

# 令和3年度専攻科入学者選抜検査

(学力一次) 検査問題

電子工学専攻

専門科目

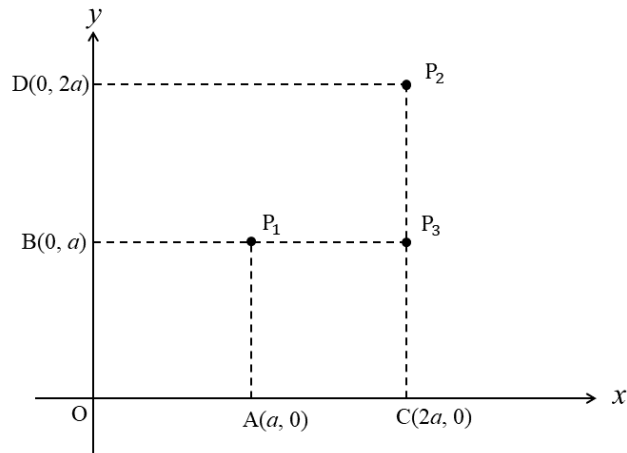
(検査時間 120分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～6ページです。
- 2 2科目（電磁気学、電気回路）の両方に解答してください。
- 3 電卓は、使用禁止です。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

# 科目名 電磁気学

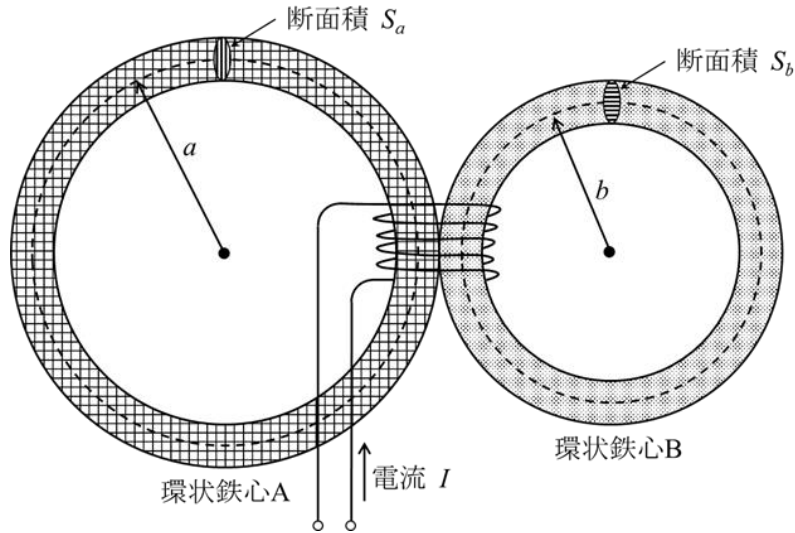
1. 下図に示すように、真空中における  $xy$  平面にA、B、C、Dの点があり、原点Oから点A、Bまでの距離を  $a$  [m] ( $a > 0$ ) とし、原点Oから点C、Dまでの距離を  $2a$  [m] とする。また、 $x$  軸上、 $y$  軸上には単位長さあたり  $+\rho$  [C/m] の電荷が均一に分布しており、固定されていて移動しないものとする。図中のように  $xy$  平面上にある点  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  を考え、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m]、円周率を  $\pi$  として、以下の設問に適切な単位を付して答えよ。



- (1) 点  $P_1$  における、 $x$  軸方向の電界の強さを求めよ。
- (2) 点  $P_1$  における、 $y$  軸方向の電界の強さを求めよ。
- (3) 点  $P_1$  における、電界の強さを求めよ。
- (4) 点  $P_1$  と点  $P_3$  の間における電位差および、点  $P_2$  と点  $P_3$  の間における電位差をそれぞれ求めよ。
- (5) 点  $P_1$  に、電気量  $+q$  [C] および 質量  $m$  [kg] を持った質点を静かに置いた。すると、 $t$  [s] 後に点  $P_2$  に到達した。点  $P_2$  に到達したときの質点の速さを求めよ。ただし重力の影響は無視する。
- (6) 前問 (5) の後、十分に時間が経過したとする。このとき、質点の速さはどのようなになるか端的に述べよ。

