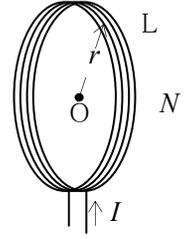


BK・YK909

第二級総合無線通信士
第二級海上無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

A-1 図に示す半径 r が 0.5 [m] で巻数 N が 4 回の円形コイル L の中心 O に生ずる磁界の強さを 2 [A/m] にしたい。このときのコイルに流す直流電流 I の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、漏れ磁束はないものとする。



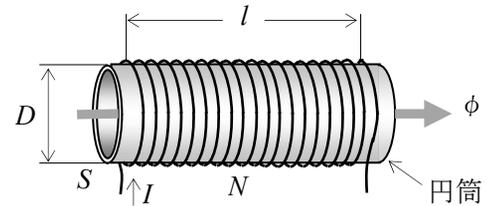
- 1 0.2 [A]
- 2 0.3 [A]
- 3 0.5 [A]
- 4 0.8 [A]

A-2 図に示すように、真空中の r [m] 離れた点 a 及び b にそれぞれ点電荷 Q_1 及び Q_2 [C] を置いたとき、これら点電荷の間には F [N] の静電力が働いた。次に点 b の点電荷 Q_2 を、 ab を結ぶ直線上で、点 b から $2r$ [m] 離れた点 c に移動したとき、2 個の点電荷の間に働く静電力の大きさとして、正しいものを下の番号から選べ。



- 1 $\frac{F}{2}$ [N]
- 2 $\frac{F}{4}$ [N]
- 3 $\frac{F}{9}$ [N]
- 4 $\frac{F}{16}$ [N]

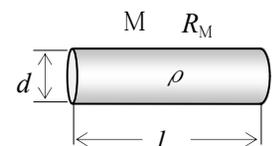
A-3 次の記述は、図に示すような円筒に巻いた空芯のコイルの自己インダクタンス L について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、コイルの直径 D [m] はコイルの長さ l [m] に比べて十分小さいものとする。また、空気の透磁率を μ_0 [H/m] とし、漏れ磁束はないものとする。



- (1) L は、コイルの巻数を N 、コイルに流れる電流を I [A]、コイル内部の磁束を ϕ [Wb] とすると、 $L = \square A$ [H] である。
- (2) コイル内部の磁界の強さ H は、 $H = NI/l$ [A/m] であるので、 ϕ はコイルの断面積を S [m²] とすると、 $\phi = \square B$ [Wb] である。
- (3) したがって、 L は(1)及び(2)より $L = \square C$ [H] となる。

- | | A | B | C |
|---|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | $\frac{N\phi}{I}$ | $\frac{\mu_0 N I S}{l}$ | $\frac{\mu_0 N^2 S}{l}$ |
| 2 | $\frac{N\phi}{I}$ | $\frac{\mu_0 N^2 I S}{l}$ | $\frac{\mu_0 N^3 S^2}{l}$ |
| 3 | $\frac{N I}{\phi}$ | $\frac{\mu_0 N I S}{l}$ | $\frac{\mu_0 N^2 S}{l}$ |
| 4 | $\frac{N I}{\phi}$ | $\frac{\mu_0 N^2 I S}{l}$ | $\frac{\mu_0 N^3 S^2}{l}$ |

A-4 次の記述は、直線導体の抵抗について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、図に示す形状の直線導体 M の抵抗を R_M [Ω] とする。



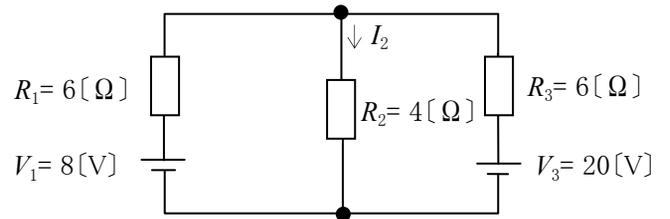
- 1 抵抗率は M と等しく、直径を M の 2 倍、長さを M の 4 倍にすると、抵抗は R_M [Ω] になる。
- 2 長さは M と等しく、抵抗率を M の 2 倍、直径を M の 4 倍にすると、抵抗は $\frac{R_M}{8}$ [Ω] になる。
- 3 直径と抵抗率は M と等しく、長さを M の 3 倍にすると、抵抗は $3R_M$ [Ω] になる。
- 4 直径は M と等しく、抵抗率を M の 3 倍、長さを M の 2 倍にすると、抵抗は $\frac{R_M}{6}$ [Ω] になる。

