

入 試 年度	2026 年度	入試時期	I 期入学試験	実施日	2025 年 7 月 19 日
課程	博士前期課程	研究科	理工学研究科	専攻・コース	電気工学専攻
入 試 方式	一般入学試験 外国人留学生入学試験 社会人特別入学試験		試験科目	基礎科目 専門科目	
「出題の意図」					
当専攻で研究するのに必要な素養と計算力，さらにそれらを基に論理的に思考し説明する能力を測るために，電磁気学と回路理論の 2 分野から出題している。 問題 1 と 2 はそれぞれ電界と磁界に関する複数の法則に基づいて，与えられた系を簡単なモデルのもと式で表現し，生じる事象を定量的に表せるか問うている。また，問題 3 と 4 はそれぞれ主に電力ならびに信号を伝送するために必要な，電気回路を理解する力を確認している。交流理論と線形システム理論により，与えられた電気回路の応答を定量的に正しく解析できるかを確認している。					
「解答」または「解答例」					
別紙参照					
合否判定の方法及び基準					
入学試験は理工学研究科のアドミッションポリシーに基づき、これを満たす学生を選抜することを目的に実施しています。 本研究科のアドミッションポリシーに基づき、総合的な視点により合否を判断しています。					

2026 年度 I 期入学試験 問題用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語	受験番号	氏名	
	☒ 基礎・専門 ☐ 小論文			

※解答は別紙の解答用紙に記入すること。

問題 1 基礎科目試験問題 電気磁気学

以下の問いにおいて、真空の誘電率を ϵ_0 、空気の比誘電率を1とする。最終的な解答には必ず単位を付けること。

- (1) 図 1.1 に示すように、一辺が a [m] の 2 枚の平行板電極の間に、一辺が $a/2$ [m] の正方形で厚みが d [m] の板状誘電体が挟まっている。誘電体は平行板電極の中心に位置しており、比誘電率は ϵ_s である。
- a) この平行板電極間の静電容量を求めよ。
- b) 上部電極に $+Q$ [C]、下部電極に $-Q$ [C] の電荷を与えたとき、誘電体が電極から受ける単位面積当たりの力を求めよ。
- (2) 図 1.2 に示すように、大地から a [m] 離れた位置に大地に平行に a に対して十分に長い直線状の導体（導体線）が存在する。この導体線には線密度 σ [C/m] で電荷が帯電している。導体線の太さは大地までの距離に対して十分に小さいため考慮しなくてよいこととする。また、大地は平らであり無限に大きな導体（アース）として扱ってよいものとする。端効果は無視してよい。
- a) この時にできる電界の様子を、導体線を横から見た場合（解答欄の（ア））と長手方向から見た場合（解答欄の（イ））において、電気力線を用いて示せ。
- b) 導体と大地の間で大地に対して垂直に引いた直線上において、導体から x [m] 離れた点 P における電界の強さを求めよ。

