MR: HAMDI
ABDEL GAWWAD

دائرة التعليم والمعرفة

SECONDSEMESTER الفصل الدراسي الثاني

12 AD

PHYSICS الفيزياء

Physics

2024

الصف الثاني عشر متقدم

8

المجالات المغناطيسية للتيار الكهربائي المستمر

اعداد الأستاذ / حمدي عبد الجواد

HAMDY ABD ELGAWWA

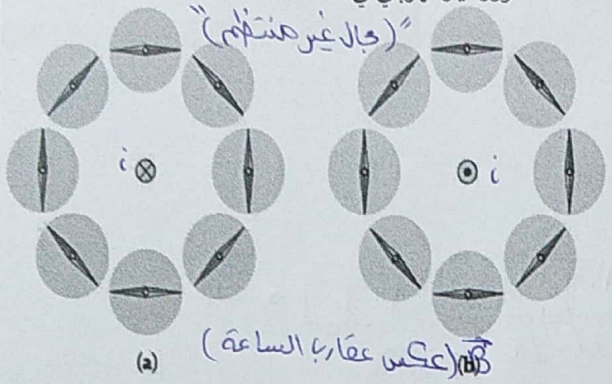
الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

CamScanner

قانون بيو سافار Biot-Savart Law

* بعد اكتشاف أورستيد التأثير المغناطيسي لسلك يمر فيه تيار قام العالمان بايو-سافار بعدة تجارب كانت حصيلتها بناء علاقة رياضية بواسطتها يمكن حساب شدة المجال عند أي نقطة في الفراغ حول سلك موصل يحمل تيارً كهربائياً .

- لاحظ العالم أورستيد انحراف إبرة البوصلة الموضوعة بالقرب من سلك عند مرور تيار كهربائي في السلك .
- انحراف البوصلة يعتمد على موقعها واتجاه التيار المار .
- التيار المتدفق في السلك يولد مجال مغناطيسي على شكل دوائر متحدة المركز حول السلك واتجاهه يعتمد على اتجاه التيار المار .
- تتغير شدة المجال بالاقتراب أو بالابتعاد عن محور السلك (تقل كلما ابتعدنا عن السلك والعكس صحيح)
- الشكل (a) السلك يعامد الصفحة واتجاه التيار للداخل .
- الشكل (b) السلك يعامد الصفحة واتجاه التيار للخارج .



- أثبت العالمان بيو - سافار أنّ المجال المغناطيسي الناتج عن عنصر التيار $i\vec{ds}$ يتحدد من العلاقة :

$$d\vec{B} = \frac{\mu_\circ}{4\pi}\frac{\overrightarrow{ids}\,x\hat{r}}{r^2}$$

حيث أن :

- $i\vec{ds}$: عبارة عن متجه تفاضلي ds يشير في الاتجاه الذي يتدفق فيه التيار على طول الموصل .
- $\vec{r}$ هو متجه الموقع المقيس من عنصر التيار إلى النقطة التي يحدد عندها المجال.
- $\mu_\circ$: معامل النفاذية المغناطيسية للفراغ وهي تساوي $(\mu_\circ = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A)$

يمكن كتابة المعادلة للوسط الهواء أو الفراغ بالشكل الآتي :

$$d\vec{B} = \frac{\mu_\circ}{4\pi}\frac{ids\sin\theta}{r^2}$$

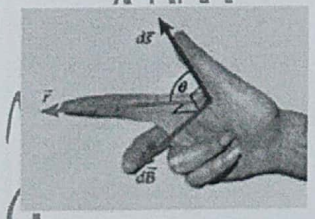
- θ الزاوية المحصورة بين اتجاه متجه الموقع وعنصر التيار وقيمتها المحتملة $(0^\circ - 180^\circ)$.

