

Практическая работа № 17

Решение задач по теме «Энергия магнитного поля»

Цель: научиться решать задачи по теме «Энергия магнитного поля».

Место проведения: учебная аудитория.

Средства обучения:

- методические рекомендации к практической работе № 17;
- линейка и карандаш;
- калькулятор.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

Краткая теория

Магнитное поле – силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения, магнитная составляющая электромагнитного поля.

Магнитное поле может создаваться током заряженных частиц и/или магнитными моментами электронов в атомах (и магнитными моментами других частиц, хотя в заметно меньшей степени) (постоянные магниты).

Энергия магнитного поля катушки с индуктивностью L , создаваемого током I , равна

$$W_{\text{м}} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi^2}{2L}.$$

Проводник, по которому протекает электрический ток, всегда окружен магнитным полем, причем магнитное поле появляется и исчезает вместе с появлением и исчезновением тока. Магнитное поле, подобно электрическому, является носителем энергии. Естественно предположить, что энергия магнитного поля равна работе, которая затрачивается током на создание этого поля.

Рассмотрим контур индуктивностью L , по которому течет ток I . С данным контуром сцеплен магнитный поток $\Phi = LI$, причем при изменении тока на dI магнитный поток изменяется на $d\Phi = LdI$. Однако для изменения магнитного потока на величину $d\Phi$ необходимо совершить работу $dA = Id\Phi = LI dI$. Тогда работа по созданию магнитного потока Φ будет равна

$$A = \int_0^I LI dI = LI^2/2.$$

Следовательно, энергия магнитного поля, связанного с контуром,

$$W = LI^2/2.$$

Задания для аудиторной работы

1. По обмотке соленоида индуктивностью $L=0,2$ Гн течет ток $I=10$ А. Определить энергию W магнитного поля соленоида.

2. Индуктивность L катушки (без сердечника) равна $0,1$ мГн. При какой силе тока I энергия W магнитного поля равна 100 мкДж?

3. Соленоид содержит $N=1000$ витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А, магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида равен $0,1$ мВб. Вычислить энергию W магнитного поля.

4. На железное кольцо намотано в один слой $N=200$ витков. Определить энергию W магнитного поля, если при токе $I=2,5$ А магнитный поток Φ в железе равен $0,5$ мВб.

Самостоятельная работа

Вариант 1

Часть А

В катушке индуктивностью $0,6$ Гн сила тока равна 20 А. Какова энергия магнитного поля этой катушки?

Часть В

Какова индуктивность витка проволоки, если при токе 6 А создается магнитный поток 12 мВб?

Часть С

В катушке из 150 витков течет ток $7,5$ А, и при этом создается магнитный поток 20 мВб. Какова индуктивность катушки?

Вариант 2

Часть А

Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток $0,5$ Вб.

Часть В

Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя индуктивностью $0,5$ Гн, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж?

Часть С

Найдите энергию магнитного поля катушки из 5 витков, по которой течет ток 5 А, если при этом магнитный поток через поперечное сечение катушки равен 10 мВб.

Контрольные вопросы

1. Что такое магнитное поле?
2. Чему равна энергия магнитного поля катушки?