

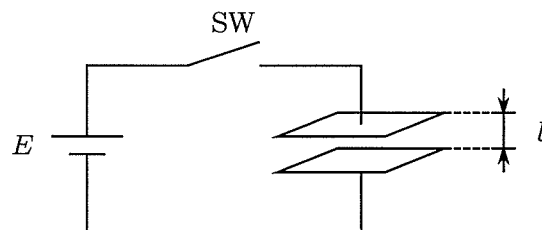
【04】電気電子部門

IV 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

IV-1 下図のように、直流電圧源 E と真空中で距離 l で平行に対向させた平板電極を接続し、その後、 l を大きくした場合における次の説明文の、 に入るものとして正しい組合せはどれか。ただし、 l は平板電極の大きさと比べて十分小さいものとする。

「スイッチを閉じたまま l を大きくすると力の大きさは ア 。スイッチを開いて l を大きくすると力の大きさは イ 。」

- | ア | イ |
|-----------------|------------|
| ① l の二乗に反比例する | l に反比例する |
| ② l に反比例する | l に依存しない |
| ③ l の三乗に反比例する | l に反比例する |
| ④ l の二乗に反比例する | l に依存しない |
| ⑤ l に反比例する | l に比例する |



IV－2 次の電磁気に関する説明文の、に入る語句として正しい組合せはどれか。

「媒質中の電磁界を決定する基本方程式は、電界を $\boldsymbol{E}$ 、電束密度を $\boldsymbol{D}$ 、磁界を $\boldsymbol{H}$ 、磁束密度を $\boldsymbol{B}$ とすると、マクスウェルの方程式として以下のようにまとめられる。ただし、 $\boldsymbol{i}$ 、 ρ はそれぞれ伝導電流密度と真電荷密度を表し、 rot 、 div はそれぞれ回転と発散を表す演算子である。

$$\text{rot } \boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\text{rot } \boldsymbol{H} = \boldsymbol{i} + \frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\text{div } \boldsymbol{D} = \rho \quad (3)$$

$$\text{div } \boldsymbol{B} = 0 \quad (4)$$

このうち、(1) 式は の法則を表し、(2) 式は の法則に を加えた法則を表す。また、(3)、(4) 式は、それぞれ電界・磁界に関する の法則を表す。」

	<u>ア</u>	<u>イ</u>	<u>ウ</u>	<u>エ</u>
①	変位電流	アンペール	電磁誘導	ガウス
②	変位電流	ガウス	電磁誘導	マクスウェル
③	電磁誘導	マクスウェル	変位電流	アンペール
④	電磁誘導	アンペール	変位電流	ガウス
⑤	電磁誘導	ガウス	変位電流	アンペール

Ⅳ－３ 下図の間隔 d で配置された無限に長い平行導線 l_1 と l_2 に沿って、電流 $3I$ と I がそれぞれ逆方向に流れている。導線 l_2 から鉛直方向に距離 a 離れた点 P における磁界の強さ H が零であるとき、 a と d の関係を示す式として正しいものはどれか。ただし、平行導線 l_1 、 l_2 と点 P は、同一平面上にあるものとする。

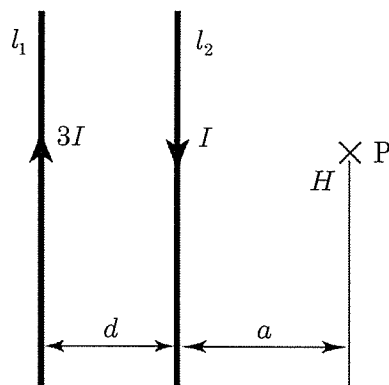
① $a = \frac{d}{3}$

② $a = \frac{d}{2}$

③ $a = d$

④ $a = 2d$

⑤ $a = 3d$



Ⅳ－４ 下図のような抵抗と直流電圧源からなる回路において、電流 i に最も近い値はどれか。

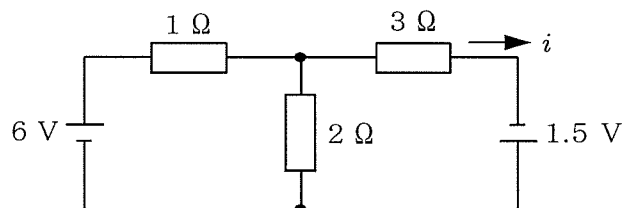
① 0.6 A

② 0.9 A

③ 1.2 A

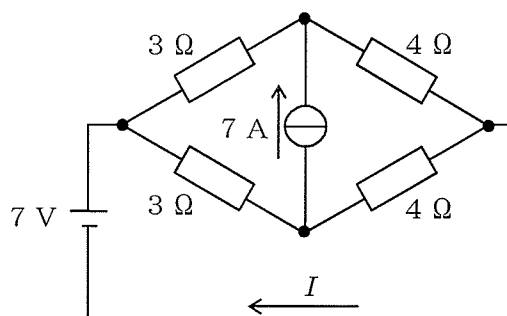
④ 1.5 A

⑤ 1.8 A

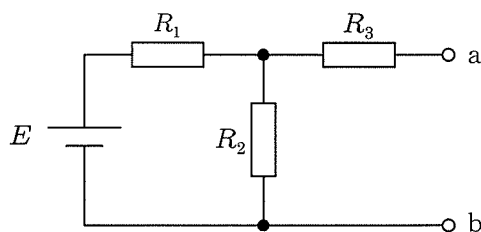


Ⅳ－５ 下図のような，7 Vの電圧源，7 Aの電流源及び抵抗を含む回路において，電流 I に最も近い値はどれか。

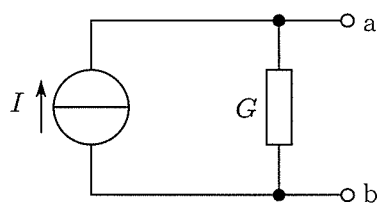
- ① 2 A
- ② 5 A
- ③ 6 A
- ④ 9 A
- ⑤ 14 A



