

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  $\underline{N}$  e  $\underline{S}$  (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  $\vec{B}$ .

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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Revisão: Campo Magnético

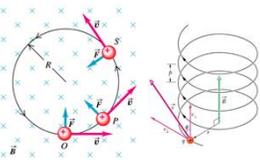
“ Como a força é perpendicular, uma **partícula carregada** se movendo na presença de um campo magnético **descreve uma trajetória circular** ou espiral.



“ 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:

$$\vec{F}_B = i \vec{L} \times \vec{B}$$


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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Revisão: Campo Magnético Criado por Correntes

“ Vimos que um eletroímã pode ser feito a partir de um fio, prego e pilha.

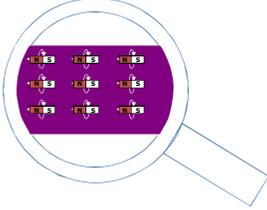
“ Este e outros experimentos mostram que **correntes criam um campo magnético**.

“ **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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

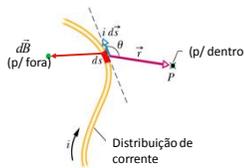
### Lei de Biot-Savart

“ O campo magnético devido a um elemento de corrente  $ids$  é dado por:

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

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

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



$\mu_0 =$  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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

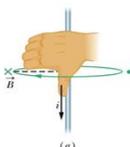
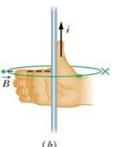
---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Exercício: sentido do campo magnético**

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

Para dentro

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

I      II      III      IV      V

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**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!

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

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

Note que

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

Logo:

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

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \int_0^\pi \frac{R}{(R^2 + s^2)^{3/2}} ds \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \quad \text{B devido a um fio retilíneo longo}$$

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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  $\vec{r} \perp d\vec{s}$

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

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

Para um arco ( $\phi$ ):  $B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^\phi d\phi$  Centro de um arco

Para um círculo ( $2\pi$ ):  $B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_0^{2\pi} d\phi$  Centro de circunferencia

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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  $0^\circ$  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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**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

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

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

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

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

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](http://loos.prof.ufsc.br)    e-mail: [marcio.loos@ufsc.br](mailto:marcio.loos@ufsc.br)

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

---

---

---

---

---

---

---

---