

☆ بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

المولد والمحرك

مبدأ المولد، ومولد التيار المتناوب الجيبي، ومبدأ المحرك، وتيارات فوكو الكهربائية والمغناطيسية . الوحدة 2 . الدرس 3 (2 من 3)

التحريض الكهروضوئي يحوّل الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية في المولد، وعكسه يحوّل الكهربائية إلى ميكانيكية في المحرك. نتابع مع الكتاب في الصفحات 105 إلى 110، ونحلّ المسألة الثالثة من آخر الدرس. ومولد التيار المتناوب هو مدخل درس التيار المتناوب، أكثر ما يأتي في مسائل الامتحان.

مبدأ المولد

نعيد تجربة السكتين التحريضيتين والدارة مغلقة، الصفحة 105: نحرك الساق بسرعة ثابتة $\vec{v}$ عمودية على الحقل، فينحرف مؤشر المقياس. خلال Δt تنتقل الساق $\Delta x = v \Delta t$ ، فتمسح سطحاً ويتغيّر التدفق:

$$\begin{aligned}\Delta s &= L v \Delta t \\ \Delta \Phi &= B L v \Delta t \\ \varepsilon &= \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = B L v\end{aligned}$$

والدارة مغلقة، فيمرّ تيار $i = \frac{B L v}{R}$ ، والاستطاعة الكهربائية الناتجة $P = \varepsilon i = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$. لكن الساق التي يمرّ فيها التيار تخضع لقوة كهروضوئية «جهتها بعكس جهة حركة الساق»، فلا استمرار الحركة نصرف استطاعة ميكانيكية $P = F v$ مع $F = i L B$ ، فنجد $P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R} = P$ ، كما في الكتاب، الصفحة 106.

تذكر: «وبهذا تكون قد تحوّلت الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، وهو المبدأ الذي يعتمد عليه الكثير من المولدات الكهربائية.»
الكتاب، الصفحة 106.

مثال من عندنا: ساق طولها بين السكتين 20 cm تتحرك بسرعة 4 m.s^{-1} عمودياً على حقل شدته 0.5 T، ومقاومة الدارة 2Ω . احسب القوة المحركة المتحرّضة، وشدة التيار، والاستطاعة، والقوة التي تعاكس الحركة.

$$\varepsilon, i, P, F = ?$$

1. القوة المحركة $L = 0.2 \text{ m}$:

$$\varepsilon = B L v = 0.5 \times 0.2 \times 4 = 0.4 \text{ V}$$

2. التيار والاستطاعة الدارة مغلقة:

$$i = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ A}$$

$$P = \varepsilon i = 0.08 \text{ W}$$

3. القوة المعاكسة على الساق التي يمر فيها التيار:

$$F = i L B = 0.2 \times 0.2 \times 0.5 = 0.02 \text{ N}$$

الاستطاعة الميكانيكية التي نصرفها تساوي الكهربائية الناتجة: $Fv = 0.02 \times 4 = 0.08 \text{ W}$.

$$P' = Fv = P$$

ساق طولها 10 cm تتحرك بسرعة 5 m.s^{-1} عمودياً على حقلٍ شدته 0.4 T . ما القوة المحركة المتحرّضة؟

كيف أبدأ؟ $\varepsilon = B L v$ ، والطول بالمتر.

(أ) $\varepsilon = 20 \text{ V}$

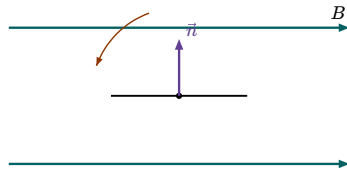
(ب) $\varepsilon = 0.2 \text{ V}$

(ج) $\varepsilon = 2 \text{ V}$

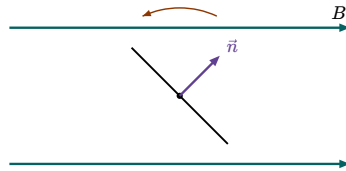
ب. نعم: $\varepsilon = 0.4 \times 0.1 \times 5 = 0.2 \text{ V}$.

مولد التيار المتناوب الجيبي

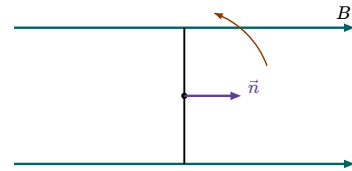
يتكوّن المولد، الكتاب، الصفحة 107، من إطارٍ من N لفةٍ متماثلة مساحة كل منها s ، يدور حول محورٍ في حقلٍ منتظم $\vec{B}$ ، ويتصل طرفاه بحلقتين تدوران معه، وتمس كل حلقة مسفرة معدنية تصل الإطار بالدارة الخارجية.



