

【04】電気電子部門

Ⅲ 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。)

Ⅲ－1 電磁気現象に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電流による磁束は連続であり、磁束に始点や終点はない。
- ② 磁界に直交する導体に電流が流れるとき、その導体に働く電磁力の方向はフレミングの左手の法則による。
- ③ 電磁誘導によって生じる誘導起電力の向きは、その誘導電流が作る磁束が、もとの磁束の増減を妨げる向きに生じる。
- ④ 電磁波は、電界と磁界とが相伴って進行する進行波で横波である。
- ⑤ 媒質の誘電率が大きくなると、電磁波の速度は大きくなる。

Ⅲ－2 次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

ある閉曲線に ア する電流の イ は、その閉曲線上の ウ の強さの エ に比例する。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|----|----|-----|
| ① | 鎖交 | 差 | 電界 | 微分 |
| ② | 鎖交 | 差 | 磁界 | 微分 |
| ③ | 直交 | 総和 | 磁界 | 微分 |
| ④ | 直交 | 総和 | 電界 | 線積分 |
| ⑤ | 鎖交 | 総和 | 磁界 | 線積分 |

Ⅲ－３ 下図の直線状の無限長導線上に異なる点Oと点Qがあり，導線 ℓ 上を流れる電流を I [A] とする。OQの長さを z [m] とし，OPの長さを a [m] としたとき，点Pに生ずる磁界の強さ H [A/m] を表す式として，最も適切なものはどれか。

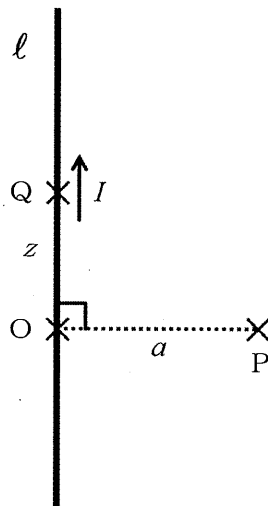
① $H = \frac{I}{2\pi a}$

② $H = \frac{I}{2a}$

③ $H = \frac{I}{2\pi\sqrt{a^2 + z^2}}$

④ $H = \frac{a^2 I}{(a^2 + z^2)^{3/2}}$

⑤ $H = \frac{a^2 I}{2(a^2 + z^2)^{3/2}}$



Ⅲ－４ 無限に長い軸を持つ半径 a の円柱において、円柱内には一様に電荷が分布し、円柱の単位長あたりの電荷を Q としたときの電界を考える。次の記述の、 に入る数式の組合せとして最も適切なものはどれか。ただし、円柱内外の誘電率は ε_0 であるとする。

円柱の中心軸からの距離を r としたとき、 $r < a$ における電界は ア で、 $r > a$ における電界は イ である。

- | | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|---|--|---|
| ① | $\frac{rQ}{2\pi\varepsilon_0 a^2}$ | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |
| ② | 0 | $\frac{Q}{2\pi r\varepsilon_0}$ |
| ③ | 0 | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |
| ④ | $\frac{rQ}{2\pi\varepsilon_0 a^2}$ | $\frac{Q}{2\pi r\varepsilon_0}$ |
| ⑤ | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Qr}{a^3}$ | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |

Ⅲ－５ 環状の鉄心に巻数5000回のコイルAと巻数400回のコイルBが取り付けられている。コイルAの自己インダクタンスが500 [mH] のとき、AとB両コイルの相互インダクタンスとして、最も近い値はどれか。

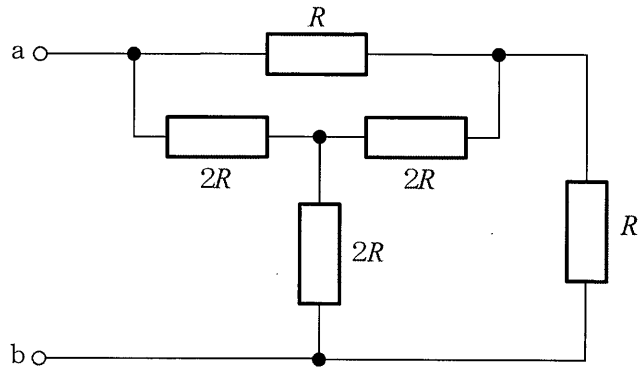
ただし、コイルAとコイルB間の結合係数は1.0とする。

- ① 10 [mH] ② 40 [mH] ③ 70 [mH] ④ 100 [mH] ⑤ 130 [mH]

Ⅲ－６ 静電容量2[F]の1つのコンデンサに電圧1[V]を充電した後、全く充電されていない静電容量1/2[F]のコンデンサを2つ並列接続し、十分時間が経ったとき、並列接続された3つのコンデンサに蓄えられる全静電エネルギー[J]の値はどれか。

