

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Campus Blumenau


Física Geral III

Aula Teórica 16 (Cap. 31 parte 1/2):

- 1) Revisão: Campo Magnético
- 2) Lei de Biot-Savart
- 3) B devido a um fio retilíneo longo
- 4) Linhas de campo produzidos por um fio
- 5) B no centro de curvatura de um arco de fio
- 6) Força entre correntes paralelas


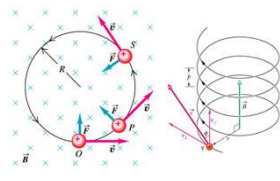
Prof. Marcio R. Loos

Revisão: Campo Magnético

- Ímãs existem apenas em pares de polos **N** e **S** (não há monopolos*). 
- A força magnética é criada por cargas em movimento.
$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$$
- Um campo magnético exerce força sobre cargas em movimento (correntes).
- A força magnética é perpendicular a \vec{v} e a \vec{B} .

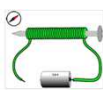

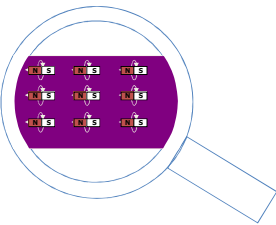
Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 2

Revisão: Campo Magnético

- Como a força é perpendicular, uma **partícula carregada** se movendo na presença de um campo magnético **descreve uma trajetória circular** ou espiral. 
- Como **carga em movimento é uma corrente**, podemos escrever \vec{F}_B em termos da corrente.
$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$$
- Uma vez que corrente não é um vetor... escrevemos a força em termos da corrente na forma:
$$\vec{F}_B = i \vec{L} \times \vec{B}$$
 

Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 3

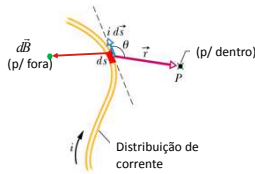

Revisão: Campo Magnético Criado por Correntes

- Vimos que um eletroímã pode ser feito a partir de um fio, prego e pilha. 
- Este e outros experimentos mostram que **correntes criam um campo magnético**. 
- Este é o único jeito no qual campos magnéticos são criados!**
- Um zoom em um ímã permanente mostra que ele contém um grande número de átomos, nos quais cargas se movem gerando correntes. 
- A intensidade de **B** criado por uma corrente depende da corrente.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 4

Lei de Biot-Savart

- O campo magnético devido a um elemento de corrente **ids** é dado por:

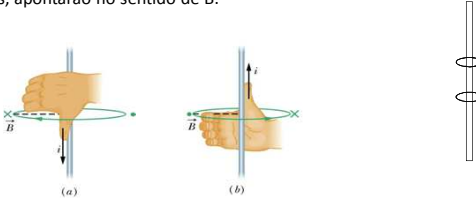
$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3}$$

- O vetor **ds** tem comprimento **ds** e aponta na direção da corrente em **ds** (ds é tangente ao fio)
 

$\mu_0 = \text{constante de permeabilidade} = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = c$

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 5

Lei de Biot-Savart

- O campo **B** descreve círculos ao redor do fio.
- A direção de **B** é obtida através da regra da mão direita:
- Aponte o polegar para o sentido da corrente e seus demais dedos, curvados, apontarão no sentido de **B**.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 6

Exercício: sentido do campo magnético

Qual desenho abaixo mostra o sentido correto do campo magnético **B** no ponto P?

Para dentro

I

II

III

IV

V

A. I.
B. II.
C. III.
D. IV.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 7

Aplicação da Lei de Biot-Savart

B devido a um fio Retilíneo Longo

- Como calcular B devido a um fio retilíneo longo?
- Basta somar todas contribuições ds para a corrente.
- A distância r entre cada ds e o ponto P varia!

$$B = 2 \int_0^{\infty} dB = \frac{\mu_0 i ds \sin \theta}{4\pi r^2} \quad B = \int_0^{\infty} \frac{\mu_0 i ds \sin \theta}{2\pi r^2}$$

Note que

$$r = \sqrt{R^2 + s^2} \quad r \sin \theta = R \quad \sin(\pi - \theta) = \sin \theta = \frac{R}{r}$$

Logo:

$$B = \int_0^{\infty} \frac{\mu_0 i ds R}{2\pi r^3} \quad B = \int_0^{\infty} \frac{\mu_0 i R}{2\pi (R^2 + s^2)^{3/2}} ds$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \int_0^{\infty} \frac{R}{(R^2 + s^2)^{3/2}} ds \quad B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i d\vec{s} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$

