

| | |
|--|--|
| <u>NOMBRE</u> <u>SOLUCIONADO</u> | |
| <u>CURSO:</u> <u>B2CT</u> | TEMA 5. CAMPO GRAVITATORIO. TEMA 6. CAMPO ELÉCTRICO. TEMA 7. CAMPO MAGNÉTICO |

| |
|--|
| <u>NORMAS GENERALES</u> <ul style="list-style-type: none">- Escriba a bolígrafo.- No utilice ni t́pex ni lápiz.- Si se equivoca tache.- Si no tiene espacio suficiente utilice el dorso de la hoja.- Evite las faltas de ortografía.- Lea atentamente las preguntas antes de responder.- Todas las preguntas tienen señalada la puntuación que les corresponde.- Se puede utilizar la calculadora.- El examen está valorado en 10 puntos. |
|--|

| |
|--|
| <u>CRITERIOS DE CALIFICACIÓN</u> <ul style="list-style-type: none">- Se plantearán al alumno cuestiones y problemas. <u>Se requerirá un correcto planteamiento de la cuestión planteada, así como la realización de dibujos o esquemas</u>, ajustes de ecuaciones etc.; que ayuden a una mejor comprensión de las cuestiones planteadas descontando hasta un 50% de la nota de la cuestión planteada, si no se cumplen los criterios anteriores.- Se descontará de la cuestión un 25% de la nota si el alumno no indica las unidades o estas son incorrectas.- Se descontará nota por las faltas de ortografía, <u>hasta un máximo de 2 puntos</u>, medio punto por falta.- CADA CUESTION 1 PUNTO.- CADA PROBLEMA 2 PUNTOS.- <u>SE CONCISO EN LAS RESPUESTAS.</u> |
|--|

| | |
|---------------------|--|
| CALIFICACIÓN | |
|---------------------|--|

C1.- Comparación entre el campo gravitatorio y campo eléctrico. (1p)

- 1) Ambos campos son vectoriales, newtonianos, centrales y conservativos.
- 2) Ambos se conciben como una propiedad del espacio.
- 3) El campo gravitatorio siempre es atractivo. El eléctrico puede ser atractivo o repulsivo.
- 4) El campo gravitatorio es universal, el campo eléctrico depende del medio.
- 5) La fuerza eléctrica para cargas de 1 C separadas 1 metro es más intensa que la gravitatoria entre dos masas de 1 kg separadas 1 metro.
- 6) Hay conductores de electricidad, pero no hay conductores de masa.
- 7) Existen dipolos eléctricos pero no se conocen dipolos gravitatorios.
- 8) Existe la inducción eléctrica pero no se existe la inducción gravitatoria.
- 9) Existen regiones donde el campo eléctrico es cero, en el interior de un conductor; pero es prácticamente imposible que haya regiones de campo gravitatorio cero (no existen conductores gravitatorios).

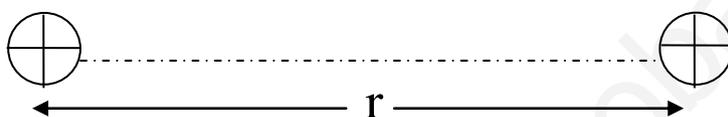
C2.- Define los siguientes conceptos:

- a) **Amperio.**
 - b) **Tesla.**
 - c) **Paramagnetismo.**
 - d) **Energía potencial eléctrica.**
- a) Un amperio es la corriente que circulando por dos conductores paralelos de 1 metro de longitud y separados una distancia de 1 metro, produce sobre cada conductor una fuerza de $2 \cdot 10^{-7}$ N.
- b) Un campo magnético es de una tesla si ejerce una fuerza de 1 Newton sobre una carga de 1 culombio que entra en una dirección perpendicular al campo con una velocidad de 1 m/s.
- c) Son paramagnéticas el platino, el aluminio, el oxígeno gaseoso, el cromo y el magnesio. Su permeabilidad magnética relativa μ_R es algo mayor que la unidad. El

campo magnético en su interior es mayor, ligeramente, al campo magnético en el vacío. Las sustancias paramagnéticas son débilmente atraídas por un imán. Una varilla de material paramagnético es atraída por un campo magnético hacia donde el campo es más intenso.

d) La energía potencial eléctrica se representa por E_p , tiene unidades de julios (J) y viene dada por:

$$E_p = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$$



q_1 y q_2 =cargas eléctricas.

k =constante eléctrica en el vacío.

r = distancia entre las cargas.