1. $\omega t = 0$: الناظم بجهة الحقل:
التدفق أعظمي.



2. $\omega t = \frac{\pi}{4}$: يدور الإطار فيقلّ التدفق.



3. $\omega t = \frac{\pi}{2}$: مستوي الإطار يوازي الحقل:
التدفق معدوم، وسرعة تغيّره أعظميّة.

الإطار من الأعلى يدور بسرعة زاويّة ثابتة ω . الرسم من عندنا.

نتبع الكتاب، الصفحة 107: الزاوية بين الناظم والحقل $\alpha = \omega t$.

$$\bar{\epsilon} = ?$$

1. التدفق في كلّ لحظة:

$$\bar{\Phi} = N B s \cos \omega t$$

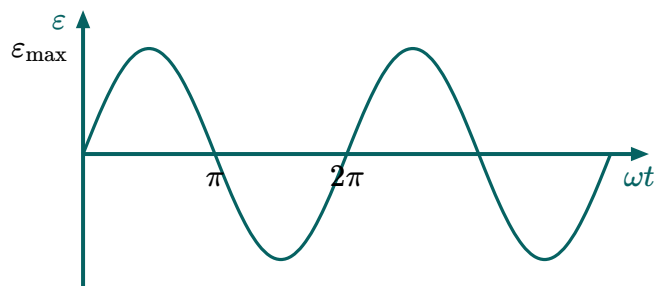
2. القوة المحركة بقانون فاراداي:

$$\bar{\epsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} = N B s \omega \sin \omega t$$

تكون أعظميّة حين $\sin \omega t = 1$:

$$\epsilon_{\max} = N B s \omega$$

$$\bar{\epsilon} = \epsilon_{\max} \sin \omega t$$



القوة المحركة المتحرّضة متناوبة جيبيّة، كما في الكتاب، الصفحة 108. الرسم من عندنا.

مثال من عندنا: إطار من 50 لفة مساحة كلّ منها 0.01 m^2 يدور في حقل شدّته 0.2 T بتواتر 50 Hz . احسب القيمة العظمى للقوة المحركة.

$$\varepsilon_{\max} = N B s \omega$$

1. السرعة الزاوية $\omega = 2\pi f$:

$$\omega = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

2. التعويض نعوض:

$$\varepsilon_{\max} = 50 \times 0.01 \times 0.2 \times 100\pi = 10\pi \approx 31.4 \text{ V}$$

فالقوة المحركة:

$$\bar{\varepsilon} = 10\pi \sin 100\pi t$$

متى تكون القوة المحركة المتحركة في مولد التيار المتناوب أعظمية؟

كيف أبدأ؟ $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{\max} \sin \omega t$.

- (أ) حين يكون التدفق معدوماً
(ب) حين يكون التدفق أعظمياً
(ج) دائماً، فهي ثابتة

أ. نعم: مستوي الإطار يوازي الحقل، و $\sin \omega t = \pm 1$ ، فسرعة تغير التدفق أعظمية والقوة المحركة عظمى بقيمتها المطلقة.

إطار من 100 لفة مساحته 0.02 m^2 يدور بسرعة زاوية 50 rad.s^{-1} في حقل شدته 0.1 T . ما $\varepsilon_{\max}$ ؟

كيف أبدأ؟ $\varepsilon_{\max} = N B s \omega$.

- (أ) $\varepsilon_{\max} = 0.1 \text{ V}$
(ب) $\varepsilon_{\max} = 0.2 \text{ V}$
(ج) $\varepsilon_{\max} = 10 \text{ V}$

ج. نعم: $100 \times 0.02 \times 0.1 \times 50 = 10 \text{ V}$.

مبدأ المحرك

في تجربة الكتاب، الصفحة 108، محرك صغير على التسلسل مع مصباح ومقياس. إذا أمسكنا المحرك بيدنا ومنعناه من الدوران توهج المصباح، وإذا تركناه يدور قلّ توهجه ونقصت دلالة المقياس.

تذكر: «تتولد في المحرك قوة مُحركة كهربائية تحريضية عكسية مُضادة للقوة المُحركة الكهربائية المُطبقة بين قطبي المولد، وتزايد بازدياد سرعة دوران المحرك.» الكتاب، الصفحة 108.

وبحسب الكتاب، الصفحة 109، تحوّل الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية على ساقٍ يمرّ فيها تيار على السكتين: الاستطاعة الكهربائية التي تستهلكها القوة المُحركة العكسية $\varepsilon' I$ تساوي الاستطاعة الميكانيكية $Fv = I L B v$. وهذا مبدأ المحرك.