B devido a um fio retilíneo longo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 8

Linhas de campo magnético produzidos por uma corrente em um fio retilíneo longo

Fio com corrente entrando no plano

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 9

Aplicação da Lei de Biot-Savart

B no centro de curvatura de um arco de fio

- Qual o valor de **B** em C na fig. (a)?
- Somamos todas as contribuições ds para a corrente. $d\vec{B} = \frac{\mu_0 i d\vec{s} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$
- Note que $r=R$ é constante e $\vec{r} \perp d\vec{s}$

$dB = \frac{\mu_0 i ds \sin \theta}{4\pi r^2}$

$dB = \frac{\mu_0 i ds \sin 90^\circ}{4\pi R^2}$

$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} ds$


- Como $ds = R d\phi$, temos: $dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} R d\phi$

- Para um arco (ϕ):

$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^\phi d\phi$

$B = \frac{\mu_0 i \phi}{4\pi R}$

Centro de um arco



- Para um círculo (2π):

$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^{2\pi} d\phi$

$B = \frac{\mu_0 i}{2R}$

Centro de circunferencia

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br
10

Exercício

O fio da figura transporta uma corrente i e consiste de um arco circular de raio R e ângulo central $\pi/2$ rad, e de duas seções estreitas cujas extensões interceptam o centro C do arco. Qual o campo magnético produzido pela corrente em C ?

$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i d\vec{s} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$

Resolução

As duas seções retas formam um ângulo de 0° com a corrente, logo:

$dB = \frac{\mu_0 i ds \sin 0^\circ}{4\pi r^2}$

$B_1 = B_2 = 0$

Para o arco, temos: $dB_3 = \frac{\mu_0 i ds \sin 90^\circ}{4\pi R^2}$ $dB_3 = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} ds$ $dB_3 = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} d\phi$

$B_3 = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^{\pi/2} d\phi$

$B_3 = \frac{\mu_0 i}{8R}$

$B = B_1 + B_2 + B_3$

$B = \frac{\mu_0 i}{8R}$

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br
11

Força entre correntes paralelas

- Vimos que um fio transportando uma corrente na presença de um **B** "sente" uma força.
- Quando há dois fios paralelos carregando corrente, o campo **B** de um fio causa uma força no outro.
- Quando as correntes são paralelas, os fios se atraem.
- Quando as correntes são anti-paralelas, os fios se repelem.

- Qual a força no fio b devido ao fio a?

$\vec{F}_{ba} = i_b \vec{L} \times \vec{B}_a$

$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$ (assumimos que o fio a é longo em relação a L)

$B_a = \frac{\mu_0 i_a}{2\pi d}$

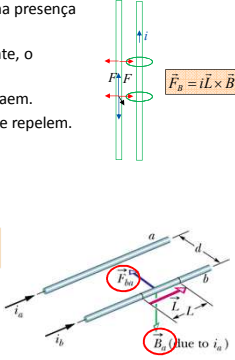
$F_{ba} = i_b L B_a \sin \theta$

$F_{ba} = i_b L B_a \sin 90^\circ$

$F_{ba} = i_b L B_a$

$F_{ba} = \frac{\mu_0 i_a i_b L}{2\pi d}$

Força entre correntes paralelas



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br
12

Exercício

A fig. mostra dois fios paralelos longos percorridos por correntes i_1 e i_2 em sentidos opostos. Determine o módulo e a orientação do campo magnético total no ponto P para $i_1=15A$, $i_2=32A$ e $d=5,3cm$.

Resolução

$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$ $B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi R}$ $B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi R}$

$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{\pi d \sqrt{2}}$ $B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{\pi d \sqrt{2}}$

$B^2 = B_1^2 + B_2^2$ $B = 1,9 \times 10^{-4} T$

$\phi = \tan^{-1} \frac{B_1}{B_2} = 25^\circ$

$R = \frac{d\sqrt{2}}{2}$

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 13

Você já pode resolver os seguintes exercícios:

Capítulo 30: 2, 5, 6,10, 12,23, 27,30, 31, 34, 36, 43, 46, 47, 48, 50, 53 e 67.

Capítulo 31: 8, 9, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 53 e 56.

Capítulo 32: 1,2,4,5, 6,9,12, 19, 23, 24, 25, 26, 29, 34, 36, 37,41 e 43.

Livro texto: Halliday, vol. 3, 4ª edição.
 Mais informações (cronogramas, lista de exercícios):
 web: loos.prof.ufsc.br e-mail: marcio.loos@ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Prof. Loos Física Geral III loos.prof.ufsc.br 14