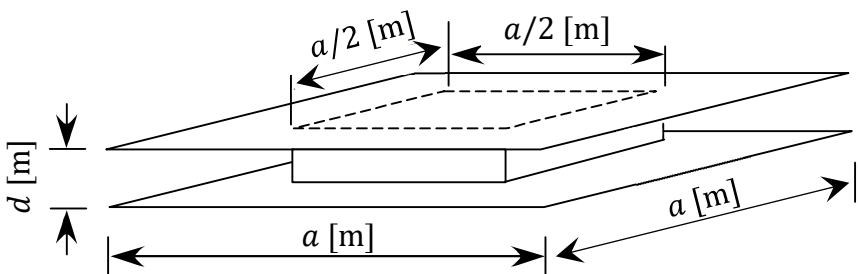


図 1.1

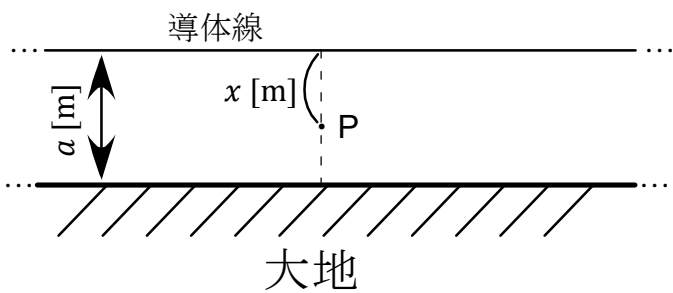
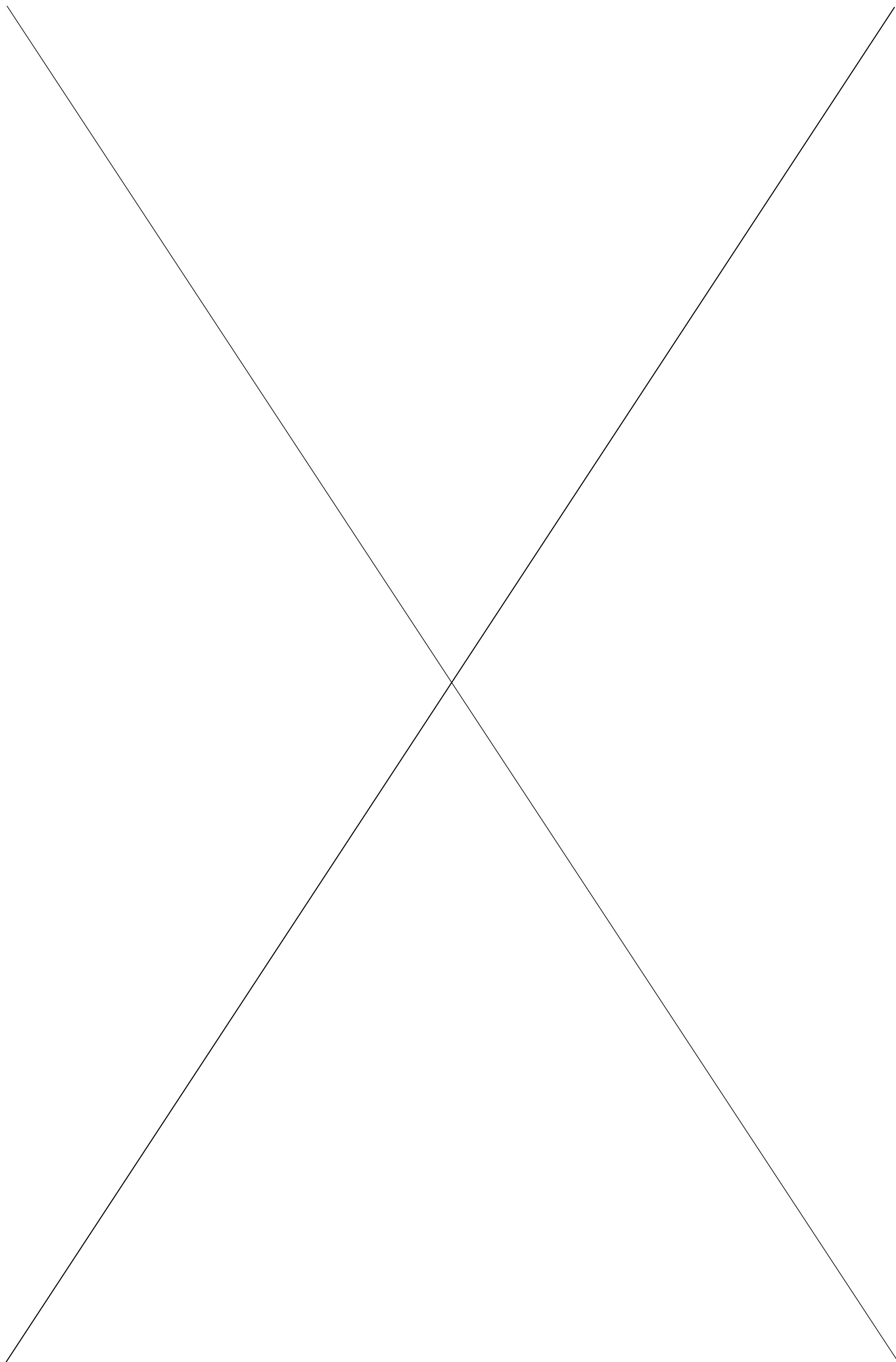


図 1.2

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 年度 I 期入学試験 解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

問題 1 基礎・専門科目試験問題 電磁気 解答欄

<1-1>

(1) 誘電体がある部分を C_1 , 無い部分を C_2 とする。

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s S_1}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s (\frac{3}{4}A)^2}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s A^2}{4d}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s S_2}{d} = \frac{\epsilon_0 (A^2 - \frac{A^2}{4})}{d} = \frac{3\epsilon_0 A^2}{4d}$$

$$C = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s A^2}{4d} + \frac{3\epsilon_0 A^2}{4d} = \frac{\epsilon_0 A^2}{4d} (\epsilon_s + 3) [F]$$

(2)

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{4Q^2 d}{2\epsilon_0 A^2 (\epsilon_s + 3)} \quad \text{ここで } d \text{ で理想変位は } \frac{1}{2} \text{ である}$$

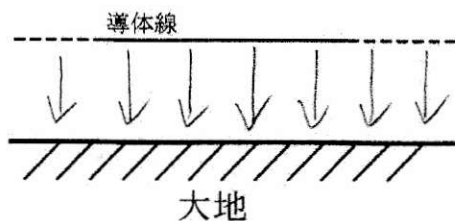
$$F = -\frac{\partial W}{\partial d} = -\frac{\partial}{\partial d} \frac{4Q^2 d}{2\epsilon_0 A^2 (\epsilon_s + 3)} = -\frac{2Q^2}{\epsilon_0 A^2 (\epsilon_s + 3)} [N] \quad \text{(マウスをのぞいて、} d \text{ が減る方向)}$$

