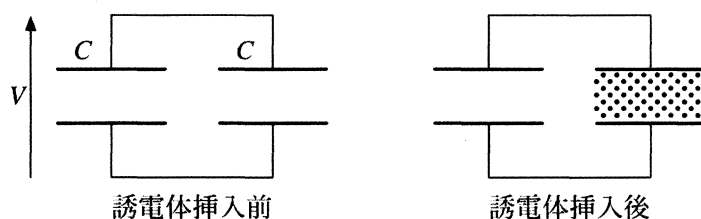


Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ－1 真空中に静電容量（キャパシタンス）が C のコンデンサ（キャパシタ）が2つある。極板は十分広く、端効果は無視できるものとする。コンデンサは下図（左側）のように並列に接続されて予め充電されており、その電圧は V である。この状態で、下図（右側）のように片側のコンデンサの極板間に、比誘電率が3の誘電体をゆっくりと挿入し、極板間を誘電体で完全に満たした。誘電体挿入後に2つのコンデンサに蓄えられているエネルギーの合計を表す式として、最も適切なものはどれか。



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

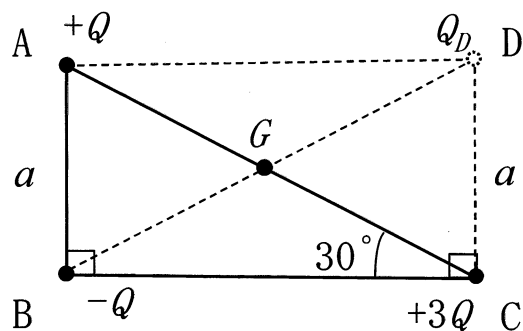
Ⅲ－2 電磁気現象に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 真空中における電磁波の速度は光速に等しい。
- ② 電磁波の周波数が高くなるとその波長は短くなる。
- ③ 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。
- 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 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。

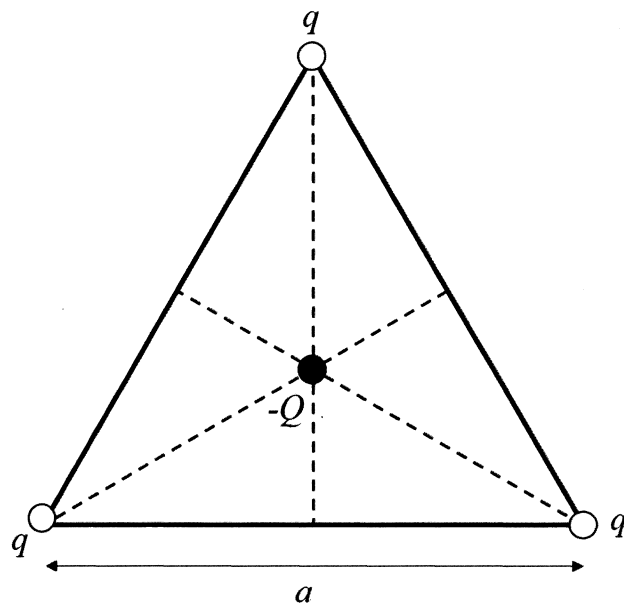
Ⅲ－３ 真空中で、図に示すような辺 AB の長さが a [m]、 $\angle ACB$ の角度が 30° の直角三角形があり、各頂点 A 、 B 、 C にそれぞれ $+Q$ [C]、 $-Q$ [C]、 $+3Q$ [C] の点電荷をおき、さらに、辺 BC に垂直で、点 C から a [m] 離れた点 D に、電荷量 Q_D の点電荷を置いたところ、 $ABCD$ からなる長方形の重心位置 G の電位が 0V となった。次の記述の、 に入る数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、 $Q > 0$ であり、真空中の誘電率は ϵ_0 [F/m] とする。

Q_D は ア [C] であり、点 G における電界 E_G の大きさは イ [V/m] となり、 E_G の向きは、 ウ と同じ向きとなる。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|---------------------------------|-----------------------|
| ① | Q | $\frac{Q}{3\pi\epsilon_0 a^2}$ | $\overrightarrow{AB}$ |
| ② | $-3Q$ | $\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ | $\overrightarrow{AB}$ |
| ③ | $+3Q$ | $\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ | $\overrightarrow{BC}$ |
| ④ | $-3Q$ | $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$ | $\overrightarrow{BA}$ |
| ⑤ | $+3Q$ | $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$ | $\overrightarrow{BA}$ |



Ⅲ－４ 下図のように、正電荷 q をもつ点電荷 3 個を同一平面上で一辺が a の正三角形をなすように置き、正三角形の重心に負電荷 $-Q$ をもつ点電荷を設置する。正三角形の頂点に置かれた点電荷に力が働かないようにするための Q として、最も適切なものはどれか。



- ① $\frac{\sqrt{3}}{3a}q$ ② $\frac{\sqrt{3}}{3}q$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{3}a$ ④ $\sqrt{3}q$ ⑤ $\sqrt{3}a$