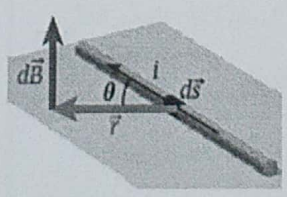
قانون بيوسافار هو القانون العام لحساب مقدار المجال المغناطيسي عند أي توزيع للتيار

* لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي :

(نستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى) حيث أن :

- الابهام يشير إلى اتجاه عنصر التيار التفاضلي $(d\vec{s})$
- السبابة تشير إلى اتجاه الموقع ($\vec{r}$)
- الوسطى تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي التفاضلي $(d\vec{B})$





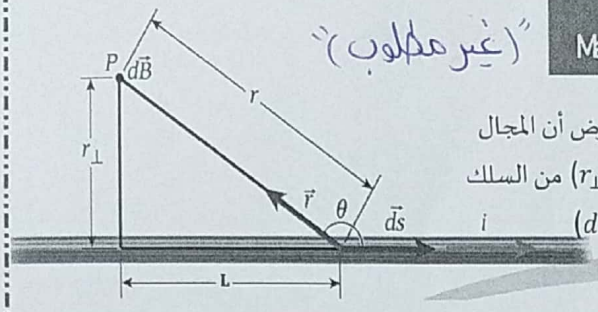
الآن علينا أن نجد وبدقة المجالات المغناطيسية المتكونة من تشكيلات مختلفة من التيارات ولنبدأ :

بإيجاد المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار يمر في سلك مستقيم طويل .

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

المجالات المغناطيسية الناتجة عن مرور التيار
Magnetic Fields due to Current Distributions

("غير مطلوب")



*لو كان لدينا سلك مستقيم لا متناهي الطول يحمل تياراً (i) ولنفترض أن المجال المغناطيسي (dB) عند النقطة (P) التي تمثل المسافة العمودية $(r_\perp)$ من السلك ويتحدد مقدار المجال عند تلك النقطة الناتجة عن عنصر التيار (ds) i من خلال المعادلة :

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

يمكن الربط بين (r, θ) بـ $(L, r_\perp)$ من خلال

$$r = \sqrt{L^2 + r_\perp{}^2}$$

$$\sin\theta = \sin(\pi - \theta) = r_\perp / \sqrt{L^2 + r_\perp{}^2}$$

وبالتعويض عن هذه المتغيرات في المعادلة السابقة نحصل على :

$$B = \frac{\mu_\circ i}{2\pi}\int_0^\infty \frac{r_\perp dL}{(L^2+r^2{}_\perp)^{3/2}}$$ (غير مطلوب الحل بالتكامل)

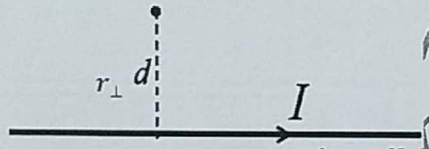
ملاحظات هامة

* إذا كانت المسافة العمودية على بعد أقل بكثير من طول السلك $(L \gg d)$ فإن مقدار المجال يحسب من العلاقة :

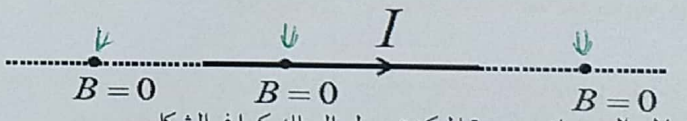
$$B = \frac{\mu_\circ i}{2\pi d}$$ (العلاقة المطلوبة)