ρ : 抵抗率 [Ω・m]
 d : 直径 [m]
 l : 長さ [m]

A-5 図に示す直流回路において、抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 の値として、正しいものを下の番号から選べ。

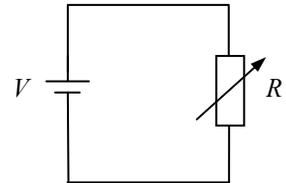
- 1 1 [A]
- 2 2 [A]
- 3 4 [A]
- 4 6 [A]

V_1, V_3 : 直流電圧
 R_1, R_2, R_3 : 抵抗



A-6 図に示す回路において、可変抵抗 R の値が $30[\Omega]$ のときの消費電力が $3[\text{W}]$ であった。次に R の値を $6[\Omega]$ にしたときの消費電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電源の電圧 $V[\text{V}]$ は一定とし、電源の内部抵抗は零とする。

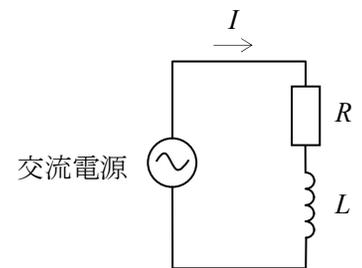
- 1 12 [W]
- 2 15 [W]
- 3 18 [W]
- 4 20 [W]



A-7 次の記述は、図に示す抵抗 $R[\Omega]$ 及び自己インダクタンス $L[\text{H}]$ の直列回路の電力について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電源の角周波数を $\omega[\text{rad/s}]$ とする。

- (1) 力率 $\cos \phi$ は、 $\cos \phi = \square \text{ A}$ である。
 (2) 回路に流れる電流を $I[\text{A}]$ とすると、回路の消費電力(有効電力) P は、 $P = \square \text{ B}$ [W] である。

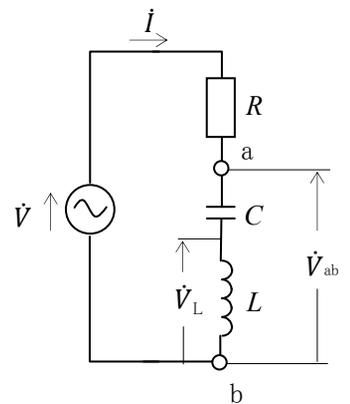
- | A | B |
|---------------------------------------|----------------|
| 1 $\frac{R}{\sqrt{R^2+(\omega L)^2}}$ | $I^2 R$ |
| 2 $\frac{R}{\sqrt{R^2+(\omega L)^2}}$ | $I^2 \omega L$ |
| 3 $\frac{R}{R + \omega L}$ | $I^2 R$ |
| 4 $\frac{R}{R + \omega L}$ | $I^2 \omega L$ |



A-8 次の記述は、図に示す直列共振回路の特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、回路の共振周波数を $f_0[\text{Hz}]$ とする。

- 1 f_0 のとき、回路に流れる電流 i の大きさは、 $\dot{V}/R[\text{A}]$ である。
- 2 i と L の両端の電圧 \dot{V}_L との位相差は常に $\pi/2[\text{rad}]$ である。
- 3 \dot{V} の周波数が f_0 より低いとき、回路は容量性になる。
- 4 f_0 のとき、端子 ab 間の電圧 \dot{V}_{ab} は、 $\dot{V}[\text{V}]$ である。

\dot{V} : 交流電圧 [V]
 R : 抵抗 [Ω]
 C : 静電容量 [F]
 L : 自己インダクタンス [H]



A-9 次の記述は、PN 接合について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、 V は直流電圧、A 及び K は、それぞれダイオードの電極アノード及びカソードである。また、図中の P は P 形半導体、N は N 形半導体を表す。

- 1 PN 接合は、シリコン(Si)等の一つの結晶内に P 形と N 形の半導体の層を作ったものである。
- 2 P 形半導体の多数キャリアはホール(正孔)であり、N 形半導体の多数キャリアは自由電子である。
- 3 図 1 の方向に加える電圧は、順方向電圧である。
- 4 接合形ダイオードの内部構造を図記号と対比させると、図 2 のようになる。