La energía potencial eléctrica tiene un significado físico parecido a la interacción gravitatoria. La carga q_2 , que consideraremos positiva, está a una distancia r de la carga q_1 (también positiva). La energía potencial eléctrica de este sistema es el trabajo necesario para desplazar la carga q_2 desde esa posición (distancia r de la carga q_1) hasta el infinito.

$$W_{i \rightarrow \infty}^{q_2} = E_{p_i} - E_{p_\infty} \Rightarrow W_{i \rightarrow \infty}^{q_2} = E_{p_i}$$

C3.- Un cuerpo tiene una masa de 100 gramos y está cargado con 1uC. Halla la distancia por encima de él a la que se debe de colocar otro cuerpo de carga - 10 uC para que el primero esté en equilibrio en una región donde el campo gravitatorio vale 10 m/s². Dato: 1uC=10⁻⁶ C; K=9.10 N.m² .C⁻²

$$M_1 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$Q_2 = - 10 \text{ uC} = - 10 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_1 = 1 \text{ uC} = 10^{-6} \text{ C}$$

Para que el cuerpo (1) esté en equilibrio se debe de cumplir que la fuerza eléctrica sea igual al peso.

Fuerza gravitatoria (PESO) = Fuerza eléctrica

$$mg = Fe$$

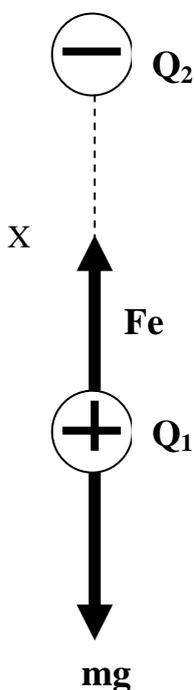
$$(0,1) \cdot (10) = Fe \Rightarrow Fe = 1 \text{ N}$$

Por otra parte, la fuerza eléctrica entre las dos cargas viene dada por la ley de Coulomb, siendo X la distancia entre las cargas:

$$Fe = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{X^2}$$

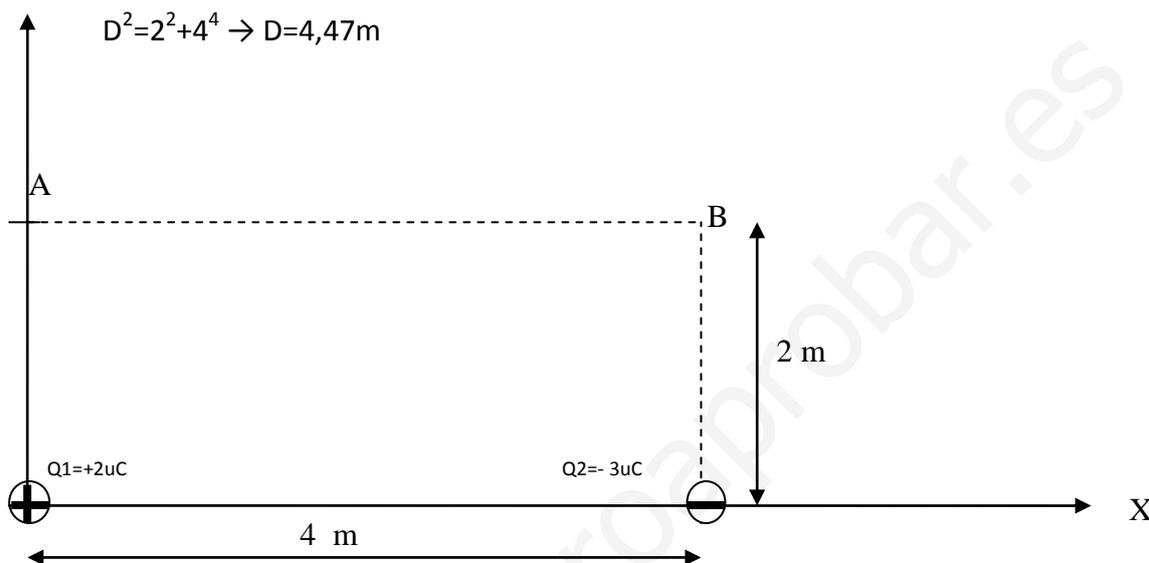
$$1 = 9 \cdot 10^9 \frac{(1 \cdot 10^{-6}) \cdot (10 \cdot 10^{-6})}{X^2}$$