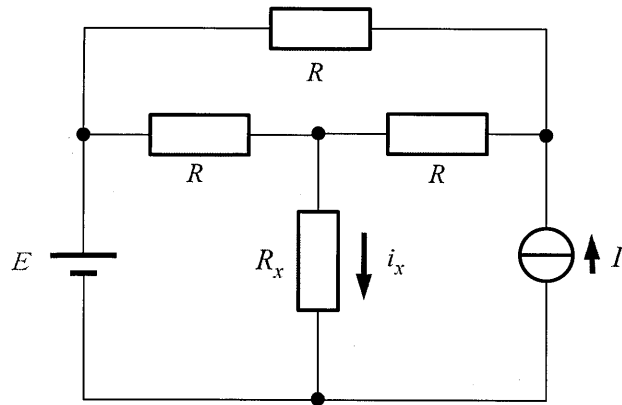
- ① $\frac{3}{2}$ ② $\frac{4}{3}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{1}{2}$

Ⅲ－７ 下図の回路において，端子abからみた合成抵抗として，最も適切なものはどれか。



- ① $\frac{R}{3}$ ② $\frac{R}{2}$ ③ R ④ $\frac{4R}{3}$ ⑤ $2R$

Ⅲ－８ 電圧値 E の直流電圧源，電流値 I の直流電流源，抵抗値 R ， R_x の抵抗から構成される下図の回路において，抵抗値 R_x の抵抗に流れる直流電流 i_x を示す式として，最も適切なものはどれか。



- ① $\frac{3E + RI}{2R + 3R_x}$
 ② $\frac{3E}{2R + 3R_x}$
 ③ $\frac{RI}{2R + 3R_x}$
 ④ $\frac{3E + RI}{3R_x}$
 ⑤ $\frac{3E + RI}{R + 3R_x}$

Ⅲ－９ 有限な値を有する理想的な回路素子 R ， L ， C で構成された下図の回路において，実効値 V の定電圧電源の角周波数 ω を変化させた場合の説明に関する次の記述の， に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。

回路を流れる電流は，ある角周波数で ア となり，その極値における電流の実効値は イ である。

ア イ

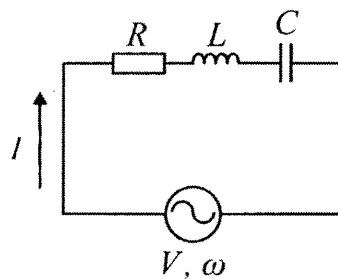
① 極大 $\frac{V}{R}$

② 極大 ∞

③ 極小 0

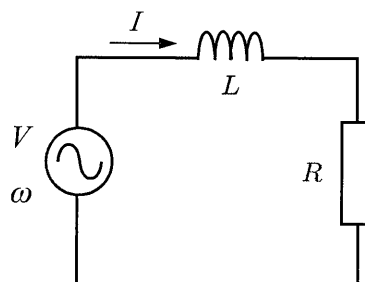
④ 極小 $\frac{V}{R}$

⑤ 極小 $\frac{V}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$



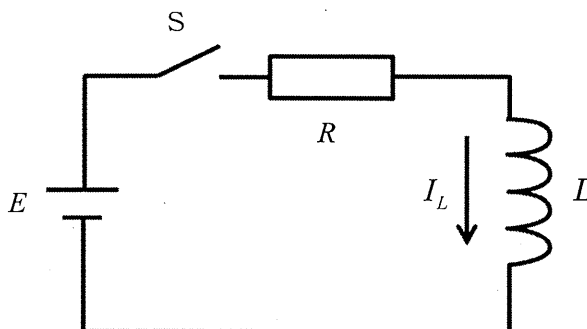
Ⅲ－10 下図のような実効値 V ，角周波数 ω の正弦波電圧源と理想的な回路素子であるリアクトル L と抵抗 R からなる回路がある。このとき，回路に流れる電流の実効値 I と無効電力 Q の組合せとして，最も適切なものはどれか。ただし，遅れの無効電力を正とする。

- | | $\underline{I}$ | $\underline{Q}$ |
|---|---------------------------------------|---|
| ① | $\frac{V}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ | $\frac{RV^2}{R^2 + (\omega L)^2}$ |
| ② | $\frac{V}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ | $\frac{\omega LV^2}{R^2 + (\omega L)^2}$ |
| ③ | $\frac{V}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ | $\frac{R\omega LV^2}{R^2 + (\omega L)^2}$ |
| ④ | $\frac{V}{R^2 + (\omega L)^2}$ | $\frac{RV^2}{R^2 + (\omega L)^2}$ |
| ⑤ | $\frac{V}{R^2 + (\omega L)^2}$ | $\frac{\omega LV^2}{R^2 + (\omega L)^2}$ |



Ⅲ－11 下図の回路において， E は定電圧電源， R と L は理想的な素子とする。時刻 $t < 0$ でスイッチ S は開いている。時刻 $t \geq 0$ でスイッチ S を閉じるものとする。 $t \geq 0$ における電流 I_L を表す式として，最も適切なものはどれか。

