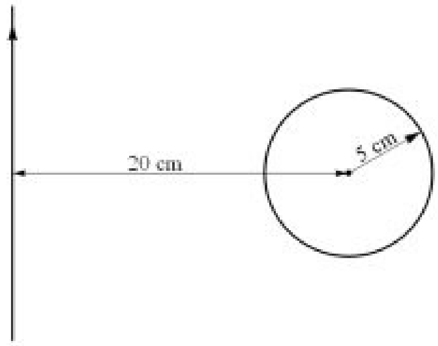
2^n examen, 2^a avaluació, 2^n D batx.

Camp electromagnètic i ones ***5-març-09***

1. A la figura adjunta podeu observar una espira circular de radi R = 5,0 cm situada al pla del paper amb el seu centre C situat a 20 cm d'un conductor rectilini molt llarg pel qual hi circula un corrent de 10 A dirigit cap a dalt. Quina hauria de ser la intensitat que circulés per l'espira, i en quin sentit hauria de circular-hi, de manera que el camp magnètic al centre d'aquesta valgués zero? (2 punts)



Solució:

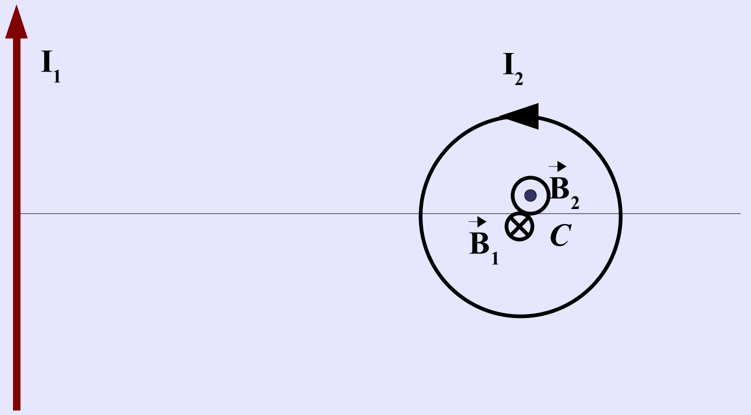
Dades

I_1 = 10 A

r_1 = 20 cm = 0,20 m

R_2 = 5,0 cm = 0,05 m

Esquema



Aplicant la llei de Biot-Savart el corrent que circula pel fil rectilini crearà un camp magnètic al seu voltant que, en el punt C, tendrà direcció perpendicular al pla de l'esquema i sentit cap a dins del paper.

Per a que s'anul·li amb el camp magnètic produït pel corrent I_2 que circula per l'espira, ho ha de fer en sentit antihorari, segons també la llei de Biot-Savart. D'aquesta manera tendrem dos vectors en la mateixa direcció i de sentits contraris que poden anul·lar-se si coincideixen en mòdul.

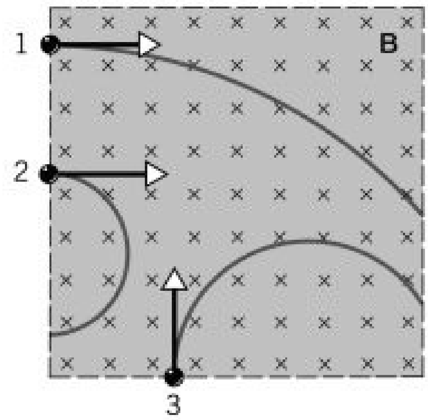
Per a que els mòduls siguin iguals cal calcular la intensitat I_2 igualant els mòduls d'ambdós camps magnètics:

$$\left.\begin{matrix} |\vec{B}_1| = \dfrac{\mu \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot r_1} \\ |\vec{B}_2| = \dfrac{\mu \cdot I_2}{2 \cdot R_2} \end{matrix}\right\} \dfrac{\mu \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot r_1} = \dfrac{\mu \cdot I_2}{2 \cdot R_2} \quad \Rightarrow \quad I_2 = \dfrac{R_2}{\pi \cdot r_1} \cdot I_1 = \dfrac{0{,}05}{\pi \cdot 0{,}20} \cdot 10 = 0{,}796\, A$$

La solució amb dues xifres significatives és:

Solució: I = 0,80 A

2. *Tres càrregues elèctriques idèntiques: 1, 2 i 3, que entren simultàniament dins un camp magnètic uniforme, dirigit perpendicularment al full i cap a dins, descriuen les trajectòries indicades. (1 punt)*
a)Quina d'elles té velocitat, en mòdul, més gran?
b)Quina més petita?



