

受験 番号	
----------	--

2024 年度 岡山大学大学院環境生命自然科学研究科(博士前期課程)

環境生命自然科学専攻 数理情報科学学位プログラム

電気電子機能開発学コース 入学試験問題

専 門 科 目

(電磁気学・電気回路学)

注意

1. 試験時間は 13:30~15:30 です。試験終了まで退室は認めません。
2. 配布された問題冊子1冊, 解答用冊子1冊を確認しなさい。ただし, 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。また, どの冊子も切り離してはいけません。問題冊子は, この表紙を含めて6枚の問題紙を綴じています(2~5枚目:問題, 6枚目:下書き・計算用)。
3. すべての解答用紙および問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入すること。採点の際に解答用紙を1枚ずつ切り離すので, 受験番号が記入されていない解答用紙に書かれた答案は採点されません。
4. 問題は第1問と第2問があります。すべての問題に解答し, 解答用冊子の所定頁に記入しなさい。指定と異なる解答用紙に書かれた答案は採点されません。
5. 問題紙の余白や裏面は下書きに利用してよいが, 記入された内容は採点対象としません。
6. 問題冊子と解答用冊子は, すべて試験終了後に回収します。

注意：(1) 結果だけでなく、考え方や導出過程についても記述すること。

(2) 国際単位系(SI)を用い、真空の誘電率は ϵ_0 、透磁率は μ_0 とする。

(3) 必要ならば以下の不定積分を用いてもよい。ここで、 a は0でない定数とする。

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \log_e \left| x + \sqrt{x^2 + a^2} \right| \qquad \int \frac{dx}{x^2 + a^2} = \frac{1}{a} \tan^{-1} \left(\frac{x}{a} \right)$$

$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}} \qquad \int \frac{xdx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

第1問(電磁気学その1)

問1 図1-1に示すように、真空中で太さが無視できる長さ $2L$ の棒が y 軸に沿って置かれている。この棒の中心は原点 O に一致しており、棒は線電荷密度 λ で一様に帯電している。

- (1) 原点から y の距離にある微小線素 dy 上の電荷による、無限遠を基準とする点 $P(0, 0, z)$ の電位 dV を求めよ。
- (2) 無限遠を電位の基準としたときの z 軸上の電位分布 V を求めよ。ただし、 $z = 0$ を除く。
- (3) (2)で求めた電位を使って z 軸上の電界分布 E を求めよ。ただし、 x, y, z 方向の単位ベクトルは e_x, e_y, e_z とし、 $z = 0$ を除く。

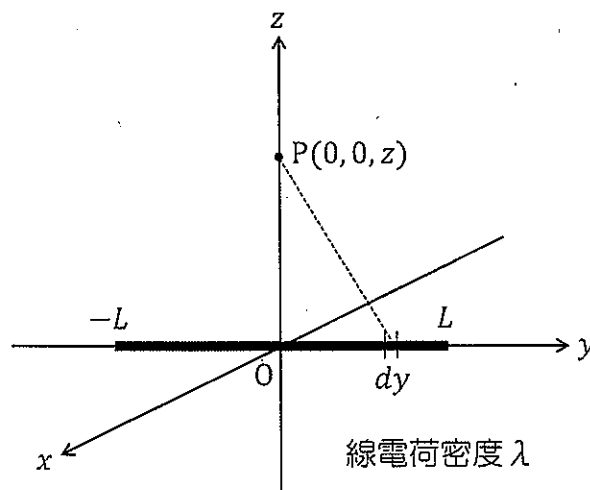


図1-1

第1問(電磁気学その2)

問2 図1-2のように、長さが十分に長く、半径が a と b の二つの中空の薄い円筒導体が軸を一致して真空中に置かれ、同じ大きさの電流 I が二つの円筒を逆方向に流れている。電流は薄い円筒面上を均一に流れているとする。

- (1) このとき生じている磁界の大きさ H を、軸からの距離 r の関数として求めよ。
- (2) 長さ x あたりの自己インダクタンス L_1 を求めよ。

内側の中空円筒導体を、同じ半径 a を持ち内部の詰まった円柱導体に取り換え、これまでと同じように外側の中空円筒導体と逆方向に電流 I を流した。円柱導体も十分に長く、円柱断面で電流密度は均一とする。また円柱導体の比透磁率は1とする。

- (3) このとき生じている磁界の大きさ H を、軸からの距離 r の関数として求めよ。
- (4) この場合の長さ x あたりの自己インダクタンス L_2 を求めよ。
- (5) 長さ x あたりに蓄えられている磁界のエネルギー U を磁界のエネルギー密度から求め、自己インダクタンス L_2 を用いて表せ。

