

入 試 年度	2026 年度	入試時期	Ⅱ期入学試験	実施日	2026 年 2 月 25 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 II 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 1 基礎科目試験問題 電気磁気学

図 1.1 は真空中の導体球殻(半径 a)を接地し、その外部で球殻表面から距離 d の点 P に点電荷 q ($q > 0$) を置いたところを表している。導体球殻表面には q に引かれて負の電荷が分布するので、 q は導体球殻から静電力を受ける。以下は、この力の計算に関する記述である。各空欄に入れるべき適切な語句あるいは数式を対応する解答欄に記入せよ。ただし同じ番号の空欄には同じ語句あるいは数式が入る。

q に引かれて導体球殻表面に負の電荷が分布する現象は (1) と呼ばれている。

(1) により生じる負電荷が球殻外部に作り出すのと同じ電界を、導体球殻を取り除き、適切な大きさの点電荷 $-q'$ (映像電荷) を球殻中心 O と P を結ぶ軸線上 (球殻内部) の適切な位置に置いて作り出すを試みる。それには導体球殻上の任意の点 Q の電位が全てゼロになればよい。

図 1.1 のように、P と Q の間の距離を r 、映像電荷と Q の間の距離を r' とすれば、Q の電位は $V_Q =$ (2) と表される。よって、これがゼロになるために必要な q' と q 、 r 、 r' の間の関係式は $q' =$ (3) である。

映像電荷の位置を求めよう。二つの定点からの距離の比が一定の点の集合は球となるので $r:r'$ の比が一定であれば、(3) 式において任意の点 Q でこれが成立し q' は一定になる。図 1.1 に示したように導体球殻から映像電荷までの距離を x とすれば、直線 OP と導体球殻との二交点 A、B において r と r' の比が等しいという条件を式で示すと $d/x =$ (4) と表せる。よって、 $x =$ (5) である。

映像電荷の位置は判明したので、その大きさが分かれば静電力は求められる。映像電荷の大きさ q' を求めよう。Q が A に一致する場合について (3) 式を書き表せば、 $q' =$ (6) と求められる。

導体球殻から q が受ける力の大きさ F は映像電荷から q が受ける力と等しいので、 $F =$ (7) と得られる。

導体球殻ではなく十分に広い導体平板 (接地) を用いた場合 (図 1.2) に q が受ける力も以上を元に計算できる。平板と q の距離を d とすると、これは a を十分大きくした場合の極限に一致するので (5) (6) 式より $q' =$ (8) および $x =$ (9) となり、受ける力は $F =$ (10) と求められる。