Ⅳ－６ 図Aに示すように直流電圧源 E と3つの抵抗 R_1 ， R_2 ， R_3 からなる回路がある。この回路を図Bのような直流電流源 I とコンダクタンス G で表されるノートン等価回路に置き換えたとき， I と G を表す式として正しいものはどれか。



図A



図B

- ① $I = \frac{R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} E$ $G = \frac{R_3 + R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$
- ② $I = \frac{R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} E$ $G = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$
- ③ $I = \frac{R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} E$ $G = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$
- ④ $I = \frac{R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} E$ $G = \frac{R_2 + R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$
- ⑤ $I = \frac{R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} E$ $G = \frac{R_3 + R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$

Ⅳ－７ 下図の回路において，端子abからみた合成抵抗として正しいものはどれか。

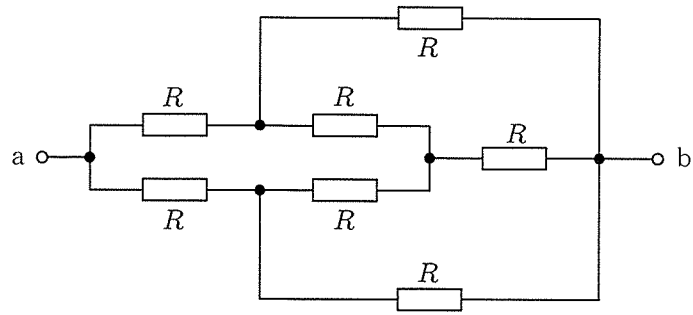
① $\frac{4}{5}R$

② $\frac{5}{6}R$

③ $\frac{6}{7}R$

④ $\frac{7}{8}R$

⑤ $\frac{8}{9}R$



Ⅳ－８ 下図に示される，スイッチ，直流理想電圧源，抵抗器，コンデンサ（キャパシタ）からなる回路で，時刻 $t=0$ で，スイッチを閉じる。このとき，コンデンサの電圧 $v(t)$ に関して微分方程式

$$\frac{dv(t)}{dt} = av(t) + bE \quad (t \geq +0)$$

が成り立つ。ただし， R_1, R_2, C, E は定数である。この微分方程式の解で，初期条件 $v(0) = v_0$ を満たす電圧 $v(t)$ として正しいものはどれか。

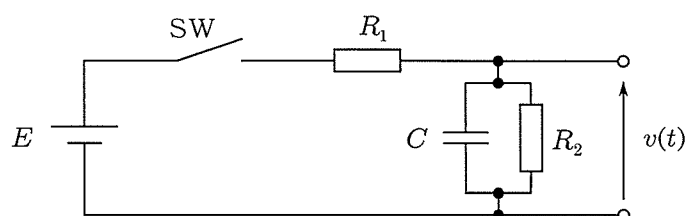
① $\left(v_0 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \right) e^{-\frac{R_1 + R_2}{CR_1 R_2} t} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$

② $(v_0 + E) e^{-\frac{t}{CR_1}} - E$

③ $\left(v_0 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \right) e^{-\frac{t}{CR_1}} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$

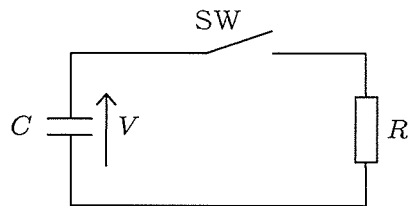
④ $\left(v_0 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \right) e^{-\frac{R_1 + R_2}{CR_1 R_2} t} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$

⑤ $(v_0 - E) e^{-\frac{t}{CR_1}} + E$



Ⅳ－９ 下図の回路で最初スイッチSWは開いており、コンデンサ（静電容量を C とする。）には電圧 V が生じていたものとする。スイッチSWで抵抗 R を接続した際に生じる過渡現象について、最も不適切な記述はどれか。

- ① 電流はスイッチを投入した瞬間に最大となり、その後徐々に減っていく。
- ② 過渡現象の時定数は $\frac{R}{C}$ である。
- ③ スイッチ投入時に流れる電流は $\frac{V}{R}$ である。
- ④ 十分に長い時間が経過するまでに抵抗 R が消費するエネルギーは $\frac{1}{2}CV^2$ である。
- ⑤ 徐々にコンデンサの電圧が減っていくのは抵抗 R にエネルギーを供給するからである。



Ⅳ－10 回路理論に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 回路内のある節点において、その節点に流入している電流の値にはプラスの符号をつけ、その節点から流出している電流の値にはマイナスの符号をつけたうえで、その節点に流入もしくはその節点から流出しているすべての電流の値の総和をとると、0となる。
- ② 回路内のある閉路において、その閉路に沿う方向に素子の電圧が上昇しているときにはその電圧の値にプラスの符号をつけ、その閉路に沿う方向に素子の電圧が低下しているときにはその電圧の値にマイナスの符号をつけたうえで、その閉路にあるすべての素子の電圧の値の総和をとると、0となる。
- ③ 抵抗器の電圧 $v(t)$ と電流 $i(t)$ との間には $v(t) = Ri(t)$ が成り立つ。ただし、 R は、抵抗という。
- ④ インダクタ（コイル）の電圧 $v(t)$ と電流 $i(t)$ との間には $i(t) = L \frac{dv(t)}{dt}$ が成り立つ。ただし、 L は、インダクタンスという。
- ⑤ 回路内のある閉路上にある素子について、その電圧 $v(t)$ の向きを、その閉路に沿う方向にこの素子の電圧が上昇しているときにはプラスの符号を有し、その閉路に沿う方向にこの素子の電圧が低下しているときにはマイナスの符号を有するように定める。また、この素子の電流 $i(t)$ の向きを閉路の向きと同じに定める。このとき、この素子が供給する瞬時電力は、 $v(t)i(t)$ である。