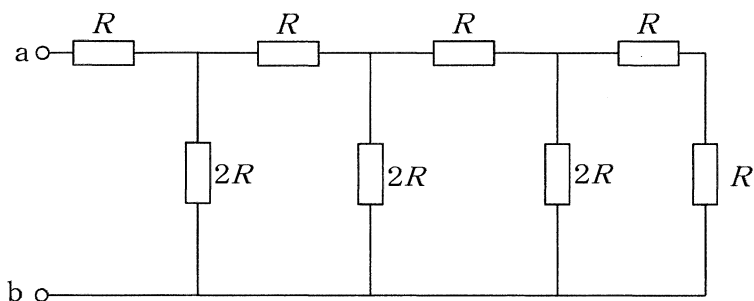
Ⅲ－５ 電磁力に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

フレミングの の法則は、電流と磁界の間に働く力に関する法則である。親指が力の向きを、人差し指が を、中指が を示す。 と が平行ならば働く力の大きさは となる。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|----|----|----|
| ① | 左手 | 磁界 | 電流 | ゼロ |
| ② | 左手 | 電流 | 磁界 | ゼロ |
| ③ | 左手 | 磁界 | 電流 | 最大 |
| ④ | 右手 | 電流 | 磁界 | ゼロ |
| ⑤ | 右手 | 磁界 | 電流 | 最大 |

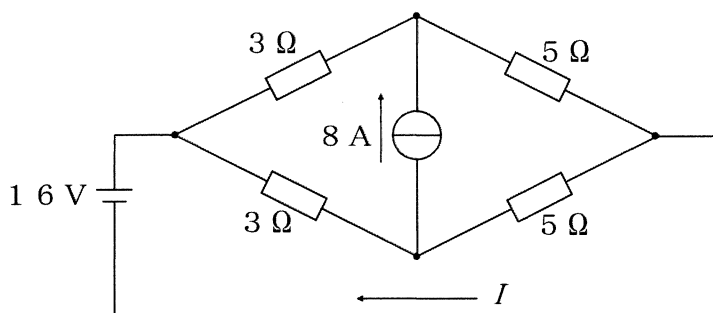
Ⅲ－6 下図の回路において，端子 a，b からみた合成抵抗として，最も適切なものはどれか。

- ① $R/2$
- ② R
- ③ $2R$
- ④ $3R$
- ⑤ $6R$



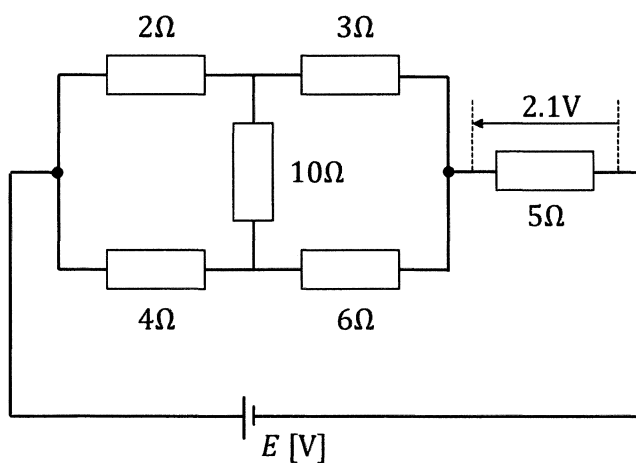
Ⅲ－7 下図のような，16Vの電圧源，8Aの電流源及び抵抗を含む回路において，電流 I に最も近い値はどれか。

- ① 2A
- ② 4A
- ③ 8A
- ④ 16A
- ⑤ 32A



Ⅲ－8 下図のような直流回路において，抵抗 5Ω の端子間の電圧が2.1Vであった。このとき，電源電圧 $E[V]$ として，最も近い値はどれか。

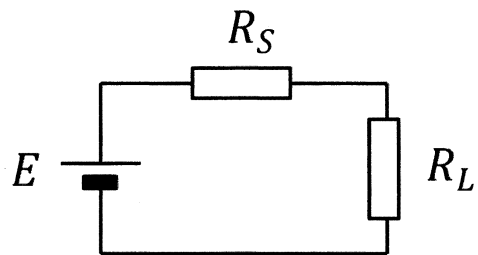
- ① 2.5V
- ② 3.0V
- ③ 3.5V
- ④ 4.0V
- ⑤ 4.5V



Ⅲ－９ 下図は直流電圧源と抵抗からなる回路である。この回路に関する次の記述の、
に入る数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

抵抗 R_L で消費される電力は直流電圧源の値 E と抵抗値 R_L と R_S を用いて ア と表されるので、 R_L の値を変えた場合、 R_L の値が イ であるとき抵抗 R_L で消費される電力が最大となる。また、このときの抵抗 R_L で消費される電力は ウ である。

- | | ア | イ | ウ |
|---|---------------------------------|-----------------|--------------------|
| ① | $\frac{R_L E^2}{(R_S + R_L)^2}$ | R_S | $\frac{E^2}{2R_L}$ |
| ② | $\frac{E^2}{R_S + R_L}$ | R_S | $\frac{E^2}{2R_L}$ |
| ③ | $\frac{E^2}{R_S + R_L}$ | $\frac{R_S}{2}$ | $\frac{E^2}{2R_L}$ |
| ④ | $\frac{R_L E^2}{(R_S + R_L)^2}$ | R_S | $\frac{E^2}{4R_L}$ |
| ⑤ | $\frac{R_L E^2}{(R_S + R_L)^2}$ | $\frac{R_S}{2}$ | $\frac{E^2}{4R_L}$ |