- ① $I_L = \frac{E}{R} e^{-\frac{L}{R}t}$
- ② $I_L = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{L}{R}t}\right)$
- ③ $I_L = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$
- ④ $I_L = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$
- ⑤ $I_L = 0$



Ⅲ－12 下図の回路において、スイッチSWは予め閉じており、そのスイッチには電流 I [A] が流れているものとする。時刻 $t = 0$ [s] でそのスイッチを開いたとき、 $t \geq 0$ [s] におけるインダクタンス L [H] のコイルを流れる電流 I_L [A] として、最も適切なものはどれか。ただし、 G [S] はコンダクタンスを表す。

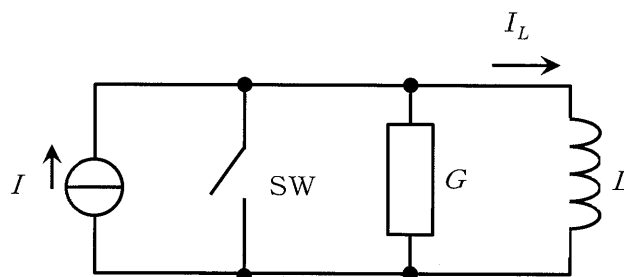
① $I_L = Ie^{-\frac{t}{GL}}$

② $I_L = Ie^{-\frac{G}{L}t}$

③ $I_L = I \left(1 - e^{-\frac{G}{L}t} \right)$

④ $I_L = I \left(1 + e^{-\frac{t}{GL}} \right)$

⑤ $I_L = I \left(1 - e^{-\frac{t}{GL}} \right)$



Ⅲ－13 原子力発電に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

軽水炉型原子力発電所では、軽水は、核をするための中性子の減速材としての役割を果たし、連鎖反応を維持することで運転している。沸騰水型や水型と呼ばれるものは、軽水炉の一種である。

- | | ア | イ | ウ |
|---|----|----|----|
| ① | 融合 | 促進 | 加圧 |
| ② | 融合 | 抑制 | 減圧 |
| ③ | 分裂 | 促進 | 加圧 |
| ④ | 分裂 | 促進 | 減圧 |
| ⑤ | 分裂 | 抑制 | 加圧 |

Ⅲ－14 直流送電の利点や課題に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 直流には交流のリアクタンスに相当する定数がないので、交流の安定度による制約がなく、電線の熱的許容電流の限度まで送電できる。
- ② 直流による系統連系は短絡容量が増大しないので、交流系統の短絡容量低減対策の必要がなくなる。
- ③ 直流の絶縁は交流に比べて、 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ に低くできるので鉄塔が小型になり送電線路の建設費が安くなる。
- ④ 直流は交流のように零点を通過しないため、大容量高電圧の直流遮断器の開発が困難で、変換装置の制御で通過電流を制御してその役割を兼ねる必要がある。
- ⑤ 交流系統の中で使用することはできるが、周波数の異なる交流系統間の連系はできない。

Ⅲ－15 極数は6で定格周波数は、50[Hz]の三相巻線型誘導電動機がある。全負荷時のすべりは2[%]である。全負荷時における軸出力のトルクを、回転速度970[min^{-1}]で発生させるために、二次巻線回路に抵抗を挿入する。このとき、1相当なりに挿入する抵抗に最も近い値はどれか。ただし、二次巻線の各相の抵抗値は0.2[Ω]とする。

- ① 0.1[Ω] ② 0.2[Ω] ③ 0.3[Ω] ④ 0.4[Ω] ⑤ 0.5[Ω]

Ⅲ－16 一次電圧6600[V]，二次電圧200[V]，50[Hz]，容量400[kVA]の三相変圧器がある。その短絡インピーダンスが単位法で表示して0.05[pu]のとき，一次側に換算した一次，二次合計の漏れインダクタンスとして，最も近い値はどれか。ただし，短絡インピーダンスの抵抗分はないものとする。

- ① 11[mH] ② 14[mH] ③ 17[mH] ④ 20[mH] ⑤ 23[mH]

Ⅲ－17 直流機に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

直流機は磁界を発生する ア とトルクを受け持つ イ で構成されている。直流発電機の発電原理は ウ を利用しており、直流電動機は エ と電流による オ を利用している。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|-----|-----|-------|----|-------|
| ① | 電機子 | 界磁 | 電磁力 | 電束 | 運動起電力 |
| ② | 界磁 | 電機子 | 運動起電力 | 電束 | 起磁力 |
| ③ | 電機子 | 界磁 | 電磁力 | 磁束 | 起磁力 |
| ④ | 界磁 | 電機子 | 運動起電力 | 磁束 | 電磁力 |
| ⑤ | 電機子 | 界磁 | 運動起電力 | 磁束 | 電磁力 |

