

令和 8 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

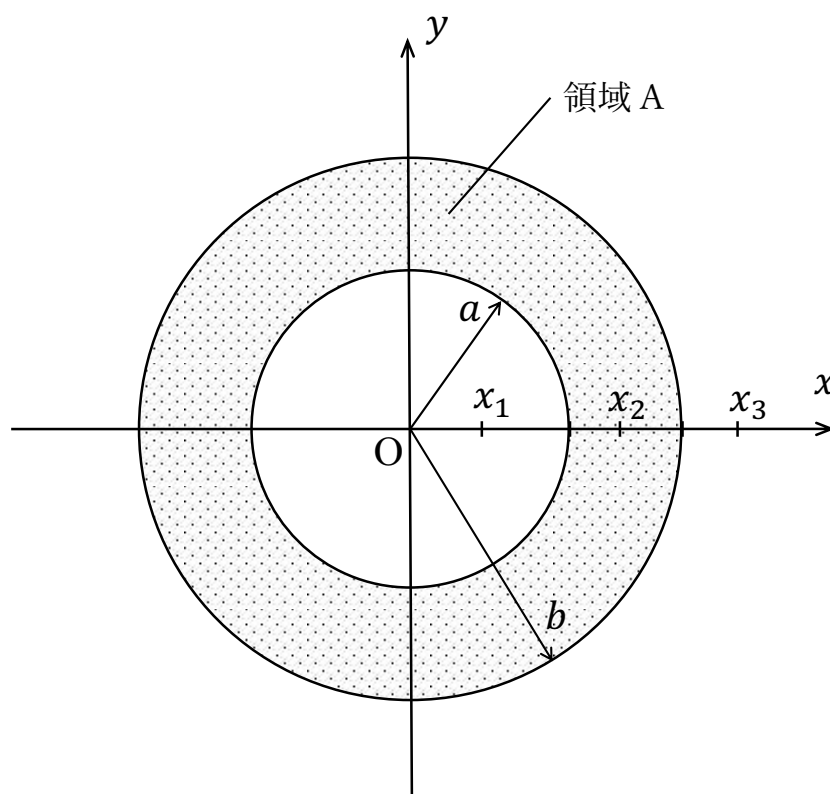
(検査時間 120 分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて 1 ～ 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. 下図のように真空中に点 O を中心とし、内半径および外半径がそれぞれ a [m]、 b [m] の球殻がある ($a < b$)。すなわち球殻は図の点 O を中心として半径 a の球体と半径 b の球体の間に挟まれた領域 A であり、この領域には一定の電荷密度 ρ [C/m³] (> 0) の電荷が一様に分布し、領域 A 以外に電荷は存在しない。下図のように点 O を原点として x 軸、 y 軸を取る。以下の設問における、 x 軸上の各点での値について、適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]、円周率を π とする。また無限遠方の電位を 0 V として基準とする。

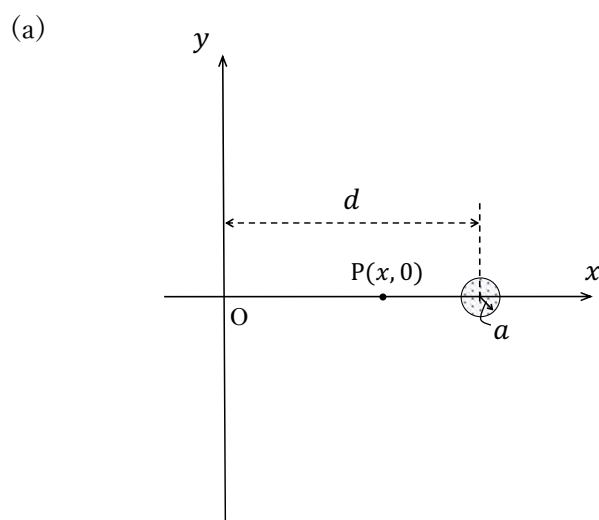


- (1) $x = x_1$ [m] ($0 < x_1 < a$) における電界の強さを求めよ。
- (2) $x = x_2$ [m] ($a < x_2 < b$) における電界の強さを求めよ。
- (3) $x = x_3$ [m] ($b < x_3 < \infty$) における電界の強さを求めよ。

