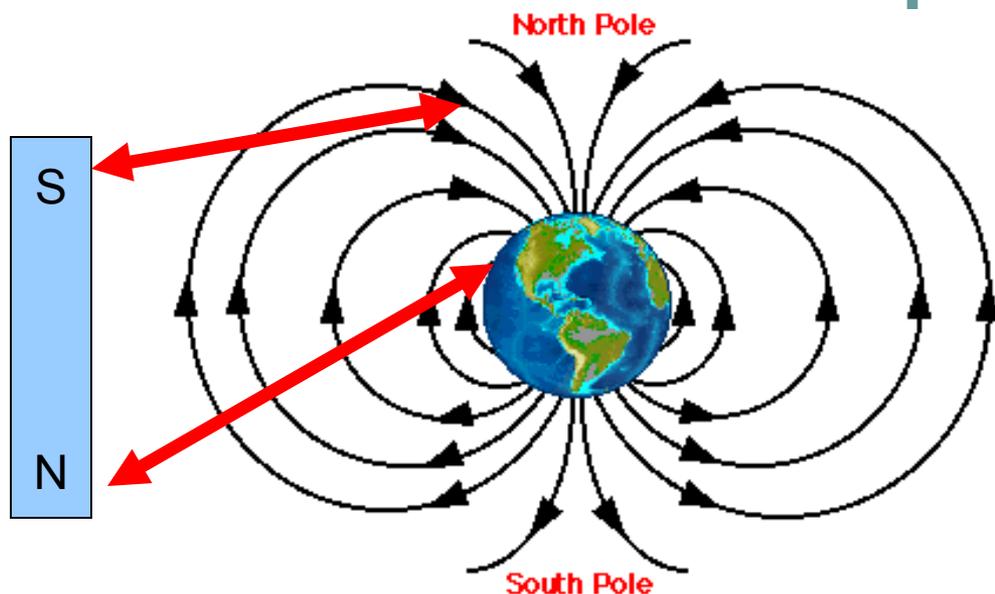


Magnetismo

Campos magnéticos e interação
com cargas elétricas

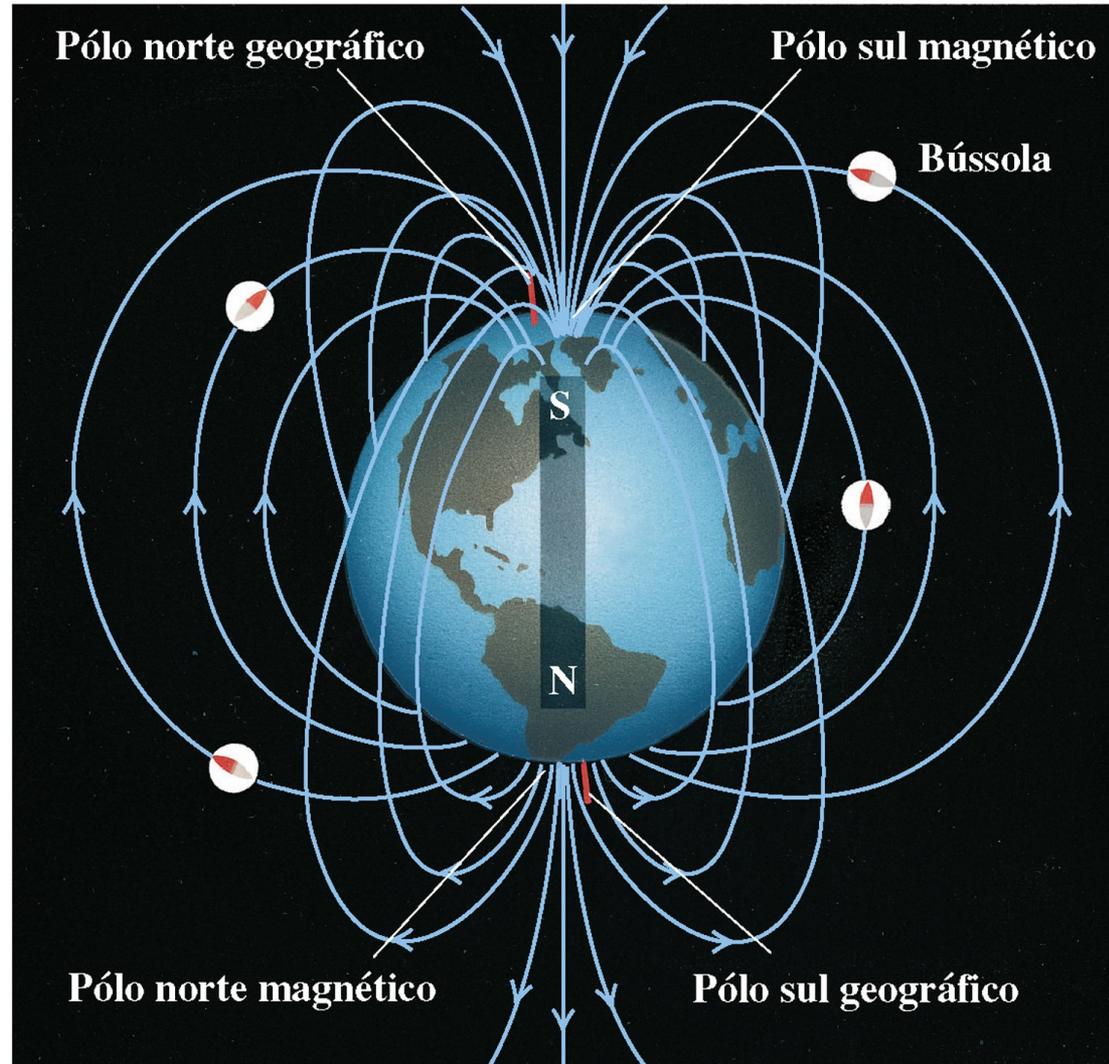
Magnetismo

- Magnetismo é conhecido há muito tempo
- Magneto mais famoso: Terra
 - Norte Geográfico=Sul magnético (hoje)
 - O campo terrestre inverteu-se várias vezes



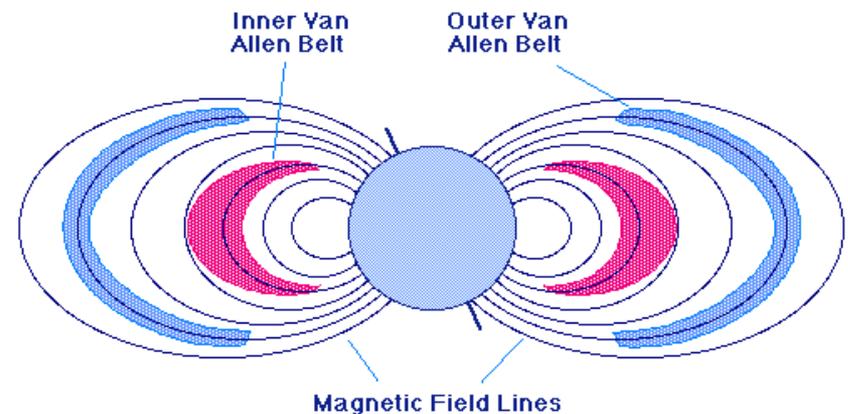
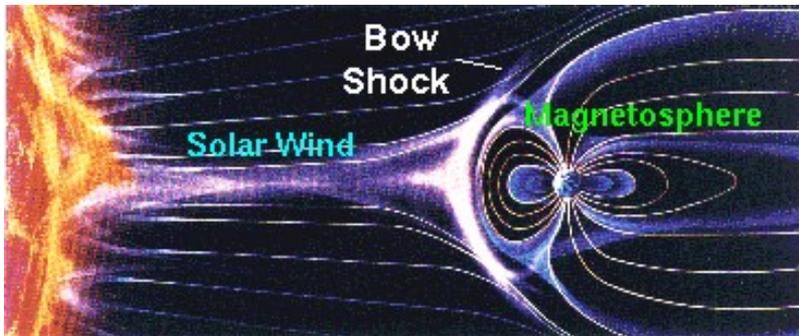
Campo magnético terrestre

FIGURA 28.3 Uma bússola colocada em qualquer ponto do campo magnético da Terra aponta na direção e no sentido da linha de campo existente no ponto considerado. A configuração complexa do campo pode ser aproximada representando-se o campo magnético da Terra por meio de um ímã em forma de barra inclinado. O campo, cuja origem imaginamos que seja devida a correntes existentes no núcleo líquido da Terra, varia com o tempo; os indícios geológicos mostram que esse campo inverte seu sentido em períodos irregulares da ordem de meio milhão de anos.



Geomagnetismo: Escudo Terrestre

- Sol e outras fontes galácticas de radiação emitem partículas carregadas.
- Campos Magnéticos desviam partículas carregadas
- Astronautas podem tomar altas doses de radiação



