

Семинар 10. Закон электромагнитной индукции

Краткая теория

Закон электромагнитной индукции. При изменении магнитного потока Φ через площадь, натянутую на замкнутый проводящий контур, в нём возникает ЭДС индукции, величина которой равна скорости изменения потока Φ :

$$e_i = \frac{d\Phi}{dt}.$$

Полярность ЭДС индукции определяется по **правилу Ленца**: ЭДС индукции имеет такую полярность, чтобы возникающий индукционный ток своим магнитным полем препятствовал изменению внешнего магнитного потока.

В незамкнутых проводниках, движущихся в магнитном поле, также возникает ЭДС индукции (разность потенциалов на концах проводника), обусловленная силой Лоренца, действующей на свободные заряды в проводнике. В этом случае ЭДС индукции равна отношению магнитного потока $d\Phi$ через площадь, «замётённую» проводником за время dt , к этому интервалу времени:

$$e_i = \frac{d\Phi}{dt}.$$

ЭДС самоиндукции. Если изменение потока в контуре вызвано изменением силы тока в этом же контуре, то ЭДС индукции называют ЭДС самоиндукции:

$$e_{si} = \frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt} \equiv LI$$

В дифференциальной форме закон электромагнитной индукции имеет вид:

$$\operatorname{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Типы задач

- | | |
|--|-------------|
| 1. ЭДС индукции в незамкнутых проводниках. | 10.1-2 |
| 2. ЭДС индукции в замкнутых проводниках. | 10.4-13 |
| 3. ЭДС самоиндукции. | 10.3, 10.14 |

Важные примеры из книжки

Рекомендуется посмотреть пример 10.7.

Задачи с решениями

10.2.

10.3.

$$L_s \dot{I} = L(\dot{I} / N) \Rightarrow L_s = L / N$$

10.4.

$$\left\{ \begin{array}{l} I(t) = I_0 e^{-(t/\tau)^2} \\ \Phi = \int_d^{d+h} \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi x} 2(x-d) dx \\ e_i = \frac{d\Phi}{dt} \\ I_i = \frac{e_i}{R} \end{array} \right. \Rightarrow I_i = \frac{I_0}{R} \frac{d}{dt} \left[e^{-(t/\tau)^2} \right] \int_d^{d+h} \frac{\mu_0}{2\pi x} 2(x-d) dx$$

$$\Rightarrow I_i = -\frac{2\mu_0 I_0}{\pi R \tau^2} t e^{-(t/\tau)^2} \int_d^{d+h} \frac{x-d}{x} dx$$

10.9.

$$e_i = \frac{d}{dt} (Bab \cos(\omega t)) = -Bab\omega \sin(\omega t)$$

10.12.

$$R \frac{dq}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow R dq = d\Phi \Rightarrow R \Delta q = \Delta \Phi \Rightarrow \Delta q = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{\mu_0 m I S}{R}$$

Задачи для самостоятельного решения

10.1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13

Литература

Н.В. Нетребко, И.П. Николаев, М.С. Полякова, В.И. Шмальгаузен. Электричество и магнетизм. Практические занятия по физике для студентов-математиков. Часть III. Москва: Макс Пресс, 2006 г.