

☆ بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

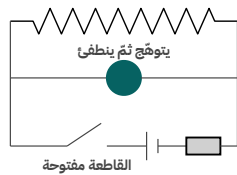
التحريض الذاتي والطاقة

الوشية تحرّض نفسها: ذاتية الوشية، والقوة المحركة الذاتية، والطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة
الكهرباء والمغناطيسية . الوحدة 2 . الدرس 3 (3 من 3)

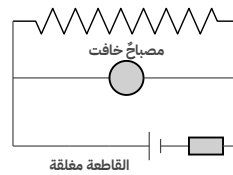
حين يتغير التيار في وشية يتغير الحقل الذي تولّده هي نفسها، فيتغير التدفق الذي يجتازها، فتتحرّض. هذا هو التحريض الذاتي، وعليه يقوم درس الدارات المهتزة بعده. تابع مع الكتاب في الصفحات 111 إلى 114. وجاء التحريض الذاتي مسألة في الدورة الأولى 2024.

التحريض الذاتي

في تجربة الكتاب، الصفحة 111، وشية على التفرع مع مصباح، ثم قاطعة وبيل ومقاومة متغيرة. نحرك الزاقله حتى يصبح المصباح خافتاً، ثم نفتح القاطعة، ثم نغلقها من جديد.



2. نفتح القاطعة: يتوهج المصباح بشدة قبل أن ينطفئ، مع أن المولد فُصل.



1. القاطعة مغلقة: يمرّ التيار في الوشية والمصباح خافت.

تجربة الكتاب، الصفحة 111. الرسم من عندنا.

تذكر: الكتاب، الصفحة 111: فتح القاطعة «يؤدي إلى تناقص شدة التيار المارّ في الوشية، فيتناقص تدفق الحقل المغناطيسيّ المتولّد في الوشية خلال الوشية ذاتها، الأمر الذي يولّد قوةً كهربائيةً مُحركةً مُتحرّضةً في الوشية أكبر من القوة المُحرّكة الكهربائية للمولد». وعند الإغلاق تنشأ قوةً مُحركةً عكسيّة تمانع مرور التيار، فيزداد تدريجياً.

تذكر: «إنّ الوشية قامت بدورٍ مُحرضٍ ومُتحرّضٍ في آنٍ واحدٍ، لذلك ندعو الدّارة بالدّارة المُتحرّضة الدّاتية وندعو الحادثة تحريضاً ذاتياً». الكتاب، الصفحة 111.

لماذا يتوهج المصباح بشدة لحظة فتح القاطعة في تجربة الكتاب؟

| كيف أبدأ؟ ما الذي يتغير في الوشيلة لحظة الفتح؟

(أ) لأنّ الموّلد يعطي تياراً أكبر لحظة الفصل

(ب) لأنّ تناقص التيار السريع يولّد في الوشيلة قوّة محرّكة كبيرة

(ج) لأنّ مقاومة المصباح تنقص

ب. نعم: سرعة تناقص التيار كبيرة جداً لحظة الفتح، فالقيمة المطلقة للقوّة المحرّكة الذاتية كبيرة.

ذاتية الوشيلة

نتبع الكتاب، الصفحة 112: وشيلة طويلة دون نواة حديدية من N لفّة، مساحة لفّتها s ، وطولها ℓ ، يمرّ فيها التيار i .

$$\bar{\Phi} = ?$$

1. الحقل حقل الوشيلة:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Ni}{\ell}$$

2. التدفق الذاتي تدفق هذا الحقل خلال الوشيلة ذاتها:

$$\bar{\Phi} = NsB = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2s}{\ell} i$$

أمثال شدة التيار مقدار ثابت يميّز الوشيلة، «يُدعى ذاتية الوشيلة L ، واحدة قياسها في الجملة الدوليّة هي الهنري H » الكتاب، الصفحة 112:

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2s}{\ell}$$

$$\bar{\Phi} = L i$$

ومن قانون فاراداي تصبح القوّة المحرّكة الكهربائيّة المتحرّضة الذاتية بدلالة شدة التيار المتغيّر:

$$\bar{\varepsilon} = -L \frac{di}{dt}$$

انتبه: ℓ في علاقة الذاتية طول الوشيلة، لا طول سلكها. وإذا أعطاك السؤال طول السلك ℓ' فعدد اللّفات $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$.

تتغير شدة التيار في وشيعة ذاتيتها 0.2 H بانتظام من 0 إلى 3 A خلال 0.1 s . ما القيمة المطلقة للقوة المحركة الذاتية؟

كيف أبدأ؟ $|\varepsilon| = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$

(أ) $|\varepsilon| = 6 \text{ V}$

(ب) $|\varepsilon| = 0.06 \text{ V}$

(ج) $|\varepsilon| = 0.6 \text{ V}$

أ. نعم: $|\varepsilon| = 0.2 \times \frac{3}{0.1} = 6 \text{ V}$

إذا ضاعفنا عدد لفات وشيعة مع بقاء طولها ومساحة لفتها، فإن ذاتيتها:

كيف أبدأ؟ N في العلاقة مربع.