単位面積当りの力 P は

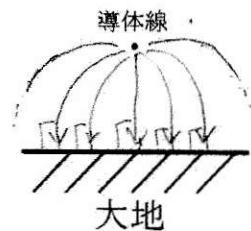
$$P = \frac{|F|}{S_1} = \frac{2Q^2}{\epsilon_0 (\epsilon_s + 3) A^2} \cdot \frac{1}{(\frac{A}{2})^2} = \frac{8Q^2}{\epsilon_0 (\epsilon_s + 3) A^4} [N/m^2] [Pa]$$

<1-2>

(1)



(a) 導線を横から見た場合



(b) 長手方向から見た場合

(2)

大地の中の等距離に $-\sigma$ に帯電した導線があると考えて、重ねの理で求める。

$$E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2\pi x} = \frac{\sigma}{2\pi \epsilon_0 x}$$

$$E_2 = \frac{-\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2\pi (a+x)} = \frac{-\sigma}{2\pi \epsilon_0 (2a-x)}$$

よって、点 P の電界 E_P は

$$E_P = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\pi \epsilon_0 x} - \frac{\sigma}{2\pi \epsilon_0 (2a-x)} = \frac{\sigma}{2\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{2a-x} \right) [V/m]$$

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点数	
----	--

2026 年度 I 期入学試験 問題用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語	受験番号	氏名	
	☒ 基礎・専門 ☐ 小論文			

※解答は別紙の解答用紙に記入すること。

問題 2 基礎科目試験問題 電気磁気学

- (1) 次の物理量の単位を SI 単位系で答えよ。
a. 磁界, b. 磁束密度, c. 透磁率, d. 磁気エネルギー密度, e. インダクタンス
- (2) 真空中に置かれた半径 a の無限に長い直線状の導線に電流 I が流れている(図 2.1)。導線内の透磁率は μ で、電流密度は一定である。導線の中心から r だけ離れた点 P ($0 \leq r$)における磁界 $\boldsymbol{H}$ および磁束密度 $\boldsymbol{B}$ の大きさを求めよ。ただし、真空の透磁率を μ_0 とする。
- (3) 点 P における磁気エネルギー密度 w を求めよ。また、導線内($0 \leq r \leq a$)に蓄えられている単位長さあたりの磁気エネルギー W を求めよ。
- (4) この導線の単位長さあたりの自己インダクタンス (内部インダクタンス) L_i を求めよ。
- (5) 次に、この導線の中心から d ($\gg a$)だけ離れた位置に、長さ l 、幅 w ($< 2d$)の長方形コイルを置いた(図 2.2)。導線と長方形コイルの間の相互インダクタンス M を求めよ。ただし、直線状導線と長方形コイルは同一平面上にあり、長方形コイルは太さを無視できる十分に細い導線でできている。
- (6) 直線状導線と長方形コイルに電流 I_1 , I_2 をそれぞれ図 2.2 のように流したとき、長方形コイルに加わる力 $\boldsymbol{F}$ の大きさと方向を求めよ。

