

平成 30 年度

宇都宮大学工学部第 3 年次編入学

専門科目試験問題

「電磁気学・電気回路」

〔試験日〕 平成 29 年 7 月 4 日 (火)

〔試験時間〕 10 : 10 ~ 12 : 30

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入すること。
3. 試験問題は第 1 問から第 4 問までである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所があった場合には、申し出ること。
4. 問題について、質問がある場合には、その場で質問すること。
5. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
6. 問題用紙は持ち帰ること。解答用紙は回収する。
7. 体の具合が悪くなった場合、用便などの場合は、手をあげて監督者に申し出ること。

科目名	電磁気学・電気回路	検査学科	電気電子工学科
-----	-----------	------	---------

第1問 静電場および導体間の静電容量について考える。以下の問い(問1, 問2)に答えよ。真空の誘電率を ϵ_0 とする。

問1 真空中に置かれた半径 a の球導体の表面に電荷 Q を与えたところ表面に均一に分布した。

- (1) 球導体の中心からの距離を r として, 球導体の外部($r > a$)における電界の大きさ E_0 , および球導体の電位 V_0 を求めよ。 $r = \infty$ の位置を電位の基準($V = 0$)とする。
- (2) 球導体を, 図1に示すように誘電率 ϵ の球殻状の誘電体で半径 b まで包みこんだ。この誘電体はあらかじめ帯電しておらず, 球導体を包み込んだとき, 与えられていた球導体表面の電荷はそのままであった。 $r = \infty$ の位置を電位の基準とし, 球導体の電位 V_1 を求めよ。
- (3) (2)における誘電体で包まれた球導体の静電容量 C を求めよ。

問2 真空中に2本の無限に長い円筒導体1, 2を中心軸間の距離が L となるように平行に置いた。円筒の軸に垂直な断面を図2に示す。導体1から2に向かう方向に x 軸をとり, 座標原点 O を導体1の中心軸とする。円筒導体1, 2のそれぞれに円筒の軸方向に単位長さ当たり $+\lambda$, $-\lambda$ の電荷を与えた。両円筒導体の半径 r は距離 L に比べて小さく, 電場はそれぞれの円筒導体が単独で置かれたときの電場の重ね合わせになる。

- (1) 円筒導体1の電荷が x 軸上の位置 x につくる電界の大きさ E_1 を求めよ。
- (2) 円筒導体2の電荷が x 軸上の位置 x につくる電界の大きさ E_2 を求めよ。
- (3) $x = \frac{L}{2}$ の位置における電界の大きさ E と向きを求めよ。
- (4) 導体1, 2の電位差 V を求めよ。

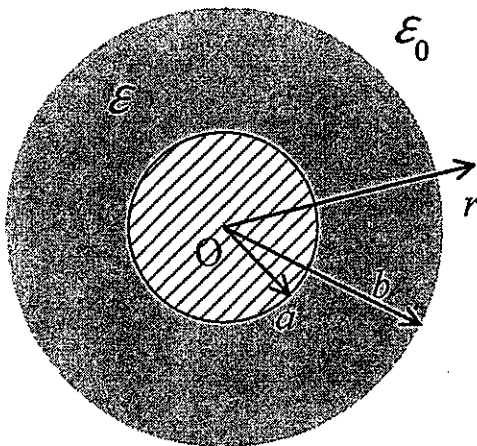


図1

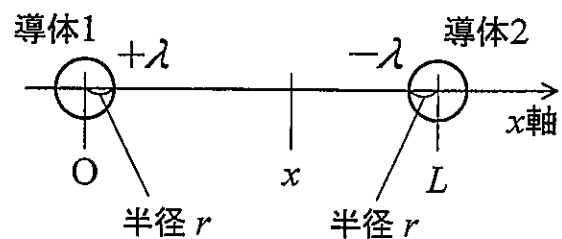


図2

科目名	電磁気学・電気回路	検査学科	電気電子工学科
-----	-----------	------	---------

第2問 一辺の長さが l 、巻数が N の正方形のコイルがある。図3に示すように、隣り合う二辺を x 軸および y 軸とすると、コイルに垂直に通る磁束密度 B が以下の式、

