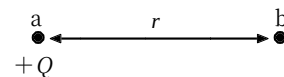


第一級総合無線通信士 **「無線工学の基礎」試験問題**
第一級海上無線通信士

25問 2時間30分

A－1 図に示すように、真空中の点 a に孤立した点電荷 $+Q$ [C] があり、点 a から距離 r [m] 離れた点 b の電位が 10 [V] で、電界の強さが 2 [V/m] であった。このときの r の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1 [m] 2 2 [m] 3 3 [m] 4 4 [m] 5 5 [m]



A－2 次の記述は、磁界中の電子の運動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、重力の影響は無視するものとする。

図に示すように、真空中を電荷 $-q$ [C] ($q > 0$)、質量 m [kg] の孤立電子が磁束密度 B [T] で紙面の表から裏の方向 (⊗) の平等磁界に直角の方向に速度 v [m/s] で円運動をしており、その円の半径を r [m] とする。

(1) 電子が B から受ける電磁力の大きさ F_1 は、次式で表される。

$$F_1 = \boxed{A} \text{ [N]} \quad \cdots \cdots \text{①}$$

(2) 電子に働く遠心力 F_2 の大きさは、次式で表される。

$$F_2 = \boxed{B} \text{ [N]} \quad \cdots \cdots \text{②}$$

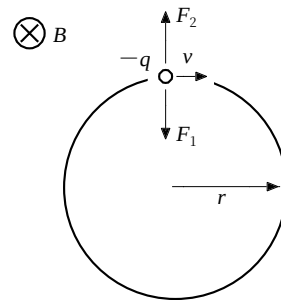
(3) F_1 と F_2 は大きさが等しいので、式①及び②から r は、次式で表される。

$$r = mv / (qB) \text{ [m]}$$

(4) 円運動の周期 T は次式で表される。

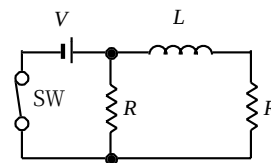
$$T = \boxed{C} \text{ [s]}$$

A	B	C
1 mvB	mv^2/r	$2\pi m / (qB)$
2 mvB	$mv^2 / (2r)$	$2\pi q / (mB)$
3 qvB	mv^2/r	$2\pi q / (mB)$
4 qvB	$mv^2 / (2r)$	$2\pi q / (mB)$
5 qvB	mv^2/r	$2\pi m / (qB)$



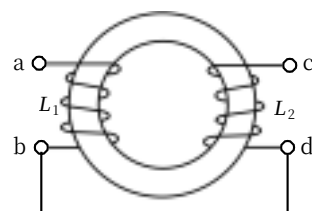
A－3 図に示す回路において、スイッチ SW が接 (ON) で定常状態にある。次に SW を断 (OFF) にしたとき Ω の抵抗 2 個で消費されるエネルギー P を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電源の電圧を V [V]、内部抵抗を零とし、コイルの自己インダクタンスを L [H]、抵抗分を零とする。

- 1 $P = LV^2/R$ [J]
 2 $P = LV^2/(2R)$ [J]
 3 $P = LV^2/R^2$ [J]
 4 $P = LV^2/(2R)^2$ [J]
 5 $P = LV^2/(2R^2)$ [J]



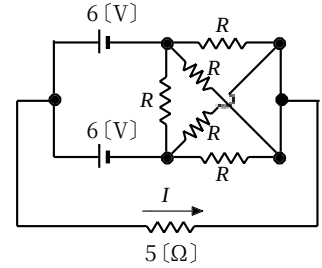
A－4 図に示すように、環状鉄心に巻かれたコイルの自己インダクタンス L_1 及び L_2 の値がそれぞれ 4 及び 16 [mH] であるとき、端子 b d 間を接続したときの端子 a c 間の合成インダクタンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、相互インダクタンスの大きさ M は $\sqrt{L_1 L_2}$ [mH] (結合係数が 1) とする。

- 1 4 [mH]
 2 10 [mH]
 3 12 [mH]
 4 28 [mH]
 5 36 [mH]

