

平成 29 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 28 年 7 月 5 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 5 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。

問 題 訂 正 連 絡 票

宇都宮大学工学部第3年次編入学試験

日 時	平成28年7月5日(火) 11時46分
訂正試験科目	電磁気学・電気回路
(訂正内容) 第5問 問2 (複) キャパシタス (正) キャパシタンス	

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 一様に分布する電荷による電位や電場に関する以下の問い(問1, 問2, 問3)に答えよ。真空の誘電率を ϵ_0 とする。計算過程も記入せよ。

問1 図1のように線電荷密度 λ で一様に分布した半径 a の細い円形リング状電荷がある。リングの中心軸上で, 中心 O から x ($x > 0$)の距離の点 P における電位 $V_1(x)$ を求めよ。

問2 図2のように半径 a の薄い円板に単位面積あたり σ の電荷が一様に分布している。
 (1) 円板の中心軸上で中心 O から x ($x > 0$)の距離の点 P における電位 $V_2(x)$ を求めよ。
 (2) 点 P における電場 $E_2(x)$ の大きさを求めよ。

問3 図3のように半径 a の2つの薄い円板が, 中心軸を共通にし, 距離 Δx を隔てて平行に置かれている。各円板には単位面積あたり $\pm\sigma$ の一様な分布の電荷が与えられている。円板の中心軸上で, 電荷密度 $+\sigma$ の円板の中心 O から x ($x \gg \Delta x > 0$)の距離の点 P における電位 $V_3(x)$ を求めよ。

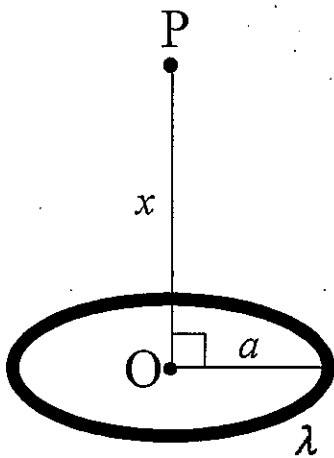


図1

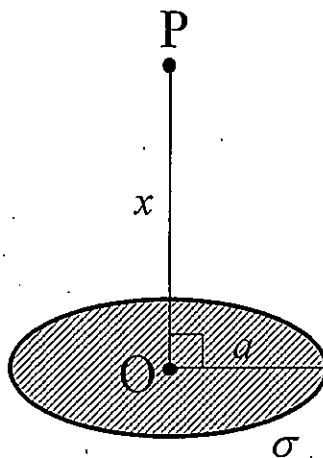


図2

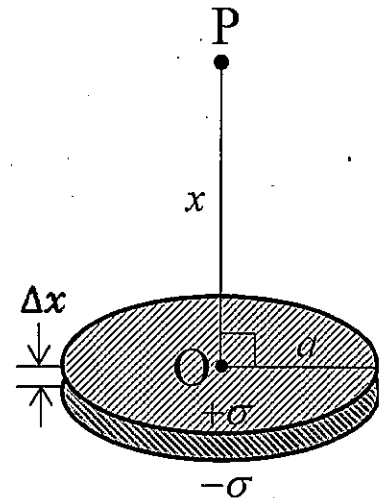


図3

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

第2問 図4に示すように電流 I が流れる無限に長い直線導線と幅 a 、長さ b の長方形のコイルが同一面内に距離 c だけ離れて置かれている。以下の問い(問1, 問2, 問3, 問4, 問5)に答えよ。ただし、直線導線は、長方形コイルの長辺に平行であり、真空の透磁率を μ_0 とする。なお、計算過程も記入せよ。

問1 直線導線からの距離 r の点における磁束密度の強さ $B(r)$ を求めよ。

問2 長方形コイルを貫く全磁束 Φ を求めよ。

問3 直線導線と長方形コイル間の相互インダクタンス M を求めよ。

問4 直線導線を中心軸とし、距離 c を一定に保ったまま、長方形コイルを角速度 ω で回転したとき、長方形コイルに生じる誘導起電力 U_1 を求めよ。

問5 長方形コイルを静止した状態から同一面内を一定速度 v で直線導線から遠ざけたとき、長方形コイルに生じる誘導起電力 U_2 を求めよ。

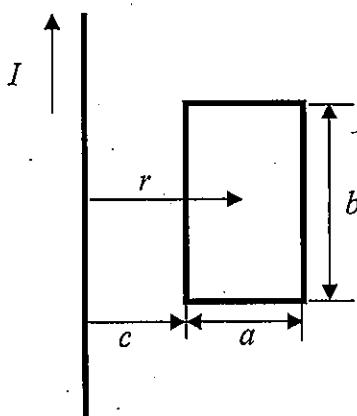


図4

第3問 速度 v で x 方向に伝搬する任意の波を $f(x - vt)$ としたとき、関数 $f(x - vt)$ が波動方程式

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$$

を満足することを示せ。

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に示す回路に関して、以下の問い(問1, 問2, 問3)に答えよ。ただし、抵抗 $R_1=100 \Omega$, 抵抗 $R_2=25 \Omega$, インダクタ $L=5 \text{ mH}$, キャパシタンス $C=16 \mu\text{F}$, 電源電圧 $E=200+j160 \text{ [V]}$, 角周波数 $\omega=500 \text{ rad/s}$ とする。ただし、初期状態ではスイッチ S はオンとする。なお、解答が複素数となる場合は、 $a+jb$ の形、分数となる場合は既約分数の形とし、計算過程も記入せよ。

