

問題 I

図1(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、その単位長さ当りの電荷を $+\lambda$ とする。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、以下の問に答えよ。

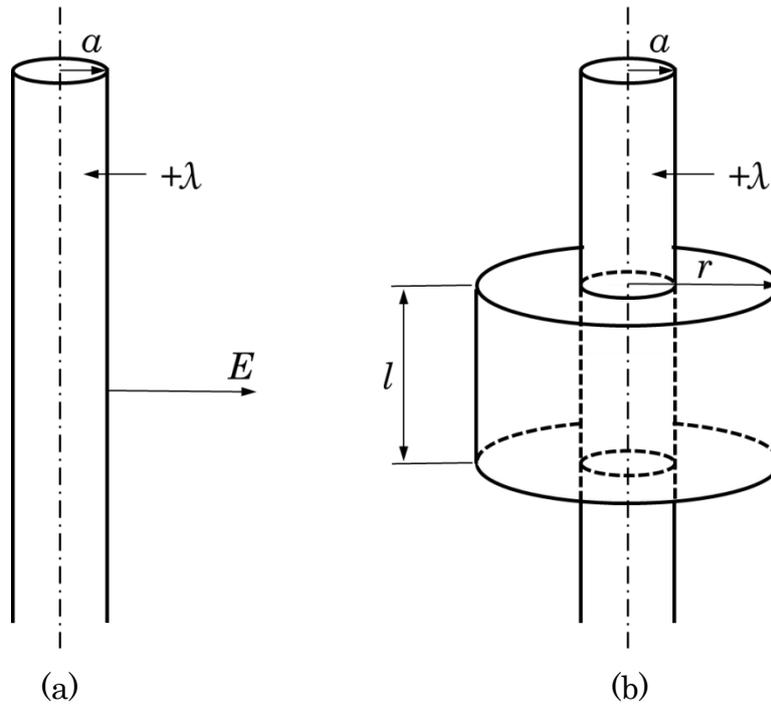


図1 無限に長い円筒の表面電荷による電場

問1. 図1(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、以下の選択肢より選べ。

選択肢

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

問2. 問1における仮想円筒の内部に存在する電荷量から、仮想円筒面を貫く電気力線の数を求め、以下の選択肢より選べ。

選択肢

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

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

問4. 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 $\frac{\lambda r}{\epsilon_0}$ ② $\epsilon_0 \frac{\lambda}{lr}$ ③ ∞ ④ 0
 ⑤ $\epsilon_0 \lambda r$ ⑥ $\epsilon_0 \frac{l}{\lambda r}$

問5. 帯電した円筒の中心軸から距離 r_1 の点に対する距離 r_2 の点における電位差 V_{12} を以下の選択肢より選べ。ただし、 $a < r_1 < r_2$ とする。

選択肢

- ① $\frac{2\lambda}{\pi\epsilon_0}(r_2 - r_1)$ ② $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \log \frac{r_2}{r_1}$ ③ 0 ④ $\frac{2\lambda r_2}{\pi\epsilon_0 r_1}$
 ⑤ ∞ ⑥ $\frac{2\lambda}{\pi\epsilon_0} \log \frac{r_2}{r_1}$

