

【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 直流電流が流れている平行導線間に働く力は、電流が同方向に流れている場合は斥力、反対方向に流れている場合は引力となる。
- 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。
- ④ 電磁波の周波数が高くなるとその波長は短くなる。
- ⑤ 真空中における電磁波の速度は光速に等しい。

Ⅲ－2 半径 a [m]、巻数 N の円形コイルに直流電流 I [A] が流れている。電線の太さは無視できる。このとき、円形の中心点における磁界 H [A/m] を表す式として、最も適切なものはどれか。

ただし、微小長さの電流 Idl が距離 r だけ離れた点に作る磁界 dH は、電流の方向とその点の方向とのなす角を θ とすると、以下のビオ・サバールの法則で与えられる。

$$dH = \frac{1}{4\pi} \frac{Idl}{r^2} \sin \theta$$

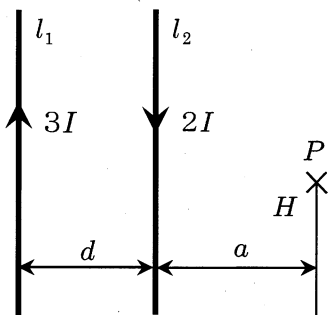
- ① $\frac{NI}{a}$ ② $\frac{I}{Na}$ ③ $\frac{NI}{2a}$ ④ $\frac{NI}{2\pi a}$ ⑤ $\frac{I}{2\pi Na}$

Ⅲ－３ 半径 a の球において、電荷 Q がすべて球面のみに一様密度で分布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、球内外の誘電率は ε_0 であるとする。

球の中心からの距離を 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 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Qr}{a^3}$ | 0 |
| ② $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Qr}{a^3}$ | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |
| ③ 0 | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |
| ④ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot Q \log \frac{a^2}{r}$ | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot Q \log r$ |
| ⑤ 0 | $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot Q \log r$ |

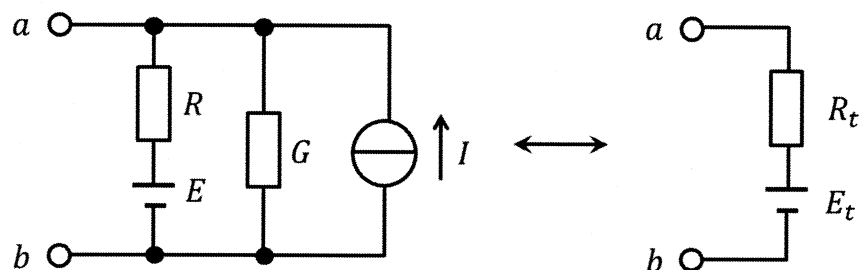
Ⅲ－４ 下図のように、間隔 d で配置された無限に長い平行導線 l_1 と l_2 に沿って、電流 $3I$ と $2I$ がそれぞれ逆方向に流れている。導線 l_2 から鉛直方向に距離 a 離れた点 P における磁界の強さ H が零であるとき、 a と d の関係を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、平行導線 l_1 、 l_2 と点 P は、同一平面上にあるものとする。



- ① $a = \frac{d}{3}$ ② $a = \frac{d}{2}$ ③ $a = d$ ④ $a = 2d$ ⑤ $a = \frac{2d}{3}$

Ⅲ－５ 下図のテブナン等価回路のテブナン等価直流電圧源電圧 E_t とテブナン等価抵抗 R_t を示す式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

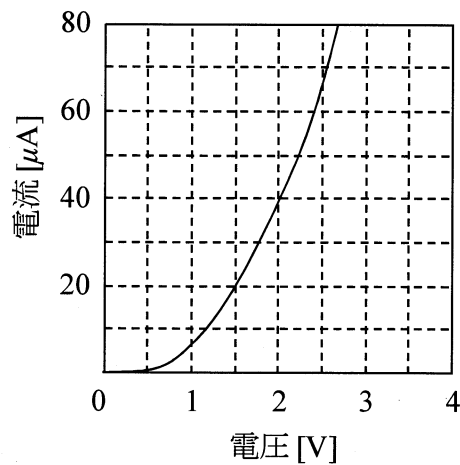
ただし、 R は抵抗、 G はコンダクタンス、 E は直流電圧源電圧、 I は電流源電流である。



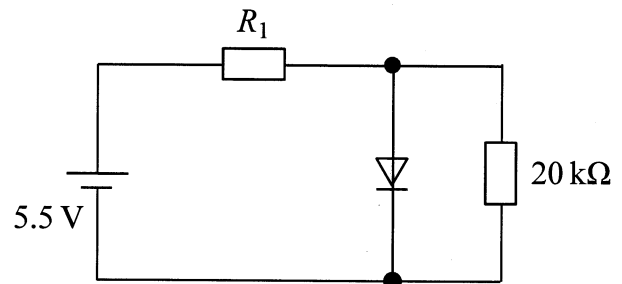
- ① $E_t = \frac{(E + RI)G}{R(1 + RG)}$, $R_t = \frac{G}{1 + RG}$
- ② $E_t = \frac{(E + RI)(1 + RG)}{RG}$, $R_t = \frac{1 + RG}{G}$
- ③ $E_t = \frac{R(GE + I)}{1 + RG}$, $R_t = \frac{1 + RG}{G}$
- ④ $E_t = \frac{E + RI}{1 + RG}$, $R_t = \frac{R}{1 + RG}$
- ⑤ $E_t = \frac{R(GE + I)}{1 + RG}$, $R_t = \frac{R}{1 + RG}$