問1 電源から見た回路網の複素インピーダンス Z を求めよ。

問2 電圧 E と電流 I のベクトル図を複素平面上に描け。

問3 ある瞬間にスイッチ S をオフにし、じゅうぶんな時間が経過した。このとき、この回路における複素電力 P_c , 有効電力 P_a , 無効電力 P_r , 皮相電力 P_{ap} , 力率 $\cos\phi$ をそれぞれ求めよ。ただし、誘導的な無効電力をマイナスとする。

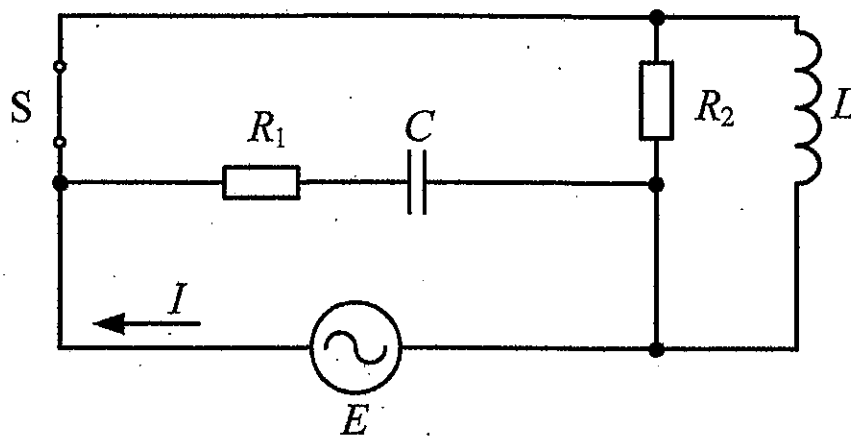


図5

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

第5問 図6の回路について、以下の問い(問1, 問2, 問3, 問4)に答えよ。ただし; 初期状態では S_1, S_2 は共にオフであり、キャパシタンス C の電荷はゼロであるものとする。なお、計算過程も記入せよ。

- 問1 時刻 $t=0$ でスイッチ S_1 をオンとした。キャパシタンスの電圧 $v_C(t)$ に関する微分方程式をたて、 $v_C(t)$ と回路の電流 $i(t)$ を求めよ。
- 問2 じゅうぶんな時間が経過した時のキャパシタスの電圧 V_C を求め、 $v_C(t) = V_C/2$ となる時刻 t_1 を求めよ。
- 問3 回路を初期状態に戻し、再び時刻 $t=0$ で S_1 をオンとし、その後、問2で求めた時刻 $t=t_1$ でスイッチ S_2 をオンとした。 $v_C(t)$ と $i(t)$ を求めよ。
- 問4 問3の条件における $v_C(t)$ と $i(t)$ のグラフの概形を描け。グラフは時刻 $t=0$ および $t=t_1$ における電圧・電流の大きさがわかるように描け。また、じゅうぶんな時間が経過した後の状態がわかるように漸近線も描け。

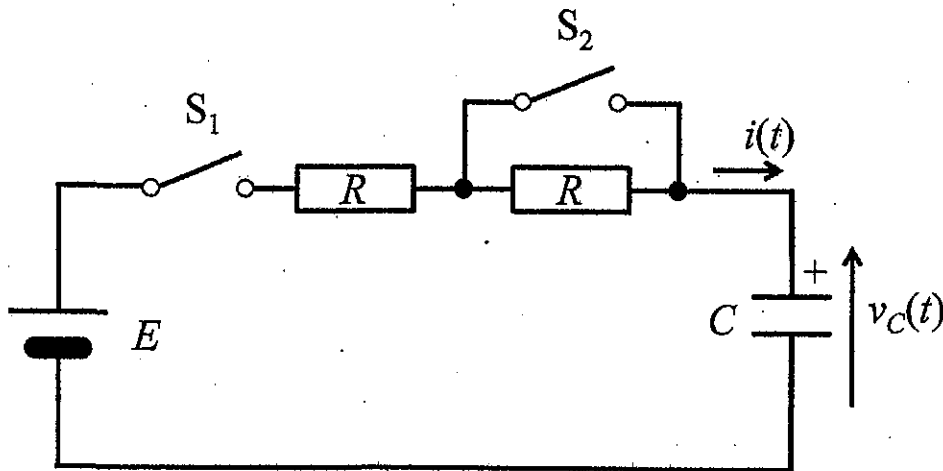


図6