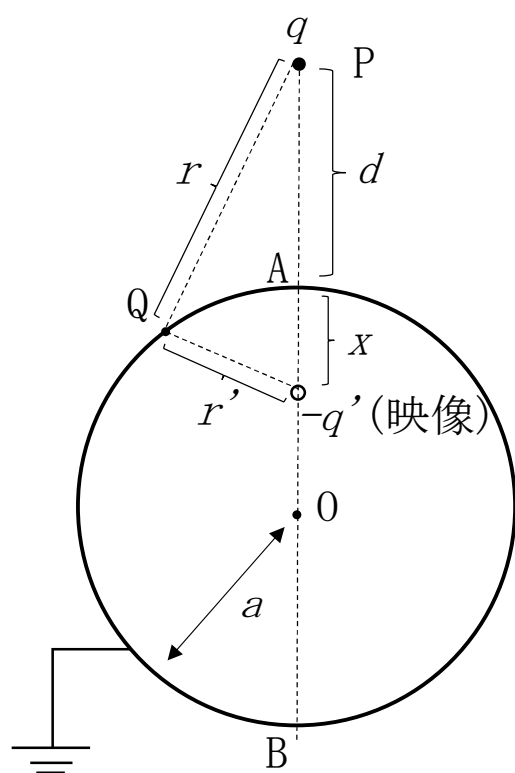


図 1.1

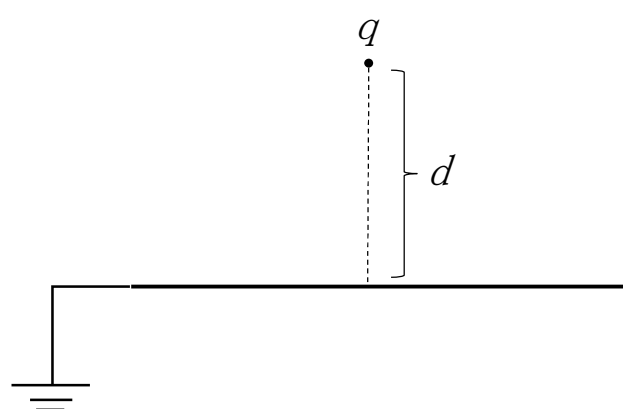
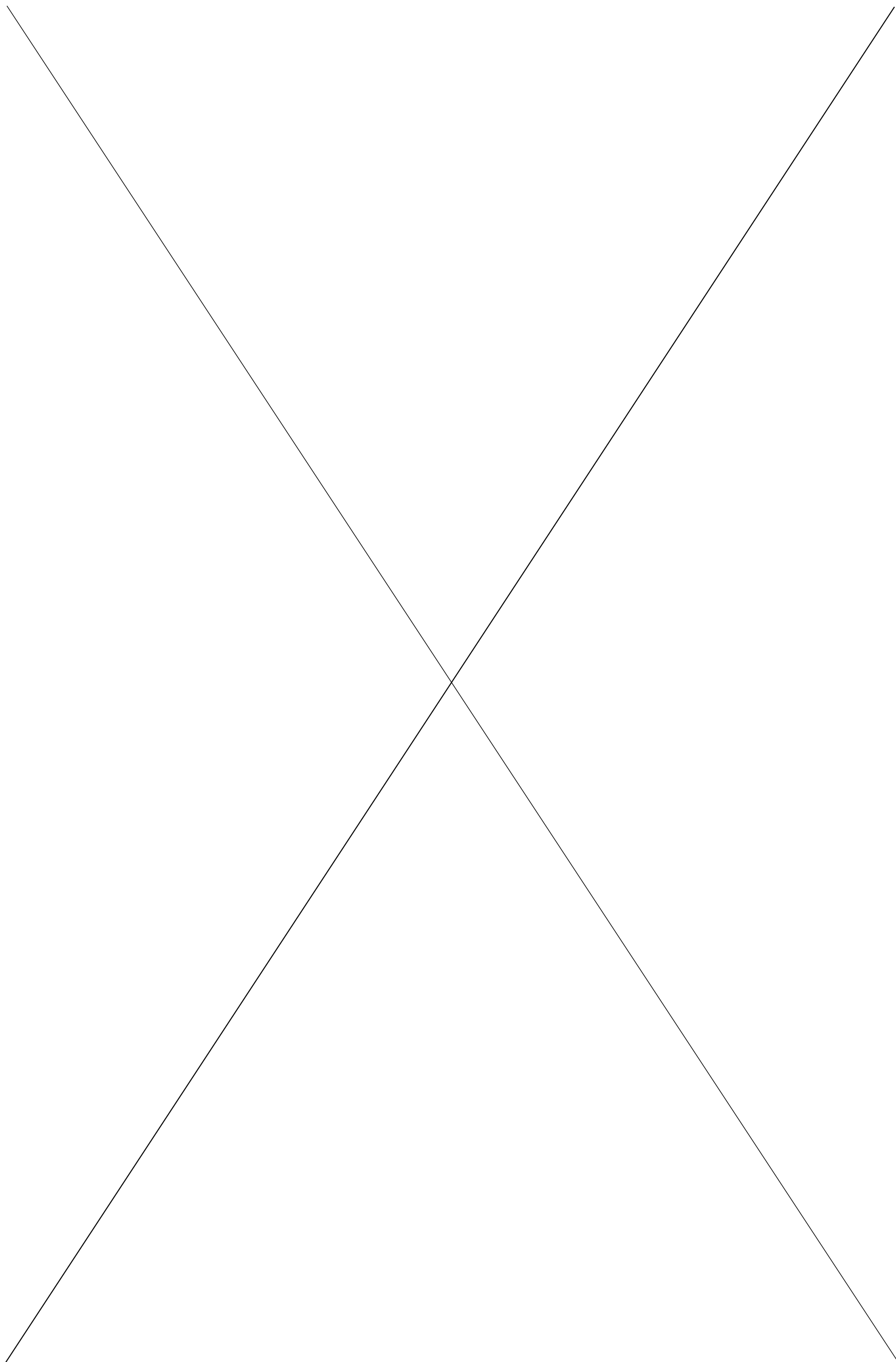


図 1.2

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 年度 Ⅱ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 1 解答欄

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
静電誘導	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q}{r}-\frac{q'}{r'}\right)$	$\frac{r'}{r}q$	$\frac{2a+d}{2a-x}$	$\frac{a}{a+d}d$
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\frac{a}{a+d}q$	$\frac{a(a+d)}{4\pi\epsilon_0d^2(2a+d)^2}q^2$	q	d	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q^2}{4d^2}$

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 II 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 2 基礎科目試験問題 電気磁気学

図 2.1 に示すような、円形断面で透磁率が μ の磁性体に、導線が n 回巻かれているトロイダルコイルが真空中にあり、電流 i が流れている。コイルの中心 O から環状磁性体中心までの長さを R 、環状磁性体断面においてその中心から径方向への距離を r 、環状磁性体断面の半径を a ($r=a$) とする。磁路長を ℓ とし、以下の問いに答えよ。ただし、 R は a に比べて十分に長く、トロイダルコイル内部の磁界は一様であるものとする。

- (1) トロイダルコイル内部の磁界の大きさ H を求めよ。
- (2) トロイダルコイルの インダクタンス L を求めよ。
- (3) トロイダルコイルに蓄積されるエネルギー W を求めよ。
- (4) トロイダルコイルの中心 O から径方向に加わる力の大きさ F と向きを求めよ。
- (5) 時刻 t に対し図 2.2 のように変化する電流 i を流したとき、 $0 < t \leq t_1$ ならびに $t > t_1$ におけるトロイダルコイル中の電界 E の大きさを求めよ。
- (6) 図 2.2 のような電流を流したとき、 $0 < t \leq t_1$ におけるトロイダルコイル周囲のポインティングベクトルの大きさと向きを求めよ。

