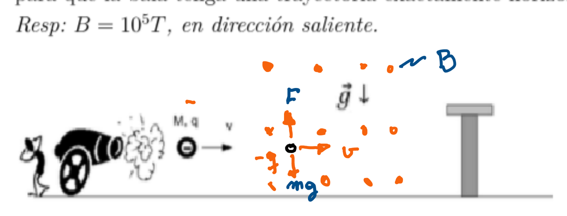
Guía #4: Fuerza magnética.

10 de Agosto de 2021

P1. Fuerza magnética

Pueden encontrar videos útiles sobre este tema en este link:
https://www.youtube.com/playlist?list=PLnA7OD6pPVGwAsPu2O72dlIV9-L4iQcfr

a) De un cañón se dispara con velocidad $v = 125[\frac{m}{s}]$ una bala metálica de masa $M = 10[kg]$ y con una carga negativa neta de magnitud $q = 8\mu C$ hacia una pared, como se muestra en la figura. Además de la gravedad, existe un campo magnético de magnitud uniforme B en toda la trayectoria de la bala. Calcule la magnitud y dirección del cammpo magnético para que la bala tenga una trayectoria exactamente horizontal. Considere $g = 10[\frac{m}{s^2}]$.
Resp: $B = 10^5 T$, en dirección saliente.

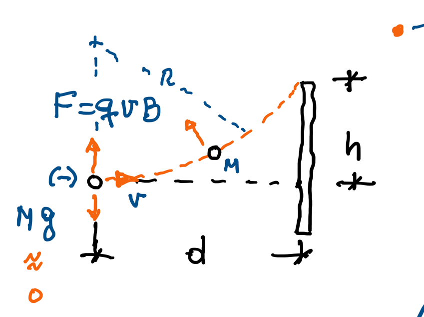


(a)

$\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$

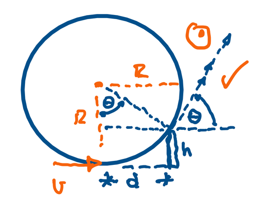
$F = qvB\,\text{sen}90° =$

$= qvB$



$F_R = qvB = M\frac{v^2}{R}$

$B \perp v$



$\text{sen}\,\theta = \frac{d}{R} \Rightarrow \theta = \text{arcsen}(\frac{d}{R})$

$\cos\theta = \frac{R-h}{R}$, $\tan\theta = \frac{d}{R-h}$

$\vec{v}_f = v\cos\theta\,\hat{i} + v\,\text{sen}\,\theta\,\hat{j}$

$\text{sen}^2\theta + \cos^2\theta = 1$

$\frac{d^2}{R^2} + \frac{(R-h)^2}{R^2} = 1$

$d^2 + (R-h)^2 = R^2$

$d^2 + R^2 - 2Rh + h^2 = R^2$

$d^2 - 2Rh + h^2 = 0$

$\therefore\ R = \frac{d^2+h^2}{2h}$

Solución:

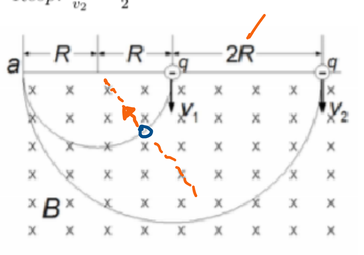
$F = qBv$, Mg, v, B, x, Y

Para que la trayectoria sea horizontal debe ocurrir que:

$F_{R_y} = qBv - Mg = 0$

$B = \frac{Mg}{qv} = \frac{(10)(10)}{(8\times10^{-6})(125)} = 10^5\ T$

b) En la figura se aprecian dos cargas negativas de igual magnitud q e igual masa m que son lanzadas simultáneamente conn velocidades de magnitudes v_1 y v_2 en una zona de campo magnético uniforme perpendicular al plano del movimiento de las cargas como se ilustra en la figura 1b. Calcule la razón $\frac{v_1}{v_2}$ para que ambas cargas lleguen simultáneamente al punto a.
Resp: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$



(b)

Solución:

Carga ①:

$qv_1B = \frac{mv_1^2}{R}$

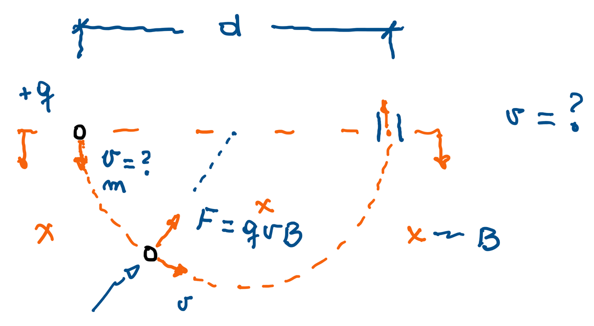
$v_1 = \frac{qBR}{m}$

Carga ②:

$qv_2B = \frac{mv_2^2}{2R}$

$v_2 = \frac{2qBR}{m}$

$\therefore\ \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{qBR}{m}}{\frac{2qBR}{m}} = \frac{1}{2}$



$v = ?$

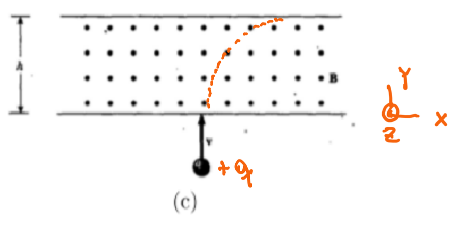
$F = qvB = ma = m\frac{v^2}{\frac{d}{2}}$

$qB = 2m\frac{v}{d}$

$\therefore\ v = \frac{qBd}{2m}$

c) Como está ilustrado en la figura 1c, una partícula de masa m que tiene carga positiva q inicialmente viaja hacia arriba a velocidad $v\hat{y}$. En el origen de coordenadas ingresa a una región entre $y = 0$ e $y = h$ que contiene un campo magnético uniforme $B\hat{z}$ dirigido perpendicular hacia afuera de la página.

1) ¿Cuál es el valor crítico de v tal que la partícula apenas alcance $y = h$?. Describa la trayectoria de la partícula bajo esa condición y prediga su velocidad final
2) Especifique la trayectoria de la partícula y su velocidad final si v es menor que el valor crítico.
3) Especifique la trayectoria de la partícula y velocidad final si v es mayor que el valor crítico.

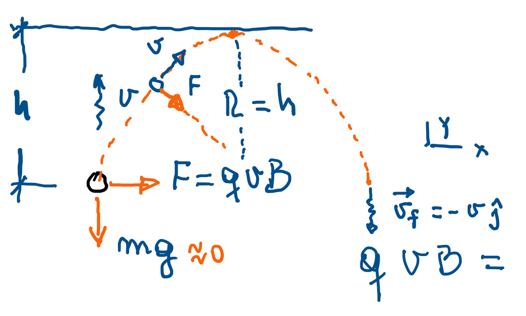


(c)

Para cada cado explique con palabras y un bosquejo de la trayectoria.
Resp 1: $v = \frac{qBh}{m}$, $\vec{v}_f = -v\hat{y}$
Resp 2: Semicirculo, $\vec{v}_f = -v\hat{y}$
Resp 3: Arco circular, $\vec{v}_f = v sen(\theta)\hat{x} + v cos(\theta)$, $\theta = arcsen(h/r)$

Solución:

1)



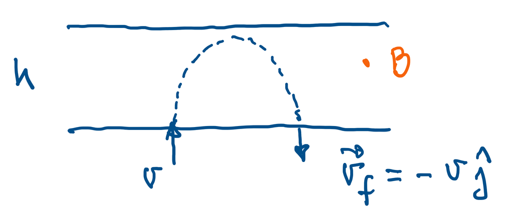
$\vec{v}_f = -v\hat{j}$

$qvB = m\frac{v^2}{h}$

$qB = \frac{mv}{h}$

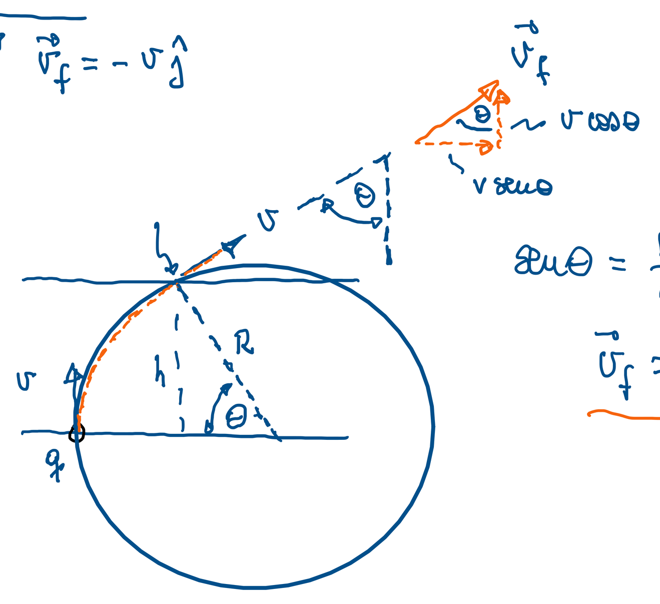
$v = \frac{qBh}{m}$

2)