Ⅲ－10 下図のような，交流電圧源，コイル(L [H])，コンデンサ (C [F]) 及び抵抗 (R_{out} [Ω], R_{load} [Ω]) を含む回路において，交流電圧源からみた力率が1になる L の条件として最も適切なものはどれか。ただし，交流電圧源の角周波数は ω [rad/s] とする。

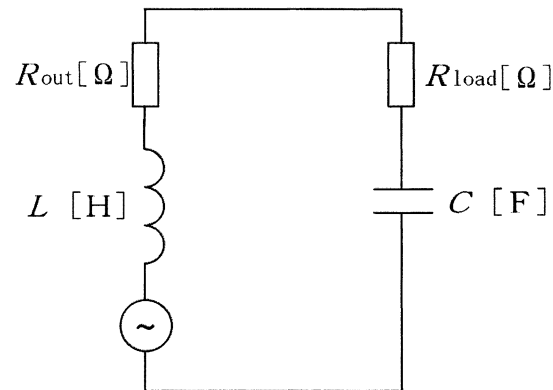
① $L = \omega^2 C$

② $L = \frac{1}{C}$

③ $L = -C$

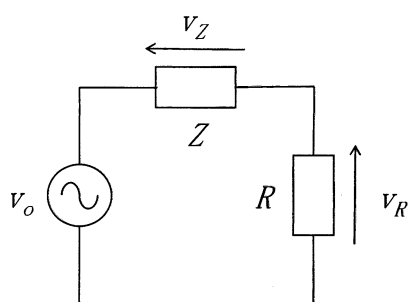
④ $L = \frac{C}{\omega^2}$

⑤ $L = \frac{1}{\omega^2 C}$

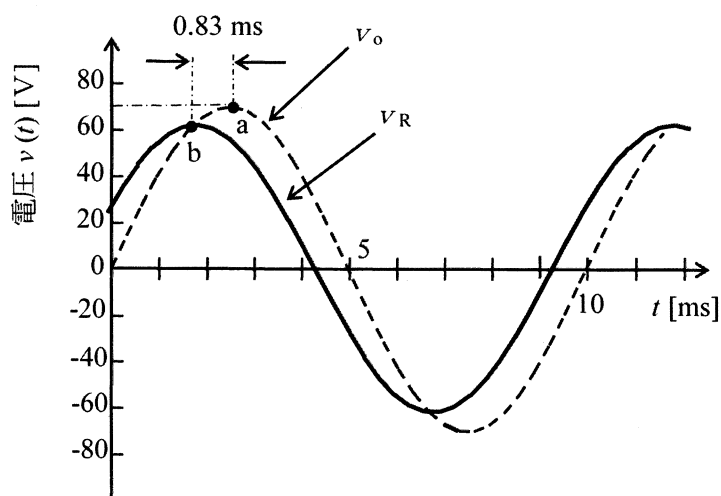


Ⅲ－11 下図Aに示す回路で、交流電源の電圧 v_o と抵抗 R の電圧 v_R をオシロスコープで測定したところ、下図Bのようになった。この場合、接続されているインピーダンス Z について、次の記述の、 の中に入る語句と数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、 $R=25\text{k}\Omega$ であったとする。

図B中に破線で示した正弦波交流電源電圧 v_o を、オシロスコープ上で、時刻 t が0秒のとき $v_o=0\text{V}$ となるようにした。この状態で、点aの電圧 (v_o の振幅) は 70.7V であり、周期は 10ms であった。一方、実線で示した v_R の波形で、最初に最大になる点bの時刻と点aの時刻の差は 0.83ms であった。図Aの回路に接続されている Z がひとつの受動素子からなるとすると、 Z は ア であり、その イ は ウ である。



図A



図B

	ア	イ	ウ
①	コイル	インダクタンス	23mH
②	コイル	インダクタンス	68.9mH
③	コンデンサ	静電容量	$0.11\mu\text{F}$
④	コンデンサ	静電容量	$0.37\mu\text{F}$
⑤	抵抗	抵抗値	25Ω

Ⅲ－12 下図において、スイッチSは時刻 $t = 0$ より以前は開いており、それ以降は閉じているものとする。このとき、時刻 $t \geq 0$ 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。

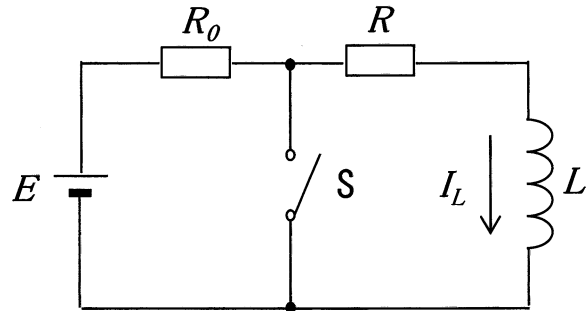
① $I_L = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L} t}$

