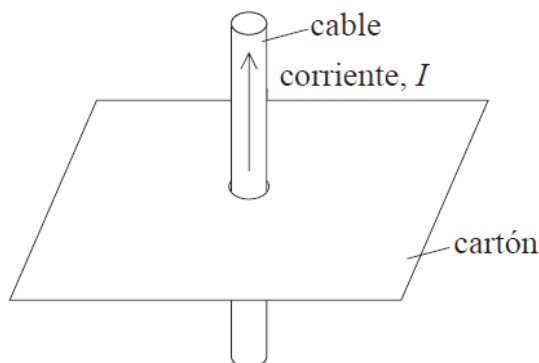
[2]

2. Campos eléctricos y magnéticos

Los cables eléctricos que se emplean en los laboratorios de física constan de un conductor central rodeado por un aislante.

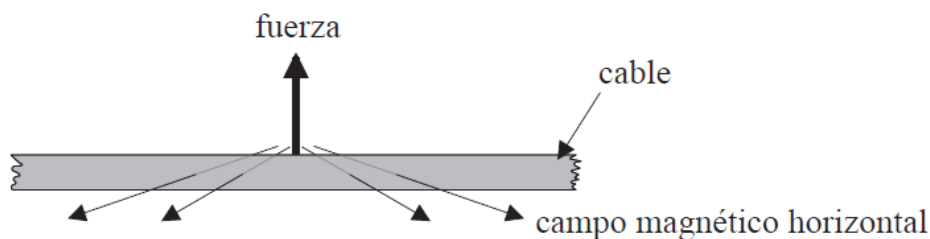
(e) Distinga entre un aislante y un conductor. [2]

(f) El diagrama muestra una corriente I en un cable vertical que atraviesa un agujero en una lámina horizontal de cartón.



Sobre el cartón, dibuje el patrón de campo magnético debido a la corriente. [3]

(g) (i) El diagrama muestra un cable de cobre de cierta longitud que se encuentra en horizontal en el campo magnético de la Tierra.



El cable transporta una corriente eléctrica y la fuerza sobre el cable es como se indica.

Identifique, con una flecha, la dirección y sentido del flujo de electrones en el cable. [1]

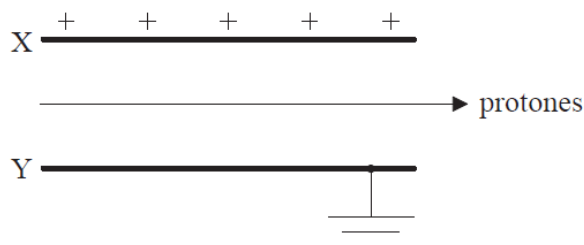
(ii) La componente horizontal del campo magnético de la Tierra en la posición del cable es $40 \mu\text{T}$. La masa por unidad de longitud del cable es de $1,41 \times 10^{-4} \text{ kg m}^{-1}$. La fuerza neta sobre el cable es nula. Determine la corriente en el cable. [3]

Part 2 Electric and magnetic fields

- (e) conductor has free electrons/charges that are free to move within/through it / insulator does not have free electrons/charges that are free to move within/through it;
electrons act as charge carriers;
when a pd acts across a conductor a current exists when charge (carriers) move; [2 max]
Do not allow "good/bad conductor/resistor" or reference to conductivity/resistivity.
- (f) anti-clockwise arrows;
at least three circles centred on wire;
increasing in separation from centre; [3]
- (g) (i) arrow to the right; [1]
- (ii) $\frac{F}{l} = BI$;
 $I = \left(\frac{mg}{lB} \right) \frac{1.41 \times 10^{-4} \times 9.8}{40 \times 10^{-6}} ;$
35 (A); [3]
Award [3] for a bald correct answer.
Allow use of $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ which also gives an answer of 35 (A).

3. Campos eléctricos y desintegración radiactiva

- (a) Defina *intensidad del campo eléctrico*. [2]
- (b) Un módulo sencillo para el protón es una esfera de radio $1,0 \times 10^{-15} \text{ m}$ con su carga concentrada en el centro de la esfera. Estime el módulo de la intensidad de campo en la superficie del protón. [2]
- (c) Protones que viajan con una rapidez de $3,9 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ entran en la región entre dos placas paralelas cargadas X e Y. La placa X está cargada positivamente y la placa Y está conectada a tierra.



En la región entre las placas también existe un campo magnético uniforme. La dirección y sentido del campo es tal que los protones pasan entre las placas sin experimentar desviación alguna.

