

تمارين المجال المغنطيسي المحدث من طرف التيار

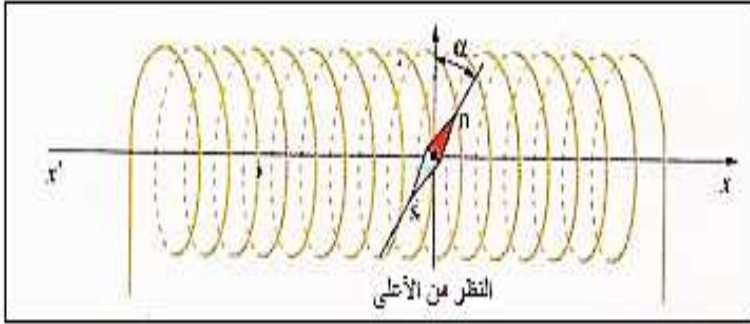
تمرين 1 :

نضع سلكا مستقيما أفقيا في مستوى خط الزوال المغنطيسي الأرضي فوق إبرة ممغنطة يمكنها الدوران حول محور رأسي أنظر الشكل أسفله :



- 1- عند مرور تيار كهربائي مستمر شدته $I_1 = 128 \text{ mA}$ في الموصل ، ينحرف القطب الشمالي للإبرة الممغنطة نحو الشرق بزاوية $\alpha_1 = 3^\circ$. ماهو منحى التيار الكهربائي ؟
- 2- أحسب قيمة شدة المجال المغنطيسي \vec{B}_1 الذي يحدثه التيار الكهربائي المار في السلك . علما أن شدة المركبة الأفقية للمجال المغنطيسي الأرضي هي : $B_H = 2.10^{-5} \text{ T}$.
- 3- عندما تكون شدة التيار الكهربائي I_2 المار في السلك يعطي انحراف الإبرة الزلزوية $\alpha_2 = 10. \alpha_1$ ، أعط تعبير شدة التيار I_2 بدلالة I_1 و α_1 .

تمرين 2 :



نضع إبرة ممغنطة داخل ملف لولبي في غياب التيار الكهربائي ، تأخذ الإبرة اتجاهها أفقيا وعموديا على المحور $x'x$ المطابق لمحور الملف اللولبي .

- 1- عين اتجاه المركبة B_H للمجال المغنطيسي الأرضي .
- 2- نمرر تيارا كهربائيا شدته I في الملف اللولبي ، فتتحرف الإبرة بزاوية $\alpha = 30^\circ$ وفق دوران عقارب الساعة .

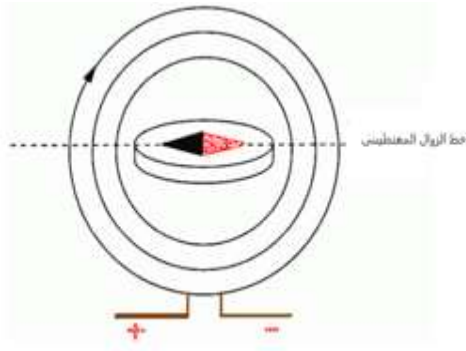
1-2- عين منحى متجهة المجال المغنطيسي \vec{B}_0 المحدث من طرف الملف اللولبي واستنتج منحى التيار الكهربائي .

2-2- احسب شدة المجال المغنطيسي \vec{B}_0 .

3- عين مميزات المجال المغنطيسي الكلي داخل الملف اللولبي في النقطة O .
نعطي :

$$B_H = 20 \mu\text{T} \quad \text{و} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (S.I)}$$

تمرين 3 :



نضع وشيعة مسطحة قطرها $D = 10 \text{ cm}$ وعدد لفاتها $N = 100$ ، في مستوى الزوال المغنطيسي الأرضي . نضع في مركز الوشيعة إبرة ممغنطة أفقية .