$$X = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$



C4.- En un sistema de ejes coordenados tenemos dos cargas puntuales fijas, una de ellas tiene un valor de 2 uC y está situada en el punto (0,0) en metros. La segunda carga, -3 uC, se encuentra en el punto (4,0). Calcula el trabajo de la fuerza electrostática para trasladar una carga de -1 uC desde el punto A(0,2) hasta el punto B(4,2). Interpreta el signo.

Y Datos: $1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{ C}$; $k=9\cdot 10^9\text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ (1p)



En el punto A:

$$V_A = V_1 + V_2 = k \frac{q_1}{d_1} + k \frac{q_2}{d_2} = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{2\cdot 10^{-6}}{2} + 9\cdot 10^9 \cdot \frac{-3\cdot 10^{-6}}{4,47}$$

$$V_A = 9.000 - 6.037,38 = +2.962,61\text{ V}$$

En el punto B:

$$V_B = V_1 + V_2 = k \frac{q_1}{d_1} + k \frac{q_2}{d_2} = 9\cdot 10^9 \cdot \frac{2\cdot 10^{-6}}{4,47} + 9\cdot 10^9 \cdot \frac{-3\cdot 10^{-6}}{2}$$

$$V_B = 4.024,93 - 13.500 = -9.475,07\text{ V}$$

Y el trabajo para desplazar $-1\mu\text{C}$ desde el punto A hasta el punto B será:

$$W_{A \rightarrow B}^{q_3} = q_3 \cdot (V_A - V_B); \quad q_3 = -1\mu\text{C}$$

$$W_{A \rightarrow B}^{-1\mu\text{C}} = -1\cdot 10^{-6} (2.962,61 + 9.475,07) = -0,012\text{ J}$$

El signo del trabajo indica que no es un proceso espontáneo, NO LO HACE EL CAMPO, NO ES UN PROCESO NATURAL.

PROBLEMA 1. Un electrón se mueve hacia eje +X con una velocidad de $5 \cdot 10^5$ m/s. El electrón experimenta una fuerza de $4 \cdot 10^{-14}$ N hacia el eje +Y. Halla

a) El vector inducción magnética \vec{B} y el radio de la órbita descrita por el electrón. **(1p)**

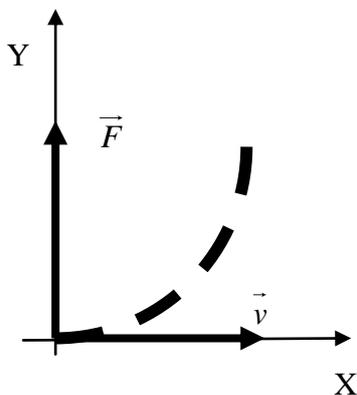
b) El módulo, dirección y sentido (o el vector) del campo eléctrico que habría que aplicar para que el electrón no sufra ningún tipo de desviación. **(1p)**

Nota: es absolutamente indispensable incluir un esquema de los vectores.

