Física

Licenciatura em Engenharia Informática

Susana Sério

Aula 19

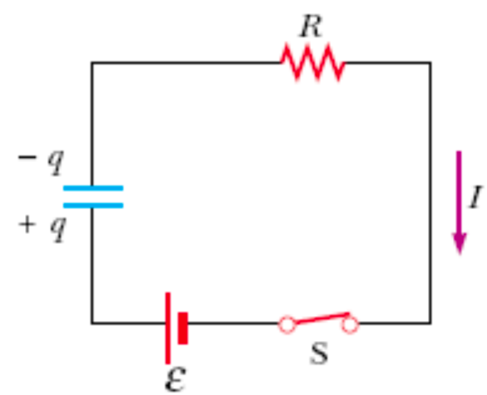
Sumário

- ✓ Carga e descarga do condensador
- ✓ Magnetismo
- ✓ Imanes
- ✓ Polos magnéticos
- ✓ Relações gerais

Circuito eléctrico de carga de um condensador

- Num circuito eléctrico para carregarmos um condensador necessitamos de uma bateria e num circuito temos sempre alguma resistência.

- No circuito passa a corrente I e o condensador começa a carregar. A placa ligada ao polo + da bateria fica com carga + a placa ligada ao polo – fica com carga –



Da 2ª lei de Kirchhoff :

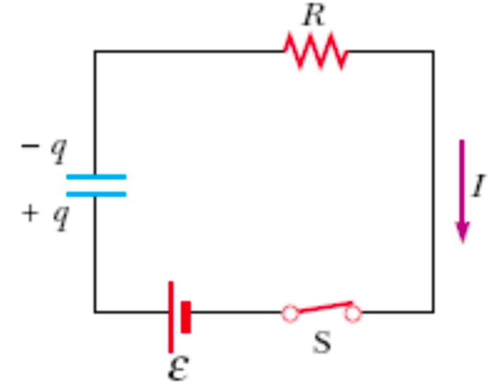
$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - IR = 0$$

V=Q/C é a tensão aos terminais do condensador

Circuito eléctrico de carga de um condensador

- I=dq/dt (definição de intensidade da corrente)

$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - IR = 0$$



$$\frac{dq}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{q}{RC}$$

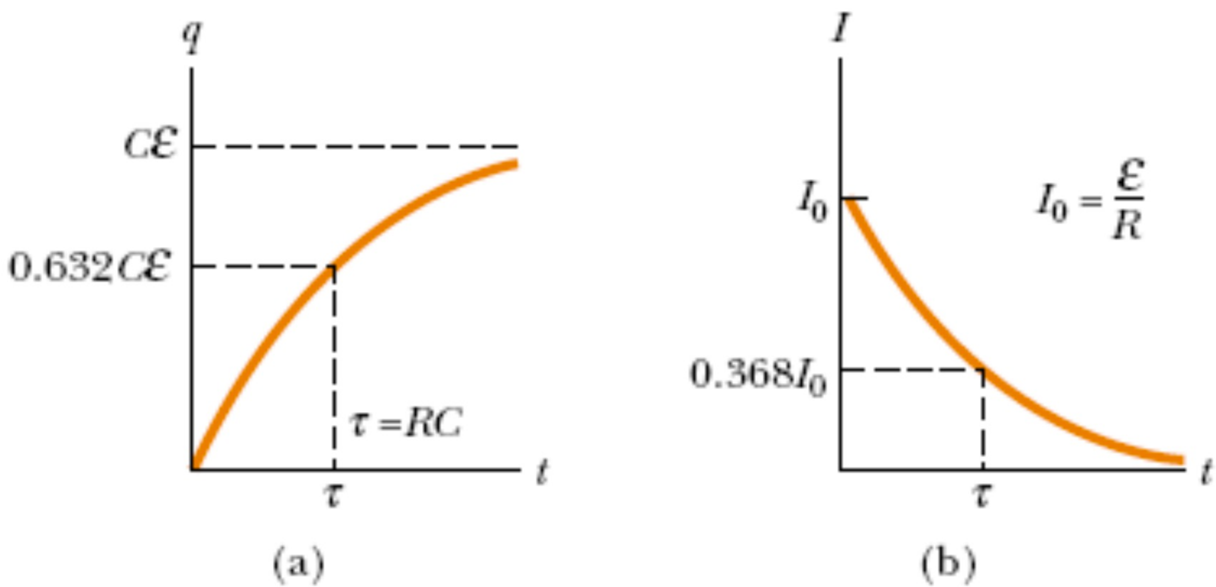
$$q(t) = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC}) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$