Ⅲ－6 下図Aの電圧－電流特性を有するダイオードを使って、下図Bの回路を構成する。

ダイオードの両端電圧が2 Vとなるとき、 R_1 の抵抗値に最も近い値はどれか。



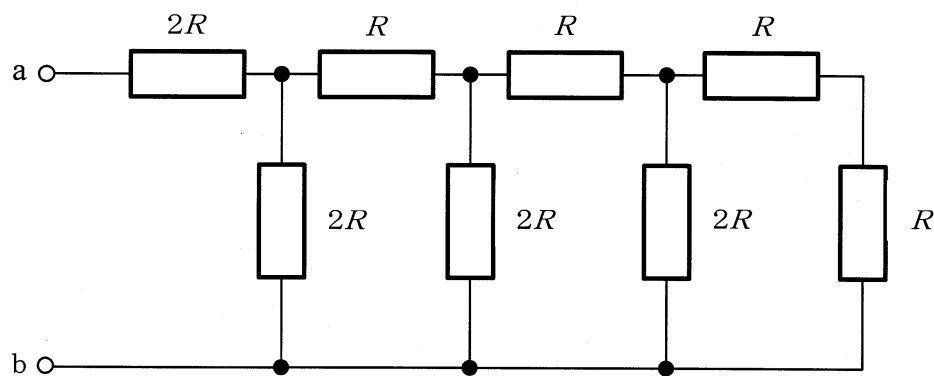
図A ダイオードの電圧－電流特性



図B ダイオードを用いた回路

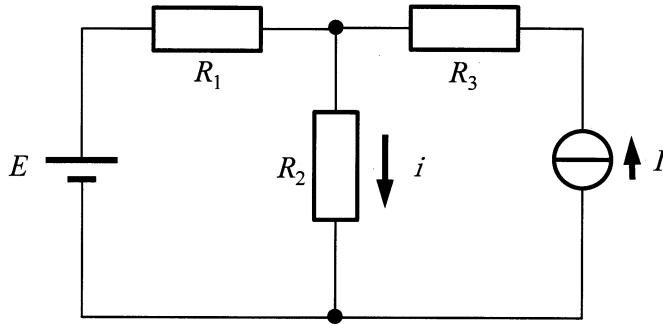
- ① 5 kΩ ② 15 kΩ ③ 25 kΩ ④ 35 kΩ ⑤ 45 kΩ

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



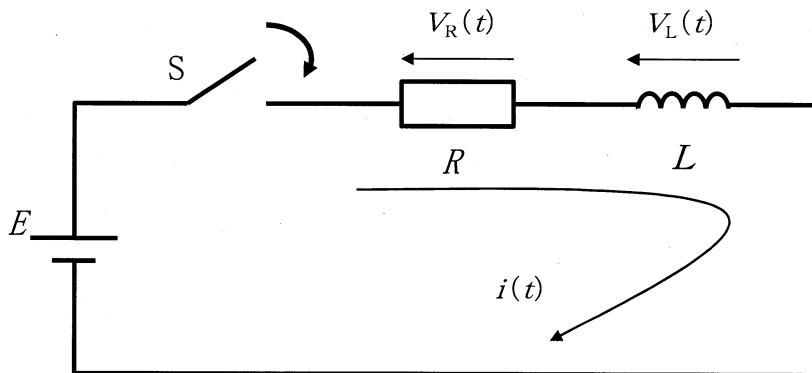
- ① $R/2$ ② R ③ $2R$ ④ $3R$ ⑤ $4R$

- Ⅲ－８ 下記の回路において、直流電流 i を示す式として、最も適切なものはどれか。
ただし、直流電圧源の電圧値 E 、直流電流源の電流値 I とする。



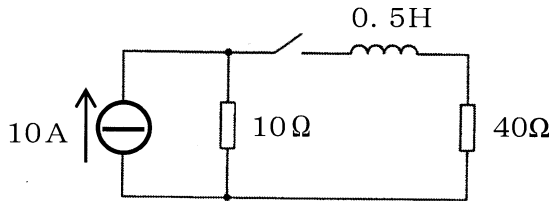
- ① $\frac{E+R_1I}{R_1+R_2}$ ② $\frac{E+R_2I}{R_1+R_2}$ ③ $\frac{E+R_3I}{R_1+R_2}$ ④ $\frac{E+R_2I}{R_2+R_3}$ ⑤ $\frac{E+R_3I}{R_2+R_3}$

- Ⅲ－９ 下図のように R [Ω] の抵抗と自己インダクタンス L [H] のコイルを直列に接続した回路がある。スイッチ S を $t=0$ [s] で閉じたときに回路に流れる電流と各素子に加わる電圧にかかわる過渡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 この回路の時定数は L [H] の値に比例し、 R [Ω] が大きくなると小さくなる。
② スwitch S を閉じた直後の $V_L(0)$ の値は 0 [V] であるが、その後大きくなる。
③ 回路を流れる電流 $i(t)$ [A] は t の経過と共に大きくなるが、値の変化は緩慢となる。
④ 十分に時間が経ったときの $i(\infty)$ は L [H] の値に依存しない。
⑤ 十分に時間が経ったときの $V_R(\infty)$ は電源電圧の E [V] の値に依存する。

Ⅲ－10 下図のような理想直流電流源10A，抵抗 10Ω と 40Ω ，インダクタンス 0.5H と理想スイッチからなる直流回路がある。スイッチを閉じた時に発生する過渡現象の時定数の値はどれか。



- ① 0.01 s ② 0.0125 s ③ 0.04 s ④ 80 s ⑤ 100 s

Ⅲ－11 図1に示すキャパシタンス C_P のコンデンサと並列に抵抗値 R_P を接続した回路に角周波数 ω の単相交流電源が接続されている。この回路を図2のようなキャパシタンス C_S のコンデンサと抵抗値 R_S を直列にした回路に置き換えて，電源から供給される有効電力及び無効電力を等しくするための C_S 及び R_S を表す式の組合せとして，最も適切なものはどれか。

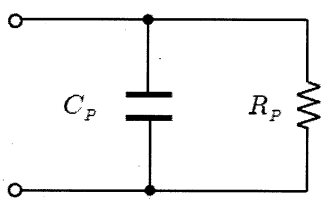


図 1

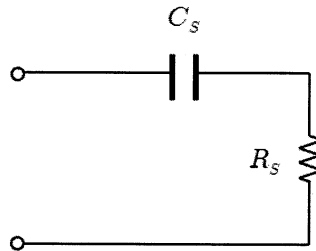
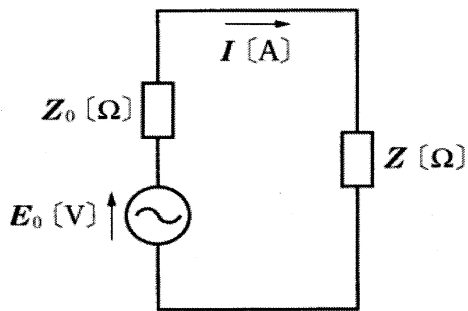