② $I_L = \frac{E}{R} e^{-\frac{L}{R} t}$

③ $I_L = \frac{E}{R_0 + R} e^{-\frac{L}{R} t}$

④ $I_L = \frac{E}{R_0 + R} e^{-\frac{t}{RL}}$

⑤ $I_L = \frac{E}{R_0 + R} e^{-\frac{R}{L} t}$



Ⅲ－13 下図に示される、スイッチSW、直流理想電圧電源 E 、抵抗器 R 、コンデンサ C 、コイル L からなる回路で、時刻 $t = 0$ でスイッチを閉じる。このとき回路に流れる電流 i が振動しない条件として、最も適切なものはどれか。

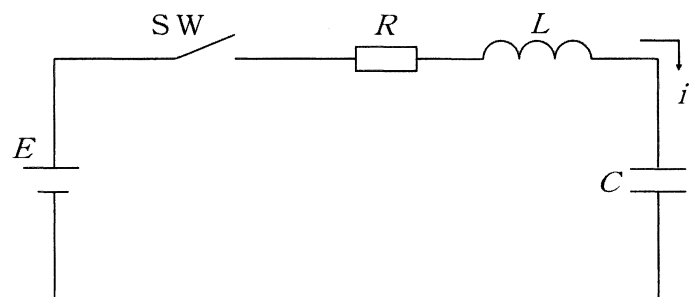
① $R \leq \frac{C}{L}$

② $CR \leq 4L$

③ $CL \leq R$

④ $4L \leq CR^2$

⑤ $C \leq LR$



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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ－15 原子力エネルギーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

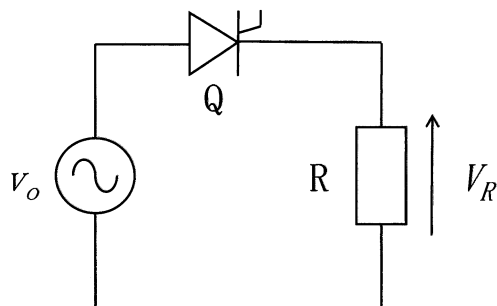
- ① 核反応には核分裂と核融合の2つのタイプがある。どちらもその反応の前後の結合エネルギーの差が外部に放出されるエネルギーとなる。
- ② 加圧水型軽水炉では、構造上、一次冷却材を沸騰させない。また、原子炉が反応速度を調整するために、ホウ酸を冷却材に溶かして利用する。
- ③ 加圧水型軽水炉では、熱ループを一次冷却水系と二次冷却水系に分けているので、タービンに放射能を帯びた蒸気が流れない。
- ④ 沸騰水型軽水炉では、原子炉内部で発生した蒸気と蒸気発生器で発生した蒸気を混合して、タービンに送る。
- ⑤ 沸騰水型軽水炉では、冷却材の蒸気がタービンに入るので、タービンの放射線防護が必要である。

Ⅲ－16 同期発電機とインバータの並列運転で電力を供給しており、同期発電機の出力は500kVAで力率が0.6（遅れ）、インバータの出力は有効電力が300kWで力率が1.0であるとする。このとき、得られる合計出力の力率に最も近い値はどれか。

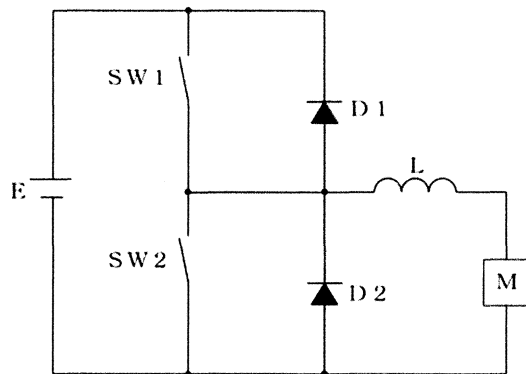
- ① 0.80（遅れ）
- ② 0.83（遅れ）
- ③ 0.86（遅れ）
- ④ 0.89（遅れ）
- ⑤ 0.92（遅れ）

Ⅲ－17 下図に示される、交流電源 V_o 、サイリスタ Q 、抵抗 R からなる回路がある。サイリスタ Q を制御角 $\alpha = 30^\circ$ で点弧した場合、抵抗 R の平均電圧 V_R に最も近い値はどれか。ただし、 V_o の実効値を100Vとする。

- ① 34 V
- ② 38 V
- ③ 42 V
- ④ 64 V
- ⑤ 98 V



Ⅲ－18 下図のようなDC-DCコンバータ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。Eは理想直流電圧源、Lはコイル、Mは直流電動機を含む負荷、SW1、SW2は理想スイッチ、D1、D2は理想ダイオードを表す。なお、スイッチング周波数は十分高いものとする。



まず、SW1のみを周期的にOn－OffさせSW2をOff状態にすると、アチョップ回路が構成され、イからウに電力が供給される。次に、SW2のみを周期的にOn－OffさせSW1をOff状態にすると、エチョップ回路が構成され、ウからイに電力が供給される。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|----|----|----|
| ① | 昇圧 | 電源 | 負荷 | 昇圧 |
| ② | 昇圧 | 電源 | 負荷 | 降圧 |
| ③ | 昇圧 | 負荷 | 電源 | 降圧 |
| ④ | 降圧 | 電源 | 負荷 | 昇圧 |
| ⑤ | 降圧 | 負荷 | 電源 | 昇圧 |