- (i) Indique la dirección y sentido del campo magnético. [1]
- (ii) El módulo de la intensidad de campo magnético es $2,3 \times 10^{-4} \text{ T}$. Determine el módulo de la intensidad de campo eléctrico entre las placas, indicando en su respuesta la unidad adecuada. [3]

4. Part 1 Electric fields and radioactive decay

- (a) the force exerted per unit charge;
on a positive small/test charge; [2]

(b) $E = \frac{ke}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19}}{10^{-30}};$
 $= 1.4 \times 10^{21} \text{ N C}^{-1} \text{ or } \text{V m}^{-1};$ [2]

- (c) (i) into the (plane of the) paper; [1]

(ii) $Ee = Bev \text{ or } E = Bv;$
 $= (2.3 \times 10^{-4} \times 3.9 \times 10^6) 900/897;$
 $\text{N C}^{-1} \text{ or } \text{V m}^{-1};$ [3]

4. Carga eléctrica y circuitos eléctricos

(a) Indique la ley de Coulomb. [2]

(b) En un modelo simple del átomo de hidrógeno, se considera que el electrón se encuentra en una órbita circular en torno al protón. El radio de la órbita es de $2,0 \times 10^{-10} \text{ m}$.

(i) Determine el módulo de la fuerza eléctrica entre el protón y el electrón. [2]

(ii) Calcule el módulo de la intensidad de campo eléctrico E e indique la dirección y sentido del campo eléctrico debido al protón a una distancia de $2,0 \times 10^{-10} \text{ m}$ del protón. [2]

(iii) El módulo del campo gravitatorio debido al protón a una distancia de $2,0 \times 10^{-10} \text{ m}$ del protón es H .

Demuestre que el cociente H/E es del orden de $10^{-28} \text{ C kg}^{-1}$. [2]

(iv) El electrón en órbita es desplazado desde su órbita hasta un punto en el que el potencial es cero. La ganancia en energía potencial del electrón es de $5,4 \times 10^{-19} \text{ J}$. Calcule el valor de la diferencia de potencial a través de la que ha sido desplazado el electrón. [1]

(c) Una pila eléctrica es un dispositivo utilizado para transferir energía a los electrones en un circuito. Un circuito concreto consta de una pila de f.e.m. ε y resistencia interna r conectada en serie con un resistor de resistencia $5,0 \Omega$.

(i) Defina f.e.m. de una pila. [1]

(ii) Si la energía aportada por la pila a un electrón al desplazarlo a lo largo del circuito es de $5,1 \times 10^{-19} \text{ J}$, demuestre que la f.e.m. de la pila es de $3,2 \text{ V}$. [1]

(iii) Si cada electrón del circuito transfiere una energía de $4,0 \times 10^{-19} \text{ J}$ al resistor de $5,0 \Omega$, determine el valor de la resistencia interna r . [4]

B2. Part 1 Electric charge and electric circuits

- (a) the force between two (point) charges;
is inversely proportional to the square of their separation and (directly)
proportional to (the product of) their magnitudes;
Allow [2] for equation with F , Q and r defined. [2]

(b) (i) $F = \left(k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \right) \frac{9 \times 10^9 \times [1.6 \times 10^{-19}]^2}{4 \times 10^{-20}};$
 $= 5.8 \times 10^{-9} \text{ N};$ [2]

(ii) $\frac{(b)(i)}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ or } 3.6 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1} \text{ or } \text{Vm}^{-1};$
(directed) away from the proton;
Allow ECF from (b)(i). [2]

(iii) $H = \left(G \frac{m}{r^2} = \right) \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.673 \times 10^{-27}}{4 \times 10^{-20}} = 2.8 \times 10^{-18} \text{ Nkg}^{-1};$
 $\frac{H}{E} = \frac{2.8 \times 10^{-18}}{3.6 \times 10^{10}} \text{ or } 7.8 \times 10^{-29} \text{ Ckg}^{-1};$
 $(\approx 10^{-28} \text{ Ckg}^{-1})$
Allow ECF from (b)(i). [2]

(iv) 3.4 V; [1]

- (c) (i) power supplied per unit current / energy supplied per unit charge / work done per unit charge;

[1]

- (ii) energy supplied per coulomb = $\frac{5.1 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}$ *or* 3.19 V;
(≈ 3.2 V)

[1]

- (iii) pd across 5.0Ω resistor = $\left(\frac{4.0 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \right) 2.5$ V;

pd across $r = (3.2 - 2.5) = 0.70$ V;

and

either

current in circuit = $\left(\frac{2.5}{5.0} \right) 0.5$ A;

resistance of $r = \left(\frac{0.70}{0.50} \right) 1.4 \Omega$;

or

resistance of $r = \frac{0.70}{2.5} \times 5.0$;
 $= 1.4 \Omega$;

or

$3.2 = 0.5(R + r)$;

resistance of $r = 1.4 \Omega$;

Award [4] for alternative working.

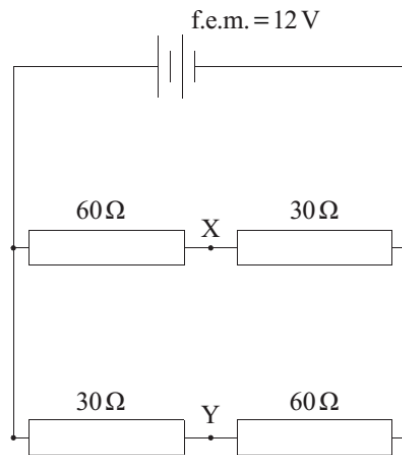
[4]

5. Electricidad y magnetismo

Electricidad

(a) Defina fuerza electromotriz (f.e.m.). [1]

(b) En el circuito siguiente, la batería tiene una f.e.m. de 12 V y una resistencia interna de 5.0Ω .



