

問題 I

図 1 に示すような平行板コンデンサを考える。平行板電極の面積を S 、極板間距離を d とし、各電極板には、それぞれ $+Q$ と $-Q$ の電荷が帯電しているとする。また、(a) における誘電率を ϵ_0 、(b) の誘電体の誘電率を ϵ_r とする。以下の問に答えよ。

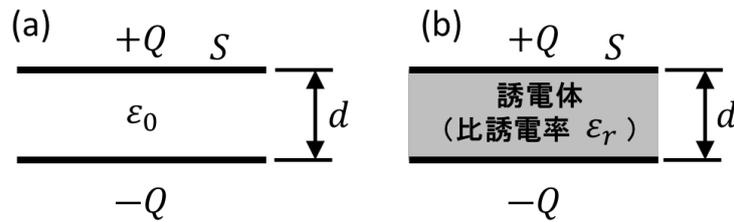


図 1 平行板コンデンサ

問 1. (a) のコンデンサに誘電体を挿入して、(b) の状態にした。このとき、(b) のコンデンサの静電容量を求め、以下の選択肢より選べ。

選択肢

- ① $\frac{\epsilon_r S}{\epsilon_0 d}$ ② $\epsilon_r \epsilon_0 \frac{d}{S}$ ③ $\epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d}$ ④ $\frac{\epsilon_0 S}{\epsilon_r d}$
 ⑤ $\epsilon_r \frac{d}{S}$ ⑥ $\frac{1}{\epsilon_r \epsilon_0} \frac{S}{d}$

問 2. 誘電体を挿入した後、コンデンサに蓄えられている電気エネルギー U を求め、以下の選択肢より選べ。

選択肢

- ① $\frac{\epsilon_0 S Q^2}{2 \epsilon_r d}$ ② $\frac{Q^2 d}{2 \pi \epsilon_r \epsilon_0 S}$ ③ $\frac{\epsilon_r Q^2 d}{2 \epsilon_0 S}$ ④ $\frac{Q^2 d}{4 \pi \epsilon_r \epsilon_0 S}$
 ⑤ $\frac{1}{2 \epsilon_r \epsilon_0} \frac{S Q^2}{d}$ ⑥ $\frac{Q^2 d}{2 \epsilon_r \epsilon_0 S}$

問題Ⅱ

図 2 (a) に示すような無限に長い半径 a の円筒表面の電荷による電場 E を考える。円筒表面には一様に電荷が分布しているものとし、その軸方向単位長さ当りの電荷を $+\lambda$ とする。この帯電円筒は無限に長いので、電場 E は円筒面の中心軸に垂直に、円筒面から放射状に生じることとなる。空間の誘電率を ϵ_0 として、以下の間に答えよ。

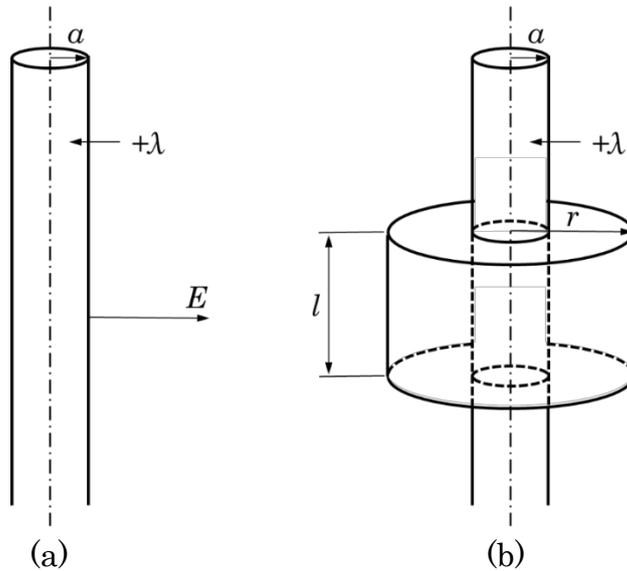


図 2 無限に長い円筒の表面電荷による電場

問 3. 図 2 (b) のように、帯電している円筒のまわりに、半径 r 、長さ l の仮想円筒面を考える。このとき、この仮想円筒面を貫く電気力線の数を、ガウスの法則から電場 E を用いて求め、以下の選択より選べ。