問題II

問6. 図2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。

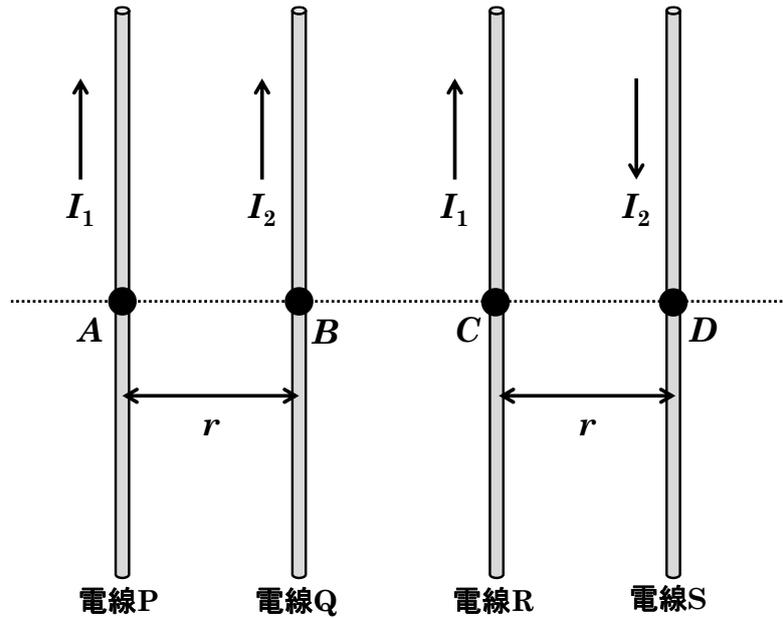
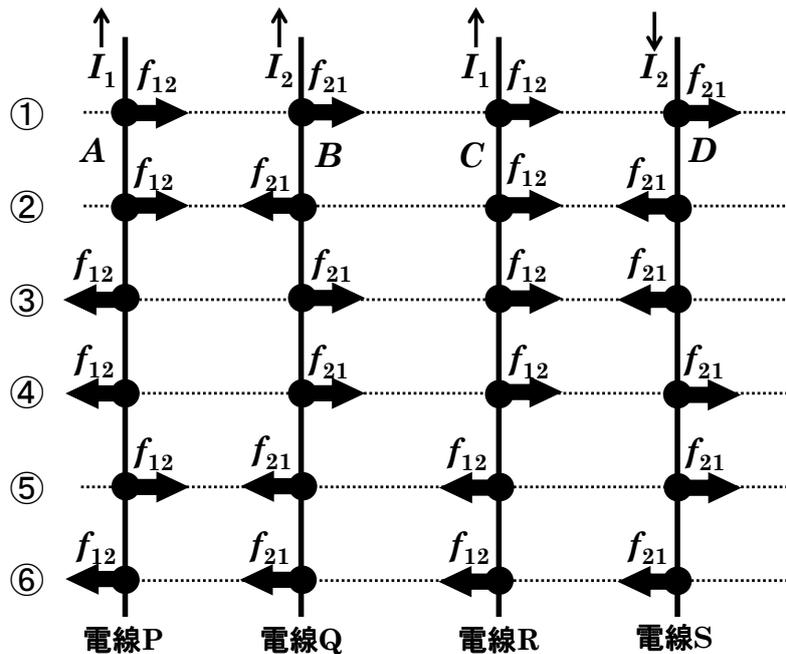


図2 平行導線に流れる電流

選択肢



問題Ⅲ

問7. 図3のような一辺が l の正方形の電流回路において、電流 I 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。