Ⅲ－18 パワーMOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, MOS形電界効果トランジスタ) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電流を制御するゲート電極部が、金属 (Metal) － 酸化物 (Oxide) － 半導体 (Semiconductor) になっている。
- ② パワートランジスタと比較して、少数キャリアの蓄積効果がないため、高速スイッチングが可能である。
- ③ 多数キャリアの移動度の負温度特性が電流集中を抑制するので、パワートランジスタと比較して、二次降伏が起こりやすい。
- ④ 電圧駆動デバイスであるため、パワートランジスタと比較して、駆動電力が小さい。
- ⑤ 動作に関与するキャリアが1種類のユニポーラデバイスである。

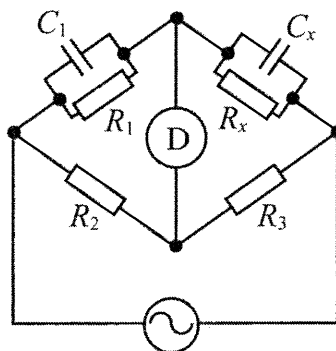
Ⅲ－19 高電圧の計測に関する次の記述の、 に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

高電圧の電圧測定器として用いられる球ギャップ（平等電界）間の火花電圧は、
ア火花電圧を基準として、気体の圧力 p とギャップ長 d の積（ pd 積）を増加させるとイし、 pd 積を減少させてもイする。球ギャップ間のア火花電圧は、球ギャップが空気中にあるときはウ V になる。空気を構成する酸素と比較すると、酸素単独のときの火花電圧は、空気の火花電圧と比べてエ。それは酸素単独の電子親和力は、空気よりも高いためである。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|----|-----|-----|
| ① | 最小 | 増加 | 233 | 低い |
| ② | 最小 | 減少 | 340 | 高い |
| ③ | 最小 | 増加 | 340 | 高い |
| ④ | 最小 | 増加 | 340 | 等しい |
| ⑤ | 最大 | 減少 | 233 | 低い |

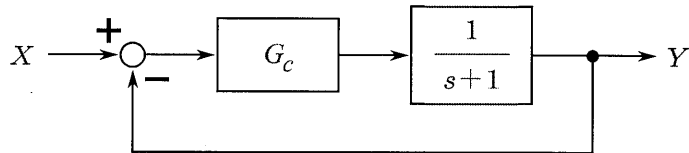
Ⅲ－20 下図の回路において、 C_x と R_x はコンデンサのキャパシタンスと内部抵抗である。検出器 D に電流が流れない条件で、 R_x と C_x を示す式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- ① $R_x = \frac{R_2}{R_3} R_1$, $C_x = \frac{R_3}{R_2} C_1$
- ② $R_x = \frac{R_2}{R_3} R_1$, $C_x = \frac{R_2}{R_3} C_1$
- ③ $R_x = \frac{R_3}{R_2} R_1$, $C_x = \frac{R_3}{R_2} C_1$
- ④ $R_x = \frac{R_3}{R_2} R_1$, $C_x = \frac{R_2}{R_3} C_1$
- ⑤ $R_x = \frac{R_2}{R_3} R_1$, $C_x = -\frac{R_2}{R_3} C_1$



Ⅲ－21 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

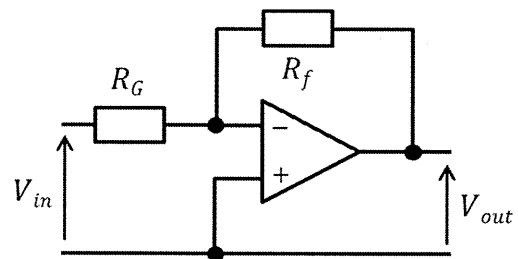
される伝達関数のPI制御器を用い，入力 X に正弦波交流信号を与える。正弦波の周波数が十分に低いときの利得として，最も近い値はどれか。



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

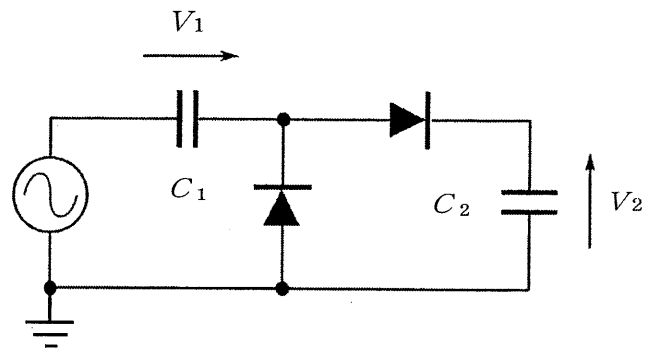
Ⅲ－22 下図は，理想オペアンプを用いた回路である。図のように電圧 V_{in} [V] を与えたとき，オペアンプの出力電圧 V_{out} [V] と入力インピーダンス Z_{in} [Ω] の組合せとして，最も適切なものはどれか。

