



今日の重要事項

- 電流のエネルギー

コイルに電流 I が流れている時、電流のエネルギー U は

$$U_L = \frac{1}{2} LI^2$$

- (コイルに流れる電流 I によりコイル内に発生する磁場 B がもつ) 磁場のエネルギー密度 u_m は

$$u_m = \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \frac{1}{2} \mu_0 H^2$$

- コンデンサーが持つ電荷のエネルギー

$$U_C = \frac{1}{2C} Q^2$$

- (コンデンサーの電極間にある電場 E がもつ) 電場のエネルギー密度 u_e は

$$u_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$



小テストと解答例

それぞれ単位長さあたりの巻き数 n_1, n_2 、長さ l_1, l_2 、($l_1 > l_2$)、断面積 S_1, S_2 ($S_1 < S_2$) の 2 つのコイル 1, 2 が重ねてある。これらの自己インダクタンスと相互インダクタンスを求める。

- 1) コイル 1 に電流 I_1 を流した時に発生するコイル 1 内の磁束密度 B_1 を求めよ。

$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1$$

- 2) この磁場でコイル 1 自身を貫く磁束 Φ_1 はいくらか。ただしコイル 1 の総巻き数は $n_1 \times l_1$ である。

$$\Phi_1 = B_1 S_1 n_1 l_1 = \mu_0 n_1^2 l_1 S_1 I_1$$

- 3) コイル 1 の自己インダクタンス L を求めよ。

$$\Phi_1 = LI_1 \text{ より、 } L = \mu_0 n_1^2 l_1 S_1$$

- 4) コイル 1 内の B_1 がコイル 2 を貫く磁束はいくらか。 $l_1 > l_2$ 、 $S_1 < S_2$ に注意すること。

$$\Phi_2 = B_1 S_1 n_2 l_2 = \mu_0 n_1 n_2 l_2 S_1 I_1$$

- 5) 相互インダクタンス M を求めよ。

$$\Phi_2 = MI_1 \text{ より、 } M = \mu_0 n_1 n_2 l_2 S_1$$



宿題

右の図のように、始めスイッチは A にあって、一定の電流 I_0 が流れていたとする。 $t=0$ にスイッチを B に切り替えたあとの電流の時間変化と、抵抗で発生するジュール熱を求める。

- 1) 始めにコイルが持っていたエネルギーはいくらか。
- 2) 電流の時間変化 $I(t)$ を求めよ。
- 3) 時刻 $t \sim t + \Delta t$ の間に抵抗で発生するジュール熱はいくらか。
- 4) $t=0 \sim \infty$ に抵抗でジュール熱として消費されるエネルギーはいくらか。
- 5) コイルは初めに持っていたエネルギーと抵抗で消費されたエネルギーを比較せよ。