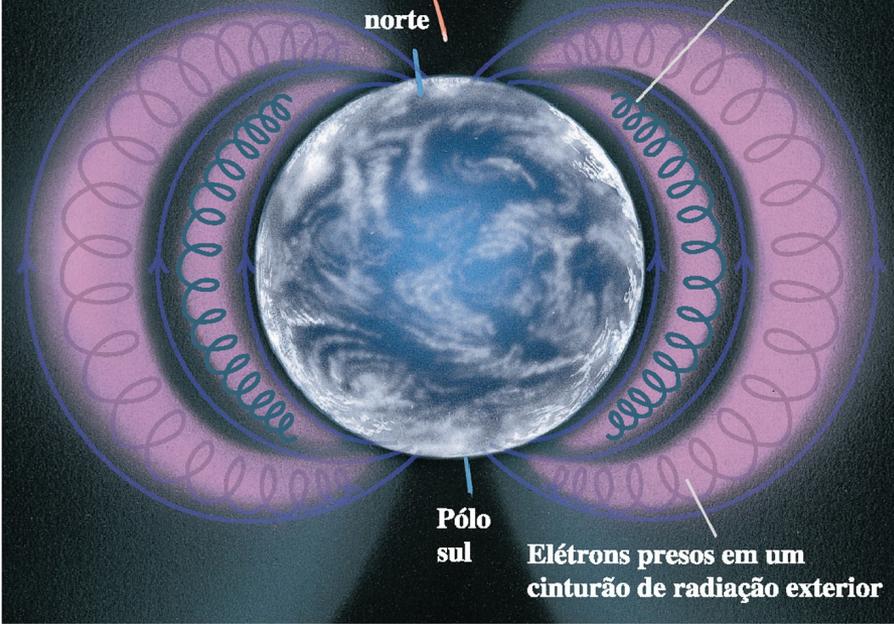
Partículas carregadas provenientes do Sol entram no campo magnético da Terra

Pólo norte

Prótons presos em um cinturão de radiação interior

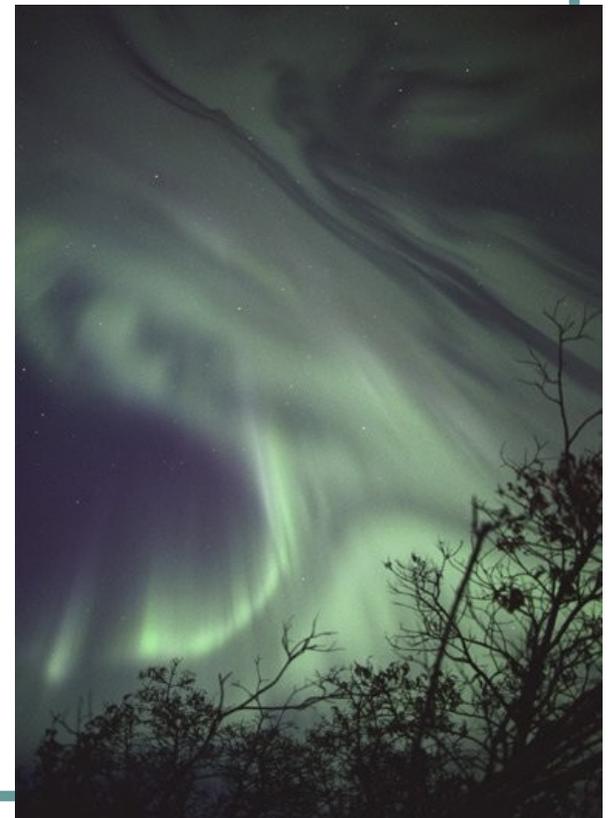
Pólo sul

Elétrons presos em um cinturão de radiação exterior



(a)

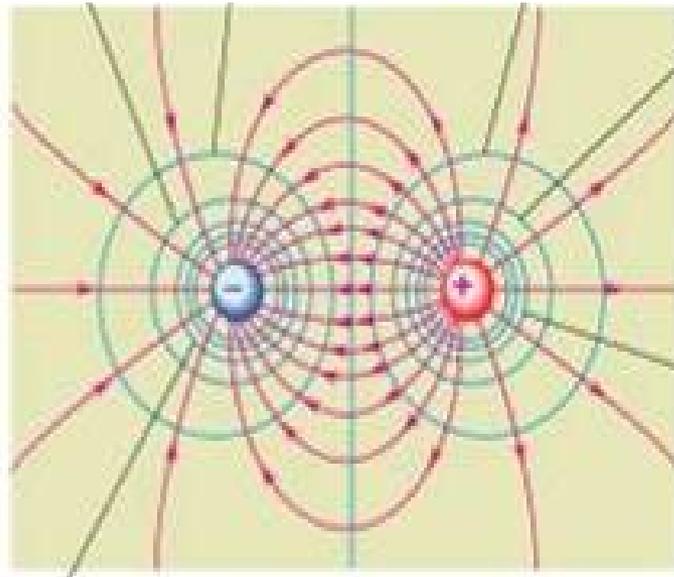
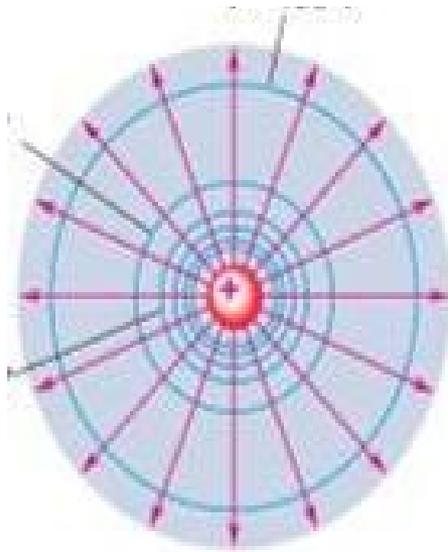
Aurora Boreal



