

令和9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 90分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～5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 解答に至るまでの計算過程も明記してください。
- 6 スペースが不足する場合は、その旨を明記の上、解答用紙の裏を使用してください。
- 7 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. 以下の各設問に答えよ。解答には適切な単位を付すこと。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]、円周率を π とする。

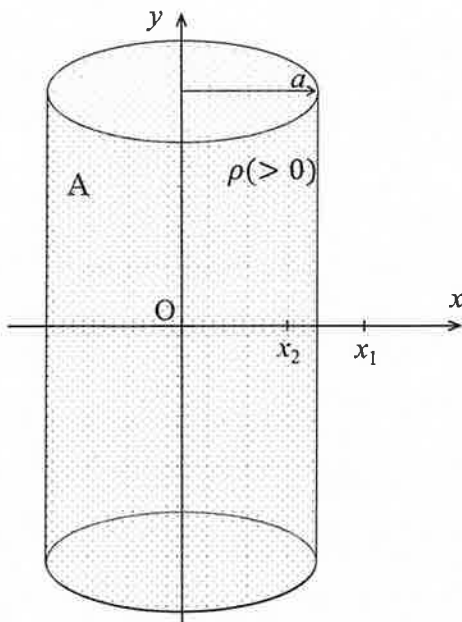
図 (a) のように点 O を原点とし、円柱の中心軸を y 軸とする。また、 y 軸に垂直で点 O を通る軸を x 軸とする。 y 軸を中心軸とする半径 a [m] の無限に長い円柱領域 A 内に、電荷密度 ρ [C/m³] (> 0) の電荷が一様に分布している。

- (1) x 軸上の点 $x = x_1$ [m] ($x_1 > a$) における電界の大きさを求めよ。
- (2) x 軸上の点 $x = x_2$ [m] ($0 < x_2 < a$) における電界の大きさを求めよ。

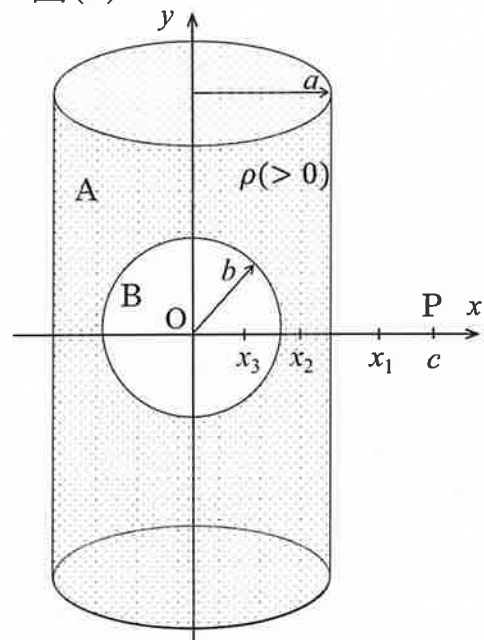
次に図(b)のように円柱領域 A の内部に点 O を中心とする半径 b [m] ($b < a$) の球形空洞領域 B を設ける。ただし、空洞 B 内の電荷密度は 0 とする。このとき、 x 軸上の点 P ($x = c$ [m], $c > a$) における電位を 0 V として基準とする。

- (3) x 軸上の点 $x = x_1$ [m] ($a < x_1 < c$) における電界の大きさを求めよ。
- (4) x 軸上の点 $x = x_2$ [m] ($b < x_2 < a$) における電界の大きさを求めよ。
- (5) x 軸上の点 $x = x_3$ [m] ($0 < x_3 < b$) における電界の大きさを求めよ。
- (6) x 軸上の点 $x = x_1$ [m] ($a < x_1 < c$) における電位を求めよ。

図(a)



図(b)



科目名 電磁気学

2. 以下の設問に対し適切な単位を付して答えよ。真空の透磁率を μ_0 [H/m]、円周率を π とする。また地磁気は無視する。

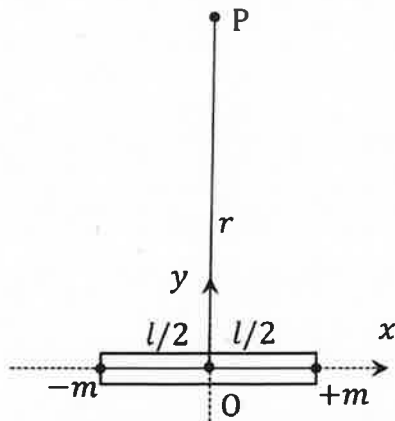
長さ l [m]、磁極の強さ $\pm m$ [Wb] の棒磁石がある。磁石の中心を原点 O とし、図(a)のように x 軸、 y 軸をとる。磁石中心点 O から y 軸方向に距離 r [m] の点 P における磁界を以下の手順にて求めよ。

- (1) $+m$ [Wb] の磁極が点 P に生じる磁界の大きさを求めよ。
- (2) $+m$ [Wb] の磁極が点 P に生じる磁界の x 軸方向成分を求めよ。
- (3) $+m$ [Wb] の磁極が点 P に生じる磁界の y 軸方向成分を求めよ。
- (4) $-m$ [Wb] の磁極が点 P に生じる磁界を求め、 $+m$ [Wb] の磁極が点 P に生じる磁界と合成し、棒磁石が点 P に生じる磁界をベクトルで示せ。