Ⅳ－11 下図の回路において、 L_x と R_x はコイルのインダクタンスと内部抵抗である。検流計(↑)に電流が流れていない条件で、 L_x と R_x を表す式の正しい組合せはどれか。

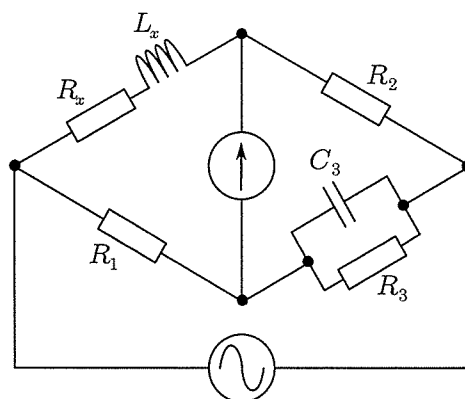
① $L_x = R_1 R_2 C_3, \quad R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$

② $L_x = R_2 R_3 C_3, \quad R_x = \frac{R_1 R_2}{R_3}$

③ $L_x = R_1 R_2 C_3, \quad R_x = \frac{R_1 R_2}{R_3}$

④ $L_x = R_1 R_2 C_3, \quad R_x = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$

⑤ $L_x = R_2 R_3 C_3, \quad R_x = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$



Ⅳ－12 有効落差が100 m，流量が毎分100 t の水流がある。これを発電に利用する場合，得られる電力に最も近い値はどれか。ただし，10 %のエネルギーが損失となり，利用できないものとする。

① 100 kW ② 150 kW ③ 1,000 kW

④ 1,500 kW ⑤ 10,000 kW

Ⅳ－13 熱サイクルに関する次の説明文の、に入る語句として正しい組合せはどれか。

「原子力発電や一部の火力発電では、ボイラ、ア、復水器などでランキンサイクルを構成している。ランキンサイクルの効率は、理論上最も効率が良いとされるイサイクルの効率を上回ることはいない。」

ア

イ

- | | |
|--------------|-------|
| ① ガスタービン | オットー |
| ② ガスタービン | カルノー |
| ③ 蒸気タービン | オットー |
| ④ 蒸気タービン | カルノー |
| ⑤ スターリングエンジン | ディーゼル |

Ⅳ－14 誘導機に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 誘導機のすべりが1であるとき、その誘導機の回転子は静止している。
- ② 誘導機のトルクは、すべりが1であるとき最大となる。
- ③ 誘導機のすべりが0であるとき、その誘導機のトルクは0となる。
- ④ 誘導機のすべりが負であるとき、その誘導機は誘導発電機として動作している。
- ⑤ 誘導機は速度制御の方法の一つとして2次抵抗制御があるが、この方法はかご形誘導機では用いることができない。

Ⅳ－15 出力300 kW、力率0.7（遅れ）で運転する負荷と出力500 kW、力率0.88（遅れ）で運転する負荷とがある。両者を同時に運転した場合、総合力率の値に最も近いものはどれか。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 0.79（遅れ） | ② 0.81（遅れ） | ③ 0.83（遅れ） |
| ④ 0.85（遅れ） | ⑤ 0.87（遅れ） | |

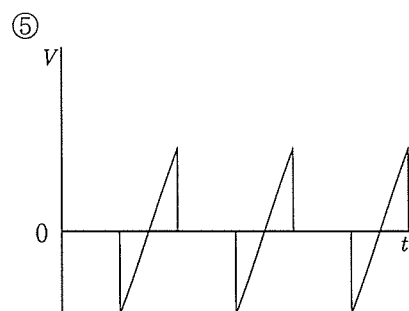
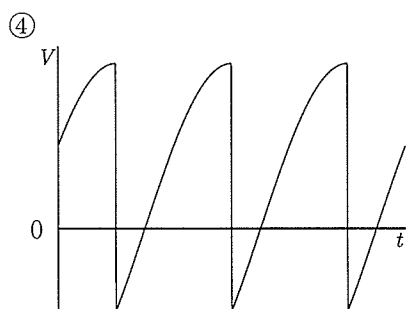
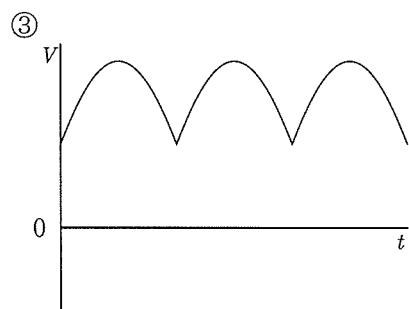
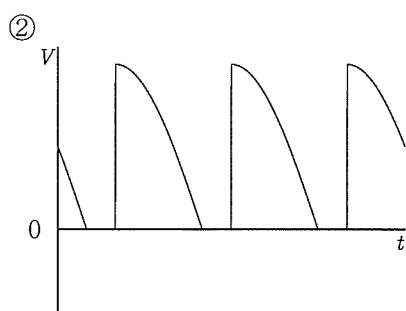
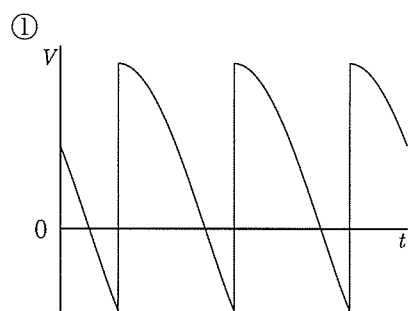
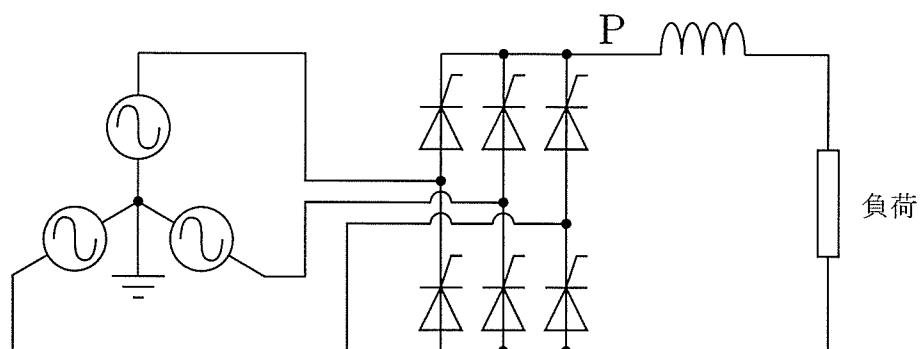
Ⅳ－16 電力用の大容量変圧器に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 内鉄形と外鉄形がある。
- ② 巻線の数によって単巻変圧器、二巻線変圧器、三巻線変圧器などに分けられ、四巻線以上のものは少ない。
- ③ 変圧器の冷却を油で行うと火災等の危険があるので、昔からほとんど用いられることはない。
- ④ 三相変圧器の各巻線の結線には、三角形（デルタ形）及び星型（スター形）が、用いられることが多い。
- ⑤ 変圧器の漏れインピーダンスが大きいと電圧変動率は大きくなる。