Calcule

(i) la resistencia total del circuito. [3]

(ii) la corriente en la resistencia interna. [1]

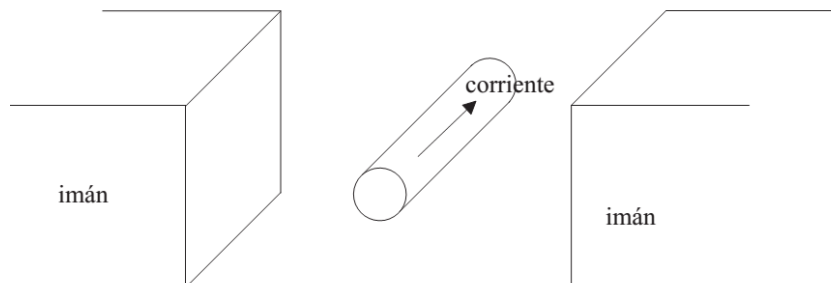
(iii) la potencia total disipada en el circuito. [2]

(iv) la diferencia de potencial entre los puntos X e Y. [3]

(c) Se conecta un voltímetro real (es decir, no-ideal) entre los puntos X e Y en el circuito de (b). Explique por qué la lectura del voltímetro no será la misma que su respuesta a (b)(iv). [2]

Magnetismo

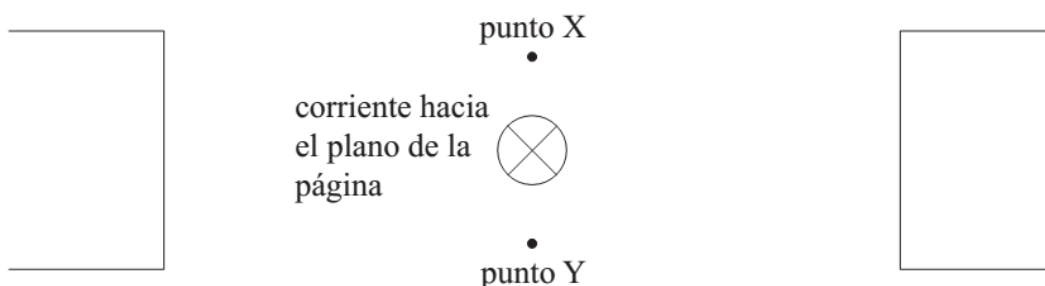
(d) Una varilla por la que circula una corriente se mantiene horizontalmente entre los polos de un imán por medio de una fuerza magnética.



(i) Sobre el diagrama anterior, rotule con la letra N el polo norte del imán. Explique su elección. [1]

(ii) El peso de la varilla es de 4,0N y su longitud es 0,80m. El módulo de la intensidad de campo magnético es 0,20T. Determine la corriente en la varilla. [2]

(iii) El diagrama siguiente muestra dos puntos X e Y que están a igual distancia de la varilla que transporta la corriente en (d).



Indique y explique en cuál de los puntos (X o Y) es mayor la intensidad del campo magnético. [2]

Part 2 Electricity and magnetism

- (a) work done per unit charge in moving charge completely around the circuit / power supplied per unit current; [1]

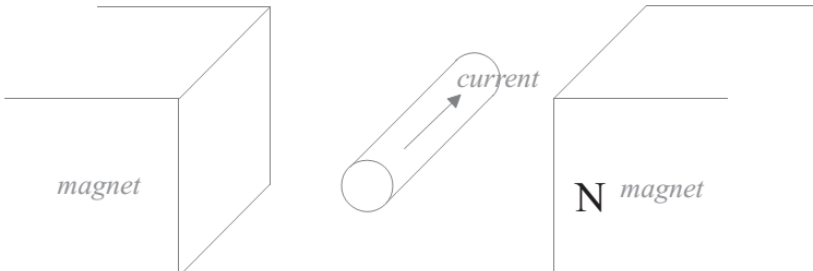
- (b) (i) two sets of series resistors at 90Ω each;
and these are in parallel for a total of 45Ω ;
plus the internal resistance in series for a grand total of 50Ω ; [3]

- (ii) total current is $I = \left(\frac{12}{50}\right) = 0.24\text{ A}$; [1]
Watch for ECF if answer for resistance is wrong.

- (iii) $P_{\text{total}} = EI$;
 $= (12 \times 0.24) = 2.9\text{ W}$; [2]
Watch for ECF if answer for current is wrong.