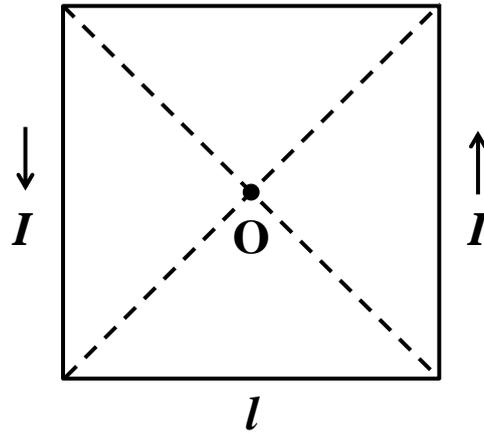


図3 正方形の電流回路

選択肢

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

問題IV

図4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。

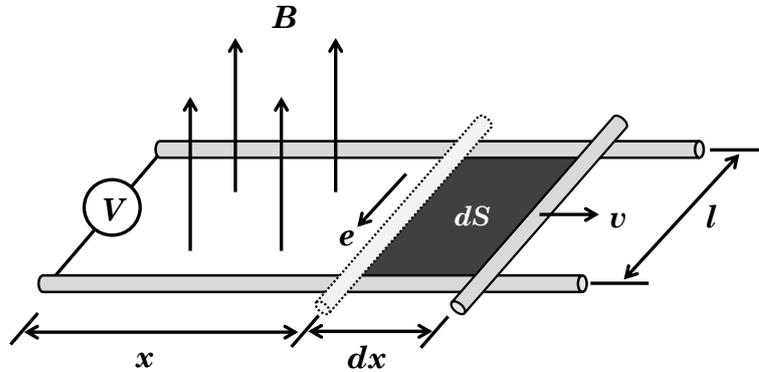


図4 磁界中を運動する導体棒

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 $lxd t$ ② xdt ③ $lvdt$ ④ $lx \frac{dv}{dt}$
 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 $Blvdt$ ② $vBdt$ ③ $Bldt$ ④ $\frac{Blv}{dt}$
 ⑤ $Bl \frac{dx}{dt}$ ⑥ $Bl \frac{dv}{dt}$

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。

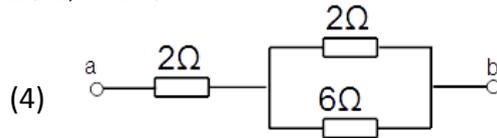
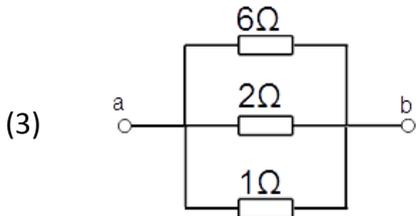
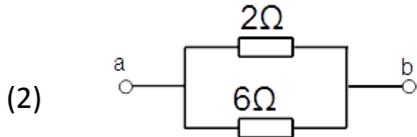
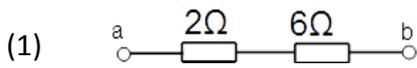
選択肢

- ① $-vBl t$ ② $-vBt$ ③ $-vBl$ ④ $-\frac{vBl}{t}$
 ⑤ $-vBl \frac{x}{t}$ ⑥ $-vBl \frac{v}{t}$

電気回路

各問題について、最も近い値を選択肢から選べ。 $\sqrt{2} = 1.4, \sqrt{3} = 1.7$ 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

- ①0.33Ω ②0.67Ω ③1.5Ω ④8Ω ⑤12Ω

(3)の選択肢

- ①0.6Ω, ②1.3Ω, ③1.7Ω, ④9Ω, ⑤12Ω

(4)の選択肢

- ①0.63Ω, ②1.6Ω, ③2.7Ω, ④3.5Ω, ⑤10Ω

[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, ④1.7Ω, ⑤9Ω

(2) (1)より、電流*I*を求めよ

- ①2A, ②10.8A, ③13.5A, ④24A, ⑤30A

(3) 6Ωの抵抗で消費する電力を求めよ。電流は*I*[A]とする。

- ①6*I*²[W], ②9*I*²[W], ③36*I*[W], ④81*I*[W], ⑤182.3 *I*[W]

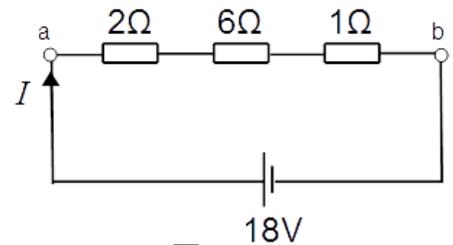


図1

[3] 図2の回路の電流*I* [A]として最も適切なものを選べ

- ① -1.5 ② 1 ③ 1.5 ④ 2 ⑤ 3

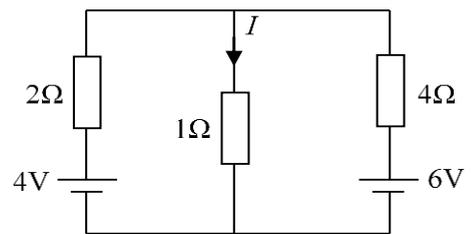


図2

[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 [V] (2) 実効値 [V]

- ①1.7 ②5.0 ③7.1 ④10.0 ⑤14.1 ⑥20.0 ⑦40.0

(3) 周期 [ms] (4) 周波数 [Hz]

