２０２０年度専攻科入学者選抜検査

（学力二次）検査問題

電子工学専攻

専 門 科 目

（検査時間　１２０分）

（注）

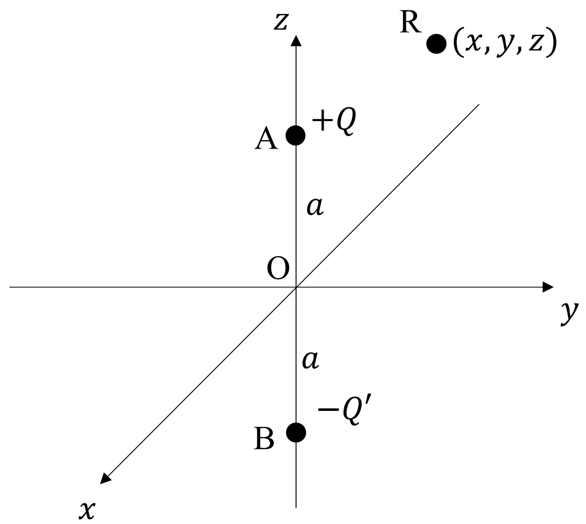
1　問題用紙は、表紙を含めて１～６ページです。
2　２科目（電磁気学、電気回路）の両方に解答してください。
3　電卓は、使用禁止です。
4　解答は、全て解答用紙に記入してください。
5　スペースが不足する場合は、その旨を明記の上、用紙の裏を使用してください。
6　検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

科目名：電磁気学

１． 下図に示すように、真空中のxyz空間において、原点Oから$+z$方向に距離a[m]離れた点Aに正の点電荷$+Q$[C]を、$-z$方向に距離a[m]離れた点Bに負の点電荷$-Q'$［C］を配置した。また、空間中の任意の点R（x, y, z）（x, y, zの単位は[m]）を考える。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の誘電率をε_0[F/m]、円周率をπとする。

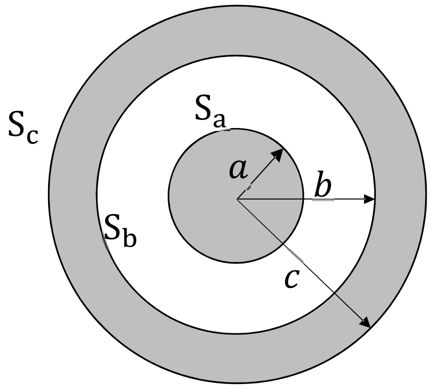
（１） $Q' = Q$のとき、点Rの電位が0となった。このとき、点Rの座標を表すx, y, zの3者の間に成り立つ関係式を求めよ。

（２） $Q' = 2Q$のとき、点Rの電位が0となった。このとき、点Rの座標を表すx, y, zの3者の間に成り立つ関係式を求めよ。



科目名：電磁気学

２．右図に示すように、真空中に、半径a[m]の球導体と、内半径b[m]、外半径c[m]の球殻導体が、同心状におかれている。球導体の表面を$\mathrm{S_a}$、球殻導体の内表面を$\mathrm{S_b}$、外表面を$\mathrm{S_c}$とする。最初、各導体に電荷は与えられておらず、また各導体は他のいずれとも接続されていない孤立導体であるものとする（これを「初期状態」とする）。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の誘電率をε_0[F/m]、円周率をπとする。

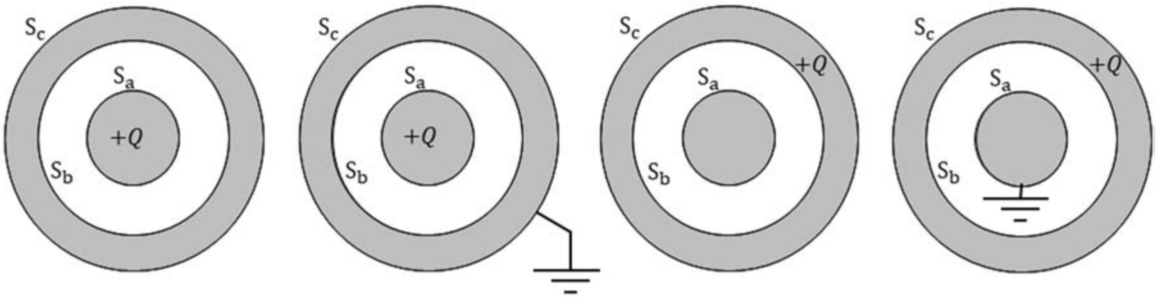


（１）球導体に電荷$+Q$[C]を与えて充分時間を経過させた（下図(1)）。この時、$\mathrm{S_a}$、$\mathrm{S_b}$、$\mathrm{S_c}$に現れる電荷をそれぞれ求めよ。またそのように答えた根拠を示せ。

（２）（１）において、球殻導体を接地し充分時間を経過させた（下図(2)）。この時、$\mathrm{S_a}$、$\mathrm{S_b}$、$\mathrm{S_c}$に現れる電荷をそれぞれ求めよ。またそのように答えた根拠を示せ。