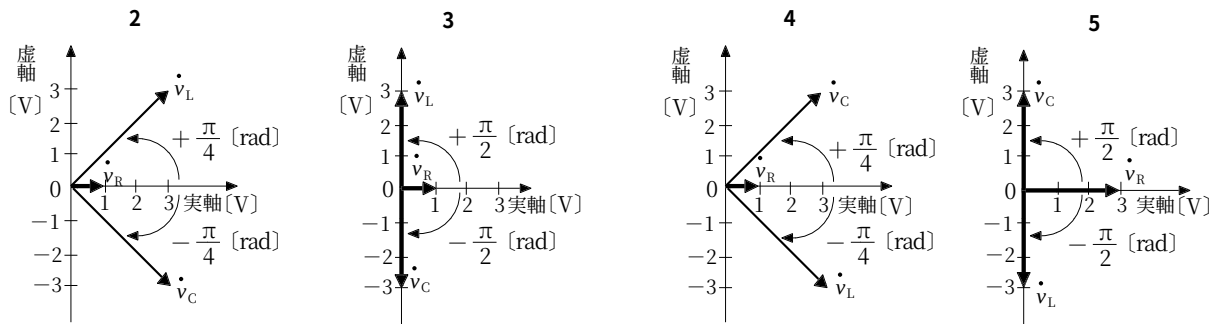
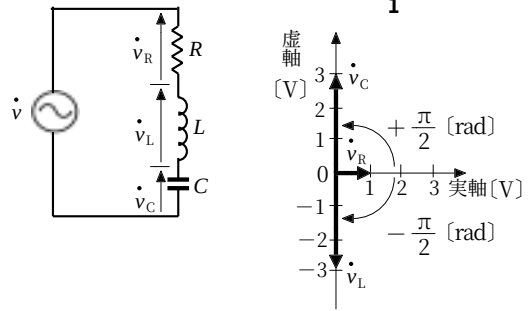


A-5 図に示す回路において、 $5[\Omega]$ の抵抗を流れる直流電流 $I[\text{A}]$ の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源の内部抵抗は零とし、抵抗 R の値はすべて $4[\Omega]$ とする。

- 1 0.4 [A]
- 2 0.6 [A]
- 3 0.8 [A]
- 4 1 [A]
- 5 1.2 [A]



A-6 図に示す抵抗 $R[\Omega]$ 、自己インダクタンス $L[\text{H}]$ のコイル、静電容量 $C[\text{F}]$ のコンデンサからなる直列回路において、回路が共振状態にあるときのベクトル図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 $\dot{v}$ の大きさを $1[\text{V}]$ 、回路のせん鋭度 Q を 3 とし R, L, C の端子電圧をそれぞれ $\dot{v}_R, \dot{v}_L, \dot{v}_C[\text{V}]$ とする。



A-7 次の記述は、図に示す Δ 接続した抵抗回路の Y 接続への等価変換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、 $R_1, R_2, R_3, R_{12}, R_{23}, R_{31}$ は、抵抗 $[\Omega]$ を表す。

(1) 二つの回路は等価であるので、端子 a, b 間の合成抵抗が等しく、次式が成り立つ。

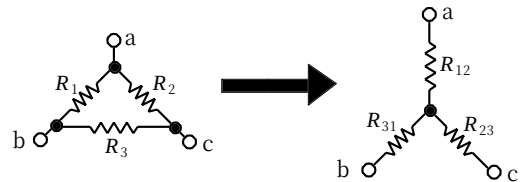
$$\frac{\boxed{\text{A}}}{R_1 + R_2 + R_3} = R_{12} + R_{31}$$

