

FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

M^a José BM de Almeida; Formação contínua de professores, 2008

Campo magnético

Os *magnetes* criam campo magnético...

... outros magnetes ficam sujeitos a forças (**attractivas ou repulsivas**) devido a esse campo magnético... (verificação experimental)... fazem rodar a agulha de uma bússola...

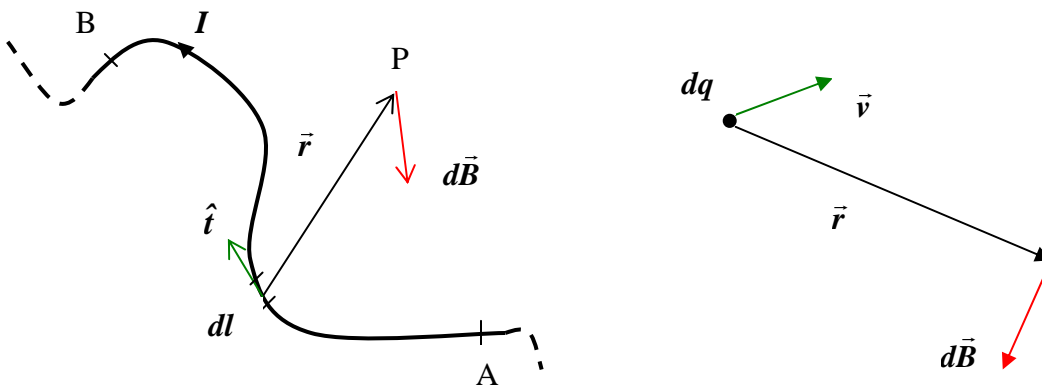
Mas os magnetes **atraem (nunca repelem...)** clips, pregos, ... , não atraindo todos os metais! Por exemplo, não atraem anéis de ouro ou de prata, nem moedas de cobre, nem pedaços de alumínio... Também não atraem madeira nem cortiça... (verificação experimental)

Os magnetes fazem alinhar a limalha de ferro... (verificação experimental)

Correntes eléctricas também fazem alinhar a limalha de ferro... e fazem desviar agulhas de bússolas...

Magnetes e correntes eléctricas (cargas em movimento orientado) criam campos magnéticos... Alguns corpos colocados nesses campos magnéticos ficam sujeitos ao efeito de forças que os orientam, os repelem ou os atraem...

Lei de Biot e Savart – campo magnético criado por uma corrente eléctrica ou por uma carga pontual em movimento. (Fundamentos de Física, Ed. Almedina, 2004; pags 305 a 332)

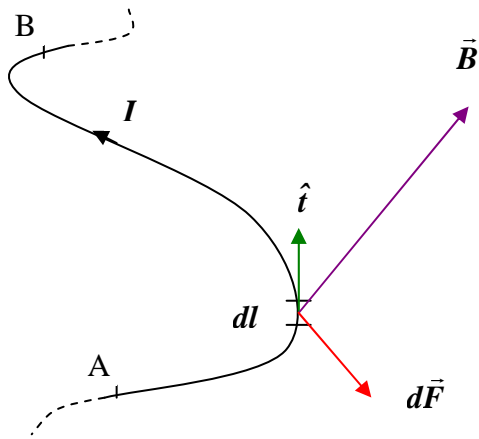


$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} \hat{t} \times \frac{\vec{r}}{r} dl \quad \rightarrow \quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{AB} \frac{I}{r^2} \hat{t} \times \frac{\vec{r}}{r} dl$$

$$I \hat{t} dl = \frac{dq}{dt} \hat{t} dl = dq \frac{dl}{dt} \hat{t} = dq \vec{v} \quad \rightarrow \quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{dq}{r^2} \vec{v} \times \frac{\vec{r}}{r}$$

→ cargas em movimento criam campos magnéticos...