- | | $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ | Z_{in} |
|---|---------------------------------|-------------|
| ① | $-\frac{R_f}{R_G} V_{in}$ | R_G |
| ② | $-\frac{R_G}{R_f} V_{in}$ | R_G |
| ③ | $-\frac{R_f}{R_G} V_{in}$ | $R_G + R_f$ |
| ④ | $-\frac{R_G}{R_f} V_{in}$ | $R_G + R_f$ |
| ⑤ | $-\frac{R_G + R_f}{R_G} V_{in}$ | R_G |



Ⅲ－23 下図のように実効値 V の正弦波電圧源にダイオードとコンデンサからなる回路が構成されている。ダイオードは極性に応じて特定の方向にのみ電流が流れ、コンデンサは電圧の変化分が伝達されるとともに、両端の電位差に応じた電荷を蓄積する理想的な素子である。定常状態において、コンデンサ C_1 にかかる電圧 V_1 とコンデンサ C_2 にかかる電圧 V_2 の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- | | $\frac{V_1}{V}$ | $\frac{V_2}{V}$ |
|---|-----------------|----------------------------|
| ① | $-\sqrt{2}$ | $\sqrt{2} \frac{C_1}{C_2}$ |
| ② | $\sqrt{2}$ | $\sqrt{2} \frac{C_1}{C_2}$ |
| ③ | $-\sqrt{2}$ | $2\sqrt{2}$ |
| ④ | $\sqrt{2}$ | $\sqrt{2} \frac{C_2}{C_1}$ |
| ⑤ | $\sqrt{2}$ | $2\sqrt{2}$ |



Ⅲ－24 3変数 X , Y , Z から構成される論理式

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

を簡便化した論理式として、最も適切なものはどれか。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 $\bar{Y} \cdot (X + \bar{Z})$

Ⅲ－25 下図の論理回路の入出力の関係が下表の真理値表で与えられるとき、論理回路の入力 X と入力 Y の論理式の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

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。

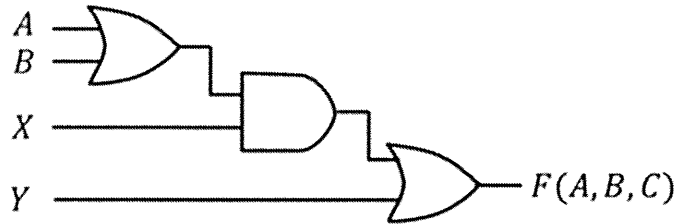


図 論理回路

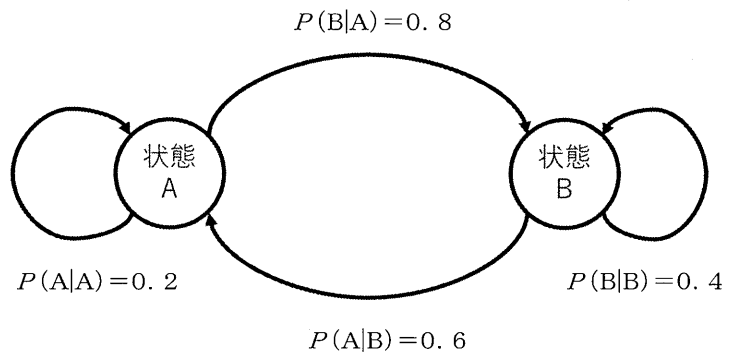
表 真理値表

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

- | | X | Y |
|---|---------------|---------------------------------------|
| ① | $A+C$ | $\bar{A} \cdot \bar{C}$ |
| ② | $B+C$ | $\bar{A} \cdot \bar{C}$ |
| ③ | $\bar{A}+B+C$ | $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$ |
| ④ | $\bar{A}+B+C$ | $\bar{A} \cdot \bar{C}$ |
| ⑤ | $A \cdot C+B$ | $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$ |

Ⅲ－26 エルゴード性を持つ2元単純マルコフ情報源が、状態A、状態Bからなり、下図に示す遷移確率を持つとき、状態Aの定常確率 P_A ，状態Bの定常確率 P_B の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- | | | |
|---|---------------------|---------------------|
| ① | $P_A = \frac{1}{2}$ | $P_B = \frac{1}{2}$ |
| ② | $P_A = \frac{1}{4}$ | $P_B = \frac{3}{4}$ |
| ③ | $P_A = \frac{3}{4}$ | $P_B = \frac{1}{4}$ |
| ④ | $P_A = \frac{3}{7}$ | $P_B = \frac{4}{7}$ |
| ⑤ | $P_A = \frac{4}{7}$ | $P_B = \frac{3}{7}$ |



Ⅲ-27 各々が0又は1の値を取る4個の情報ビット x_1, x_2, x_3, x_4 に対し,

$$c_1 = (x_1 + x_2 + x_3) \bmod 2$$

$$c_2 = (x_2 + x_3 + x_4) \bmod 2$$

$$c_3 = (x_1 + x_2 + x_4) \bmod 2$$

により, 検査ビット c_1, c_2, c_3 を作り, 符号語 $\mathbf{w} = [x_1, x_2, x_3, x_4, c_1, c_2, c_3]$ を生成する(7, 4)ハミング符号を考える。ある符号語 $\mathbf{w}$ を「高々1ビットが反転する可能性のある通信路」に対して入力し, 出力である受信語 $\mathbf{y} = [1, 0, 0, 1, 0, 0, 1]$ が得られたとき, 入力された符号語 $\mathbf{w}$ として, 最も適切なものはどれか。

