

# 令和8年度専攻科入学者選抜検査

(学力二次) 検査問題

電子工学専攻

専門科目

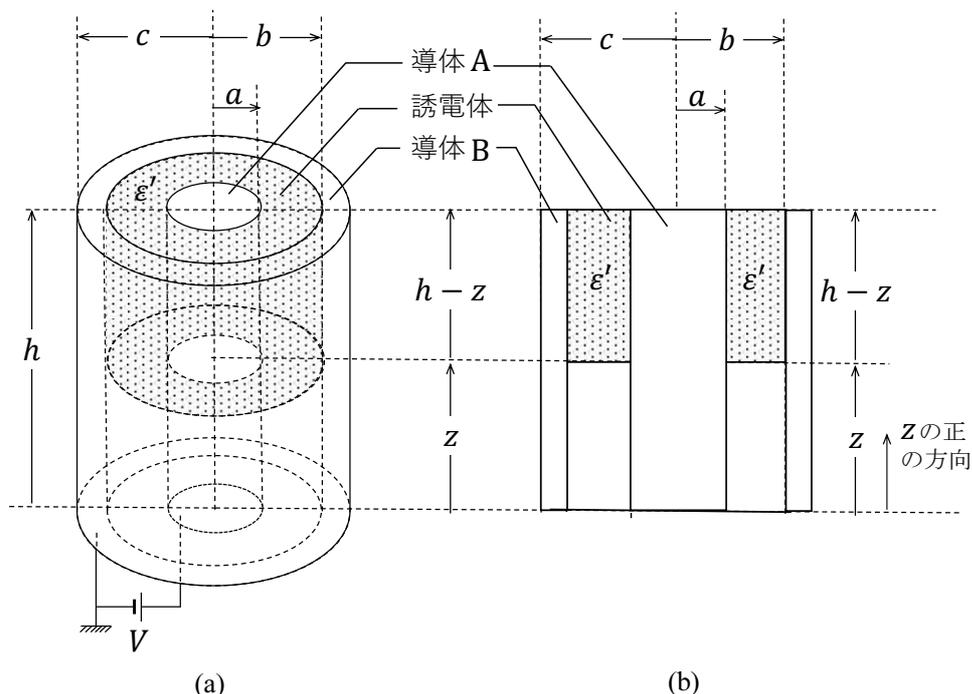
(検査時間 120分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～7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 スペースが不足する場合は、その旨を明記の上、用紙の裏を使用してください。
- 6 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. 図 (a) のように半径  $a$  [m]、高さ  $h$  [m] の円柱導体 A の外側に同一中心軸を持ち、内半径  $b$  [m]、外半径  $c$  [m]、高さ  $h$  の円筒導体 B がある ( $a < b < c$ )。この 2 導体間に内半径  $a$ 、外半径  $b$ 、高さ  $h-z$ 、比誘電率  $\epsilon'$  の円筒形の誘電体が図の上方から導体の底面に対して高さ  $z$  [m] まで挿入されている。2 導体間には電源が接続され、導体 A の電位が導体 B に対し常に電位差  $V$  [V] ( $> 0$ ) に保たれているとする。また図 (b) は導体 A、B および誘電体の中心軸を通る断面図である。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m]、円周率を  $\pi$  とし、高さ  $h$  は十分に長く ( $h \gg c$ )、円筒の端部におけるエッジ効果は無視できるものとする。



- (1) 2 導体間で誘電体が挿入されていない領域において、導体 A の円柱側面の表面電荷面密度を  $\sigma_A$  [C/m<sup>2</sup>] と仮定する。中心軸から距離  $r$  [m] ( $a < r < b$ ) にある点における電界の強さを、以下の記号を用いて表せ。

$$\sigma_A, \pi, \epsilon_0, \epsilon', a, b, h, z, r$$

- (2) 2 導体間で誘電体が挿入されている領域において、導体 A の円柱側面の表面電荷面密度を  $\sigma'_A$  [C/m<sup>2</sup>] と仮定する。中心軸から距離  $r$  [m] ( $a < r < b$ ) にある点における電界の強さを、以下の記号を用いて表せ。