- (4) $x = x_1$ [m] ($0 < x_1 < a$) における電位を求めよ。
- (5) $x = x_2$ [m] ($a < x_2 < b$) における電位を求めよ。
- (6) $x = x_3$ [m] ($b < x_3 < \infty$) における電位を求めよ。

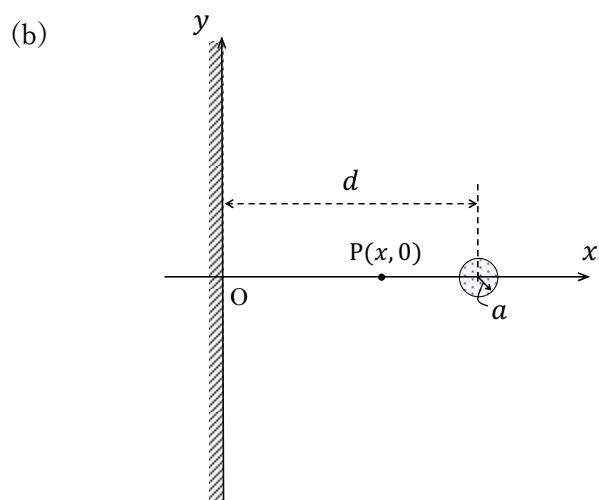
科目名 電磁気学

2. 図(a)のように原点Oから距離 d [m] 離れたところに半径 a [m] の無限に長い円柱導体がある。円柱導体には単位長さ当たり λ [C/m] で円柱導体表面に一様に電荷が分布しているとする。原点から円柱導体に向かう垂線を x 軸とする。図のように原点Oを通り、 x 軸および円柱導体に垂直な方向を y 軸とする。 x 軸上に点P($x, 0$) ($0 < x < d - a$) をとる。ただし真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]、円周率を π とする。



- (1) 点Pにおける電界の強さを求めよ。

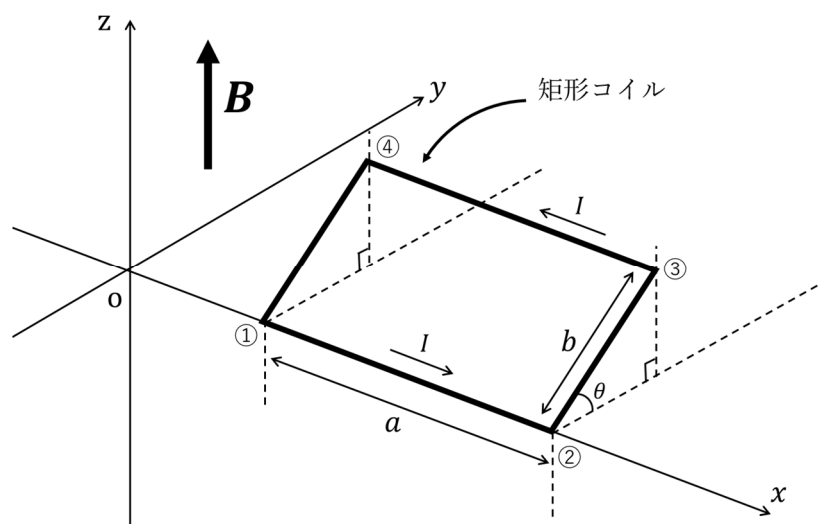
次に図(b)のように原点を通り x 軸に垂直な表面を持つ無限に広い平板導体を置いた。ただし a は d に比べて充分小さく、電荷は円柱導体表面で一様に分布しているものとする。



- (2) 点Pにおける電界の強さを求めよ。
 (3) 平板導体表面の電位を 0 V として基準にとるとき、点Pにおける電位を求めよ。
 (4) 平板導体と円柱導体間の単位長さ当たりの静電容量を求めよ。

