

平成31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30年7月3日（火）

〔試験時間〕 9：40～12：00

【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 図1に示すように極板の面積が S で間隔が d の平行板コンデンサに電位差 V の電池をつないだ。極板間は真空であり、極板の端における電界の乱れは無視できるものとする。真空の誘電率を ϵ_0 とし、以下の問い（問1～問7）に答えよ。

- 問1 コンデンサの静電容量 C_0 を求めよ。
- 問2 コンデンサに蓄えられる静電エネルギー U_0 を求めよ。ただし、答えに C_0 を用いないこと。
- 問3 極板間に働く力の大きさ F_0 を求めよ。なお、計算過程も記入し、答えに C_0 , U_0 を用いないこと。
- 問4 極板に充電される単位面積当たりの電荷 σ_0 を求めよ。ただし、答えに C_0 を用いないこと。
- 問5 極板と同形同面積で厚さが t ($t < d$)、誘電率が ϵ の誘電体板を、図2のように極板と平行に入れた。コンデンサの静電容量 C を求めよ。なお、計算過程も記入せよ。
- 問6 問5のコンデンサについて極板間に働く力の大きさ F を求めよ。なお、計算過程も記入し、答えに C を用いないこと。
- 問7 問5のコンデンサについて極板に充電される単位面積当たりの電荷 σ を求めよ。ただし、答えに C を用いないこと。

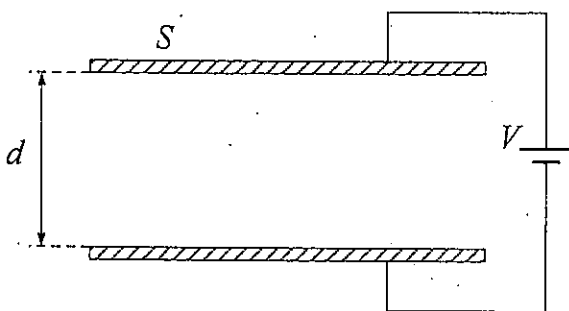


図1

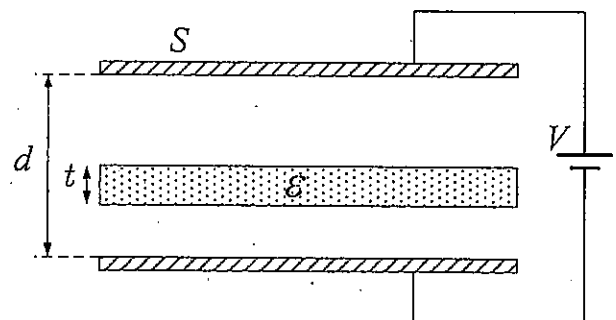


図2

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 図3のように、導線に電流 I が流れているとき、導線上の電流要素 $I ds$ が距離 r だけ離れた点 P につくる磁束密度の大きさ dB は次式のビオ-サバルの法則により与えられる。

$$dB = \frac{\mu_0 I ds}{4\pi r^2} \sin \theta$$

ここで、 μ_0 は真空の透磁率、 θ は電流要素の方向と電流要素と点 P を結ぶ直線のなす角である。ビオ-サバルの法則を用いて以下の問い（問1、問2）に答えよ。なお、計算過程も記入せよ。

問1 図4のように半径 a の円形導線に電流 I が流れている。円の中心軸上で、円の中心から距離 z だけ離れた点 Q における磁束密度の大きさを求めよ。ただし、答えに r を用いないこと。

問2 図5のように、半径 a 、長さ $2l$ 、単位長さあたりの巻数 n のソレノイドに電流 I が流れている。ソレノイドの中心軸を z 軸とし、ソレノイドの長さの中心を $z=0$ とする。

(1) z 軸上の位置 z において微小な長さ dz をもつソレノイドの一部を考える。このソレノイド要素が原点 O につくる磁束密度の大きさを求めよ。ただし、問1の結果を用いてよい。