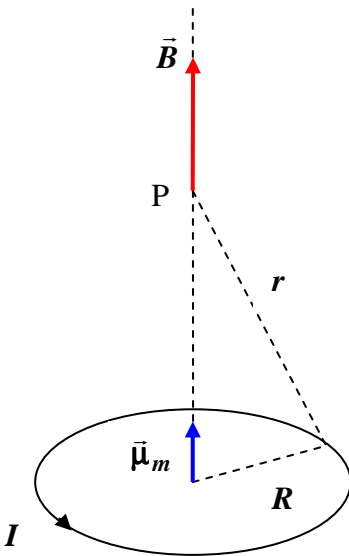
Lei de Laplace – forças exercidas por campos magnéticos sobre correntes eléctricas ou sobre cargas em movimento



$$d\vec{F} = I \hat{t} \times \vec{B} dl = dq \vec{v} \times \vec{B}$$

→ campos magnéticos exercem forças sobre cargas em movimento

Campo magnético criado por uma espira circular, percorrida por uma corrente eléctrica, num ponto do seu eixo



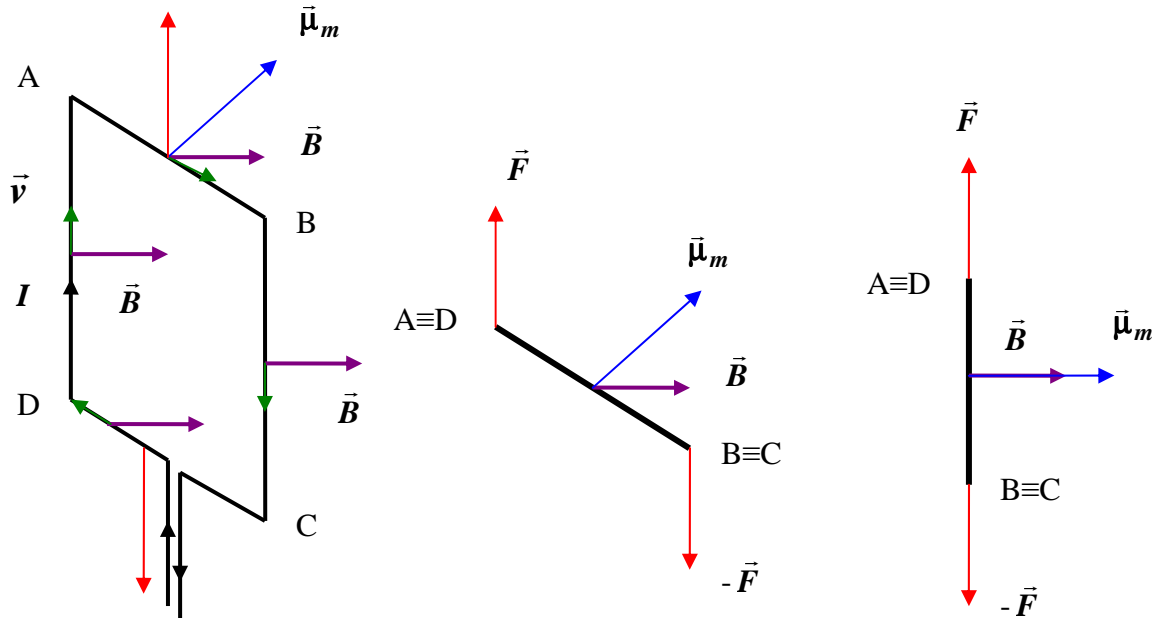
$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{2} \frac{I R^2}{r^3} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I \pi R^2}{r^3} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I S}{r^3}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{1}{r^3} \vec{\mu}_m$$

Momento dipolar magnético
da mesma espira

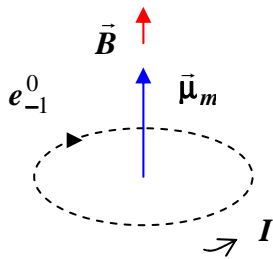
$$\vec{\mu}_m = I S \hat{n} \quad (\text{sentido...})$$

Força exercida por um campo magnético (constante) sobre uma espira percorrida por uma corrente eléctrica → rotação da espira



Origem das propriedades magnéticas dos corpos

- Correntes eléctricas (cargas em movimento orientado) criam campos magnéticos
- Modelo de Bohr: electrões a mover-se em órbitas circulares = mini-espiras percorridas por correntes eléctricas → momento magnético orbital $\vec{\mu}_m^{(orbital)}$



$$\vec{\mu}_m^{(orbital)} = I S \hat{n} \quad ; \quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{1}{r^3} \vec{\mu}_m$$

- Momento magnético de spin $\vec{\mu}_m^{(spin)}$
- Magnetização $\vec{M} = \frac{1}{V} \sum \vec{\mu}_m = \vec{M}^{(orbital)} + \vec{M}^{(spin)}$
- Orbitais completas $\vec{M}^{(orbital)} = 0$; $\vec{M}^{(spin)} = 0$; $\vec{M} = 0$

⇒ só podem ter magnetização não nula os materiais que contém átomos com orbitais incompletas. Ver Tabela Periódica !