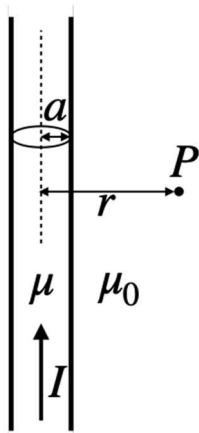


図 2.1

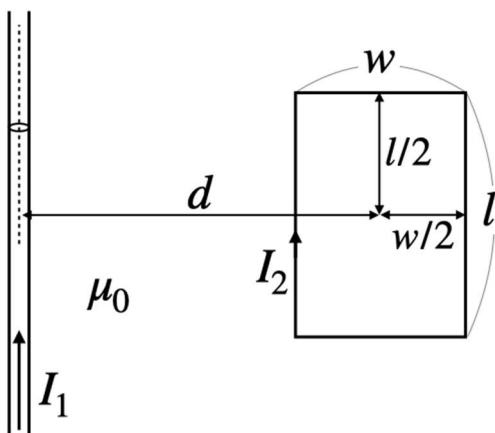
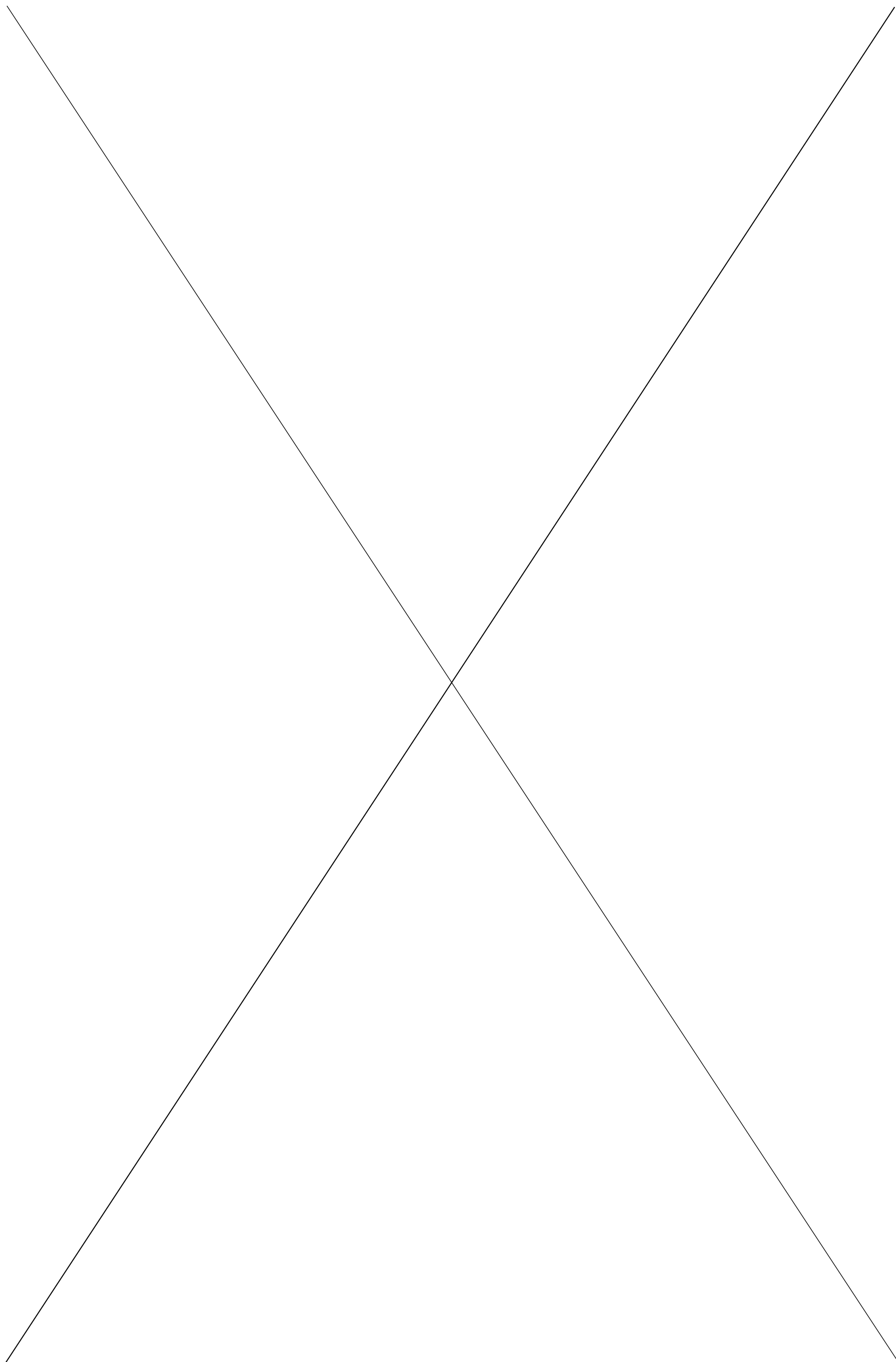


図 2.2

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 年度 I 期入学試験 解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語	受験番号	氏名	
	☒ 基礎・専門 ☐ 小論文			

問題 2

(1) a. 磁界: A/m、b. 磁束密度: T、c. 透磁率: H/m、d. 磁気エネルギー密度: J/m³、e. インダクタンス: H

(2) $0 < r < a$ のとき、アンペールの法則より $2\pi rH = \frac{I}{\pi a^2}\pi r^2$ よって、 $H = \frac{I}{2\pi a^2}r$ [A/m]、 $B = \frac{\mu I}{2\pi a^2}r$ [T]

$a < r$ のとき、アンペールの法則より $2\pi rH = I$ よって、 $H = \frac{I}{2\pi r}$ [A/m]、 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ [T]

(3) $0 < r < a$ のとき、 $w = \frac{1}{2}BH = \frac{\mu I^2}{8\pi^2 a^4}r^2$ [J/m³]、 $a < r$ のとき、 $w = \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2}$ [J/m³]

導線内に蓄えられる単位長さあたりの磁気エネルギーは、 $W = \int_0^a \frac{\mu I^2}{8\pi^2 a^4}r^2 2\pi r dr = \frac{\mu I^2}{16\pi}$ [J/m]

(4) $\frac{1}{2}L_i I^2 = \frac{\mu I^2}{16\pi}$ より、 $L_i = \frac{\mu}{8\pi}$ [H/m]

(5) (2) より、 $a < r$ では、直線状導線による磁束密度は、 $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ であるから、長方形コイルへの鎖交磁束は

$$\Phi = \int_{d-w/2}^{d+w/2} \frac{\mu_0 I l}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln\left(\frac{d+w/2}{d-w/2}\right)$$

よって、 $M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln\left(\frac{d+w/2}{d-w/2}\right)$ [H]

(6) 長方形コイルに加わるローレンツ力を考えると、上下の辺に加わる力はキャンセルするので、左右の辺に加わる力のみを考えればよい。今、左の辺には、 $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi(d-w/2)}l$ [N] で左向きの力、右の辺には、 $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi(d+w/2)}l$ [N] で右向きの力が