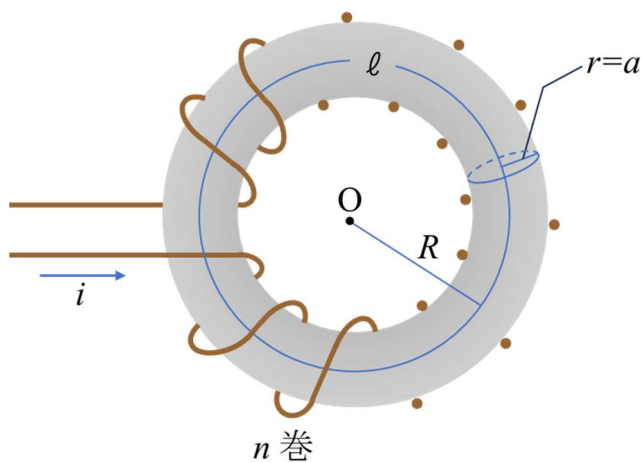


図 2.1 トロイダルコイル

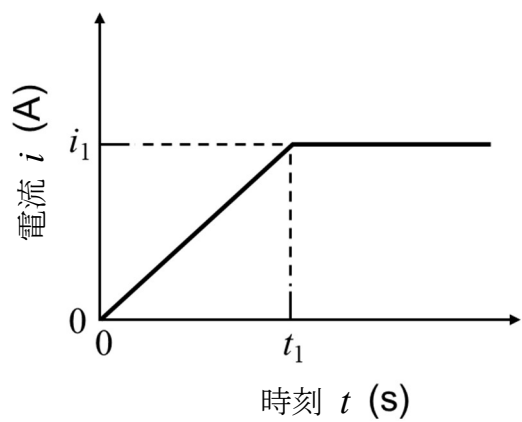
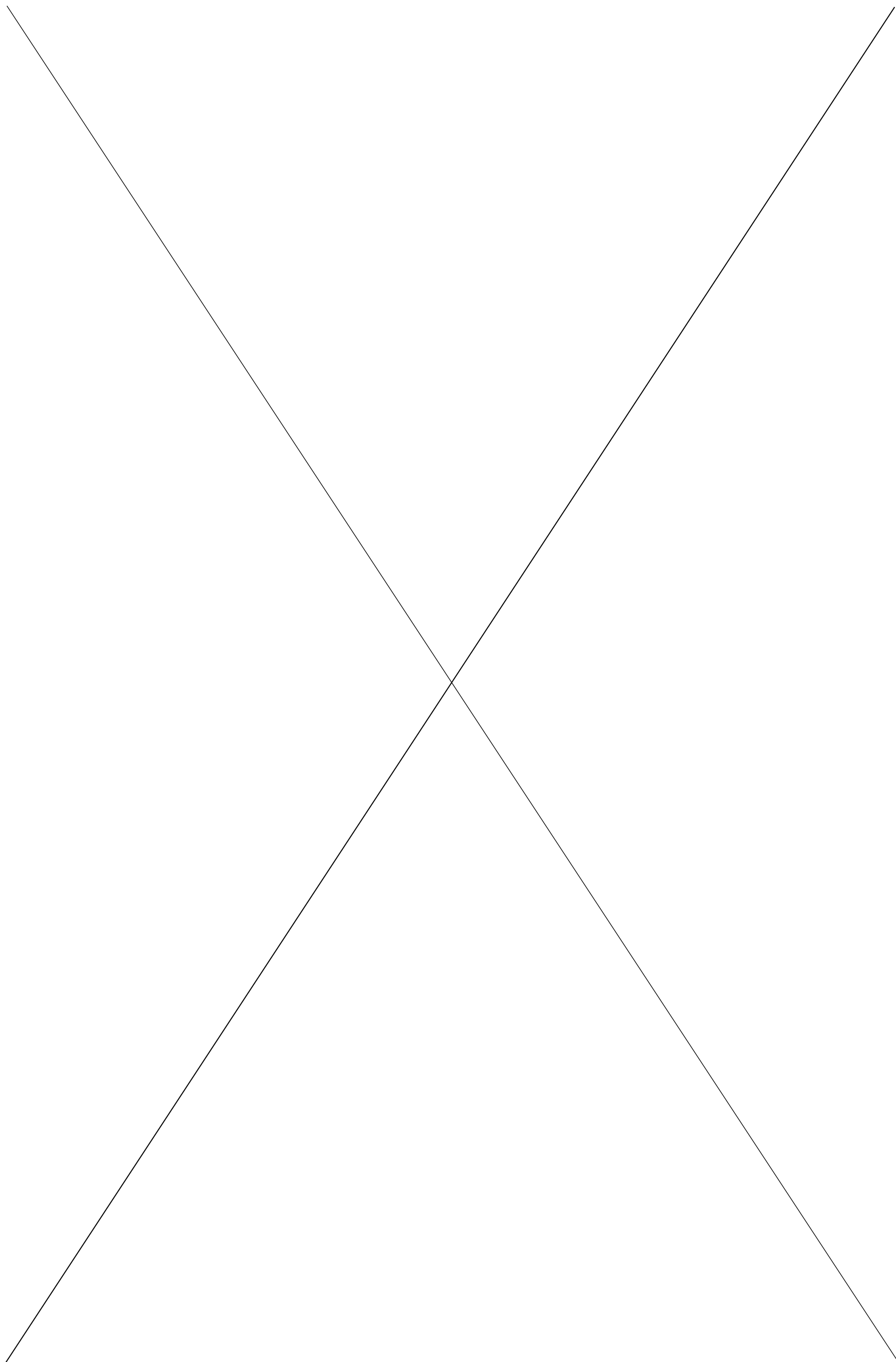