選択肢

- ① $\frac{El}{2\pi r}$ ② $\pi r^2 l E$ ③ $\frac{E}{2\pi r l}$ ④ $\frac{2\pi r E}{l}$
- ⑤ $2\pi r l E$ ⑥ $\frac{\pi r^2 E}{l}$

問 4. 問 1 における仮想円筒に対するガウスの法則から、 $r > a$ における電場 E を求め、以下の選択肢より選べ。

選択肢

- ① ∞ ② $\frac{\pi \epsilon_0 l}{\lambda r}$ ③ $\frac{4\pi r^3 \lambda}{3 \epsilon_0}$ ④ $\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r}$
- ⑤ 0 ⑥ $\frac{\lambda}{\pi r^2 \epsilon_0}$

問5. 同様にして、 $r < a$ における電場 E を求め、以下の選択肢より選べ。
選択肢

- ① ∞ ② $\varepsilon_0 \frac{l}{\lambda r}$ ③ $\varepsilon_0 \frac{\lambda}{lr}$ ④ $\varepsilon_0 \lambda lr$
- ⑤ 0 ⑥ $\frac{\lambda lr}{\varepsilon_0}$

問題Ⅲ

問6. 図3に示すように、距離 r 離れた2つの電線に電流が流れて電線間に吸引力あるいは反発力が生じるとき、点A, B, C, Dでの電線に働く力 f_{12} , f_{21} の方向で正しいものを、以下の選択肢より選べ。ただし、電線Pおよび電線Qの電流は電線Rおよび電線Sに影響を及ぼさず、電線Rおよび電線Sの電流は電線Pおよび電線Qに影響を及ぼさないとする。

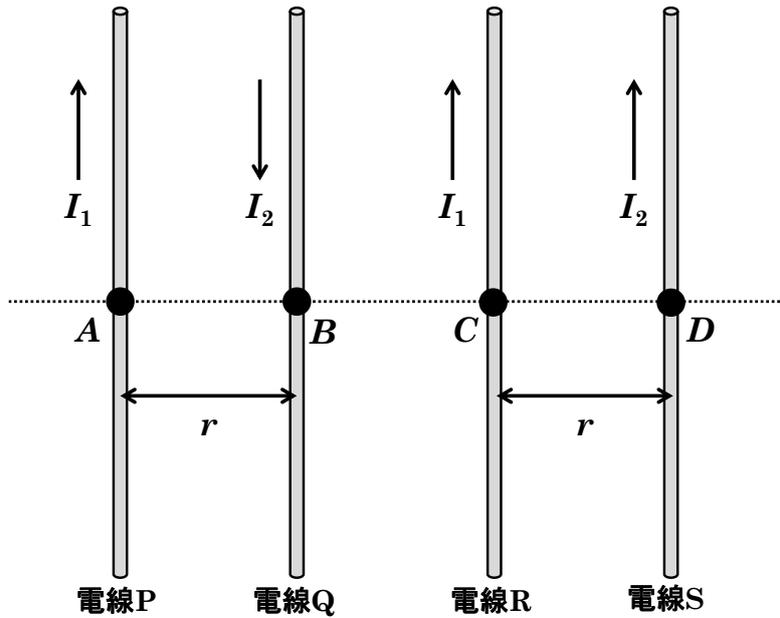
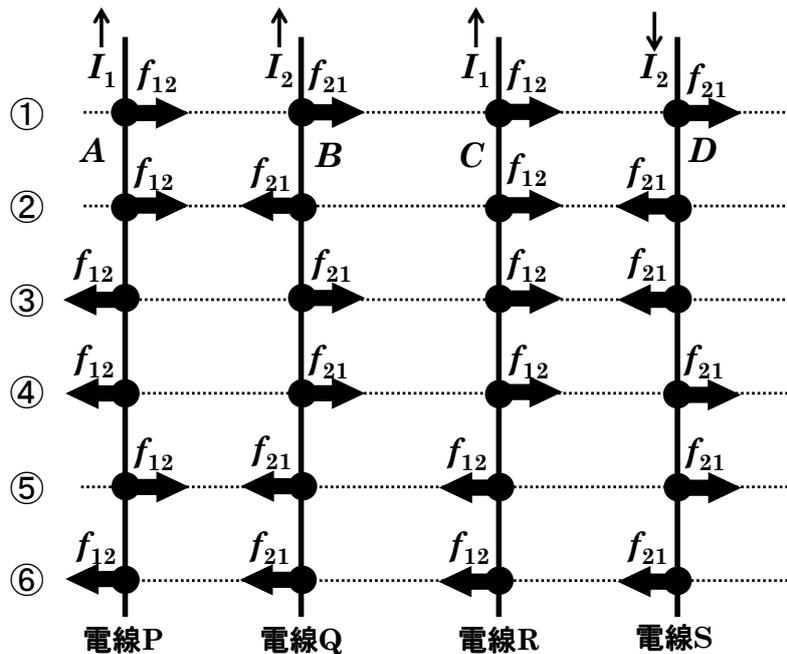


