

☆ بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

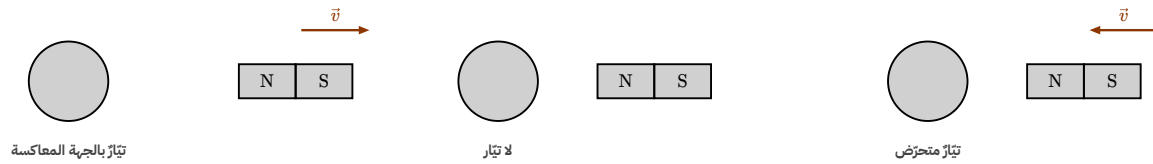
قانونا فاراداي ولنز

التحريض الكهرومغناطيسي: متى يتولد تيارٌ متحرّض، وما جهته، وما قوّته المحركة الكهربائية
الكهرباء والمغناطيسية . الوحدة 2 . الدرس 3 (1 من 3)

رأينا أنّ التيار يُولد حقلًا مغناطيسيًا. والسؤال الآن معكوس: هل يُولد الحقل المغناطيسي تيارًا؟ هذا هو التحريض الكهرومغناطيسي، وعليه تقوم المولدات والمحولات. تابع مع الكتاب في الصفحات 99 إلى 104.

قانون فاراداي

في تجربة الكتاب (1)، الصفحة 99، نقرب مغناطيساً من وشيعةٍ موصولةٍ بمقياس ميكرو أمبير، ثم نتركه ساكنًا، ثم نبعده. وفي التجربة (2)، الصفحة 100، وشيعةٍ متقابلتان، الأولى موصولةٌ بمولدٍ تيارٍ متناوب، والثانية بمصباحٍ ومقياس، دون أن نحرك شيئًا.



1. نقرب المغناطيس: ينحرف المؤشر: يمرّ تيارٌ في دارة الوشيعة.
2. المغناطيس ساكن: يعود المؤشر إلى الصفر: لا تيار.
3. نبعد المغناطيس: ينحرف المؤشر بالجهة المعاكسة.

فكرة التجربة (1) في الكتاب، الصفحة 99، وفيها الوشيعة موصولةٌ بمقياس ميكرو أمبير، مرسومةٌ كما في الصفحة 101 حلقةً أمام المغناطيس. الرسم من عندنا.

تقريب المغناطيس أو إبعاده يغيّر التدفق الذي يجتاز الوشيعة. وفي التجربة (2) تولّد الوشيعة الأولى حقلًا متناوبًا، فيتغيّر التدفق في الثانية دون حركة، وبضيء المصباح. والتيار المتولد «يُدعى بالتيار الكهربائي المُتحرّض» الكتاب، الصفحة 100.

تذكّر: قانون فاراداي، الكتاب، الصفحة 100: «يتولد تيارٌ كهربائيٌ مُتحرّض في دارةٍ مُغلقةٍ إذا تغيّر التدفق المغناطيسي الذي يجتازها ويدوم هذا التيارُ بدوامٍ تغيّر التدفق لينعدم عند ثبات التدفق المغناطيسي المُتحرّض.»

مغناطيس ساكنٌ داخل وشيعةٍ مغلقة. هل يمرّ في الوشيعة تيارٌ متحرّض؟

| كيف أبدأ؟ ما شرط التيار المتحرّض في قانون فاراداي؟

(أ) لا، لأنّ التدفق الذي يجتازها ثابت

(ب) نعم، لأنّ الحقل داخلها شديد

(ج) نعم، لأنّ المغناطيس داخل الوشيعة

أ. نعم: التيار المتحرّض يدوم بدوامٍ تغيّر التدفق، وينعدم عند ثباته.

قانون لنز

تذكر: نتائج تجربة الكتاب، الصفحة 102: «إنَّ تقريبَ القطبِ الشمالي من أحدِ وجهي الوشيعة يولّدُ فيها تياراً كهربائياً مُتحرّضاً فيولّدُ بدوره حقلاً مغناطيسياً مُتحرّضاً، جهتهُ بعكسِ جهةِ الحقلِ النّاجمِ عن المغناطيسِ المُحرّضِ»، وإبعاده يولّدُ حقلاً متحرّضاً «تتفقُ جهتهُ مع جهةِ الحقلِ النّاجمِ عن المغناطيسِ المُحرّضِ».

