

# Campo magnético: Lei de Biot-Savard

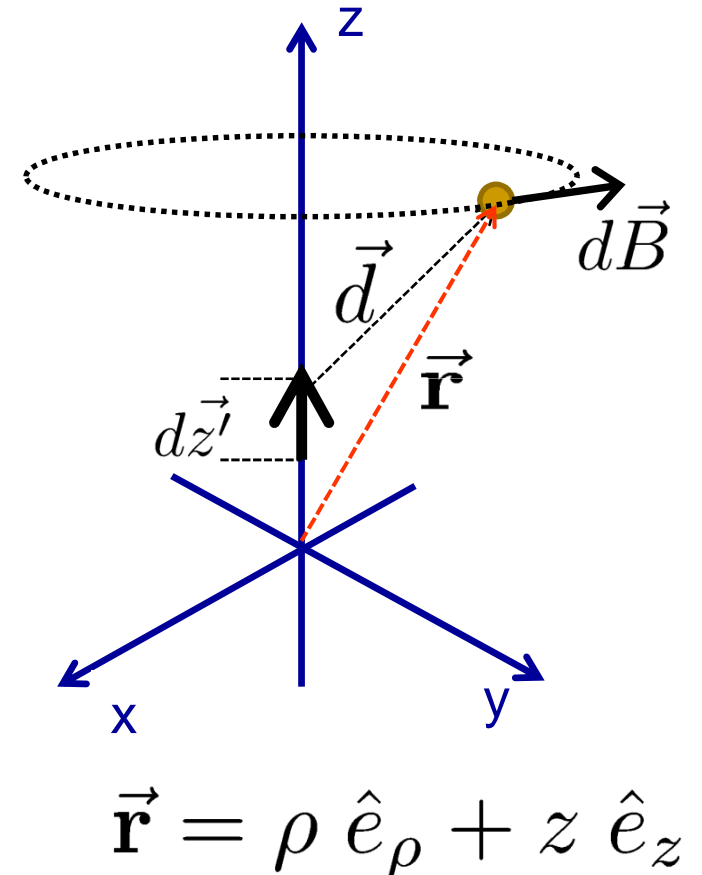
Campo Magnético produzido por uma corrente  $I$  na direção  $z$ .

$$d\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dz' \vec{e}_z \times \vec{d}}{|\vec{d}|^3}$$

Em coordenadas cilíndricas: (o campo é tangente).

$$d\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\rho dz'}{(\rho^2 + (z - z')^2)^{3/2}} \hat{e}_\varphi$$

onde  $z'$  é a posição do elemento de corrente



# Campo magnético: Lei de Biot-Savard

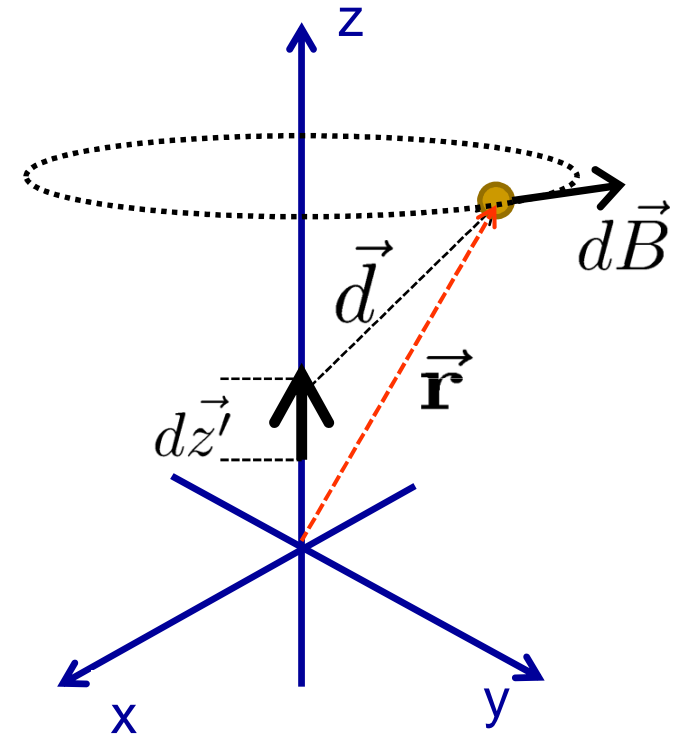
Campo Magnético produzido por uma corrente  $I$  na direção  $z$ .

Integrando em  $z'$ , obtemos o módulo de  $B(\mathbf{r})$ :

$$B(\rho, z) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\rho dz'}{(\rho^2 + (z - z')^2)^{3/2}}$$

(magnitude não depende do ângulo!)