図 2.2 印加電流波形

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 年度 II 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 2

$$(1) \quad \oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = ni$$

$$|\mathbf{H}| = \frac{ni}{l} = \frac{ni}{2\pi R} \quad (\text{A/m})$$

$$(2) \quad L = \frac{n\phi}{i} = \frac{n}{i} \int \mu \mathbf{H} \cdot \mathbf{n} dS = \frac{\mu n}{i} \mathbf{H} \cdot \mathbf{S} = \frac{\mu n}{i} \frac{ni}{l} \cdot \pi a^2 = \frac{\mu n^2 \pi a^2}{l} = \frac{\mu n^2 a^2}{2R} \quad (\text{H})$$

$$(3) \quad W = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \frac{\mu n^2 \pi a^2}{l} i^2 = \frac{\mu n^2 a^2}{4R} i^2 \quad (\text{J})$$

$$(4) \quad F = \frac{\partial W}{\partial R} \Big|_{I=\text{const}} = \frac{\partial}{\partial R} \left(\frac{\mu n^2 a^2}{4R} i^2 \right) = -\frac{\mu n^2 a^2}{4R^2} i^2 \quad (\text{N})$$

コイル巻線を中心に集める向き

$$(5) \quad \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d\phi}{dt} = -\int \mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \cdot \mathbf{n} dS$$

$$2\pi r |\mathbf{E}| = -\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\mu ni}{2\pi R} \right) \cdot \pi r^2 = -\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\mu ni}{2R} \right) \cdot r^2$$

$$i = \frac{i_1 t}{t_1} \quad (0 < t \leq t_1) \quad i = i_1 \quad (t > t_1)$$

$$|\mathbf{E}| = \frac{1}{2\pi r} \left(\frac{\mu n i_1}{2\pi R t_1} \right) \cdot \pi r^2 = \frac{1}{2\pi r} \left(\frac{\mu n i_1}{2\pi R t_1} \right) \cdot \pi r^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\mu n i_1 r}{2\pi R t_1} \right) \quad (0 < t \leq t_1)$$

$$|\mathbf{E}| = 0 \quad (t > t_1)$$

$$(6) \quad |\mathbf{S}| = |\mathbf{E} \times \mathbf{H}| = \frac{1}{2} \left(\frac{\mu n i_1 r}{2\pi R t_1} \right) \cdot \left(\frac{n}{2\pi R} \frac{i_1 t}{t_1} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{\mu n^2 i_1^2 r}{(2\pi R)^2 t_1^2} t \right) = \frac{1}{8} \left(\frac{\mu n^2 i_1^2 r}{\pi^2 R^2 t_1^2} t \right)$$

インダクタンス断面の外から内側

2026 年度 II 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 に示す回路において、a, b, c の各端子に実効値 200 V、角周波数 $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ の平衡 Δ 結線三相交流電源を接続するとき、各問に答えよ。ただし C_1, C_2, C_3 は $100 \mu\text{F}$ 、 R_1, R_2, R_3 は 60Ω とする。

- (1) C_1, C_2, C_3 を Y- Δ 変換した場合の一相あたりのキャパシタのインピーダンスを求めよ。
- (2) a-b 間の一相あたりの合成インピーダンスを求めよ。
- (3) E_{ab} を基準（実軸）として相電流 I_{ab} を求めよ。
- (4) 相電流 I_{ab}, I_{bc}, I_{ca} および、線電流 I_a, I_b, I_c をフェーザ図として描け。
- (5) 回路の力率を求めよ。
- (6) 三相の有効電力を求めよ。