$$\sigma'_A, \pi, \epsilon_0, \epsilon', a, b, h, z, r$$

- (3) (1)、(2) で求めた電界の値が等しい性質を利用して  $\sigma'_A$  を  $\sigma_A$  で表せ。

- (4) 2 導体間の電位差が  $V$  であることから、 $\sigma_A$ 、および  $\sigma'_A$  を  $V$  を用いて表せ。

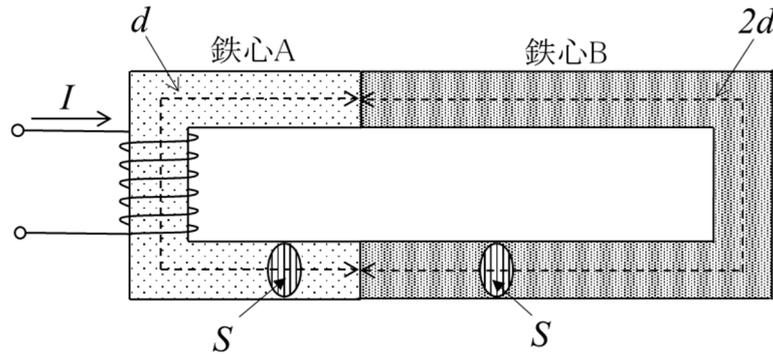
## 科目名 電磁気学

以下の設問の解答では記号 $\sigma_A$ 、 $\sigma'_A$ を**用いず**に表せ。

- (5) (4) の結果を用いて、中心軸から距離  $r$  [m] ( $a < r < b$ ) にある点における電界の強さを、 $V$  を用いて表せ。
- (6) (4) の結果を用いて 2 導体間の静電容量を求めよ。
- (7) (6) の結果を用いて 2 導体間に蓄えられている静電エネルギーを求めよ。
- (8) 2 導体間で誘電体の挿入されていない領域において、中心軸から距離  $r$  [m] ( $a < r < b$ ) にある点における単位体積当たりの静電エネルギーを (5) の結果を用いて求めよ。
- (9) 2 導体間で誘電体の挿入されている領域において、中心軸から距離  $r$  [m] ( $a < r < b$ ) にある点における単位体積当たりの静電エネルギーを (5) の結果を用いて求めよ。
- (10) (7) の結果を用いて、誘電体に働く力を  $z$  が増加する向きを正の向きとして求めよ。

## 科目名 電磁気学

2. 下図に示すような、真空中に鉄心 A と鉄心 B からなる磁気回路がある。ここで、鉄心 A は磁路の長さ  $d$  [m]、断面積  $S$  [m<sup>2</sup>]、比透磁率  $\mu_r$ 、鉄心 B は磁路の長さ  $2d$  [m]、断面積  $S$  [m<sup>2</sup>]、比透磁率  $2\mu_r$  である。さらに、鉄心 A には巻き数  $N$  のコイルが巻かれており、電流  $I$  [A] が流れている。このとき、鉄心での磁界分布および磁束密度分布は一様であり、漏れ磁束は無いものとする。真空の透磁率を  $\mu_0$  [H/m] として、以下の設問に適切な単位を付して答えよ。



- (1) 鉄心 A の透磁率を求めよ。
- (2) 鉄心 B の磁気抵抗を求めよ。
- (3) 鉄心 A と鉄心 B の合成磁気抵抗を求めよ。
- (4) コイルに生じる起磁力を求めよ。
- (5) 鉄心 A での磁束を求めよ。
- (6) 鉄心 A での磁束密度の大きさを求めよ。
- (7) 鉄心 B での磁束密度の大きさを求めよ。
- (8) 鉄心 B での磁界の強さを求めよ。
- (9) コイルの自己インダクタンスを求めよ。
- (10) コイルに蓄えられているエネルギーを求めよ。

# 科目名 電気回路

1. 図1のように、インダクタンス $L_1$ 、 $L_2$  [H]、相互インダクタンス $M$  [H]からなる2端子対回路の端子ab間に、角周波数 $\omega$  [rad/s]の正弦波交流電圧 $\dot{E} = E \angle 0$  [V]を加えた。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、解答が分数の場合、分子分母に虚数単位を残してもよい。また、回路素子の定数および交流電圧源の角周波数は0でない正の値をとるものとする。

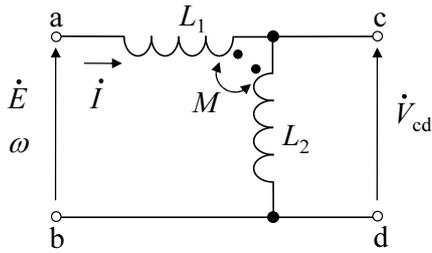


図1

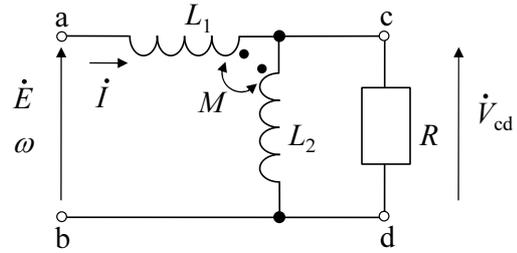


図2

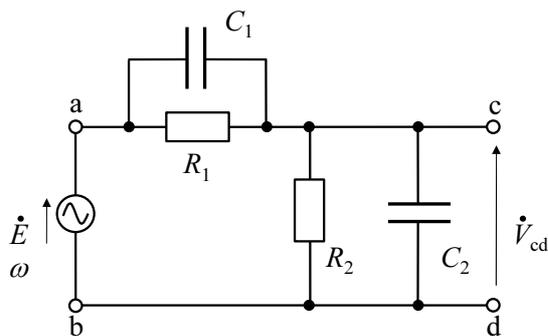
- (1) ab間から見た回路全体のインピーダンスを求めよ。
- (2)  $L_1$  に流れる電流を求めよ。
- (3) cd間の電圧  $\dot{V}_{cd}$  を求めよ。