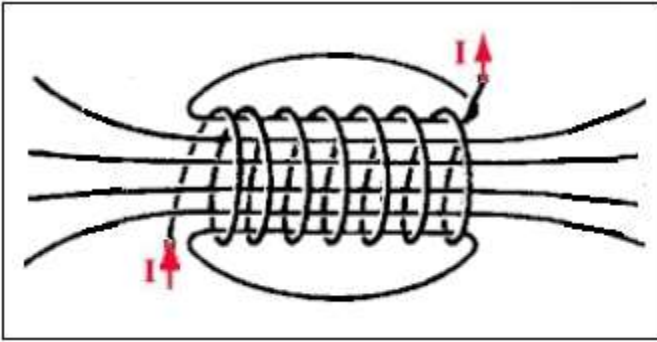
عندما يمر تيار كهربائي شدته I في الوشيعة تنحرف الإبرة بزاوية $\alpha = 60^\circ$.

1- أحسب شدة المجال المغنطيسي المحدث من طرف التيار في مركز الوشيعة

علما أن شدة المركبة الأفقية للمجال المغنطيسي الأرضي تساوي $B_H = 2.10^{-5} \text{ T}$

2- احسب شدة التيار I . نعطي : $\mu_0 = 4. \pi. 10^{-7} \text{ H. m}^{-1}$

تمرين 4 :



نعتبر ملف لولبي عدد لفاته $N = 1000$ وطوله $L = 81 \text{ cm}$ يعبره تيار كهربائي I .
يمثل الشكل جانبه طيف المجال المغنطيسي داخل وخارج الملف اللولبي .

1-وجه خطوط المجال المغنطيسي ووضح الوجه الشمالي والوجه الجنوبي للملف اللولبي .

2-عبر عن شدة المجال المغنطيسي للملف اللولبي ، ثم احس قيمتها بالنسبة ل $I = 20 \text{ mA}$.

3-نوجه الملف اللولبي حيث يكون محوره عمودي على خط الزوال المغنطيسي .نضع إبرة ممغنطة قابلة للدوران حول محور رأسي .

1.3-كيف تتوجه الإبرة الممغنطة في غياب التيار الكهربائي ؟

2.3-عندما يمر في الملف اللولبي تيار شدته $I = 20 \text{ mA}$ تدور الإبرة الممغنطة بزاوية $\alpha = 57,5^\circ$.

استنتج قيمة شدة المركبة الأفقية لمتجهة المجال المغنطيسي الأرضي \vec{B}_H .

نعطي : $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} (S \cdot I)$

تمرين 5 :

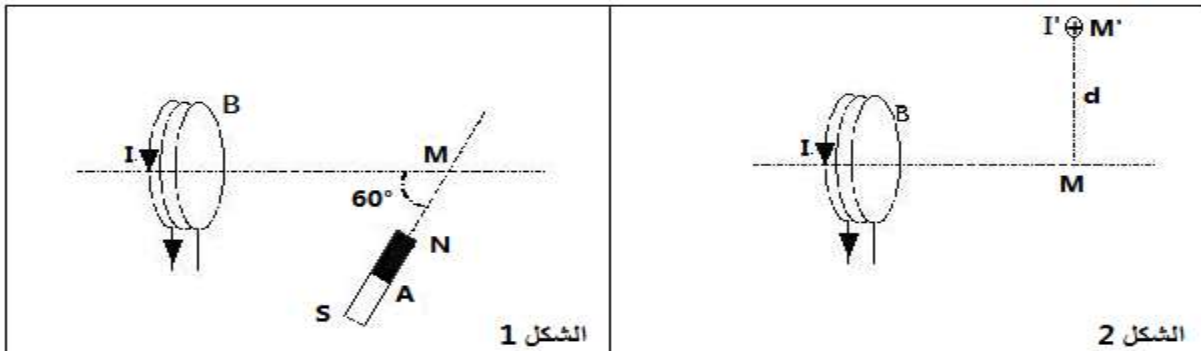
نعتبر وشيعة مسطحة يجتاها تيار كهربائي مستمر شدته $I = 0,5 \text{ A}$ ، شعاعها $R = 5 \text{ cm}$ و عدد لفاتها $N = 400$.

1-ما شدة المجال المغنطيسي الذي تحدثه هذه الوشيعة في مركزها ؟

2-نضع بجوار الوشيعة مغنطيسا مستقيما A (أنظر الشكل 1) ، فيحدث في النقطة M مجالا مغنطيسيا $B_2 = 4 \text{ mT}$.