図 2

- ① $C_S = \frac{1 + (\omega C_P R_P)^2}{\omega^2 C_P R_P^2}$, $R_S = \frac{1}{1 + (\omega C_P R_P)^2} R_P$
- ② $C_S = \frac{\omega^2 C_P R_P^2}{1 + (\omega C_P R_P)^2}$, $R_S = \frac{1}{1 + (\omega C_P R_P)^2} R_P$
- ③ $C_S = \frac{1 + (\omega C_P R_P)^2}{\omega^2 C_P R_P^2}$, $R_S = \{1 + (\omega C_P R_P)^2\} R_P$
- ④ $C_S = \frac{\omega^2 C_P R_P^2}{1 + (\omega C_P R_P)^2}$, $R_S = \{1 + (\omega C_P R_P)^2\} R_P$
- ⑤ $C_S = \frac{1 + (\omega C_P R_P)^2}{\omega^2 R_P^2} C_P$, $R_S = \frac{1}{1 + (\omega C_P R_P)^2} R_P$

Ⅲ－12 下図に示すように、起電力が E_0 [V] で内部インピーダンス $Z_0=r+jx$ [Ω] の電源に負荷 $Z=R+jX$ [Ω] が接続されている。負荷における消費電力が最大になる条件とその時の消費電力 P [W] を示す組合せとして、最も適切なものはどれか。

ただし、 j は虚数単位であり、 r と R は抵抗成分を、 x と X はリアクタンス成分をそれぞれ表す。

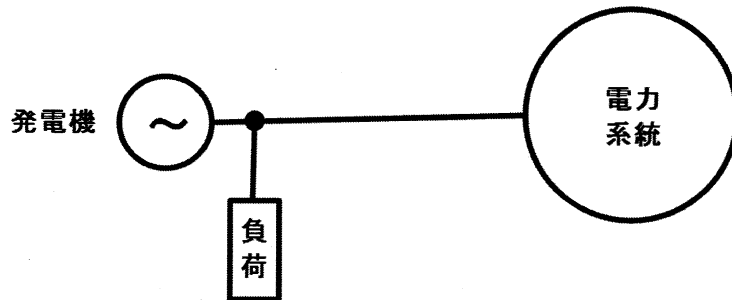


- ① $Z=r, P=\frac{E_0^2}{4r}$
- ② $Z=r+jx, P=\frac{E_0^2}{4r}$
- ③ $Z=r-jx, P=\frac{E_0^2}{r}$
- ④ $Z=r+jx, P=\frac{E_0^2}{r}$
- ⑤ $Z=r-jx, P=\frac{E_0^2}{4r}$

Ⅲ－13 通常のプロペラ形風車を用いた風力発電機に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 風車の受けるエネルギーは、受風断面積の2乗に比例し、風速の3乗に比例する。
- ② 風車の受けるエネルギーは、受風断面積に比例し、風速の3乗に比例する。
- ③ 風車の受けるエネルギーは、受風断面積の2乗に比例し、風速の2乗に比例する。
- ④ 風車の受けるエネルギーは、受風断面積に比例し、風速の2乗に比例する。
- ⑤ 風車の受けるエネルギーは、受風断面積に比例し、風速に比例する。

Ⅲ－14 下図のように発電機が、容量370kVA、力率遅れ0.7の負荷に電力を供給しながら、電力系統に並列して運転している。発電機の出力が1MVA、力率が0.8遅れするとき、発電機が電力系統に送電する電力の力率として、最も近い値はどれか。



- ① 遅れ0.82 ② 遅れ0.85 ③ 遅れ0.88 ④ 遅れ0.91 ⑤遅れ0.94

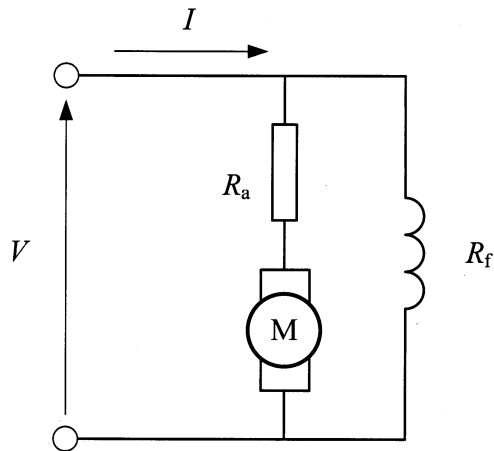
Ⅲ－15 三相誘導電動機がある。一次巻線抵抗が10 [Ω]，二次巻線抵抗（一次側換算値）が8 [Ω]，滑りが0.08のとき、効率 [%] の値として、最も近い値はどれか。

ただし、励磁電流は無視できるものとし、損失は巻線抵抗による銅損のみしか存在しないものとする。

- ① 75 ② 78 ③ 81 ④ 84 ⑤ 87

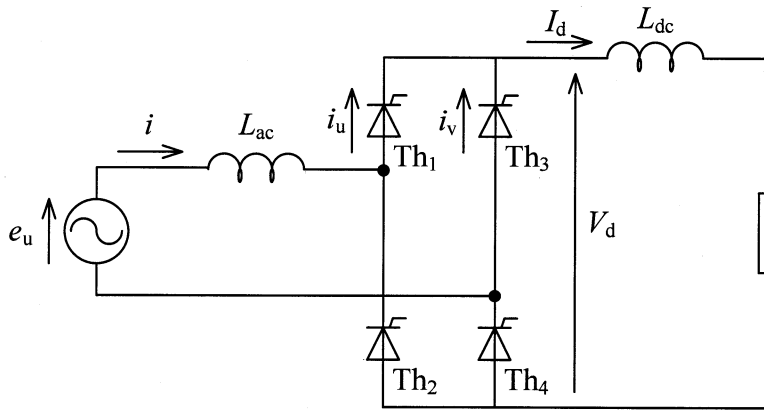
Ⅲ－16 下図に示す分巻式の直流電動機において，端子電圧 V が 250V ，無負荷時の電動機入力電流 I が 11A のとき，回転速度が 1200min^{-1} であった。同じ端子電圧で，電動機入力電流が 110A に対する回転速度に最も近い値はどれか。