تذكر: قانون لنز، الكتاب، الصفحة 102: «إنَّ جهةَ التيارِ المُتحرّضِ في دائرةٍ مُغلّقة تكونُ بحيثُ يَنْتِجُ أفعالاً تعاكسُ السّببَ الذي أدّى إلى حدوثه.»

فإذا قرّبنا القطب الشمالي صار وجه الوشيعة المقابل وجهاً شمالياً يدفعه، وإذا أبعدناه صار وجهاً جنوبياً يجذبه. الوشيعة «تسعى لإنقاص التدفق» حين يتزايد، و«لزيادة التدفق» حين ينقص.

نقرّب القطب الجنوبي لمغناطيسٍ من وجه وشيعةٍ مغلقة. ما نوع الوجه المقابل للمغناطيس؟
| كيف أبدأ؟ التيار المتحرّض يعاكس سبب حدوثه، أي التقريب.

- (أ) وجه شمالي
- (ب) وجه جنوبي
- (ج) لا يتكوّن وجه

ب. نعم: الوجه الجنوبي يدفع القطب الجنوبي المقرب، فيعاكس التقريب.

القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة

«إنَّ مرورَ تيارٍ كهربائي في أيّ دائرةٍ مُغلقةٍ يكافئ وضعَ موّليٍّ فيها يمتأزُّ بقوةٍ مُحركةٍ كهربائيةٍ مُتحرّضةٍ $\mathcal{E}$ » الكتاب، الصفحة 102. وفي نشاط الكتاب نقرأ مقياس الميلي فولت: مغناطيسان ملتصقان بالزمن نفسه يعطيان ضعف القراءة، ومغناطيس واحدٌ بنصف الزمن يعطي ضعفها أيضاً.

تذكر: الكتاب، الصفحة 103: القوة المحركة الكهربائية المتحرّضة تتناسب طردياً مع تغيّر التدفق المحرّض $d\bar{\Phi}$ ، وعكساً مع زمن تغيّره dt ، «حيثُ تسجّم الإشارة السالبة مع قانون لنز»:

$$\bar{\mathcal{E}} = - \frac{d\bar{\Phi}}{dt}$$

مثال من عندنا: وشيعة من 100 لفّة، مساحة كلّ منها 20 cm^2 ، محورها يوازي حقلاً منتظماً تزداد شدّته بانتظامٍ من الصفر إلى 0.3 T خلال 0.1 s . احسب القيمة المطلقة للقوة المحركة المتحرّضة، ثمّ شدّة التيار إذا كانت مقاومة الدارة 5Ω .

$$|\varepsilon|, i = ?$$

1. تغيّر التدفق $s = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ، والحقل يوازي الناطم:

$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= N s \Delta B \\ \Delta\Phi &= 100 \times 2 \times 10^{-3} \times 0.3 \\ \Delta\Phi &= 6 \times 10^{-2} \text{ Wb}\end{aligned}$$

2. القوة المحركة القيمة المطلقة:

$$|\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{6 \times 10^{-2}}{0.1} = 0.6 \text{ V}$$

3. شدّة التيار الدارة مغلقة:

$$i = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{0.6}{5} = 0.12 \text{ A}$$

القوة المحركة المتحرّضة سرعة تغيّر التدفق، والإشارة السالبة جهة التيار بحسب لنز:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

انتبه: لا تنس عدد اللّفات في التدفق، ولا تنس تحويل المساحة إلى المتر المربع. والإشارة السالبة ليست خطأً حسابياً، بل هي قانون لنز.