Ⅲ－19 下記の条件で動作しているIGBT素子で発生する損失に最も近い値はどれか。なお、ダイオードDやリード線では損失は発生しないものとする。

IGBT電流 $i_{\text{IGBT}}=1000\text{A}$ ，コレクター－エミッタ間飽和電圧 $V_{\text{CE(sat)}}=1.75\text{V}$

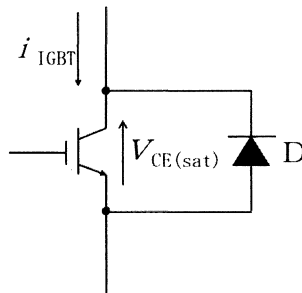
スイッチング周波数 $f=2\text{kHz}$

IGBTデューティ比 $d=0.7$

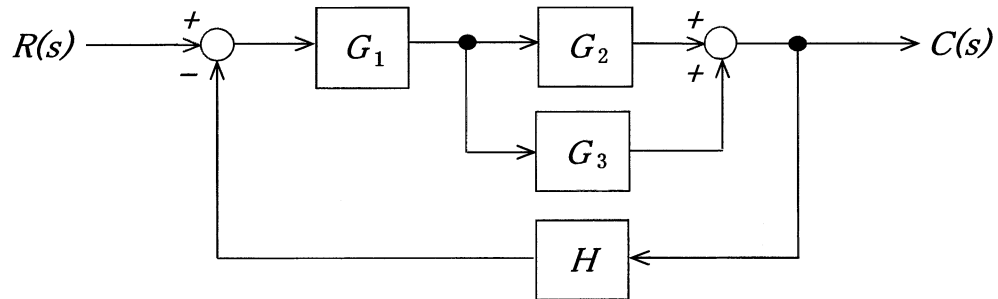
スイッチング損失（on動作） $E_{\text{on}}=0.07\text{J/Pulse}$

スイッチング損失（off動作） $E_{\text{off}}=0.1\text{J/Pulse}$

- ① 1225W
- ② 1305W
- ③ 1505W
- ④ 1565W
- ⑤ 1625W



Ⅲ－20 下図のブロック線図で示す制御系において、 $R(s)$ と $C(s)$ 間の合成伝達関数を示す式として、最も適切なものはどれか。



- ① $\frac{G_1(G_2 + G_3)}{1 + HG_1(G_2 + G_3)}$
- ② $\frac{G_1 + G_2G_3}{1 + H(G_1 + G_2G_3)}$
- ③ $\frac{H(G_2 + G_3)}{1 + HG_1(G_2 + G_3)}$
- ④ $\frac{G_1G_2G_3}{1 + HG_1G_2G_3}$
- ⑤ $\frac{G_1(G_2 + G_3)}{1 + H(G_2 + G_3)}$

Ⅲ－21 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、 C_x と R_x を示す式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

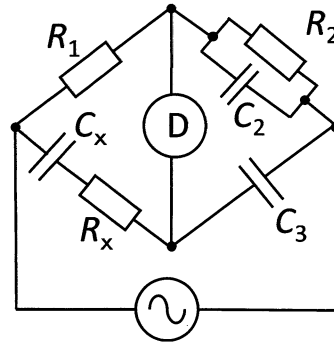
① $R_x = \frac{C_2}{C_3} R_1$, $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_3$

② $R_x = \frac{C_2}{C_3} R_1$, $C_x = -\frac{R_2}{R_1} C_3$

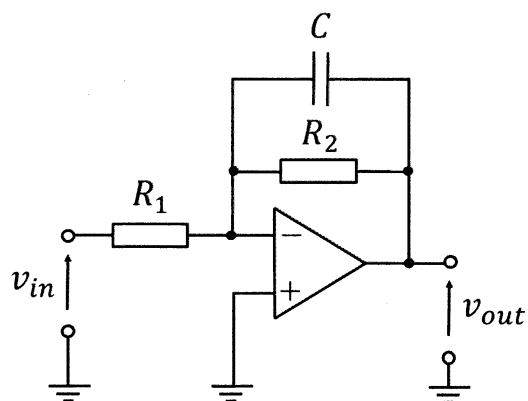
③ $R_x = \frac{C_3}{C_2} R_1$, $C_x = \frac{R_2}{R_1} C_3$

④ $R_x = \frac{C_2}{C_3} R_1$, $C_x = \frac{R_2}{R_1} C_3$

⑤ $R_x = \frac{C_3}{C_2} R_1$, $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_3$



Ⅲ－22 下図は理想オペアンプを用いた一次ローパスフィルタ回路である。この回路に関する次の記述の、に入る数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

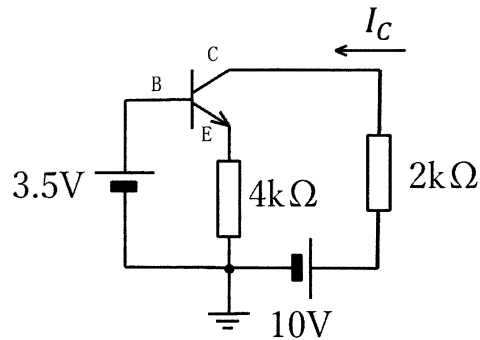


この回路のカットオフ周波数 f_c は ア であり，入力信号の周波数が f_c より十分低い場合の利得 $\frac{v_{out}}{v_{in}}$ が イ となる回路である。

- | | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| ① | $\frac{1}{2\pi C(R_1 + R_2)}$ | $\frac{-R_2}{R_1}$ |
| ② | $\frac{1}{2\pi C R_2}$ | $1 + \frac{R_2}{R_1}$ |
| ③ | $\frac{1}{2\pi C R_2}$ | $\frac{-R_2}{R_1}$ |
| ④ | $\frac{1}{2\pi C(R_1 + R_2)}$ | $1 + \frac{R_2}{R_1}$ |
| ⑤ | $\frac{1}{2\pi C R_1}$ | $\frac{-R_1}{R_2}$ |

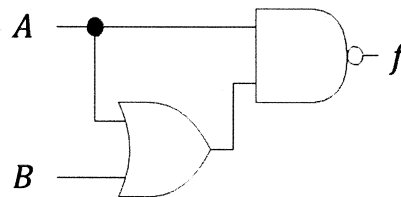
Ⅲ－23 下図で表される回路において，コレクタ電流 I_C が流れ，ベース・エミッタ間の電圧 V_{BE} が 0.7V となった。このときコレクタ電流 I_C の値として，最も近い値はどれか。なお，各電池の内部抵抗は無視できるものとし，トランジスタのエミッタ接地電流増幅率（コレクタ電流とベース電流の比）は十分大きいものとする。

- ① 1.3 mA
- ② 1.1 mA
- ③ 0.9 mA
- ④ 0.7 mA
- ⑤ 0.5 mA



Ⅲ－24 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 $\bar{A} \cdot \bar{B}$
- ② $\overline{A \cdot B}$
- ③ $\overline{A + B}$
- ④ $\bar{A}$
- ⑤ $\bar{B}$



Ⅲ－25 CMOS論理回路の消費電力を小さくする方法として，最も不適切なものはどれか。

- ① 電源電圧を小さくする。
- ② 負荷容量を大きくする。
- ③ クロック周波数を小さくする。
- ④ 信号遷移 1 回当たりの貫通電流を小さくする。
- ⑤ リーク電流を小さくする。

Ⅲ－26 パリティ検査行列 H が以下の行列で表される (7, 4) ハミング符号を考える。
符号化され、送信された符号語 $\mathbf{x}$ が、1 ビット誤りの状況で受信語 $\mathbf{y} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 1\}$ と受信された。送信された符号語 $\mathbf{x}$ として、最も適切なものはどれか。

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- ① $\mathbf{x} = \{0, 1, 1, 0, 0, 0, 1\}$
- ② $\mathbf{x} = \{1, 0, 1, 0, 0, 0, 1\}$
- ③ $\mathbf{x} = \{1, 1, 0, 0, 0, 0, 1\}$
- ④ $\mathbf{x} = \{1, 1, 1, 1, 0, 0, 1\}$
- ⑤ $\mathbf{x} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0\}$

Ⅲ－27 六面体のサイコロの各面に数字 1 から 6 が割り振られている。サイコロを振ったとき、それぞれの面が出る確率を $P_1, P_2, \dots, P_6$ とする。1 回振るときのエントロピーが最も大きくなるようにサイコロを作製した場合、そのエントロピーの値に最も近い値はどれか。

- ① $\log_2 6$
- ② $\frac{\log_2 6}{6}$
- ③ $\frac{1}{6}$
- ④ $\log_{10} 6$
- ⑤ $10 \log_{10} 6$

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

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) z^{-n}$$

と定義されるものとする。信号 $ax(n-k)$ の z 変換として最も適切なものはどれか。

ただし、 k は整数、 a は実数とする。

- ① $aX(z-k)$
- ② $aX(z+k)$
- ③ $a^{-k}X(z)$
- ④ $az^{-k}X(z)$
- ⑤ $az^kX(z)$

Ⅲ－29 連続信号 $f(t)$ ($-\infty < t < \infty$) のフーリエ変換は,

$$F(\omega) = \int_{t=-\infty}^{t=\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt$$

で定義される。ただし, j は虚数単位である。いま正なる値 T に対して, 信号 $f(t)$ が

$$f(t) = \begin{cases} 1/T & -T \leq t \leq T \\ 0 & t < -T, t > T \end{cases}$$

であるとき, 信号 $f(t)$ のフーリエ変換 $F(\omega)$ として, 最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{\sin \omega T}{2\omega T}$ ② $\frac{\cos \omega T}{\omega T}$ ③ $\frac{2\cos \omega T}{\omega T}$ ④ $\frac{2\sin \omega T}{\omega T}$ ⑤ $\frac{\sin \omega T}{\omega T}$

Ⅲ－30 次のIPアドレス (IPv4アドレス) のブロードキャストアドレスとして, 最も適切なものはどれか。

170. 15. 16. 8/16

- ① 170. 15. 16. 0
② 170. 15. 0. 0
③ 170. 15. 16. 255
④ 170. 15. 255. 255
⑤ 255. 255. 0. 0

Ⅲ－31 無線通信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 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) は、1シンボル当たり4ビットの送信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。
- ② 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) 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。
- ③ BPSK (Binary PSK) は、1シンボル当たり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シンボル当たり2ビットのデータを送信する変調方式である。
- ④ BPSK, QPSK, 16QAMを、同一の送信電力で送信した時、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16QAMである。
- ⑤ PSKでも1シンボル当たり3ビット以上のデータを変調することは可能である。

