

受験 番号	
----------	--

2021 年度 岡山大学大学院自然科学研究科(博士前期課程)

電子情報システム工学専攻(電気電子系)入学試験問題

専 門 科 目

(電磁気学・電気回路学)

注意

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子及び解答用紙は、開かないでください。
2. 問題冊子は表紙と下書き用紙を含め 6 枚あります。解答用紙は 5 枚あります。 ページの脱落等に気付いたときは、手をあげて監督者に知らせてください。
3. 試験開始後、問題冊子とすべての解答用紙に受験番号を記入してください。 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. すべての問題に解答してください。
5. 解答用紙には問番号が印刷されています。指定された解答用紙に解答してください。
6. 解答用紙の裏にも解答を記入することができます。
7. 問題冊子の余白や裏面は下書きに利用してかまいませんが、記入された内容は採点対象にはなりません。
8. コンパスおよび定規等は、使用できません。
9. 時計のアラーム(計時機能以外の機能を含む。)は、使用しないでください。
10. 携帯電話、スマートフォン等の音の出る機器は、アラーム設定を解除した上で電源を切って、カバン等に入れてください。
11. 試験終了まで退室できませんので、試験時間中に用がある場合は、手をあげてください。
12. 問題冊子と解答用紙は、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 [F/m]、透磁率は μ_0 [H/m]とする。

問1 図1のように、 z 軸上に2つの電荷 $+q, -q$ [C] があり、これらの電荷間の距離は $2a$ [m]、これらの電荷を結んだ線分の midpoint に原点 O がある。この原点 O から距離 r [m]、極角 θ [rad]、方位角 φ [rad] の点 $P(r, \theta, \varphi)$ において、以下の問いに答えよ。ただし、考える空間は真空とし、各問いに対する解答は [] 内に示されている記号のうち、必要なものを用いて記せ。

- (1) 点 P における電位を求めよ。 $[q, a, r, \theta, \varphi, \epsilon_0, \mu_0]$
- (2) 原点 O と点 P との距離 r と、電荷間の距離 $2a$ との間に $r \gg 2a$ の関係があるとき、点 P における電位の近似式を示せ。 $[q, a, r, \theta, \varphi, \epsilon_0, \mu_0]$
(必要であれば、 $x \ll 1$ のとき $(1+x)^n \approx 1+nx$ と近似できることを用いてよい。)
- (3) 点 P が(2)の位置にあるとき、点 P における電界ベクトルを極座標で示せ。 $[q, a, r, \theta, \varphi, \epsilon_0, \mu_0]$

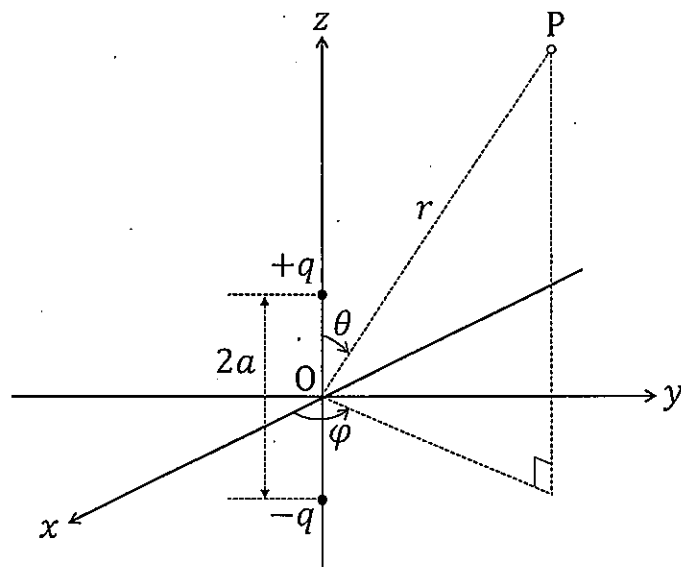


図 1

問2 以下の問いに答えよ。ただし、考える空間は真空とする。また、必要ならば以下の不定積分を用いてよい。ここで、 a は0でない定数とする。

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

- (1) 図2のように、 xy 平面に置かれた半径 a [m] の円形導線に電流 I [A] が流れている。 z 軸上の点 $Q(0, 0, z)$ における磁束密度を求め、ベクトルで表せ。
- (2) 図3のように、半径 a [m]、長さ $2L$ [m] の円筒ソレノイドが、 z 軸を中心軸、原点を長さの中央となるように置かれている。このソレノイドに電流 I [A] が流れているとき、ソレノイドの中心軸 (z 軸) 上の磁束密度を求め、ベクトルで表せ。ただし、導線は単位長さ当たり巻数は N [1/m] で密に巻かれているものとする。

