

☆ بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

الحقل المغناطيسيّ والحقل الأرضيّ

خطوط الحقل، وعناصر شعاع الحقل، والنواة الحديدية وعامل النفاذية، والحقل المغناطيسيّ الأرضيّ
الكهرباء والمغناطيسيّة . الوحدة 2 . الدرس 1 (1 من 3)

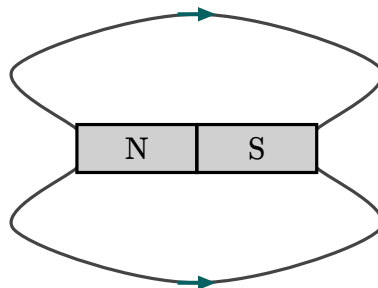
نبدأ الوحدة الثانية بالمغناطيس نفسه: كيف نصف الحقل المغناطيسيّ في نقطة، ولماذا تزيد نواة من الحديد شدّته، ولماذا تتّجه إبرة البوصلة نحو الشمال. نتابع مع الكتاب في الصفحات 64 إلى 68. وجاء في امتحان 2026 في دمشق سؤالٌ بعشرين درجة عن النواة الحديدية وعامل النفاذية المغناطيسيّ.

مفهوم الحقل المغناطيسيّ

نضع إبراً مغناطيسيّة صغيرة حرّة الحركة حول مغناطيسٍ مستقيم، كما في تجربة الكتاب في الصفحة 64، فتأخذ كلّ إبرة منحىً واتّجهاً معيّنين.

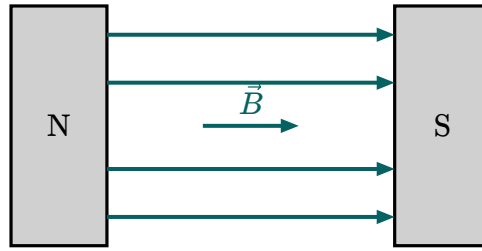
تذكّر: «نقول: إنّ منطقةً يسودها حقلٌ مغناطيسيّ إذا وُضِعَتْ فيها إبرةٌ مغناطيسيّة حرّة الحركة، فإنّها تخضعُ لأفعالٍ مغناطيسيّة.»
الكتاب، الصفحة 64.

تذكّر: «خطُّ الحقل المغناطيسيّ هو خطٌّ وهميّ يَمَسُّ في كلّ نقطةٍ من نقاطه شعاع الحقل المغناطيسيّ في تلك النقطة.» الكتاب،
الصفحة 64.



تتّجه خطوط الحقل المغناطيسيّ خارج المغناطيس من قطبه الشماليّ إلى قطبه الجنوبيّ، وتُكمل دورتها داخله من الجنوبيّ إلى الشماليّ، كما في الكتاب،
الصفحة 64. الرسم من عندنا.

وبين قطبيّ المغناطيس النضويّ تأخذ خطوط الحقل شكل خطوطٍ مستقيمةٍ متوازيةٍ لها الجهة نفسها، ثمّ تنحني خارج القطبين.



بين قطبي المغناطيس النضوي: للشعاع $\vec{B}$ المنحى نفسه والجهة نفسها والشدة نفسها في كل نقطة. الرسم من عندنا على شكل الكتاب، الصفحة 64.

تذكر: «يكون الحقل المغناطيسي منتظماً إذا كانت أشعة الحقل متوازية، ولها الشدة نفسها، والجهة ذاتها (متسايرة فيما بينها)». الكتاب، الصفحة 64.

في أي جهة تسير خطوط الحقل المغناطيسي خارج مغناطيس مستقيم؟

كيف أبدأ؟ تذكر جهة الإبرة المغناطيسية في كل نقطة.

(أ) من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي

(ب) من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي

(ج) تخرج من القطبين كليهما ولا تعود

ب. نعم: خارج المغناطيس من الشمالي إلى الجنوبي، وداخله من الجنوبي إلى الشمالي، فالخطوط مغلقة.

أين يكون الحقل المغناطيسي منتظماً؟

كيف أبدأ؟ الحقل المنتظم: أشعة متوازية، بالشدة نفسها والجهة نفسها.