(2) 二つの回路の端子 b, c 間及び端子 c, a 間の合成抵抗もそれぞれ等しく、同様の式が得られる。これら三つの式を整理すると、次式が得られる。

$$\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \boxed{\text{B}}$$

(3) R_{12}, R_{23}, R_{31} のうち、 R_{12} は、次式で表される。

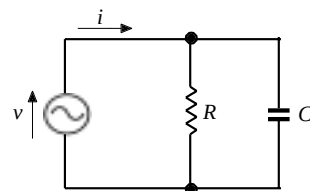
$$R_{12} = \boxed{\text{C}} [\Omega]$$



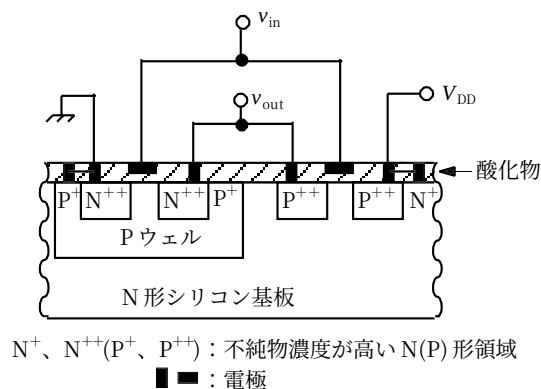
- | | A | B | C |
|---|---------------------|--|---|
| 1 | $R_1 R_2 + R_3 R_1$ | $R_{12} + R_{23} + R_{31}$ | $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ |
| 2 | $R_1 R_2 + R_3 R_1$ | $\frac{R_{23} R_{31}}{R_{12}} + \frac{R_{31} R_{12}}{R_{23}} + \frac{R_{12} R_{23}}{R_{31}}$ | $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$ |
| 3 | $R_1 R_3 + R_2 R_3$ | $\frac{R_{23} R_{31}}{R_{12}} + \frac{R_{31} R_{12}}{R_{23}} + \frac{R_{12} R_{23}}{R_{31}}$ | $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ |
| 4 | $R_1 R_2 + R_2 R_3$ | $\frac{R_{23} R_{31}}{R_{12}} + \frac{R_{31} R_{12}}{R_{23}} + \frac{R_{12} R_{23}}{R_{31}}$ | $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$ |
| 5 | $R_1 R_2 + R_2 R_3$ | $R_{12} + R_{23} + R_{31}$ | $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ |

A-8 図に示す RC 並列回路における交流電源の電圧 v [V] と交流電源から流れる電流 i [A] の位相差の大きさ ϕ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の角周波数を ω [rad/s]、抵抗を R [Ω]、コンデンサの静電容量を C [F] とする。

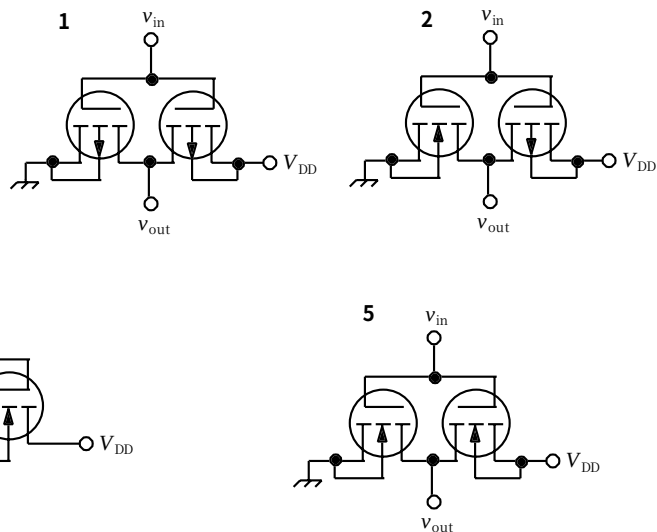
- 1 $\phi = \tan^{-1}(\omega CR)$ [rad]
- 2 $\phi = \tan^{-1}\{1/(\omega CR)\}$ [rad]
- 3 $\phi = \cos^{-1}\{1/(\omega CR)\}$ [rad]
- 4 $\phi = \sin^{-1}(\omega CR)$ [rad]
- 5 $\phi = \sin^{-1}\{1/(\omega CR)\}$ [rad]



A-9 図に示す CMOS 集積回路 (IC) の構成例の等価回路として、正しいものを下の番号から選べ。



v_{in} : 入力
 v_{out} : 出力
 V_{DD} : 電源電圧



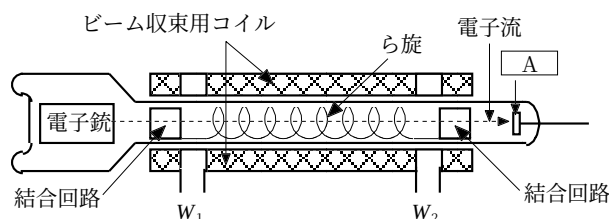
A-10 可変容量ダイオードの用途として、最も適切なものを下の番号から選べ。

- 1 各種機器の温度補償
- 2 受信機や受信機のチューナ
- 3 整流回路
- 4 定電圧回路
- 5 各種機器の表示装置

A-11 次の記述は、図に示す進行波管 (TWT) 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、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 電子銃を出た電子流は、ビーム収束用コイルによってビーム状に収束され、ら旋軸中心部に沿って □ A □ に集められる。
- (2) 導波管 W_1 と W_2 のうち、□ B □ が入力導波管で他方が出力導波管である。
- (3) ら旋は、その目的から □ C □ 回路という。