Quebra de simetria

Não existem monopolos magnéticos: sistema magnético mais simples é um dipolo norte-sul

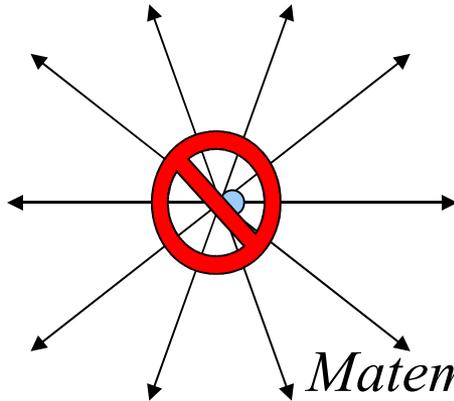
Sistema Elétrico mais simples



Sistema magnético mais simples

Lei de Gauss para magnetismo

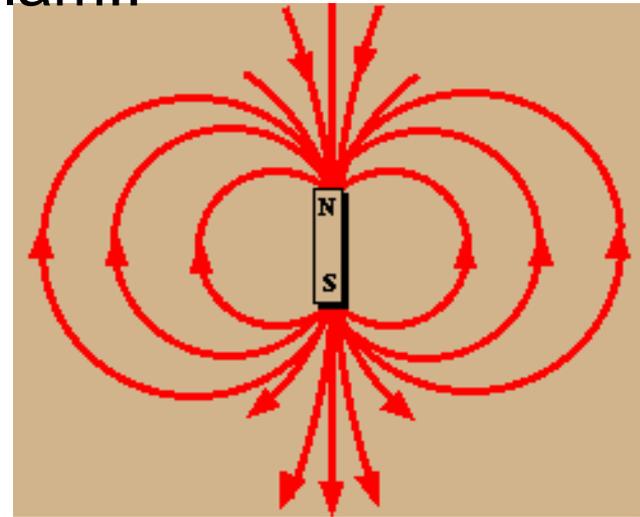
O campo magnético não diverge,
suas linhas de campo circulam!!



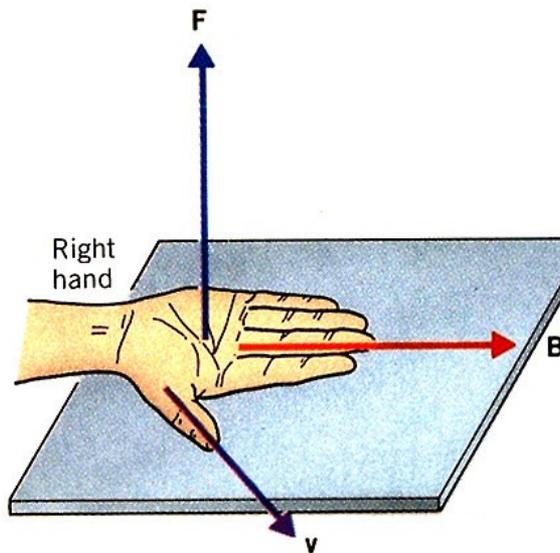
Matematicamente

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho_{\text{englobada}}}{\epsilon_0} \Rightarrow \oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{\text{englobada}}}{\epsilon_0}$$