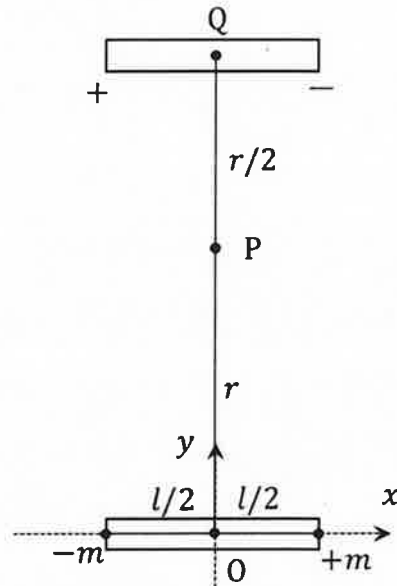
次に、長さが等しいが磁極の強さが未知の棒磁石を、図(b)のように先の棒磁石と逆向きになるように点 Q に配置する。このとき二つの棒磁石の中心はともに y 軸上に存在し、棒磁石はともに x 軸に平行に配置される。点 P において二つの棒磁石による磁界が相殺し、0 となったとき、点 Q から P までの距離は $r/2$ であった。

- (5) 新たに配置した磁極の強さが未知の棒磁石の磁気モーメントは、磁極の強さが $\pm m$ [Wb] の棒磁石の磁気モーメントの何倍か、答えよ。

図(a)

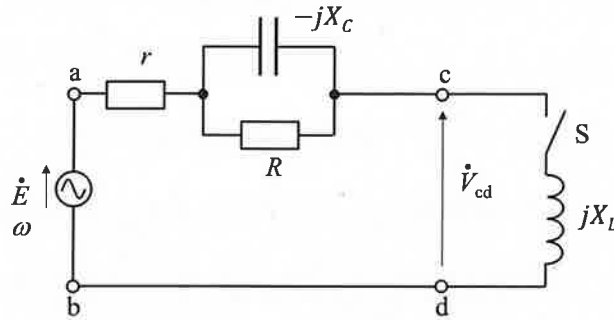


図(b)



科目名 電気回路

1. 下図のように、抵抗 r [Ω]、 R [Ω]、コイルのインピーダンス jX_L [Ω]、コンデンサのインピーダンス $-jX_C$ [Ω]、スイッチ S からなる回路の端子 ab に、角周波数 ω [rad/s] の正弦波交流電圧 $\dot{E} = E \angle 0$ [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。



S を開いて十分に時間が経過した。

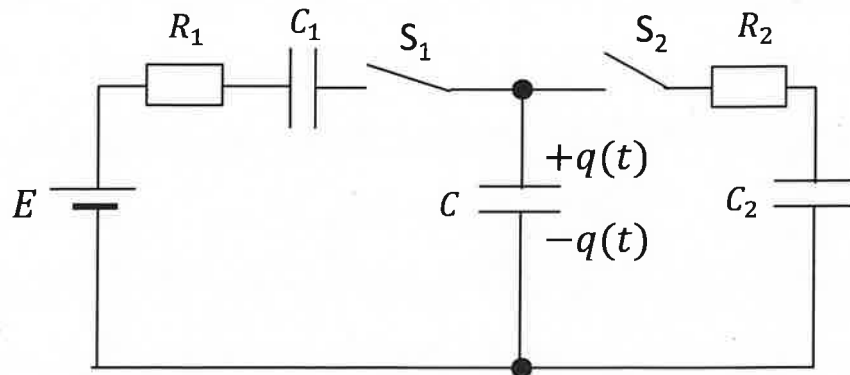
- (1) 端子 cd 間の電圧 $\dot{V}_{cd}$ を求めよ。
- (2) 端子 cd 間から見た回路全体のインピーダンスの実部を R_0 、虚部を X_0 とし、それぞれを求めよ。

次に、 S を閉じて十分に時間が経過した。

- (3) r に流れる電流を求めよ。ただし、(1) の $\dot{V}_{cd}$ 、(2) の R_0 、 X_0 を用いて解答してよい。
- (4) R に流れる電流を求めよ。ただし、(1) の $\dot{V}_{cd}$ 、(2) の R_0 、 X_0 を用いて解答してよい。
- (5) X_L が可変である場合、 R に流れる電流の大きさが最大となる X_L を求めよ。ただし、(1) の $\dot{V}_{cd}$ 、(2) の R_0 、 X_0 を用いて解答してよい。

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_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、3 つのキャパシタンス C_1 [F]、 C_2 [F]、 C [F]、2 つのスイッチ 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 に蓄えられている電荷を $q(t)$ [C] とおき、その極性は図の通りであるとする。まず、 C_1 、 C に蓄えられている電荷はいずれも 0 C である状態から、スイッチ S_1 を閉じ、 S_2 を開いた状態で十分な時間をおいて定常状態に達した後、スイッチ S_1 を開いた。このとき C_2 に蓄えられている電荷は 0 C であった。スイッチ S_1 を開く操作の直後に、スイッチ S_2 を閉じた。この時刻を $t = 0$ s とおく。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。



- (1) スイッチ S_2 を閉じた直後の電荷 $q(t)$ の値 ($= q(0)$) を示せ。
- (2) この時、キャパシタンス C に蓄積されている静電エネルギーを求めよ。
- (3) $t \geq 0$ において $q(t)$ が満たす回路方程式を示せ。
- (4) (3) の回路方程式を (1) の条件のもとで解き、電荷 $q(t)$ を求めよ。
- (5) スイッチ S_2 を閉じてから時間が十分に経過した後、キャパシタンス C に蓄えられている電荷およびキャパシタンス C_2 に蓄えられている電荷をそれぞれ求めよ。