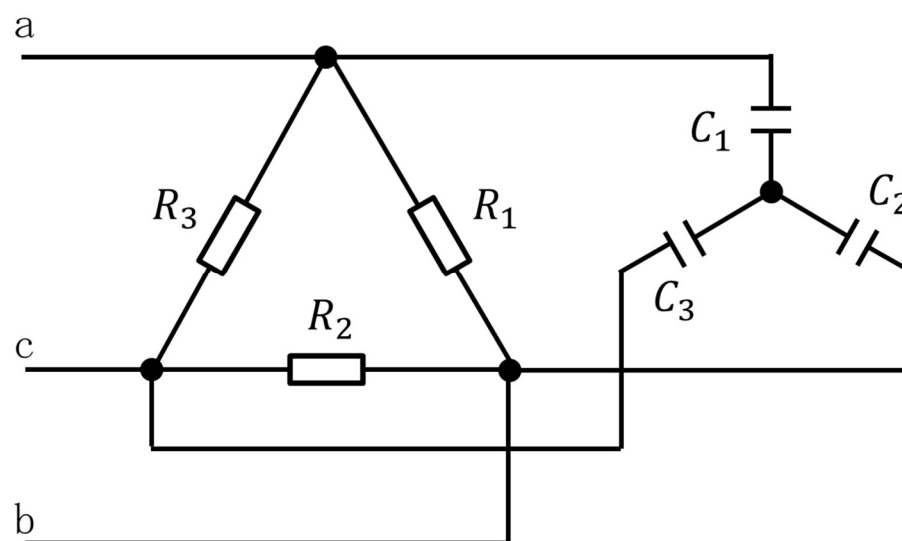
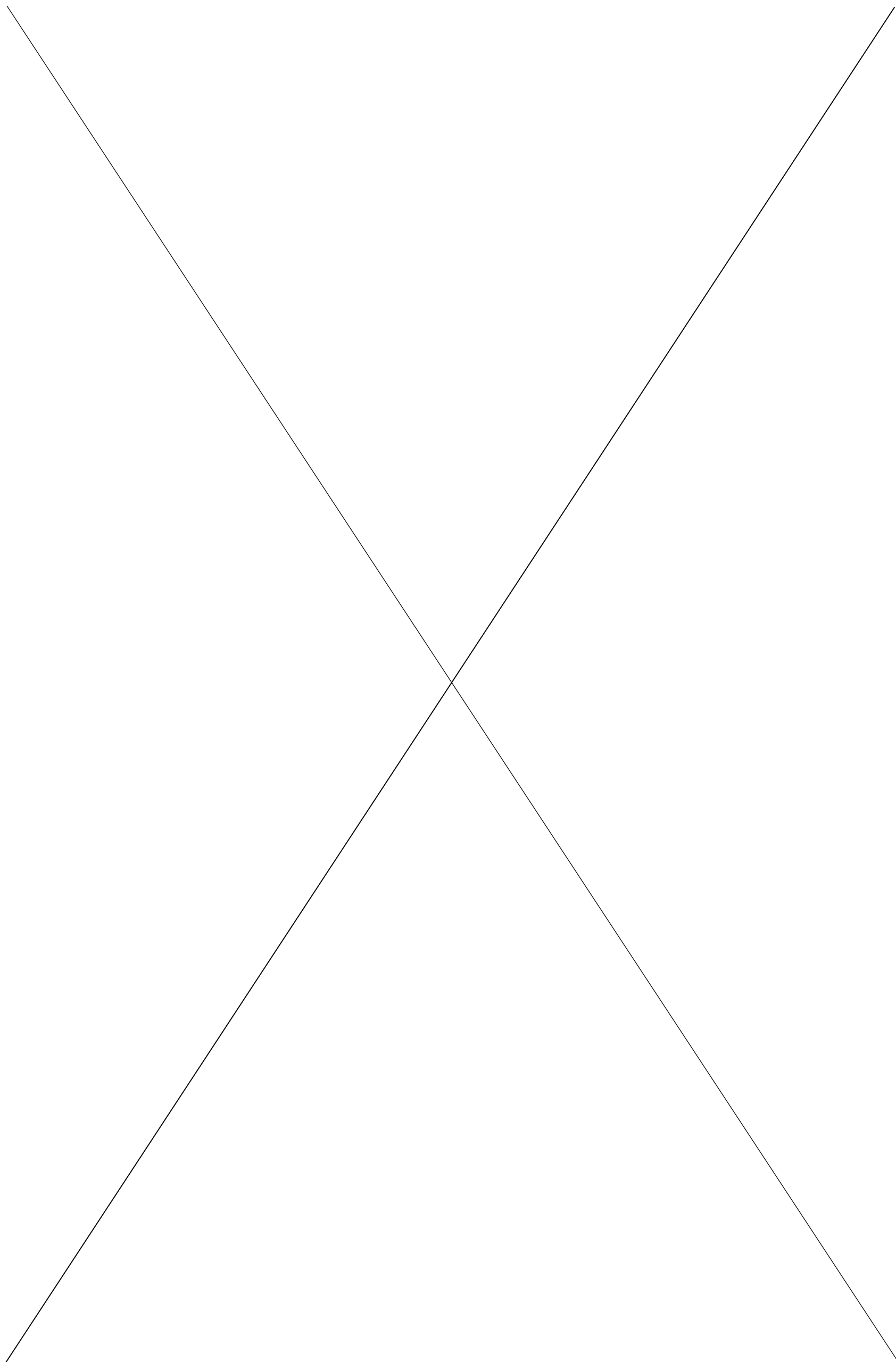


図 3

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 年度 II 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 3 解答欄

(1)

Y 結線状態の各キャパシタンスのインピーダンス $\mathbf{Z}$ は $\frac{1}{j\omega C}$

キャパシタンスの回路を Y-Δ 変換すると、1 相あたりのインピーダンス $\mathbf{Z}'$ は 3 倍になるので

$$\mathbf{Z}' = 3\mathbf{Z} = \frac{3}{j\omega C} = \frac{3}{j * 1000 * 0.0001} = -j30 \Omega$$

(2)