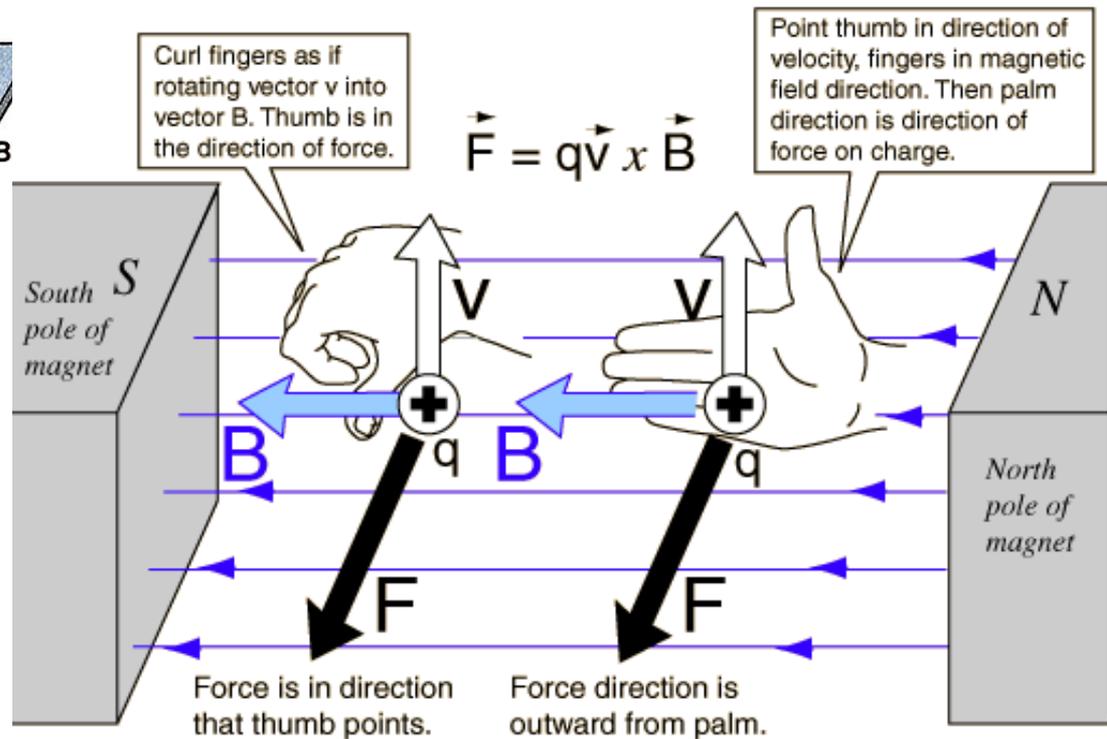
$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \Rightarrow \oiint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$



Direção da Força



Copyright John Wiley & Sons



Unidades

- Unidade de \mathbf{B} = newtons/(coulomb* metro/segundo)
- É chamado de Tesla (T)
- Coulomb/segundo \rightarrow Ampere (A)
- $T=N/(A*m)$
- Unidade cgs \rightarrow gauss (G)
 - $1 T = 10^4 G$
- Campo magnético na superfície da Terra é aproximadamente 1 G

Armadilhas magnéticas

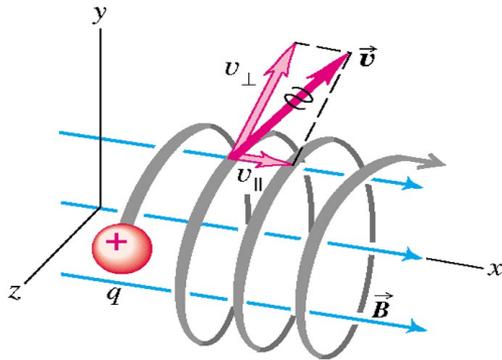


FIGURA 28.14 Quando a velocidade de uma partícula carregada possui um componente paralelo e um componente perpendicular à direção de um campo magnético uniforme, a partícula descreve uma trajetória helicoidal. A energia cinética e o módulo da velocidade da partícula permanecem constantes porque o campo magnético não realiza nenhum trabalho sobre a partícula.