(أ) حول المغناطيس المستقيم كله

(ب) قرب أحد القطبين حيث تتكاثف الخطوط

(ج) بين قطبي المغناطيس النضوي

ج. نعم: هناك خطوط مستقيمة متوازية لها الجهة نفسها، فالشعاع $\vec{B}$ القيمة نفسها في كل نقطة.

عناصر شعاع الحقل المغناطيسي

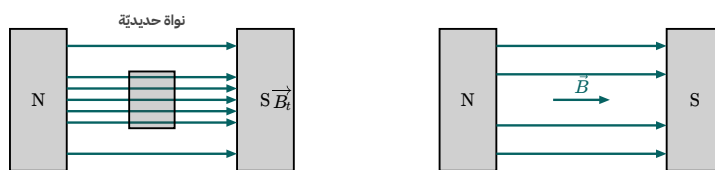
«يمكن تحديد عناصر شعاع الحقل المغناطيسي لمغناطيس بواسطة إبرة مغناطيسية موضوعة في النقطة المراد تعيين شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ فيها بعد استقرارها» الكتاب، الصفحة 65:

تذكر: «الحامل: المستقيم الواصل بين قطبي الإبرة المغناطيسية. الجهة: من القطب الجنوبي للإبرة إلى قطبها الشمالي. الشدة: تزداد بازدياد سرعة اهتزاز الإبرة المغناطيسية في تلك النقطة، وتقدر في الجملة الدولية بوحدة التسلا T». الكتاب، الصفحة 65.

انتبه:  جهة الشعاع من القطب الجنوبي للإبرة إلى قطبها الشمالي، أي يشير القطب الشمالي للإبرة إلى جهة $\vec{B}$.

الحقل المغناطيسي بوجود الحديد

تحتاج بعض الأجهزة، كمكبر الصوت، إلى حقول مغناطيسية شديدة. في تجربة الكتاب، الصفحة 65، ننثر برادة الحديد على لوحٍ زجاجيٍّ فوق مغناطيسٍ نصويٍّ، ثم نكرر التجربة بعد أن نضع بين قطبيه نواةً حديديةً.



1. دون نواة: خطوط متوازية متباعدة: الحقل الأصلي $\vec{B}$.
2. مع نواة حديدية: تتقارب البرادة عند طرفي النواة، أي تتكاثف خطوط الحقل ضمنها: الحقل الكلي $\vec{B}_t$ أشد.

تجربة الكتاب في الصفحة 65، دون النواة الحديدية ومعها. الرسم من عندنا.

تذكر: «تتمغنط نواة الحديد، ويتولد منها حقل مغناطيسي $\vec{B}'$ إضافي يُضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي الممغنط $\vec{B}$ فيشكل حقلاً مغناطيسياً كلياً $\vec{B}_t$ ». الكتاب، الصفحة 65.

«يُستفاد من وضع النواة الحديدية بين قطبي المغناطيس النصوي في زيادة شدة الحقل المغناطيسي». الكتاب، الصفحة 65.

عامل النفاذية المغناطيسي

يسمى الكتاب، في الصفحة 66، النسبة بين شدة الحقل الكلي B_t بوجود النواة الحديدية بين قطبي المغناطيس وشدة الحقل المغناطيسي الأصلي B عامل النفاذية المغناطيسي μ :

$$\mu = \frac{B_t}{B}$$

تذكر: « μ : عامل النفاذية المغناطيسي لا واحدة قياس له. » و«يتعلّق عامل النفاذية المغناطيسي بعاملين، هما: طبيعته المادّة من حيث قابليته للمغنطة، وشدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$ ». الكتاب، الصفحة 66. و B_t و B كلتاها بواحدة التسلا.