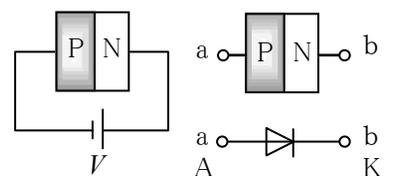


図 1

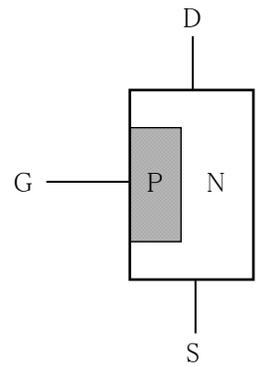
図 2

A-10 次の記述は、図に示す原理的な内部構造の接合形電界効果トランジスタ(FET)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) チャネルは、□ A □ である。
 (2) 一般に、DS間には、□ B □ の電圧を加えて用いる。

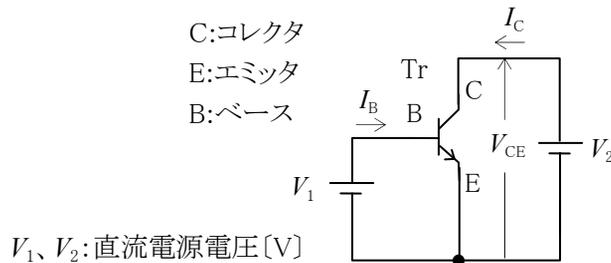
- | | |
|---------|-------------------|
| A | B |
| 1 Pチャネル | Dに「負(-)」、Sに「正(+)」 |
| 2 Pチャネル | Dに「正(+)」、Sに「負(-)」 |
| 3 Nチャネル | Dに「負(-)」、Sに「正(+)」 |
| 4 Nチャネル | Dに「正(+)」、Sに「負(-)」 |

D:ドレイン
 S:ソース
 G:ゲート
 P:P形半導体
 N:N形半導体



A-11 図に示す回路において、トランジスタ(Tr)の電圧-電流特性を求めたとき、表のような結果が得られた。Trの $I_C = 3.0$ [mA]、 $V_{CE} = 6$ [V]におけるエミッタ接地電流増幅率 h_{fe} の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、Trのコレクタ-エミッタ間電圧を V_{CE} 、コレクタ電流を I_C 及びベース電流を I_B とする。

- 1 100
 2 150
 3 200
 4 250

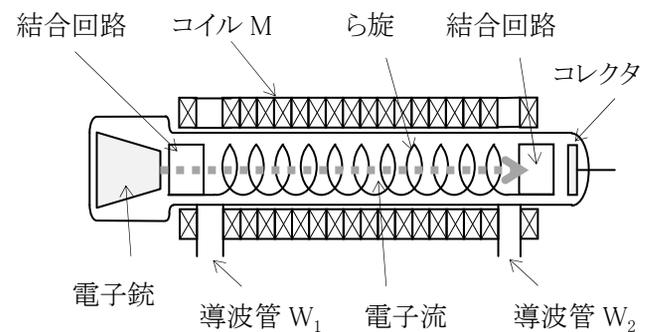


V_{CE} [V]	I_C [mA]					
	I_B	10 [μ A]	15 [μ A]	20 [μ A]	25 [μ A]	30 [μ A]
4		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
6		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
8		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0

A-12 次の記述は、図に示す原理的な構造の進行波管について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) コイルMは、電子銃から放出される電子流を □ A □ させる役割がある。
 (2) 増幅させるマイクロ波は、図の □ B □ に入力する。
 (3) 内部に空洞共振器がないため広帯域の信号の増幅が □ C □ 。

- | | | |
|------|-----------|------|
| A | B | C |
| 1 拡散 | 導波管 W_1 | できる |
| 2 拡散 | 導波管 W_2 | できない |
| 3 集束 | 導波管 W_1 | できる |
| 4 集束 | 導波管 W_2 | できない |