図3 平行導線に流れる電流

選択肢



問題IV

問7. 図4のような一辺が l の正方形の電流回路において、電流 $2I$ が流れているとき、中心点 O における磁界の大きさを求め、以下の選択肢より選べ。

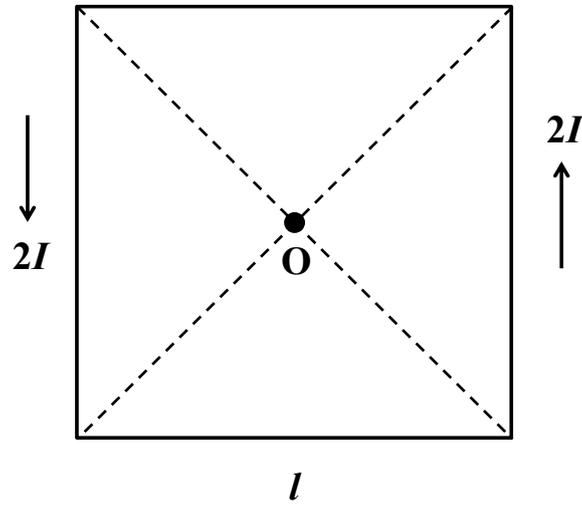


図4 正方形の電流回路

選択肢

- | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|
| ① | $\frac{4I}{2\sqrt{2}\pi l}$ | ② | $\frac{\sqrt{2}I}{4\pi l}$ | ③ | $\frac{\sqrt{2}I}{2\pi l}$ | ④ | $\frac{4\sqrt{2}I}{\pi l}$ |
| ⑤ | $\frac{\sqrt{2}I}{4\pi l}$ | ⑥ | $\frac{4I}{\sqrt{2}\pi l}$ | | | | |

問題V

図5に示すように、一様な磁束密度 B が加えられている平行導体棒上を直線導体が速度 v で運動している。

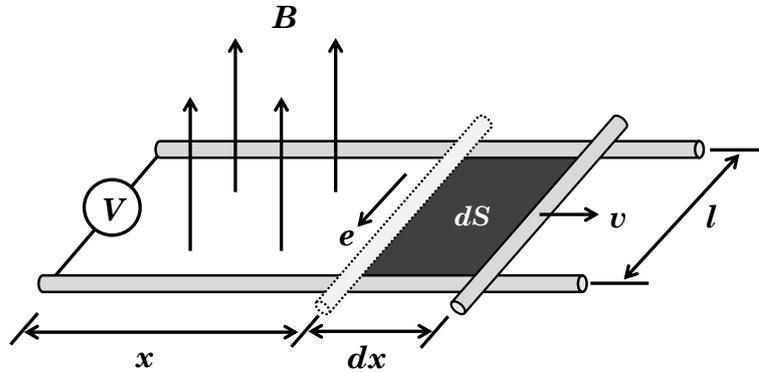


図5 磁界中を運動する導体棒

問8. dt 秒間で直線導体が dx 変化したとき、この回路の面積変化 dS はどれだけか、以下の選択肢より選べ。

選択肢

- ① xdt ② $vldt$ ③ $xldt$ ④ $xl\frac{dv}{dt}$
 ⑤ $l\frac{dv}{dx}$ ⑥ $l\frac{dx}{dt}$

問9. このとき、回路と鎖交する磁束の変化 $d\phi$ はいくらになるか、以下の選択肢より選べ。

選択肢

- ① $Bvdt$ ② $Bl\frac{dv}{dt}$ ③ $Bldt$ ④ $\frac{Bvl}{dt}$
 ⑤ $Bvldt$ ⑥ $Bl\frac{dx}{dt}$