Datos: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; $q(e) = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C;

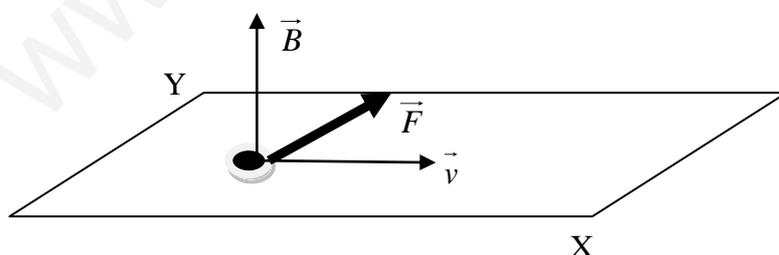
Los datos del problema son:

$$\vec{F} = 4 \cdot 10^{-14} \vec{j} \text{ N} \quad \text{y} \quad \vec{v} = 5 \cdot 10^5 \vec{j} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Las líneas discontinuas representan la trayectoria que seguiría el electrón. Como el vector fuerza está en el eje Y, y se relaciona con la velocidad por la expresión de Lorentz $\vec{F} = q \vec{v} \otimes \vec{B}$, el vector inducción magnética \vec{B} estará en el eje Z, es decir, sale o entra del plano del papel tal como hemos hecho el esquema adjunto.

Ahora bien, para que la fuerza tenga el sentido +Y, la inducción magnética tiene sentido +Z, es decir, sale del papel. El producto vectorial $\vec{v} \otimes \vec{B}$ tendría sentido -Y pero como se trata de un electrón (carga negativa), $q \vec{v} \otimes \vec{B}$ tendrá sentido +Y.



a) Aplicando la expresión de la fuerza de Lorentz:

$$F = q \cdot v \cdot B \Rightarrow 4 \cdot 10^{-14} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot B$$

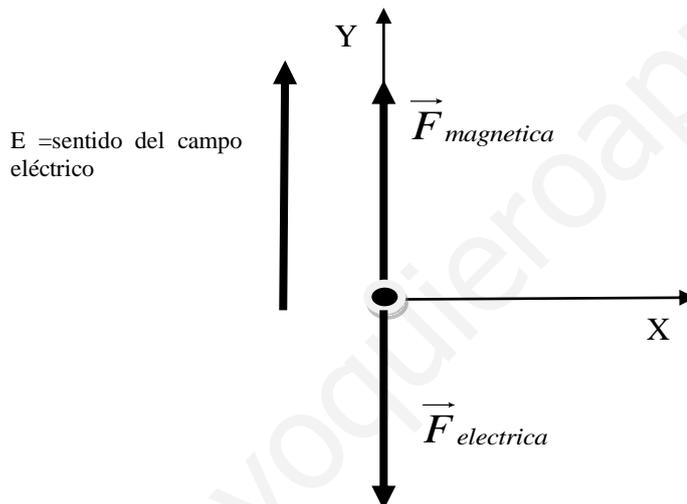
$$B = 0,5 \text{ T} \quad \text{o} \quad \vec{B} = 0,5 \vec{k} \text{ T}$$

Para hallar el radio R de la trayectoria que describe el electrón, basta con tener en cuenta que la fuerza es centrípeta, es decir:

$$F = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow 4 \cdot 10^{-14} = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot \frac{(5 \cdot 10^5)^2}{R}$$
$$R = 5,68 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

b) La fuerza eléctrica tiene que tener sentido $-Y$, dado que tiene que compensar a la fuerza magnética que tiene sentido $+Y$. Para que la fuerza eléctrica tenga sentido $-Y$, el campo eléctrico tiene que tener sentido $+Y$, dado que se trata de un electrón y el sentido del movimiento en un campo eléctrico de un electrón es el opuesto al campo (carga negativa).