$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (Corrente para t=0. Corrente máxima)

$Q = C\mathcal{E}$ (carga máxima)

Circuito eléctrico de carga de um condensador



Quando o condensador está carregado não passa corrente no circuito

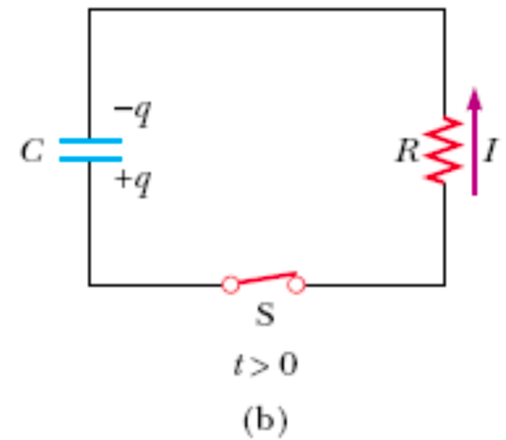
Circuito eléctrico de descarga de um condensador

- Quando o condensador está carregado, ele armazenou energia e pode alimentar uma resistência.

$$-\frac{q}{C} - IR = 0$$

$$-R\frac{dq}{dt} = \frac{q}{C}$$

$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

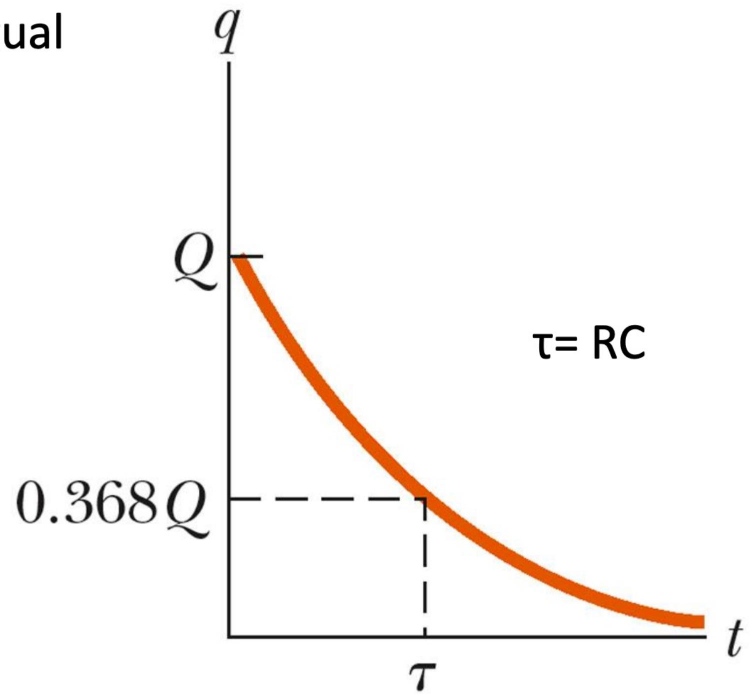


$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}\left(Qe^{-t/RC}\right) = -\frac{Q}{RC}e^{-t/RC}$$

Constante de tempo do circuito

- Constante de tempo de um circuito τ é o intervalo de tempo ao fim do qual a carga é igual à carga máxima Q x e^{-1}

q =0.368Q



© 2006 Brooks/Cole - Thomson

τ= RC

Magnetismo

Campo magnético: Introdução histórica

- ✓ No século 13 AC os chineses já usavam a bússola.
- ✓ Em 800 AC os Gregos descobriram a magnetite.
- ✓ Em 1269 Pierre de Maricourt descobriu os polos magnéticos de um material magnetizado.
- ✓ Em 1600 William Gilbert fez novas experiências com materiais magnetizados e descobriu qua a Terra era um ímane permanente.
- ✓ Em 1819 Hans Christian Oersted descobriu a relação entre a electricidade e o magnetismo.
- ✓ Em 1820 Faraday and Henry descobriram novas e importantes ligações entre a electricidade e o magnetismo.
- ✓ Em 1860 Maxwell formulou as leis matemáticas do campo electromagnético.