i : شدة التيار المار في السلك

d : بعد النقطة عن السلك



** المجال على محور السلك أو امتداده يساوي صفر كما في الشكل .

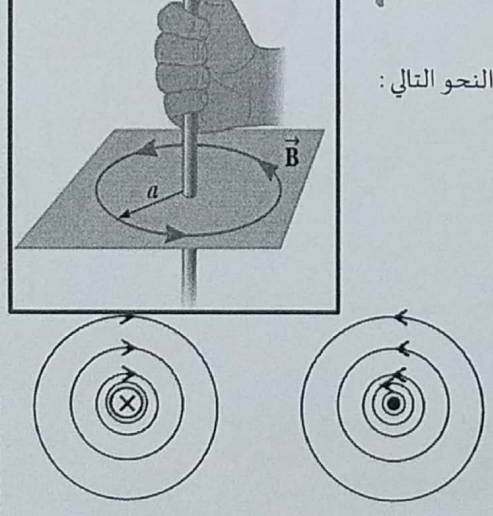


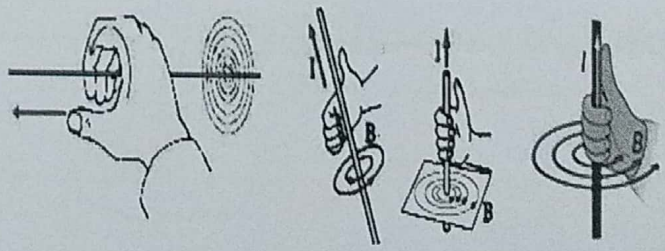
شكل المجال : دوائر متحدة المركز تحيط بالسلك كما في الشكل .

* يحدد اتجاه خطوط المجال باستخدام (القاعدة الثالثة لليد اليمنى) على النحو التالي :

الإبهام يشير لاتجاه (i) والأصابع مع $(\vec{B})$ كما في الأشكال التالية :

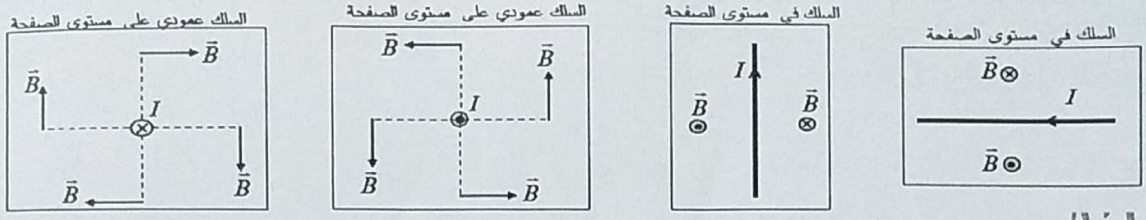
نوع المجال : مجال غير منتظم



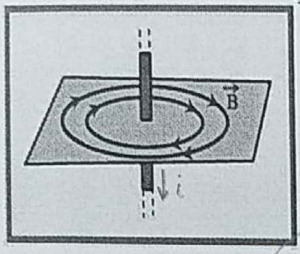


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

تحديد اتجاه المجال عند نقطة .



س1) يبيّن الشكل سلكاً مستقيماً يمر به تيار مستمر فيتولد حوله مجال مغناطيسي . أجب عما يلي :



① حدد على الرسم اتجاه التيار المار في السلك . لأسفل

② إذا زيدت شدة التيار المار في السلك فماذا يحدث للبعد بين خطوط المجال المغناطيسي المتولد ؟ فسر إجابتك

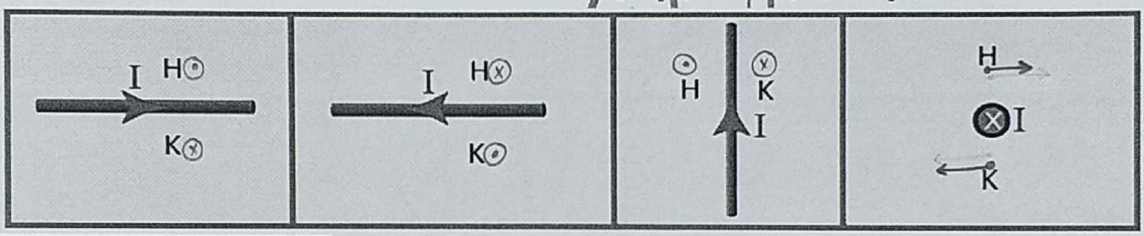
$B = \frac{\mu i}{2\pi d}$ علاقة طردية

عند تباعد خطوط المجال ، التيار يزيد .