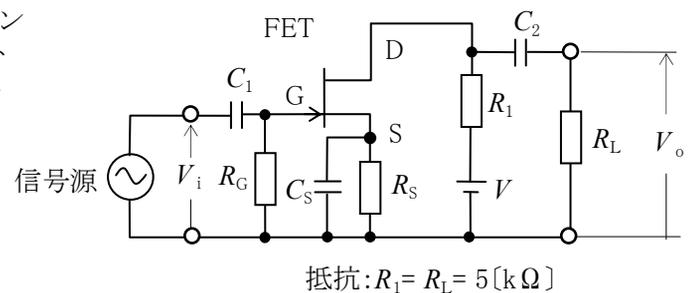


A-13 図に示すA級動作をしている電界効果トランジスタ(FET)増幅回路の電圧増幅度 V_o/V_i の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、FETの相互コンダクタンス g_m は20[mS]、ドレイン抵抗 r_D [Ω]は無大とする。また、静電容量 C_1, C_2, C_S [F]及び抵抗 R_G, R_S [Ω]の影響は無視するものとする。

- 1 40
 2 50
 3 60
 4 70

D:ドレイン
 G:ゲート
 S:ソース

V_i : 入力電圧[V]
 V_o : 出力電圧[V]
 V : 直流電源電圧[V]



A - 14 次の記述は、図 1 に示す変成器 T を用いた A 級電力増幅回路の動作について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、トランジスタ(Tr)のバイアスは最適であり、T に損失はないものとする。また、T の一次側の巻数及び二次側の巻数をそれぞれ N_1 及び N_2 とし、T の巻数比を $n = N_1/N_2$ とする。

- (1) T の一次側から見た負荷抵抗 R_a は、 $R_a = \square A$ [Ω] である。
- (2) 図 2 に示す動作点 K_0 は、コレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} が V [V] で、コレクタ電流 I_C は、 V/R_a [A] の点である。
- (3) 最大出力電力 P_{om} は、 V_{CE} と I_C が K_0 を中心として点 K_1 から K_2 まで変化するときであるから、 $P_{om} = \square B$ [W] である。

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| A | B |
| 1 $n^2 R_L$ | $\frac{V^2}{R_a}$ |
| 2 $n^2 R_L$ | $\frac{V^2}{2R_a}$ |
| 3 $\frac{1}{n^2} R_L$ | $\frac{V^2}{R_a}$ |
| 4 $\frac{1}{n^2} R_L$ | $\frac{V^2}{2R_a}$ |

C: コレクタ
E: エミッタ
B: ベース

R : 抵抗 [Ω]
 R_L : 負荷抵抗 [Ω]
 C : 結合コンデンサ [F]
 V_i : 入力電圧 [V]
 V : 直流電源電圧 [V]

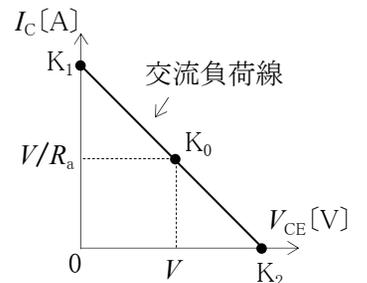
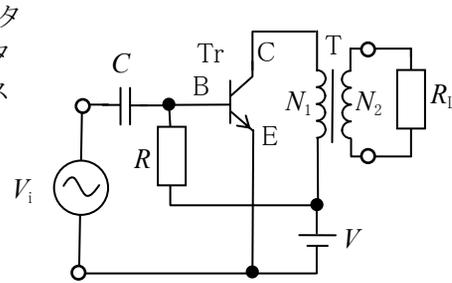


図 1

図 2

A - 15 次の記述は、図 1 に示すブリッジ整流回路の動作について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 抵抗 R には、端子 □ A の方向の電流が流れる。
- (2) R に流れる電流の波形は、図 2 の □ B である。

- | | |
|----------|---|
| A | B |
| 1 a から b | ア |
| 2 a から b | イ |
| 3 b から a | ア |
| 4 b から a | イ |