- (iv) across 30Ω voltage drops by 3.60 V (so potential at X is 3.60 V);
across 60Ω voltage drops by 7.20 V (so potential at Y is 7.20 V);
so potential difference between X and Y is (negative) 3.6 V ; [3]

- (c) in the original circuit there is no current between X and Y / the resistance between X and Y is infinite;
introducing a real voltmeter changes the total resistance of the circuit / allows current between X and Y / the resistance between X and Y is no longer infinite; [2]

- (d) (i) 

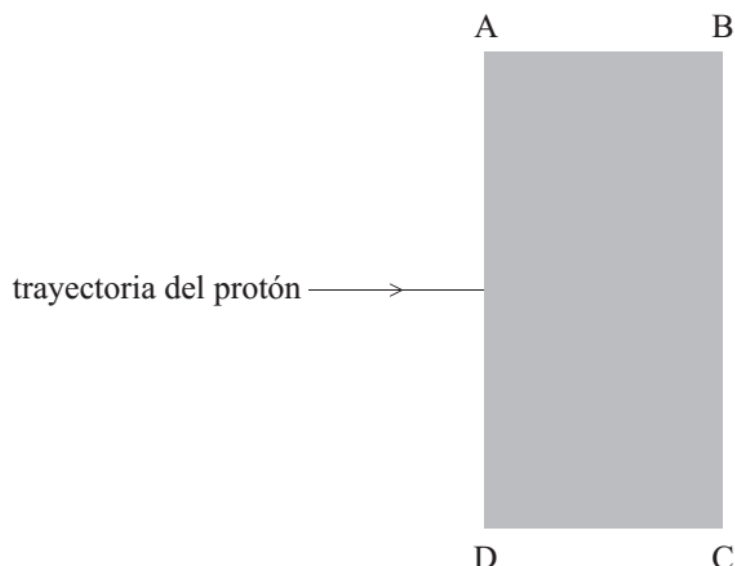
because the magnetic force on the rod must be vertically upward and the law for the magnetic force requires field directed to the left, hence right pole is N; [1]

- (ii) $0.20 \times I \times 0.80 = 4.0$;
and so $I = 25\text{ A}$; [2]

- (iii) at Y;
the magnetic fields of the wire and of the magnet add; [2]
Award [0] for a correct answer with no explanation or with an incorrect explanation.
Watch for ECF in case they got the polarity of the magnets wrong earlier in which case the answer is X.

6. campos magnéticas y eléctricas

Se acelera un protón en el vacío, partiendo el reposo, a través de una diferencia de potencial de 420V . El protón entra, a continuación, en una región ABCD de campo magnético uniforme, como se muestra.



El campo magnético está dirigido hacia dentro del plano de la página. La intensidad de campo es de 15 mT.

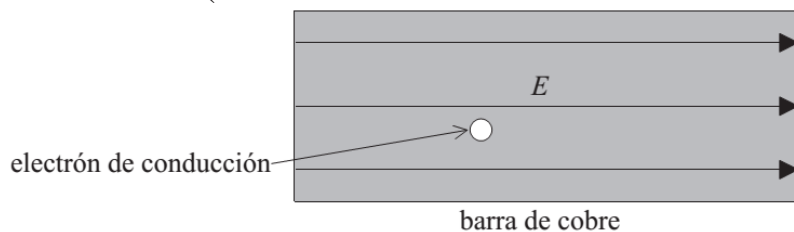
- (a) (i) calcule la rapidez del protón a su entrada en la región del campo magnético. [2]
 (ii) La trayectoria del protón dibujada en el diagrama se sitúa en el plano de la página. El protón se adentra en la región ABCD del campo magnético y la abandona por el lado BC. Sobre el diagrama anterior, dibuje la trayectoria del protón dentro y fuera de la región ABCD del campo magnético. Rotule la trayectoria como P. [2]
 (iii) Determine el módulo de la fuerza que actúa sobre el protón, debida al campo magnético, mientras el protón se encuentra en la región ABCD. [2]
- (b) (i) Defina *intensidad del campo eléctrico* en un punto. [2]
 (ii) Determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico que produciría una fuerza sobre el protón que igualara la fuerza calculada en (a)(iii). [2]
 (iii) El campo eléctrico calculado en (b)(ii) se aplica a la región ABCD. Se ajusta el campo eléctrico de modo que cuando el protón entre en la región, la fuerza debida al campo eléctrico sea opuesta en sentido a la fuerza debida al campo magnético. Sugiera la trayectoria que seguirá el protón en la región ABCD, indicando la razón para ello.

Part 2 Magnetic and electric fields

- (a) (i) use of $qV = \frac{1}{2}mv^2$;
 $1.6 \times 10^{-19} \times 420 = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} \times v^2$
 $v = 2.8 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$; [2]
- (ii) arc of circle / continuous curve within region ABCD and deflected upwards
i.e. towards AB;
 straight-line as tangent to arc beyond BC; [2]
- (iii) $F = 1.5 \times 10^{-2} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 2.8 \times 10^5$;
 $= 6.7 \times 10^{-16} \text{ N}$; (*allow* $6.8 \times 10^{-16} \text{ N}$) [2]
- (b) (i) force per unit positive charge;
 on small test charge (placed at that point); [2]
- (ii) $6.7 \times 10^{-16} = 1.6 \times 10^{-19} \times E$;
 $E = 4.2 \times 10^3 \text{ V m}^{-1}$; [2]
- (iii) undeviated / straight line (along original path);
 reason *e.g.* forces in field always equal and opposite; [2]