- ① 0.05 ②1.7 ③5.0 ④10.0 ⑤20.0 ⑥21.7 ⑦46.1 ⑧50.0

(5) 初期位相（時刻0の時の位相） [rad]

- ① -5.0 ② $-\frac{\pi}{2}$ ③ $-\frac{\pi}{3}$ ④ $-\frac{\pi}{6}$ ⑤0.0 ⑥ $\frac{\pi}{6}$ ⑦ $\frac{\pi}{3}$ ⑧ $\frac{\pi}{2}$ ⑨5.0

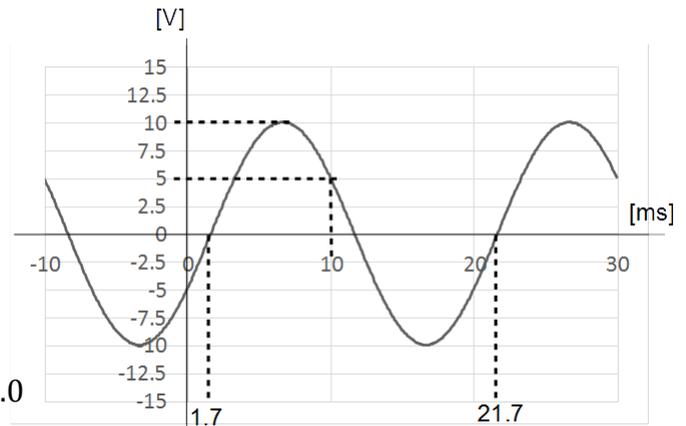


図3

[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 ③ 1.25 ④ 1.55 ⑤ 2

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

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

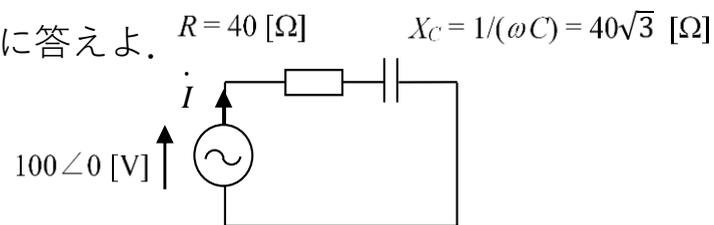
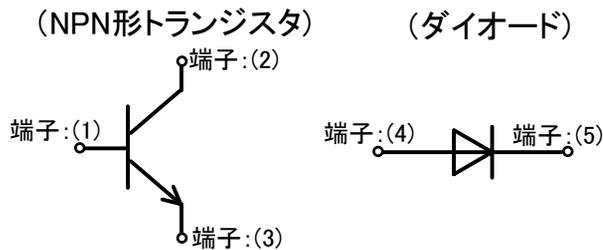


図4

1. 以下の文章の空欄や端子名を下の回答群から選べ。同じ番号を複数回選んでもよい。

- 以下の能動素子に対して端子名を答えよ。



- 理想オペアンプは、入力インピーダンスが (6) Ω 、出力インピーダンスが 0 Ω 、電圧増幅度が (7) の特性となる。
- ある増幅器の電圧増幅度(A_v)が 10,000 ($=10^4$) 倍のとき、その値をデシベルで表すと 80 dB となる ($=20\log(|A_v|)$)。ここで 200 倍の電圧増幅度の増幅回路と、100 倍の増幅回路を縦続接続したとき、全体の電圧増幅度は (8) 倍となり、これは (9) dB に相当する。
- フィルタ回路で、低い周波数の入力信号はそのまま通過させ、高い周波数の信号を減衰させるものを (10) フィルタとよび、アルファベット 3 文字で (11) と表す。また、通過と減衰の境界の周波数を (12) 周波数とよび、そこでは低周波の入出力利得に対して、その周波数の利得が (13) dB となる。

[回答群]

問題(1)から(5)の候補:

- ① ゲート ② エミッタ ③ ソース ④ コレクタ ⑤ カソード
⑥ アノード ⑦ ベース

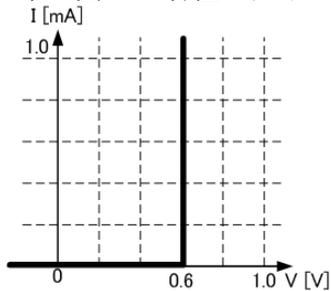
問題(6)と(7)の候補: ① 0 ② 1 ③ ∞ ④ 100 ⑤ 不定

問題(8)と(9)の候補: ① 2 ② 300 ③ 150 ④ 2,000 ⑤ 20,000
⑥ 34 ⑦ 43 ⑧ 86 ⑨ 90

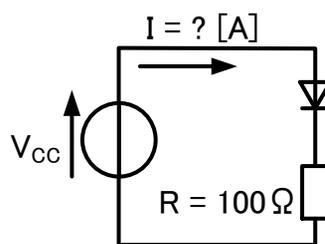
問題(10)から(12)の候補: ① バンドパス ② ローパス ③ ハイパス
④ HPF ⑤ BPF ⑥ LPF ⑦ 共振 ⑧ 遮断 ⑨ ナイキスト

問題(13)の候補: ① +3 ② +1/2 ③ -6 ④ -3 ⑤ $+1/\sqrt{2}$

2. 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) $V_{cc} = 5.6 \text{ V}$, $I =$ 符号: (1) 数値: (2) mA
(b) $V_{cc} = 0.5 \text{ V}$, $I =$ 符号: (3) 数値: (4) mA
(c) $V_{cc} = -1.6 \text{ V}$, $I =$ 符号: (5) 数値: (6) mA

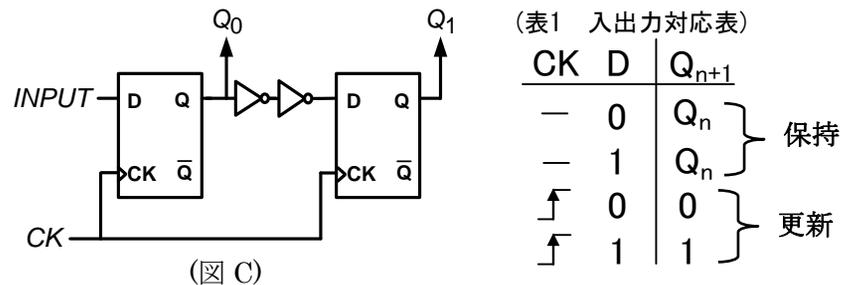
[回答群 1] ① + ② - ③ 符号なし(値がゼロの時)

[回答群 2] ① 56 ② 50 ③ 16 ④ 10 ⑤ 5

⑥ 1.6 ⑦ 1 ⑧ 0.5 ⑨ 0.6 ⑩ 0

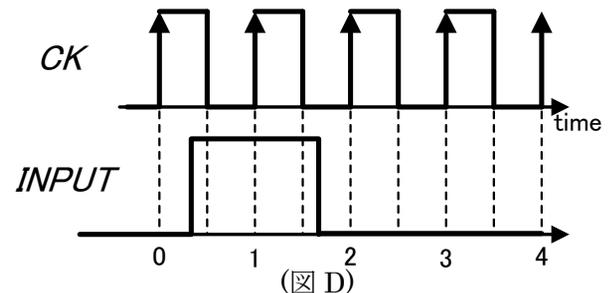
3.

図 C は D フリップフロップであり、CK の立ちあがりのタイミングで出力 Q が更新されるものである。入出力対応表を表 1 に示す。

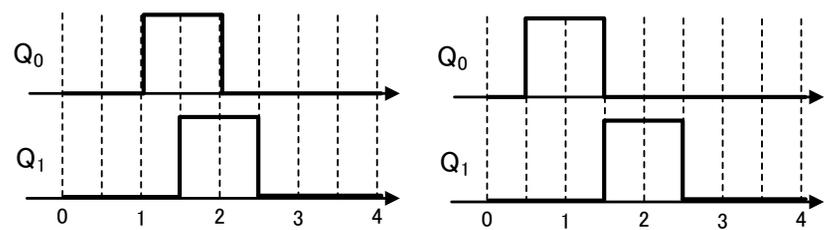


(図 C)