合成インピーダンス $\mathbf{Z}_{all}$ は抵抗 R と Δ 変換したキャパシタンスの並列回路なので

$$\mathbf{Z}_{all} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{j\omega C}{3}} = \frac{3R}{3 + j\omega CR} = \frac{3 * 60}{3 + j * 1000 * 0.0001 * 60} = \frac{60}{1 + j2} = \frac{60(1 - j2)}{(1 + j2)(1 - j2)} = 12(1 - j2) = 12 - j24 \Omega$$

(3)

インピーダンス $\mathbf{Z}_{all}$ の大きさと偏角は

$$|\mathbf{Z}_{all}| = \sqrt{12^2 + 24^2} = 12\sqrt{5} \approx 26.8$$

$$\theta_{zall} = \text{atan}^{-1}\left(\frac{-2}{1}\right) \approx -1.1 \text{ rad} = -63.4^\circ$$

$\mathbf{I}_{ab}$ は

$$\mathbf{I}_{ab} = \frac{|E_{ab}|}{|\mathbf{Z}_{all}|} \angle(0 - \theta_{zall}) = \frac{200}{12\sqrt{5}} \angle(0 - (-63.4^\circ)) = 7.45 \angle 63.4^\circ \text{ A}$$

あるいは $\mathbf{I}_{ab} = 3.33 + j6.67 \text{ A}$

(4) フェーザ図は $\mathbf{E}_{ab}$ を基準としてとると右図のようになる。

(5)

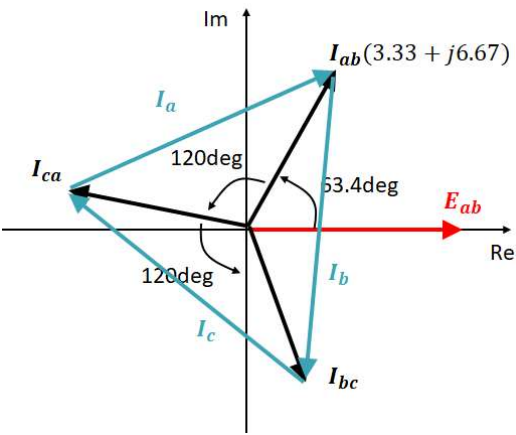
力率は負荷のインピーダンスの偏角の cos となるため

$$\cos\theta_{zall} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + (-2)^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \approx 0.45$$

(6)

三相電力は Δ 結線の 1 相あたりの相電圧、相電流から以下となる。

$$P = 3|V||I|\cos\theta_{zall} = 3 * 200 * \frac{200}{12\sqrt{5}} * \frac{1}{\sqrt{5}} = 2 \text{ kW}$$



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 II 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

次の (1) ～ (3) に答えよ。ただし、いずれの回路も $t < 0$ において定常状態にあるとする。

- (1) 図 4.1 の回路のスイッチ S_1 は初め閉じており、時刻 $t = 0$ で S_1 を開く。キャパシタ C の電圧 $v_{C1}(t)$ ($t \geq 0$) を表す式を求め、その波形を図示せよ。ただし、波形は曲線の概形だけでなく、その曲線の特徴をよく表す補助線や点の値をできるだけ詳しく示すこと。

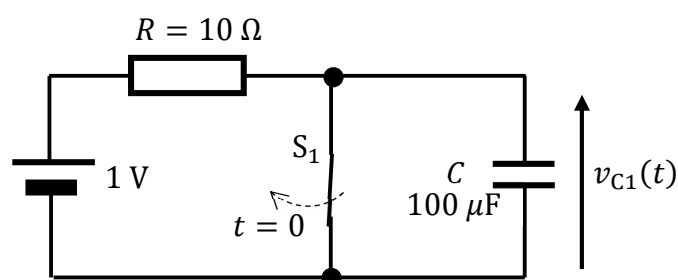


図 4.1

- (2) 図 4.2 の回路のスイッチ S_2 は初め開いており、時刻 $t = 0$ で S_2 を閉じる。キャパシタ C_2 の電圧 $v_{C2}(t)$ ($t \geq 0$) について、次の a) と b) に答えよ。
- a) S_2 を閉じた直後のキャパシタ C_2 の電圧 $\lim_{t \rightarrow +0} v_{C2}(t)$ の値とインダクタ L の電流 $\lim_{t \rightarrow +0} i_{L2}(t)$ の値を求めよ。
- b) S_2 を閉じた直後の $v_{C2}(t)$ の変化率 $\lim_{t \rightarrow +0} \frac{d}{dt} v_{C2}(t)$ の値は、正、0、負のいずれか。考え方を説明せよ。
- c) 十分な時間が経過したときの $v_{C2}(t)$ の値を求めよ。

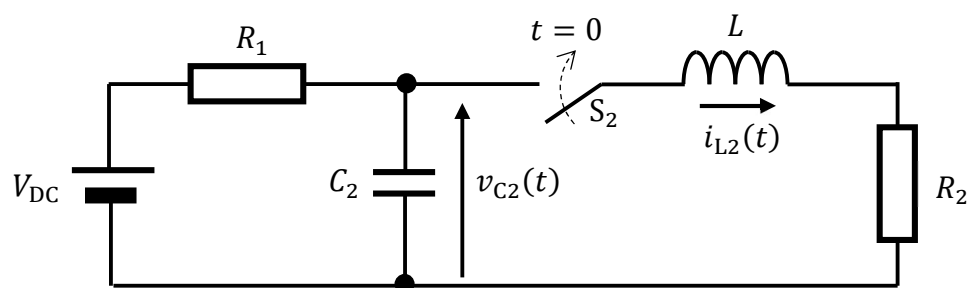


図 4.2

- (3) 図 4.3 の回路のスイッチ S_3 は初め閉じており、時刻 $t = 0$ で S_3 を開く。インダクタ L の電流 $i_{L3}(t)$ ($t \geq 0$) を示せ。