Ⅲ－32 無線通信における復調方法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。

変調された信号を復調する方法としては ア と イ がある。 ア は受信側で ウ を再生する必要があることから、 イ より回路構成は複雑になり、チャネルの時間変動がない場合に誤り率特性は エ する。

	ア	イ	ウ	エ
①	同期検波	非同期検波	送信信号	改善
②	非同期検波	同期検波	送信信号	劣化
③	同期検波	非同期検波	搬送波	劣化
④	非同期検波	同期検波	送信信号	改善
⑤	同期検波	非同期検波	搬送波	改善

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。

電子と正孔それぞれの単位体積当たりの数が等しい半導体をアと呼ぶ。この半導体に各種不純物を混入させることで電子と正孔の単位体積当たりの数を大幅に変化させることができる。

イと呼ばれる電子の供給源となる不純物を混入させると単位体積当たりの電子の数が増大し、ウと呼ばれる正孔の供給源となる不純物を混入させると単位体積当たりの正孔の数が増大する。前者をエと呼び、後者をオと呼ぶ。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	真性半導体	ドナー	アクセプタ	n 形半導体	p 形半導体
②	不純物半導体	ドナー	アクセプタ	p 形半導体	n 形半導体
③	不純物半導体	アクセプタ	ドナー	p 形半導体	n 形半導体
④	真性半導体	アクセプタ	ドナー	n 形半導体	p 形半導体
⑤	真性半導体	アクセプタ	ドナー	p 形半導体	n 形半導体

Ⅲ－34 MOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタ及びMOS容量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容量の値は、そのアにイする。また、MOSトランジスタのスイッチング遅延時間は、そのウにエする。

	ア	イ	ウ	エ
①	ゲート面積	比例	ゲート幅	比例
②	ゲート面積	反比例	ゲート幅	反比例
③	ゲート面積	比例	ゲート長	比例
④	ゲート幅	反比例	ゲート幅	反比例
⑤	ゲート幅	比例	ゲート長	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アを連続通電し、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イという。また、短絡などの事故発生時には、ウ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エという。

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

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は⑤

電荷保存則より全電荷 $Q=2CV$ は一定である。誘電体挿入後の合成静電容量は $C+3C=4C$ となる。蓄えられる全静電エネルギーは $Q^2/(2 \times 4C) = (1/2) CV^2$ となる。

●問題Ⅲ-2

正解は③

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選択肢③の記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-3

正解は④

対称性より重心Gの電位が0Vとなる条件から $QD=-3Q$ となる。各電荷による電界ベクトルを重ね合わせると、合成電界の大きさは $Q/(2\pi\epsilon_0 a^2)$ となり、向きはBA方向となる。

●問題Ⅲ-4

正解は②

頂点の正電荷に働く他の2つの正電荷からの合成斥力と、重心の負電荷からの引力がつり合う条件式を立てる。幾何学的距離を代入して解くことで、 $Q=(\sqrt{3}/3)q$ が得られる。

●問題Ⅲ-5

正解は①

フレミングの左手の法則は親指が力、人差し指が磁界、中指が電流の向きを示す。電流と磁界の向きが平行な場合、両者の外積で表される電磁力の大きさはゼロとなる。

●問題Ⅲ-6

正解は③

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 と直列加算されて $2R$ となる対称性から、端子ab間の合成抵抗は $2R$ となる。

●問題Ⅲ-7

正解は②

重ね合わせの理を用いる。電流源による電流は回路の上下対称性により電圧源側で相殺されてゼロとなる。電圧源による電流は $16V$ を合成抵抗 4Ω で除算して $4A$ となる。

●問題Ⅲ-8

正解は③

ブリッジ部の抵抗比が $2:3=4:6$ より平衡しているため中央の 10Ω には電流が流れない。 5Ω の電流 $0.42A$ と全合成抵抗 $25/3\Omega$ の積より電源電圧は $3.5V$ となる。

●問題Ⅲ-9

正解は④

負荷抵抗 RL の消費電力は $RL E^2/(Rs+RL)^2$ で表される。最大電力供給定理より $RL=Rs$ のときに消費電力は最大となり、その最大値は $E^2/(4RL)$ となる。

●問題Ⅲ-10

正解は⑤

直列RLC回路において交流電源からみた力率が1となる共振条件は、回路インピーダンスの虚部がゼロとなることである。 $\omega L - 1/(\omega C) = 0$ より $L = 1/(\omega^2 C)$ となる。

●問題Ⅲ-11

正解は③

抵抗電圧の波形が電源電圧より位相が約 30° 進んでいるため Z はコンデンサである。時定数と周波数からリアクタンスを計算することで、静電容量は $0.11\mu F$ となる。

●問題Ⅲ-12

正解は⑤

スイッチを閉じる直前のインダクタ電流は $E/(R_0+R)$ である。スイッチ投入後はLとRの閉回路となり、時定数 L/R で指数関数的に減衰するため選択肢⑤の式となる。

●問題Ⅲ-13

正解は④

直列RLC回路の特性方程式は $LS^2+RS+1/C=0$ である。回路に流れる電流が振動的にならない条件は判別式が非負となることであり、整理すると $4L \leq CR^2$ となる。