$\vec{v}_f = -v\hat{j}$

3)



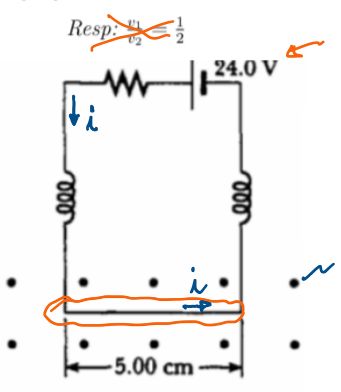
$\text{sen}\,\theta = \frac{h}{R}$

$\vec{v}_f = v\,\text{sen}\,\theta\,\hat{i} + v\cos\theta\,\hat{j}$, $\theta = \text{arcsen}(\frac{h}{R})$

$qBv = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \frac{qBR}{m}$

d) El circuito en la figura 1d se compone de alambres en la parte superior y en la inferior y de resortes metálicos idénticos en los lados izquierdo y derecho. El alambre en el fondo tiene una masa de 10 [g] y mide 5 [cm] de longitud. Los resortes se alargan 0.5 [cm] bajo el peso del alambre y el circuito tiene una resistencia total de 12[Ω]. Caundo se activa un campo magnético, que apunta hacia afuera de la página, los resortes se alargan 0.3 [cm] adicionales. ¿Cuál es la magnitud del campo magnético?

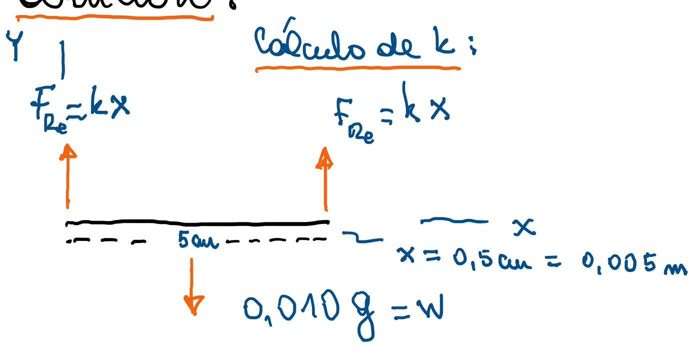
Resp: ~~$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$~~



$F = ilB$

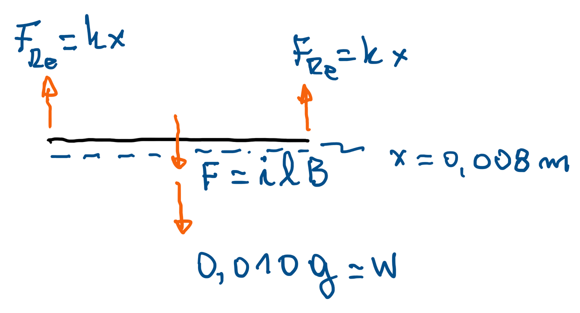
Solución:

Cálculo de k:



$F_{R_y}:\ 2kx - 0{,}010g = 0$

$k = \frac{0{,}010g}{2(0{,}005)} = \frac{0{,}010\cdot10}{2(0{,}005)} = 10\ \frac{N}{m}$

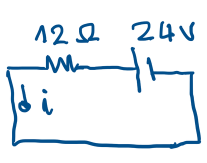


$B = ?$

$F_{R_y} = 2kx - W - F = 0$

$2(10)\cdot(0{,}008) - 0{,}010\cdot10 - i(0{,}05)B = 0$

Donde:



$V = Ri$

$i = \frac{24}{12} = 2\ A$

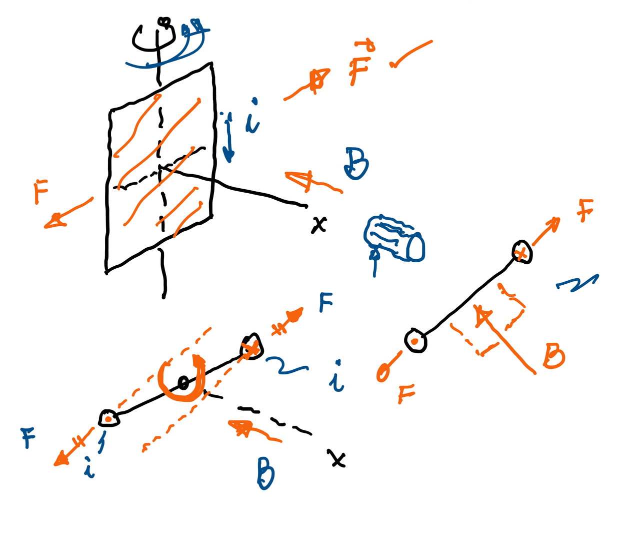
$B = \frac{2(10)(0{,}008) - 0{,}010\cdot10}{2(0{,}05)} = 0{,}6\ T$

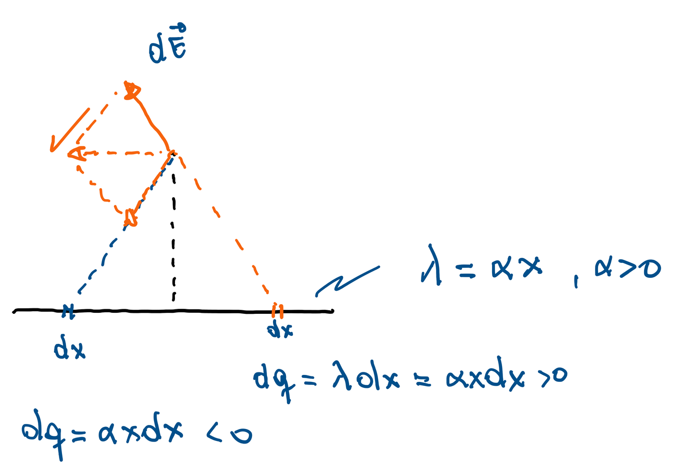
$2(10)(0{,}005) - 0{,}010\cdot10 + i(0{,}05)B = 0$

$B = \frac{0{,}010\cdot10}{2(0{,}05)} = 1\ T$

P2. Preguntas Conceptuales

a) Dos partículas cargadas se proyectan en una región donde hay un campo magnético perpendicular a sus velocidades. Si las cargas se devían en direcciones opuestas, ¿qué puede usted decir acerca de ellas?. ¿cómo determinaría cuál es más masiva que la otra?.
b) Si una partícula cargada se mueve en una línea recta a través de cierta región del espacio, ¿puede usted afirmar que el campo magnético en esa región es cero?. Explique.
c) Justifique el siguiente enunciado: Es imposible para un campo magnético constante (en otras palabras, independiente del tiempo) alterar la rapidez de una partícula cargada.
d) ¿Es posible orientar una espira de corriente en un campo magnético uniforme de manera que la espira no tienda a girar? Explique.
e) ¿Es posible que las lineas de campo magnético se crucen? Explique.

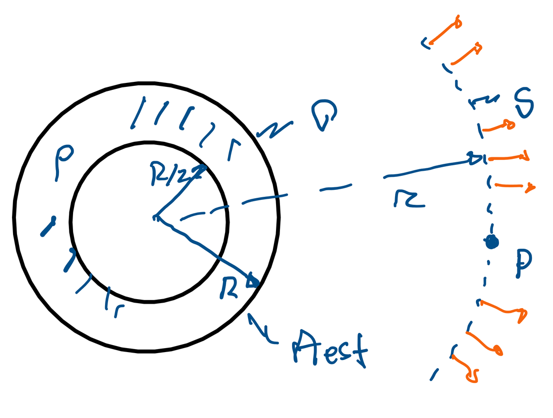




$\lambda = \alpha x$, $\alpha > 0$

$dq = \lambda dx = \alpha x dx > 0$

$dq = \alpha x dx < 0$



$\epsilon_0 \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = q$

$\epsilon_0 EA = \rho V + \sigma A$

$\epsilon_0 E(4\pi r^2) = \rho\left(\frac{4\pi}{3}R^3 - \frac{4\pi}{3}\left(\frac{R}{2}\right)^3\right) + \sigma(4\pi R^2) = 0$

$E \to 0$

$\frac{4\pi}{3}\rho\left(R^3 - \frac{R^3}{8}\right) + 4\pi R^2\sigma = 0$

$\frac{4\pi}{3}\rho\cdot\frac{7}{8}R^3 + 4\pi R^2\sigma = 0$

$\frac{7}{24}\rho R + \sigma = 0$

$\frac{\sigma}{\rho} = -\frac{7R}{24}$