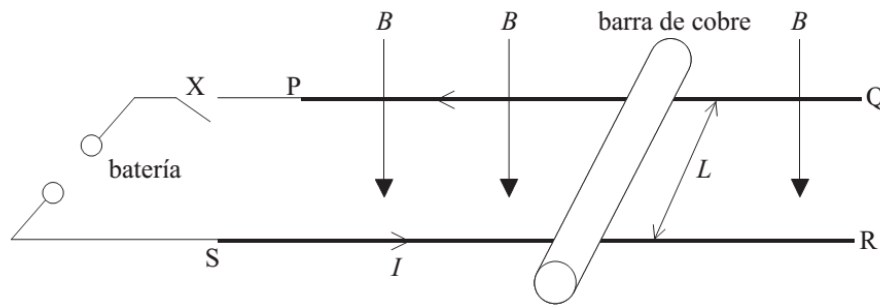
7. Conducción eléctrica y la fuerza sobre un conductor en un campo magnético.

(a) El diagrama siguiente muestra una barra de cobre rectangular dentro de la cual se mantiene un campo eléctrico de intensidad E conectando la barra de cobre en serie con una batería. (no se muestran las conexiones a la batería.)



- (i) Sobre el diagrama, dibuje una flecha que muestre la dirección de la fuerza sobre el electrón de conducción indicado. Marque esta flecha con la letra F . [1]
- (ii) Describa cómo el campo eléctrico permite que los electrones de conducción tengan una velocidad de arrastre en una dirección y sentido a lo largo de la barra de cobre. [3]
- (b) La barra de cobre se coloca a continuación sobre dos rieles conductores paralelos y horizontales PQ y SR como se muestra a continuación. Los rieles conductores están conectados a una batería e interruptor X.

Los rieles y la barra de cobre se encuentran en una región con un campo magnético uniforme de intensidad B . El campo magnético es perpendicular al plano de las barras conductores como se muestra en el diagrama siguiente.




La longitud de la barra de cobre entre los rieles es L . La masa de la barra de cobre es M . El rozamiento entre la barra de cobre y los rieles es despreciable.

A continuación, se cierra el interruptor X y la intensidad de la corriente en la barra de cobre es I y en el sentido mostrado en el diagrama.

- (i) Sobre el diagrama, dibuje una flecha que muestre la dirección de la fuerza F sobre la barra de cobre. [1]
- (ii) Deduzca una expresión, en función de B , L , M e I , para la aceleración a de la barra de cobre. [2]
- (c) La barra de cobre en (b) acaba moviéndose con velocidad constante v . cuando se mueve a esta velocidad constante, la potencia suministrada por la batería es igual al ritmo al que se efectúa el trabajo debido a la fuerza F .
 - (i) Deduzca que la potencia P suministrada por la fuerza F que actúa sobre la barra de cobre cuando se mueve a velocidad constante v viene dada por la expresión $P=Fv$. [2]
 - (ii) Utilice la expresión en (i) y los datos siguientes para determinar la velocidad v .
 f.e.m. de la batería = $0,80 \text{ V}$
 longitud L de la barra de cobre = $0,60 \text{ m}$
 intensidad de campo $B = 0,25 \text{ T}$ [3]

Part 2 Electrical conduction and the force on a conductor in a magnetic field

(a) (i) ; [1]

(ii) the force on the electrons produced by the electric field causes them to accelerate along the direction of the rod;
however, they will (soon) collide with a lattice ion but after collision will again be accelerated (along the rod) before making another collision / *OWTTE*;
hence the electrons gain a drift/net velocity in the direction of the wire / in the (opposite) direction to the field even though they still have random velocities / *OWTTE*;

[3]

(b) (i) ; [1]

(ii) $F = BIL = Ma$;

to give $a = \frac{BIL}{M}$; [2]

(c) (i) let the body move a distance Δx in time Δt , then work done by F is $W = F\Delta x$;

therefore rate of working = power = $P = \frac{F\Delta x}{\Delta t} = Fv$; [2]

i.e. Look for expression for work done and identifying power as rate of working.

(ii) $P = BILv = EI$;

to give $v = \frac{E}{BL}$;

$v = \left(\frac{0.8}{0.60 \times 0.25} \right) = 5.3 \text{ m s}^{-1}$; [3]

8. Esta pregunta trata de los campos magnéticos.

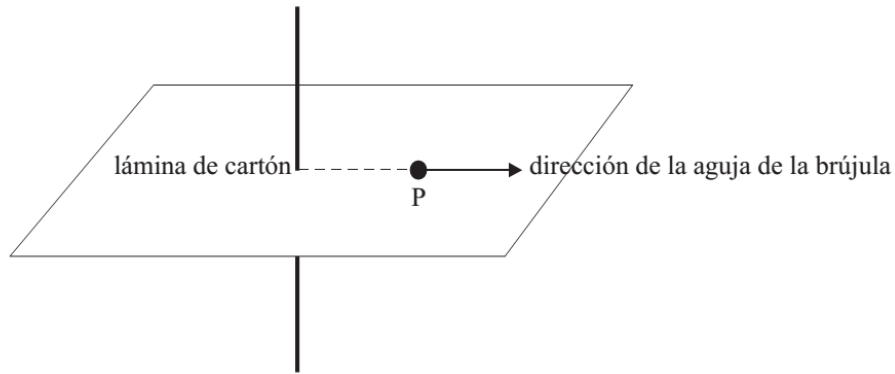
(a) Utilizando el siguiente diagrama, dibuje la disposición del campo magnético de la Tierra. [2]



