

令和8年4月入学(第2回) 山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験 受験区分コード53 専門科目(電磁気学)	受験番号
--	------

電 磁 気 学 (その1)

Electromagnetics 1

問題用紙：解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること
《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

図1(a)に示すように、半径 r_A [m] の導体球 A および r_B [m] の導体球 B が、自由空間中で十分長い距離 l [m] を隔てて置かれており ($l \gg r_A, r_B$)、それぞれの導体球に、電荷 Q_A および Q_B [C] を与えた。なお、導体球は無限大の導電率を持つ完全導体とする。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とし、以下の設問に答えよ。

(配点 75 点)

両導体球の間隔が十分広いと、一方の導体球が他方の導体球に生じさせる電位は、帯電した導体球を点電荷として計算できる。

- (1) 導体球 B を点電荷と考え、導体球 B に帯電した電荷が導体球 A の中心位置に生成する電位 V_{A1} [V] を求めよ。なお、この電位を導体球 B に帯電した電荷が導体球 A に生じさせる電位とする。
- (2) 導体 B の影響を無視し、導体球 A に帯電した電荷が導体球 A 自身に生成する電位 V_{A2} [V] を求めよ。
- (3) 導体球 A の電位 V_A [V] を求めよ。
- (4) 上記と同様の手順で導体球 B の電位 V_B [V] を求めよ。

次に、図1(b)に示す様に、導体球 A および B を、太さが無視できる程十分に細く、導電率が無限大の導線で接続したところ、その電位は V_0 [V] となった。

- (5) この時、導体球 A に帯電している電荷総量 Q_1 [C] と導体球 B に帯電している電荷総量 Q_2 [C] を ϵ_0, r_A, r_B, l および V_0 を用いて表せ。
- (6) この導体球 A および B からなる系の静電容量 C_{AB} [F] を求めよ。

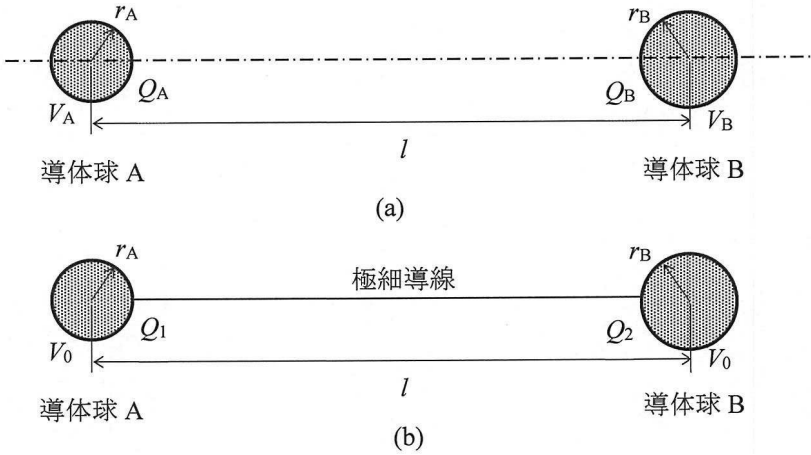


図 1

令和8年4月入学(第2回) 山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験 受験区分コード53 専門科目(電磁気学)	受験番号	
--	------	--

電 磁 気 学 (その2)

Electromagnetics 2

問題用紙：解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること
《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

図2-1のように半径 a [m]の円形断面を持つ無限に長い直線導体内を一樣に電流 I [A]が流れているとする。以下の設問に答えよ。ただし真空の透磁率を μ_0 、導線の透磁率を μ とする。(配点 75 点)

- (1) この導体内($r < a$)における磁界の強さ $H(r)$ [A/m], および磁束密度 $B(r)$ [T]を求めよ。
- (2) 直線導体から垂直直線距離で r ($a < r$) [m]離れている点 P について磁界の強さ H [A/m], および磁束密度 B [T]を求めよ。
- (3) 点 P を含むようにまた、直線導体が鎖交しないように設定した任意の閉経路に対して、磁界の強さ H [A/m], および磁束密度 B [T]の積分値を求めよ。点 P は閉経路上にあるとする。
- (4) 導体内部に生じる磁場による単位長さ当たりのエネルギー W [J/m]を求めよ。
- (5) (4)の答えを用いて単位長さ当たりの内部インダクタンス L [H/m]を求めよ。
- (6) 図2-2のように直線導体を一樣な磁束密度 B' [T] (紙面に平行) に θ の角度の関係で置いた。この直線導体に働く力の単位長さ当たりの大きさ F [N/m]と方向を求めよ。また、この力が最大となる時の角度 θ_{\max} と単位長さ当たり大きさ F_{\max} [N/m], および最小となる時の角度 θ_{\min} と単位長さ当たり大きさ F_{\min} [N/m]を求めよ。

