

1. Яка ЕРС індукції виникає внаслідок того, що магнітний потік, який пронизує контур провідника, рівномірно збільшився з 1,4 до 1,9 Вб за 50 мс? Визначте також силу індукційного струму, якщо відомо, що опір контуру становить 4 Ом.

Дано:

$$\Phi_1 = 1,4 \text{ Вб}$$

$$\Phi_2 = 1,9 \text{ Вб}$$

$$\Delta t = 50 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ с}$$

$$R = 4 \text{ Ом}$$

$$\varepsilon_i = ?$$

$$I_i = ?$$

Розв'язання

$$\varepsilon_i = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{\Delta t}$$

$$[\varepsilon_i] = \frac{\text{Вб}}{\text{с}} = \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}$$

$$\varepsilon_i = \frac{|1,9 - 1,4|}{5 \cdot 10^{-2}} = 10 \text{ (В)}$$

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} \quad [I_i] = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \frac{\text{В}}{\frac{\text{В}}{\text{А}}} = \text{А}$$

$$I_i = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ (А)}$$

Відповідь: $\varepsilon_i = 10 \text{ В}$; $I_i = 2,5 \text{ А}$.

2. Прямокутна рамка зі сторонами 4 см і 5 см, що складається з 500 витків проводу, розміщена в однорідному магнітному полі з індукцією 0,75 Тл так, що вектор індукції перпендикулярний до площини рамки. Яка ЕРС індукції виникне в рамці, якщо її повернути на 90° за 0,1 с? Магнітний потік через поверхню, обмежену рамкою, змінюється рівномірно.

Дано:

$$a = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$b = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$N = 500$$

$$B_1 = 0,75 \text{ Тл}$$

$$\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 90^\circ$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ с}$$

$$\varepsilon_i = ?$$

Розв'язання

$$\varepsilon_i = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

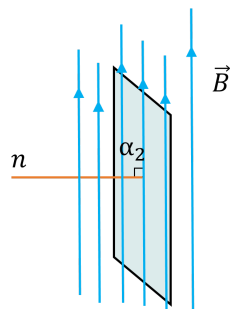
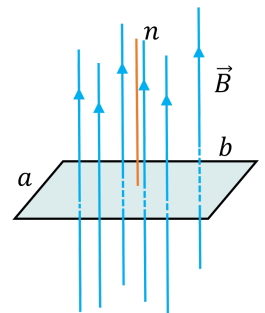
α – кут між вектором магнітної індукції і нормаллю до поверхні.

Магнітний потік буде максимальним, якщо поверхня перпендикулярна до ліній магнітної індукції $\alpha_1 = 0$:

$$\Phi_1 = B_1 S \cos \alpha_1 = B_1 S \quad (\cos \alpha_1 = 1)$$

Магнітний потік дорівнюватиме нулю, якщо поверхня паралельна цим лініям $\alpha_2 = 90^\circ$:

$$\Phi_2 = B_2 S \cos \alpha_2 = 0 \quad (\cos \alpha_2 = 0)$$



$$\begin{aligned}\varepsilon_i &= N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = N \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{\Delta t} \\ &= N \frac{|0 - B_1 S|}{\Delta t} = N \frac{B_1 S}{\Delta t} = N \frac{B_1 ab}{\Delta t}\end{aligned}$$

$$[\varepsilon_i] = \frac{\text{Тл} \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}$$

$$\varepsilon_i = 500 \cdot \frac{0,75 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{0,1} = 7,5 \text{ (В)}$$

Відповідь: $\varepsilon_i = 7,5 \text{ В}$.

3. В однорідному магнітному полі з індукцією 0,15 Тл знаходиться дрютяна котушка з 500 витків проводу. Вісь котушки паралельна лініям індукції. Який заряд пройде по обмотці котушки, якщо поле зникне? Опір котушки дорівнює 2 Ом, площа її поперечного перерізу становить 60 см².