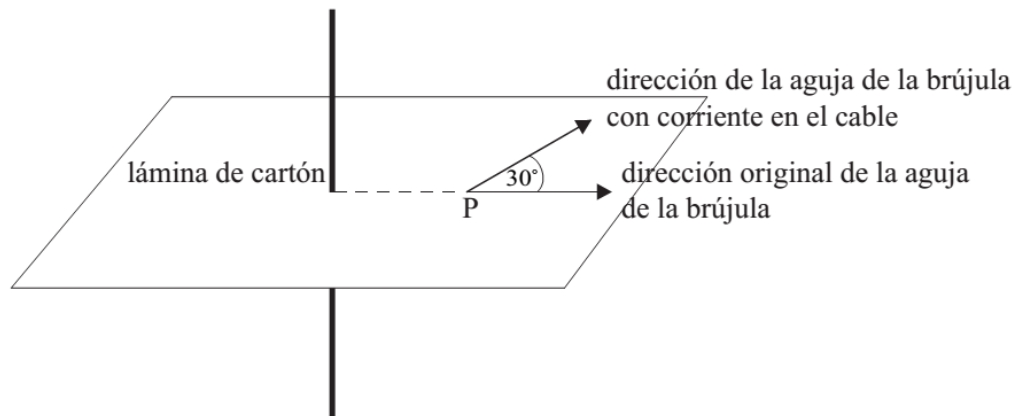
(b) Indique qué otro objeto produce una disposición del campo magnético similar al de la Tierra. [1]

(c) Un cable largo y vertical atraviesa una lámina de cartón mantenida en posición horizontal.

Una pequeña brújula se sitúa en el punto P y la aguja apunta en la dirección indicada.



Se hace pasar una corriente a través del cable, y la aguja de la brújula ahora apunta en una dirección que forma un ángulo de 30° con la dirección original, como se muestra a continuación.

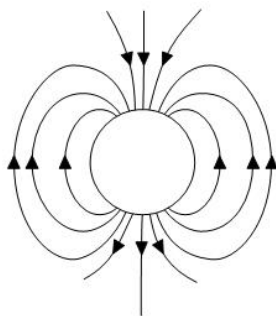


(i) Dibuje una flecha sobre el cable que indique el sentido de la corriente en el mismo. Explique el porqué del sentido trazado. [2]

(ii) La intensidad de campo magnético en el punto P debida a la corriente en el cable es B_W y la intensidad del componente horizontal del campo magnético de la Tierra es B_E . Dibujando un diagrama vectorial adecuado, deduzca que $B_E = B_W \tan 60^\circ$. [2]

(iii) El punto P está a 2,0 cm del cable y la corriente en el cable es de 4,0A. Calcule la intensidad de la componente horizontal del campo magnético de la Tierra en el punto P. [2]

A3. (a)



overall correct shape with no field lines touching;
direction of field;

[2]

(b) bar magnet / solenoid;

Do not accept just “magnet”.

[1]

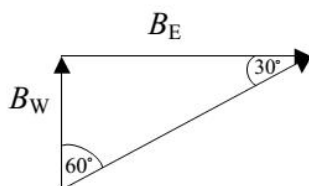
(c) (i) upwards

the direction of the compass needle is the resultant of two fields / OWTTE;
the field must be into the plane of the (exam) paper to produce a resultant field
in the direction shown / OWTTE;

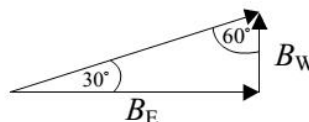
Award [1] for “upwards because of the right hand rule” / OWTTE.

[2]

(ii)



or



vector addition with correct values of two angles shown 30°, 60° or 90°;

from diagrams $B_E = B_W \times \tan 60$ or $B_E = \frac{B_W}{\tan 30}$;

[2]

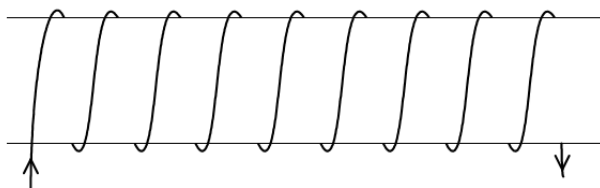
$$(iii) B_W = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 4}{2 \times 10^{-2}} = 4.0 \times 10^{-5} \text{ T};$$

$$B_E = B_W \times \tan 60 = 6.9 \times 10^{-5} \text{ T};$$

[2]

9. El solenoide

El siguiente diagrama representa una vista lateral de un solenoide. El sentido de la corriente es el indicado.