（３）（２）から、いったん初期の状態に戻し、次に、球殻導体に電荷$+Q$[C]を与えて充分時間を経過させた（下図(3)）。この時、$\mathrm{S_a}$、$\mathrm{S_b}$、$\mathrm{S_c}$に現れる電荷をそれぞれ求めよ。またそのように答えた根拠を示せ。

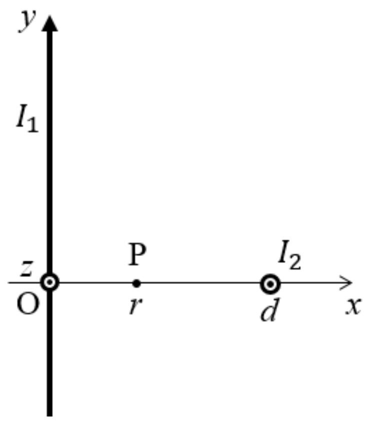
（４）（３）において、球導体を接地し充分時間を経過させた（下図(4)）。この時、$\mathrm{S_a}$、$\mathrm{S_b}$、$\mathrm{S_c}$に現れる電荷をそれぞれ求めよ。またそのように答えた根拠を示せ。



図(1)　図(2)　図(3)　図(4)

科目名：電磁気学

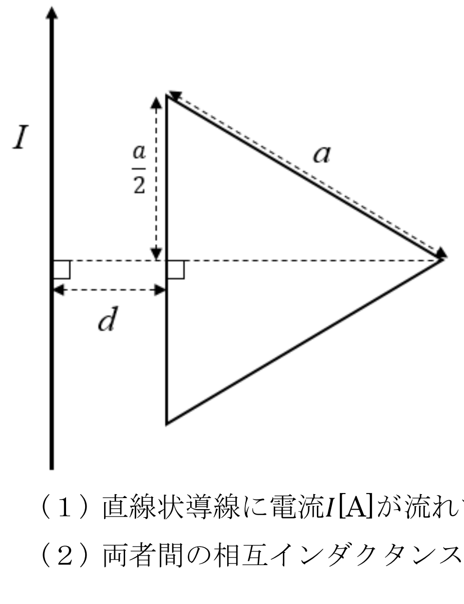
３．下図のように、xyz座標上のy軸に沿ってI_1[A]、x 軸上の点$(d\,[\mathrm{m}], 0, 0)$を通りz軸方向にI_2[A]の 2 本の無限に長い直線状電流が流れている。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、円周率をπとする。



（１）点P(r[m], 0, 0)（ただし$0 < r < d$)における磁界の大きさを求めよ。

（２）xy平面と（１）で求めた磁界の方向とのなす角θを求めよ。

４．下図のように、真空中の同一平面上に、無限に長い直線状導線と、一辺a[m] の正三角形の一回巻きのコイルが距離d[m] をおいて配置されている。なお、正三角形コイルの一辺は直線状導体と平行に配置されている。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、真空の透磁率をμ_0[H/m]、円周率をπとする。



（１）直線状導線に電流I[A]が流れているとき、コイルを貫く鎖交磁束を求めよ。

（２）両者間の相互インダクタンスを求めよ。

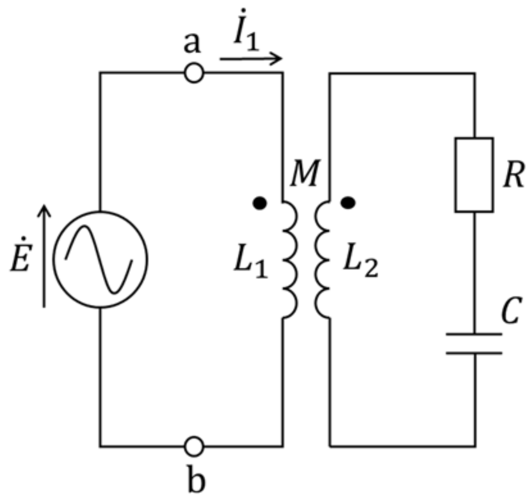
科目名：電気回路

１． 下図に示す相互誘導回路がある。ここで、$L_1 = 12$[mH]、$L_2 = 30$[mH]、$M = 10$[mH]、$R = 40[\Omega]$、$C = 20[\mu\mathrm{F}]$、$\omega = 1000$[rad/s]である。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。

（１）RC直列回路のインピーダンス$\dot{Z}_2$を、記号で答えよ。

（２）端子 a-b から見たインピーダンス$\dot{Z}$を、直交座標表示で求めよ。

（３）この回路の 1 次側に、$\dot{E} = 100\angle 0°$[V]、角周波数$\omega = 1000$[rad/s]の交流電圧を加えたとき、$\dot{Z}$、$\dot{I}_1$および$\dot{E}$のフェーザ図を描け。



