

План уроку 92

Тема: Електродинаміка.

Тема уроку: Розв'язування задач.

Мета: відпрацювати навички розв'язування задач

На рисунку зображено графік залежності магнітного потоку Φ , який пронизує замкнений контур з провідника, від часу t . Визначте (у вольтах) модуль електрорушійної сили, що індукується в контурі.

Розв'язання

З графіка бачимо, що магнітний потік змінюється рівномірно і за інтервал часу $\Delta t = 2 \text{ мс} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ магнітний потік змінився на $\Delta \Phi = (20 - 30) \text{ мВб} = -10 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$.

За законом Фарадея:

$$|\mathcal{E}| = \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ (В)}.$$

Відповідь: 5 В.

Під час розв'язування задач за цією темою слід пам'ятати таке.

Електрорушійна сила (ЕРС) індукції виникає тільки тоді, коли змінюється магнітний потік Φ ($\Phi = BScos\alpha$), який пронизує контур. Якщо магнітний потік змінюється рівномірно, то:

$$|\mathcal{E}| = \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} \text{ — закон Фарадея.}$$

Тут $\Delta \Phi$ — зміна магнітного потоку;

Δt — час зміни магнітного потоку;

— швидкість зміни магнітного потоку.

3.1.2.* Дві ізолювані одна від одної котушки, які виготовлено з мідного дроту, намотано на спільне феромагнітне осердя (рис. 1). По котушці 1 пропускають струм, який упродовж дослідження змінюється так, як зображено на графіку залежності $I(t)$ (рис. 2). Визначте інтервал часу, протягом якого амперметр покаже найменше значення сили струму.

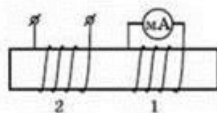


Рис. 1

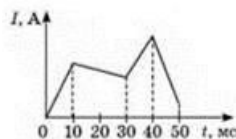


Рис. 2

А	Б	В	Г
Від 0 до 10 мс	Від 10 до 30 мс	Від 30 до 40 мс	Від 40 до 50 мс

Розв'язання

Чим повільніше змінюється сила електричного струму у котушці 1, тим повільніше змінюється магнітна індукція поля, яке створює цей струм в осерді.

Чим менша швидкість зміни магнітної індукції, тим менша ЕРС індукції, яка індукується у котушці 2, оскільки у цьому випадку

$$|\mathcal{E}_1| = S \cos \alpha:$$

Чим менша ЕРС індукції, яка індукується у котушці 2, тим менша в ній сила індукційного струму, оскільки $I_i = \frac{|\mathcal{E}_1|}{R}$.

З графіка бачимо, що найменшою є швидкість зміни сили струму $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$ на ділянці від 10 до 30 мс.

Відповідь: Б.

- якщо магнітний потік змінюється у котушці, що має N витків дроту, то

$$|\mathcal{E}_1| = N \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t};$$

- чим швидше змінюється магнітний потік, тим більша ЕРС індукції.

Формула для визначення ЕРС індукції залежить від того, чому змінюється магнітний потік:

- якщо змінюється магнітне поле (змінюється відстань до магніту або сила струму в обмотці електромагніту), то:

$$|\mathcal{E}_1| = S \cos \alpha;$$

- якщо змінюється площа поверхні, обмежена контуром, то

$$|\mathcal{E}_1| = B \frac{|\Delta S|}{\Delta t} \cos \alpha.$$

- якщо змінюється кут між нормаллю до контуру та напрямком вектора магнітної індукції (контур повертається), то

$$|\mathcal{E}_1| = BS \frac{|\Delta \cos \alpha|}{\Delta t}.$$

3.1.3. Металевий стрижень завдовжки l ковзає зі швидкістю v по провідних рейках у магнітному полі з індукцією (див. рисунок). Кінці рейок замкнуті на конденсатор ємністю C та резистор опором R . Установіть відповідність між назвою фізичної величини та виразом для її визначення.

1 Швидкість зміни площі контуру	А	vl
2 ЕРС індукції, що виникає у контурі	Б	$vl\Delta t$
	В	Bvl
3 Сила струму у резисторі	Г	$CBvl$
4 Заряд на пластинах конденсатора	Д	

Розв'язання

1) Провідник рухається зі швидкістю v , за час Δt він зміщується на відстань $a = v\Delta t$. Площа контуру збільшується на площу прямокутника зі сторонами l і a . Отже, $\Delta S = al = v\Delta t \cdot l$.

Швидкість зміни площі контуру:

$$= \frac{v\Delta t \cdot l}{\Delta t} = vl.$$

Відповідність: 1 — А.

2) ЕРС індукції у цьому випадку дорівнює: $\mathcal{E}_1 = B \frac{\Delta S}{\Delta t} \cos \alpha$.

З рисунка бачимо, що кут α між нормаллю до контуру та напрямком вектора магнітної індукції дорівнює нулю.

Тобто $\cos \alpha = 1$. $\frac{\Delta S}{\Delta t} = vl$ (див. п. 1). Отже, $\mathcal{E}_2 = Bvl$.

Відповідність: 2 — В.

3) Контур, який містить резистор, замкнений, тому

$$I_1 = \frac{|\mathcal{E}_1|}{R} = \quad .$$

Відповідність: 3 — Д.

4) За визначенням ємності: $C = \frac{q}{U}$. Контур, який містить конденсатор, незамкнений, тому

$$U = \mathcal{E}_1 = Bvl \quad q = CBvl.$$

Відповідність: 4 — Г.

Відповідь: 1 — А, 2 — В, 3 — Д, 4 — Г.

З'ясуйте, чи замкнений провідник, який утворює контур.

Якщо контур замкнений, то у ньому виникає індукційний струм:

$$I_1 = \frac{|\mathcal{E}_1|}{R}$$

Якщо контур не замкнений, то на кінцях провідника встановиться різниця потенціалів (напруга), що дорівнює ЕРС індукції:

Задачі для самостійного розв'язання

3.1.4. У замкненій провідній котушці, що містить 20 витків проводу, унаслідок рівномірної зміни магнітного потоку на 60 мВб виник індукційний струм. Визначте заряд, який пройшов через поперечний переріз проводу за цей інтервал часу, якщо опір котушці становить 0,24 Ом.

А	Б	В	Г
1 Кл	3 Кл	5 Кл	9 Кл

Рекомендації до розв'язання. Скористайтесь визначенням сили струму:

$$I = \quad .$$

3.1.5. Металевий стрижень (див. рисунок) завдовжки 10 см ковзає зі швидкістю 2 м/с по провідних рейках у магнітному полі з індукцією 3 Тл. Кінці рейок замкнено на батарею конденсаторів, ємності яких дорівнюють 2 і 8 мкФ. Визначте (у мікроджоулях) енергію, що накопичується на батареї.