Ⅳ－17 電力用半導体素子に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① サイリスタは、ゲート信号によりターンオンできるが、自己消弧能力はない。
- ② ゲートターンオフサイリスタ（GTO）は、ゲート信号によりターンオン・ターンオフのいずれも行うことができるサイリスタである。
- ③ 光トリガサイリスタは、光によるゲート信号によりターンオン・ターンオフのいずれも行うことができるサイリスタである。
- ④ ダイオードは、方向性を持つ素子で、交流を直流に変換するために用いることができる。
- ⑤ トライアックは、2方向性サイリスタである。

Ⅳ－18 下図に示す三相サイリスタブリッジ回路において、制御遅れ角 60° で運転しているとする。直流側のインダクタンスは十分大きく、負荷に一定電流が流れているとみなせるとき、点Pの電位 V として最も適切な波形はどれか。



Ⅳ－19 伝達関数 $G(s) = \frac{5}{1+3s}$ のシステムに対して、単位ステップ応答を考える。

次の説明文の、に入る数式・数値として正しい組合せはどれか。

「時刻 t における出力 $y(t)$ は、

$$y(t) = \text{}$$

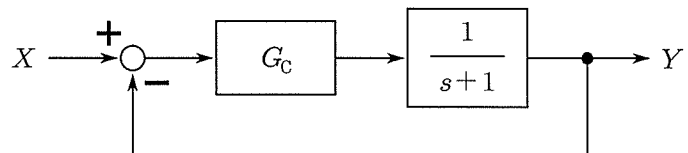
と表される。また、システムの出力が最終値の約 % となる時刻をこの伝達関数の時定数と呼ぶ。」

- | | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|---|---------------------------------------|----------|
| ① | $5\left(1 - e^{-\frac{1}{3}t}\right)$ | 28.3 |
| ② | $5\left(1 - e^{-\frac{1}{3}t}\right)$ | 36.8 |
| ③ | $5\left(1 - e^{-\frac{1}{3}t}\right)$ | 63.2 |
| ④ | $5e^{-\frac{1}{3}t}$ | 28.3 |
| ⑤ | $5e^{-\frac{1}{3}t}$ | 36.8 |

Ⅳ－20 下図のようなブロック線図で表される制御系で、制御器 G_c として $G_c = 2 + \frac{3}{s}$ で

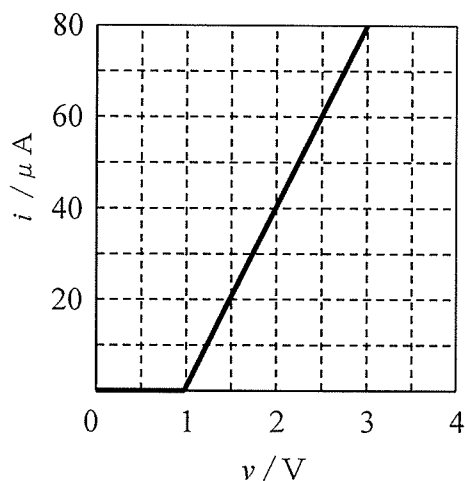
表される伝達関数のPI制御器を用い、入力 X に正弦波交流信号を与える。正弦波の周波数が十分に低いときの利得（ゲイン）として最も近い値はどれか。

- ① 3 dB
 ② 0 dB
 ③ -3 dB
 ④ -20 dB
 ⑤ -40 dB

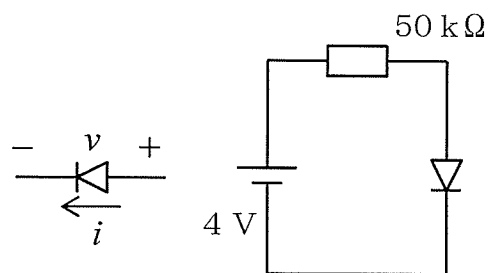


Ⅳ－21 図Aのような電圧－電流特性を有するダイオードを使って、図Bの回路を構成する。図Bの抵抗に流れる電流の値として最も近いものはどれか。

- ① $10\ \mu\text{A}$ ② $20\ \mu\text{A}$ ③ $30\ \mu\text{A}$ ④ $40\ \mu\text{A}$ ⑤ $50\ \mu\text{A}$



