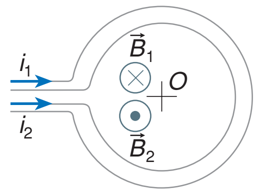
P.311 Inicialmente determinamos, pela regra da mão direita nº 1, a direção e o sentido dos vetores indução magnética $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$ que i_1 e i_2 originam no centro O:



$$B_1 = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_1}{R_1} \Rightarrow B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{5}{2\pi} \Rightarrow B_1 = 5 \cdot 10^{-7}\ \text{T}$$

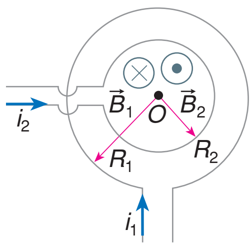
$$B_2 = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_2}{R_2} \Rightarrow B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{3}{2\pi} \Rightarrow B_2 = 3 \cdot 10^{-7}\ \text{T}$$

Sendo $B_1 > B_2$, concluímos que o vetor indução magnética resultante em O tem direção perpendicular ao plano das espiras e orientada do observador para o plano (entrando no plano das espiras).

A intensidade é dada por:

$$B_R = B_1 - B_2 \Rightarrow \boxed{B_R = 2 \cdot 10^{-7}\ \text{T}}$$

P.312



De acordo com a regra da mão direita nº 1, os vetores $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$ originados por i_1 e i_2 em O têm mesma direção e sentidos opostos. Para que o vetor indução magnética resultante seja nulo, os módulos de $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$ devem ser iguais:

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_1}{R_1} = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_2}{R_2} \Rightarrow \boxed{\frac{i_1}{i_2} = \frac{R_1}{R_2}}$$

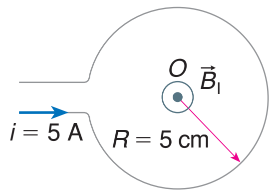
P.313 De $B = N \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{R}$, vem:

$$2 \cdot 10^{-3} = 50 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{i}{0{,}10} \Rightarrow \boxed{i \simeq 6{,}4\ \text{A}}$$

P.314 De $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r}$, vem:

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{2}{1} \Rightarrow \boxed{B = 4 \cdot 10^{-7}\ \text{T}}$$

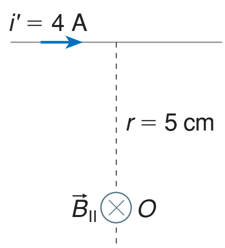
P.315 (I)



$$B_I = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{R} \Rightarrow B_I = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{5}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_I = 2\pi \cdot 10^{-5}\ \text{T} \Rightarrow \boxed{B_I \simeq 6{,}3 \cdot 10^{-5}\ \text{T}}$$

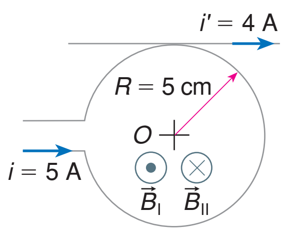
(II)



$$B_{II} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i'}{r} \Rightarrow B_{II} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{4}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$$

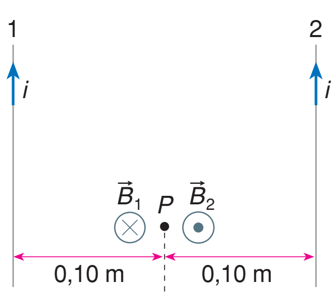
$$\Rightarrow \boxed{B_{II} = 1{,}6 \cdot 10^{-5}\ \text{T}}$$

(III)



$$B_R = B_I - B_{II} \Rightarrow \boxed{B_R = 4{,}7 \cdot 10^{-5}\ \text{T}}$$

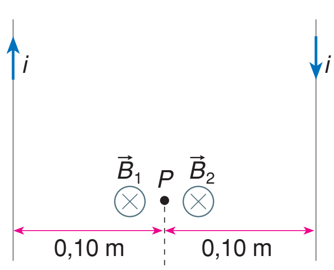
P.316 a)



As correntes elétricas que percorrem os condutores 1 e 2 originam no ponto P os vetores indução magnética $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$, cujos sentidos são dados pela regra da mão direita nº 1.