Campo magnético: Introdução histórica

✓ Um íman tem sempre dois pólos: norte e sul.

✓ Não se conhecem monopólos magnéticos (contrário das cargas eléctricas).

✓ Pólos magnéticos opostos atraem-se.

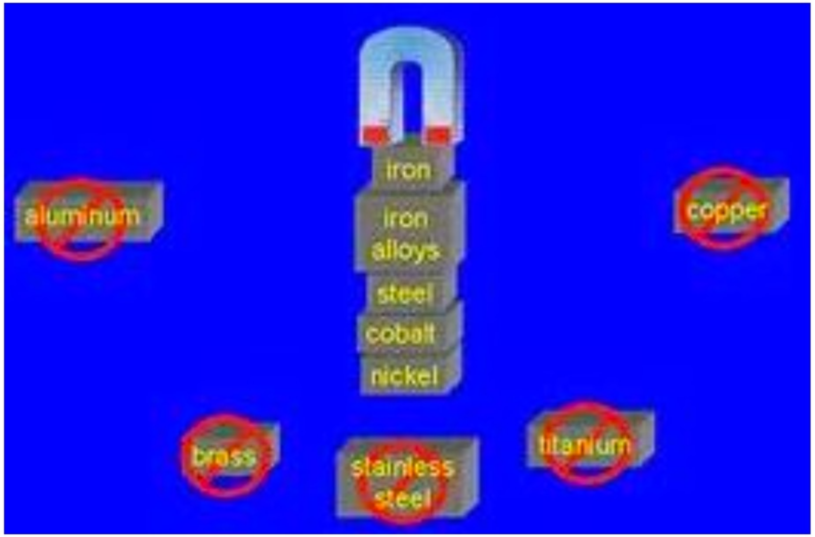
✓ Pólos do mesmo nome repelem-se.

✓ Numa bússola o polo norte orienta-se para o pólo norte magnético terrestre (daí o nome).

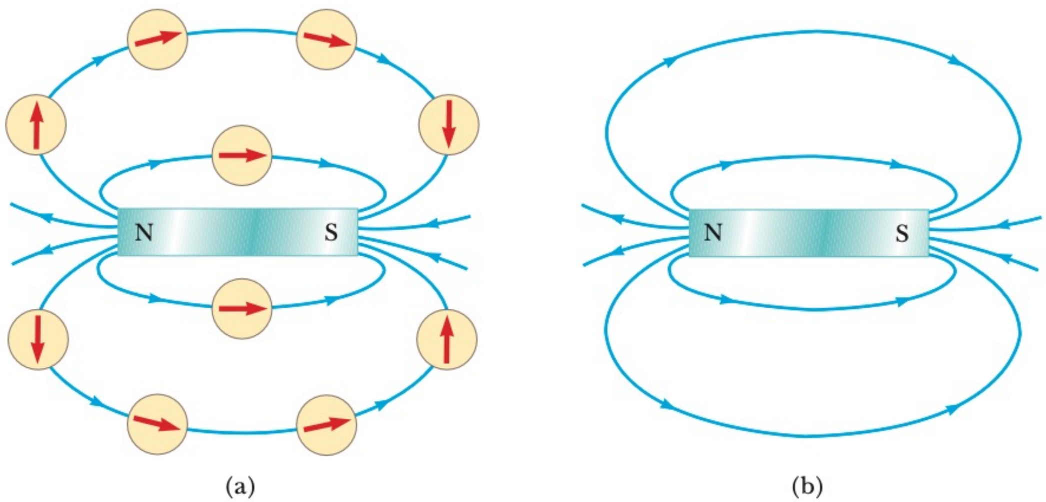
Ímanes

- Todos os metais são atraídos? Será o magnetismo uma propriedade dos metais?

Fazer a experiência com pregos de ferro e cobre



Linhas de forças num campo magnético



ACTIVE FIGURE 19.2
(a) Tracing the magnetic field of a bar magnet. (b) Several magnetic field lines of a bar magnet.