Numericamente: como calcular a integral?



$$\vec{r} = \rho \hat{e}_\rho + z \hat{e}_z$$

# Regra 1/3 de Simpson

Integral:  $\int_{z_1}^{z_N} f(z) dz \rightarrow \sum_{i=1}^{N-1} A_i f(z)$

“Regra do trapézio”

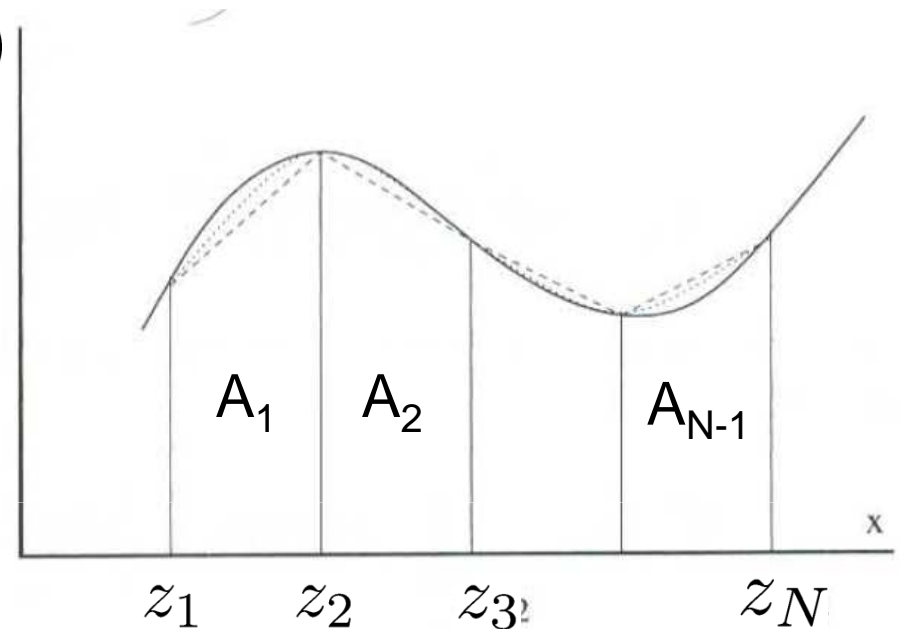
$$A_i \approx \frac{f(z_i) + f(z_{i+1})}{2} \Delta z$$

Melhor: Regra 1/3 de Simpson

$$A_i + A_{i+1} \approx \frac{f(z_i) + 4f(z_{i+1}) + f(z_{i+2})}{3} \Delta z$$

Somando, obtemos a aproximação:

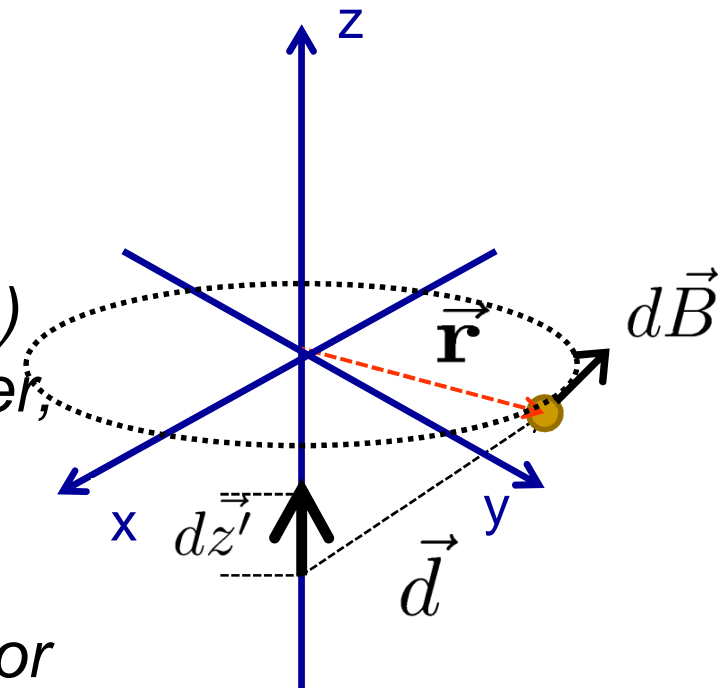
$$\int_{z_1}^{z_N} f(z) dz \approx \frac{\Delta z}{3} [f(z_1) + 4f(z_2) + 2f(z_3) + \dots + 2f(z_{N-2}) + 4f(z_{N-1}) + f(z_N)]$$



# Aula 16 – Tarefa (Fazer upload!)

Calcule o campo magnético no plano  $z=0$   
produzido por uma corrente  $I$  na direção  $z$   
(use unidades em que  $\mu_0 \cdot I = 1$ ).

- Considere um “fio” de comprimento  $L$
- Integre  $z'$  entre  $-L/2 \leq z' \leq L/2$  (por que?) usando a regra 1/3 de Simpson (se quiser, compare com a regra do trapézio).
- Varie  $L$  e  $\Delta z'$ .
- Faça gráficos de  $B(\rho)$  vs  $\rho$  para cada valor  $L$  e  $\Delta z'$ . Há convergência?



$$\vec{r} = \rho \hat{e}_\rho + z \hat{e}_z$$

# Aula 16 – Tarefa - Dicas

- *Debug:  $\Delta z' = 0.005$  e  $L=10$ .*