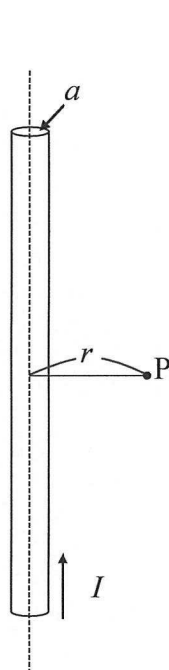


図 2-1

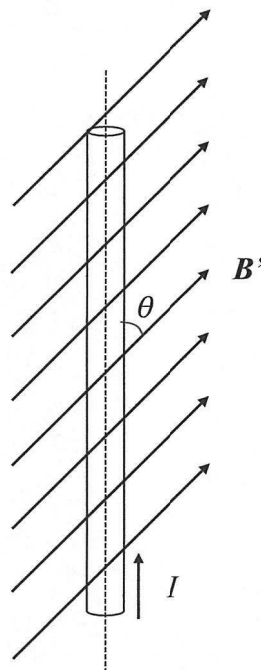


図 2-2

令和8年4月入学(第2回) 山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験 受験区分コード53 専門科目(電気回路)	受験番号	
--	------	--

電 気 回 路 (その1)

Electric Circuit 1

問題用紙：解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること
《QUESTION SHEET(DO NOT answer on this sheet.)》

図1の単相交流回路について、以下の設問に答えよ。ただし、電源 \dot{E} の角周波数を ω とする。

(配点75点)

- (1) 図1の相互誘導素子 M をT型等価回路に置き換えた回路図を示せ。各インダクタンスの値を明記すること。
- (2) 閉路1および2における閉路方程式をそれぞれ求めよ。
- (3) 各インピーダンスが $\dot{Z}_1 = \dot{Z}_3 = 0$, $\dot{Z}_2 = 1/(j\omega C)$ であるとき電流 \dot{I}_2 を求めた上で、 L_1, L_2 の値によらず \dot{I}_2 がゼロとなる角周波数 ω を算出せよ。
- (4) 各インピーダンスを $\dot{Z}_1 = 0$, $\dot{Z}_2 = 1/(j\omega C)$, $\dot{Z}_3 = R$ とする。ここで、相互誘導素子 M における自己インダクタンスが $L_1 = L_2$ であり、かつその結合度が $k = 1$ であるとき、回路の消費電力を求めよ。

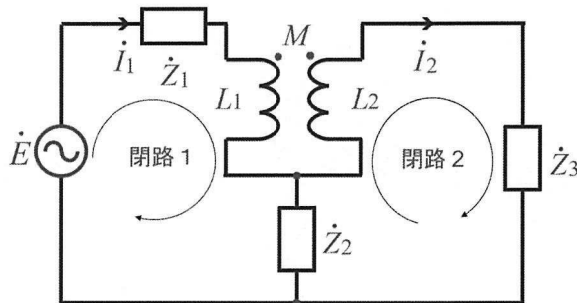


図1

令和8年4月入学（第2回） 山口大学大学院創成科学研究科（工学系） 博士前期課程入学試験 受験区分コード53 専門科目（電気回路）	受験番号	
--	------	--

電 気 回 路 （その2）

Electric Circuit 2

問題用紙：解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること
《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

図2の回路について、以下の設問に答えよ。時刻 $t < 0$ において、キャパシタ C に電荷が蓄積されていないものとする。（配点 75点）

- (1) $t=0$ でスイッチ S を端子 a 側に接続した直後の電流 $i(0)$ を示せ。
- (2) $t=0$ でスイッチ S を端子 a 側に接続したとき、 $t \geq 0$ の電流 $i(t)$ を求めよ。
- (3) スイッチ S を端子 a 側に接続した後、回路は $t=t_1$ で定常状態となった。電流 $i(t_1)$ を示せ。
- (4) $t=t_1$ で、スイッチ S を端子 b 側に接続する。 $t \geq t_1$ の電流 $i(t)$ を求めよ。