$\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$ têm mesma intensidade, pois o ponto P equidista dos condutores e as correntes elétricas têm intensidades iguais. Tendo sentidos opostos, concluímos que: $\boxed{B_R = 0}$

b)



Nesse caso, $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$ têm mesmo sentido.

$$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r}$$

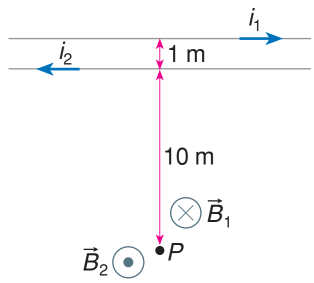
$$B_1 = B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{10}{0{,}10}$$

$$B_1 = B_2 = 2{,}0 \cdot 10^{-5}\ \text{T}$$

Assim:

$$B_R = B_1 + B_2 \Rightarrow \boxed{B_R = 4{,}0 \cdot 10^{-5}\ \text{T}}$$

P.317



Pela regra da mão direita nº 1, determinamos os sentidos dos vetores campo magnético, $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$, que i_1 e i_2 originam em P.

O vetor indução magnética resultante em P tem intensidade:

$$B_R = B_2 - B_1 \Rightarrow B_R = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r_2} - \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r_1} \Rightarrow$$

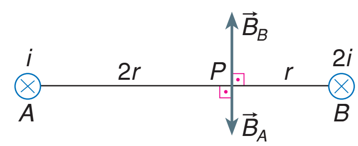
$$\Rightarrow B_R = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi} \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_R = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi} \cdot \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{11}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_R = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi} \cdot \frac{11 - 10}{110} \Rightarrow \boxed{B_R \simeq 1{,}8 \cdot 10^{-7}\ \text{T}}$$

P.318

$$B_A = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{2r} \quad ① \quad \text{e} \quad B_B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{2i}{r} \quad ②$$



De ① e ②, temos:

$B_B = 4 \cdot B_A$

$B_B = 4 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$ T

$B_B = 8 \cdot 10^{-6}$ T

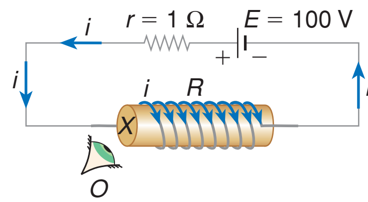
$B_R = B_B - B_A$

$B_R = 8 \cdot 10^{-6}\ \text{T} - 2 \cdot 10^{-6}$ T

$\boxed{B_R = 6 \cdot 10^{-6}\ \text{T}}$

A agulha colocada em P se orienta na direção do vetor indução magnética resultante ($\vec{B}_R$), com polo norte no sentido de $\vec{B}_B$ (pois $B_B > B_A$).

P.319 a) Aplicando a lei de Pouillet ao circuito, temos:



$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow i = \frac{100}{9 + 1} \Rightarrow i = 10\ \text{A}$$

Temos:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$

$$\frac{N}{L} = 10\ \frac{\text{espiras}}{\text{cm}} = \frac{1.000\ \text{espiras}}{\text{m}}$$

De $B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i$, vem:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1.000 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{B = 4\pi \cdot 10^{-3}\ \text{T}}$$

b) Para o observador O a corrente elétrica é vista no sentido horário. Logo, X é um **polo sul**.

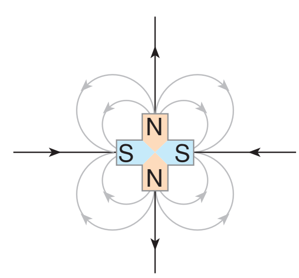
Outro modo seria aplicar a regra da mão direita nº 1 e observar que o campo magnético $\vec{B}$ (e portanto as linhas de indução) entra pela extremidade X.

P.320 Para que o campo magnético resultante no interior do solenoide seja nulo, o campo magnético terrestre $\vec{B}_t$ deve anular o campo magnético gerado pela corrente elétrica que percorre o solenoide ($\vec{B}_s$). Devemos impor:

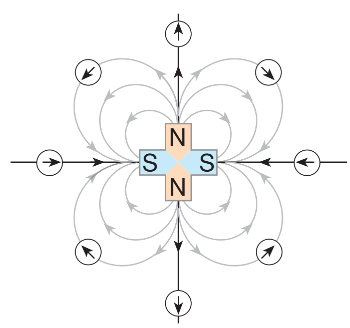
$$B_s = B_t \Rightarrow \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i = B_t \Rightarrow 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{500}{0,25} \cdot i = 8\pi \cdot 10^{-6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i = 10 \cdot 10^{-3}\ \text{A} \Rightarrow \boxed{i = 10\ \text{mA}}$$