PhysicsNow™
Log into PhysicsNow at **www.cp7e.com** and go to Active Figure 19.2, where you can move the compass around and trace the magnetic field for yourself.

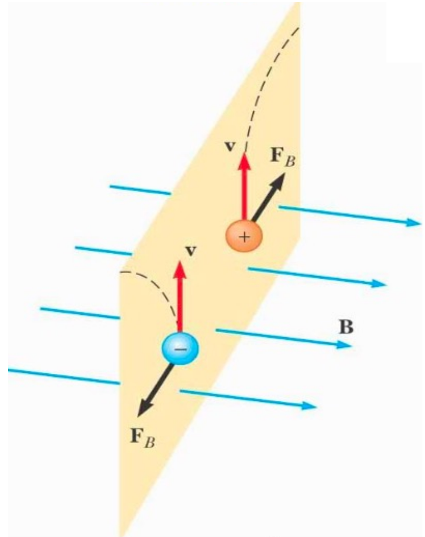
- ✓ Num campo magnético não há polos isolados.
- ✓ As linhas de força são linhas fechadas. Fecham-se dentro do ímane.

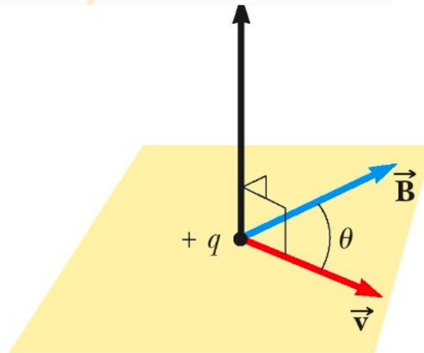
Definição de campo magnético

- Um material magnetizado cria um campo magnético $\vec{B}$
- A força do campo B é tal que: Quando uma carga eléctrica se desloca num campo magnético fica sujeita a uma força que é proporcional ao valor da sua carga eléctrica **q**, velocidade **v** e campo magnético **B**.

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

$$F = q\,v\,B\sin(\theta)$$

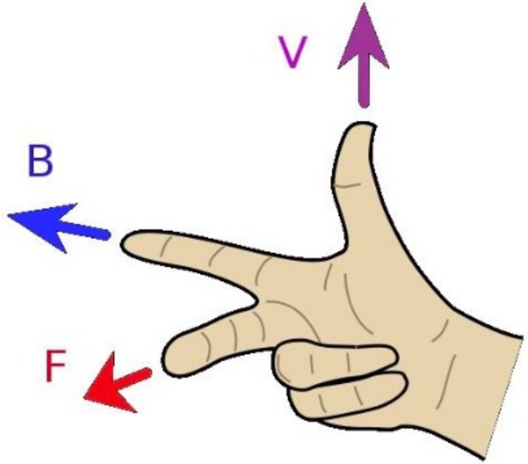




Definição de campo magnético

- Podemos definir o campo magnético B a partir da força exercida sobre uma carga em movimento

- O campo B é dado por: $\boxed{B = \dfrac{F}{q\,v\sin(\theta)}}$



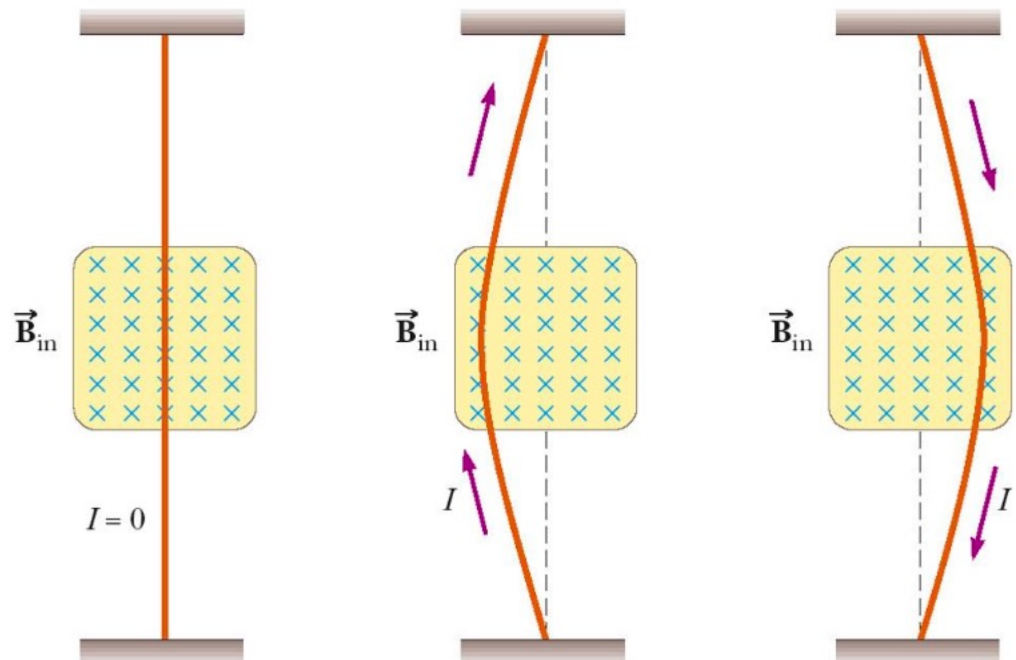
Unidades
SI: tesla (T) = N/(C m/s)