El módulo del campo eléctrico se deduce de igualar la fuerza eléctrica y la magnética.



$$q \cdot E = q \cdot v \cdot B \Rightarrow E = v \cdot B$$

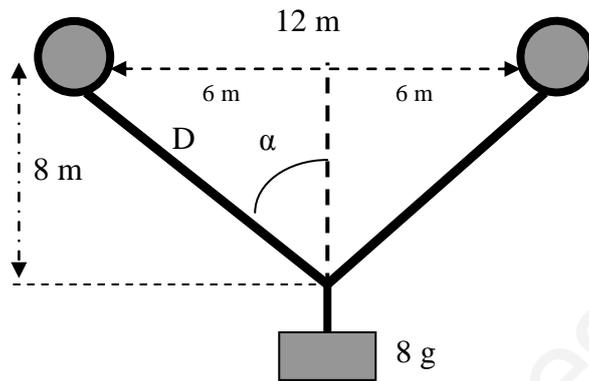
$$E = (5 \cdot 10^5) \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

La expresión vectorial del campo eléctrico sería:

$$\vec{E} = 2,5 \cdot 10^5 \vec{j} \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

PROBLEMA 2

Disponemos de dos globos exactamente iguales, de masas despreciables, que tras ser llenados con helio en condiciones normales de temperatura y presión, se unen mediante dos hilos, a los que se ata un cuerpo de 8 gramos. En el centro de ambos globos se colocaron previamente dos cargas positivas iguales Q . Tras alcanzar el equilibrio, el conjunto adquiere la disposición que se muestra en la figura.

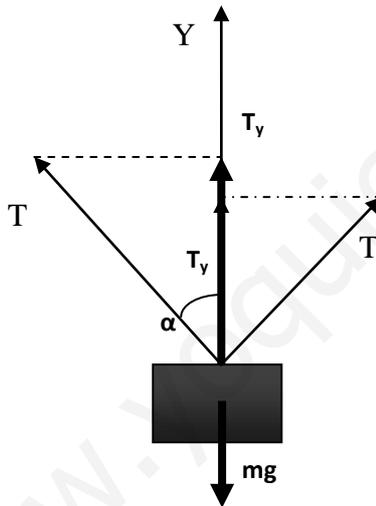


Determinar:

- a) Tensión de los hilos. **(1p)**
- b) La carga Q . **(1p)**

Datos: $K=9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $g=10 \text{ m/s}^2$

Fuerzas sobre el bloque de 8 gramos:



Observar que:

$$8^2 + 6^2 = D^2 \Rightarrow D = 10 \text{ m}$$

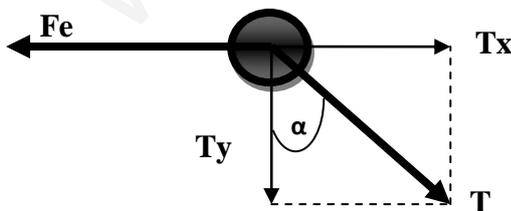
$$\cos \alpha = \frac{8}{10}; \quad \text{sen} \alpha = \frac{6}{10}$$

$$T_y + T_y = mg \Rightarrow 2T_y = mg \Rightarrow 2T \cdot \cos \alpha = mg$$

$$2T \cdot \frac{8}{10} = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 10$$

$$T = 0,05 \text{ N}$$

Fuerza sobre uno de los globos, que tienen una carga Q :



Como el sistema está en equilibrio, la componente T_x de la tensión debe de ser igual a la fuerza eléctrica:

$$\mathbf{Fe = Tx}$$

Utilizando el valor de la tensión, podemos deducir el valor de T_x :

$$T_x = T \text{sen} \alpha = 0,05 \cdot (6/10) = 0,03 \text{ N}$$

Luego la fuerza eléctrica es $F_e = 0,03 \text{ N}$.

Utilizando la ley de Coulomb para las cargas Q de los globos que están separadas 12 metros:

$$F = k \cdot \frac{Q \cdot Q}{d^2} \Rightarrow 0,03 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Q^2}{12^2} \Rightarrow Q = 2,19 \cdot 10^{-5} \text{ C} = 21,9 \mu\text{C}$$