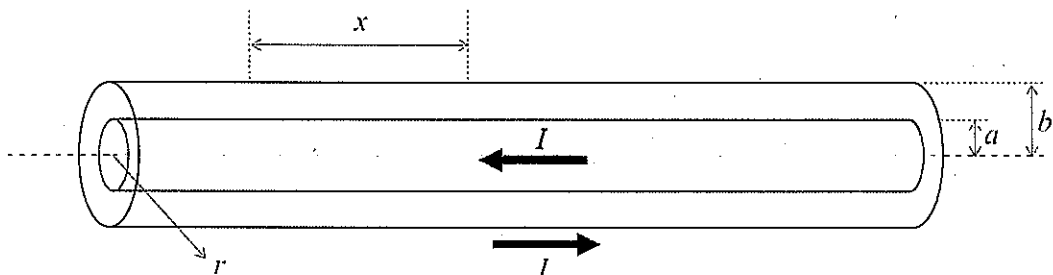


図 1-2

第2問(電気回路学その1)

問1

図2-1に示す交流回路について、以下の問いに答えよ。ただし、交流電圧源 \dot{E}_1 、 \dot{E}_2 及び端子PQ間の電圧 \dot{E}_{PQ} と電流 i はフェーザ表示を表し、交流電圧源の電圧 $\dot{E}_1 = 20\angle 0^\circ \text{ V}$ 、 $\dot{E}_2 = 10\angle 0^\circ \text{ V}$ とする。そして、電圧 \dot{E}_1 、 \dot{E}_2 、 \dot{E}_{PQ} は、端子Qの電位を基準とする。

- (1) 端子PQ間を開放とした場合の電流 i' と端子PQ間の電圧 \dot{E}_{PQ} を求めよ。
- (2) 交流電圧源 \dot{E}_1 と \dot{E}_2 を短絡した場合の端子PQからみた回路の等価インピーダンスを求めよ。
- (3) 端子PQ間に $-j2.5\ \Omega$ のインピーダンスを持つコンデンサを接続した場合の電流 i を求めよ。

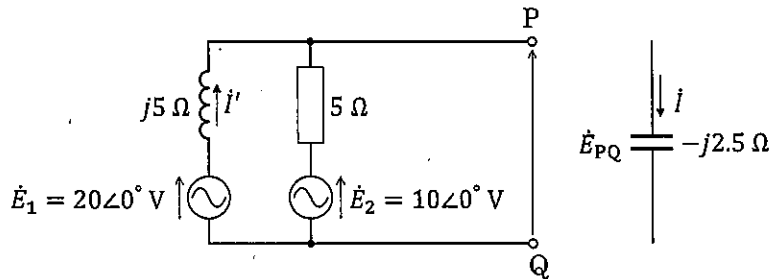


図2-1

第2問(電気回路学その2)

問 2

図 2-2 に示す回路について、以下の問いに答えよ。 E は直流電圧源の起電力、 r は直流電圧源の内部抵抗、 R は抵抗器の抵抗、 L はインダクタのインダクタンス、 S はスイッチを表す。

スイッチ S を閉じて十分時間がたった。

- (1) 内部抵抗 r に流れる電流 I を求めよ。
- (2) インダクタ L に蓄積されているエネルギーを求めよ。

$t = 0$ でスイッチ S を開ける ($t = 0$ はスイッチ S を閉じて十分時間がたった後である)。

- (3) $t > 0$ におけるインダクタ L に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。
- (4) $0 < t < T$ において、抵抗器 R で消費されるエネルギーを求めよ。
- (5) $t = T$ において、インダクタ L に蓄積されているエネルギーを求めよ。

$t = T$ においてスイッチ S を閉じた。

- (6) $t > T$ におけるインダクタ L に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。

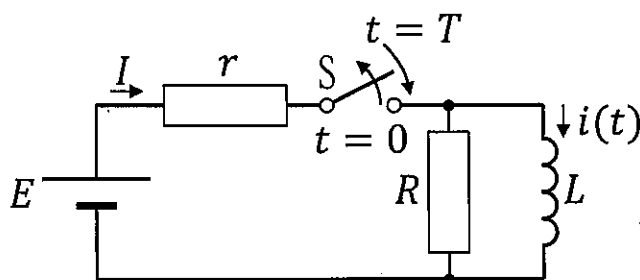


図 2-2