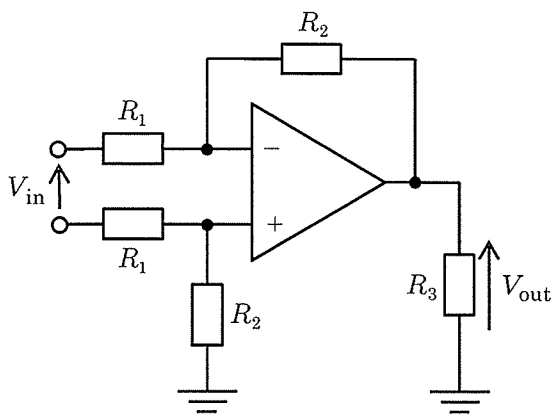
図A ダイオードの電圧－電流特性



図B ダイオードを用いた回路

Ⅳ－22 下図は、理想オペアンプを用いた回路である。図のように V_{in} を与えたとき、抵抗 R_3 にかかる電圧 V_{out} を表す式として正しいものはどれか。

- ① $-\frac{R_2}{R_1}V_{\text{in}}$
 ② $\frac{R_2}{R_1}V_{\text{in}}$
 ③ $-\frac{R_1}{R_2}V_{\text{in}}$
 ④ $-\left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_3}{R_2}\right)V_{\text{in}}$
 ⑤ $\left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_3}{R_2}\right)V_{\text{in}}$



Ⅳ－23 3変数 X, Y, Z から構成される論理式

$$F(X, Y, Z) = \overline{X \cdot Y \cdot Z + X \cdot Y \cdot \bar{Z} + \bar{X} \cdot Y \cdot Z + \bar{X} \cdot Y \cdot \bar{Z} + \bar{X} \cdot \bar{Y} \cdot Z}$$

を簡単化した論理式として正しいものはどれか。ただし、論理変数 A, B に対して、 $A + B$ は論理和を表し、 $A \cdot B$ は論理積を表す。また、 $\bar{A}$ は A の否定を表す。

- ① $\bar{X} \cdot (Y + \bar{Z})$
- ② $\bar{X} \cdot (Y + Z)$
- ③ $\bar{Y} \cdot (\bar{X} + \bar{Z})$
- ④ $\bar{Y} \cdot (X + Z)$
- ⑤ $\bar{Y} \cdot (X + \bar{Z})$

Ⅳ－24 下図のような論理回路において，入出力の関係が下表の真理値表で与えられるとき，図の（ア）に入る素子として正しいものはどれか。

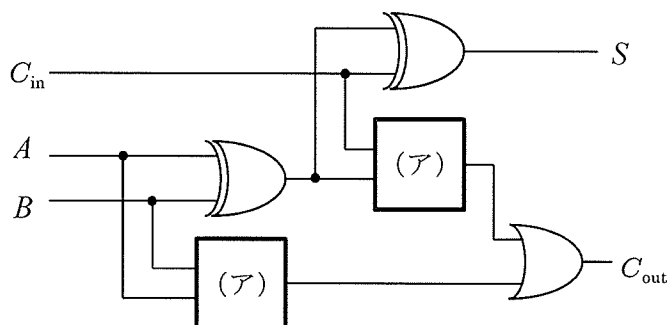
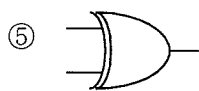
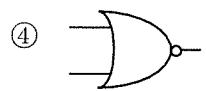
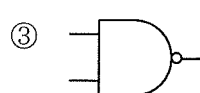
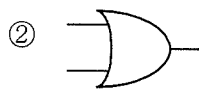
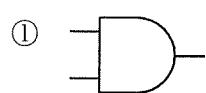


図 論理回路

表 真理値表

A	B	C_{in}	C_{out}	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Ⅳ－25 下表に示す，5つの符号語を持つ2元符号A～Eのうち，瞬時に復号可能な符号のみを選んでいる組合せはどれか。ただし，瞬時に復号可能とは，符号語系列を受信した際，符号語の切れ目が次の符号語の先頭部分を受信しなくても分かり，次の符号語を受信する前にその符号語を正しく復号できることをいう。

符号A	符号B	符号C	符号D	符号E
0 0 0	1	0	1	0
1 1	1 0	1 0	0 1	0 1
1 0	1 1 0	1 1 0	0 0 1	0 1 1
0 1	1 1 1 0	1 1 1 0	0 0 0 1	0 1 1 1
0 0	1 1 1 1 0	1 1 1 1 0	0 0 0 0	0 1 1 1 1

- ① B, C, D, E
- ② B, C, E
- ③ A, D
- ④ B, E
- ⑤ C, D

Ⅳ－26 下表は，時間信号とそのスペクトルが有する一般的な特徴をまとめたものである。この表における，に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。

時間信号の種類		対応するスペクトルの種類
連続性に関する 種別	連続時間信号	
	離散時間信号	
周期性に関する 種別	非周期時間信号	
	周期時間信号	

- | | | | |
|------------|----------|---------|---------|
| ア | イ | ウ | エ |
| ① 非周期スペクトル | 周期スペクトル | 連続スペクトル | 離散スペクトル |
| ② 非周期スペクトル | 周期スペクトル | 離散スペクトル | 連続スペクトル |
| ③ 非周期スペクトル | 非周期スペクトル | 離散スペクトル | 連続スペクトル |
| ④ 周期スペクトル | 非周期スペクトル | 連続スペクトル | 離散スペクトル |
| ⑤ 周期スペクトル | 非周期スペクトル | 離散スペクトル | 連続スペクトル |

IV-27 長さ N の離散信号 $\{x(n)\}$ の離散フーリエ変換 $X(k)$ は次式のように表される。ただし、 j は虚数単位を表す。

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j \frac{2\pi nk}{N}} \quad (k = 0, 1, \dots, N-1)$$

ここで、 $N = 6$ として、 $[x(0), x(1), x(2), x(3), x(4), x(5)] = [1, 0, -1, 0, 1, 0]$ で与えられた場合、離散フーリエ変換 $[X(0), X(1), X(2), X(3), X(4), X(5)]$ を計算した結果として正しいものはどれか。