ただし，この直流電動機の界磁巻線の抵抗 R_f は 25Ω ，電機子巻線とブラシの接触抵抗の和 R_a は 0.1Ω とし，電機子反作用による磁束の減少はなく，電機子巻線に鎖交する磁束は一定であるとする。



- ① 1104 min^{-1} ② 1152 min^{-1} ③ 1200 min^{-1}
 ④ 1249 min^{-1} ⑤ 1296 min^{-1}

Ⅲ－17 下図は、単相ブリッジ順変換回路である。サイリスタ Th_3 から Th_1 へ制御遅れ角 α [rad] にて転流するとき、重なり角を u [rad] とすると、電流 i_u と i_v の組合せとして、最も適切なものはどれか。ここで、交流電源を $e_u = \sqrt{2}E \sin \omega t$ [V]、転流インダクタンスを L_{ac} [H]、 Th_1 と Th_3 の電流を i_u 、 i_v [A]、電源電流と直流電流を i 、 I_d [A] とする。直流リアクトルのインダクタンス L_{dc} [H] は十分大きく、直流電流は一定とする。 Th_1 と Th_4 及び Th_3 と Th_2 には同一電流が流れ、重なり期間中もこの通流関係は変化しないものとする。



- | | i_u | i_v |
|---|---|---|
| ① | $\frac{\sqrt{2}E}{2\omega L_{ac}}(\sin \alpha - \sin \omega t)$ | $I_d - \frac{\sqrt{2}E}{2\omega L_{ac}}(\sin \alpha - \sin \omega t)$ |
| ② | $\frac{\sqrt{2}E}{2L_{ac}}(\cos \alpha - \cos \omega t)$ | $I_d - \frac{\sqrt{2}E}{2L_{ac}}(\cos \alpha - \cos \omega t)$ |
| ③ | $\frac{\sqrt{2}E}{2L_{ac}}(\sin \alpha - \sin \omega t)$ | $I_d - \frac{\sqrt{2}E}{2L_{ac}}(\sin \alpha - \sin \omega t)$ |
| ④ | $\frac{\sqrt{2}E}{2\omega L_{ac}}(\cos \alpha - \cos \omega t)$ | $I_d - \frac{\sqrt{2}E}{2\omega L_{ac}}(\cos \alpha - \cos \omega t)$ |
| ⑤ | $\frac{\sqrt{2}E}{2\omega L_{ac}}(\sin \alpha - \cos \omega t)$ | $I_d - \frac{\sqrt{2}E}{2\omega L_{ac}}(\sin \alpha - \cos \omega t)$ |

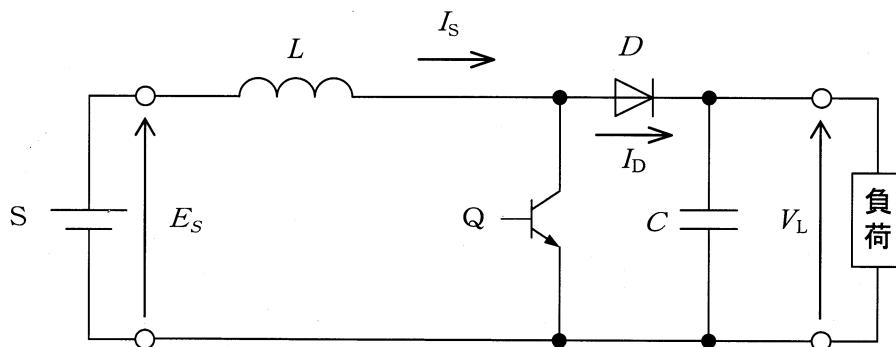
Ⅲ－18 直流チョップパに関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

下図は、入出力電圧の関係で分類すると チョップパである。

デバイスQは、 T の周期で、 T_{on} の時間はオンし、残りの T_{off} の時間はオフする。デバイスQをオンすると、リアクトル L に流れている電源電流 I_s は、電源S→リアクトル L →デバイスQ→電源Sの経路で流れ、リアクトル L に蓄えられるエネルギーが増加する。

デバイスQをオフすると、リアクトル L に蓄えられたエネルギーが負荷側に放出され、電源電流 I_s は、電源S→リアクトル L →ダイオード D →コンデンサ C と負荷→電源Sの経路を流れる。このとき、電源電流 I_s のリプルが十分に小さく一定値 I_s と見なせると仮定すると、ダイオード D に流れる電流の平均値 I_D は、 $I_D =$ となる。

チョップパの出力電圧は、コンデンサ C で十分に平滑化されて一定値と見なせるものとし、その値を V_L とする。チョップパ内で損失がないと仮定すれば、電源Sからチョップパへの入力電力 $E_s \times I_s$ と、チョップパから負荷への出力電力 $V_L \times I_D$ とは等しくなり、これと上記の式から出力電圧 V_L は、 $V_L =$ となる。

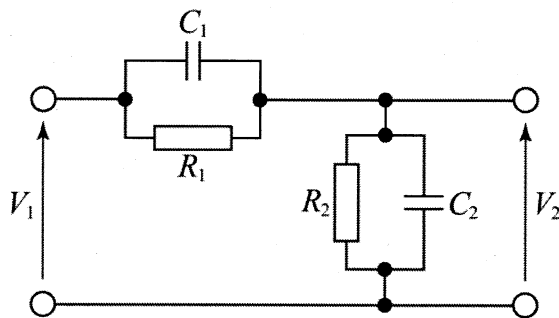


	<u>ア</u>	<u>イ</u>	<u>ウ</u>
① 昇圧	$I_s \times \frac{T_{on}}{T}$	$E_s \times \frac{T}{T_{off}}$	
② 昇降圧	$I_s \times \frac{T_{on}}{T}$	$E_s \times \frac{T_{on}}{T_{off}}$	
③ 降圧	$I_s \times \frac{T_{off}}{T_{on}}$	$E_s \times \frac{T_{on}}{T_{off}}$	
④ 昇圧	$I_s \times \frac{T_{off}}{T}$	$E_s \times \frac{T}{T_{off}}$	
⑤ 降圧	$I_s \times \frac{T_{off}}{T}$	$E_s \times \frac{T}{T_{off}}$	

