

1. 1次回路に3 Aの電流を流したとき、巻数1000回の2次回路に 1.5×10^{-4} Wbの磁束が鎖交した。相互インダクタンスを計算せよ。

0.05 H

2. A, Bの2つのコイルがある。Aのコイルに流れる電流が1/100秒間に10 A変化したとき、A, Bのコイルにそれぞれ100 V, 20 Vの起電力が誘起された。コイルAの自己インダクタンスとコイルA, B間の相互インダクタンスを計算せよ。

0.1 H, 0.02 H

3. 相互インダクタンスが0.3 Hで自己インダクタンスがそれぞれ0.45 H, 0.8 Hの2つのコイルがある。結合係数を計算せよ。

0.5

4. 巻数が200回の全く同じ形のコイルA, Bがある。コイルAに5 Aの電流を流したとき 10^{-4} Wbの磁束が生じ、その80%がコイルBに鎖交したとすると、A, B両コイル間の相互インダクタンスと結合係数を計算せよ。

3.2 mH, 0.8

5. 巻数が1000回で0.1 Hの自己インダクタンスを有するコイルに3 Aの電流が流れているときの磁束鎖交数を計算せよ。また、このときコイルに蓄えられている磁気エネルギーを計算せよ。

0.3 WB, 0.45 J

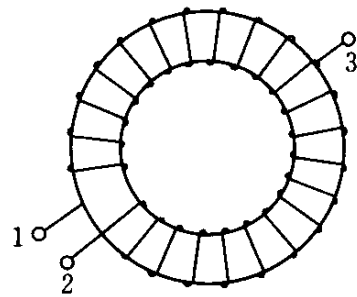
6. 2つのコイルを和動接続したときの合成インダクタンスは30 mH, 差動接続したときの合成インダクタンスは14 mHとなった。相互インダクタンスを計算せよ。

4 mH

7. 自己インダクタンス L_1, L_2 [H]の2つのコイルが相互インダクタンス M [H]で結合されている回路がある。 L_1 に I_1 [A], L_2 に I_2 [A]の電流を流したとき、2つのコイル全体に蓄えられる磁気エネルギーを計算せよ。

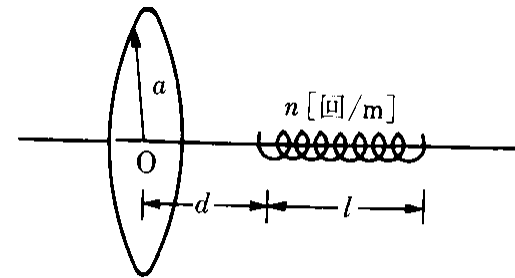
$$\frac{1}{2}L_1I_1^2 + \frac{1}{2}L_2I_2^2 \pm MI_1I_2 \text{ [J]}$$

8. 図のように、端子1, 2間にコイルを一様に N 回巻いた環状ソレノイドがある。端子1, 2間に端子3を出して、端子1, 3間と端子2, 3間の相互インダクタンスを最大にするときの、端子1, 3間の巻数とそのときの相互インダクタンスを計算せよ。ただし、磁路の透磁率と平均の長さはそれぞれ μ [H/m], l [m], 断面積 S [m²]である。



$$\frac{N}{2} \text{ 回}, \quad \frac{\mu SN^2}{4l} \text{ [H]}$$

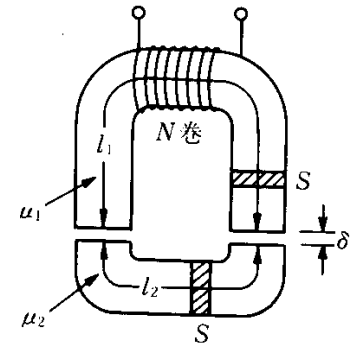
9. 図に示すような半径 a [m]の円形コイルと、中心軸を共通とする、断面積 S [m²], 長さ l [m], 1 mあたりの巻数が n 回巻きの細長いソレノイドが d [m]離れて置かれている。コイルの間の相互インダクタンスを計算せよ。



$$\frac{\mu_0 n S}{2} \left(\frac{d+l}{\sqrt{(d+l)^2 + a^2}} - \frac{d}{\sqrt{d^2 + a^2}} \right) \text{ [H]}$$

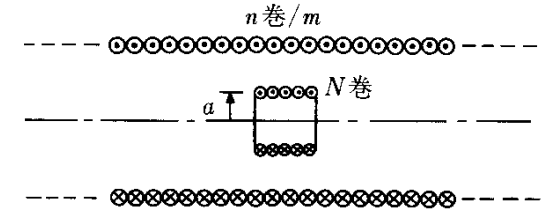
10. 内導体の半径 a [m], 外導体の内半径 b [m]の同軸線路がある。内外の導体に往復電流 I [A]が流れているとき、内外の導体の表面に働く単位面積当たりの力を計算せよ。

$$\text{内導体の内向きに } \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 a^2} \text{ [Pa]}, \quad \text{外導体の外向きに } \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 b^2} \text{ [Pa]}$$



11. 図に示すような断面積 S [m²], 平均磁路長 l_1 [m], 透磁率 μ_1 [H/m], 巻数 N のコイルをもつ電磁石に電流 I [A]を流したとき、微小な間隔 δ [m]を隔てて置かれた透磁率 μ_2 [H/m], 平均磁路長 l_2 [m]の鉄片に働く力を計算せよ。

$$\frac{B^2 S}{\mu_0} \text{ [N]}, \quad \text{ただし}, \quad B = \frac{NI}{\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2} + \frac{2\delta}{\mu_0}} \text{ [T]}$$