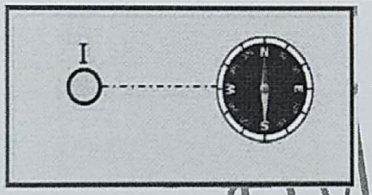
(علاقة عكسية بين التيار والمسافة)

س2) الأشكال التالية تُمثّل أسلاك مستقيمة تحمل تيارات كهربائية مستمرة ،

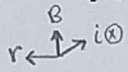
❖ حدد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن كل سلك منها في النقاط (H ,K)



س3) الشكل المجاور سلك مستقيم عمودي على الورقة يمر به تيار كهربائي ووضع بالقرب منه بوصله اتخذت الوضع كما بالشكل، إذا علمت أنها تتأثر بالمجال المغناطيسي الناشئ عن التيار فقط



❖ حدد على السلك اتجاه التيار الكهربائي ؟ للداخل ⊗



س4) افترض أن لدينا سلك مستقيم وطويل ، فإذا مرت في السلك شحنة كهربائية مقدارها (15.0 C) خلال (1.5×10^{-3} s)

❖ احسب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد (26.0 m) عن محور السلك

$B = 7.7 \times 10^{-5}$ T

$B = \frac{\mu i}{2\pi d} = \frac{\mu \frac{q}{t}}{2\pi d} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(15/1.5\times10^{-3})}{(2)(\pi)(26)} = 7.7\times10^{-5}$

س5) يسري تيار كهربائي مستمر شدته ($i = 10.0\ A$) في سلك مستقيم وطويل. **احسب مقدار** شدة المجال المغناطيسي الناتج عند نقطة تقع على بعد ($d = 20.0\ cm$) من محور السلك.

$B = 1.0 \times 10^{-5}$ T

$B = \frac{\mu i}{2\pi d} \rightarrow \frac{(4\pi\times10^{-7})(10)}{(2)(\pi)(20\times10^{-2})} = 1\times10^{-5}\ T$

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

CamScanner

س6) سلك مستقيم وطويل موضوع في الهواء ، وينطبق على المحور (x) . احسب مقدار شدة المجال المغناطيسي الناتج عند النقطة M ($10.0\ cm$) وذلك عندما يمر في السلك تيار شدته $(i = 10.0\ A)$

B= 2.0 X 10-5 T

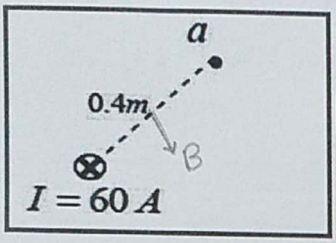
$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} \Rightarrow \frac{(4\pi \times 10^{-7})(10)}{(2\pi)(10\times10^{-2})} = 2\times10^{-5}\ T$

س7) يبلغ مقدار شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة $(d = 10.0\ cm)$ عن محور سلك مستقيم وطويل يمر به تيار كهربائي مستمر $(B=2.0 \times 10^{-5}\ T)$ جد شدة التيار الكهربائي المار في السلك .

I=10.0 A

$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} \Rightarrow 2\times10^{-5} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(i)}{(2\pi)(10\times10^{-2})} \Rightarrow i = 10A$

س8) سلك مستقيم طويل عمودي على مستوى الصفحة للداخل كما في الشكل المجاور :



1. احسب المجال المغناطيسي عند النقطة (a) وحدد اتجاهه على الشكل .

B= 3.0 X 10-5 T

لأسفل

$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d}$

$\frac{(4\pi \times 10^{-7})(60)}{(2\pi)(0.4)}$

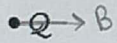
$B = 3\times10^{-5}\ T$

2. هل مجال السلك المستقيم منتظم أم غير منتظم ، برر إجابتك ؟

مجال غير منتظم (دوائر وليست خطوط)

مراجعة المفاهيم 8.1

سلك يحمل تيار i_{in} إلى داخل الصفحة كما يظهر في الشكل المجاور ، ما الاتجاه الذي يشير إلى المجال المغناطيسي عند (P , Q)؟

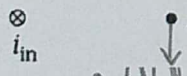


a) إلى اليمين عند النقطة P ولأعلى عند النقطة Q .

b) لأعلى عند النقطة P و إلى اليمين عند النقطة Q .

c) لأسفل عند النقطة P و إلى اليمين عند النقطة Q .