問10. ファラデーの法則よりこの回路に誘導される起電力 e はいくらになるか、以下の選択肢より選べ。

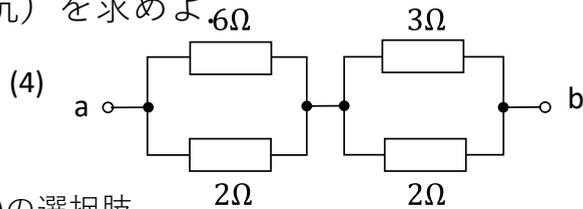
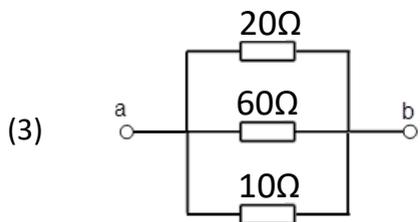
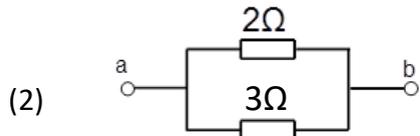
選択肢

- ① $-Bvlt$ ② $-Bvl\frac{v}{t}$ ③ $-Bvldt$ ④ $-\frac{Bvl}{t}$
 ⑤ $-Bvl$ ⑥ $-Bvl\frac{x}{t}$

電気回路

各問題について、最も近い値を選択肢から選べ。 $\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73$ とする。

[1] 下記の回路の合成抵抗（端子a-b間の抵抗）を求めよ。



(1)(2)の選択肢

- ①0.83Ω, ②1.2Ω, ③5Ω, ④6Ω, ⑤12Ω

(3)の選択肢

- ①6Ω, ②13Ω, ③17Ω, ④90Ω, ⑤133Ω

(4)の選択肢

- ①1.5Ω, ②2.7Ω, ③3.0Ω, ④5.5Ω, ⑤13Ω

[2] 図1の回路について、以下の問いに答えよ。

(1) a-b間の合成抵抗の値を求めよ

- ①0.1Ω, ②0.6Ω, ③1.3Ω, ④9.0Ω, ⑤10Ω

(2) (1)より、電流*I*を求めよ

- ①3.6A, ②4.0A, ③27.7A, ④60A, ⑤360A

(3) 2Ωの抵抗で消費する電力を求めよ。電流は*I*[A]とする。

- ①0.6 I^2 [W], ②2 I^2 [W], ③9 I [W], ④18 I [W], ⑤81 I [W]

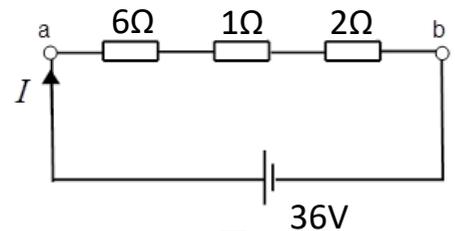


図1

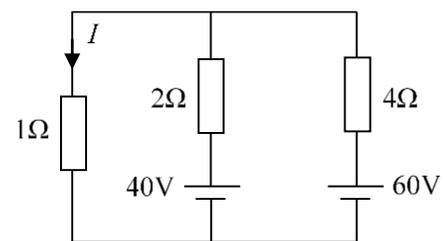


図2

[3] 図2の回路の電流*I* [A]として最も適切なものを選び

- ① 0.2, ② 2, ③ 10, ④ 15, ⑤ 20

[4] 図3に示すグラフについて、以下の要素を答えよ。

(1) 振幅 [A] (2) 実効値 [A]

- ①0 ②7.1 ③10.0 ④14.2 ⑤20.0 ⑥25.0 ⑦28.2 ⑧100

(3) 周期 [ms] (4) 周波数 [Hz]

- ①0.05 ②1.7 ③10.0 ④18.3 ⑤20.0 ⑥30.0 ⑦50.0 ⑧100

(5) 初期位相（時刻0の時の位相） [rad]

- ① -10 ② $-\frac{\pi}{3}$ ③ $-\frac{\pi}{4}$ ④ $-\frac{\pi}{6}$ ⑤ 0.0 ⑥ $\frac{\pi}{6}$ ⑦ $\frac{\pi}{4}$ ⑧ $\frac{\pi}{3}$ ⑨ 10