مثال من عندنا: شدة الحقل بين قطبي مغناطيسي نضوي $B = 2 \times 10^{-3} \text{ T}$ ، ونضع بينهما نواة حديدية فتصبح شدة الحقل الكلي $B_t = 0.8 \text{ T}$. احسب عامل النفاذية المغناطيسي للنواة.

$$\mu = ?$$

1. العلاقة النسبة بين الحقل الكلي والحقل الأصلي:

$$\mu = \frac{B_t}{B}$$

2. التعويض الواحدتان متماثلتان فتختصران:

$$\mu = \frac{0.8}{2 \times 10^{-3}} = 400$$

الحقل بوجود النواة أشد بأربعمئة مرة، و μ عدد بلا واحدة:

$$\mu = 400$$

انتبه: 🇳🇵 اكتب μ لا μ_0 : في سلم تصحيح امتحان 2026 في دمشق يخسر الطالب درجة إذا كتب μ_0 . μ هنا عدد بلا واحدة، فلا تكتب بعده T .

شدة الحقل الأصلي $B = 4 \times 10^{-3} \text{ T}$ ، وشدة الحقل الكلي بوجود نواة حديدية $B_t = 1.2 \text{ T}$. ما قيمة عامل النفاذية المغناطيسي؟

| كيف أبدأ؟ أي الحقلين في البسط؟ وهل للنتيجة واحدة؟

(أ) $\mu = 300 \text{ T}$

(ب) $\mu \approx 3.3 \times 10^{-3}$

(ج) $\mu = 300$

ج. نعم: $\mu = \frac{1.2}{4 \times 10^{-3}} = 300$ ، عدد بلا واحدة.

بأي شيء يتعلّق عامل النفاذية المغناطيسي؟

| كيف أبدأ؟ يذكر الكتاب عاملين، لا عاملاً واحداً.

(أ) بطبيعة المادة وبشدة الحقل الممغنط

(ب) بطبيعة المادة وحدها

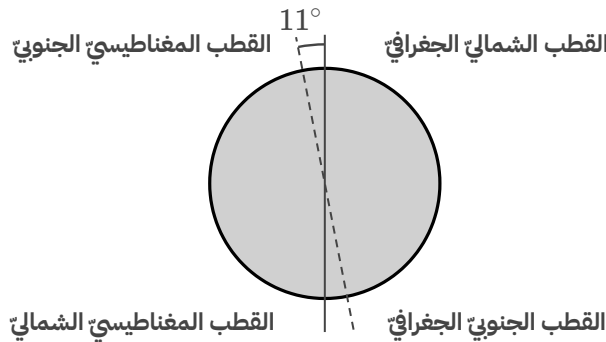
(ج) بشدة الحقل الممغنط وحدها

أ. نعم: طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغنطة، وشدة الحقل المغناطيسي الممغنط $\vec{B}$ ، كما في الكتاب، الصفحة 66.

الحقل المغناطيسي الأرضي

لماذا تتّجه إبرة مغناطيسيّة في نقطةٍ ما من سطح الأرض نحو الشمال الجغرافي تقريباً؟ يقول الكتاب في الصفحة 66: «إنّ منشأ المغناطيسيّة الأرضيّة مُعقّد وغير معروفٍ بدقّةٍ حتى الآن.» ويعزوها العلماء إلى الشحنات المتحرّكة في سوائِل جوف الأرض، فهي تولّد تياراتٍ كهربائيّةٍ تنشأ عنها حقولٌ مغناطيسيّة.

وتسلك الأرض، كما في الكتاب في الصفحة 67، سلوك مغناطيسيّ مستقيمٍ كبيرٍ منتصفه في مركزها، يميل محوره قرابة 11° عن محور دوران الأرض، فلا يطابق قطباه المغناطيسيّان قطبيها الجغرافيّين.



المحور الجغرافي متّصل، والمحور المغناطيسيّ متقطع، وبينهما قرابة 11° . الرسم من عندنا على شكل الكتاب، الصفحة 67.

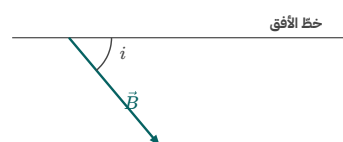
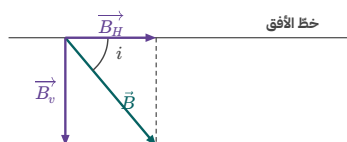
انتبه: «القطب المغناطيسيّ الجنوبيّ للأرض يقع بالقرب من القطب الشماليّ الجغرافي» الكتاب، الصفحة 67. ولذلك يتّجه إليه القطب الشماليّ للإبرة: القطبان المختلفان يتجاذبان.