- ① $[0, 0, 0, 1, 0, 0, 1]$
- ② $[1, 1, 0, 1, 0, 0, 1]$
- ③ $[1, 0, 1, 1, 0, 0, 1]$
- ④ $[1, 0, 0, 0, 0, 0, 1]$
- ⑤ $[1, 0, 0, 1, 1, 0, 1]$

Ⅲ-28 離散時間線形時不変システムの入力信号 $x(n)$ と出力信号 $y(n)$ が,

$$4y(n) + 2y(n-1) = x(n)$$

を満足するとき, システムの伝達関数の極と安定性の組合せとして, 最も適切なものはどれか。ただし, n を整数とし, 入力信号が有界なとき, 出力信号が有界であるならばシステムは安定とする。

- | | <u>極</u> | <u>安定性</u> |
|---|----------------|------------|
| ① | $\frac{1}{2}$ | 安定 |
| ② | $\frac{1}{2}$ | 不安定 |
| ③ | 2 | 安定 |
| ④ | -2 | 不安定 |
| ⑤ | $-\frac{1}{2}$ | 安定 |

Ⅲ－29 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、最も適切なものはどれか。

- ① $\left[1, 0, \frac{1+j\sqrt{3}}{2}, 0, \frac{-1+j\sqrt{3}}{2}, 0\right]$
- ② $\left[1, 0, -\frac{1+j\sqrt{3}}{2}, 0, \frac{1-j\sqrt{3}}{2}, 0\right]$
- ③ $[1, 1+j\sqrt{3}, 1-j\sqrt{3}, 1, 1+j\sqrt{3}, 1-j\sqrt{3}]$
- ④ $[1, 1-j\sqrt{3}, 1+j\sqrt{3}, 1, 1-j\sqrt{3}, 1+j\sqrt{3}]$
- ⑤ $[1, 0, -1, 0, 1, 0]$

Ⅲ－30 インターネットに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① IPv4 (Internet Protocol version 4) では、IPアドレスの長さは32ビットである。
- ② IPv6 (Internet Protocol version 6) では、IPアドレスの長さは128ビットである。
- ③ RIP (Routing Information Protocol) は、ディスタンスベクタ型ルーティングプロトコルである。
- ④ OSPF (Open Shortest Path First) は、リンクステート型ルーティングプロトコルである。
- ⑤ RIPv1 (Routing Information Protocol version 1) は、クラスレスアドレスに対応している。

Ⅲ－31 デジタル変調方式に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

シンボル毎に基準位相を変化させないQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) は、信号点配置上で、度ずつ位相をずらした点の信号点を用いて、1シンボル当たりビットのデータを伝送する変調方式である。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----|----|---|
| ① | 45 | 8 | 3 |
| ② | 90 | 4 | 2 |
| ③ | 90 | 2 | 4 |
| ④ | 180 | 2 | 1 |
| ⑤ | 45 | 16 | 4 |

Ⅲ－32 アナログ・デジタル (AD) 変換に関する記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

AD変換では、まずアナログ信号をし離散信号に変換した後、することで、デジタル信号を生成する。周波数がアナログ信号の最高周波数の倍よりも、場合は、信号から元のアナログ信号を復元できる。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 標本化 | 量子化 | 2 | 大きい |
| ② | 標本化 | 量子化 | 2 | 小さい |
| ③ | 標本化 | 量子化 | 0.5 | 小さい |
| ④ | 量子化 | 標本化 | 0.5 | 小さい |
| ⑤ | 量子化 | 標本化 | 2 | 大きい |

Ⅲ－33 半導体に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

p 形半導体と n 形半導体とを接合すると、n 形半導体中の自由電子は p 形半導体内へ拡散し、p 形半導体中の正孔は n 形半導体内へ拡散する。この結果、n 形半導体の接合面近傍は ア に帯電し、p 形半導体の接合面近傍は イ に帯電する。これによって、接合面には ウ 形半導体から エ 形半導体に向かう電界が生じ、これ以上の拡散が抑制される。このとき接合部には オ が生じる。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|---|---|---|---|------|
| ① | 正 | 負 | p | n | 逆電圧 |
| ② | 正 | 負 | n | p | 拡散電位 |
| ③ | 負 | 正 | p | n | 逆電圧 |
| ④ | 負 | 正 | n | p | 拡散電位 |
| ⑤ | 負 | 正 | p | n | 拡散電位 |