- ① $[1, 1+j\sqrt{3}, 1-j\sqrt{3}, 1, 1+j\sqrt{3}, 1-j\sqrt{3}]$
- ② $[1, 1+\sqrt{3}, 1-\sqrt{3}, 1, 1+\sqrt{3}, 1-\sqrt{3}]$
- ③ $[1, 1-j\sqrt{3}, 1+j\sqrt{3}, 1, 1-j\sqrt{3}, 1+j\sqrt{3}]$
- ④ $[1, -\sqrt{3}-j, \sqrt{3}+j, 1, -\sqrt{3}+j, \sqrt{3}-j]$
- ⑤ $[1, \sqrt{3}+j, \sqrt{3}-j, 1, \sqrt{3}+j, \sqrt{3}-j]$

IV-28 離散的な数値列として離散時間信号 $\{f(n)\}$ 、 $-\infty < n < \infty$ 、が与えられているとする。このとき、信号 $f(n)$ に対する両側 z 変換 $F(z)$ が、複素数 z を用いて、

$$F(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(n) z^{-n}$$

と定義されるものとする。ここで、 $f(n)$ の a 倍である $af(n)$ の z 変換は ア と表され、 $f(n-L)$ の z 変換は イ と表される。ただし、 n, L は整数、 a は実数とする。

に入る数式の組合せとして正しいものはどれか。

- | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|----------------|--------------|
| ① $aF(z)$ | $F(z-L)$ |
| ② $aF(z)$ | $F(z+L)$ |
| ③ $aF(z)$ | $z^{-L}F(z)$ |
| ④ $z^{-a}F(z)$ | $F(z-L)$ |
| ⑤ $z^{-a}F(z)$ | $z^{-L}F(z)$ |

IV-29 インターネット通信に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 対等な層間の通信制御の規約をプロトコル、上下層間の通信制御の手続きをインタフェースという。
- ② 通信の宛先を示す情報には、ポート番号、IP (Internet Protocol) アドレス、及び MAC (Media Access Control) アドレスがある。
- ③ IPはインターネット層のプロトコルであり、インターネット上のホストはIPアドレスで識別される。
- ④ TCP (Transmission Control Protocol) はコネクションレス型のプロトコルである。
- ⑤ TCPのフロー制御は、受信ノードの受信可能な情報量に応じて送信情報量を制御する。

IV-30 パルス符号変調 (PCM) 方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 標本化定理によれば、アナログ信号はその最高周波数の2倍以上の周波数でサンプリングすれば、そのパルス列から原信号を再生できる。
- ② 標本化パルス列から原信号を再生できる周波数をナイキスト周波数と呼ぶ。
- ③ 線形量子化では、信号電力対量子化雑音電力比は信号電力が小さいほど大きくなる。
- ④ 非線形量子化を行う際の圧縮器特性の代表的なものとして、 μ -law (μ 則) がある。
- ⑤ 量子化された振幅値と符号の対応のさせ方の代表的なものとして、自然2進符号、交番2進符号、折返し2進符号がある。

IV-31 無線変調方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ASK (Amplitude Shift Keying) 方式は、送信データに応じて搬送波の振幅を変化させる変調方式であり、PSK (Phase Shift Keying) 方式は、送信データに応じて搬送波の位相を変化させる変調方式である。
- ② BPSK (Binary PSK) は、1シンボル当り1ビットのデータを送信する変調方式であり、QPSK (Quadrature PSK) は、1シンボル当り2ビットのデータを送信する変調方式である。
- ③ 1シンボル当り3ビット以上のデータをPSK方式で変調することは可能である。
- ④ 16値QAM (Quadrature Amplitude Modulation) は、1シンボル当り4ビットのデータに応じて位相と振幅を両方変化させる変調方式である。
- ⑤ BPSK, QPSK, 16値QAMのうち、同一の送信電力において、シンボル誤り率が最も大きいものはBPSKであり、最も小さいものは16値QAMである。

IV-32 nMOS (nチャネル型Metal Oxide Semiconductor) トランジスタに関する次の記述の、に入る語句として正しい組合せはどれか。

nMOSトランジスタは、ソース、ドレイン、ゲート、基板の4つの端子を持ち、ソースとドレインはア形半導体で作られ、ゲートは金属又はポリシリコンで作られ、基板はイ形半導体で作られている。ゲート・ソース間電圧 V_{GS} とnMOSのしきい値電圧 V_T が $V_{GS} < V_T$ の場合、ドレイン・ソース間には電流が流れないが、 $V_{GS} \geq V_T$ の場合、ゲート直下の基板の領域が反転することでウが誘起されて、エのドレイン・ソース間電圧 V_{DS} によってウがオに向かって動くことにより電流が流れる。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|---|---|----|---|-----------|
| ① | p | n | 電子 | 負 | ドレインからソース |
| ② | n | p | 電子 | 正 | ソースからドレイン |
| ③ | n | p | 正孔 | 負 | ドレインからソース |
| ④ | n | p | 正孔 | 正 | ソースからドレイン |
| ⑤ | p | n | 電子 | 正 | ソースからドレイン |

Ⅳ－33 図1は、2入力NANDを実現するスタティックCMOS（相補型 Metal Oxide Semiconductor）論理回路である。図2が実現する論理関数 $F(X,Y,Z)$ として正しいものはどれか。ただし、論理変数 A, B に対して、 $A+B$ は論理和を表し、 $A \cdot B$ は論理積を表す。また、 $\overline{A}$ は A の否定を表し、 V_{DD} は電源電圧を示す。