عندما يمر تيارا كهربائيا في الوشيعة شدته $I = 0,5 \text{ A}$ ، تحدث الوشيعة في النقطة M مجالا مغنطيسيا شدته

$B_1 = 2 \text{ mT}$



1.2- مثل متجهتي المجالين \vec{B}_1 و \vec{B}_2 المحذتين في النقطة M ، باستعمال السلم التالي : $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ mT}$. ثم مثل

متجهة المجال المغنطيسي \vec{B} الناتج عن المجالين \vec{B}_1 و \vec{B}_2 في النقطة M .

2.2- حدد شدة متجهة المجال \vec{B} مبيانيا .

3.2- تأكد من قيمة شدة المجال B باستعمال العلاقة : $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1 \cdot B_2 \cdot \cos(\vec{B}_1, \vec{B}_2)}$.

4.2- نعوض المغنطيس بسلك مستقيمي عمودي على مستوى الورقة وموضوع في النقطة M' تبعد عن النقطة M بالمسافة $d = 0,1 \text{ cm}$ ، ويعبر السلك تيار كهربائي شدته $I' = 10 \text{ A}$ (أنظر الشكل 2) .

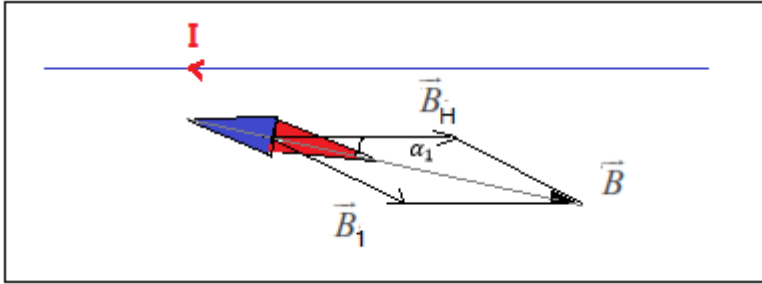
أ- مثل في النقطة M دون استعمال سلم متجهة المجال \vec{B}_3 الذي يحدثه السلك حدد مميزات متجهة المجال \vec{B}_3 .

ب- مثل متجهتي المجالين \vec{B}_1 و \vec{B}_3 . ما هو المجال المغنطيسي الكلي B' في النقطة M ؟
نهمل المجال المغنطيسي الأرضي .

تصحيح تمارين المجال المغنطيسي المحدث من طرف التيار الكهربائي

تمرين 1 :

1- في غياب التيار الكهربائي تتجه الأبرة الممغنطة في اتجاه المركبة الأفقية للمجال المغنطيسي الأرضي \vec{B}_H .



في وجود التيار الكهربائي متجهة المجال المغنطيسي \vec{B}_1 المحدث من طرف السلك يكون اتجاهها عمودي على السلك ومنحاهها نحو الشرق ، أنظر الشكل .

2- حساب B_1 :

حسب العلاقة المثلثية : $\tan \alpha_1 = \frac{B_1}{B_H}$ أي : $B_1 = B_H \cdot \tan \alpha_1$

ت.ع : $B_1 = 2.10^{-5} \times \tan(3^\circ) = 10^{-6} T$

3- بالنسبة لشدة التيار I_2 لدينا :

مع $\tan \alpha_2 = \frac{B_2}{B_H}$: $B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{d}$ أي : $B_H \cdot \tan \alpha_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{d}$ وبالتالي : (1) $\mu_0 \cdot I_2 = 2\pi \cdot d \cdot B_H \cdot \tan \alpha_2$

بالنسبة لشدة التيار I_1 :

(2) $\mu_0 \cdot I_2 = 2\pi \cdot d \cdot B_H \cdot \tan \alpha_2$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{\tan \alpha_2}{\tan \alpha_1} \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{\tan \alpha_2}{\tan \alpha_1} = I_1 \cdot \frac{\tan(10\alpha_1)}{\tan \alpha_1}$$

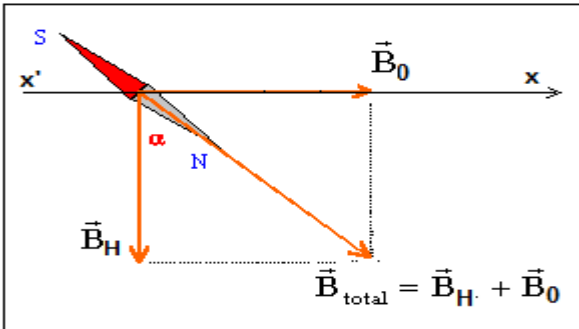
ت.ع : $I_2 = 128 \times \frac{\tan(30^\circ)}{\tan(3^\circ)} = 1410 \text{ mA} = 1,41 \text{ A}$