عناصر شعاع الحقل المغناطيسيّ الأرضي

نضع إبرة مغناطيسيّة محور دورانها أفقيّ، تدور في مستوي الزوال المغناطيسيّ: عند أحد القطبين المغناطيسيّين تستقرّ شاقوليّة، بزاويةٍ قرابة 90° مع خطّ الأفق، وعند خطّ الاستواء المغناطيسيّ تنطبق على الأفق. «تُسمّى الزاوية بين مُستوي إبرة محور

دورانها أفقي وخط الأفق زاوية الميل i . « الكتاب، الصفحة 67.

ونضع إبره محور دورانها شاقولي بعيدة عن أي تأثير مغناطيسي آخر، فتستقر موازية لخط أفقي يُسمى خط الزوال المغناطيسي. والزاوية بين مستوي الزوال المغناطيسي ومستوي الزوال الجغرافي هي زاوية الانحراف المغناطيسي، ومقدارها بين 0° و 180° ، كما في الصفحة 67.



2. المركبتان: نحلل $\vec{B}$ إلى مركبة أفقية

$\vec{B}_H$ ومركبة شاقولية $\vec{B}_v$.

1. الشعاع $\vec{B}$: في مستوي الزوال

المغناطيسي يصنع شعاع الحقل الأرضي مع خط الأفق زاوية الميل i .

شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي ومركباته، كما في الكتاب، الصفحة 68. الرسم من عندنا.

$$B_H = B \cos i$$

$$B_v = B \sin i$$

تذكر: «ملاحظة: تأخذ الإبرة المغناطيسية لبوصلة محور دورانها شاقولي منحى المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي الأرضي $\vec{B}_H$ في مستوي الزوال المغناطيسي، في حين تأخذ الإبرة الحرة الحركة منحى الحقل المغناطيسي الكلي $\vec{B}$. « الكتاب، الصفحة 68.

مثال من عندنا: شدة الحقل المغناطيسي الأرضي في مكان ما $B = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ، وزاوية الميل $i = 60^\circ$. احسب المركبتين الأفقية والشاقولية.

$$B_H, B_v = ?$$

1. المركبة الأفقية مع جيب التمام، والزاوية مع خط الأفق:

$$B_H = 5 \times 10^{-5} \times \cos 60^\circ$$

$$B_H = 2.5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

2. المركبة الشاقولية مع الجيب:

$$B_v = 5 \times 10^{-5} \times \sin 60^\circ$$

$$B_v \approx 4.33 \times 10^{-5} \text{ T}$$

زاوية الميل بين $\vec{B}$ والأفق، فالأفقية مع $\cos i$ والشاقولية مع $\sin i$:

$$B_H = B \cos i$$

$$B_v = B \sin i$$

شدة الحقل المغناطيسي الأرضي $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$ ، وزاوية الميل $i = 30^\circ$. ما شدة المركبة الأفقية B_H ؟

| كيف أبدأ؟ زاوية الميل مع خط الأفق، فأني النسبتين المثلثيتين للمركبة الأفقية؟

(أ) $B_H = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$

(ب) $B_H \approx 3.46 \times 10^{-5} \text{ T}$

(ج) $B_H = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$

ب. نعم: $B_H = 4 \times 10^{-5} \times \cos 30^\circ \approx 3.46 \times 10^{-5} \text{ T}$.

ماذا يُظهر منحنى إبرة بوصلة محور دورانها شاقولي؟

| كيف أبدأ؟ الإبرة تدور في مستوي أفقي فقط.

(أ) منحنى المركبة الأفقية للحقل الأرضي

(ب) منحنى الحقل المغناطيسي الأرضي الكلي

(ج) منحنى المركبة الشاقولية

أ. نعم: تأخذ منحنى $\vec{B_H}$ في مستوي الزوال المغناطيسي، كما في ملاحظة الكتاب، الصفحة 68.

المصدر: الفيزياء، الصفحات 64 إلى 68 من الطبعة الرسمية 2025 / 2026.