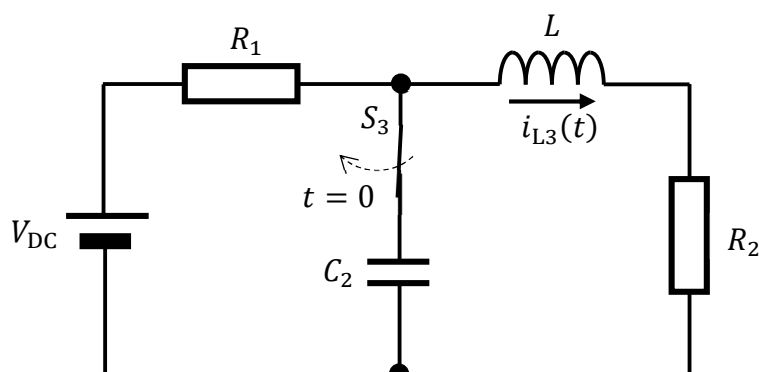
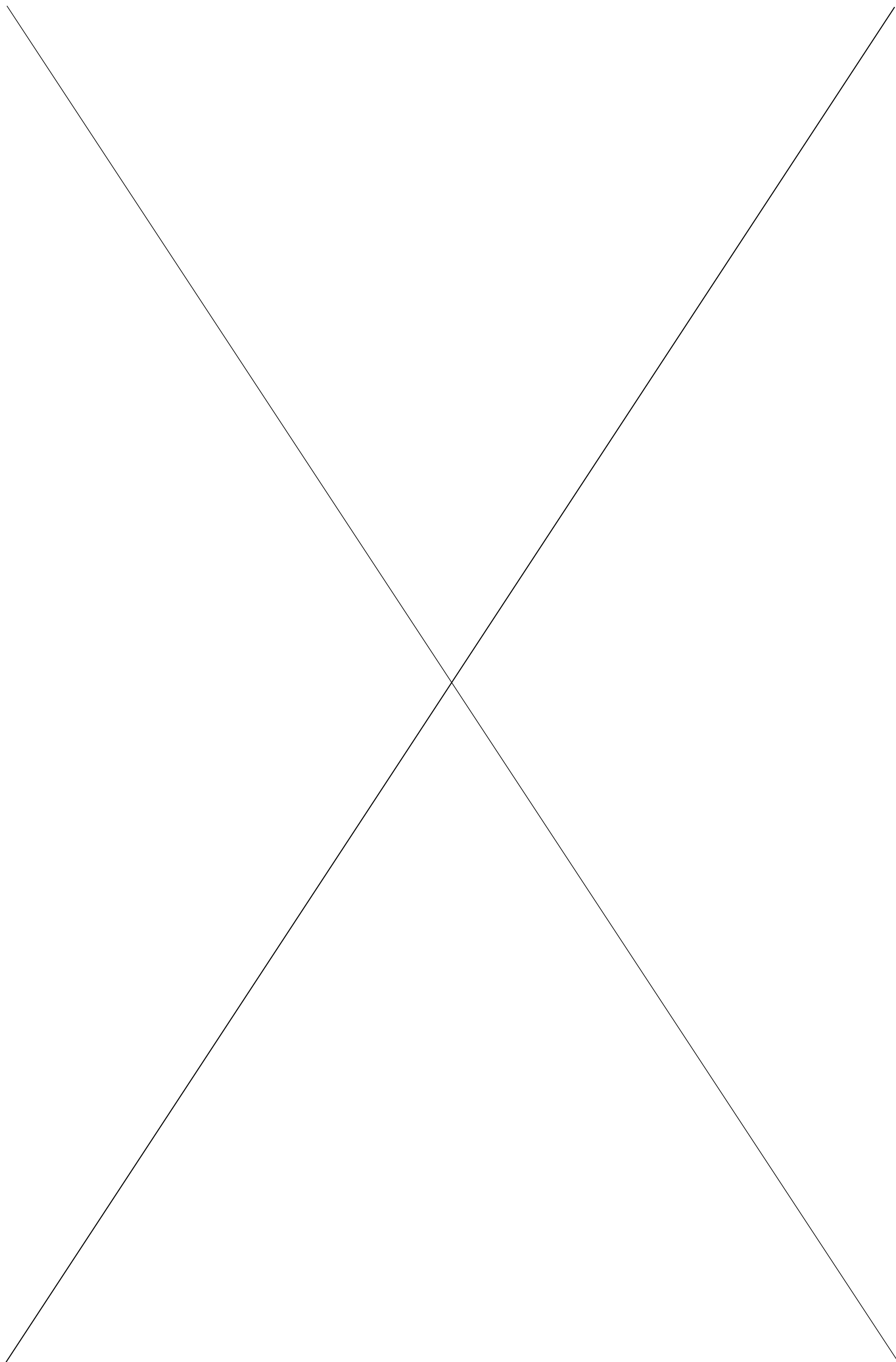