تمرين 2 :

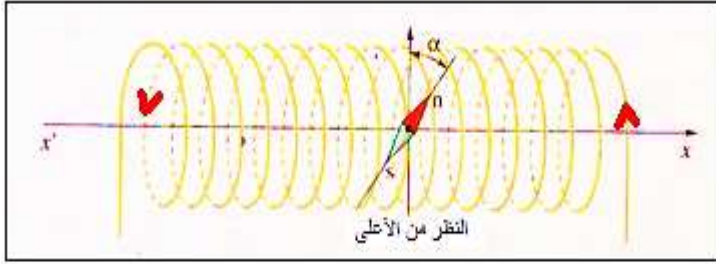
1- تعيين اتجاه \vec{B}_H :

تخضع الإبرة الممغنطة في غياب التيار الكهربائي للمتجهة \vec{B}_H فقط ، وبما أن اتجاه الإبرة عمودي على المحور $x'x$ فإن اتجاه \vec{B}_H ، أي خط الزوال يكون عموديا على المحور $x'x$ المطابق لمحور الملف اللولبي .

2-1- تعيين منحى \vec{B}_0 :



مرور التيار الكهربائي في الملف ، يحدث مجالا مغنطيسيا ، ينتج عنه انحراف الإبرة بالزاوية α ، يبرز هذا منحى \vec{B}_0 الذي يوافق منحى المحور $x'x$ ومنه نستنتج أن منحى التيار في الملف اللولبي يدخل من x' ويخرج من x (أنظر الشكل).



2-2- حساب شدة \vec{B}_0 :

حسب الشكل العلاقة المثلثية تكتب :

$$\tan \alpha = \frac{B_0}{B_H} \Rightarrow B_0 = B_H \cdot \tan \alpha$$

ت.ع:

$$B_0 = 20 \cdot 10^{-6} \times \tan(30^\circ) = 1,15 \cdot 10^{-5} T$$

3- مميزات \vec{B} المجال المغنطيسي الكلي :

- الأصل : النقطة O .
- الإتجاه : المستقيم المار من O والذي يكون زاوية $\alpha = 30^\circ$ مع خط الزوال .
- المنحى : منحى الإبرة الممغنطة .

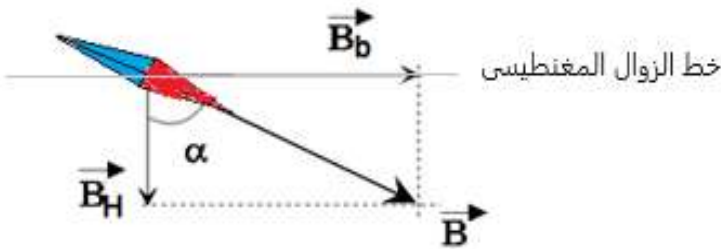
$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_H \Rightarrow B = \sqrt{B_0^2 + B_H^2} \quad \text{المنظم :}$$

$$B = \sqrt{(1,15 \cdot 10^{-5})^2 + (2 \cdot 10^{-5})^2} \quad \text{ت.ع :}$$

$$B = 2,31 \cdot 10^{-5} T$$

تمرين 3 :

في غياب التيار الكهربائي في الوشيعية ، تأخذ الإبرة الممغنطة اتجاه متجهة المجال المغنطيسي الأرضي \vec{B}_H . عند مرور التيار في الوشيعية تحدث في مركز الوشيعية مجال مغنطيسي متجهته \vec{B}_b وتنحرف الإبرة وفق اتجاه \vec{B} حيث : $\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_b$ (أنظر الشكل).