Solució:

a) Per resoldre les qüestions cal calcular els radis de les trajectòries igualant la llei de Lorentz, $|\vec{F}| = q \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \cdot \sin\alpha$ amb la força centrípeta, $|\vec{F}| = m \cdot \frac{v^2}{R}$:

$$q \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \cdot \sin\alpha = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{m \cdot v}{q \cdot |\vec{B}|} \quad \Rightarrow \quad R = C \cdot v \quad \Rightarrow \quad R \propto v$$

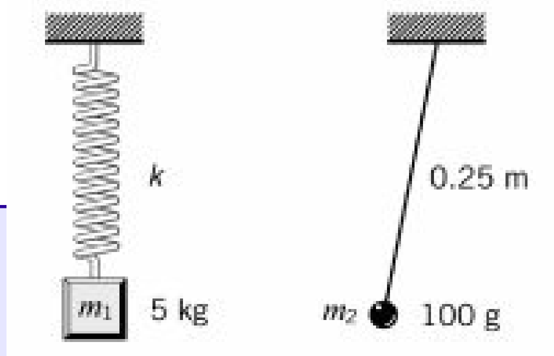
L'angle que formen totes les velocitats amb la direcció del camp magnètic és de 90º, per la qual cosa el sinus val 1. De l'expressió obtinguda veim que el radi és proporcional a la velocitat, ja que la resta de variables són idèntiques en els tres casos (formen la constant que aquí hem anomenat C). Per això, la partícula que descriu una trajectòria amb radi major, la 1, és la que té major velocitat. La que descriu una trajectòria amb radi menor és la que té velocitat menor, per tant la 2.

3. *Classifica les següents ones com a materials o electromagnètiques, i també com a transversals o longitudinals: (1 punt)*
a) Els sons a través de l'aire
b) Les microones
c) Ones sísmiques S
d) Llum visible
e) Ones sísmiques P

Solució:

Són ones materials: els sons a través de l'aire i les ones sísmiques S i P.
Són ones electromagnètiques: les microones i la llum visible.
Són ones transversals: les microones, la llum visible i les ones sísmiques S.
Són ones longitudinals: els sons a través de l'aire i les ones sísmiques P.

4. *Els dos dispositius físics de la figura oscil·len amb el mateix període. Determinau la constant k de la molla. (1,5 punts)*



Solució:

Dades m_1 = 5 kg m_2 = 0,100 kg (no es necessita) l_2 = 0,25 m g = 9,81 m/s^2	

Podem igualar les expressions dels períodes d'ambdós sistemes i aïllarem la constant elàstica k:

$$\begin{Bmatrix} T_1 = 2\cdot\pi\sqrt{\dfrac{m_1}{k}} \\ T_2 = 2\cdot\pi\sqrt{\dfrac{l_2}{g}} \end{Bmatrix} \Rightarrow 2\cdot\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = 2\cdot\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow k = \frac{m_1\cdot g}{l_2} = \frac{5\,kg\cdot 9{,}81\,m/s^2}{0{,}25\,m} = 196\,N/m$$

Solució: k = 196 N/m

5. ***En un medi elàstic s'estableix un moviment ondulatori descrit per l'equació y(x, t) = 0,02 sin(10π x + 30π t) en unitats del SI. Determina:***
   a) La longitud d'ona i la freqüència de l'ona. (1 punt)
   b) La velocitat i el sentit de propagació de l'ona. (1 punt)
   c) La velocitat màxima amb que oscil·la un punt del medi pel qual es propaga l'ona. (1 punt)

a) De l'equació reorganitzada podem identificar els valors de la longitud d'ona i de la freqüència comparant amb l'equació de d'Alembert (la freqüència és l'inversa del període):

$$y(x,t) = A\cdot sin2\cdot\pi\left(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T}\right)$$

$$y(x,t) = 0{,}02\cdot\sin(10\cdot\pi\cdot x+30\cdot\pi\cdot t) = 0{,}02\cdot sin2\cdot\pi\left(\frac{10\cdot\pi\cdot x}{2\cdot\pi}+\frac{30\cdot\pi\cdot t}{2\cdot\pi}\right) = 0{,}02\cdot sin2\cdot\pi\left(\frac{x}{1/5}+\frac{t}{1/15}\right)$$

Solució: λ = 1/5 m i f = 15 Hz

b) El sentit de propagació de l'ona és cap a l'esquerra perquè els dos signes de les dues fraccions del sinus són iguals. La velocitat es pot calcular multiplicant la longitud d'ona per la freqüència i val:

$$v_{ona} = \lambda\cdot f = \frac{1}{5}m\cdot 15\frac{1}{s} = 3\,m/s$$

Solució: v_{ona} = 3 m/s

c) La velocitat màxima d'oscil·lació s'obté a partir de la derivada de l'equació de l'ona:

$$\frac{dy(x,t)}{dt} = 0{,}02\cdot 30\cdot\pi\cdot\cos(10\cdot\pi\cdot x+30\cdot\pi\cdot t) = 0{,}6\cdot\pi\cdot\cos(10\cdot\pi\cdot x+30\cdot\pi\cdot t)$$

El valor de la velocitat màxima d'oscil·lació serà la part no inclosa en el cosinus:

Solució: v_{osc} = 0,6·π m/s

6. ***En una interferència d'ones d'igual freqüència i amplitud, quines són les condicions que determinen que un punt concret sigui un node, és a dir, que no oscil·li? (1,5 punts)***

Per a que en un punt hi hagi un node s'ha de produir una interferència destructiva, és a dir les oscil·lacions que produeixen les dues ones que interfereixen s'han d'anul·lar l'una amb l'altra. Per a que aquest fet es doni la diferència de camins entre el focus que les produeix i el punt on interfereixen ha de ser un múltiple imparell de mitja longitud d'ona.