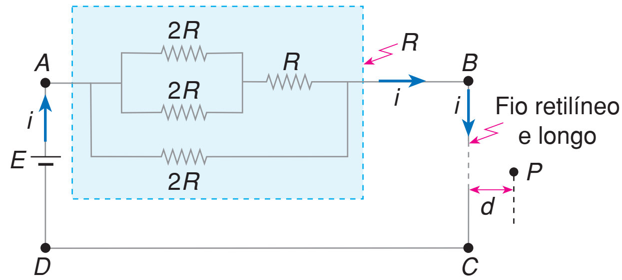
P.321 a) Lembrando que as linhas de indução saem do polo norte e chegam ao polo sul, temos o seguinte aspecto para as citadas linhas:



b) Cada agulha magnética se orienta na direção do respectivo vetor indução magnética $\vec{B}$ e com o polo norte no sentido de $\vec{B}$. Assim, temos:



P.322 a)



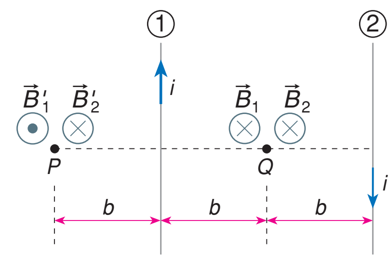
Pela lei de Pouillet, vem:

$$i = \frac{E}{R} = \frac{12}{3{,}0}$$

$$\boxed{i = 4{,}0 \text{ A}}$$

b) $B = \dfrac{\mu_0}{2\pi} \cdot \dfrac{i}{d} \Rightarrow B = \dfrac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \dfrac{4{,}0}{1{,}0 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow \boxed{B = 8{,}0 \cdot 10^{-5} \text{ T}}$

P.323 Sejam $\vec{B}_1$ e $\vec{B}_2$ os vetores indução magnética que as correntes elétricas que percorrem os condutores ① e ② originam em Q.



$$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{b} = B$$

O módulo do vetor indução magnética resultante em Q é dado por:

$B_Q = B + B \Rightarrow B_Q = 2B$ ①

Analogamente em P, temos:

$$B'_1 = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{i}{b} \Rightarrow B'_1 = B$$

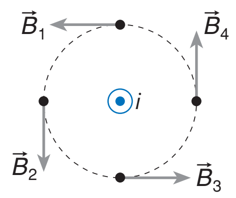
$$B'_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{3b} \Rightarrow B'_2 = \frac{B}{3}$$

Logo, o vetor indução magnética resultante em P tem módulo:

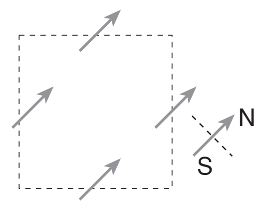
$B_P = B - \dfrac{B}{3} \Rightarrow B_P = \dfrac{2}{3} \cdot B$ ②

Dividindo ① por ②: $\dfrac{B_Q}{B_P} = \dfrac{2B}{\dfrac{2B}{3}} \Rightarrow \boxed{\dfrac{B_Q}{B_P} = 3}$

P.324 a) As agulhas magnéticas orientam-se na direção dos respectivos vetores indução magnética $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$, $\vec{B}_3$ e $\vec{B}_4$. Pela regra da mão direita nº 1 concluímos que o condutor é perpendicular ao plano definido pelos vetores $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$, $\vec{B}_3$ e $\vec{B}_4$ e a corrente elétrica está "saindo" desse plano:



b) Se a corrente elétrica cessar de fluir, as agulhas ficam sujeitas apenas ao campo magnético terrestre e orientam-se na direção norte-sul:



Observação:

No item **a** desprezamos a ação do campo magnético terrestre, pois a corrente foi considerada muito intensa.