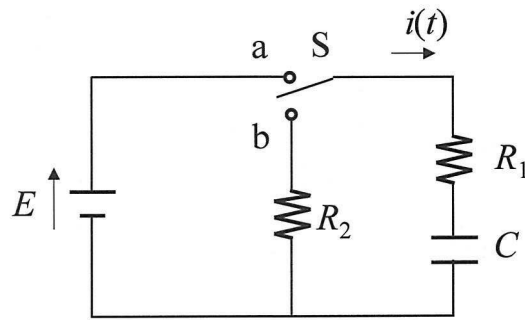


図 2

Entrance Examination for Master's Program Graduate School of Sciences and Technology for Innovation Yamaguchi University (Engineering) Enrollment in April 2026(2nd) Examination Code 53	Examinee's No.	
---	-------------------	--

Electromagnetics 1

《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

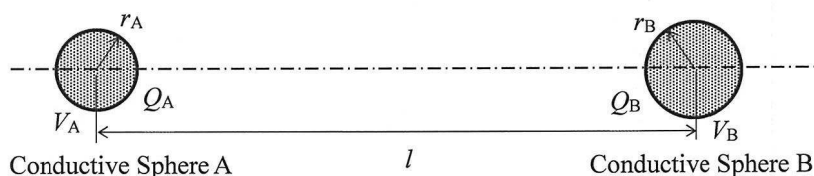
As shown in Fig. 1(a), a conductive sphere A with radius r_A [m] and a conductive sphere B with radius r_B [m] are placed in free space separated by a sufficiently long distance l [m] ($l \gg r_A, r_B$). Here, conductive spheres are assumed to be perfect conductors with infinite conductivity. Each conductive sphere is assigned a charge of Q_A [C] and Q_B [C], respectively, where Q_A and Q_B are positive quantities. Assuming the permittivity of vacuum is ϵ_0 [F/m], answer the following questions. (Allotment of points: 75 points)

Since the distance between the two conductive spheres is sufficiently large, the potential generated at the position of one conductive sphere by the other charged sphere can be calculated by treating the charged sphere as a point charge.

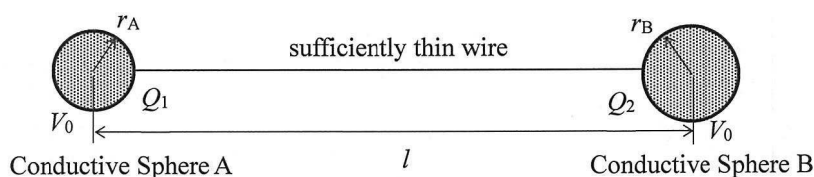
- (1) Considering a conductive sphere B as a point charge, determine the potential V_{A1} [V] induced at the center point of conductive sphere A due to the charge of conductive sphere B. Here, this answer can be regarded as the potential generated at conductive sphere A by the charge on conductive sphere B.
- (2) Ignoring the influence of conductive B, find the potential V_{A2} [V] formed by the charge on conductive sphere A on the sphere itself.
- (3) Find the potential V_A [V] of conductive sphere A.
- (4) Using the same procedure above, determine the potential V_B [V] of conductive sphere B.

Next, as shown in Fig. 1(b), connecting conductive spheres A and B with a conductive wire that is sufficiently thin to be negligible in thickness and has infinite conductivity yields a potential of V_0 [V].

- (5) Express the total charge Q_1 [C] on conductive sphere A and the total charge Q_2 [C] on conductive sphere B by using ϵ_0, r_A, r_B, l and V_0 .
- (6) Determine the total capacitance C_{AB} [F] of this system consisting of conductive spheres A and B.



(a)



(b)
Fig. 1

Electromagnetics 2

《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

As shown in Fig. 2-1, an infinitely long straight conductor with a circular cross section of radius a [m] carries a uniform current I [A]. Answer the following questions. Let μ_0 be the permeability of free space and μ be the permeability of the conductor. (Allotment of point: 75 points)

- (1) Find the magnetic field strength $H(r)$ [A/m] and the magnetic flux density $B(r)$ [T] inside the conductor ($r < a$).
- (2) Find the magnetic field strength H [A/m] and the magnetic flux density B [T] at a point P located a perpendicular distance r ($a < r$) [m] from the straight conductor.
- (3) For an arbitrary closed path that includes the point P but does not enclose the straight conductor, determine the integral value of H [A/m] and B [T]. Here, the point P is assumed to be located on the closed path.
- (4) Find the magnetic-field energy generated inside the conductor per unit length W [J/m].
- (5) Using the result derived in (4), find the internal inductance per unit length L [H/m].
- (6) As shown in Fig. 2-2, the straight conductor is placed in a uniform magnetic flux density B' [T] that lies in the plane of the paper and makes an angle θ with the conductor. Determine the magnitude F [N/m] and direction of the force per unit length acting on the conductor. Also, find the angle θ_{\max} at which the force is maximum and its magnitude F_{\max} [N/m], and the angle θ_{\min} and magnitude F_{\min} [N/m] at which the force is minimum.