科目名 電磁気学

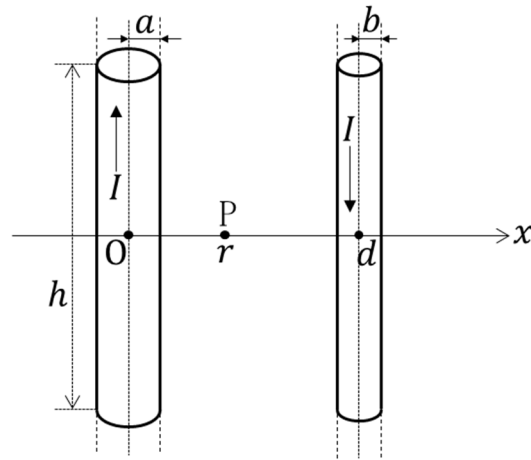
3. 下図に示すように、真空中に配置された一辺の長さが a [m] および b [m] の、長方形の巻数 1 の矩形コイルがあり、図に示す方向に電流 I [A] が流れている。矩形コイルの頂点①と②は、 x 軸上に配置されており、矩形コイルのコイル面と x - y 平面とがなす角を θ とする。また、空間全体に一樣な磁束密度 B [T] が図の $+z$ 軸方向に存在する。このとき、矩形コイルには、電流 I が流れているが、図の状態に束縛されており運動はしないものとする。次の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、導体の太さは無視でき、真空の透磁率を μ_0 [H/m]、円周率を π とする。なお、電流の作る磁束密度は、一樣な磁束密度 B に比べて充分小さく無視できるものとする。



- (1) 矩形コイルに鎖交する磁束を求めよ。
- (2) 矩形コイルの辺①②の部分に働く力の強さを求めよ。
- (3) 矩形コイルの辺②③の部分に働く力の強さを求めよ。
- (4) 矩形コイルに発生しているトルクを求めよ。

科目名 電磁気学

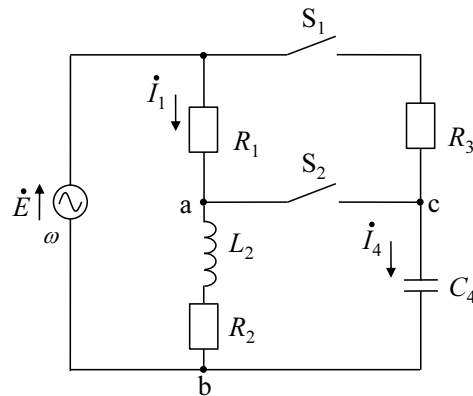
4. 下図に示すように、真空中の同一平面上に、断面半径が a [m] と b [m] の2本の無限長導線が導体の中心軸間隔 d [m] ($d > a + b$) で平行に配置されている。電流 I [A] は、図のように互いに逆向きに導線内を一様に流れている。左側の導体の中心軸上のある点を原点 O として、左側の導体の中心軸と垂直かつ右側の導体の中心軸を通る直線を x 軸とする。この軸上で原点 O からの距離 r [m] ($a \leq r \leq d - b$) の点を点 P とする。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の透磁率を μ_0 [H/m]、円周率を π とする。



- (1) 左側の導体に流れる電流が、点 P に作る磁界の強さを求めよ。
- (2) 右側の導体に流れる電流が、点 P に作る磁界の強さを求めよ。
- (3) 両導体に流れる電流が、点 P に作る磁束密度の大きさを求めよ。
- (4) 長さ h [m] あたり、両導体間 ($a \leq r \leq d - b$) に鎖交する磁束を求めよ。

科目名 電気回路

1. 下図のように、抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 [Ω]、インダクタンス L_2 [H]、キャパシタンス C_4 [F]、スイッチ S_1 、 S_2 からなる回路に、角周波数 ω [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解答してもよい。また、回路素子および交流電圧源の角周波数は0ではない正の値をとるものとする。



S_1 、 S_2 を開いて十分に時間が経過した。

- (1) R_1 に流れる電流 $\dot{I}_1$ を求めよ。
- (2) ab 間の電圧 $\dot{V}_{ab}$ を求めよ。
- (3) ab 間から見た回路全体のインピーダンス $\dot{Z}_{ab}$ を求めよ。