(a) Dibuje líneas que representen el campo magnético debido a la corriente en el solenoide. Las líneas deben incluir el campo tanto dentro como fuera del solenoide. Indique también el sentido del campo magnético. [4]

(b) Indique el nombre de un objeto capaz de producir una disposición del campo magnético similar a la del solenoide. [1]

Una bióloga desea investigar los efectos de los campos magnéticos sobre las semillas de las plantas. Con este fin, necesita un experimento de control en el que las semillas se encuentren en una región en la que no haya campo magnético. Decide utilizar un solenoide de tal modo que el campo magnético en el centro de éste anule al campo magnético de la Tierra.

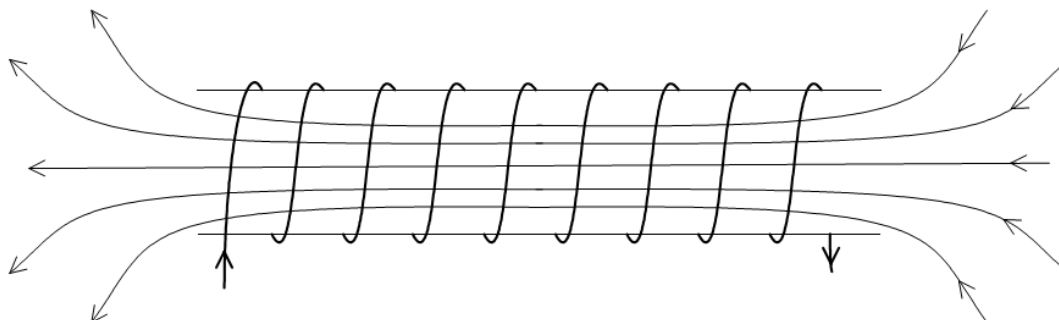
El campo magnético de la Tierra tiene una componente horizontal B_H y una componente vertical B_V . En el lugar en el que la bióloga lleva a cabo el experimento, $B_H = 60 \mu\text{T}$ y $B_V = 150 \mu\text{T}$.

(c) Mediante un diagrama a escala o mediante cálculo, determine el módulo y la dirección de la intensidad de campo magnético resultante. [4]

(d) El solenoide elegido por la bióloga tiene 0,75 m de longitud y consta de 500 vueltas. Determine la corriente en el solenoide que producirá una intensidad magnética en su centro igual en módulo a la calculada en (c). [2]

B2. Part 1 The solenoid

(a)



field inside;
field at ends;
field outside (*continuous loops not required*);
direction;
There should be at least three lines showing symmetry.

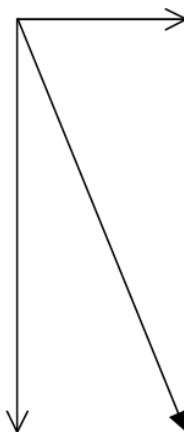
[4]

(b) bar magnet;

Do not accept just “magnet”.

[1]

(c) suitable scale e.g. $1\text{ cm} = 3 \times 10^{-5}\text{ T}$;



correct construction;
magnitude $= 16 (\pm 2) \times 10^{-5}\text{ T}$;
direction $= 68^\circ (\pm 3)$ to the horizontal;

by calculation:

$$\text{resultant} = [(150)^2 + (60)^2]^{\frac{1}{2}};$$

$$= 16 \times 10^{-5}\text{ T};$$

$$\text{angle to horizontal} = \tan^{-1}\left(\frac{150}{60}\right);$$

$$= 68^\circ;$$

[4 max]

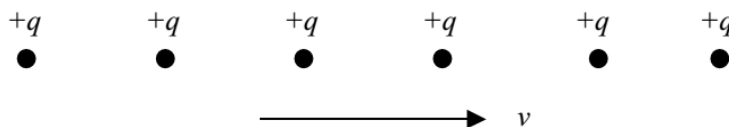
(d) $I = \frac{BL}{\mu_0 N};$

$$= \frac{(16 \times 10^{-5} \times 0.75)}{(4\pi \times 10^{-7} \times 500)} = 0.20\text{ A};$$

[2]

10. Fuerzas magnéticas

El diagrama que sigue muestra un haz de partículas cargadas que se desplazan en línea recta con velocidad v . Cada partícula tiene una carga $+q$, habiendo N partículas en una longitud L de haz.



- ¿Qué distancia recorren las partículas en un tiempo Δt ? [1]
- ¿Cuántas partículas pasan por un punto determinado en un tiempo Δt ? [2]
- Utilizando para ello sus respuestas dadas en los apartados (a) y (b) anteriores, muestre que la corriente I que lleva el haz viene dada por la expresión [2]

$$I = \frac{Nvq}{L}.$$

- Al aplicar un campo magnético uniforme de intensidad B en ángulo recto a la dirección de desplazamiento de las partículas, cada una de estas experimenta una fuerza de módulo Bqv .