図 C の CK と INPUT の信号が図 D のように与えられたときの、出力 Q_0 と Q_1 を下の①から④の中から選べ。

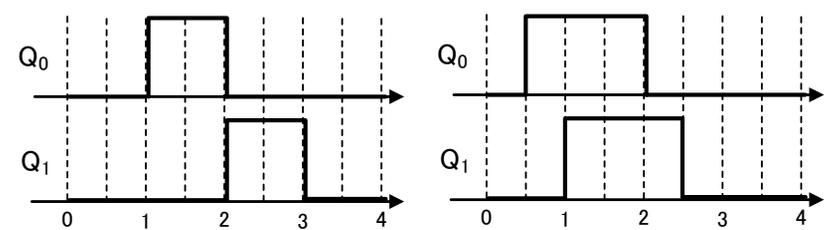


(図 D)



図①

図②



図③

図④

4.

(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。

$(7C)_{16}$ 10 進数: (1)

[回答群] ① 82 ② 712 ③ 124 ④ 19

(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

5.

表 2 の真理値表に対応する論理式を以下の回答群から選べ。

(表 2 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 $Y = \bar{A}B + A\bar{B}$

2019 年度第 2 回達成度確認テスト 電気数学

1. 空欄に適する語句等を ①～④ より選び、マークせよ。

- (a) $[10, 20]$ は (ア) 。
 ① 10 と 20 を両方含む
 ② 10 と 20 を両方含まない
 ③ 10 を含み 20 を含まない
 ④ 20 を含み 10 を含まない
- (b) 関数を $y = f(x)$ と書くとき、 y の取り得る値の範囲を (イ) と呼ぶ。
 ① 依存域 ② 値域 ③ 定義域 ④ 独立域
- (c) $y = f(x+a)$ のグラフは $y = f(x)$ のグラフを (ウ) ほど移動したものである。
 ① x 方向に a ② x 方向に $-a$
 ③ y 方向に a ④ y 方向に $-a$
- (d) 直線 $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$ の x 切片は (エ) である。
 ① a ② b ③ $1/a$ ④ $1/b$
- (e) 逆関数のグラフと元の関数のグラフは、直線 (オ) に対して対称である。
 ① $x = 0$ ② $y = 0$ ③ $y = x$ ④ $y = -x$

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

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 $\sqrt{3}+j$ ③ $\sqrt{3}-j$ ④ $2+j\frac{\sqrt{3}}{2}$

- (c) $(1+j\sqrt{3})^4 = (\text{ス})$
 ① $16\angle\frac{4\pi}{3}$ ② $8\angle\frac{\pi}{2}$ ③ $3\angle\frac{\pi}{3}$ 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 $4\sqrt{2}\angle\frac{\pi}{6}$ ② $4\sqrt{2}\angle\omega$ ③ $4\angle\frac{\pi}{6}$ ④ $4\angle\omega$

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

4. 以下の微分方程式を満たす関数 x を ①～④ より選び、マークせよ。

- (a) $\frac{dx}{dt} + x = 0$, $x = (\text{タ})$
 ① e^t ② e^{-t} ③ $\cos t$ ④ $-\cos t$

- (b) $\frac{dx}{dt} + x = 1$, $x = (\text{チ})$
 ① 1 ② 2 ③ -1 ④ -2

- (c) $\frac{d^2x}{dt^2} + x = 0$, $x = (\text{ツ})$
 ① e^t ② e^{-t} ③ te^t ④ $-\cos t$

- (d) $\frac{d^2x}{dt^2} - 3\frac{dx}{dt} + 2x = 0$, $x = (\text{テ})$
 ① e^t ② e^{-t} ③ $\cos t$ ④ $-\cos t$

- (e) $\frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dx}{dt} + x = 0$, $x = (\text{ト})$
 ① $t \sin t$ ② $t \cos t$ ③ te^t ④ $t \log t$

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 (ノ) 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 (ナ) である。
 ① 0 または $\mathbf{0}$ ② 3 ③ $2\mathbf{i} + \mathbf{j}$ ④ $-\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$