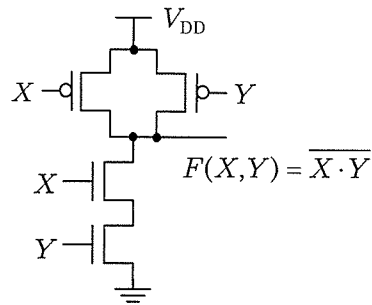


図1

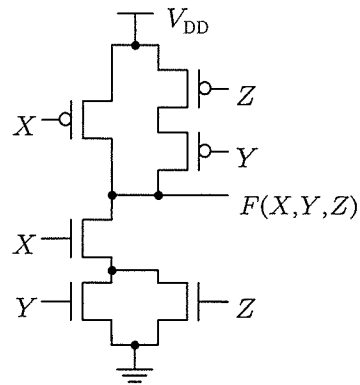
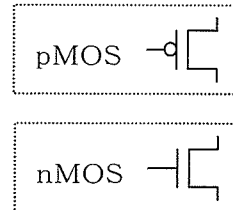


図2

- ① $F(X,Y,Z) = \overline{X} \cdot \overline{Y} + \overline{Z}$
- ② $F(X,Y,Z) = X \cdot Y + Z$
- ③ $F(X,Y,Z) = \overline{X} \cdot \overline{Y} + \overline{X} \cdot \overline{Z}$
- ④ $F(X,Y,Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$
- ⑤ $F(X,Y,Z) = \overline{X} + \overline{Y} \cdot \overline{Z}$

IV－34 「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づいた異常の予防及び保護対策に関する次の記述の、に入る語句として正しい組合せはどれか。

「電路の必要な箇所には、による過熱焼損から及び電気機械器具を保護し、かつ、の発生を防止できるよう、を施設しなければならない。」

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|------|----|------|--------|
| ① | うず電流 | 電線 | 火災 | 過電流遮断器 |
| ② | 過電流 | 電線 | 異常電圧 | 過電流遮断器 |
| ③ | うず電流 | 電路 | 異常電圧 | 過電流遮断器 |
| ④ | 過電流 | 電線 | 火災 | 過電流遮断器 |
| ⑤ | 過電圧 | 電路 | 火災 | 過電圧遮断器 |

IV－35 発電機に関する次の記述の、に入る語句として正しい組合せはどれか。

「水力用発電機には、回転形三相交流同期発電機が一般的に使用され、火力用発電機に比べて極数が，回転速度が。小容量機の場合には、誘導発電機も用いられる。」

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----|-----|----|
| ① | 界磁 | 多く | 低い |
| ② | 界磁 | 少なく | 低い |
| ③ | 電機子 | 少なく | 低い |
| ④ | 界磁 | 多く | 高い |
| ⑤ | 電機子 | 少なく | 高い |

【正解と解説】

●問題Ⅳ-1

正解は④

スイッチを閉じた状態では極板間電圧が一定となり、引力は極板間距離の二乗に反比例する。スイッチを開いた状態では極板の蓄積電荷が一定に保たれるため、引力は極板間距離に依存しない一定値となる。

●問題Ⅳ-2

正解は④

回転電界の式はファラデーの電磁誘導の法則、回転磁界の式はアンペールの法則に変位電流を導入した式を表す。電束密度および磁束密度の発散に関する式は、それぞれ電界と磁界に関するガウスの法則を表す。

●問題Ⅳ-3

正解は②

2本の直線電流が点Pに作る磁界の向きは互いに逆向きとなる。それぞれの磁界の大きさをビオ・サバルの法則から等しいとおいて方程式を解くと、距離 a と間隔 d の関係は $a=d/2$ となる。

●問題Ⅳ-4

正解は④

右側の電源の極性に注意して中央節点に節点方程式を適用する。中央節点の電位を求めると3Vとなり、右側の3Ωの抵抗に加わる電圧は3Vと1.5Vの和で4.5Vとなるため、電流は1.5Aとなる。

●問題Ⅳ-5

正解は①

重ね合わせの理を用いる。電流源のみの場合、回路の上下対称性から電圧源短絡路を通る電流は互いに打ち消し合ってゼロとなる。電圧源のみの場合の電流は合成抵抗3.5Ωより2Aとなり、全体の電流は2Aとなる。

●問題Ⅳ-6

正解は②

端子ab間を短絡したときに流れる短絡電流を分圧・分流則から求めると、電流源の電流Iが得られる。また電圧源を短絡して端子abから見た内部インピーダンスの逆数を計算すると、コンダクタンスGが求まる。

●問題Ⅳ-7

正解は④

抵抗網の対称面に着目して等電位となる節点を特定し、ブリッジの平衡条件や星形デルタ変換を適用して回路を簡約化する。各接続部分の合成抵抗を順次計算していくと、端子間の合成抵抗は $(7/8)R$ となる。

●問題Ⅳ-8

正解は④

スイッチ投入後のコンデンサ電圧の定常解は抵抗分圧で決まり、時定数はコンデンサから見た合成並列抵抗と容量の積となる。初期値から定常解へと指数関数的に遷移する過渡応答の一般解より導出される。

●問題Ⅳ-9

正解は②

RC直列放電回路において、コンデンサの電圧および電流が減衰する過渡現象の時定数は抵抗と静電容量の積 CR で表される。 R/C とする記述は次元が異なっており誤りとなる。

●問題Ⅳ-10

正解は④

インダクタの端子電圧 $v(t)$ と電流 $i(t)$ の関係式は $v(t) = L \, di(t)/dt$ である。提示された式

は時間微分と物理量の関係が逆であり、コンデンサの電流電圧特性の式と混同しているため不適切となる。

●問題Ⅳ-11

正解は③

交流ブリッジの平衡条件式において、対角のアームのインピーダンスの積が等しくなる条件を立てる。複素数として展開し実部と虚部をそれぞれ比較することで、未知のインダクタンスと抵抗の値が求まる。

●問題Ⅳ-12

正解は④

水力発電の理論出力は $9.8 \times \text{流量} \times \text{落差}$ で計算される。毎秒あたりの流量を求め、損失10%を考慮した発電効率90%を乗じて計算すると、得られる電力は約1470kWとなり約1500kWとなる。