$$B = B_0 \sin \pi x \cdot \sin \pi y \quad \dots \dots \quad \textcircled{1}$$

で与えられる空間分布をもつものとする。ここで、 B_0 は定数である。以下の問い（問1、問2、問3、問4）に答えよ。なお、計算過程も記入せよ。

問1 コイル面全体を通る磁束 ϕ を求めよ。

問2 コイルの磁束鎖交数 Φ_1 を求めよ。

問3 ①式で与えられる磁束密度 B が角周波数 ω_0 で正弦波状（ \sin 関数）に時間変化するとき、コイルの磁束鎖交数 $\Phi_2(t)$ を求めよ。

問4 問3で求めた磁束鎖交数 $\Phi_2(t)$ を用いて、コイルに誘起される電圧 U を求めよ。

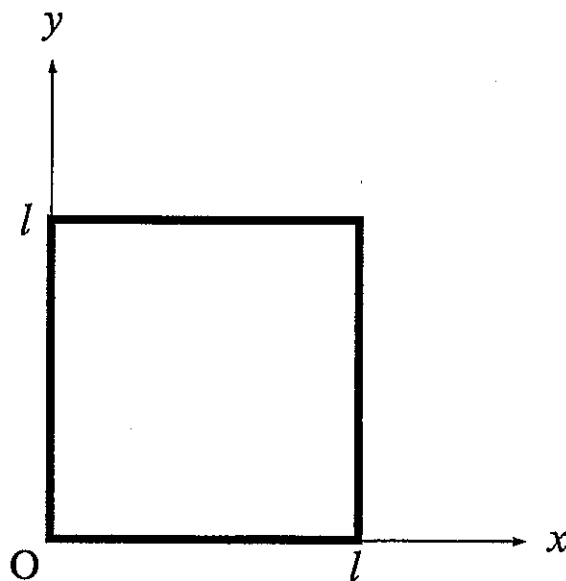


図3

科目名	電磁気学・電気回路	検査学科	電気電子工学科
-----	-----------	------	---------

第3問 図4に示す回路に関して、以下の問い(問1, 問2, 問3, 問4)に答えよ。ただし、端子 a-b 間の正弦波交流電圧を V 、角周波数を ω とする。なお、計算過程も記入せよ。

問1 端子 a-b から見た複素インピーダンス Z を求めよ。

問2 抵抗 R_L に流れる複素電流 I_L を求めよ。

問3 R_L で消費される電力 P を求めよ。

問4 R_L を変化させたとき、 P が最大となる R_L を求めよ。

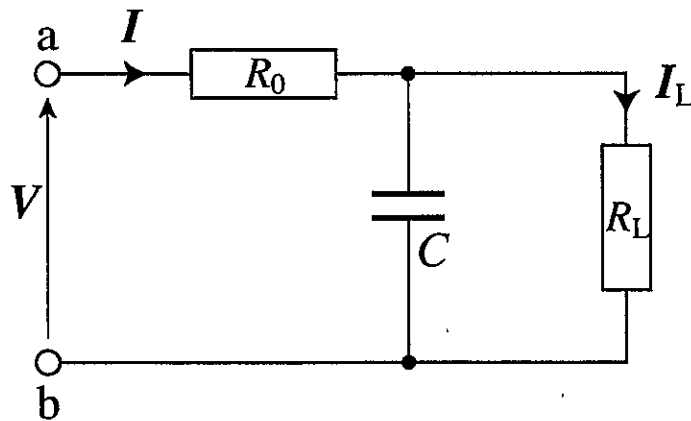


図4

科目名	電磁気学・電気回路	検査学科	電気電子工学科
-----	-----------	------	---------

第4問 図5の回路について以下の問いに答えよ。ただし、初期状態ではスイッチ S_1 , S_2 は開いており、コンデンサ C の電圧 v_C は0であるものとする。なお、計算過程も記入せよ。

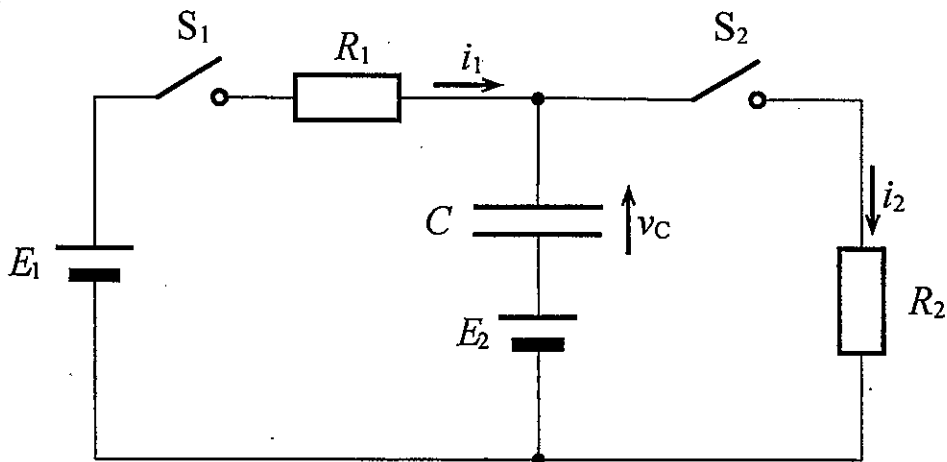


図5

- 問1 時刻 $t=0$ でスイッチ S_1 を閉じたとき、抵抗 R_1 を流れる電流 $i_1(t)$ を求めよ。
- 問2 問1の操作の後、十分時間が経過した後でスイッチ S_1 を開き、同時にスイッチ S_2 を閉じた。このときの時刻をあらためて $t=0$ とする。抵抗 R_2 を流れる電流 $i_2(t)$ を求めよ。
- 問3 問2の操作の後、十分時間が経過し、抵抗 R_2 を流れる電流 i_2 はゼロになった。このとき、 R_2 で消費された全エネルギーを求めよ。