V : 正弦波交流電源
D: 理想的なダイオード

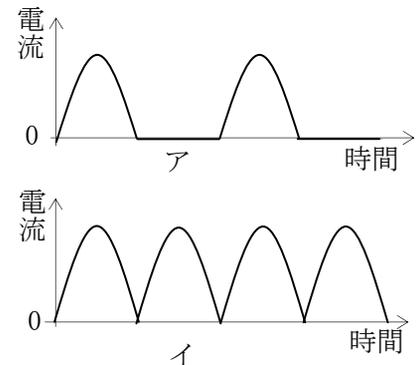
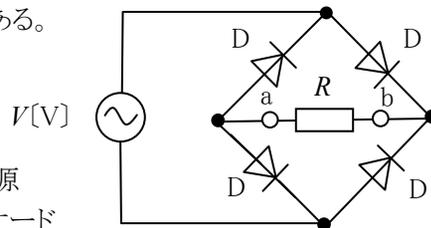


図 1

図 2

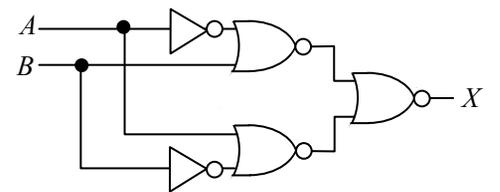
A - 16 図に示す論理回路の真理値表として正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、A 及び B を入力、X を出力とする。

1		
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2		
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3		
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

4		
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



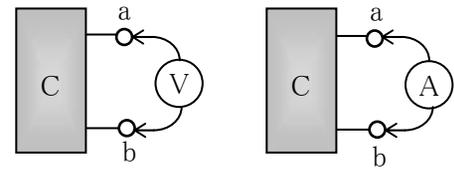
A - 17 次の記述は、整流形の交流電圧計について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 交流を整流器で直流にして □ A 計器に加えている。
- (2) 目盛は、通常、正弦波の □ B で目盛られている。

- | | |
|--------------|-----|
| A | B |
| 1 永久磁石可動コイル形 | 実効値 |
| 2 永久磁石可動コイル形 | 平均値 |
| 3 可動鉄片形 | 実効値 |
| 4 可動鉄片形 | 平均値 |

A-18 図に示すように、直流回路 C の端子 a b 間に、内部抵抗が無限大の直流電圧計 V を接続したときその指示値は 20[V] であり、同じ回路 C に内部抵抗が 5[Ω] の直流電流計 A を接続したときの指示値が 0.4[A] であった。このとき、端子 a b から回路 C を見た内部抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

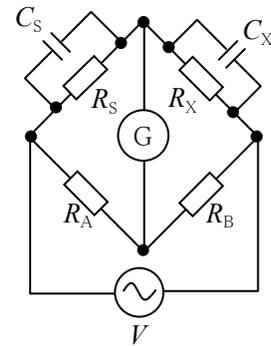
- 1 25 [Ω]
- 2 30 [Ω]
- 3 45 [Ω]
- 4 50 [Ω]



A-19 図に示す交流ブリッジ回路が平衡状態にあるとき、抵抗 R_X 及び静電容量 C_X を求める式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_X = \frac{R_B}{R_S} R_A$ [Ω], $C_X = \frac{R_B}{R_A} C_S$ [F]
- 2 $R_X = \frac{R_B}{R_S} R_A$ [Ω], $C_X = \frac{R_A}{R_B} C_S$ [F]
- 3 $R_X = \frac{R_B}{R_A} R_S$ [Ω], $C_X = \frac{R_B}{R_A} C_S$ [F]
- 4 $R_X = \frac{R_B}{R_A} R_S$ [Ω], $C_X = \frac{R_A}{R_B} C_S$ [F]

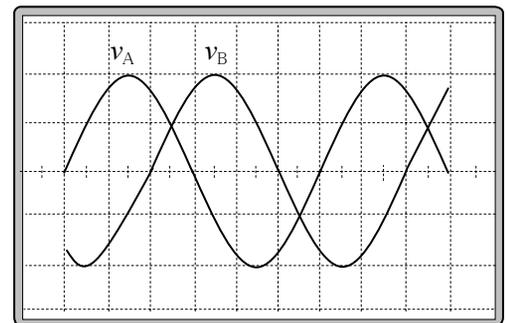
R_S, R_A, R_B : 抵抗 [Ω]
 C_S : 静電容量 [F]
 G: 検流計
 V: 交流電源 [V]



A-20 次の記述は、二現象オシロスコープで図に示すような周波数の等しい電圧 v_A 及び v_B の正弦波の波形が観測されたときの位相について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