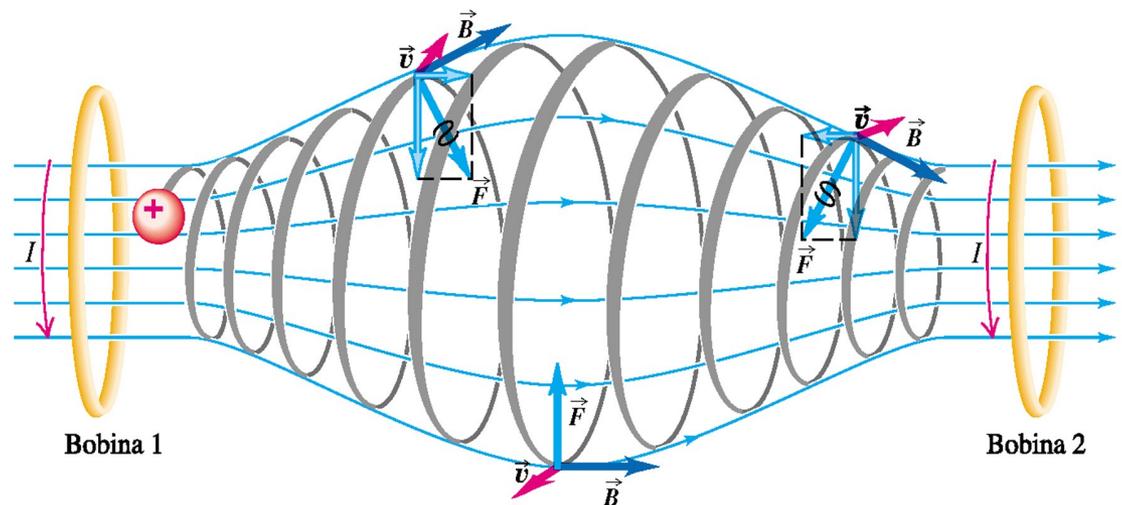
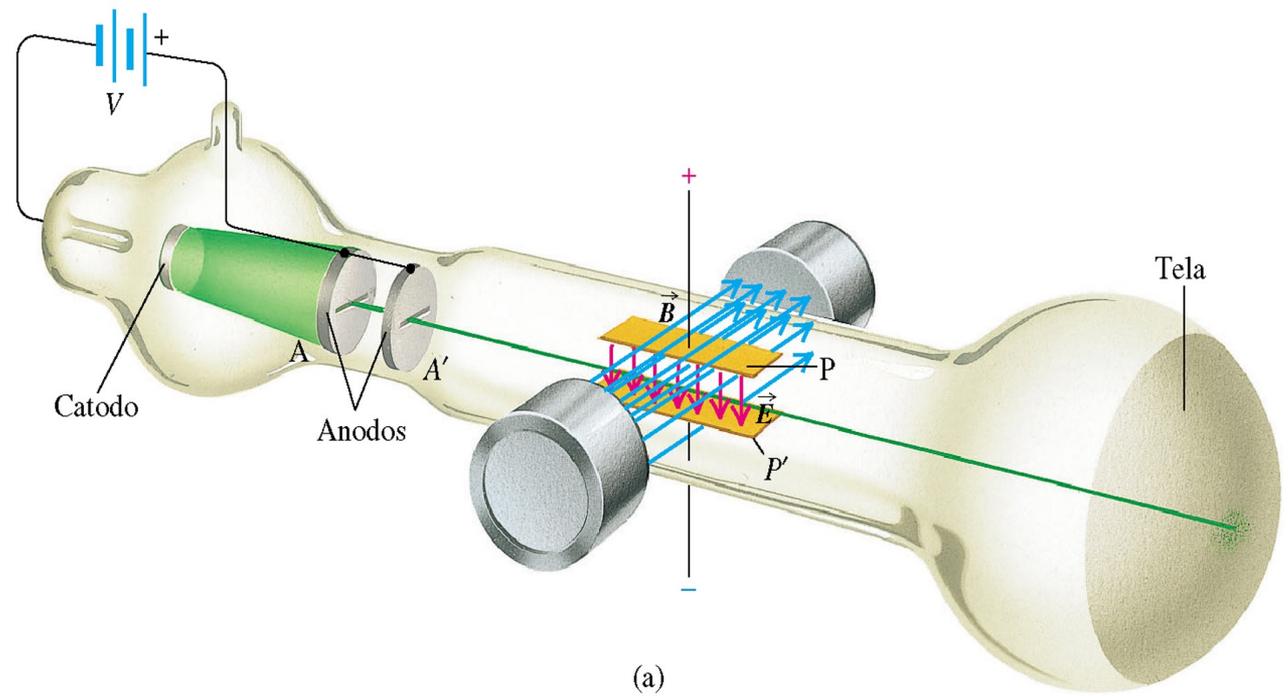
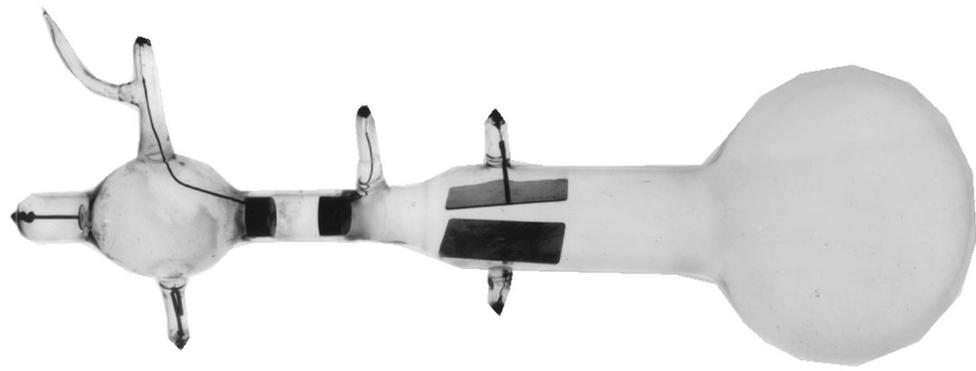


FIGURA 28.15 Uma garrafa magnética. As partículas situadas próximas da extremidade da região sofrem a ação de uma força magnética orientada para o centro da região. Isso fornece um método para confinar em uma região do espaço um gás ideal com temperatura da ordem de 10^6 K, que poderia fundir qualquer material de um recipiente.



(a)



(b)

FIGURA 28.19 Dispositivo de Thomson para determinar a razão e/m de um raio catódico. (a) Um esquema mostrando os campos cruzados \vec{E} e \vec{B} . (b) Uma foto do tubo usado por Thomson.