12. 図に示すように、単位長さ当たり n 回巻きの無限に長い空心ソレノイドの中に、巻数 N , 半径 a [m]のコイルが置かれている。相互インダクタンスを計算せよ。

$$\mu_0 n N \pi a^2 \text{ [H]}$$

13. 透磁率 μ [H/m], 長さ l [m], 断面積 S [m²]の磁性体に導線を N 回巻き付けて環状ソレノイドを作った。この環状ソレノイドに電流 i [A]を流すとき、

- (1) 磁性体の中の磁界を計算し、磁性体の中に蓄えられているエネルギーを計算せよ。

$$H = \frac{Ni}{l} \text{ [A/m]}, \quad W = \frac{N^2 \mu S}{2l} i^2 \text{ [J]}$$

- (2) 磁性体を通る磁束を計算せよ。

$$\Phi = \frac{\mu S N i}{l} \text{ [Wb]}$$

- (3) (1)で得られたエネルギーから自己インダクタンスを計算し、(2)の磁束から得られる自己インダクタンスと等しくなることを示せ。

$$L = \frac{N^2 \mu S}{l} \text{ [H]}$$

14. 図に示すような透磁率 μ [H/m]のドーナツ型の磁性体に導線を N 回巻き付けた環状ソレノイドがある。この環状ソレノイドに電流 i [A]を流すとき、

- (1) 中心から r [m]のところの磁界を計算せよ。

$$H = \frac{Ni}{2\pi r} \text{ [A/m]}$$

- (2) 磁性体を通る磁束を計算せよ。

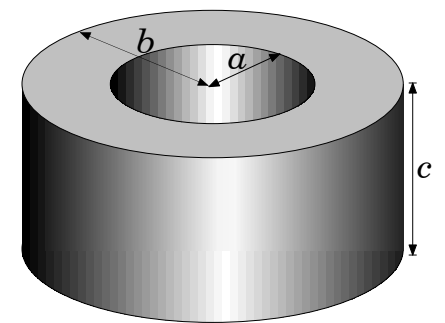
$$\Phi = \frac{\mu N c i}{2\pi} \ln \frac{b}{a} \text{ [Wb]}$$

- (3) 磁性体の中に蓄えられているエネルギーを計算せよ。

$$W = \frac{\mu N^2 c i^2}{4\pi} \ln \frac{b}{a} \text{ [J]}$$

- (4) (2)で得られたエネルギーから自己インダクタンスを計算し、(3)の磁束から得られる自己インダクタンスと等しくなることを示せ。

$$L = \frac{\mu N^2 c}{2\pi} \ln \frac{b}{a} \text{ [H]}$$



15. 1 m 当たりの巻数が n [m⁻¹] の無限に長いソレノイドの中に、巻数 N 回、1 辺の長さが a [m] の正方形のコイルが置かれている。ソレノイドの中心軸とコイルの中心軸の間の角度が θ のとき、ソレノイドとコイルの間の相互インダクタンスを計算せよ。

$$M = \mu_0 N n a^2 \cos \theta \quad [\text{H}]$$

16. 自己インダクタンスが L_1, L_2 [H] のコイルがあり、相互インダクタンスは M [H] である。 L_1 のコイルに、角周波数 ω [rad/s], 実効値 V_1 [V] の電圧を加えたときについて答えよ。ただし、 L_1, L_2 [H] のコイルの巻数は、それぞれ N_1, N_2 回である。

- (1) L_1 のコイルに流れる電流の実効値を計算せよ。

$$I = \frac{V_1}{\omega L_1} \quad [\text{A}]$$

- (2) L_2 のコイルに誘起される電圧の実効値を計算せよ。

$$V_2 = \omega M I = \frac{M}{L_1} V_1 \quad [\text{V}]$$

- (3) L_1 のコイルによって生じた磁束が Φ_1 [Wb] のとき、 L_2 のコイルと鎖交する磁束を計算せよ。

$$\Phi_2 = \frac{M I_1}{N_2} = \frac{N_1 M}{N_2 L_1} \Phi_1 \quad [\text{Wb}]$$

17. 全く同じ 2 つのコイルを結合係数が k になるように配置したところ、相互インダクタンスが M [H] であった。

- (1) 自己インダクタンスを計算せよ。

$$L = \frac{M}{k} \quad [\text{H}]$$

- (2) 一方のコイルに一定の電圧 V_1 [V] を加えるとき、他方のコイルに発生する電圧を計算せよ。

$$V_2 = \frac{M}{L} V_1 = k V_1 \quad [\text{V}]$$

- (3) 2 つのコイルを直列に接続し、一つのコイルと見なすとき、その自己インダクタンスを計算せよ。

ただし、コイルに発生する磁界の向きは互いに反対向きとする。

$$L_{\text{等}} = 2(L - M) = 2\left(\frac{1}{k} - 1\right)M \quad [\text{H}]$$

18. 巻数 N_A 回、半径 a [m] の円形コイル A と巻数 N_B 回、半径 b [m] の円形コイル B が中心と中心軸が同じ位置になるように置かれている。ただし、 $a \gg b$ である。

- (1) 2 つのコイルの間の相互インダクタンスを計算せよ。

$$M = \frac{\mu_0 N_A N_B}{2a} \pi b^2 \quad [\text{H}]$$

- (2) コイル B に角周波数 ω [rad/s], 実効値 I [A] の電流が流れるとき、コイル A に誘起される電圧の実効値を計算せよ。

$$V = \frac{\mu_0 N_A N_B}{2a} \pi b^2 \omega I \quad [\text{V}]$$

19. 長さ l [m], 断面積 S [m²] の磁性体に導線を N 回巻き付けて環状ソレノイドを作ったところ、その自己インダクタンスが L [H] となった。この磁性体の透磁率を計算せよ。

$$\mu = \frac{l}{N^2 S} L \quad [\text{H/m}]$$