Ⅲ－19 下図は、オシロスコープなどに用いられる分圧回路である。電圧比 $\frac{V_2}{V_1}$ が周波数

に無関係になる条件式及び分圧比を示す式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

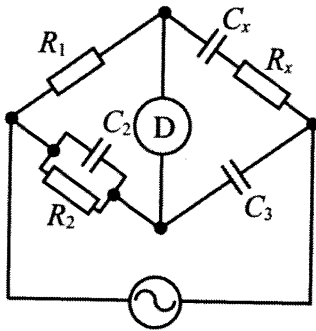
ただし、 R_1 、 R_2 は抵抗であり、 C_1 、 C_2 は、キャパシタンスを表す。



- ① $C_1 R_1 = C_2 R_2$, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
- ② $C_1 R_1 = C_2 R_2$, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2}$
- ③ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_1}{C_2}$, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
- ④ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_1}{C_2}$, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2}$
- ⑤ $C_1 = C_2$, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_2 R_2}{C_1 R_1 + C_2 R_2}$

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。

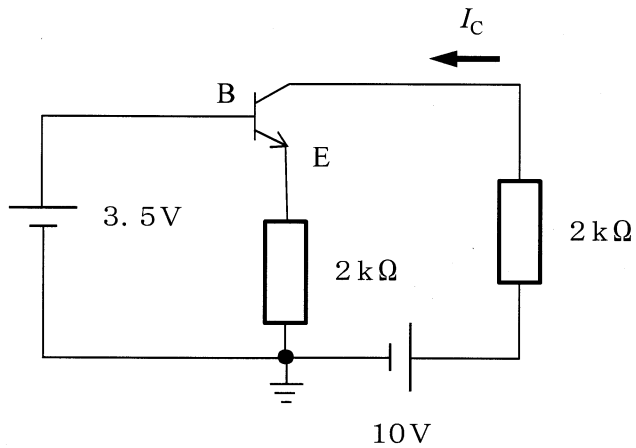


- ① $R_x = \frac{C_3}{C_2} R_1$, $C_x = \frac{R_2}{R_1} C_3$
- ② $R_x = \frac{C_2}{C_3} R_1$, $C_x = \frac{R_2}{R_1} C_3$
- ③ $R_x = \frac{C_3}{C_2} R_1$, $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_3$
- ④ $R_x = \frac{C_2}{C_3} R_1$, $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_3$
- ⑤ $R_x = \frac{C_2}{C_3} R_1$, $C_x = -\frac{R_2}{R_1} C_3$

Ⅲ－21 PID (Proportional-Integral-Derivative) 制御系に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

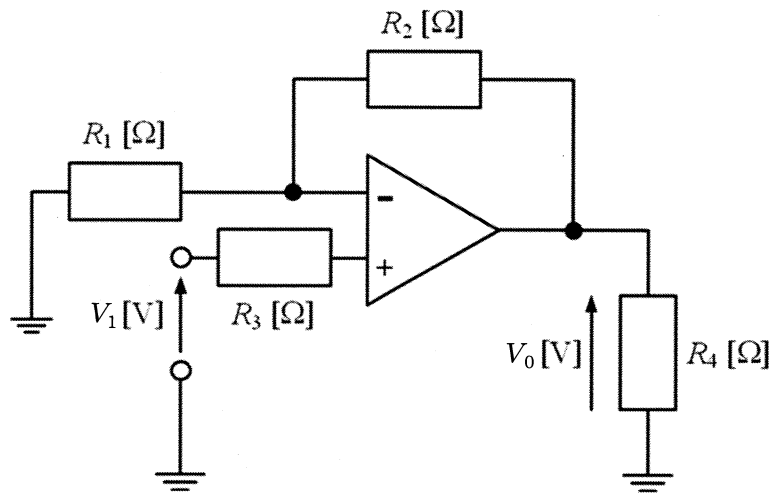
- ① PID補償をすることにより速応性を改善できる。
- ② 比例ゲインを大きくすると定常偏差は小さくなる。
- ③ 比例ゲインを大きくすると系の応答は振動的になる。
- ④ 制御系にその微分値を加えて制御すると、速応性を高め、減衰性を改善できる。
- ⑤ 積分制御を行うと定常偏差は大きくなる。

Ⅲ－22 下図で表される回路において、コレクタ電流 I_C が流れ、ベース・エミッタ間の電圧 V_{BE} が 0.7V となった。このときコレクタ電流 I_C の値として、最も近い値はどれか。
なお、各電池の内部抵抗は無視できるものとし、トランジスタのエミッタ接地電流増幅率（コレクタ電流とベース電流の比）は十分大きいものとする。



- ① 0.8mA ② 1.4mA ③ 1.8mA ④ 2.3mA ⑤ 2.9mA

Ⅲ－23 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_1 [V] を与えたとき、抵抗 R_4 [Ω] にかかる電圧 V_0 [V] として、最も適切なものはどれか。



- ① $\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) V_1$ ② $-\frac{R_2}{R_1} V_1$ ③ $\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_1$
- ④ $-\frac{R_1}{R_2} V_1$ ⑤ $\left(\frac{R_4}{R_3} - \frac{R_2}{R_1}\right) V_1$

Ⅲ－24 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、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、 $A \cdot B$ は論理積、 $\bar{A}$ は A の否定を表す。また、 V_{DD} は電源電圧を示す。