次に、図2のように端子cd間に抵抗 $R$  [Ω]を接続した。

- (4) ab間から見た回路全体のインピーダンスを求めよ。
- (5)  $R$  の両端電圧  $\dot{V}_{cd}$  を求めよ。
- (6)  $\dot{E}$  と  $\dot{V}_{cd}$  が同相、すなわち位相差が0となる条件を求めよ。

## 科目名 電気回路

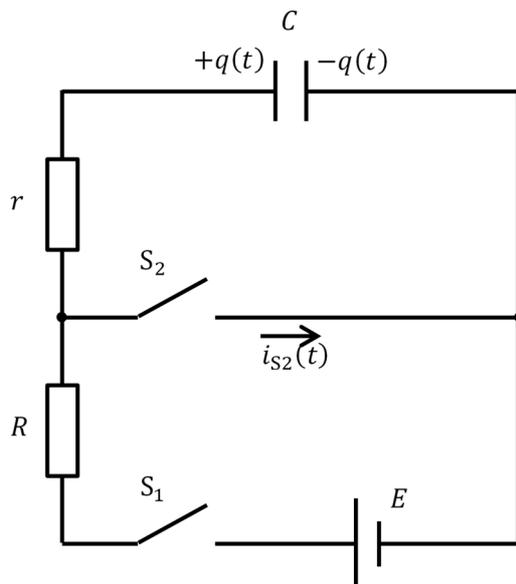
2. 下図のように、抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、キャパシタンス  $C_1$ 、 $C_2$  [F]からなる2端子対回路の端子  $ab$  間に、角周波数  $\omega$  [rad/s]の正弦波交流電圧源  $\dot{E} = E \angle 0$  [V]を接続した。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、解答が分数の場合、分子分母に虚数単位を残してもよい。また、回路素子の定数および交流電圧源の角周波数は0でない正の値をとるものとする。



- (1)  $ab$  間から見た回路全体のインピーダンスを求めよ。
- (2)  $cd$  間の電圧  $\dot{V}_{cd}$  を求めよ。
- (3)  $\dot{V}_{cd}$  が  $\omega$  に無関係に一定となる条件を求めよ。ただし、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ を用いて表せ。
- (4) 前問の条件が成り立つとき、回路で消費される電力を求めよ。

## 科目名 電気回路

3. 下図のような、直流電圧源 $E$  [V]、2つの抵抗 $R$  [ $\Omega$ ]、 $r$  [ $\Omega$ ]、キャパシタンス $C$  [F]、スイッチ $S_1$ 、 $S_2$ で構成される回路を考える。時刻 $t$  [s]において、 $C$ に蓄えられる電荷を $q(t)$  [C]、スイッチ $S_2$ を流れる電流を $i_{S_2}(t)$  [A]とおく。時刻 $t$  [s] < 0において、すべてのスイッチは開いており、 $C$ の両端の電位差は0 Vで、回路は定常状態にある。なお、電流 $i_{S_2}(t)$ は図中の矢印の向きを正とする。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。



時刻 $t = 0$ でスイッチ $S_1$ を閉じた。時刻 $t$ における電荷 $q(t)$ を $q_1(t)$  ( $t \geq 0$ )とする。

- (1) 電荷 $q_1(t)$ が満たす回路方程式を示せ。
- (2) 電荷 $q_1(t)$ の初期値 $q_1(0)$ を示せ。
- (3) (1)の回路方程式を(2)の初期値の条件で解き、電荷 $q_1(t)$ を求めよ。
- (4) 時刻 $t$ において、 $C$ に蓄積されるエネルギー $W_{C1}(t)$ を求めよ。
- (5)  $W_{C1}(t)$ の時間変化(時間微分) $dW_{C1}(t)/dt$ を求めよ。
- (6) 時刻 $t$ において、 $R$ 、 $r$ で消費される電力 $P_{R1}$ 、 $P_{r1}$ を求めよ。
- (7) 時刻 $t$ において、 $E$ から供給される電力 $P_{E1}$ を求めよ。
- (8)  $dW_{C1}(t)/dt$ 、 $P_{R1}$ 、 $P_{r1}$ 、 $P_{E1}$ の関係を示せ。

スイッチ $S_1$ を閉じて充分時間が経過し定常状態となった後、スイッチ $S_2$ を閉じた。スイッチ $S_2$ を閉じた時刻をあらためて $t = 0$ とおき、時刻 $t$ における電荷 $q(t)$ を $q_2(t)$  ( $t \geq 0$ )とする。

- (9) 電荷 $q_2(t)$ が満たす回路方程式を示せ。
- (10) 電荷 $q_2(t)$ の初期値 $q_2(0)$ を示せ。
- (11) (9)の回路方程式を(10)の初期値の条件で解き、電荷 $q_2(t)$ を求めよ。
- (12) スイッチ $S_2$ を流れる電流 $i_{S2}(t)$ を求めよ。