Ⅲ－34 集積回路及び半導体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 半導体は一般に、金属に比べ電気抵抗率の温度変化率は大きく、温度を上げると電気抵抗率は減少する。
- ② n 形半導体の多数キャリアは電子である。
- ③ pn 接合に光を照射すると起電力が発生する現象は、太陽電池に応用されている。
- ④ MOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタのポリシリコン電極とシリコン基板の間にシリコン酸化膜を誘電体として挟んだ構造によって作られる MOS 容量の単位面積当たりの容量値は、シリコン酸化膜の厚さに比例する。
- ⑤ 1 段のスタティック CMOS (相補型 Metal Oxide Semiconductor) 論理ゲートでは、入力がすべて 1 の場合に出力は 0 となる。

Ⅲ－35 電気設備の接地に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

電路の保護装置の確実な動作の確保やアの低下を図って、イを抑制するため電路のウに接地を施す場合がある。

- | | ア | イ | ウ |
|---|--------|------|------|
| ① | 異常高温 | 過電流 | 線路導体 |
| ② | 一線地絡電流 | 異常電圧 | 中性点 |
| ③ | 回転数 | 過電流 | 線路導体 |
| ④ | 通信雑音 | 過電流 | 末端 |
| ⑤ | 対地電圧 | 異常電圧 | 中性点 |

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は⑤

電磁波の伝搬速度は媒質の誘電率と透磁率の積の平方根に反比例する。したがって、誘電率が大きくなると電磁波の速度は小さくなるため、大きくなるとする選択肢⑤の記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-2

正解は⑤

アンペールの周回積分の法則に関する記述である。任意の閉曲線に鎖交する電流の総和は、その閉曲線に沿った磁界の強さの線積分に等しくなるため、選択肢⑤の組み合わせが適切となる。

●問題Ⅲ-3

正解は①

無限長直線電流がつくる磁界の強さは、電流からの垂直距離にのみ依存し、アンペールの法則より $H = I / (2\pi a)$ で与えられる。導線上の点Qの位置zには依存しない式となる。

●問題Ⅲ-4

正解は④

ガウスの法則を適用する。円柱の外部では中心軸に単位長さあたり電荷Qがある場合と同じ電界となり、内部では半径r内の電荷が断面積比に応じて減少するため、選択肢④の式となる。

●問題Ⅲ-5

正解は②

同一磁路における自己インダクタンスは巻数の2乗に比例し、相互インダクタンスは巻数の積に比例する。結合係数が1.0であるため、 $M = (N_B/N_A) L_A$ より40mHとなる。

●問題Ⅲ-6

正解は④

並列接続の前後で全電荷2Cは保存され、合成静電容量は $2 + 0.5 + 0.5 = 3F$ となる。蓄えられる全静電エネルギーは電荷の2乗を合成静電容量の2倍で割ることで $2/3J$ となる。

●問題Ⅲ-7

正解は④

デルタスター変換を用いて2Rの抵抗網を等価なスター接続へと変換し、直列および並列回路の合成抵抗を順次計算して整理することで、端子ab間の合成抵抗は $4R/3$ となる。

●問題Ⅲ-8

正解は①

テブナンの定理または重ね合わせの理を適用する。電圧源および電流源による各開放電圧と内部インピーダンスを計算し、負荷抵抗 R_x に流れる電流を整理すると選択肢①の式が導出される。

●問題Ⅲ-9

正解は①

RLC直列回路において、誘導性リアクタンスと容量性リアクタンスが相殺してインピーダンスが最小となる共振周波数で電流は極大となり、その大きさは V/R となる。

●問題Ⅲ-10

正解は②

回路のインピーダンスは大きさ $\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ であるため電流実効値Iが定まる。遅れ無効電力Qは電流の2乗に誘導性リアクタンス ωL を乗じることで計算される。

●問題Ⅲ-11

正解は④

直列RL回路に直流電圧を印加した際の過渡現象である。微分方程式を初期条件ゼロのもとで解くと、電流は時定数 L/R で指数関数的に定常値 E/R へ漸近する式となる。

●問題Ⅲ-12

正解は⑤

スイッチを開いた直後、インダクタの電流は連続性によりゼロから立ち上がる。コンダクタンス G とインダクタ L の並列過渡応答を解くことで、時定数 GL の指数関数式となる。

●問題Ⅲ-13

正解は③

軽水炉ではウランの核分裂により生じる高速中性子を軽水で減速して熱中性子とし、核分裂反応を促進させて連鎖反応を維持する。軽水炉には沸騰水型と加圧水型がある。

●問題Ⅲ-14

正解は⑤

直流送電は周波数に依存しないため、周波数の異なる異周波数系統間の連系に広く利用されている。したがって、周波数の異なる交流系統間の連系ができないとする記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-15

正解は①

巻線型誘導電動機のトルクの比例推移の原理を用いる。すべりと二次回路抵抗の比が一定となる関係から、すべりが0.02から0.03に変化したときの外部抵抗を計算すると0.1Ωとなる。

●問題Ⅲ-16

正解は③

一次基準インピーダンスを定格電圧の2乗を容量で割って求め、これに単位法インピーダンス0.05を乗じて漏れリアクタンスを計算する。角周波数で割ることでインダクタンスは約17mHとなる。