(2) ソレノイド全体が原点 O につくる磁束密度の大きさを求めよ。計算の途中で、図5の角度 ϕ を用いてもよいが、答えには残さないこと。

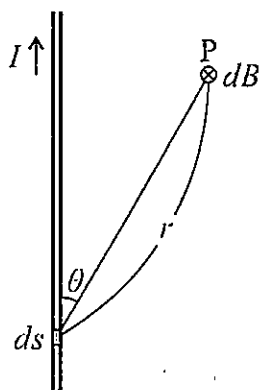


図3

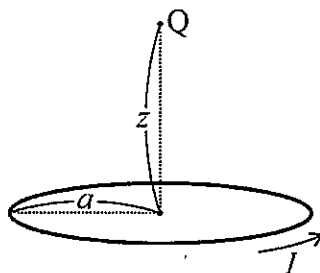


図4

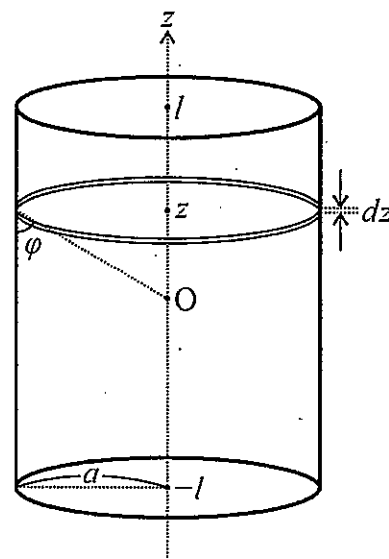


図5

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

第3問 図6の回路について以下の問い(問1～問4)に答えよ。ただし、正弦波交流電流源の電流を $I_1 = 2\angle 60^\circ$ [A], $I_2 = 4\angle(-60^\circ)$ [A], 正弦波交流の周波数を 50 Hz, 負荷 Z の複素インピーダンスを $10\angle(-30^\circ)$ [Ω]とする。なお、計算過程も記入せよ。

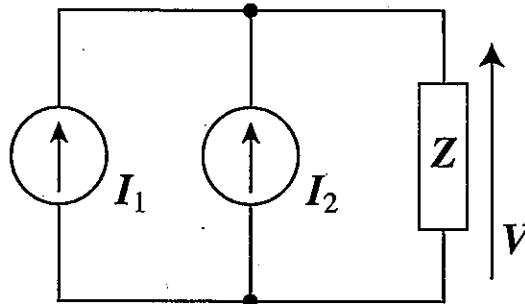


図6

問1 I_1, I_2 の瞬時値表現 $i_1(t), i_2(t)$ をそれぞれ求め、波形の概形を描け。

問2 負荷 Z の両端の電圧 V を求めよ。

問3 問2で求めた電圧 V の波形の概形を描け。

問4 この回路で消費される電力を求めよ。

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7の回路について、以下の問い（問1～問3）に答えよ。ただし、初期状態では、スイッチ S_1 と S_2 は開いている。また、 E は直流電源、 R_1 、 R_2 は抵抗、 L はインダクタンスを表わす。なお、計算過程も記入せよ。

- 問1 時刻 $t = 0$ で S_1 を閉じた。 L を流れる電流を $i(t)$ としたとき、 $i(t)$ を求め、そのグラフの概形を描け。その際、漸近線などを使って $i(t)$ の定常値（時間が充分経過したあとの $i(t)$ の値）を記すこと。
- 問2 問1のもとで時間が充分に経過して定常状態にあるとき、 S_2 を閉じた。 S_2 を閉じた時刻をあらためて $t = 0$ としたとき、 $i(t)$ および R_1 の電圧 $v(t)$ を求めよ。
- 問3 問2で求めた $i(t)$ および $v(t)$ のグラフの概形を描け。ただし、グラフは $t < 0$ の領域も含めて描き、 $i(0)$ や $v(0)$ の値をグラフ上に記すこと。また、漸近線などを使って $i(t)$ や $v(t)$ の定常値を記すこと。

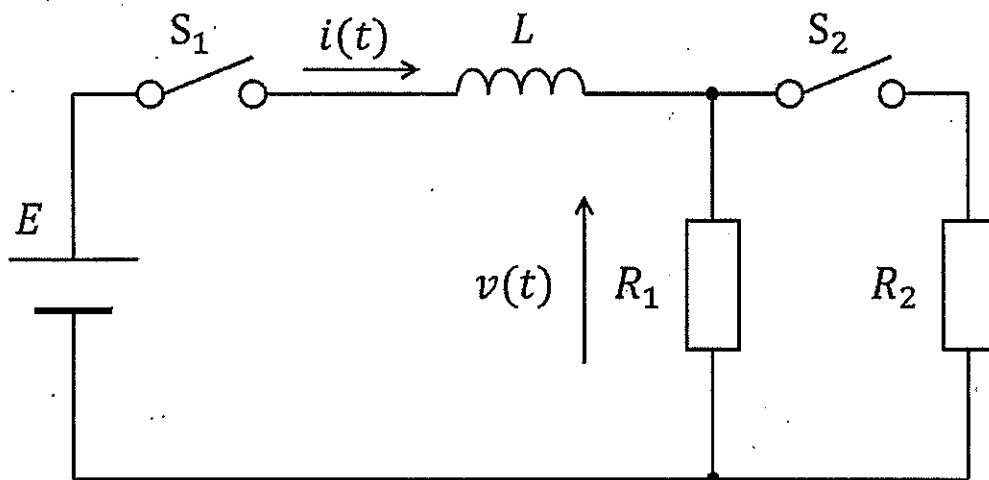


図7