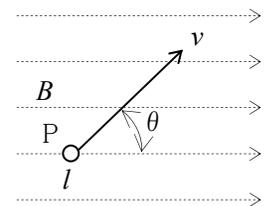
- (1) v_A は v_B よりも位相が □ A □ いる。
- (2) v_A と v_B の位相差は、約 □ B □ である。

- | | A | B |
|-------|---|------------------------|
| 1 進んで | | $\frac{\pi}{6}$ [rad] |
| 2 進んで | | $\frac{2\pi}{3}$ [rad] |
| 3 遅れて | | $\frac{\pi}{6}$ [rad] |
| 4 遅れて | | $\frac{2\pi}{3}$ [rad] |



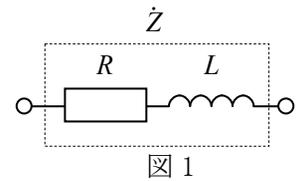
B-1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中で長さが l [m] の直線導体 P が磁界の方向に対して θ [rad] ($0 \leq \theta \leq \pi/2$) の角度を保って v [m/s] の速さで動いているときに、P に生ずる起電力 e について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、磁界は紙面に平行で、P は紙面に対して垂直を保って運動するものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) この現象を □ ア □ 誘導といい、 e の大きさは、 $e =$ □ イ □ [V] で求められる。
- (2) e の方向は、 $\theta = \pi/2$ [rad] のとき、フレミングの □ ウ □ で求められる。
- (3) フレミングの □ ウ □ では、 B と v を規定の指で指したとき、□ エ □ の方向が e の方向になる。
- (4) この起電力は、□ オ □ に利用される。



- | | | | | |
|---------|---------------------|-------|-------|-------|
| 1 右手の法則 | 2 $Blv \tan \theta$ | 3 人差指 | 4 電動機 | 5 電磁 |
| 6 左手の法則 | 7 $Blv \sin \theta$ | 8 中指 | 9 発電機 | 10 静電 |

B-2 次の記述は、図1に示す抵抗 $R[\Omega]$ 及び自己インダクタンス $L[H]$ の直列回路のインピーダンス $Z[\Omega]$ について述べたものである。
 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、角周波数を $\omega[\text{rad/s}]$ とする。



- (1) Z は、複素数表示すると、 [Ω] である。
- (2) Z の大きさ $|Z|$ は、 [Ω] である。
- (3) $\omega = 0$ のときの Z のベクトルは、図2の(a)と(b)のうち、 である。
- (4) 図3の(c)と(d)のうち、 ω の値が大きいのは、 である。
- (5) ω を0から ∞ まで変化させたときの Z のベクトル軌跡は、図4の(e)と(f)のうち、 である。

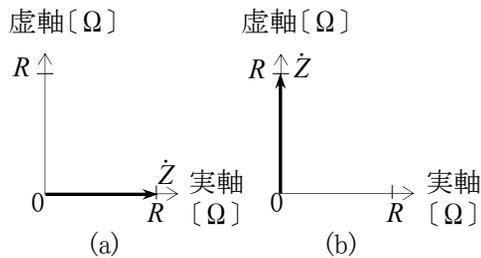


図2

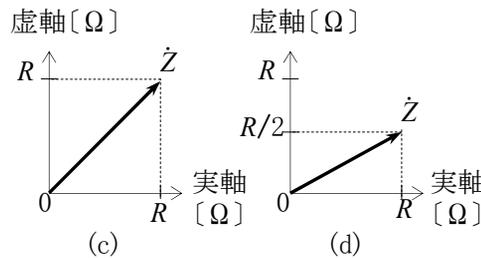


図3

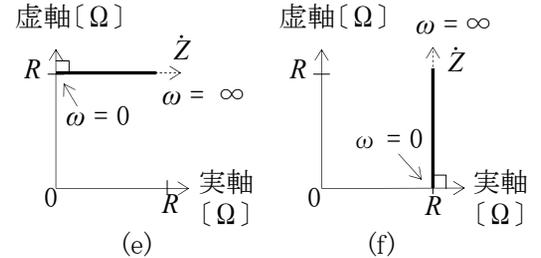


図4

- | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|-------|--------|
| 1 $R + j\omega L$ | 2 $\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ | 3 (b) | 4 (c) | 5 (f) |
| 6 $R - j\omega L$ | 7 $\sqrt{R + \omega L}$ | 8 (a) | 9 (d) | 10 (e) |

