

受験 番号	
----------	--

2022 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 9 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。

第1問(その1)

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 真空中に、図1のような半径 R の球面を考える。球面の中心 O からの距離を r 、無限遠点における電位を零として以下の問いに答えよ。ただし、球面の内部も真空であるとする。

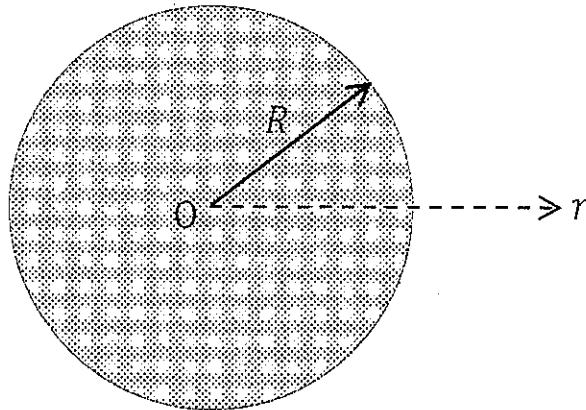


図 1

- (1) 電荷 $Q (> 0)$ が球面上に一定の面密度で分布しているとき、位置 r における電界の大きさを求めよ。
- (2) (1) において、位置 r における電位を求め、横軸 r としたグラフの概形を図示せよ。
- (3) 電荷 $Q (> 0)$ が球の中に一様な密度で分布しているとき、位置 r における電界の大きさを求めよ。
- (4) (3) において、位置 r における電位を求め、横軸 r としたグラフの概形を図示せよ。

第1問(その2)

問2 真空中に、図2-1に示す内半径 a 、外半径 b 、幅 h の矩形断面のリングがある。リングは透磁率 μ_0 の非磁性材料で、太さの無視できる導線が密に巻数 N で巻かれており、電流 I が流れている。以下の問いに答えよ。

- (1) 中心軸からの距離を r として、非磁性材料内部の磁界の大きさ H と磁束密度の大きさ B を求めよ。
- (2) コイルの磁気エネルギー U を求めよ。
- (3) コイルの自己インダクタンス L を求めよ。
- (4) 図2-2のように、リングの半分を透磁率 μ_0 の非磁性材料、残りの半分を透磁率 μ_1 の磁性材料にしたとき、中心軸からの距離を r として、非磁性材料内部の磁界の大きさ H_0 と磁束密度の大きさ B_0 、磁性材料内部の磁界の大きさ H_1 と磁束密度の大きさ B_1 を求めよ。