Tubos de raios catódicos e monitores de TV

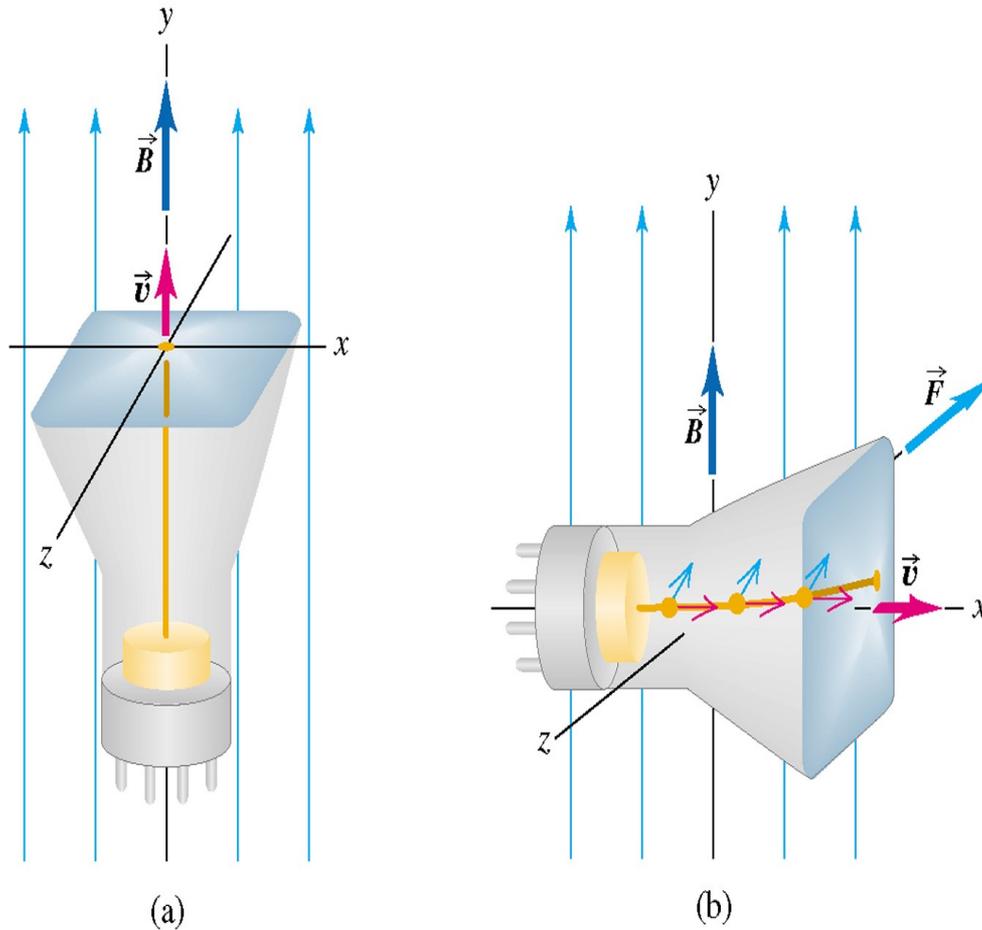


FIGURA 28.7 (a) Se o feixe de elétrons de um tubo de raios catódicos não sofre nenhuma deflexão quando o feixe é paralelo ao eixo Oy , o vetor \vec{B} aponta para cima ou para baixo ao longo desse eixo. (b) Se o feixe sofre uma deflexão no sentido negativo do eixo Oz quando o eixo do tubo é paralelo ao eixo Ox , então o vetor \vec{B} aponta de baixo para cima. A força magnética \vec{F} sobre os elétrons aponta no sentido negativo do eixo Oz , com o sentido oposto ao indicado na Figura 28.5, pois a carga q é negativa.

Monitores de TV: <http://www.colorado.edu/physics/2000/index.pl>

Fluxo Magnético

$$\Phi_B = \iint \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

- Quantidade de linhas de campo que atravessam uma superfície
- Unidade=weber (Wb) and $1 \text{ Wb}=1 \text{ T}\cdot\text{m}^2$
- Fluxo Magnético através de uma superfície fechada=0