●問題Ⅳ-13

正解は④

ランキンサイクルはボイラ、蒸気タービン、復水器、給水ポンプで構成される。また熱力学の法則より、いかなる可逆熱機関の効率も同温度範囲で動作するカルノーサイクルの効率を超えることはできない。

●問題Ⅳ-14

正解は②

三相誘導電動機のトルクが最大となるのは、すべりが最大トルク発生すべり（通常0.1から0.3程度）に一致するときである。すべりが1となる始動時にトルクが最大になるとする記述は不適切となる。

●問題Ⅳ-15

正解は②

各負荷の有効電力から遅れ無効電力をそれぞれ算出し、全体の有効電力の和800kWと無効電力の和約576kvarを求める。皮相電力を合成して有効電力を皮相電力で割ることで、総合力率は約0.81となる。

●問題Ⅳ-16

正解は③

電力用の大容量変圧器では、絶縁耐力と冷却性能に優れる絶縁油を用いた油入変圧器が古くから現在に至るまで極めて広く採用されている。ほとんど用いられないとする記述は実態と異なり不適切となる。

●問題Ⅳ-17

正解は③

光トリガサイリスタは光パルス信号によってターンオンできるが、通常のサイリスタと同様に自己消弧能力は持たない。光信号によりターンオフも可能とする記述は誤りとなる。

●問題Ⅳ-18

正解は①

三相サイリスタ整流回路の正極出力電位は、導通している相の相電圧に一致する。制御角60度では線間電圧の位相に連動して相電圧の瞬時値波形が60度遅れて現れ、選択肢1の波形となる。

●問題Ⅳ-19

正解は③

一次遅れ要素のステップ応答の出力式は最終値と $1 - e^{-t/T}$ の積となる。時定数 $t=3$ における応答値は最終値の約63.2%に達することから、正しい組み合わせは選択肢3となる。

●問題Ⅳ-20

正解は②

周波数が十分に低い直流極限では、PI制御器の積分動作により一巡ゲインが無限大に近づ

く。負帰還系の閉ループ伝達関数の直流ゲインは1となり、デシベル表示すると $20\log 1=0\text{dB}$ となる。

●問題Ⅳ-21

正解は④

ダイオードの電圧電流特性の直線式と、電源および抵抗からなる負荷線の式を連立させて動作点を求める。両者の交点を計算すると動作電流は $40\mu\text{A}$ となる。

●問題Ⅳ-22

正解は①

反転入力側と非反転入力側の分圧比が等しい差動増幅回路である。仮想接地を適用して重ね合わせの理から出力電圧を求めると、入力電圧の極性を考慮して $-(R_2/R_1)V_{in}$ となる。

●問題Ⅳ-23

正解は⑤

カルノー図を用いて論理和の否定項を展開し、最小項を整理して簡単化する。ド・モルガンの定理を適用して否定演算を整理すると、Yの否定と $(X+Z)$ の否定の論理積の式が得られる。

●問題Ⅳ-24

正解は①

全加算器のキャリー出力論理式において、桁上げ信号を生成するためには各入力間の論理積が必要となる。図のブロックは入力同士のAND論理を担っているため、ANDゲートが適切となる。

●問題Ⅳ-25

正解は⑤

瞬時復号可能であるための必要十分条件は、どの符号語も他の符号語の接頭語になっていない接頭辞条件を満たすことである。この条件をすべての符号語について満たしているのは符号Cと符号Dとなる。

●問題Ⅳ-26

正解は①

信号の連続性とスペクトルの周期性、および信号の周期性とスペクトルの連続性は互いに双対の関係にある。連続時間信号は非周期、離散時間は周期、非周期信号は連続、周期信号は離散スペクトルとなる。

●問題Ⅳ-27

正解は①

離散フーリエ変換の定義式に非ゼロ成分の値を代入し、各周波数成分 k についてオイラーの公式を用いて複素指数関数を展開する。計算された各成分を並べると選択肢1の数列となる。

●問題Ⅳ-28

正解は③

z 変換の線形性より信号の定数倍は変換結果の定数倍となる。また、時間推移定理により時間領域での L サンプルの遅れは z 領域において z のマイナス L 乗を乗じる変換に対応する。

●問題Ⅳ-29

正解は④

TCPは通信開始前に3方向ハンドシェイクを行いコネクションを確立する信頼性の高いコネクション型プロトコルである。コネクションレス型とする記述は誤りとなる。

●問題Ⅳ-30

正解は③

線形量子化では量子化間隔が一定であるため量子化雑音電力はほぼ一定値をとる。したがって信号電力が小さくなるほど信号対量子化雑音比は低下するため、大きくなるとする記述は誤りとなる。

●問題Ⅳ-31

正解は⑤

多値変調方式では多値数が増加するほど信号点間のユークリッド距離が狭まり誤りやすくなる。同一送信電力下では16QAMの誤り率が最も大きく、BPSKが最も小さいため記述は誤りとなる。

●問題Ⅳ-32

正解は②

nMOSはp形基板上にn形ソース・ドレイン領域を持ち、反転層に多数キャリアである電子が誘起される。正のドレイン電圧により電子がソースからドレインへ移動することで電流が流れる。

●問題Ⅳ-33

正解は⑤

プルアップ側のpMOSネットワークはXがロー、またはYとZが共にローのとき導通する。これより出力がハイレベルとなる論理関数はXの否定と、Yの否定およびZの否定の積との論理和となる。

●問題Ⅳ-34

正解は④

電気設備に関する技術基準を定める省令の規定に基づき、電路の過電流による過熱焼損から電線や器具を保護し火災を防止するために、適切な箇所へ過電流遮断器の設置が義務付けられている。

●問題Ⅳ-35

正解は①

水力発電機は水車の回転数に合わせた低速大トルク設計となるため、多数の磁極を持つ回転界磁形同期発電機が用いられる。火力用と比べて極数が多く回転速度が低い構造となる。