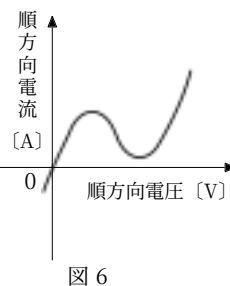
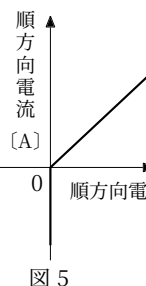
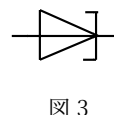
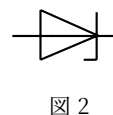
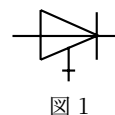
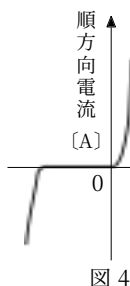
- | | A | B | C |
|---|------|-------|----|
| 1 | リペラ | W_2 | 共振 |
| 2 | リペラ | W_1 | 遅波 |
| 3 | コレクタ | W_1 | 共振 |
| 4 | コレクタ | W_1 | 遅波 |
| 5 | コレクタ | W_2 | 共振 |



A-12 次の記述は、ダイオードの図記号と特性曲線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。

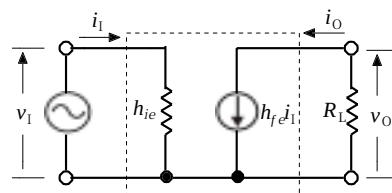
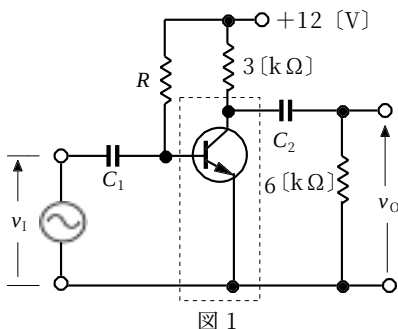
- (1) ツェナーダイオードの図記号は A で、特性曲線は B である。
 (2) トンネルダイオードの図記号は C で、特性曲線は D である。

	A	B	C	D
1	図 1	図 5	図 2	図 4
2	図 2	図 6	図 3	図 4
3	図 2	図 4	図 3	図 6
4	図 3	図 6	図 2	図 4
5	図 3	図 4	図 2	図 6



A-13 図 1 に示す増幅回路を、図 2 に示すアプメータを用いた簡易等価回路で表したとき、電圧増幅度の大きさ $|v_o/v_i|$ の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電流増幅率 h_{fe} を 200、入力インピーダンス h_{ie} を $2 \text{ [k}\Omega\text{]}$ 、 h_{oe} 及び h_{re} を零とし、抵抗 R を $R \gg 6 \text{ [k}\Omega\text{]}$ とする。

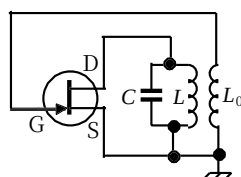
- 1 100
 2 200
 3 400
 4 600
 5 800



A-14 次の記述は、図に示す LC 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) この発振回路は、 A 発振回路の基本回路である。
 (2) L と C が共振回路を、 L_0 が位相を B して正帰還する回路を構成している。
 (3) この回路の発振周波数は、約 C $[\text{Hz}]$ である。

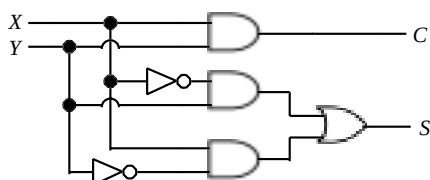
	A	B	C
1	コルピッツ	反転	$1/(2\pi\sqrt{LC})$
2	コルピッツ	非反転	$1/(\sqrt{LC})$
3	ハートレー	非反転	$1/(2\pi\sqrt{LC})$
4	ドレイン同調形	反転	$1/(2\pi\sqrt{LC})$
5	ドレイン同調形	非反転	$1/(\sqrt{LC})$