(أ) تتضاعف

(ب) لا تتغير

(ج) تصبح أربعة أمثالها

ج. نعم: N^2 يصبح أربعة أمثاله.

الطاقة الكهرومغناطيسية المخزنة في وشيعة

في التجربة أضاء المصباح بعد فصل المولد، فالوشيعة «تخزن طاقة عند إغلاق القاطعة، وعند فصل المولد فإنها تعيد الطاقة المخزنة إلى المصباح» الكتاب، الصفحة 112. نربط وشيعة ذاتيتها L على التسلسل مع مقاومة R ومولد E .

نتبع الكتاب، الصفحتان 112 و113، بقانون كيرشوف الثاني.

$$E_L = ?$$

1. قانون كيرشوف الوشيعة تضيف قوتها المحركة الذاتية:

$$\bar{E} = R \bar{i} + L \frac{d\bar{i}}{dt}$$

2. الطاقة خلال dt نضرب الطرفين بـ $i dt$: طاقة المولد تنقسم إلى حرارة في المقاومة وطاقة مخزنة في الوشيعة:

$$E i dt = R i^2 dt + L i di$$

3. التكامل حين يزداد التيار من الصفر إلى I :

$$E_L = \int_0^I L i di = \frac{1}{2} L I^2$$

ومع $\Phi = L I$ يمكن أن تُكتب بالشكل، كما في الكتاب، الصفحة 113:

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \Phi I$$

وشيعة ذاتيتها 0.4 H يمرّ فيها تيار شدته 2 A . ما الطاقة المخزنة فيها؟

كيف أبدأ؟ $E_L = \frac{1}{2} L I^2$.

(أ) $E_L = 0.4 \text{ J}$

(ب) $E_L = 1.6 \text{ J}$

(ج) $E_L = 0.8 \text{ J}$

ج. نعم: $E_L = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 4 = 0.8 \text{ J}$.

من الكتاب: وشيعة من سلكٍ طوله 40 m

تطبيق الكتاب، الصفحة 113: وشيعة طولها 20 cm ، وطول سلكها 40 m ، بطبقة واحدة، مقاومتها مهمة، ونصف قطر لفتها 4 cm . احسب ذاتيتها وعدد لفاتها، ثم القوة المحركة إذا ازدادت شدة التيار بانتظام من الصفر إلى 10 A خلال 0.5 s ، ثم الطاقة المخزنة.

$$L, N, \varepsilon, E_L = ?$$

1. الذاتية $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$ و $s = \pi r^2$ ، فيختصر r :

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\ell'^2}{4\pi^2 r^2} \cdot \frac{\pi r^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7} \frac{\ell'^2}{\ell}$$

$$L = 10^{-7} \times \frac{1600}{0.2} = 8 \times 10^{-4} \text{ H}$$

2. عدد اللّفات $r = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$N = \frac{40}{2\pi \times 0.04} \approx 159$$

3. القوة المحركة $\frac{d\bar{i}}{dt} = \frac{10}{0.5} = 20 \text{ A.s}^{-1}$

$$\bar{\varepsilon} = -L \frac{d\bar{i}}{dt} = -8 \times 10^{-4} \times 20 = -1.6 \times 10^{-2} \text{ V}$$

4. الطاقة عند $I = 10 \text{ A}$

$$E_L = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-4} \times 100 = 4 \times 10^{-2} \text{ J}$$

الإشارة السالبة تعني أنّ التيار المتحرّض يعاكس التيار المتزايد. ويقرب الكتاب عدد اللّفات إلى 160 ، والقيمة الأدقّ 159.2 :

$$L = 8 \times 10^{-4} \text{ H}$$

في تطبيق الكتاب، أيّ طولٍ نضعه في المقام في علاقة الذاتية $L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{\ell}$ ؟

كيف أبدأ؟ الكتاب يعطي طولين: 20 cm و 40 m .

أ) طول الوشيعه 0.2 m

ب) طول السلك 40 m

ج) طول الوشيعه دون تحويلٍ إلى المتر، 20

أ. نعم: ℓ طول الوشيعه، و ℓ' طول السلك يعطي N .

ما إشارة القوة المحركة الذاتية حين تتناقص شدة التيار في الوشيعه؟

كيف أبدأ؟ $\bar{\varepsilon} = -L \frac{d\bar{i}}{dt}$ ، و $\frac{d\bar{i}}{dt} < 0$.

أ) سالبة، تعاكس التيار

ب) موجبة، تحاول إبقاء التيار

ج) معدومة

ب. نعم: التيار المتحرّض بجهة التيار الأصلي، يعاكس تناقصه، بحسب لنز.