## 科目名 電磁気学

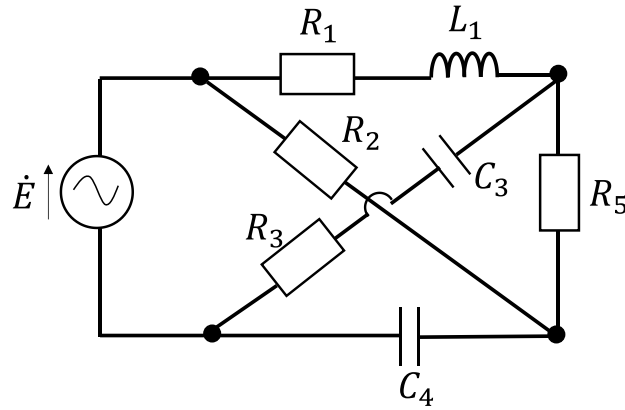
2. 下図に示すように、真空中に環状鉄心A(半径 $a$  [m])とB(半径 $b$  [m])があり、巻数 $N$ のコイルに $I$  [A]の電流が流れている。環状鉄心Aは、断面積 $S_a$  [m<sup>2</sup>]、比透磁率 $\mu_a$ 、また、環状鉄心Bは、断面積 $S_b$  [m<sup>2</sup>]、比透磁率 $\mu_b$ である。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の透磁率を $\mu_0$  [H/m]、円周率を $\pi$ とする。また、それぞれの環状鉄心中の磁界分布および磁束密度分布は一様とみなせるものとし、漏れ磁束は無いものとする。



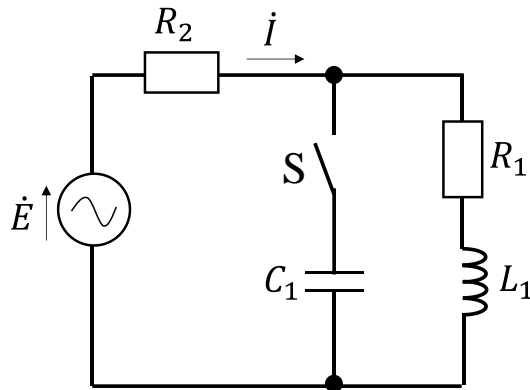
- (1) コイルで発生する起磁力を求めよ。
- (2) 環状鉄心Aの透磁率を求めよ。
- (3) 環状鉄心Bの透磁率を求めよ。
- (4) 環状鉄心A中の磁界の強さを求めよ。
- (5) 環状鉄心B中の磁界の強さを求めよ。
- (6) 環状鉄心A中の磁束密度の大きさを求めよ。
- (7) 環状鉄心B中の磁束密度の大きさを求めよ。
- (8) コイルに鎖交する磁束を求めよ。
- (9) コイルの自己インダクタンスを求めよ。
- (10) コイルに蓄えられるエネルギーを求めよ。

## 科目名 電気回路

1. 下図に示すように、抵抗 $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、 $R_3$  [ $\Omega$ ]、 $R_5$  [ $\Omega$ ]、インダクタンス $L_1$  [H]、キャパシタンス $C_3$  [F]、 $C_4$  [F]および電圧源 $\dot{E}$  [V]を用いた回路がある。 $R_5$ に電流が流れないとき、 $L_1$ と $R_1$ を、それぞれ $R_2$ 、 $R_3$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ を用いた式で表せ。



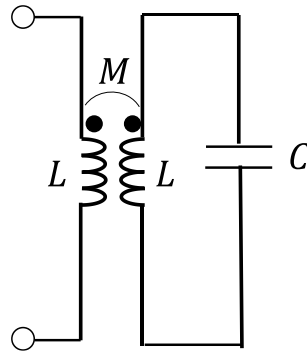
2. 下図に示すように、抵抗 $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、インダクタンス $L_1$  [H]、キャパシタンス $C_1$  [F]、スイッチ $S$ 、および電圧源 $\dot{E}$  [V]を用いた回路がある。抵抗 $R_2$ を流れる電流を $i$  [A]とする。以下の設問に、適切な単位を付して答えよ。ただし、角周波数を $\omega$  [rad/s]とする。



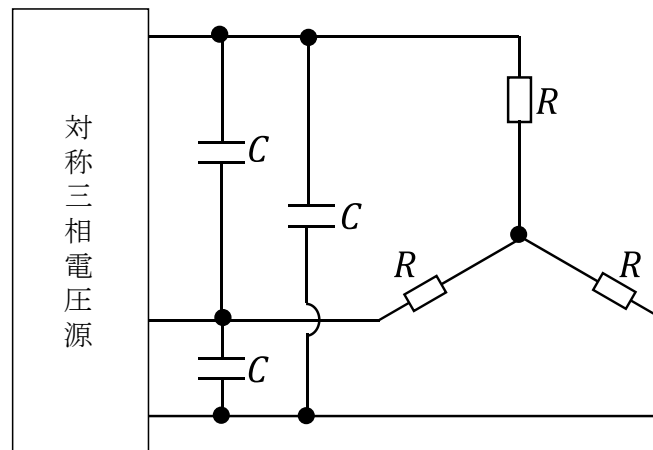
- (1)  $S$ を開いたとき、回路の力率を求めよ。  
 (2)  $S$ を閉じたところ、 $\dot{E}$ と $i$ が同相となった。このときの $C_1$ を、 $R_1$ 、 $L_1$ 、 $\omega$ を用いた式で表せ。