D: ドレイン
 S: ソース
 G: ゲート
 C: 静電容量 $[\text{F}]$
 L, L_0 : 自己インダクタンス $[\text{H}]$

A-15 図に示す論理回路において、入力 X, Y に対する出力 C, S を表す式の正しい組合せを下の番号から選べ。

- 1 $C = X \cdot Y$, $S = \bar{X} \cdot Y + X \cdot \bar{Y}$
 2 $C = X \cdot Y$, $S = (\bar{X} + Y) \cdot (X + \bar{Y})$
 3 $C = X + Y$, $S = (\bar{X} + \bar{Y}) \cdot (X + Y)$
 4 $C = X + Y$, $S = (\bar{X} + Y) \cdot (X + \bar{Y})$
 5 $C = X + Y$, $S = \bar{X} \cdot Y + X \cdot \bar{Y}$



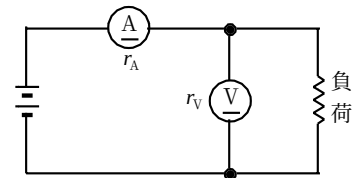
A-16 次の記述は、理想的な演算増幅器 (オペアンプ) について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ

- (1) 電圧利得 (開ループ利得) は、□ A である。
 (2) 入力インピーダンスは、□ B である。
 (3) 出力インピーダンスは、□ C である。

	A	B	C
1	1	無限大	零
2	1	零	零
3	無限大	無限大	無限大
4	無限大	零	無限大
5	無限大	無限大	零

A-17 図に示すように、内部抵抗 r_A [Ω] の直流電流計 (A) と内部抵抗 r_V [Ω] の直流電圧計 (V) を用いて負荷の消費電力 P を測定したとき、(A) の指示値が I [A]、(V) の指示値が V [V] であった。このときの P を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $P = VI - I^2 r_A$ [W]
 2 $P = VI - V^2 / r_A$ [W]
 3 $P = VI - I^2 r_V$ [W]
 4 $P = VI - V^2 / r_V$ [W]
 5 $P = VI - VI r_V / r_A$ [W]



A-18 次の記述は、交流電源 $\dot{v}$ [V] の測定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、変成器の • ドットは 1 次側と 2 次側の電圧が同じ極性であることを示し、相互インダクタンスを M [H] ($M > 0$)、角周波数 ω を $2\pi f$ [rad/s] とする。

図に示す回路において、キルヒホッフの法則から次式が成り立つ。ただし、1、2 次側のコイルの自己インダクタンス及び静電容量をそれぞれ、 L_1 、 L_2 [H] 及び C [F] とし、1、2 次側の回路に流れる電流をそれぞれ $\dot{i}_1$ 、 $\dot{i}_2$ [A] とする。また、交流電流計 (A) のインピーダンスは無視するものとする。

$$j\omega L_1 \dot{i}_1 + (\dot{i}_1 - \dot{i}_2) / (j\omega C) - j\omega \times \square A = \dot{v} \quad \text{..... ①}$$

$$j\omega L_2 \dot{i}_2 - (\dot{i}_1 - \dot{i}_2) / (j\omega C) - j\omega \times \square B = 0 \quad \text{..... ②}$$

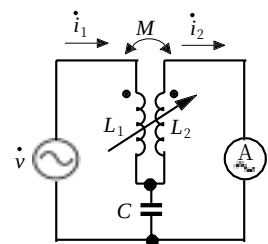
M を調整して、(A) に流れる電流 $\dot{i}_2$ を零にしたとき、式 ①、② から次式が成り立つ。

$$\omega M = \square C \quad [\Omega]$$

したがって、周波数 f は、次式で与えられる。

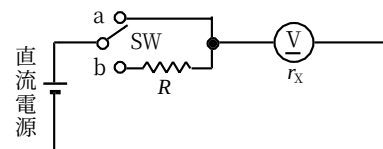
$$f = \square D \quad [\text{Hz}]$$

	A	B	C	D
1	$M\dot{i}_1$	$M\dot{i}_2$	$\omega \sqrt{L_1 L_2}$	$1 / (2\pi \sqrt{L_2 C})$
2	$M\dot{i}_1$	$M\dot{i}_2$	$1 / (\omega C)$	$1 / (2\pi \sqrt{MC})$
3	$M\dot{i}_2$	$M\dot{i}_1$	$1 / (\omega C)$	$1 / (2\pi \sqrt{MC})$
4	$M\dot{i}_2$	$M\dot{i}_1$	$\omega \sqrt{L_1 L_2}$	$1 / \sqrt{MC}$
5	$M\dot{i}_2$	$M\dot{i}_1$	$\omega \sqrt{L_1 L_2}$	$1 / (2\pi \sqrt{L_2 C})$