$$B_b = B_b \cdot \tan \alpha \quad \text{أي} \quad \tan \alpha = \frac{B_b}{B_H} \quad \text{لدينا :}$$

$$B_b = 2 \cdot 10^{-5} \times \tan 60^\circ =$$

$$3,46 \cdot 10^{-5} T$$

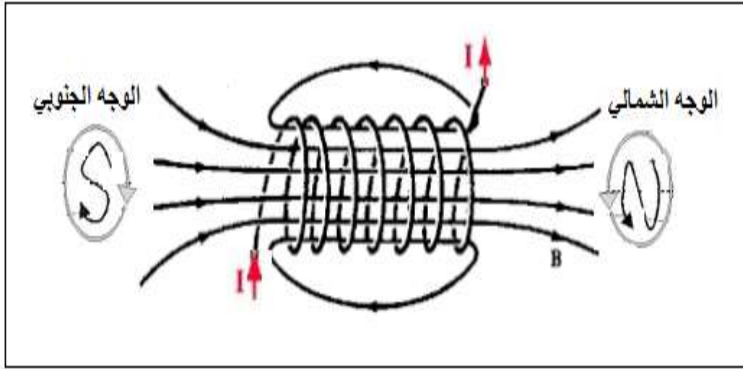
2- حساب شدة التيار I :

$$\text{لدينا :} \quad B_b = \mu_0 \frac{NI}{D} \quad \text{أي} \quad \mu_0 \cdot N \cdot I = B_b \cdot D \quad \text{ومنه :}$$

$$I = \frac{B_b \cdot D}{\mu_0 \cdot N}$$

$$I = \frac{3,46 \cdot 10^{-5} \times 0,1}{4\pi \cdot 10^{-7} \times 100} = 2,75 \cdot 10^{-2} A \quad \text{ت.ع :}$$

تمرين 4 :



1- توجيه خطوط المجال و تحديد القطب الشمالي N

والجنوبي S للملف (أنظر الشكل جانبه) :

2- تعبير شدة المجال المغنطيسي داخل الملف اللولبي :

$$B_{\text{solénoïde}} = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{L}$$

ت.ع :

$$B_{\text{solénoïde}} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \times \frac{1000 \times 20 \cdot 10^{-3}}{81 \cdot 10^{-2}} = 3,1 \cdot 10^{-5} T$$

1.3- تخضع الإبرة في غياب التيار الكهربائي الى المجال

المغنطيسي الارضي فتتحرف نحو المركبة الأفقية للمجال

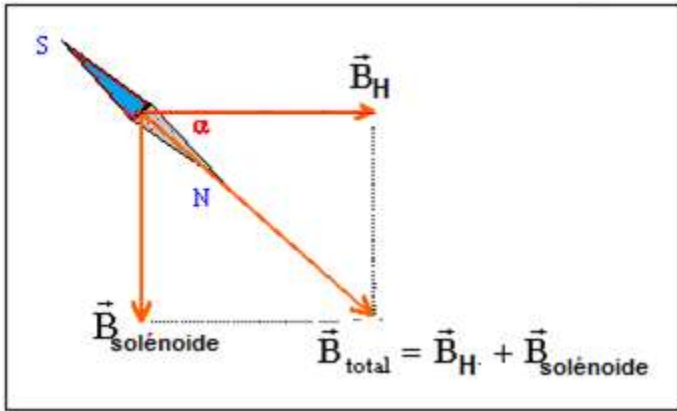
المغنطيسي الأرضي \vec{B}_H .

2.3- استنتاج قيمة B_H شدة المركبة الأفقية للمجال

المغنطيسي الأرضي :

$$B_H = \frac{B_{\text{solénoïde}}}{\tan \alpha} \quad \text{أي} \quad \tan \alpha = \frac{B_b}{B_H}$$

$$B_H = \frac{3,1 \cdot 10^{-5}}{\tan(57,5^\circ)} = 2 \cdot 10^{-5} T \quad \text{ت.ع :}$$