## 科目名 電気回路

3. 下図に示すように、インダクタンス $L$  [H]、キャパシタンス $C$  [F]を用いた回路がある。2つのインダクタンス間には相互誘導があり、その相互インダクタンスを $M$  [H] とする。回路左端からみた合成インピーダンスを求めよ。ただし、角周波数を $\omega$  [rad/s]、虚数単位を $j$ とする。

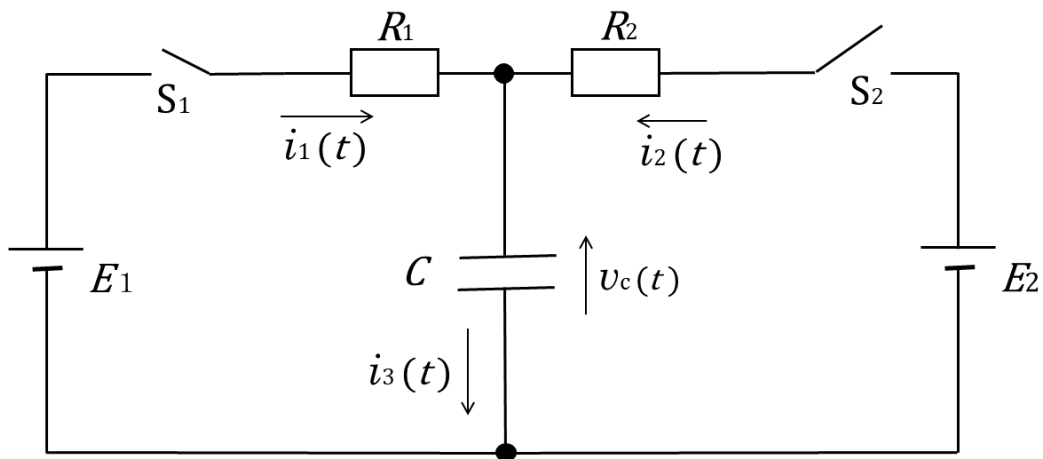


4. Y型回路、 $\Delta$ 型回路に関する、以下の設問に適切な単位を付して答えよ。
- (1) 抵抗 $R_Y$  [ $\Omega$ ]を3つ用いたY型回路と、抵抗 $R_D$  [ $\Omega$ ]を3つ用いた $\Delta$ 型回路が等価であるとする。このとき、 $R_Y$ と $R_D$ の関係式を答えよ。
  - (2) キャパシタンス $C_Y$  [F]を3つ用いたY型回路と、キャパシタンス $C_D$  [F]を3つ用いた $\Delta$ 型回路が等価であるとする。このとき、 $C_Y$ と $C_D$ の関係式を答えよ。
  - (3) 下図に示すように、抵抗 $R$  [ $\Omega$ ]、キャパシタンス $C$  [F]を用いた三相回路がある。この回路の力率を求めよ。ただし、角周波数を $\omega$  [rad/s]とする。



## 科目名 電気回路

5. 下図のような、2つの直流電源  $E_1$  [V]、 $E_2$  [V]、2つの抵抗  $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、キャパシタンス  $C$  [F]、2つのスイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  で構成される回路がある。時刻  $t$  [s]  $< 0$  において、 $C$  には電荷がなく、すべてのスイッチは開いている。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、時刻  $t$  において抵抗  $R_1$  に流れる電流を  $i_1(t)$  [A]、抵抗  $R_2$  に流れる電流を  $i_2(t)$  [A]、 $C$  に流れる電流を  $i_3(t)$  [A] とし、電流の向きは図に示す通りとする。また、 $E_1 > E_2$  で、 $C$  の両端の電圧を  $v_c(t)$  [V] とし、電圧の向きは図に示す通りとする。



$t=0$  でスイッチ  $S_1$  と  $S_2$  を同時に閉じたとする。

- (1)  $v_c(t)$  の初期値  $v_c(0)$  を求めよ。
- (2)  $i_1(t)$  と  $i_2(t)$  と  $i_3(t)$  の関係を表せ。
- (3)  $i_1(t)$  を、 $E_1$  と  $R_1$  と  $v_c(t)$  を用いた式で表せ。
- (4)  $i_2(t)$  を、 $E_2$  と  $R_2$  と  $v_c(t)$  を用いた式で表せ。
- (5)  $i_3(t)$  を、 $C$  と  $v_c(t)$  を用いた式で表せ。
- (6)  $i_1(t)$  と  $i_2(t)$  と  $i_3(t)$  の初期値  $i_1(0)$ 、 $i_2(0)$ 、 $i_3(0)$  を求めよ。
- (7) 十分に時間が経過して定常状態になったとき、 $v_c(t)$ 、 $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ 、 $i_3(t)$  の各定常値を求めよ。
- (8)  $t \geq 0$  における電圧  $v_c(t)$  と電流  $i_3(t)$  を求めよ。