

名古屋工業大学

2020年度編入学者・転入学者選抜学力検査

電気・機械工学科 電気電子分野 専門試験

試験日時 2019年6月21日(金)

10:00~12:00

(解答上の注意)

- ◎解答の際、解答用紙のホチキス止めを外してください。
- ◎配布物は、問題用紙2枚、解答用紙5枚、計算用紙1枚です。
- ◎「電気磁気学」「電気回路」の2科目両方を解答してください。
- ◎解答が解答用紙おもて面に書ききれない場合は、裏面に続けてください。その際おもて面の下側が裏面の上側になるようにしてください。
- ◎電卓は使用できません。
- ◎試験終了後は問題用紙と計算用紙を持ち帰ってください。

— 専門試験 —

(電気・機械工学科 電気電子分野)

科目1 電気磁気学

問題1 x 方向に長さ a , y 方向に長さ b の長方形の2枚の完全導体電極板が, xy 平面に平行に, z 方向に d だけ隔てて自由空間中に置かれている。両電極板にはスイッチ S と電圧 V_0 の直流電源 V が直列に接続されている。この電極板間に, 電極板と同一底面の容器を挿入し, 比誘電率 2 の液状誘電体を注ぐ。問(1), (2)に答えよ。ただし, 自由空間の誘電率を ϵ_0 とし, 容器の厚さとその電気特性, 電極板の端部効果は無視する。

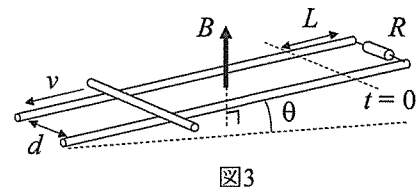
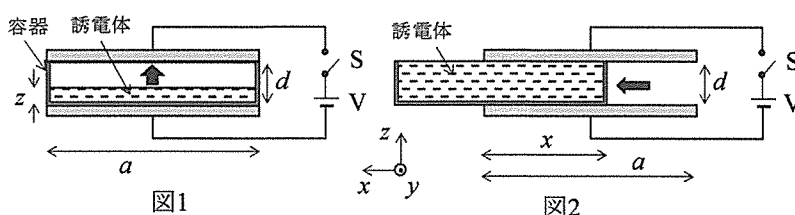
(1) 図1において, 容器が空の状態ですwitch S を導通させ, 十分に時間が経過した後, スwitch S を開放した。その後, 電極板間が埋まるまで液状誘電体をゆっくりと満たしていく。液面の高さを z とする。電極板間における誘電体部分の電界 E_1 と, 中空部分の電界 E_2 を求めよ。2 電極板間の静電容量と電極板間に蓄えられる電界のエネルギーをそれぞれ z の関数 $C_1(z)$, $W_1(z)$ で表せ。電極板間に加わる z 方向の力の大きさ F_1 を求めよ。

(2) 図2において, 容器が完全に誘電体で充填された後, スwitch S を導通させて, 十分に時間が経過した後, 再び開放し, x 方向へ容器を引き出すとき, 電極板間の静電容量と電極板間に蓄えられる電界のエネルギーをそれぞれ, 誘電体が電極板間に含まれる長さ x の関数 $C_2(x)$, $W_2(x)$ で表せ。電極板から誘電体に加わる x 方向の力の大きさ F_2 を求めよ。

問題2 2本の導体棒を平行に間隔 d で水平に置き, その片端を抵抗 R に接続した。この上へ, 導体棒と垂直な向きとなるように, 滑らかに転がる質量 m の導体棒(可動導体棒)をのせた。平行な2本の導体棒と可動導体棒は, 抵抗ゼロで接触している。鉛直上向きに磁束密度 B の一様な磁場が存在している。図3に示すように, 平行導体棒の抵抗 R の側を上昇させ, 水平から角度 θ だけ傾けたところ, 重力(重力加速度 G)により可動導体棒が転がり始めた。問(1), (2)に答えよ。ただし, 可動導体棒は, 時刻0のときに抵抗 R から距離 L の位置に静止しており, 時刻 t のときに速さ v で転がっているものとする。

(1) 時刻 t のとき, 平行導体棒と可動導体棒と抵抗がつくる閉回路の内側を鎖交する磁束の大きさ Φ と, 平行導体棒の間に発生する起電力の大きさ U を求めよ。さらに, 抵抗 R に流れる電流 I を求め, 可動導体棒が磁場から受ける力の大きさ F を求めよ。