図 4.3

(こちらには何も記入しないでください。)



2026 年度 II 期入学試験 解答用紙

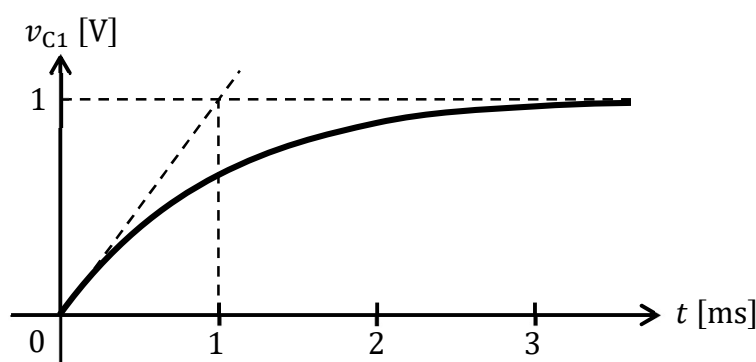
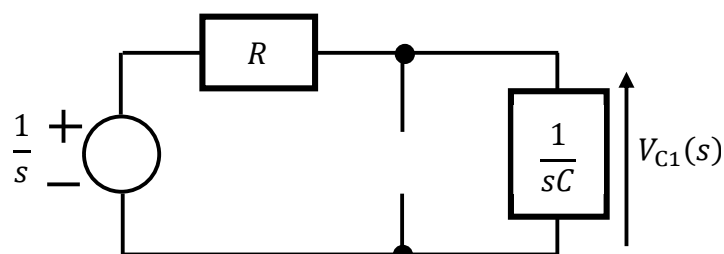
課程	受験科目	明治大学大学院理工学研究科 電気工学専攻		
☒ 博士前期 ☐ 博士後期	☐ 英 語 ☒ 基礎・専門 ☐ 小論文	受験番号	氏名	

問題 4 解答欄

(1) $t = 0_-$ で $v_{C1} = 0$ であるので、各素子の電圧・電流はラプラス変換領域で右図を満たしている。よって、

$$V_{C1}(s) = \frac{1}{1 + sCR} \cdot \frac{1}{s} = \frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{1}{CR}}$$

$$\Rightarrow v_{C1}(t) = 1 - e^{-\frac{t}{CR}} = 1 - e^{-\frac{t}{1\text{ms}}} \text{ [V]}$$



(2)

a) インダクタの電流はその両端電圧の時間積分で表されるので急激な変動は生じない。よって、 $i_{L2}(0_+) = i_{L2}(0_-) = 0$ である。また、キャパシタの電圧も同様に $v_{C2}(0_+) = v_{C2}(0_-) = V_{DC}$ である。

b) $t = 0_+$ において、図中のキャパシタの上の節点におけるキルヒホッフの電流則を適用すると、方程式

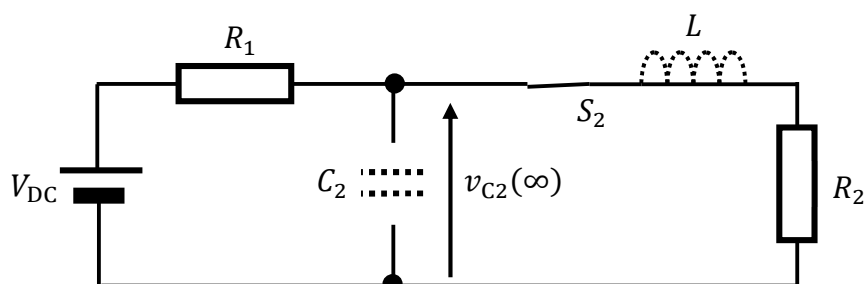
$$\frac{V_{DC} - v_{C2}(0_+)}{R_1} = C_2 \frac{dv_{C2}}{dt} \Big|_{t=0_+} + i_{L2}(0_+)$$

が成り立つ。ここで、a) より $i_{L2}(0_+) = 0$ ならびに $v_{C2}(0_+) = V_{DC}$ であることから、これらを方程式に代入することで、 $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{d}{dt} v_{C2}(t) = \frac{dv_{C2}}{dt} \Big|_{t=0_+} = 0$ で

あることがわかる。

c) 定常状態で、キャパシタは開放、インダクタは短絡と考えて良いので、右図の $v_{C2}(\infty)$ が求める値である。よって、

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_{C2}(t) = v_{C2}(\infty) = \frac{R_2 V_{DC}}{R_1 + R_2}$$



(3)

定常状態でキャパシタは開放と振る舞うことから、スイッチ S_3 が閉じていたときの定常状態と開いたあとの定常状態はともに、(2) の解答の図と同じである。すなわち、スイッチを開いた直後から、その後の定常状態になっているので、各部の電圧・電流はそれぞれ変化せず、 $i_{L3}(0_-) = i_{L3}(t) = i_{L3}(\infty) = \frac{V_{DC}}{R_1 + R_2} (t \geq 0)$ である。

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