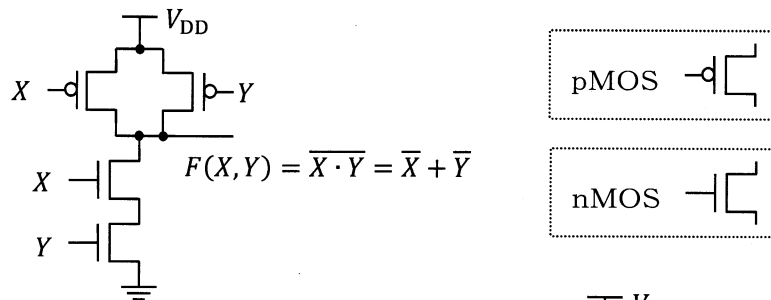


図1

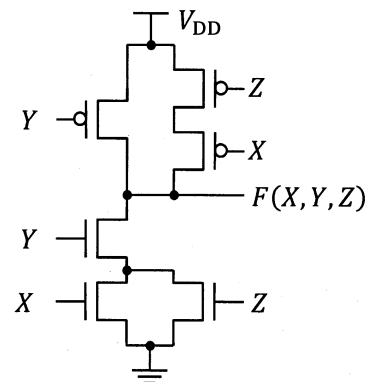


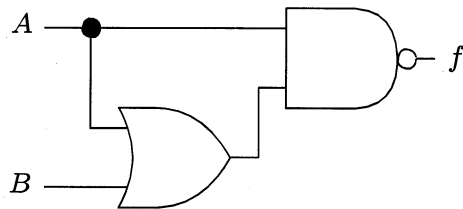
図2

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

Ⅲ－25 下図の論理回路で、出力 f の論理式として、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 $\bar{A}$ ② $\bar{B}$ ③ $\bar{A} \cdot \bar{B}$ ④ $\overline{A \cdot B}$ ⑤ $\overline{A+B}$

Ⅲ－26 記憶のない4つの情報源アルファベット $\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4\}$ を考える。アルファベット $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ の発生確率 p_1, p_2, p_3, p_4 を総和が1となる範囲で、任意に変更できるとき、取りうる最大となるエントロピーとして、最も適切なものはどれか。

ただし、エントロピー H は、 $H = -\sum_i p_i \log_2 p_i$ で与えられる。

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 4 ⑤ 8

Ⅲ－27 下表は、5個の情報源シンボル s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 からなる無記憶情報源と、それぞれのシンボルの発生確率と、A～Eまでの5種類の符号を示している。これらの符号のうち、「瞬時に復号可能」なすべての符号の集合をXとし、Xの中で平均符号長が最小な符号の集合をYとする。XとYの最も適切な組合せはどれか。

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。

情報源シンボル	発生確率	符号A	符号B	符号C	符号D	符号E
s_1	0.35	1	00	1	1	000
s_2	0.35	10	1	00	01	001
s_3	0.15	110	010	011	001	010
s_4	0.10	1110	0111	0100	0011	011
s_5	0.05	11110	0110	0101	0010	100

- ① $X = \{A, B, C, D, E\}, Y = \{B, C\}$
- ② $X = \{A, B, C, D\}, Y = \{B, C\}$
- ③ $X = \{A, B, D, E\}, Y = \{A, B, D\}$
- ④ $X = \{A, B, E\}, Y = \{B, E\}$
- ⑤ $X = \{B, C, E\}, Y = \{B, C\}$

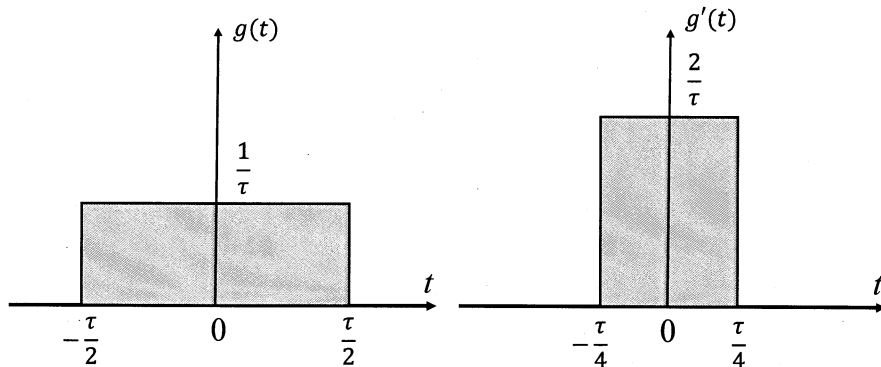
Ⅲ-28 図Aに示す時間幅 τ ，振幅 $1/\tau$ の孤立矩形パルス $g(t)$ のフーリエ変換 $G(f)$ は，

$$G(f) = \frac{\sin(\pi f \tau)}{\pi f \tau} \text{ と表される。}$$

一方，フーリエ変換には縮尺性があり， $g(t)$ とそのフーリエ変換 $G(f)$ の関係を

$$F[g(t)] = G(f) \text{ と表すとき， } F[\alpha g(\alpha t)] = G\left(\frac{f}{\alpha}\right) \text{ の関係が成立する。}$$

そこで，図Aの孤立矩形パルス $g(t)$ に対して，時間幅を $\frac{1}{2}$ ，振幅を2倍とした図Bに示す孤立矩形パルスを $g'(t)$ とすると， $g'(t)$ のフーリエ変換として，最も適切なものはどれか。



図A

図B

- ① $\frac{\sin(\pi f \tau)}{\pi f \tau}$
- ② $\frac{2 \sin\left(\frac{\pi f \tau}{2}\right)}{\pi f \tau}$
- ③ $\frac{\sin(2 \pi f \tau)}{2 \pi f \tau}$
- ④ $\frac{4 \sin\left(\frac{\pi f \tau}{2}\right)}{\pi f \tau}$
- ⑤ $\frac{\sin(2 \pi f \tau)}{4 \pi f \tau}$

Ⅲ－29 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，

$$F(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(n)z^{-n} \text{ と定義されるものとする。}$$

このとき，信号 $f(n-k)$ の z 変換として，最も適切なものはどれか。

ただし， n ， k は整数とする。

- ① $F(z-k)$ ② $F(z+k)$ ③ $-kF(z)$ ④ $z^{-k}F(z)$ ⑤ $z^kF(z)$

Ⅲ－30 デジタル変調方式を使って，BPSK (Binary Phase Shift Keying) で4シンボル，QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) で2シンボル，16値QAM (Quadrature Amplitude Modulation) で3シンボルのデータを伝送した。伝送した合計9シンボルで最大伝送できるビット数として，最も適切なものはどれか。

- ① 9ビット ② 17ビット ③ 20ビット ④ 23ビット ⑤ 64ビット

Ⅲ－31 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大周波数の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復元できる。
- ② 標本化パルス列から原信号を復元できる周波数をナイキスト周波数と呼ぶ。
- ③ 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。
- ④ 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。
- 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。