Дано:

$$B_1 = 0,15 \text{ Тл}$$

$$B_2 = 0$$

$$N = 500$$

$$R = 2 \text{ Ом}$$

$$S = 60 \text{ см}^2$$

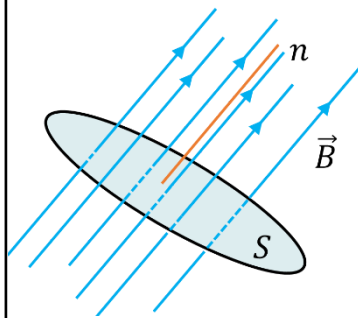
$$= 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\alpha = 0$$

$$q = ?$$

Розв'язання

α – кут між вектором магнітної індукції і нормаллю до поверхні.



$$\varepsilon_i = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned}|\Delta\Phi| &= |\Delta B| S \cos \alpha \\ &= |B_2 - B_1| S\end{aligned}$$

$$(\cos \alpha = 1)$$

$$\varepsilon_i = N \frac{|B_2 - B_1| S}{\Delta t}$$

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} \quad I_i = q \Delta t \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_i = q \Delta t R$$

$$q \Delta t R = N \frac{|B_2 - B_1| S}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{N |B_2 - B_1| S}{R}$$

$$[q] = \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}^2}{\text{Ом}} = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{В}}{\text{А}}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{В}} = \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}} = \text{Кл}$$

$$q = \frac{500 \cdot 0,15 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,225 \text{ (Кл)}$$

Відповідь: $q = 0,225 \text{ Кл}$.

4. Мідне кільце радіусом 20 см і опором 2 Ом, розташоване в магнітному полі перпендикулярно до вектора магнітної індукції, модуль якої дорівнює 4 Тл. Кільце рівномірно розпрямляють у складену вдвічі пряму. Який заряд проходить при цьому по кільцю?

Дано:

$$r = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$R = 2 \text{ Ом}$$

$$B = 4 \text{ Тл}$$

$$\alpha = 0$$

$$q = ?$$

Розв'язання

$$\varepsilon_i = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

$$\Phi_1 = BS_1 \cos \alpha = B\pi r^2 \quad (\cos \alpha = 1)$$

$$\Phi_2 = BS_2 \cos \alpha = 0 \quad (S_2 = 0)$$

$$\varepsilon_i = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{|0 - B\pi r^2|}{\Delta t} = \frac{B\pi r^2}{\Delta t}$$

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} \quad I_i = q\Delta t \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_i = q\Delta t R$$

$$\frac{B\pi r^2}{\Delta t} = q\Delta t R \quad \Rightarrow \quad q = \frac{B\pi r^2}{R}$$

$$[q] = \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}^2}{\text{Ом}} = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{В}}{\text{А}}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{В}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{А} \cdot \text{м}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}} = \text{Кл}$$

$$q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2}{2} \approx 0,25 \text{ (Кл)}$$

Відповідь: $q \approx 0,25 \text{ Кл}$.

5. Короткозамкнена котушка із площею поперечного перерізу 40 см^2 і опором 160 Ом , що має 1000 витків проводу, розташована в однорідному магнітному полі, лінії якого спрямовані уздовж осі котушки. Індукція магнітного поля змінюється зі швидкістю 5 мТл/с . Визначте потужність теплових втрат.

Дано:

$$S = 40 \text{ см}^2$$

$$= 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$R = 160 \text{ Ом}$$

$$N = 1000$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 5 \frac{\text{мТл}}{\text{с}}$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 0$$

Розв'язання

$$P = \varepsilon_i I_i \quad I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} \quad \Rightarrow \quad P = \frac{\varepsilon_i^2}{R}$$

$$\varepsilon_i = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

$$|\Delta\Phi| = \Delta BS \cos \alpha = \Delta BS \quad (\cos \alpha = 1)$$

$$\varepsilon_i = NS \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$P = \frac{1}{R} \left(NS \frac{\Delta B}{\Delta t} \right)^2$$

$$[P] = \frac{1}{\text{Ом}} \cdot \left(\text{м}^2 \cdot \frac{\text{Тл}}{\text{с}} \right)^2 = \frac{\text{А}}{\text{В}} \cdot \left(\text{м}^2 \cdot \frac{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}}{\text{с}} \right)^2$$
$$= \frac{\text{А}}{\text{В}} \cdot \left(\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с}} \right)^2 = \frac{\text{А}}{\text{В}} \cdot \left(\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right)^2 = \frac{\text{А}}{\text{В}} \cdot (\text{В})^2 = \text{В} \cdot \text{А} = \text{Вт}$$

$$P = \frac{1}{160} \cdot \left(1000 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \right)^2 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ (Вт)}$$

Відповідь: $P = 2,5 \text{ мкВт}$.