P.325 a) De $U = E - r \cdot i$, sendo $U = 8{,}0$ V, $r = 5{,}0\ \Omega$ e $i = 200$ mA $= 200 \cdot 10^{-3}$ A, vem:

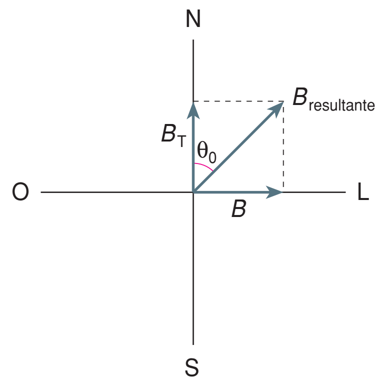
$$8{,}0 = E - 5{,}0 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{E = 9{,}0\ \text{V}}$$

b) De $B = \mu_0 \cdot \dfrac{N}{L} \cdot i$, sendo $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T · m/A, $N = 200$ espiras,

$L = 20$ cm $= 0{,}20$ m e $i = 200 \cdot 10^{-3}$ A, resulta:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{200}{0{,}20} \cdot 200 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{B = 8\pi \cdot 10^{-5}\ \text{T}}$$

P.326 a) Seja B a intensidade do campo magnético produzido pela bobina e B_T a componente horizontal do campo magnético da Terra.



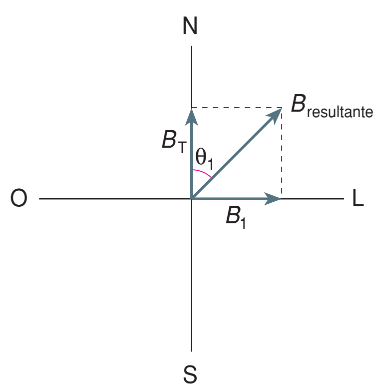
Sendo $\theta_0 = 45°$, vem:

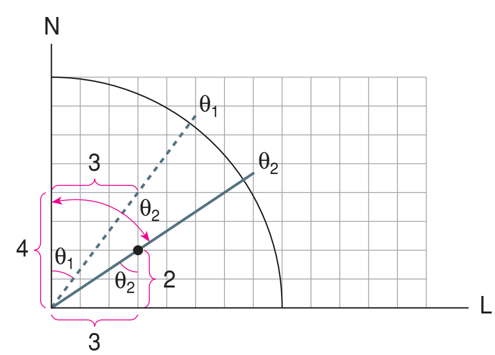
$B = B_T \Rightarrow B = 0{,}2$ gauss

Mas de $B = k \cdot I$, com $I = I_0 = 2$ A, resulta:

$$0{,}2 = k \cdot 2 \Rightarrow \boxed{k = 0{,}1 \frac{\text{gauss}}{\text{ampère}}}$$

b)





$$\text{tg } \theta_1 = \frac{B_1}{B_T} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{B_1}{0{,}2} \Rightarrow B_1 = 0{,}15 \text{ gauss}$$

$$B_1 = k \cdot I_1 \Rightarrow 0{,}15 = 0{,}1 \cdot I_1 \Rightarrow \boxed{I_1 = 1{,}5 \text{ A}}$$

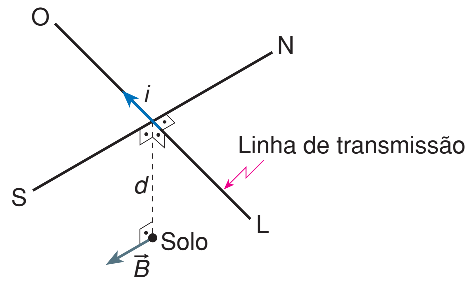
c) Duplicando o número de espiras, duplica a intensidade do campo magnético produzido pela bobina:

$B_2 = 2B_1 \Rightarrow B_2 = 0{,}3$ gauss

$$\text{tg } \theta_2 = \frac{B_2}{B_T} \Rightarrow \text{tg } \theta_2 = \frac{0{,}3}{0{,}2} \Rightarrow \text{tg } \theta_2 = \frac{3}{2}$$

Conhecendo a tangente de θ_2, determinamos no esquema apresentado no item **b** a nova direção θ_2 que a bússola aponta.

P.327 a)



Pela regra da mão direita nº 1, observamos que o sentido do campo de indução magnética $\vec{B}$, próximo do chão, é de norte para sul.

b) $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{d} \Rightarrow 5{,}0 \cdot 10^{-5} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{4.000}{d} \Rightarrow \boxed{d = 16 \text{ m}}$

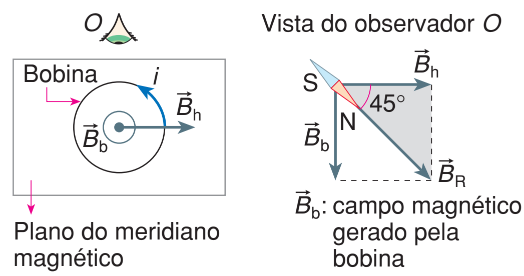
P.328 Do triângulo indicado, concluímos que:

$B_b = B_h$

$N \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{R} = B_h$

$10 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{i}{5\pi \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-5}$

$\boxed{i = 0{,}5 \text{ A}}$



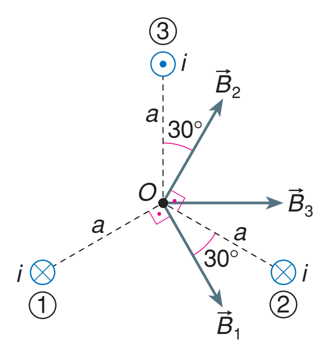
P.329 Pela regra da mão direita nº 1, determinamos os sentidos dos vetores indução magnética que as correntes elétricas que percorrem os condutores ①, ② e ③ originam em P.

Esses vetores têm a mesma intensidade:

$B_1 = B_2 = B_3 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{a}$

$B_1 = B_2 = B_3 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{10}{2{,}0 \cdot 10^{-2}}$

$B_1 = B_2 = B_3 = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ T

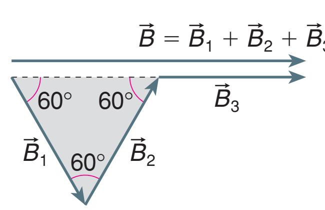


Na figura ao lado, representamos o campo magnético de indução $\vec{B}$ no ponto P.

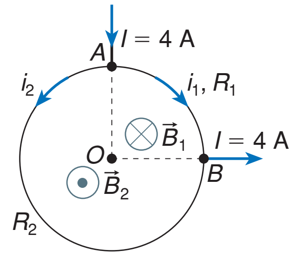
O triângulo destacado é equilátero. Logo:

$B = 1{,}0 \cdot 10^{-4} \text{ T} + 1{,}0 \cdot 10^{-4} \text{ T} \Rightarrow \boxed{B = 2{,}0 \cdot 10^{-4} \text{ T}}$

O sentido de $\vec{B}$ é o de $\vec{B}_3$.



P.330



a) Sendo 8 Ω a resistência total, concluímos que o trecho correspondente a $\frac{1}{4}$ da circunferência tem resistência $R_1 = 2\ \Omega$ e, no outro trecho, $R_2 = 6\ \Omega$.

$R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow 2i_1 = 6i_2 \Rightarrow i_1 = 3i_2$ ①

$I = i_1 + i_2 \Rightarrow 4 = i_1 + i_2$ ②

De ① e ②, temos:

$\boxed{i_1 = 3 \text{ A (arco menor)}}$ e $\boxed{i_2 = 1 \text{ A (arco maior)}}$

b) A corrente elétrica i_1 origina em O o campo $\vec{B}_1$, entrando no papel e de intensidade:

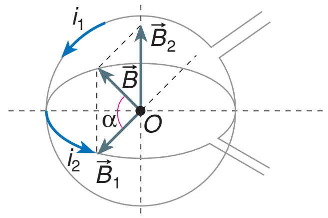
$$B_1 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_1}{R} \Rightarrow B_1 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{3}{R} \quad ③$$

A corrente elétrica i_2 origina em O o campo $\vec{B}_2$, saindo do papel e de intensidade:

$$B_2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_2}{R} \Rightarrow B_2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow B_2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{3}{R} \quad ④$$

De ③ e ④, concluímos que $B_1 = B_2$, portanto: $\boxed{B_R = 0}$

P.331



$$B_1 = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_1}{R} \Rightarrow B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{4}{2\pi \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B_1 = 4 \cdot 10^{-5}\ \text{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i_2}{R} \Rightarrow B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2} \cdot \frac{3}{2\pi \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B_2 = 3 \cdot 10^{-5}\ \text{T}$$

$$B^2 = B_1^2 + B_2^2 \Rightarrow B^2 = (4 \cdot 10^{-5})^2 + (3 \cdot 10^{-5})^2 \Rightarrow \boxed{B = 5 \cdot 10^{-5}\ \text{T}}$$

O ângulo α que o vetor $\vec{B}$ forma com o vetor $\vec{B}_1$ e, portanto, com o plano horizontal, é dado por:

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{B_2}{B_1}$$

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot 10^{-5}}$$

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{3}{4}$$

$$\boxed{\alpha \text{ é o ângulo cuja tangente vale } \frac{3}{4}.}$$