加わっているので、 $|F| = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \frac{wl}{d^2-w^2/4}$ [N] で、向きは左（引きつける方向）。

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数	
-----	--

2026 年度 I 期入学試験 問題用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

※解答は別紙の解答用紙に記入すること。

問題 3 基礎科目試験問題 電気回路

図 3 に示す交流回路において、以下の問いに答えよ。ただし、電圧 E_0 、抵抗 R 、 r 、インダクタンス L 、および電源電圧の角周波数 ω は不変とする。

- (1) 回路全体の合成インピーダンス Z を求めよ。ただし、分数は分母の有理化をせずに、分母が複素数のままで解答せよ。
- (2) 抵抗 R の両端の電圧の大きさ E_R を求めよ。ただし、根号（ルート）の中は展開せず、できるだけ見やすい形で解答せよ。
- (3) コンデンサの容量 C を加減して E_R を変化させる。このとき、 E_R が最大となる C を求めよ。
- (4) (3) において、 $E_0 = 100 \text{ V}$ 、 $R = 10 \Omega$ 、 $r = 4 \Omega$ 、 $\omega L = 3 \Omega$ 、電源電圧の周波数 $f = 50 \text{ Hz}$ のとき、 E_R を求めよ。

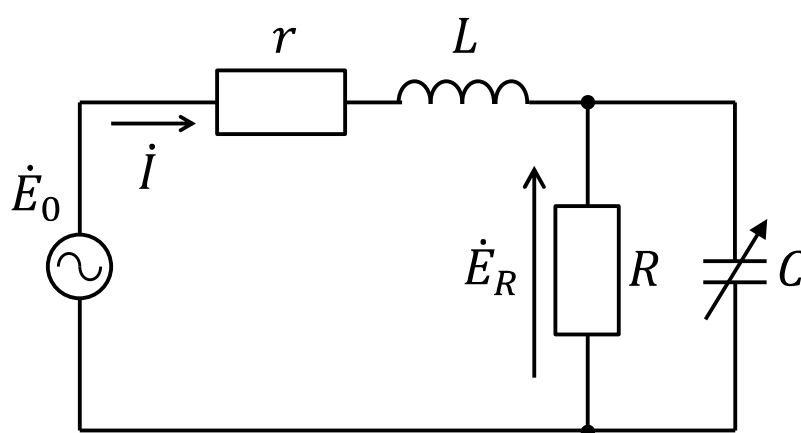
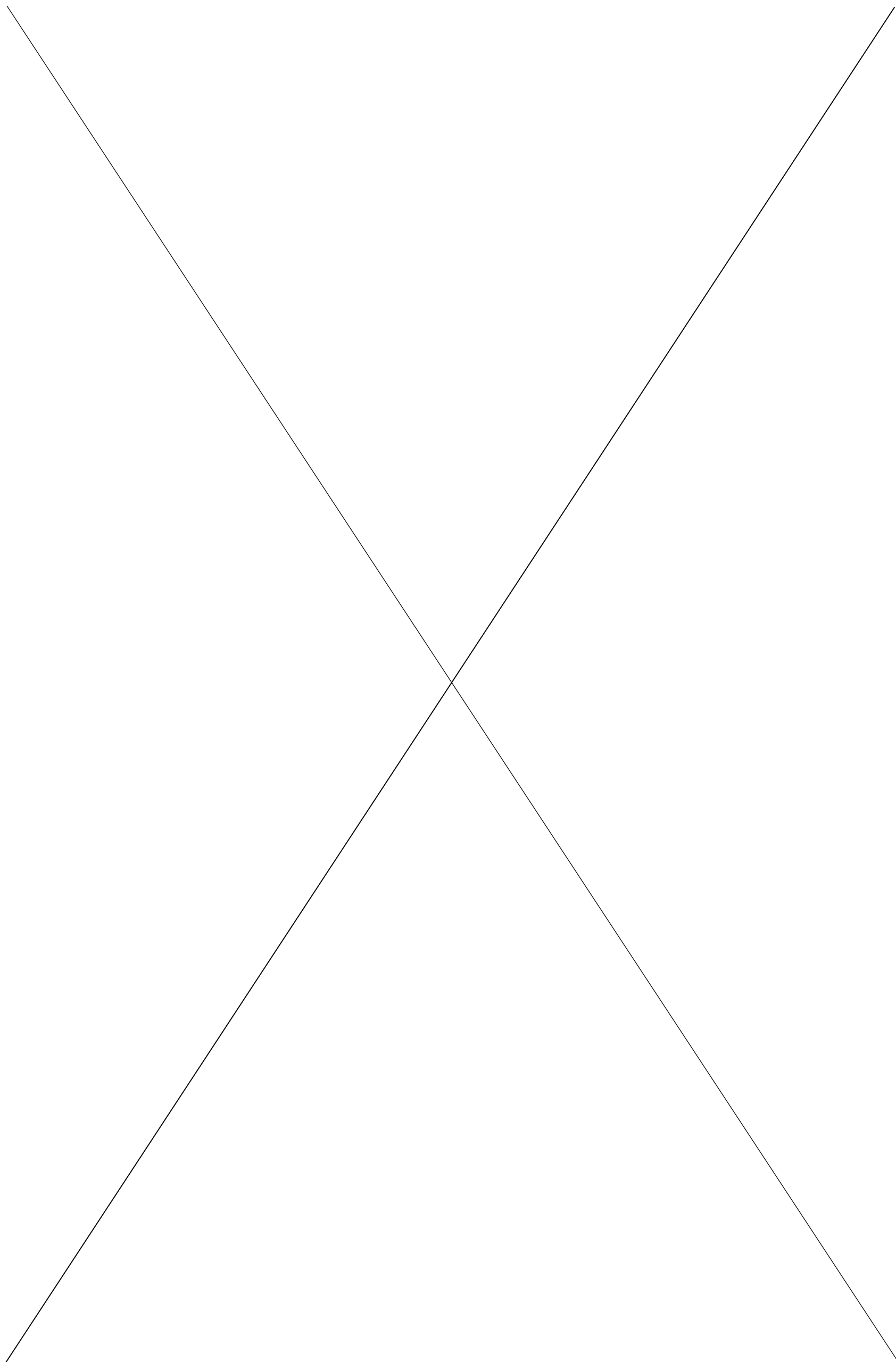