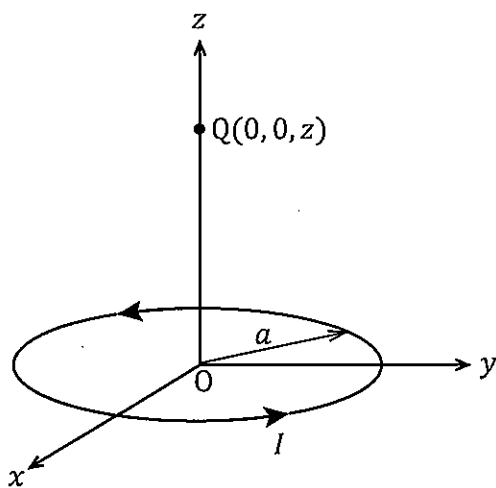


図2

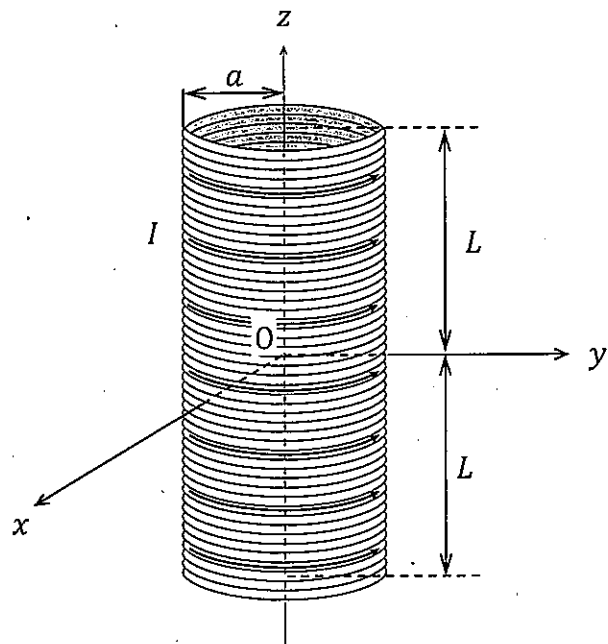


図3

問 3 図 4 に示す直流回路について、以下の問いに答えよ。なお、直流電圧源の起電力 E は 100 V とする。

- (1) 端子対 PQ 間の電位差 V_{PQ} を求めよ。
- (2) 直流電圧源 E を短絡した際の端子対 PQ からみた回路の合成抵抗 R_{PQ} を求めよ。
- (3) 直流電圧源 E の短絡を取りやめ、そして、端子対 PQ 間に抵抗 $R_5 = 30\ \Omega$ を取り付けたとき、抵抗 R_5 に流れる電流 I_5 を求めよ。ただし、抵抗 R_5 において端子 P から端子 Q に向かって流れる電流の向きを正とする。
- (4) 端子対 PQ 間に取り付けた抵抗 R_5 の抵抗値を変化させたとき、抵抗 R_5 の消費電力が最大となる抵抗 R_5 の抵抗値と、この最大となる消費電力の値を求めよ。

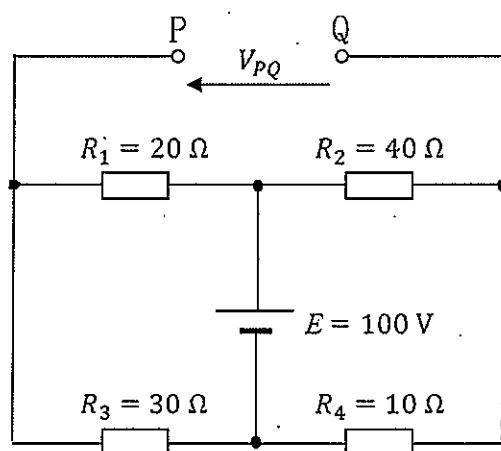


図 4

問 4 図 5 に示す回路について、以下の問いに答えよ。図中の 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、 C はコンデンサのキャパシタンス、 S はスイッチを表す。 $t < 0$ において S は開いておりコンデンサに電荷は蓄えられて無いものとする。

- (1) $t = 0$ で S を閉じた。この時のコンデンサ電流 $i_C(0)$ を求めよ。
- (2) S を閉じて充分時間が経過し、回路が定常状態となったと見なせる $t = T$ でのコンデンサ電圧 $v_C(T)$ を求めよ。
- (3) $0 \leq t < T$ における $i_C(t)$ を求めよ。
- (4) $t = T$ で S を開いた。 $t \geq T$ における $i_C(t)$ を求めよ。
- (5) 横軸を時間、縦軸を電流値として(3)と(4)で求めた $i_C(t)$ の概形を描け。ただし、 $t = 0$ および $t = T$ での値を図中に明記すること。
- (6) $t \geq T$ において R で消費する全エネルギーを求めよ。

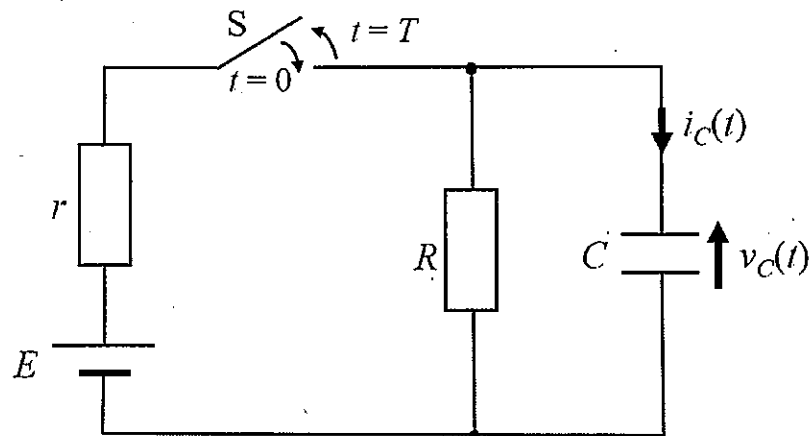


図 5