Si la dirección del campo es hacia dentro del plano del papel, muestre en el diagrama anterior la dirección de la fuerza magnética que se ejerce sobre una de las cargas. [1]

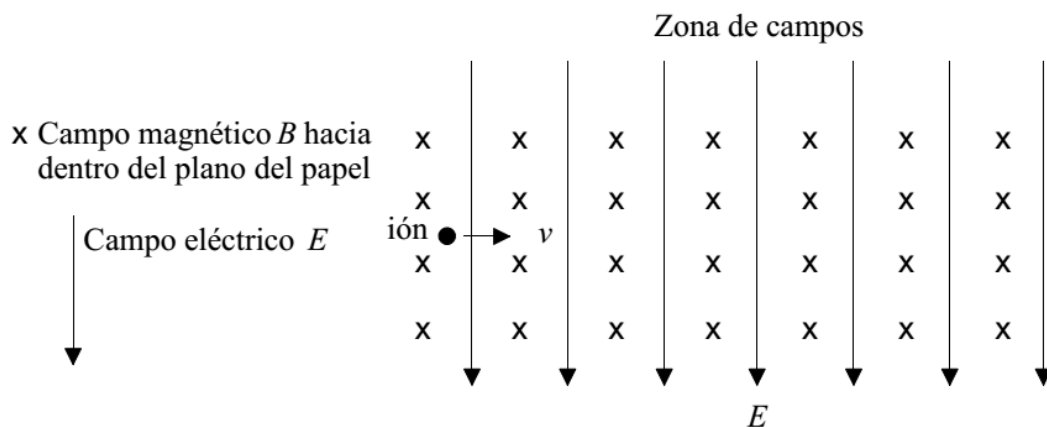
- Demuestre que una fuerza Bqv sobre cada una de las partículas equivale a que una longitud L del haz experimente una fuerza de magnitud BIL . [3]

B2. Part 2. Magnetic forces

- (a) $v\Delta t$ [max 1]
- (b) number of particles per unit length = $\frac{N}{L}$; [1]
therefore number in length $v\Delta t = \frac{Nv\Delta t}{L}$; [1]
[max 2]
- (c) $\Delta q = \frac{Nvq\Delta t}{L}$; [1]
 $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{Nvq}{L}$; [1]
[max 2]
- (d) upwards [max 1]
- (e) force on N particles = $NBqv$; [1]
but from (c) $Nqv = IL$; [1]
substitute to get $F = BIL$; [1]
[max 3]

11. Movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos.

En el diagrama que sigue más abajo un ion positivo de carga + q, que se mueve con la velocidad v entra a una región en la que existe un campo eléctrico uniforme de intensidad E y un campo magnético uniforme de intensidad B. El campo magnético está dirigido hacia dentro del plano del papel y el campo eléctrico es paralelo a dicho plano, como se muestra seguidamente.

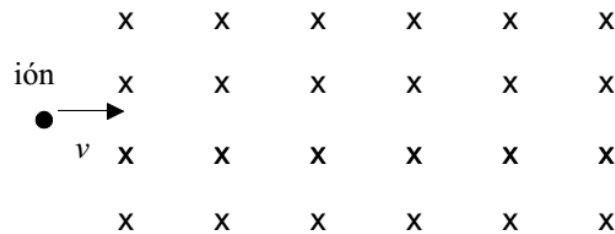


- (a) Muestre en el diagrama las direcciones y sentidos de la fuerza eléctrica y de la fuerza magnética que actúan sobre el ion. [2]
- (b) Escriba una expresión para
- (i) la fuerza eléctrica que actúa sobre la partícula. [1]

(ii) la fuerza magnética que actúa sobre la partícula. [1]

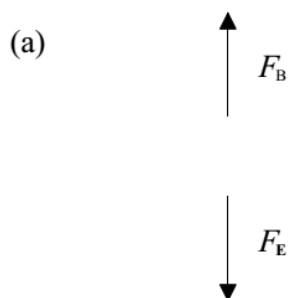
(c) Muestre que si la partícula viaja sin desviarse por los campos, se cumple que [2]
 $v = E/B$

(d) El campo eléctrico se desactiva ahora y otro ion idéntico que se desplaza a una velocidad v entra a la zona del campo magnético como se muestra.



Explique las razones por las que el ion describirá una trayectoria circular en la zona del campo magnético. [2]

B1. Part 2



electric;
magnetic;

[1]

[1]

[2 max]

(b) (i) electric force $F_E = qE$

[1 max]

(ii) magnetic force $F_B = Bqv$

[1 max]

(c) for no deflection $F_E = F_B$;

[1]

to give $v = \frac{E}{B}$;

[1]

[2 max]

(d) at any point along the path the magnetic force is at right angles
to the velocity of the ion;

[1]

and the speed of the ion is constant;

[1]

OWTTE;

*e.g. 'there is a force acting at right angles to the velocity of the ion and this
will produce a constant centripetal acceleration since the velocity is constant'.*

*An answer such as 'the force is at right angles' would be worth [1]. Look for
a bit more detail for [2].*

[2 max]