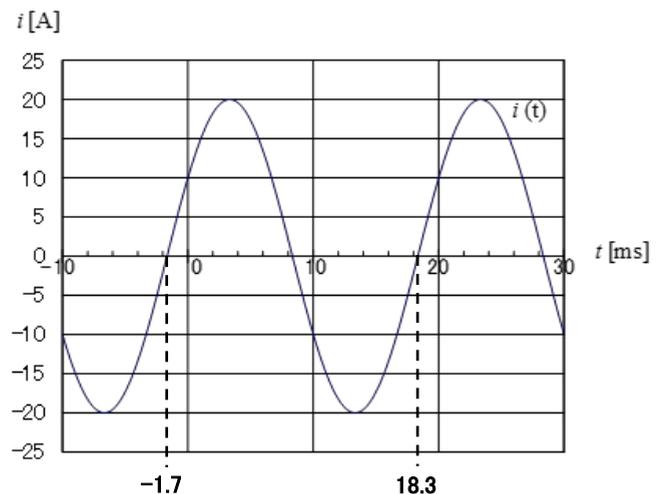


図3

[5] 図4に示す回路における電流*i*について以下の問いに答えよ。

(1) $\dot{i} = I \angle \theta$ の I [A] として最も適切なものはどれか。

- ① 0.916, ② 1.25, ③ 1.55, ④ 2.0, ⑤ 2.5

(2) $\dot{i} = I \angle \theta$ の θ [rad] として最も適切なものはどれか。

- ① $-\pi/4$, ② $-\pi/6$, ③ 0, ④ $\pi/6$, ⑤ $\pi/4$

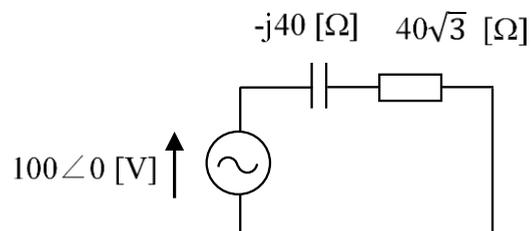
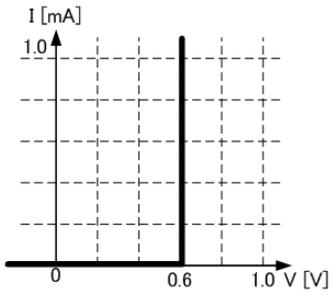


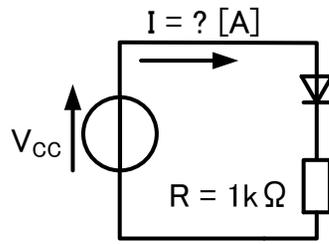
図4

1.

下の図 A の特性のダイオードについて、設問に答えよ。



(図 A)



(図 B)

図 B において、 V_{CC} が以下の時の、矢印の向きの電流を回答群から選べ。

電流の符号を回答群 1, 値を回答群 2 から選び記入せよ。

- (a) $V_{CC} = 4.6 \text{ V}$, $I =$ 符号 : (1) 数値 : (2) mA
- (b) $V_{CC} = 1.6 \text{ V}$, $I =$ 符号 : (3) 数値 : (4) mA
- (c) $V_{CC} = 0.5 \text{ V}$, $I =$ 符号 : (5) 数値 : (6) mA
- (d) $V_{CC} = -0.5 \text{ V}$, $I =$ 符号 : (7) 数値 : (8) mA
- (e) $V_{CC} = -1.6 \text{ V}$, $I =$ 符号 : (9) 数値 : (10) mA

[回答群 1] ① + ② - ③ 符号なし(値がゼロの時)

[回答群 2] ① 5.2 ② 4.6 ③ 4.0 ④ 2.2 ⑤ 1.6

⑥ 1.1 ⑦ 1.0 ⑧ 0.6 ⑨ 0.4 ⑩ 0

2.