(2) 力 F が重力と釣り合うと可動導体棒の速さが一定になる。そのときの速さ v_c を求めよ。



— 専門試験 —

(電気・機械工学科 電気電子分野)

科目2 電気回路

問題1 図1に示す交流回路について以下の問(1)~(3)に答えよ。ただし、交流電源電圧 $e(t)$ を $e(t) = \sqrt{2}|E|\sin(\omega t + \theta)$ 、抵抗の抵抗値を R 、コイルのインダクタンスを L 、コンデンサのキャパシタンスを C とする。

(1) コイルおよびコンデンサを流れる電流 $i_1(t)$ および $i_2(t)$ の実効値 $|i_1|$ 、 $|i_2|$ を示せ。

(2) $e(t)$ に対する $i_1(t)$ および $i_2(t)$ の位相差 θ_1 、 θ_2 を示せ。また、 $i_1(t)$ と $i_2(t)$ の位相差が $\pi/2$ のときの R と L と C の関係を示せ。なお、必要であれば、 $\tan(\theta_1 + \theta_2) = \frac{\tan\theta_1 + \tan\theta_2}{1 - \tan\theta_1 \tan\theta_2}$ を用いよ。

(3) 電源から見た回路の力率が1であるとき、角周波数 ω を R 、 L 、 C を用いて示せ。

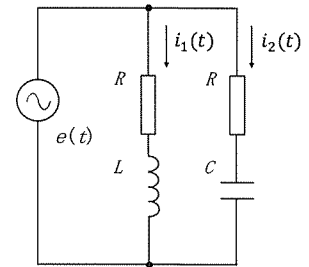


図1

問題2 図2に示す二端子対回路について、以下の問(1)~(3)に答えよ。ただし、図2(a)において、端子1-1'間の電圧を \dot{E}_1 、電流を \dot{I}_1 とし、端子2-2'間の電圧を \dot{E}_2 、電流を \dot{I}_2 とする。また、 A 、 B 、 C 、 D は四端子定数であり、 $AD - BC = 1$ とする。

(1) 図2(a)において、 \dot{E}_2 および \dot{I}_2 を \dot{E}_1 、 \dot{I}_1 を用いて示せ。

(2) 図2(a)において、 \dot{I}_1 と \dot{I}_2 の流れる向きを逆にした際の四端子定数 A' 、 B' 、 C' 、 D' を A 、 B 、 C 、 D を用いて示せ。

(3) 図2(b)に示した回路の四端子定数 A'' 、 B'' 、 C'' 、 D'' をインピーダンス \dot{Z}_1 および \dot{Z}_2 を用いて示せ。

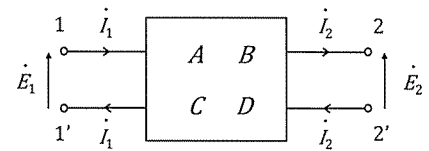


図2(a)

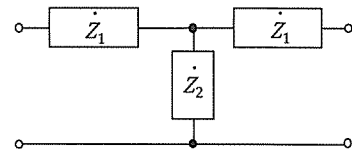


図2(b)

問題3 図3に示す回路について、以下の問(1)~(3)に答えよ。ただし、 E は直流電源電圧、 $i_1(t)$ は抵抗を流れる電流、 $i_2(t)$ はコイルを流れる電流であり、スイッチSWを閉じる前は $i_1(t) = i_2(t) = 0$ である。また、抵抗の抵抗値を R 、コイルのインダクタンスを L とする。

(1) SWを閉じた時刻を $t=0$ として、 $i_1(t)$ および $i_2(t)$ を求めよ。

(2) SWを閉じてから $i_1(t)$ と $i_2(t)$ が等しくなるまでの時間 T を求めよ。

(3) SWを閉じてから十分に時間が経過した後、SWを開いたとする。この時刻を $t=0$ とした場合、 $i_1(t)$ を求めよ。

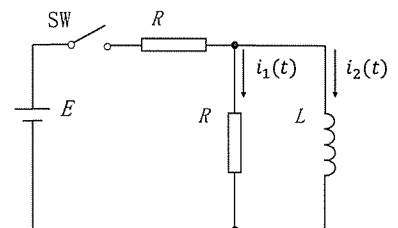


図3