

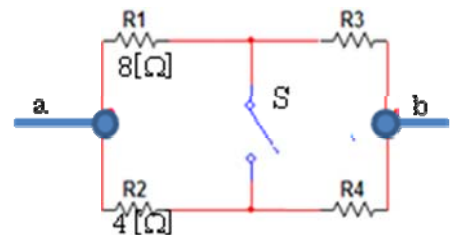
平成 22 年度 電磁気学 I 第 2 回理解度チェックテスト S2Y(自己採点后回収します。)

学生番号	名前	自己採点

本理解度チェックテストの結果は判定には全く加味しません。皆さんの今の実力を自分で把握してもらうことが目的です。カンニング・人との相談等は一切禁止です。真空の誘電率 $\epsilon_0=8.854 \times 10^{-12}$ [F/m]として計算してください。電卓を使用して計算してください。裏にも問題があります。

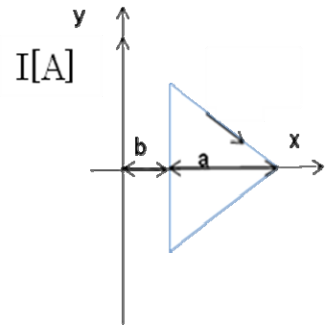
1. 金属薄膜で表面をコーティングされた、空気中に浮かぶ半径 10[m]の球形アドバルーンが絶縁破壊に至る電荷量[C]を求めなさい。空気の絶縁破壊電界は 30[KV/cm]である。(10 点)
2. (1)比誘電率 ϵ_r が 1000、厚さ 2[mm]の物質を、隙間なく面積 1[cm²]の銅板二枚に挟んだ。コンデンサとして用いる場合の静電容量を計算しなさい。静電容量は無限に広い場合と同じと考えてよい。(10 点)
(2)同じ物質を二枚の銅板に挟む時、それぞれの銅板との間に、片方は 0.05[mm]、もう片方は 0.1[mm]の隙間ができ、三層構造になったとする。静電容量はいくつになるか、計算しなさい。(10 点)

3. 4 個の抵抗 R1、R2、R3、R4 を右図のように接続し、a, b 間の電圧を 100[V]に保ったまま、スイッチ S を開閉する。開の時も閉の時も全電流が 30[A]となるためには、抵抗 R3 および R4 は、それぞれ何[Ω]であるか。(20 点)



4. 直流 110[V]を発生する発電機から 1[Km]離れた所へ、電圧 100[V]で 50[KW]の電力を消費する負荷に電力を供給する。配電線はまっすぐであるとし、 $1.78 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$ の抵抗率の銅線を用いる場合、電線の太さを求めよ。(20 点)

5. 右図のように、真空中に太さの無視できる正三角形のコイルと、それと同じ平面上に正三角形の一边と平行な無限直線状導線がある。無限直線状導線に $I=1.0[A]$ 流すとき、正三角形内に鎖交する磁束を求めなさい。 $a=2[m]$ 、 $b=1[m]$ とする。(10 点)



6. 起電力 1.5[V]、内部抵抗 0.5[Ω]の電池に、3[Ω]の抵抗をつないだとする。(1)この抵抗を流れる電流、(2)抵抗の端子間の電圧、(3)抵抗に発生するジュール熱(= I^2R)、および(4)電池内部で発生するジュール熱を求めよ。(5×4=20 点)

解答例

1. 金属薄膜で表面をコーティングされた、空気中に浮かぶ半径 10[m]の球形アドバルーンが絶縁破壊に至る電荷量[C]を求めなさい。空気の絶縁破壊電界は 30[KV/cm]である。

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon r^2} = 3 \times 10^6 \quad \text{となる } Q, \quad \underline{Q=33.4[mC]}$$

2. (1)比誘電率 ϵ_r が 1000、厚さ 2[mm]の物質を、隙間なく面積 1[cm²]の銅板二枚に挟んだ。コンデンサとして用いる場合の静電容量を計算しなさい。
3. (2)同じ物質を二枚の銅板に挟む時、それぞれの銅板との間に、片方は 0.05[mm]、もう片方は 0.1[mm]の隙間ができたとする。静電容量はいくつになるか、計算しなさい。

4.
(1)

$$C_2 = \epsilon \frac{S}{d} = 1000 \times 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{1 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}} = 443[pF]$$

- (2) 0.05[mm]の隙間による静電容量 C_1 は $C_1 = 17.7[pF]$ 、0.1[mm]の隙間による静電容量 C_3 は $C_3 = 8.85[pF]$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \underline{C=5.82[pF]}$$

3. 4個の抵抗 R1、R2、R3、R4 を右図のように接続し、a, b 間の電圧を 100[V]に保ったまま、スイッチ S を開閉する。開の時も閉の時も全電流が 30[A]となるためには、抵抗 R3 および R4 は、それぞれ何[Ω]であるか。

$$\frac{8}{3} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{10}{3}, \quad \frac{(8 + R_3) \cdot (4 + R_4)}{(8 + R_3) + (4 + R_4)} = \frac{10}{3} \quad \text{より、} R_3=2[\Omega], R_4=1[\Omega]$$

4.

電線の長さは行きと帰りで 2Km。電圧降下は 10V。電流は $50 \times 10^3 / 100 = 500A$ 。 $V = RI, R = \rho \frac{L}{S}$

$$S = \rho \frac{L}{R} = 1.78 \times 10^{-8} \frac{2 \times 10^3}{\frac{10}{500}} = 1.78 \times 10^{-3} [m^2] = 1780 [mm^2]$$

5. 右図のように、真空中に太さの無視できる正三角形のコイルと、それと同じ平面上に正三角形の一辺と平行な無限直線状導線がある。無限直線状導線に $I=1.0[A]$ 流すとき、正三角形内に鎖交する磁束を求めなさい。 $a=2[m]$ 、 $b=1[m]$ とする。

$$\begin{aligned} \Phi &= B \times S = \mu_0 \times H \times S = \mu_0 \times I \times \int_b^{a+b} \frac{(a+b-x) \times \frac{2}{\sqrt{3}}}{2\pi x} dx \\ &= \frac{\mu_0 I}{\sqrt{3}\pi} \times \left\{ (a+b) \ln \frac{a+b}{b} - a \right\} = 3.00 \times 10^{-7} [Wb] \end{aligned}$$

6. 起電力 1.5[V]、内部抵抗 0.5[Ω]の電池に、3[Ω]の抵抗をつないだとする。(a)この抵抗を流れる電流、(b)抵抗の端子間の電圧、(c)抵抗に発生するジュール熱、および(d)電池内部で発生するジュール熱を求めなさい。

(a) $I = \frac{1.5}{3+0.5} = 0.43[A]$, (b) $V = \frac{1.5}{3.5} \times 3 = 1.29[V]$, (c) $Q = I^2 R = \left(\frac{1.5}{3.5}\right)^2 \times 3 = 0.55[W]$,

(d) $Q = \left(\frac{1.5}{3.5}\right)^2 \times 0.5 = 0.092[W]$