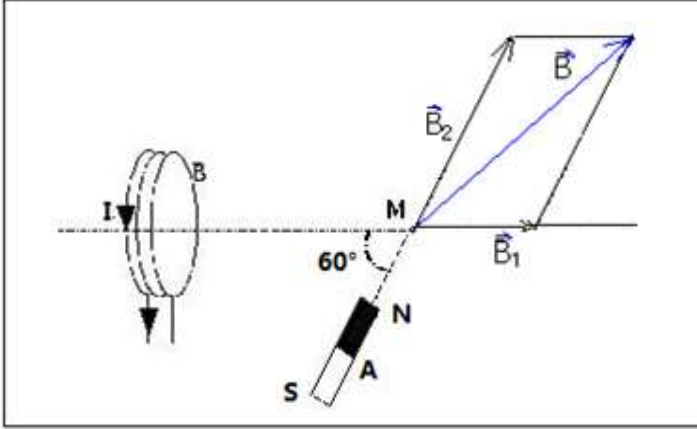


تمرين 5 :

1- شدة المجال المغنطيسي الذي تحدثه الوشيجة في مركزها :

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{N \cdot I}{R} \quad \text{لدينا :}$$

$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2} \times \frac{400 \times 0,5}{5 \cdot 10^{-2}} = 10^{-3} T \quad \text{ت.ع :}$$



(1.2) - تمثيل متجهتي المجالين \vec{B}_1 و \vec{B}_2 في النقطة M

بالسلم : $1 cm \rightarrow 1 mT$

(2.2) - مبيانيا نجد طول سهم المتجهة \vec{B} تقريبا $5,5 cm$

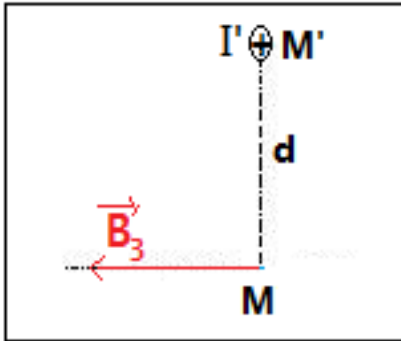
باستعمال السلم نحصل على : $B \approx 5,5 mT$

(3.2) - التحقق من قيمة B باستعمال العلاقة :

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1 \cdot B_2 \cdot \cos(\vec{B}_1, \vec{B}_2)}$$

$$B = \sqrt{2^2 + 4^2 + 2 \times 2 \times 4 \times \cos(60^\circ)} \approx 5,5 mT \quad \text{ت.ع :}$$

(4.2) - أ- تمثيل متجهة المجال \vec{B}_3 الذي يحدثه السلك بدون سلم (أنظر الشكل) .

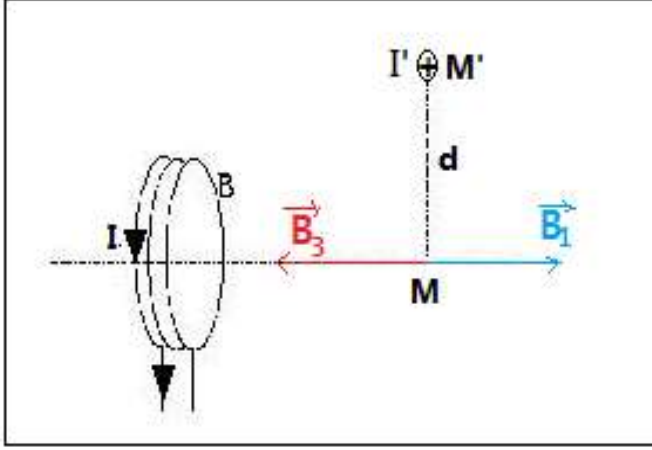


مميزات المتجهة \vec{B}_3 :

- نقطة التأثير : النقطة M' .
- خط التأثير : المستقيم الأفقي المار من النقطة M والعمودي على السلك .
- المنحنى : نحو اليسار (نستعمل قاعدة ملاحظ أمبير أو اليد اليمنى) .

$$B_3 = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{10}{10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-3} T = \quad \text{ت.ع :} \quad B_3 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I'}{d}$$

$2 mT$



ب- تمثيل متجهتي المجالين \vec{B}_1 و \vec{B}_3 أنظر الشكل جانبه :

لدينا : $\vec{B}' = \vec{B}_1 + \vec{B}_3$ بما أن للمتجهتين \vec{B}_1 و \vec{B}_3 نفس

الإتجاه ونفس الشدة ومنحيان متعاكسان فإن :

$$B' = B_1 - B_3 = 0$$

نستنتج ان المجال B' الناتج عن تراكب المجالين \vec{B}_1 و \vec{B}_3 منعدم .