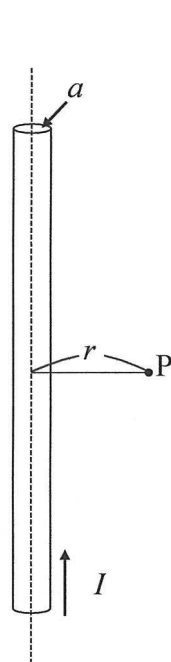


Fig. 2-1

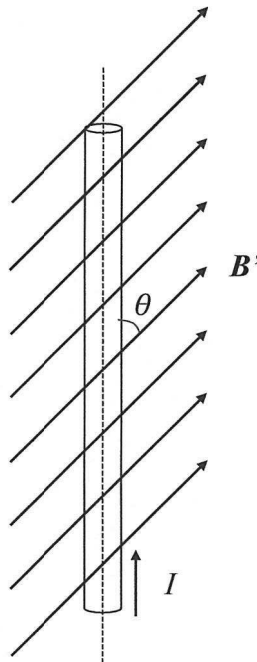


Fig. 2-2

Electric Circuit 1

《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

A single-phase AC circuit is depicted in Fig. 1, where the angular frequency of the AC voltage source is represented by ω . (Allotment of points: 75 points)

- (1) Redraw the circuit configuration of Fig.1 by transforming the mutual inductor M into a "T-shape" equivalent circuit.
- (2) Determine the loop equations in the Networks 1 and 2.
- (3) Calculate the equation \dot{I}_2 and find the condition of ω to satisfy the equation $\dot{I}_2 = 0$ where $\dot{Z}_1 = \dot{Z}_3 = 0$ and $\dot{Z}_2 = \frac{1}{j\omega C}$ are given.
- (4) Find the power consumption in the total circuit when $\dot{Z}_1 = 0$, $\dot{Z}_2 = 1/(j\omega C)$ and $\dot{Z}_3 = R$ are given under the condition of the self inductances $L_1 = L_2$ and the coupling coefficient $k = 1$.

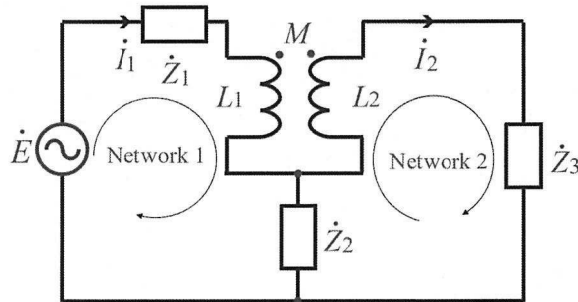


Fig. 1

Electric Circuit 2

《QUESTION SHEET (DO NOT answer on this sheet.)》

Consider the circuit as shown in Fig. 2. The electric charge of capacitor C is 0 at $t < 0$. (Allotment of points: 75 points)

- (1) Find the current $i(0)$ just after the switch S is connected to the terminal a at $t = 0$.
- (2) Find the current $i(t)$ at $t \geq 0$ after the switch S is connected to the terminal a at $t = 0$.
- (3) After the switch S is connected to the terminal a, the circuit is in steady state at $t = t_1$. Find the current $i(t_1)$.
- (4) Find the current $i(t)$ at $t \geq t_1$ after the switch S is connected to the terminal b at $t = t_1$.

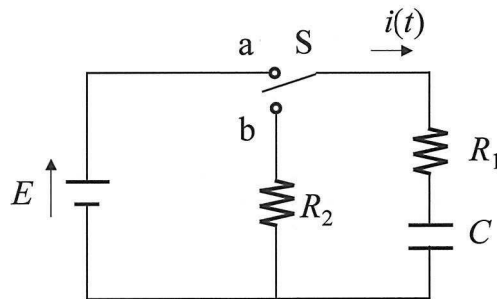


Fig. 2