●問題Ⅲ-17

正解は④

直流機において磁界を作る部分は界磁、起電力やトルクを発生する部分は電機子である。発電機は電磁誘導の運動起電力を利用し、電動機は磁束と電流による電磁力を利用している。

●問題Ⅲ-18

正解は③

パワーMOSFETのオン抵抗は正の温度係数を持つため局所的な電流集中が抑制され、バイポーラパワートランジスタに比べて二次降伏が起こりにくい。したがって選択肢③は誤りとなる。

●問題Ⅲ-19

正解は③

パッシェンの法則より火花電圧には最小値が存在し、 pd 積を増減させるといずれも火花電圧は増加する。空気中の最小火花電圧は340Vであり、電子親和力の強い酸素中では空気より高くなる。

●問題Ⅲ-20

正解は④

交流ブリッジの平衡条件より対角アームのインピーダンスの積を等置する。実部と虚部をそれぞれ比較して解くことで、 $R_x = (R_3/R_2) R_1$ および $C_x = (R_2/R_3) C_1$ が導出される。

●問題Ⅲ-21

正解は③

低周波領域ではPI制御器の積分動作により一巡伝達関数のゲインが無大に近づく。負帰還制御系の閉ループ伝達関数の直流ゲインは1となるため、利得は $20 \log 1 = 0 \text{ dB}$ となる。

●問題Ⅲ-22

正解は①

理想オペアンプの仮想接地により反転入力端子は0Vとなるため、入力端から見たインピーダンスは入力抵抗 R_G となる。また反転増幅器の利得より出力電圧は $-(R_f/R_G)V_{in}$ となる。

●問題Ⅲ-23

正解は⑤

ダイオードの整流作用により、コンデンサ C_1 は電源の波高値である $\sqrt{2}$ Vまで充電される。続く半周期で電源電圧と C_1 の電圧が直列に加算されて C_2 に充電されるため、 V_2 は $2\sqrt{2}$ Vとなる。

●問題Ⅲ-24

正解は⑤

カルノー図を用いて論理式を簡単化し、ド・モルガンの定理を適用して変形すると、Yの否定と $(X+Z$ の否定)の論理積として表される選択肢⑤の論理式が得られる。

●問題Ⅲ-25

正解は①

真理値表より $(A, B, C)=(1, 0, 0)$ のとき出力Fは0となる必要がある。選択肢①の論理式では $(A+B)X+Y$ を計算すると出力が1となって真理値表を満たさないため、最も不適切となる。

●問題Ⅲ-26

正解は④

マルコフ連鎖の定常状態における詳細釣り合い条件 $P_A \cdot P(B|A) = P_B \cdot P(A|B)$ を立てる。全確率の和が1である関係と連立させて解くことで、 $P_A=3/7$ 、 $P_B=4/7$ が得られる。

●問題Ⅲ-27

正解は②

受信語から検査方程式によりシンδροームを計算すると $[1, 1, 1]$ となる。これは第2ビット x_2 の反転誤りに対応するため、 x_2 を1に訂正した符号語は選択肢②となる。

●問題Ⅲ-28

正解は⑤

差分方程式を z 変換して伝達関数を求めると、分母をゼロとする極は $z=-1/2$ となる。極の絶対値が1未満であり単位円の内部に存在するため、システムは安定となる。

●問題Ⅲ-29

正解は③

離散フーリエ変換の定義式に従い、非ゼロ成分 $n=0, 2, 4$ の複素指数関数を展開して各周波数成分 k を計算する。実部と虚部を整理すると選択肢③の数列が得られる。

●問題Ⅲ-30

正解は⑤

RIPバージョン1はクラスフルルーティングプロトコルであり、サブネットマスク情報を送信しないためクラスレスアドレスに対応していない。したがって選択肢⑤は誤りとなる。

●問題Ⅲ-31

正解は②

QPSKは搬送波の位相を90度ずつ異なる4つの位相に割り当て、1シンボルあたり2ビットの情報を伝送する直交位相偏移変調方式である。

●問題Ⅲ-32

正解は①

AD変換は標本化と量子化により行われる。標本化定理によれば、標本化周波数がアナログ信号の最高周波数の2倍より大きい場合に元のアナログ信号を完全に復元できる。

●問題Ⅲ-33

正解は②

キャリアの拡散によりn形側には正のドナーイオン、p形側には負のアクセプタイオンが残り空乏層が形成される。電界はn形からp形に向かい、接合部には拡散電位が生じる。

●問題Ⅲ-34

正解は④

MOS容量の単位面積あたりの静電容量は酸化膜の誘電率を膜厚で割った値となり、酸化膜の厚さに反比例する。厚さに比例するとする選択肢④の記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-35

正解は⑤

電気設備技術基準において、電路の中性点接地は保護装置の確実な動作の確保、対地電圧の低下、および異常電圧の抑制を目的として施されることが規定されている。