●問題Ⅲ-14

正解は②

直流送電は周波数の制約を受けないため、周波数の異なる交流系統間を接続する異周波数連系に広く用いられている。したがって連系ができないとする記述は不適切となる。

●問題Ⅲ-15

正解は④

沸騰水型軽水炉（BWR）は原子炉内で直接蒸気を発生させてタービンへ送る方式であり、蒸気発生器は備えていない。したがって蒸気発生器を用いるとする記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-16

正解は②

同期発電機の有効電力300kWと遅れ無効電力400kvar、インバータの有効電力300kWを合成する。全有効電力600kWと無効電力から力率を計算すると遅れ0.83となる。

●問題Ⅲ-17

正解は③

単相半波サイリスタ整流回路の抵抗負荷における平均電圧は $(V_m/(2\pi))(1+\cos\alpha)$ で与えられる。実効値100Vおよび制御角30度を代入して計算すると約42Vとなる。

●問題Ⅲ-18

正解は④

SW1を駆動すると電源から負荷へ降圧動作で電力が供給される。SW2を駆動すると負荷から電源へ昇圧動作で電力が回生されるため、選択肢④の組み合わせが適切となる。

●問題Ⅲ-19

正解は④

導通損失は電流、飽和電圧、デューティ比の積より1225Wとなる。スイッチング損失は1周期の損失0.17Jに周波数2kHzを乗じて340Wとなり、合計損失は1565Wとなる。

●問題Ⅲ-20

正解は①

G_2 と G_3 の並列和 G_2+G_3 に G_1 が直列に接続され、前向き伝達関数は $G_1/(G_2+G_3)$ となる。これに負帰還要素Hを適用して閉ループ伝達関数を求めると選択肢①の式となる。

●問題Ⅲ-21

正解は④

交流ブリッジの平衡条件式に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、 $R_x=(C_2/C_3)R_1$ および $C_x=(R_2/R_1)C_3$ となる。

●問題Ⅲ-22

正解は③

反転増幅器の帰還インピーダンスは R_2 とCの並列接続となる。カットオフ周波数は虚部と実部が等しくなる $1/(2\pi CR_2)$ となり、直流における低周波利得は $-R_2/R_1$ となる。

●問題Ⅲ-23

正解は④

エミッタ電位はベース電圧3.5Vから V_{BE} の0.7Vを引いて2.8Vとなる。エミッタ抵抗4kΩよ

り電流は $2.8\text{V}/4\text{k}\Omega=0.7\text{mA}$ となり、コレクタ電流もほぼ 0.7mA となる。

●問題Ⅲ-24

正解は④

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 $f=\overline{A}$ となる。

●問題Ⅲ-25

正解は②

CMOS論理回路の動的消費電力は負荷容量に比例する。したがって負荷容量を大きくすると充放電に伴う消費電力が増加するため、小さくする方法としては最も不適切となる。

●問題Ⅲ-26

正解は③

受信語 y に対してシンドローム $s=Hy$ を計算すると $[0, 1, 1]^T$ となり、検査行列 H の第3列と一致する。第3ビットに誤りがあると特定できるため、送信語は選択肢③となる。

●問題Ⅲ-27

正解は①

サイコロの出目のエントロピーはすべての面が等確率 $1/6$ で出るときに最大となる。情報理論の定義に従って最大エントロピーを計算すると、 $\log_2 6$ となる。

●問題Ⅲ-28

正解は④

z 変換の線形性および時間推移定理を適用する。時間領域で k サンプル遅延した信号 $x(n-k)$ の z 変換は $z^{-(k)}X(z)$ となり、全体に定数 a を乗じることで $az^{-(k)}X(z)$ となる。

●問題Ⅲ-29

正解は④

対称な孤立矩形パルス信号の定義式に従い、 $-T$ から T までの区間で複素指数関数を積分する。オイラーの公式を適用して正弦関数に変換すると $2\sin(\omega T)/(\omega T)$ となる。

●問題Ⅲ-30

正解は④

CIDR表記/16より上位16ビットがネットワーク部であり、下位16ビットがホスト部である。ブロードキャストアドレスはホスト部をすべて1とした $170.15.255.255$ となる。

●問題Ⅲ-31

正解は④

デジタル変調方式では多値数が増加するほど信号点間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④は誤りとなる。

●問題Ⅲ-32

正解は⑤

同期検波は受信側で搬送波を再生する必要があるため非同期検波よりも回路構成が複雑になるが、雑音に対する誤り率特性は改善される。したがって選択肢⑤の組み合わせとなる。

●問題Ⅲ-33

正解は①

電子と正孔の密度が等しいものは真性半導体である。電子を供給する不純物はドナーと呼ばれ n 形半導体を作り、正孔を供給する不純物はアクセプタと呼ばれ p 形半導体を作る。

●問題Ⅲ-34

正解は③

MOS容量は電極面積に比例するためゲート面積に比例する。また、MOSトランジスタのスウィッチング遅延時間はチャネル走行時間に依存し、ゲート長に比例して大きくなる。

●問題Ⅲ-35

正解は②

遮断器は平常時に負荷電流を連続通電し、この限度を定格電流という。また短絡事故発生時には事故電流を流して安全に遮断することができ、この限度を定格遮断電流という。