$1T=10^4$ G (Gauss)

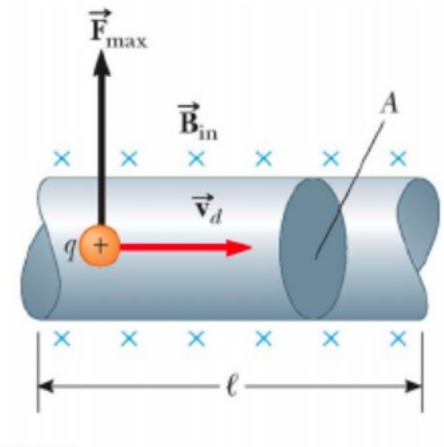
Força exercida sobre um fio percorrido por uma corrente eléctrica

X - indica B perpendicular ao papel para dentro

▪- indica B perpendicular ao papel para fora



Força exercida sobre um fio percorrido por uma corrente eléctrica

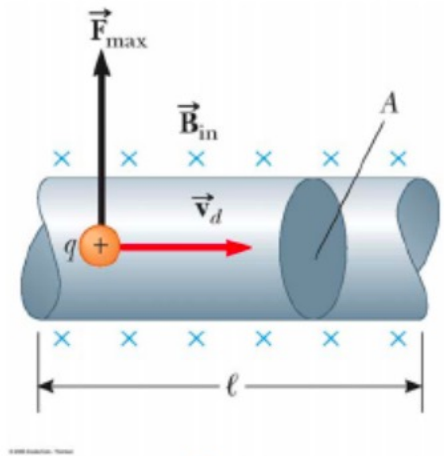


$F = qvBsin(\theta)$ Força sobre uma carga

$F = \underbrace{(qn\ell A)}_{Q} vBsin(\theta)$ Se *n* for a densidade de cargas F é a força sobre as cargas contidas num volume ℓA

$F = QvBsin(\theta)$

Força exercida sobre um fio percorrido por uma corrente eléctrica



$F = qvBsin(\theta)$ Força sobre uma carga

$$F = \underbrace{(qn\ell A)}_{Q} vBsin(\theta)$$

Se n for a densidade de cargas F é a força sobre as cargas contidas num volume ℓA

$$F = QvBsin(\theta)$$

Força exercida sobre um fio percorrido por uma corrente eléctrica

- A intensidade de corrente que percorre o fio pode ser dada por

$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{d(nq\ell A)}{dt} = nqA\frac{d\ell}{dt}$$

$\frac{d\ell}{dt} \longrightarrow$ Velocidade das cargas

$$I = nqA\frac{d\ell}{dt} = nqAv$$

Força exercida sobre um fio percorrido por uma corrente eléctrica

$$F = qnAv\ell B\sin(\theta)$$

$$I = nqAv$$

$$F = I\ell B\sin(\theta)$$

Módulo da força exercida pelo campo B sobre o fio de comprimento l

A direcção da força é dada pela regra da mão direita.
O sentido da corrente substitui a velocidade **v**.