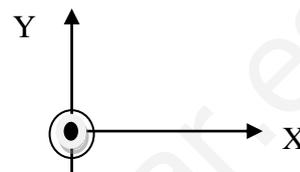
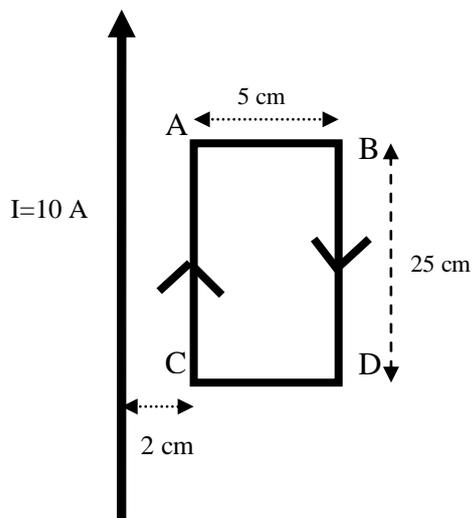
PROBLEMA 3. Un hilo recto y largo y una espira (circuito rectangular) están situados sobre una mesa. Por el hilo circula una corriente de 10 A y por la espira 5 A en sentido HORARIO.

Responde a las cuestiones planteadas:

- Halla el vector inducción magnética \vec{B} que crea el hilo sobre el tramo CA. **(1p)**
- Halla la expresión vectorial de la fuerza que actúan entre el hilo y el tramo BD. **(1p)**

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

Ayuda:



El eje Z sale del papel

- El segmento CA está a 2cm del hilo de 10 A. El campo magnético que ese hilo crea donde está el segmento es:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi(0,02)} \Rightarrow B = 10^{-4} \text{ T}$$

En cuanto a la expresión vectorial de la inducción magnética, el vector entra en el papel luego:

$$\vec{B} = -10^{-4} \vec{k} \text{ T (entra en el papel)}$$

- Por otra parte, el tramo BD está sometido a un campo magnético que crea el hilo de 10 A cuyo valor es:

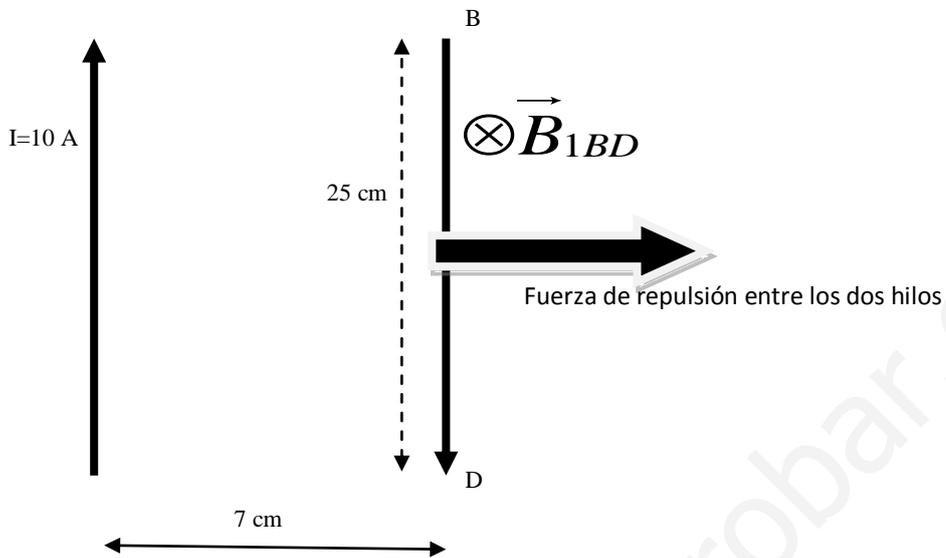
$$B_{1BD} = \frac{\mu_0 I}{2\pi y} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi(0,07)} \Rightarrow B = 2,85 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$y = 2 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$$

La fuerza sobre el tramo BD, de longitud $L=25 \text{ cm}$, situado en un campo magnético B_{1BD} es:

$$F_{sobreBD} = I_{BD} \cdot B_{1BD} \cdot L_{BD}$$

$$F_{sobreBD} = 5 \cdot (2,85 \cdot 10^{-5}) \cdot 0,25 = 3,56 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$



Puesto que el hilo y el tramo BD son antiparalelos, la fuerza entre ellos es de repulsión.

La expresión vectorial de la fuerza será:

$$\vec{F}_{sobreBD} = 3,56 \cdot 10^{-5} \vec{i} \text{ N}$$