في المولد والمحرك، أيّ تحويلٍ للطاقة يحدث في كلّ منهما؟

| كيف أبدأ؟ ماذا نقدّم لكلّ منهما، وماذا نأخذ منه؟

أ) المولد: كهربائية إلى ميكانيكية، والمحرك: ميكانيكية إلى كهربائية

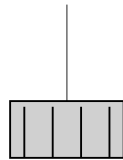
ب) كلاهما يحوّل الكهربائية إلى حراريّة

ج) المولد: ميكانيكية إلى كهربائية، والمحرك: كهربائية إلى ميكانيكية

ج. نعم: كما في الكتاب، الصفحتان 106 و109.

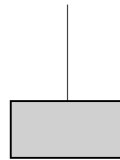
تيارات فوكو (إثراء)

في نشاط الكتاب، الصفحة 109، صفيحتان نحاسيتان تهتزّان بين قطبي مغناطيسيّ نضوي: كاملة ومقطّعة.



تستمرّ في الاهتزاز

2. الصفيحة المقطّعة: تستمرّ في الاهتزاز ذهاباً وإياباً، ولكن بتباطؤ.



تتوقّف فجأة

1. الصفيحة الكاملة: تتوقّف فجأة عن الاهتزاز أثناء مرورها بين القطبين.

الصفيحتان في نشاط الكتاب، الصفحة 109. الرسم من عندنا.

تذكر: الكتاب، الصفحة 110: التدفق يتزايد عند اقتراب الصفيحة الكاملة ويتناقص عند خروجها، «فتتولد في الحالتين تيارات تحريضية تنتج أفعالاً تعاكس السبب الذي أدّى إلى حدوثها». «نسمّي تلك التيارات التحريضية المتولّدة في الكتل المعدنية التي تخضع لتدفق مغناطيسيّ متغيّر بتيارات فوكو.»

ولها أثر ضارّ في الأجهزة الكهربائية لأنّها تحوّل الطاقة إلى حرارة، لذلك نضع نوى المحركات والمولدات والمحوّلات من صفائح معزولة. وتُستثمر في مكابح القطارات الحديثة، وأجهزة الكشف عن المعادن، والطبّاخ الإلكترونيّ.

لماذا تُصنع نوى المحوِّلات من صفائح حديدٍ معزولة لا من كتلةٍ مصمتة؟

| كيف أبدأ؟ ماذا يحدث في الكتلة المصمتة حين يتغيَّر التدفق فيها؟

(أ) لتخفيف تيارات فوكو وما تسببه من حرارة

(ب) لتقوية الحقل المغناطيسي

(ج) لأنها أرخص

أ. نعم: كما في الكتاب، الصفحة 110.

من الكتاب: السكتان مولداً

المسألة الثالثة، الكتاب، الصفحة 118: ساق نحاسية طولها 30 cm وكتلتها 60 g على سكتين، في حقلٍ منتظمٍ عموديٍّ على السكتين. (1) احسب شدة الحقل لتكون القوة الكهرطيسية مثلي ثقل الساق عند تيارٍ شدته 20 A . (2) ثم نرفع المولد ونستبدل به مقياساً غلفانياً، وندرج الساق بسرعة ثابتة 5 m.s^{-1} ، ومقاومة الدارة 5Ω . احسب القوة المحركة المتحرّضة، وشدة التيار، والاستطاعة، والقوة المؤثرة في الساق. نعدّ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

$$B, \varepsilon, i, P, F = ?$$

1. شدة الحقل $ILB = 2mg$:

$$B = \frac{2 \times 0.06 \times 10}{20 \times 0.3} = 0.2 \text{ T}$$

2. القوة المحركة والتيار $L = 0.3 \text{ m}$:

$$\varepsilon = BLv = 0.2 \times 0.3 \times 5 = 0.3 \text{ V}$$

$$i = \frac{0.3}{5} = 0.06 \text{ A}$$

3. الاستطاعة والقوة الكهرطيسية، والقوة الكهرطيسية التي تعاكس الحركة:

$$P = \varepsilon i = 1.8 \times 10^{-2} \text{ W}$$

$$F = iLB = 3.6 \times 10^{-3} \text{ N}$$

وتحقّق: $Fv = 3.6 \times 10^{-3} \times 5 = 1.8 \times 10^{-2} \text{ W} = P$.

$$P' = P$$

في المسألة السابقة، لو ضاعفنا سرعة الساق، فكم تصبح الاستطاعة الكهربائية؟

كيف أبدأ؟ $P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$

أ) تتضاعف

ب) تصبح أربعة أمثالها

ج) لا تتغيّر

ب. نعم: P تتناسب مع v^2 ، فتصبح $7.2 \times 10^{-2} \text{ W}$

المصدر: الفيزياء، الصفحات 105 إلى 110 من الطبعة الرسمية 2025 / 2026.