図 3

(こちらには何も記入しないでください。)



問題 3

$$(1) \quad \underline{\dot{Z} = r + j\omega L + \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C} = r + j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega C}}$$

$$\left(= r + \frac{R}{1 + \omega^2 C^2 R^2} + j \left(\omega L - \frac{\omega C R^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2} \right) \right) \quad \text{※ 有理化した場合}$$

$$(2) \quad \text{回路に流れる電流 } \underline{\dot{I} = \frac{\dot{E}_0}{\dot{Z}} = \frac{\dot{E}_0}{r + j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega C R}}}$$

$$\therefore \quad \underline{\dot{E}_R = \dot{I} \cdot \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} \cdot R = \frac{\dot{E}_0}{r + j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega C R}} \cdot \frac{R}{1 + j\omega C R} = \frac{R}{(r + j\omega L)(1 + j\omega C R) + R} \dot{E}_0 = \frac{R}{(R + r - \omega^2 L C R) + j(\omega C R r + \omega L)} \dot{E}_0}$$

よって,

$$\underline{E_R = \frac{R}{\sqrt{(R + r - \omega^2 L C R)^2 + (\omega C R r + \omega L)^2}} E_0} \quad \cdots (1)$$

(3) E_R が最大となるのは, その分母が最小となるとき。(題意から, E_0, R は一定)

(1) 式の分母の根号の中を A とおいて, C で微分すると,

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial C} &= 2(R + r - \omega^2 L C R)(-\omega^2 L R) + 2(\omega C R r + \omega L)\omega R r \\ &= -2\omega R \{ \omega L(R + r - \omega^2 L C R) - r(\omega C R r + \omega L) \} \end{aligned}$$

よって, $(R + r - \omega^2 L C R) = \frac{r}{\omega L}(\omega C R r + \omega L) \quad \cdots (2)$ となるとき, $\frac{\partial A}{\partial C} = 0$ となり, A は極小値をとる。

$$\text{このとき, } \underline{C = \frac{\omega L}{\omega(r^2 + \omega^2 L^2)} = \frac{L}{r^2 + \omega^2 L^2}} \quad \cdots (3)$$

(4) (2) 式を(1)式に代入して,

$$E_R = \frac{R}{\sqrt{\frac{r^2}{\omega^2 L^2} (\omega C R r + \omega L)^2 + (\omega C R r + \omega L)^2}} E_0 = \frac{\omega L R}{(\omega C R r + \omega L) \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}} E_0$$

ここで, (3) 式から, $\omega C = \frac{\omega L}{r^2 + \omega^2 L^2}$ を代入すると,

$$E_R = \frac{\omega L R}{\left(\frac{\omega L R r}{r^2 + \omega^2 L^2} + \omega L \right) \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}} E_0$$

与えられた各値を代入して,

$$E_R = \frac{3 \cdot 10}{\left(\frac{3 \cdot 10 \cdot 4}{4^2 + 3^2} + 3 \right) \sqrt{4^2 + 3^2}} \cdot 100 = \frac{30}{\left(\frac{120}{25} + 3 \right) \cdot 5} \cdot 100 = \frac{30}{\frac{195}{25} \cdot 5} \cdot 100 = \frac{1000}{13} \approx 77 \text{ V}$$

2026 年度 I 期入学試験 問題用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

※解答は別紙の解答用紙に記入すること。

問題 4 基礎科目試験問題 電気回路

図 4 に示す直流電圧源を有する RC 回路について、時間 $t = 0 \text{ s}$ でスイッチを A 側に閉じ、 2 s 後にスイッチを B 側に閉じた。 $t = 0 \text{ s}$ におけるコンデンサの電荷は 0 C である。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、計算の過程についても記述すること。なお、 $e^{-1/4} \cong 0.7788$ とする。