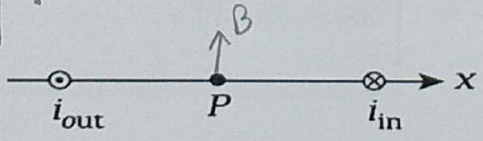
d) لأعلى عند النقطة P و إلى اليسار عند النقطة Q .



مراجعة المفاهيم 8.2

يمر في السلك 1 تيار يتدفق خارجاً من الصفحة i_{out} ، كما يظهر في الشكل المجاور. ويمر في السلك 2 تيار يتدفق إلى داخل الصفحة i_{in}

ما اتجاه المجال المغناطيسي عند P ؟



a) لأعلى في مستوى الصفحة .

b) إلى اليمين .

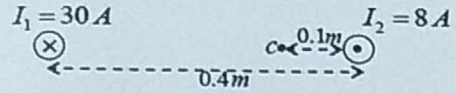
c) لأسفل في مستوى الصفحة .

d) إلى اليسار .

e) المجال المغناطيسي عند النقطة p يساوي صفراً.

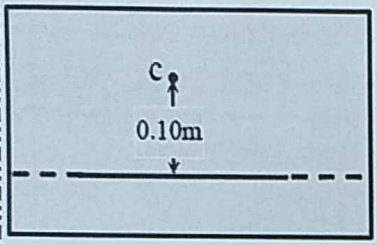
الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

س9) سلكان مستقيمان طويلان عموديان على الصفحة كما في الشكل . احسب شدة المجال المغناطيسي عند النقطة (C)



$B_{tot} = 3.6 \times 10^{-5}$ T

س10) يبين الشكل المجاور سلكاً مستقيماً وطويلاً يحمل تياراً كهربائياً مستمراً . إذا كان مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة C يساوي (0.4 G) واتجاهه عمودياً على مستوى الصفحة نحو الخارج . **أجب عما يلي :**



i= 20.0 A

a) احسب شدة التيار المار في السلك وحدد اتجاهه .

$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d}$

$(0.4 \times 10^{-4}) = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(i)}{(2\pi)(0.1)} \Rightarrow$

i=20A

للـيمين

b) احسب مقدار القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال على بروتون يتحرك في مستوى الصفحة من اليمين إلى اليسار لحظة مروره بالنقطة C بسرعة مقدارها (3.5×10^6 m/s) . **وحدد اتجاهها .**

$F_B = 2.24 \times 10^{-17}$ N

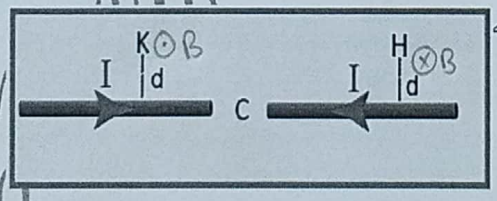
$F_B = qvB$

$(1.6 \times 10^{-19})(3.5 \times 10^6)(0.4 \times 10^{-4})$

$F_B = 2.24 \times 10^{-17}$ N

لأسفل

س11) في الشكل المجاور والذي يبيّن سلكان مستقيمان يقعان في مستوى الصـ



a) ما مقدار شدة المجال عند النقطة C؟ **فسر إجابتك .**

المجال على محور السلك أو امتداده

يساوي صفر.

b) قارن بين شدة المجال المغناطيسي في النقطتين H ,K

K = H

شدة المجال تقل كلما ابتعدنا عن السلك.

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

CamScanner