下図の回路に関して以下の設問に答えなさい。ただし、トランジスタの立ち上がり電圧は 0.7 V とする。

- (1) $I_C = 5 \text{ mA}$ となるようにするには、 I_B をいくらにすればよいか。

[回答群]

- ① $2.5 \mu\text{A}$ ② $25 \mu\text{A}$ ③ 0.25 mA
- ④ 25 mA ⑤ 100 mA ⑥ 1000 mA

- (2) 抵抗 R_B の値を求めなさい。ただし、ベース電流 I_B の値は (1) で答えたものであるとする。

[回答群]

- ① $2 \text{ M}\Omega$ ② $200 \text{ k}\Omega$ ③ $20 \text{ k}\Omega$ ④ $1.7 \text{ M}\Omega$ ⑤ $170 \text{ k}\Omega$
- ⑥ $17 \text{ k}\Omega$ ⑦ 5Ω ⑧ 50Ω

- (3) このとき、コレクタの電位 V_C を求めなさい。

[回答群]

- ① 5.0 V ② 6.0 V ③ 7.0 V ④ ほぼ 0 V ⑤ ほぼ 12 V

3.

- 1) 以下の 16 進数の数を 10 進数で求め、値を回答群から選べ。

$(7D)_{16}$ 10 進数 : (1)

- [回答群] ① 83 ② 713 ③ 125 ④ 20

- (2) 以下の 10 進数の数を 2 進数で求め、値を回答群から選べ。

$(38)_{10}$ 2 進数 : (2)

- [回答群] ① 111000 ② 100110 ③ 101010 ④ 100011

4.

以下の真理値表に対応する論理式を次の回答群から選べ。

(真理値表)

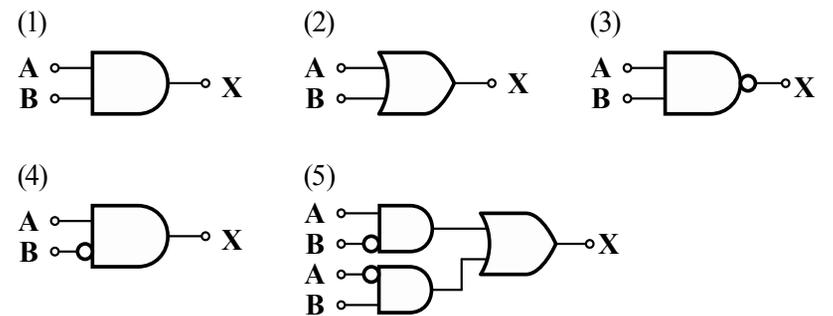
入力			出力
A	B	C	Y
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	1
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

[回答群]

- ① $Y = B + AC$
- ② $Y = \bar{A}B + \bar{B}C$
- ③ $Y = \bar{A}B + AC$
- ④ $Y = C + \bar{A}B$
- ⑤ $Y = \bar{A}B + A\bar{B}$

5.

次の論理回路の動作を表す真理値表を下の回答群から選びなさい。



[回答群]

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1

2019 年度第 3 回達成度確認テスト 電気数学

1. 空欄に適する数式を①～④より選び、マークせよ。

- (a) $\frac{dx^2t^3}{dt} = (\text{ア})$
 ① $2xt^3$ ② $3x^2t^2$ ③ $2xt^3 + 3x^2t^3$ ④ $xt^3/2$
- (b) $\frac{d \cos at}{dt} = (\text{イ})$
 ① $a \sin at$ ② $-a \sin at$ ③ $a \cos at$ ④ $-a \cos at$
- (c) $\frac{d \log t}{dt} = (\text{ウ})$
 ① t ② $-t$ ③ $1/t$ ④ $-1/t$
- (d) $\frac{de^{at} \sin t}{dt} = (\text{エ})$
 ① $e^{at}(\sin t + a \cos t)$ ② $e^{at}(a \sin t + \cos t)$
 ③ $e^{at}(\sin t - a \cos t)$ ④ $e^{at}(a \sin t - \cos t)$
- (e) $\frac{d \tan t}{dt} = (\text{オ})$
 ① $1/\sin^2 t$ ② $-1/\sin^2 t$ ③ $1/\cos^2 t$
 ④ $-1/\cos^2 t$

2. (カ)～(コ)の三角関数の値を各問の①～⑤の中から選んでマークせよ。

- (カ) $\sin(225^\circ)$
 ① $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$
- (キ) $\sin(135^\circ)$
 ① $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$
- (ク) $\cos(30^\circ)$
 ① $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$
- (ケ) $\cos(-30^\circ)$
 ① $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$
- (コ) $\tan(30^\circ)$
 ① $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ② $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$