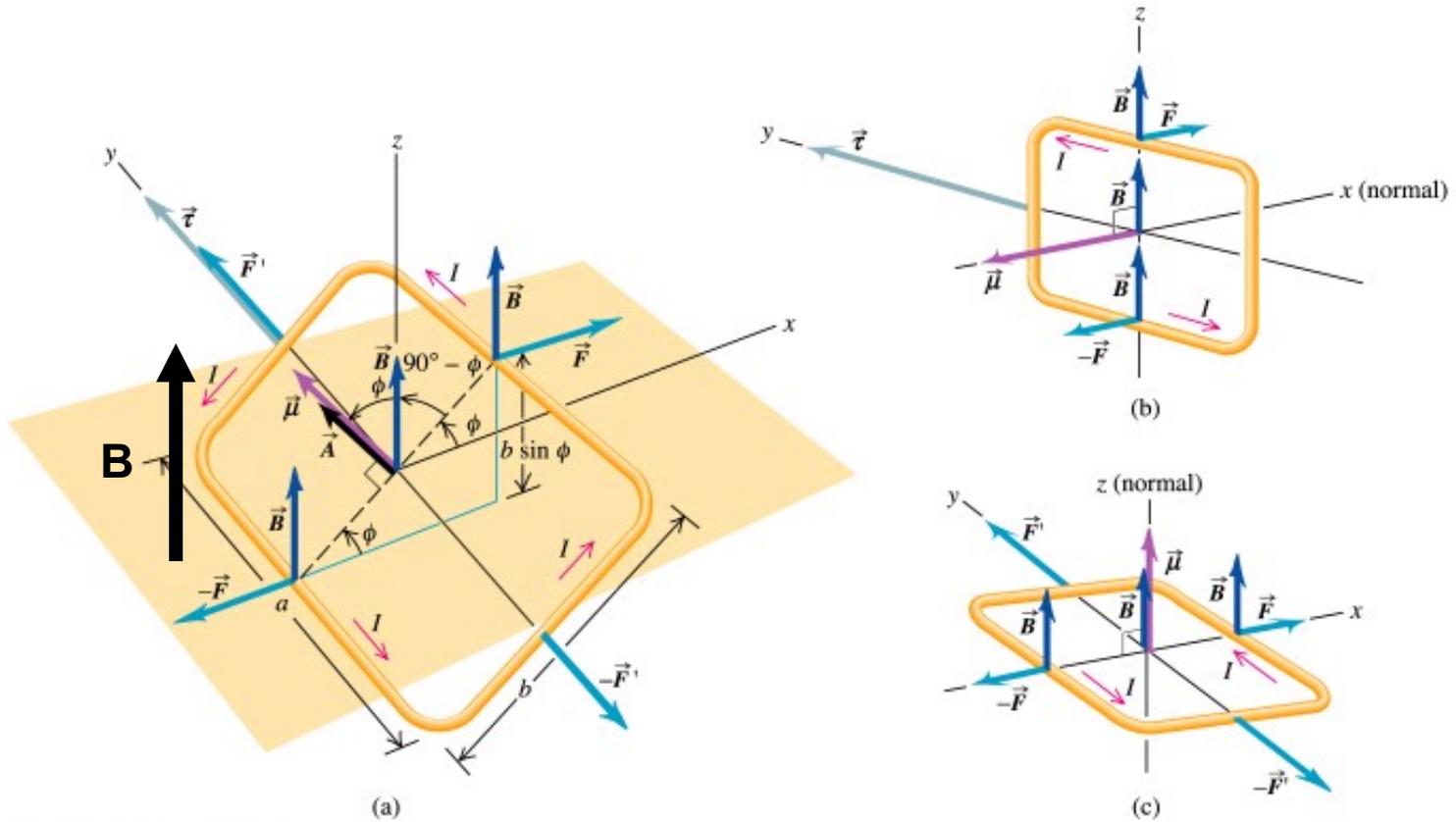
Força sobre fio transportando corrente

- $q=i*t$
- Para um fio de comprimento, L , no qual as cargas viajam com velocidade v_d , o tempo necessário para a carga atravessar completamente o fio será $t=L/v_d$ então $q=i*L/v_d$
- Como $\mathbf{F}=q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ ou $F=qvB \sin \theta$
- No caso do movimento das cargas em um fio
 - $F=(i*L/v_d)*v_d B \sin \theta$
- $\mathbf{F}=i\mathbf{L} \times \mathbf{B}$
 - onde $||\mathbf{L}||$ é o comprimento do fio e o vetor \mathbf{L} aponta no sentido do escoamento de carga.
 - Sobre cada pedaço infinitesimal de fio $d\mathbf{L}$, há uma força, $d\mathbf{F}$ agindo devido a \mathbf{B} : $d\mathbf{F}=i d\mathbf{L} \times \mathbf{B}$

Força e Torque em uma espira de corrente

- Base física para o funcionamento de:
 - Motores Elétricos
 - Geradores de energia elétrica

Diagrama



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

Torque sobre espiras

TORQUE SOBRE UMA ESPIRA PLANA em um campo magnético uniforme: O torque τ sobre uma espira de N voltas, cada uma transportando uma corrente I , em um campo magnético externo B , é

$$\tau = NIAB \sin \theta$$

onde A é a área da espira e θ é o ângulo entre as linhas de campo e a perpendicular ao plano de espira. Para o sentido de rotação da espira, temos a seguinte regra da mão direita.

Oriente o polegar direito perpendicularmente ao plano da espira, de tal maneira que os outros dedos circulem no sentido da corrente. Então o torque age no sentido de alinhar o polegar com o campo externo (nesta orientação o torque será zero).