$$\boxed{\vec{F} = \vec{I}\ell \times \vec{B}}$$

Movimento de uma partícula num campo magnético

Consideremos uma partícula que penetra num campo B com velocidade perpendicular ao campo. A força é perpendicular à v e a B

$F_B = q v B$ Módulo da força devida ao campo

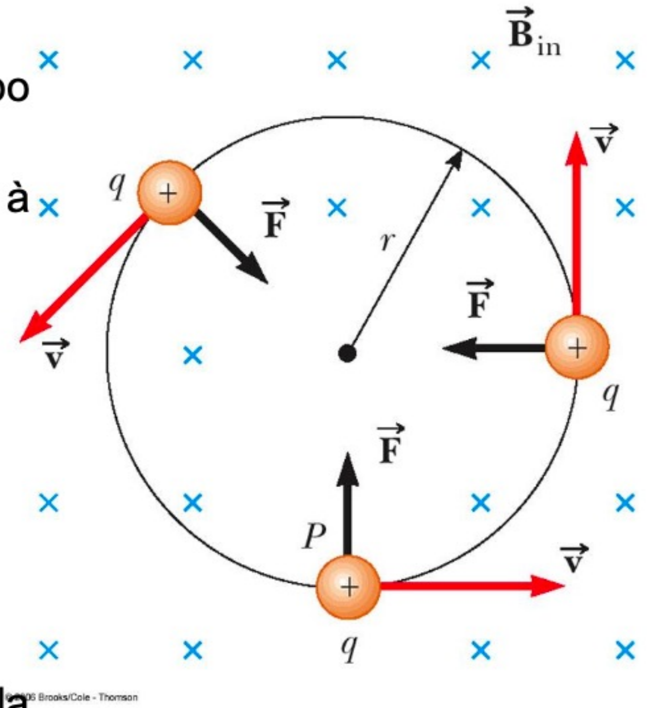
A partícula actuada por uma força perpendicular à velocidade tem uma trajectória circular, actuada por uma força centrípeta

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_B = F_c \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$\boxed{r = \frac{mv}{qB}}$$

Raio da trajectória da partícula



Movimento de uma partícula num campo magnético

EXAMPLE 19.6 The Mass Spectrometer: Separating Isotopes

APPLICATION
Mass Spectrometers

Goal Apply the cyclotron equation to the process of separating isotopes.

Problem Two singly ionized atoms move out of a slit at point S in Figure 19.22 and into a magnetic field of magnitude 0.100 T pointing into the page. Each has a speed of 1.00×10^6 m/s. The nucleus of the first atom contains one proton and has a mass of 1.67×10^{-27} kg, while the nucleus of the second atom contains a proton and a neutron and has a mass of 3.34×10^{-27} kg. Atoms with the same number of protons in the nucleus but different masses are called isotopes. The two isotopes here are hydrogen and deuterium. Find their distance of separation when they strike a photographic plate at P.

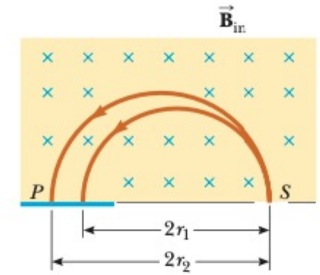


Figure 19.22 (Example 19.6) Two isotopes leave the slit at point S and travel in different circular paths before striking a photographic plate at P.

Strategy Apply the cyclotron equation to each atom, finding the radius of the path of each. Double the radii to find the path diameters, and then find their difference.

Solution

Use Equation 19.10 to find the radius of the circular path followed by the lighter isotope, hydrogen.

$$r_1 = \frac{m_1 v}{qB} = \frac{(1.67 \times 10^{-27}\ \text{kg})(1.00 \times 10^6\ \text{m/s})}{(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})(0.100\ \text{T})} = 0.104\ \text{m}$$

Use the same equation to calculate the radius of the path of deuterium, the heavier isotope:

$$r_2 = \frac{m_2 v}{qB} = \frac{(3.34 \times 10^{-27}\ \text{kg})(1.00 \times 10^6\ \text{m/s})}{(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})(0.100\ \text{T})} = 0.209\ \text{m}$$

Multiply the radii by 2 to find the diameters, and take the difference, getting the separation x between the isotopes:

$$x = 2r_2 - 2r_1 = \boxed{0.210\ \text{m}}$$