- スイッチを A 側に閉じている間($0 \text{ s} \leq t \leq 2 \text{ s}$)の $v_C(t)$ に関する微分方程式を導出し、 $v_C(t)$ の時間応答を求めよ。
- スイッチを B 側に閉じた後($t \geq 2 \text{ s}$)の $v_C(t)$ に関する微分方程式を導出し、 $v_C(t)$ の時間応答を求めよ。
- (1)と(2)で求めた $v_C(t)$ の概形を時間 $0 \text{ s} \leq t \leq 4 \text{ s}$ の範囲で描け。横軸を時間 t 、縦軸を $v_C(t)$ とし、図中には $t = 0 \text{ s}, 2 \text{ s}, 4 \text{ s}$ における $v_C(t)$ の値を示せ。
- $0 \text{ s} \leq t \leq 2 \text{ s}$ において、コンデンサに蓄積されるエネルギーを求めよ。

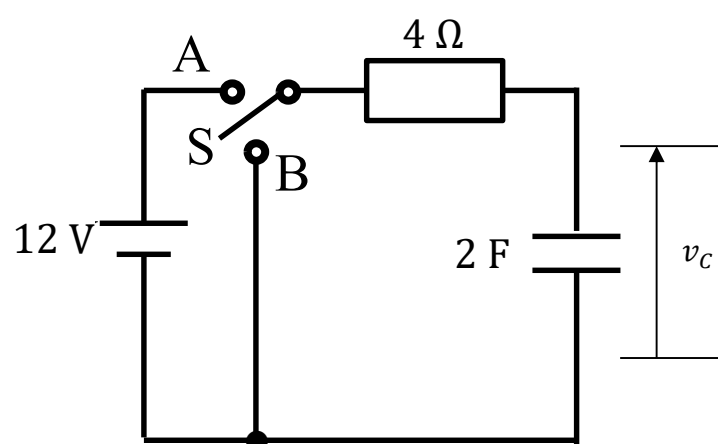
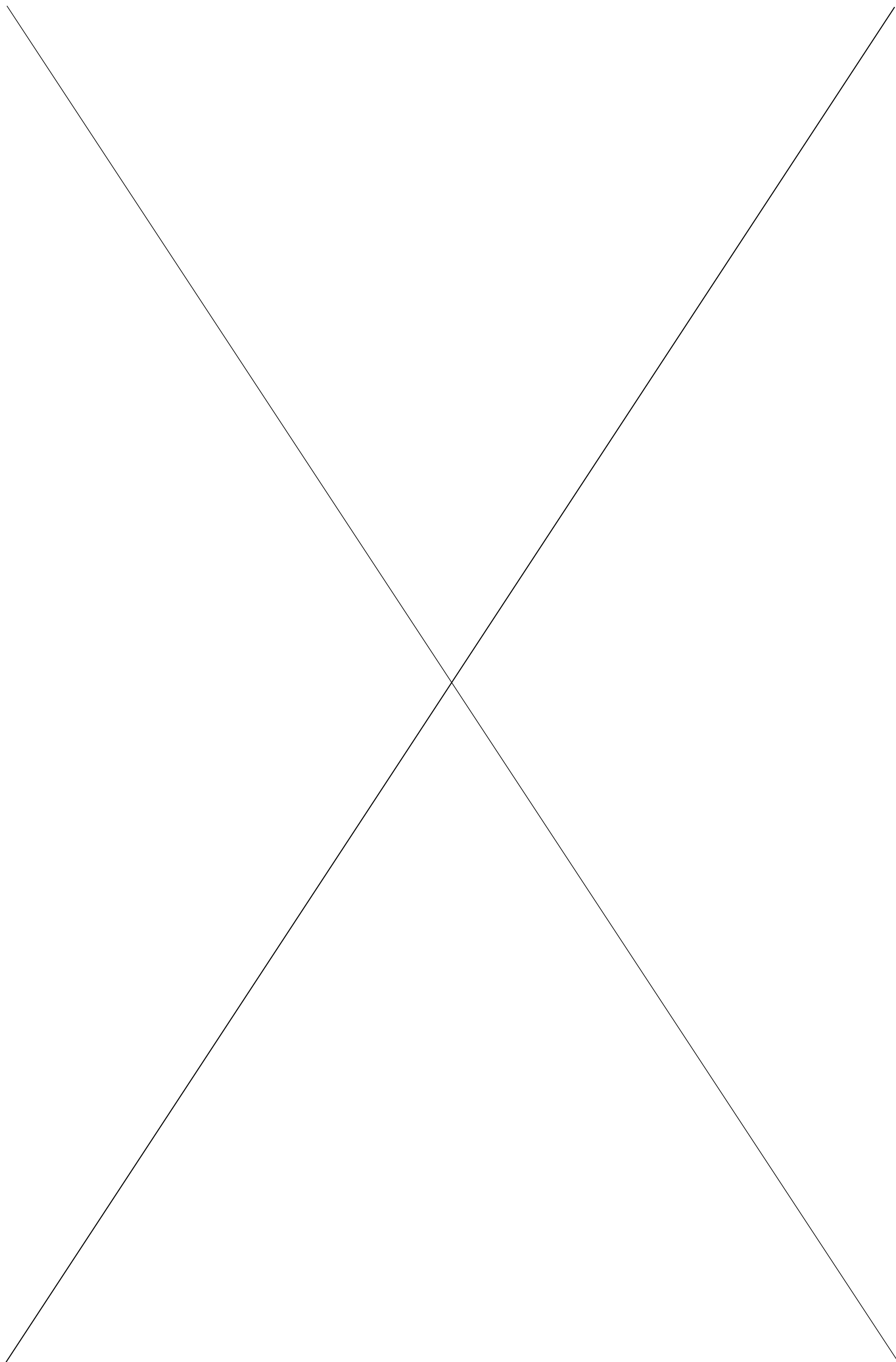