Ⅲ－32 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 DNS (Domain Name System) は、IPアドレスとFQDN (Fully Qualified Domain Name) との対応関係を検索し提供するシステムである。
- ② NAT (Network Address Translation) は、プライベートIPアドレスとグローバル IPアドレス間の変換を行う機能である。
- ③ TCP (Transmission Control Protocol) は、フロー制御や再送制御などの機能を持つ。
- ④ ARP (Address Resolution Protocol) は、MACアドレスからIPアドレスを知るためのプロトコルである。
- ⑤ DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) は、IPアドレスやネットマスクなど、ネットワークに接続する上で必要な情報を提供可能なプロトコルである。

Ⅲ－33 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、金属に比べて電気抵抗率の温度変化率が多い。
- ② 真性半導体、p形半導体、n形半導体は、すべて電氣的に中性である。
- ③ 真性半導体では、正孔と電子の密度は等しい。
- ④ p形半導体とn形半導体を接合したpn接合では、接合部近くに空乏層ができる。
- ⑤ pn接合のp形半導体側にn形半導体より正の高い電圧をかけると、電流はほとんど流れない。

Ⅲ－34 MOS (Metal Oxide Semiconductor) 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。

MOSトランジスタのゲート電極とシリコン基板の間にシリコン酸化膜を挟んだ構造によって作られるMOSの容量値は、そのにする。また、MOSトランジスタのスイッチング遅延時間は、そのにする。

	ア	イ	ウ	エ
①	ゲート面積	比例	ゲート幅	比例
②	ゲート面積	比例	ゲート長	比例
③	ゲート面積	反比例	ゲート幅	反比例
④	ゲート幅	比例	ゲート長	反比例
⑤	ゲート幅	反比例	ゲート幅	反比例

Ⅲ－35 交流遮断器の性能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。

遮断器は、電力系統や機器などのを連続通電し、また開閉することができ、この連続して通じうる電流の限度をという。また、短絡などの事故発生時には、を一定時間流すことができ、また遮断することもでき、この遮断できる電流の限度をという。

	ア	イ	ウ	エ
①	負荷電流	定格遮断電流	事故電流	定格投入電流
②	事故電流	定格電流	負荷電流	定格投入電流
③	事故電流	定格電流	負荷電流	定格遮断電流
④	負荷電流	定格電流	事故電流	定格遮断電流
⑤	負荷電流	定格遮断電流	定格電流	定格投入電流

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は①

平行導線間に働く電磁力は、電流が同方向に流れている場合は引力となり、反対方向に流れている場合は斥力となる。したがって、同方向を斥力、反対方向を引力とする記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-2

正解は③

ビオ・サバールの法則より、半径 a の円形コイルの中心における磁界の強さは、電流に巻数に乗じた起磁力を直径 $2a$ で除算することで求められる。したがって、 $NI/(2a)$ が最も適切となる。

●問題Ⅲ-3

正解は③

ガウスの法則より、電荷が球面のみに分布する場合、球の内部には電荷が存在しないため電界は0となる。球の外部では全電荷が中心に集中した点電荷と等価となり、 $Q/(4\pi\epsilon_0 r^2)$ となる。

●問題Ⅲ-4

正解は④

2本の平行導線に流れる逆向きの電流が点Pに作る磁界は互いに逆向きとなる。アンペールの法則より両磁界の大きさを等値して $3I/[2\pi(d+a)]=2I/(2\pi a)$ を解くことで、 $a=2d$ となる。

●問題Ⅲ-5

正解は④

端子abを開放したときの開放電圧を節点方程式より求めると $(E+RI)/(1+RG)$ となる。また独立電源を停止して端子abから見た内部抵抗は抵抗 R とコンダクタンス G の並列合成値となり、 $R/(1+RG)$ となる。

●問題Ⅲ-6

正解は③

電圧2Vのときダイオードに流れる電流はグラフより $40\mu\text{A}$ 、並列の $20\text{k}\Omega$ に流れる電流は $100\mu\text{A}$ となり、合計電流は $140\mu\text{A}$ となる。 R_1 にかかる電圧は3.5Vであるため、 $R_1=3.5/140\mu=25\text{k}\Omega$ となる。

●問題Ⅲ-7

正解は④

右端の抵抗 R から順に並列・直列の合成を繰り返す。各段で縦の $2R$ と並列合成されて R となり、横の R と直列合成されて $2R$ となる梯子状の対称性から、端子abから見た全体の合成抵抗は $2R+R=3R$ となる。

●問題Ⅲ-8

正解は①

重ね合わせの理を用いる。電圧源 E のみによる電流は $E/(R_1+R_2)$ であり、電流源 I のみによる電流は分流則より $R_1 I/(R_1+R_2)$ となる。両者の和をとることで、 $i=(E+R_1 I)/(R_1+R_2)$ となる。

●問題Ⅲ-9

正解は②

スイッチを閉じた直後はコイルが電流変化を妨げるため電流は0であり、電源電圧のすべてがコイルに加わって $V_L(0)=E$ となる。その後電流が増加するにつれて $V_L(t)$ は0へと減衰するため、②の記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-10

正解は①

電流源の内部インピーダンスは無限大であるため開放とみなせる。インダクタから見た回路の全抵抗は 10Ω と 40Ω の直列和より 50Ω となる。したがって、RL回路の時定数は $L/R=0.5/50=0.01s$ となる。

●問題Ⅲ-11

正解は①

並列回路のアドミタンスから等価インピーダンスを求め、直列回路のインピーダンスと実部および虚部をそれぞれ等置する。整理して解くことで、 C_s および R_s を表す式として選択肢①の組み合わせが得られる。

●問題Ⅲ-12

正解は⑤

交流電源から負荷への最大電力供給条件は、負荷インピーダンスが電源内部インピーダンスの複素共役となる共役整合 $Z=r-jx$ である。このときリアクタンスが相殺され、消費電力は $E_0^2/(4r)$ となる。

●問題Ⅲ-13

正解は②

風力エネルギーは単位時間あたりに風車の受風面を通過する空気の運動エネルギーに等しく、受風断面積に比例し、風速の3乗に比例する。したがって、選択肢②の記述が最も適切となる。

