1. Problemas relacionados con el currículo de la especialidad

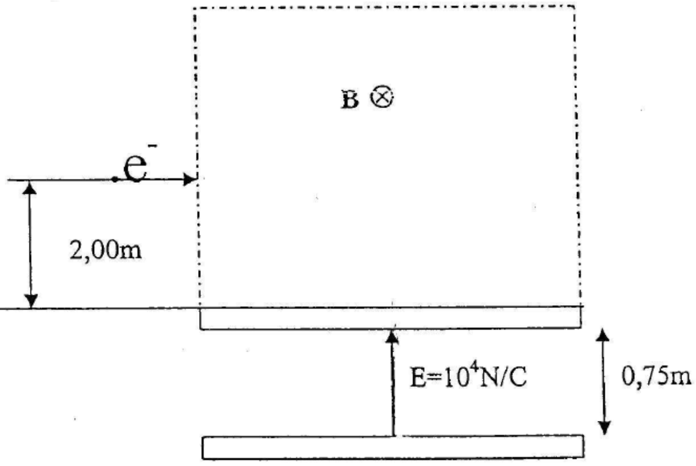
2. Un electrón se mueve en línea recta y con velocidad constante v=2·10[8] m/s, tal y como muestra el dibujo. Para dirigirlo hacia un condensador plano se usa un campo magnético uniforme B, que actúa en la zona punteada de la figura. Encuentre:

a) Módulo del campo magnético necesario.

b) Velocidad del electrón al abandonar el condensador.

c) Energía cinética relativista del electrón para la velocidad que lleva tras abandonar el condensador (en J y MeV).

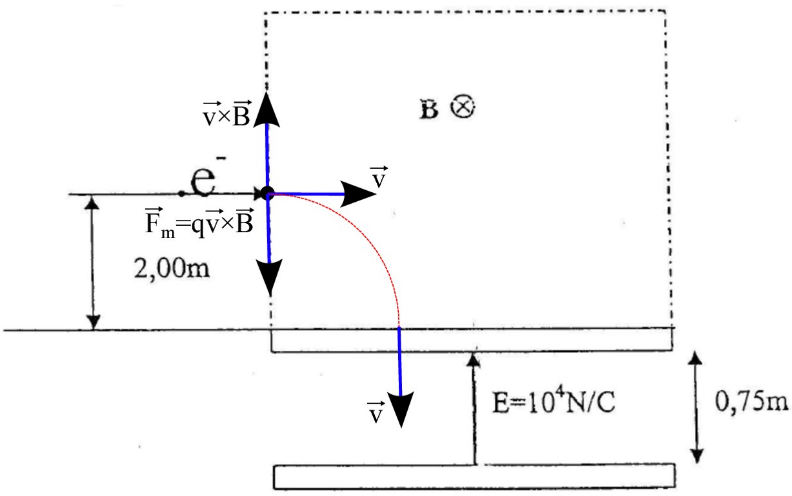
Datos: $|e|=1{,}6\cdot10^{-19}$ C; $m_e=9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; $c=3\cdot10^{8}$ m/s



Asturias 2016: no se tienen enunciados originales para confirmar, pero uno de los problemas de física es igual a este problema, solamente que no se indica el sentido del campo magnético.

Referencias:
https://physics.stackexchange.com/questions/20919/relativistic-centripetal-force
https://en.wikipedia.org/wiki/Gyroradius#Relativistic_case

a) Para dirigirlo hacia el condensador asumimos que entra (habrá un agujero) perpendicularmente a las placas, por lo que tiene que realizar un giro de 90º con radio 2,00 m.
A ser una velocidad relativista, tenemos que considerar el aumento de la inercia del electrón (cualitativamente a veces se habla de "masa relativista") que implica una variación del radio respecto al caso clásico.
La expresión a la que se se llega
En la región con campo magnético el módulo de la velocidad no varía, $\beta=\frac{v}{c}=\frac{2}{3}\Rightarrow\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}=1{,}34164$



Si planteamos la ley de Lorentz y dado que velocidad y campo forman 90º

$$|e|vB=\gamma m_e\frac{v^2}{R}\Rightarrow B=\frac{\gamma m_e v}{|e|R}=\frac{1{,}34164\cdot9{,}1\cdot10^{-31}\cdot2\cdot10^{8}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot2}=7{,}63\cdot10^{-4}\,T$$

b) Durante la aceleración del condensador toda la energía potencial pasa a energía cinética, pero de nuevo consideramos situación relativista, se mantiene el módulo de velocidad respecto a la situación anterior.

Al ser un campo uniforme, tenemos que $|E|=\frac{|\Delta V|}{|\Delta x|}\Rightarrow|\Delta V|=0{,}75\cdot10^{4}=7500\,V$

La variación de energía potencial $|\Delta E_p|=|q\,\Delta V|=1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 7500=1{,}2\cdot 10^{-15}\,J$
El electónn se acelera en contra del campo, hacia potenciales mayores, luego es positiva.
Esa energía se invierte en aumentar la energía cinética relativista, que para partículas con masa es
$E_c=(\gamma-1)m c^2$ (la energía cinética es la energía relativista total menos la masa en reposo)
Si planteamos la diferencia entre la energía cinética relativista al final e inicial y la conservación de energía relativista (la masa en reposo es invariante)

$$\Delta E_p+\Delta E_c=0\Rightarrow\Delta((\gamma-1)mc^2)=\Delta E_p$$

$$\gamma_{final}-\gamma_{inicial}=\frac{\Delta E_p}{mc^2}\Rightarrow\gamma_{final}=1{,}34164+\frac{1{,}2\cdot 10^{-15}}{9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot(3\cdot 10^8)^2}=1{,}35629$$

$$\gamma_{final}=\frac{1}{\sqrt{1-\beta_{final}^2}}\Rightarrow\beta_{final}^2=1-\frac{1}{\gamma_{final}^2}\Rightarrow\beta_{final}=\sqrt{1-\frac{1}{1{,}35629^2}}=0{,}67556$$

$$v_{final}=\beta_{final}\cdot c=0{,}67556\cdot 3\cdot 10^9=2{,}0268\cdot 10^8\,m/s$$

c) Para partículas con masa la energía cinética relativista es
$E_c=(\gamma-1)m c^2=(1{,}35629-1)\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot(3\cdot 10^8)^2=2{,}918\cdot 10^{-14}\,J=0{,}182\,MeV$