図 4

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 度 I 期入学試験 解答用紙

課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

問題 4 解答欄

(1) スイッチを A 側。まず、 $v_C(t)$ に関する微分方程式を導出する。まず、 $E = v_R(t) + v_C(t)$ 。次に、 $v_R(t)$ を定式化する。

$v_R(t) = Ri(t)$ 、 $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ および $q(t) = Cv_C(t)$ より、 $i(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt}$ 。よって、 $v_R(t) = RC \frac{dv_C(t)}{dt}$ 。以上から、 $E = RC \frac{dv_C(t)}{dt} + v_C(t)$ 。時定数 $\tau = RC = 8s$ より、 $12 = 8 \frac{dv_C(t)}{dt} + v_C(t)$ 。

定常解を $v_{Cs}(t)$ 、過渡解を $v_{Ct}(t)$ とすると、一般解 $v_C(t) = v_{Cs}(t) + v_{Ct}(t)$ 。定常解は、 $12 = 8 \frac{dv_{Cs}(t)}{dt} + v_{Cs}(t)$ において、 $\frac{dv_{Cs}(t)}{dt} \Big|_{t \rightarrow \infty} = 0$ よって、 $v_{Cs}(t) = 12$ 。過渡解は、 $0 = 8 \frac{dv_{Ct}(t)}{dt} + v_{Ct}(t)$ を解くと、 $v_{Ct}(t) = Ae^{-t/8}$ 。よって、 $v_C(t) = v_{Cs}(t) + v_{Ct}(t) = Ae^{-t/8} + 12$ 。

初期条件は、 $v_C(0) = 0V$ より、 $A = -12$ 。よって、 $v_C(t)$ は次式となる。 $v_C(t) = 12(1 - e^{-t/8})$ [V]。

(2) $t = 2s$ にスイッチを B 側。このとき、電源が無くなる(短絡)。(1)と同様に、 $v_C(t)$ に関する微分方程式は次式となる。

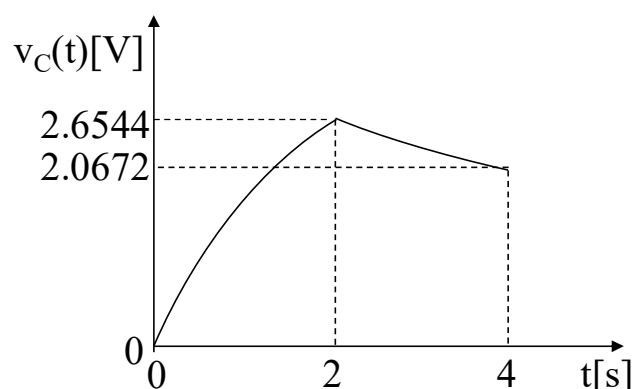
$0 = 8 \frac{dv_C(t)}{dt} + v_C(t)$ 。

一般解は、 $v_C(t) = Ae^{-(t-2)/8}$ 。

初期条件は、 $v_C(2) = 12(1 - e^{-2/8}) = 12(1 - e^{-1/4}) = 2.6544$ より、 $A = 2.6544$ 。よって、 $v_C(t)$ は次式となる。

$v_C(t) = 2.6544e^{-(t-2)/8}$ [V]。

(3) $t = 4s$ における $v_C(t)$ は、 $v_C(4) = 2.6544e^{-(4-2)/8} = 2.6544e^{-1/4} = 2.6544 \cdot 0.7788 = 2.0672V$ 。よって、下図のようになる。



(4) $0s$ から $2s$ でコンデンサに蓄積されたエネルギーは、 $W_C(0) = 0J$ 、 $W_C(2) = 1/2 C v_C^2(2) = 1/2 \cdot 2 \cdot 2.6544^2 = 7.0458J$ であるから、 $\Delta W = 7.0458 - 0 = 7.0458J$ 。7.0458Jの蓄積。

解答を続ける場合は、この用紙の裏面に記入すること。

点 数	
-----	--