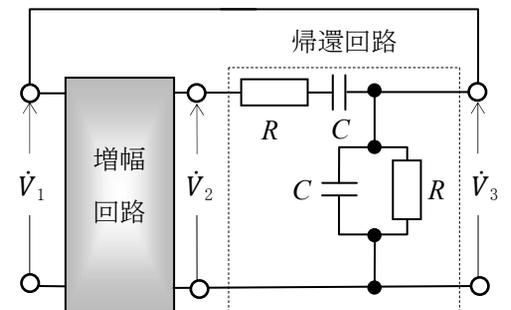
B-3 次の記述は、各種電子素子の特性と主な用途について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア サーミスタは、光センサとして用いられる。
- イ 発光ダイオードは、表示器などに用いられる。
- ウ ホール素子は、磁気センサとして用いられる。
- エ ツェナーダイオードは、定電圧源に用いられる。
- オ バラクタダイオードは、可変抵抗素子として用いられる。

B-4 次の記述は、図に示す原理的なCR発振回路について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、回路は発振状態にあり、増幅回路は入力抵抗が無限大で出力抵抗は零とする。

- (1) 名称は、 形CR発振回路といわれる。
- (2) \dot{V}_1 と \dot{V}_2 の位相は、 である。
- (3) 増幅回路の増幅度 $A = |\dot{V}_2 / \dot{V}_1|$ は、 である。
- (4) 帰還回路の帰還率 $\beta = |\dot{V}_3 / \dot{V}_2|$ は、 である。
- (5) 発振周波数 f_0 は、 $f_0 =$ [Hz] である。

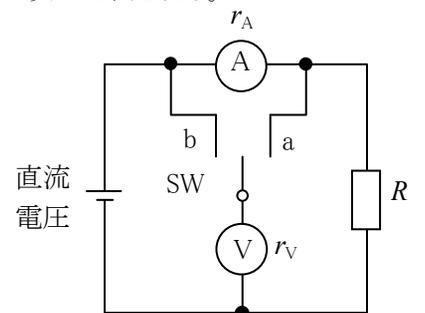
R : 抵抗 [Ω]
 C : 静電容量 [F]
 $\dot{V}_1, \dot{V}_2, \dot{V}_3$: 電圧 [V]



- | | | | | |
|--------|-------|-----|-----------------|------------------------|
| 1 ターマン | 2 逆位相 | 3 1 | 4 $\frac{1}{3}$ | 5 $\frac{R}{2\pi C}$ |
| 6 移相 | 7 同位相 | 8 3 | 9 $\frac{1}{2}$ | 10 $\frac{1}{2\pi CR}$ |

B-5 次の記述は、図に示す回路で、抵抗 $R[\Omega]$ の消費電力を、直流電流計 A の指示値 $I[A]$ 及び直流電圧計 V の指示値 $V[V]$ から求める方法について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、A の内部抵抗を $r_A[\Omega]$ 、V の内部抵抗を $r_V[\Omega]$ とする。また、指示値には、誤差はないものとする。

- (1) スイッチ SW が a、b どちらに接続されていても、測定値 $P_M = V \times I [W]$ は、真値 $P_T [W]$ よりも 。
- (2) SW を a に接続したとき、 $I[A]$ には に流れる電流が含まれるので、その分を補正すると、 P_T は次式で表される。
 $P_T =$ [W]
- (3) SW を b に接続したとき、 $V[V]$ には にかかる電圧が含まれるので、その分を補正すると、 P_T は次式で表される。
 $P_T =$ [W]



- | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------------------------|-------|-------------------|
| 1 $VI - I^2 r_V$ | 2 直流電圧計 V | 3 $VI + \frac{V^2}{r_V}$ | 4 小さい | 5 $VI + I^2 r_A$ |
| 6 $VI - \frac{V^2}{r_A}$ | 7 直流電流計 A | 8 $VI - \frac{V^2}{r_V}$ | 9 大きい | 10 $VI - I^2 r_A$ |