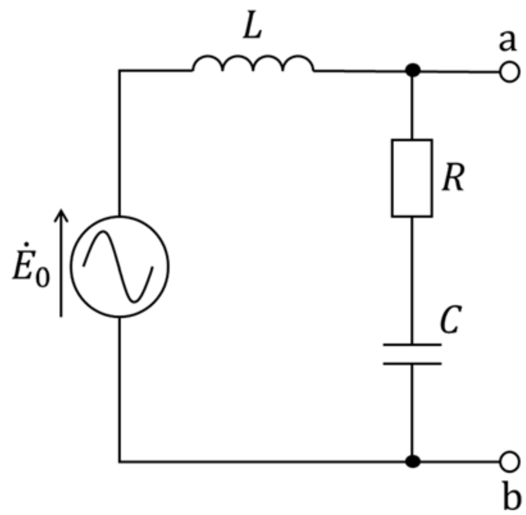
２． 下図に示す回路がある。$R = 3[\Omega]$、$X_L = \omega L = 7[\Omega]$、$X_C = 1/\omega C = 3[\Omega]$、$\dot{E}_0 = 50\angle 90°$[V]とする。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。

（１）端子 a-b の両端にインピーダンス$\dot{Z}$を接続したとき、$\dot{Z}$を流れる電流$\dot{I}$をテブナンの定理を用いて求めよ。$\dot{Z} = 4 + j2[\Omega]$とする。

（２）$\dot{Z}$にかかる電圧$\dot{V}$を求めよ。

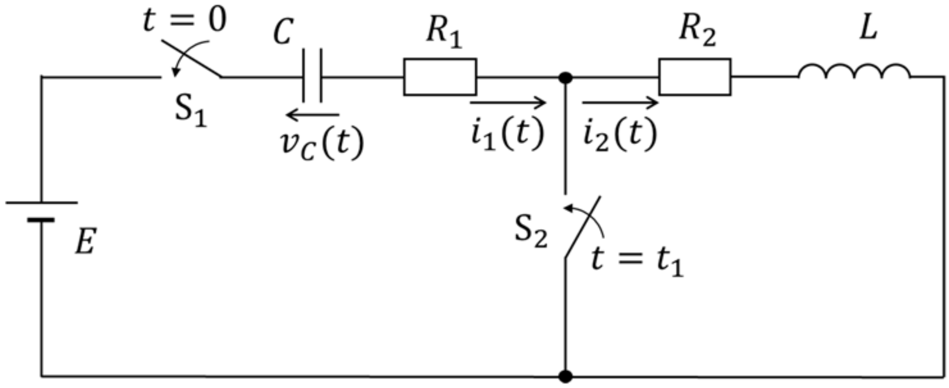
（３）$\dot{Z}$をアドミタンス$\dot{Y}$で表せ。

（４）端子 a-b の両端にアドミタンス$\dot{Y}$を接続したとき、$\dot{Y}$にかかる電圧$\dot{V}$をノートンの定理を用いて求めよ。



科目名：電気回路

３．下図のような、直流電源E[V]、２つの抵抗R_1[Ω]、R_2[Ω]、キャパシタンスC[F]、インダクタンスL[H]、２つのスイッチ$\mathrm{S_1}$、$\mathrm{S_2}$で構成されている回路がある。時刻$t<0$において、Cには電荷がなく、すべてのスイッチは開いている。以下の設問に適切な単位を付して答えよ。ただし、時刻tにおいてCの両端電圧を$v_C(t)$[V]とし、電圧の向きは図に示すとおりとする。抵抗R_1に流れる電流を$i_1(t)$[A]、抵抗R_2に流れる電流を$i_2(t)$[A]とし、電流の向きは図に示す通りとする。



まず、$t=0$[s]でスイッチ$\mathrm{S_1}$を閉じたとする。

（１）$v_C(t)$の初期値$v_C(0)$を求めよ。
（２）$i_1(t)$と$i_2(t)$の関係を表せ。
（３）充分時間が経過して定常状態になったとき$v_C(t)$、$i_1(t)$、$i_2(t)$の各定常値を求めよ。

充分時間が経過して定常状態になる前の時刻$t=t_1$で、$\mathrm{S_2}$を閉じた。
このとき、$v_C(t_1)$[V]と$i_2(t_1)$[A]とする。

（４）Cを用いてv_Cとi_1の関係を表せ。
（５）$t \geq t_1$において、E、C、R_1について回路方程式を表せ。
（６）前問（４）、（５）で求めた式より、$t \geq t_1$における電圧$v_C(t)$と電流$i_1(t)$を求めよ。ただし、$v_C(t_1)$を用いて良い。
（７）$t \geq t_1$において、R_2とLについて回路方程式を表せ。
（８）前問（７）で求めた式より、$t \geq t_1$における電流$i_2(t)$を求めよ。ただし、$i_2(t_1)$を用いて良い。
（９）$i_1(t_1)=i_2(t_1)$が成り立つための、$v_c(t_1)$と$i_2(t_1)$が満たす条件式を求めよ。
（１０）$t \geq t_1$において、$i_1(t)=0$（一定）となるための、$v_C(t_1)$が満たす条件式を求めよ。