次に、 S_2 を閉じて十分に時間が経過した。

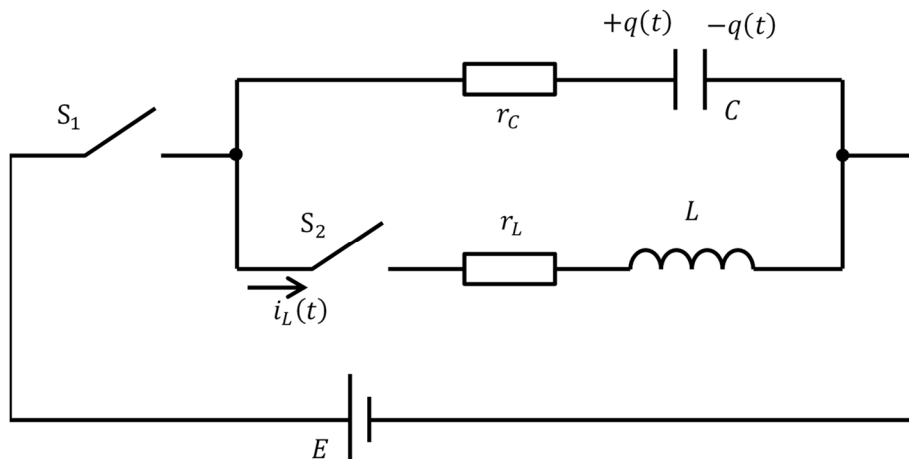
- (4) C_4 に流れる電流 $\dot{I}_4$ を求めよ。(2) の $\dot{V}_{ab}$ および (3) の $\dot{Z}_{ab}$ を用いてもよい。
- (5) 交流電圧源から見た回路のインピーダンス $\dot{Z}$ を求めよ。
- (6) $\dot{E}$ と $\dot{I}_1$ の位相差が0になる角周波数を求めよ。

さらに、 S_2 を開き、 S_1 を閉じて十分に時間が経過した。

- (7) $\dot{I}_4$ を求めよ。
- (8) $\dot{I}_1$ と $\dot{I}_4$ の大きさが等しく、位相差が $\pi/2$ になる条件を示せ。
- (9) S_2 の両端電圧、すなわち ac 間の電圧 $\dot{V}_{ac}$ を求めよ。 $\dot{I}_1$ および $\dot{I}_4$ を用いてもよい。
- (10) この状態で S_2 を閉じたときに S_2 を流れる電流が0となる条件は存在するか。存在するならばその条件を、存在しないならばその理由を示せ。

科目名 電気回路

2. 下図のような、直流電圧源 E [V]、2つの抵抗 r_c [Ω]、 r_L [Ω]、キャパシタンス C [F]、インダクタンス L [H]、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]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 $i_L(t)$ 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。 $t \geq 0$ における図中の電荷 $q(t)$ を $q_1(t)$ 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。

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、 $t \geq 0$ における電流 $i_L(t)$ を $i_{L2}(t)$ 、電荷 $q(t)$ を $q_2(t)$ とする。

- (4) 電流 $i_{L2}(t)$ が満たす回路方程式を示せ。
- (5) 電流 $i_{L2}(t)$ の初期値 $i_{L2}(0)$ を示せ。
- (6) (4)の回路方程式を(5)の初期値の条件で解き、電流 $i_{L2}(t)$ を求めよ。

スイッチ S_2 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_1 を開いた。スイッチ S_1 を開いた時刻をあらためて $t = 0$ とおき、 $t \geq 0$ における電流 $i_L(t)$ を $i_{L3}(t)$ 、電荷 $q(t)$ を $q_3(t)$ とする。

- (7) 電荷 $q_3(t)$ が満たす回路方程式を示せ。
- (8) 電荷 $q_3(t)$ の初期値 $q_3(0)$ 、およびその時間微分 $dq_3(t)/dt$ の初期値 $dq_3(t)/dt|_{t=0}$ を示せ。
- (9) (7)の回路方程式を(8)の初期値の条件で解き、電荷 $q_3(t)$ を求めよ。本小問においては、 $r_c = r_L = 1 \Omega$ 、 $C = 1 \text{ F}$ 、 $L = 10 \text{ H}$ 、 $E = 1 \text{ V}$ として解答せよ。虚数単位を含まない表現で解答すること。