3. 空欄に適する語句等を①～④より選び、マークせよ。

- (a) $\left\{2\angle\frac{\pi}{6}\right\}\left\{3\angle\left(-\frac{\pi}{2}\right)\right\} = (\text{サ})$
 ① $3\angle\frac{4\pi}{3}$ ② $6\angle\left(-\frac{\pi}{3}\right)$ ③ $5\angle\left(-\frac{\pi}{3}\right)$
 ④ $6\angle\left(-\frac{\pi}{12}\right)$
- (b) $2\angle\frac{\pi}{6}$ の直交座標表示は (シ)
 ① $2 + j\frac{1}{2}$ ② $2 + j\frac{\sqrt{3}}{2}$ ③ $\sqrt{3} + j$ ④ $\sqrt{3} - j$
- (c) $(1 + j\sqrt{3})^4 = (\text{ス})$
 ① $3\angle\frac{\pi}{3}$ ② $8\angle\frac{\pi}{2}$ ③ $16\angle\frac{4\pi}{3}$ ④ $25\angle\frac{\pi}{6}$

(d) 50 Hz の交流電圧

$$e = 4\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

をフェーザで表すと (セ) である。

- ① $4\angle\frac{\pi}{6}$ ② $4\angle\omega$ ③ $4\sqrt{2}\angle\frac{\pi}{6}$ ④ $4\sqrt{2}\angle\omega$

(e) 50 Hz の交流電圧

$$e = 4\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

を $30 \mu\text{F}$ のキャパシタに加えたとき、キャパシタのインピーダンス Z_C は (ソ) である。

- ① $j\frac{10^3}{1.5\pi}$ ② $-j\frac{10^3}{1.5\pi}$ ③ $j\frac{10^3}{3\pi}$ ④ $-j\frac{10^3}{3\pi}$

4. 以下の微分方程式を満たす関数 $x(t)$ を①～④より選び、マークせよ。

- (a) $\frac{dx(t)}{dt} + 2x(t) = 0, x(t) = (\text{タ})$
 ① $e^{-t/3}$ ② $e^{-t/2}$ ③ e^{-t} ④ e^{-2t}
- (b) $\frac{dx(t)}{dt} + 2x(t) = 1, x(t) = (\text{チ})$
 ① 0.5 ② t ③ e^{-t} ④ e^{-2t}
- (c) $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + x(t) = 0, x(t) = (\text{ツ})$
 ① $\sin t$ ② $\sin^2 t$ ③ $\tan t$ ④ $\cosh t$
- (d) $\frac{dx(t)}{dt} = x(t)\{1 - x(t)\}, x(t) = (\text{テ})$
 ① $\frac{e^t}{1 - e^t}$ ② $\frac{-e^t}{1 - e^t}$ ③ $\frac{e^t}{1 + e^t}$ ④ $\frac{-e^t}{1 + e^t}$
- (e) $\frac{dx(t)}{dt} + \{x(t)\}^2 = 0, x(t) = (\text{ト})$
 ① $\sin 2t$ ② $\sin \sqrt{t}$ ③ $1/t$ ④ $1/t^2$

5. 空欄に適する語句等を①～④より選び、マークせよ。

- (a) (ナ) はベクトル \mathbf{A} 、 \mathbf{B} の外積である。
 ① \mathbf{AB} ② $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$ ③ $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ ④ $\mathbf{A} * \mathbf{B}$
- (b) (ニ) は \mathbf{A} の発散である。
 ① $\nabla \mathbf{A}$ ② $\nabla \cdot \mathbf{A}$ ③ $\nabla \times \mathbf{A}$ ④ $\nabla * \mathbf{A}$
- (c) $2\mathbf{i} + \mathbf{j} - 2\mathbf{k}$ の大きさは (ヌ) である。
 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
- (d) $(\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 3\mathbf{k}) \cdot (\mathbf{j} - 2\mathbf{k})$ は (ネ) である。
 ① 2 ② 8 ③ $2\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$ ④ $-\mathbf{i} + 2\mathbf{j} + \mathbf{k}$
- (e) $\text{rot}(2x\mathbf{i} + y\mathbf{j})$ は (ノ) である。
 ① 0 または $\mathbf{0}$ ② 3 ③ $2\mathbf{i} + \mathbf{j}$ ④ $-\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$