يتغيّر التدفق الذي يجتاز دائرة بانتظامٍ بمقدار 0.02 Wb خلال 0.5 s . ما القيمة المطلقة للقوة المحركة المتحرّضة؟

$$|\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \text{كيف أبدأ؟}$$

$$|\varepsilon| = 0.01 \text{ V} \quad (\text{أ})$$

$$|\varepsilon| = 25 \text{ V} \quad (\text{ب})$$

$$|\varepsilon| = 0.04 \text{ V} \quad (\text{ج})$$

$$\text{ج. نعم: } |\varepsilon| = \frac{0.02}{0.5} = 0.04 \text{ V}$$

إذا قَرَبنا المغناطيس من الوشيعَة في نصف الزمن، فإنَّ القيمة العظمى للقوَّة المحرَّكة المتحرَّضة:

| كيف أبدأ؟ التغيُّر نفسه في زمنٍ أقصر.

(أ) تتضاعف

(ب) تنقص إلى النصف

(ج) لا تتغيَّر

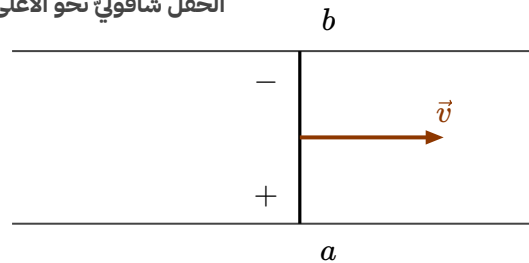
أ. نعم: التغيُّر نفسه في نصف الزمن، كما في نشاط الكتاب، الصفحة 103.

التعليل الإلكتروني

في تجربة السكَّتين التحريضيتين، الصفحة 104، نستبدل بالمولّد مقياس ميكرو أمبير، ونُدحرج الساق الناقلة على السكَّتين في حقلٍ شاقوليٍّ، فينحرف المؤشِّر.

تذكّر: الكتاب، الصفحة 104: عند تحريك الساق بسرعةٍ عموديَّةٍ على الحقل تتحرَّك إلكتروناتها الحرَّة معها، فتخضع للقوَّة المغناطيسيَّة $\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$ مع $q = -e$ للإلكترون، فتتحرك داخل الساق، «وتتولَّد قوَّةٌ محرَّكة كهربائيَّة تحريضيةٌ تُسبِّبُ مرورَ تيارٍ كهربائيٍّ مُتحرِّضٍ عبر الدَّارة المُغلَّقة؛ جهته الاصطلاحيَّة بعكسِ جهة حركة الإلكترونات الحرَّة».

الحقل شاقوليٌّ نحو الأعلى



عند فتح الدارة تتراكم الإلكترونات في أحد طرفي الساق، ويكتسب الآخر شحنةً موجبة، فينشأ بين الطرفين فرقٌ في الكمون يمثِّل القوَّة المحرَّكة المتحرَّضة $\varepsilon = U_{ab}$ ، كما في الكتاب، الصفحة 104، الرسم من عندنا.

ساقٌ تتحرَّك على سكَّتين معزولتين، أي الدارة مفتوحة، بسرعةٍ عموديَّةٍ على حقلٍ مغناطيسيٍّ. ماذا يحدث؟

| كيف أبدأ؟ هل يمرّ تيارٌ في دائرةٍ مفتوحة؟

(أ) يمرّ تيارٌ متحرَّض في الساق

(ب) لا يحدث شيء

(ج) ينشأ بين طرفيها فرقٌ في الكمون دون تيار

ج. نعم: $\varepsilon = U_{ab}$ ، كما في الكتاب، الصفحة 104.

ما سبب حركة الإلكترونات الحرة داخل الساق المتحركة في الحقل؟

| كيف أبدأ؟ الإلكترونات تتحرك مع الساق في حقل مغناطيسي.

(أ) حقل كهربائي من مولد في الدارة

(ب) القوة المغناطيسية $-e \vec{v} \wedge \vec{B}$

(ج) ثقل الإلكترونات

ب. نعم: الإلكترونات تتحرك بسرعة الساق في الحقل، فتخضع للقوة المغناطيسية.

المصدر: الفيزياء، الصفحات 99 إلى 104 من الطبعة الرسمية 2025 / 2026.