●問題Ⅲ-14

正解は②

発電機出力と負荷の有効電力および遅れ無効電力をそれぞれ計算し、差引から系統への送電電力を求める。送電有効電力 $541kW$ と無効電力約 $336kvar$ から合成皮相電力を算出し力率を求めると、遅れ 0.85 となる。

●問題Ⅲ-15

正解は④

二次入力に対する機械出力の比率は $(1-s)=0.92$ であり、二次入力 100 に対して二次銅損は 8 、一次銅損は 10 となる。全入力は 110 となり、効率は機械出力 92 を全入力 110 で除算して約 84% となる。

●問題Ⅲ-16

正解は②

界磁電流は $10A$ で一定である。無負荷時の電機子電流 $1A$ から逆起電力は $249.9V$ 、負荷時の電機子電流 $100A$ から逆起電力は $240V$ となる。回転速度は逆起電力に比例するため、約 $1152min^{-1}$ となる。

●問題Ⅲ-17

正解は④

転流期間中は電源電圧が2つの転流インダクタンスに印加されるため、 $di_u/dt=e_u/(2L_{ac})$ が成り立つ。これを転流開始時刻から積分することで、選択肢④の電流の式が導出される。

●問題Ⅲ-18

正解は④

回路構成より昇圧チョッパである。ダイオードに電流が流れるのはスイッチ Q がオフの間のみであるため平均電流は $I_s \times (T_{off}/T)$ となり、入出力電力の保存則より出力電圧は $E_s \times (T/T_{off})$ となる。

●問題Ⅲ-19

正解は①

各並列回路のアドミタンス比が周波数に依存しない条件は、両者の時定数が等しくなる $C_1 R_1=C_2 R_2$ である。このとき分圧比は直流時の抵抗比と等しくなり、 $V_2/V_1=R_2/(R_1+R_2)$ となる。

●問題Ⅲ-20

正解は②

交流ブリッジの平衡条件式に対角アームの積を適用し、実部と虚部をそれぞれ比較する。実部より内部抵抗 $R_x = (C_2/C_3)R_1$ が得られ、虚部より静電容量 $C_x = (R_2/R_1)C_3$ が導出される。

●問題Ⅲ-21

正解は⑤

積分制御（I制御）は定常偏差の蓄積に応じて操作量を増加させるため、定常偏差をゼロに除去する効果を持つ。したがって、積分制御を行うと定常偏差が大きくなるとする記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-22

正解は②

ベース電位は3.5Vであり、ベース・エミッタ間電圧が0.7Vであるためエミッタ電位は2.8Vとなる。エミッタ抵抗 $2k\Omega$ よりエミッタ電流は1.4mAとなり、コレクタ電流もほぼ等しく1.4mAとなる。

●問題Ⅲ-23

正解は③

理想オペアンプの入力端子には電流が流れないため非反転端子の電位は V_1 となる。仮想短絡により反転端子も同電位となり、非反転増幅回路の公式より出力電圧 $V_0 = (1 + R_2/R_1)V_1$ が導出される。

●問題Ⅲ-24

正解は②

プルダウン側のnMOS回路において、Yと(XとZの並列回路)が直列に接続されているため導通条件は $Y \cdot (X + Z)$ となる。出力はその論理否定となるため、整理すると $\bar{X} \cdot \bar{Z} + \bar{Y}$ となる。

●問題Ⅲ-25

正解は①

ORゲートの出力 $A+B$ と入力AがNANDゲートに入力される。論理代数の吸収律により $A \cdot (A+B) = A$ となるため、NANDゲートの出力はAの否定となり、 $f = \bar{A}$ となる。

●問題Ⅲ-26

正解は③

情報源エントロピーはすべてのアルファベットが等確率で生じるときに最大となる。4記号の等確率 $1/4$ における最大エントロピーを計算すると、 $\log_2(4) = 2$ ビットとなる。

●問題Ⅲ-27

正解は⑤

接頭語条件を満たす瞬時復号可能な符号はB, C, Eである。それぞれの平均符号長を計算するとBとCがともに2.10ビットで最小となり、Eの3.00ビットより短いため、 $Y = \{B, C\}$ となる。

●問題Ⅲ-28

正解は②

孤立矩形パルス $g'(t)$ は $g(t)$ に対して時間を2倍圧縮し振幅を2倍にした $2g(2t)$ である。フーリエ変換の相似定理 $F[\alpha g(\alpha t)] = G(f/\alpha)$ に $\alpha = 2$ を適用すると選択肢②の式が得られる。

●問題Ⅲ-29

正解は④

両側z変換の定義式において変数を置換して時間推移定理を導出する。時間領域でkサンプル遅延した信号 $f(n-k)$ のz変換は、もとの変換 $F(z)$ に z^{-k} を乗じた $z^{-k}F(z)$ となる。

●問題Ⅲ-30

正解は③

各変調方式の1シンボルあたりの伝送ビット数は、BPSKが1ビット、QPSKが2ビット、16値QAMが4ビットである。シンボル数をそれぞれ乗じて合計すると、 $4+4+12=20$ ビットとなる。

●問題Ⅲ-31

正解は④

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となる。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して小さくなるため、大きくするとする記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-32

正解は④

ARPIはネットワーク層のIPアドレスからデータリンク層のMACアドレスを取得するためのプロトコルである。MACアドレスからIPアドレスを知るためのものとする記述は逆であり誤りとなる。

●問題Ⅲ-33

正解は⑤

pn接合においてp形側に正、n形側に負の電圧を印加する状態は順方向バイアスであり、電位障壁が下がって大きな電流が流れる。電流がほとんど流れないとする選択肢⑤の記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-34

正解は②

MOS容量は平行平板コンデンサと同様にゲート電極の面積に比例する。また、MOSトランジスタのキャリア走行時間およびスイッチング遅延時間は、チャネルの長さに相当するゲート長に比例する。

●問題Ⅲ-35

正解は④

遮断器は平常時に負荷電流を連続通電し、この上限を定格電流という。また短絡等の事故時には事故電流を一定時間通電・遮断することが可能であり、遮断できる限度電流を定格遮断電流と呼ぶ。