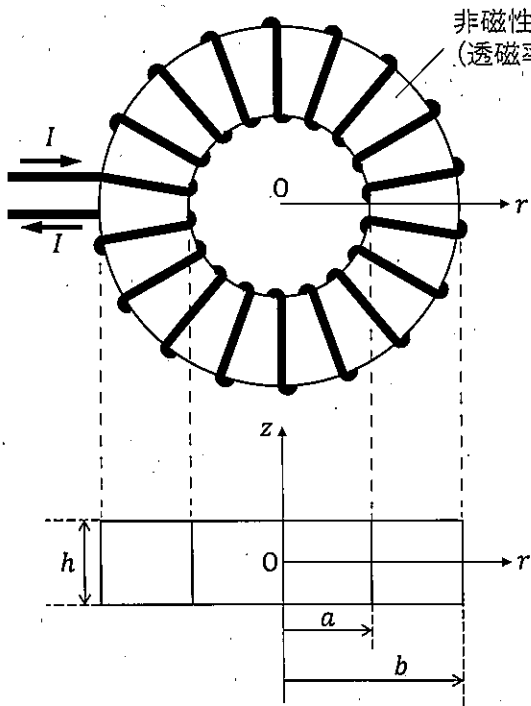


図2-1

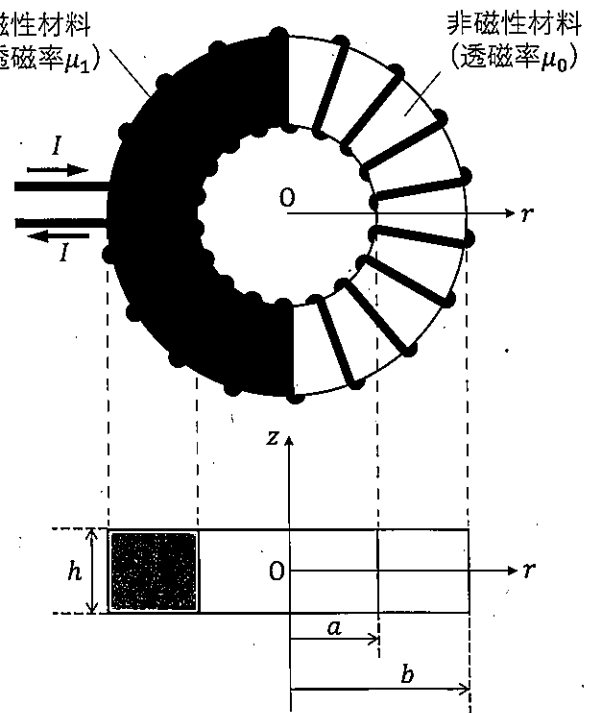


図2-2

第2問(その1)

問1 図3に抵抗器, 直流電圧源, および直流電流源からなる回路を示す。 R, r_1, r_2 は抵抗器の抵抗値, E は電圧源の起電力, J は電流源による電流を表す。以下の問いに答えよ。

- (1) 端子対 1-1' から左を見たときの, テブナン等価回路の等価電圧源を E' , 等価抵抗を r' とする。テブナン等価回路を図示し, E' を求めよ。
- (2) (1)のテブナン等価回路における等価抵抗の大きさ r' を求めよ。
- (3) R に流れる電流 I を E, J, r_1, r_2, R を用いて示せ。
- (4) 図3の R を変化させたときに, その抵抗器における消費電力が最大値 P_{\max} となるような R および P_{\max} を E, J, r_1, r_2 を用いて示せ。

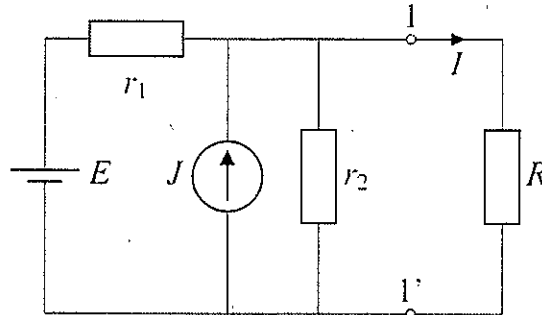


図3

第2問(その2)

問2 図4に示すRC回路の時刻 t における電流 $i(t)$ を求めるにあたり、以下の問いに答えよ。図中の E_1 、 E_2 は直流電圧源の起電力、 R は抵抗器の抵抗値、 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 を a に接続し、その後に t が回路の時定数 T になった瞬間に S を a から b に切り替える。ただし、 $t=0$ において、コンデンサに電荷は蓄えられていないものとする。

- (1) $0 < t \leq T$ において、ラプラス変換による s 領域(周波数領域)の等価回路を図示し、その等価回路に流れる電流 $I(s)$ を表す式を示せ。
- (2) $0 < t \leq T$ において、回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。
- (3) t が 0 から T までの間にコンデンサに蓄積される電荷 q_T を求めよ。
- (4) $t > T$ において、ラプラス変換による s 領域(周波数領域)の等価回路を図示し、その等価回路に流れる電流 $I(s)$ を表す式を示せ。
- (5) $t > T$ において、回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。

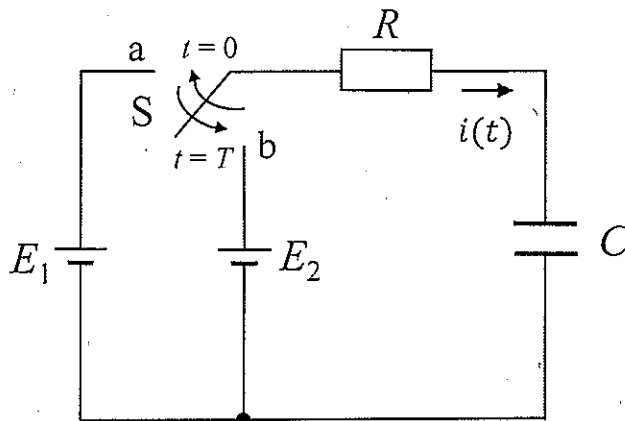


図4