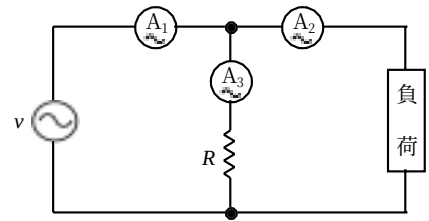
A-19 図に示す回路において、スイッチ SW を端子 a 側に接 (ON) にしたとき、直流電圧計 (V) の指示値が V_1 [V] であった。次に、SW を端子 b 側に接 (ON) にして抵抗 R と (V) を直列に接続したとき (V) の指示値が V_2 [V] であった。このときの R を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、(V) の内部抵抗を r_X [Ω] とし、直流電源の内部抵抗を零、電圧を一定とする。

- 1 $R = r_X(V_1 - V_2) / V_1$ [Ω]
 2 $R = r_X(V_1 - V_2) / V_2$ [Ω]
 3 $R = r_X V_2 / (V_2 - V_1)$ [Ω]
 4 $R = r_X V_2 / (V_1 - V_2)$ [Ω]
 5 $R = r_X V_1 / (V_1 - V_2)$ [Ω]



A-20 図に示す測定回路で、 v [V] の交流電圧を加えたとき、交流電流計 A_1 、 A_2 及び A_3 の指示値がそれぞれ 7 [A]、3 [A] 及び 5 [A] であった。このとき負荷に消費される電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R は無誘導抵抗で 20 [Ω] とし、各電流計の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 50 [W]
- 2 100 [W]
- 3 150 [W]
- 4 200 [W]
- 5 250 [W]



B-1 次の記述は、図に示す平行板コンデンサに蓄えられるエネルギー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、□内同じ記号は、同じ字句を示す。また、コンデンサの電極間の距離、電極板の面積、及び誘電体の誘電率をそれぞれ、 l [m]、 S [m^2] 及び ϵ [F/m] とし、漏れ電束はないものとする。

(1) コンデンサの静電容量 C は次式で表される。

$$C = \square \text{ア} \text{ [F]} \quad \dots\dots \text{①}$$

(2) コンデンサに V [V] の直流電圧を加えると、誘電体内の電界の強さ E は、□イ [V/m] である。

(3) このとき、コンデンサに蓄えられるエネルギー W は、次式で表される。

$$W = C \times \square \text{ウ} \text{ [J]} \quad \dots\dots \text{②}$$

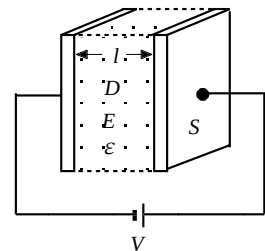
(4) 式①を②に代入して整理すると、次式が得られる。

$$W = \square \text{エ} \times S l \text{ [J]} \quad \dots\dots \text{③}$$

(5) □エ は、誘電体の単位体積当たりに蓄えられるエネルギー w を表し、電束密度 D [C/m^2] を用いて次式で表される。

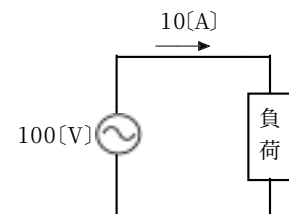
$$w = \square \text{オ} \times D \text{ [J/m}^3\text{]}$$

- | | | | | |
|------------------|---------|-----------|--------------------|----------------|
| 1 $\epsilon l/S$ | 2 Vl | 3 $V^2/2$ | 4 $\epsilon E^2/2$ | 5 ϵE |
| 6 $\epsilon S/l$ | 7 V/l | 8 V^2 | 9 $\epsilon V^2/2$ | 10 $E/2$ |



B-2 次の記述は、図に示す交流回路の電力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。ただし、電源電圧及び電流の大きさをそれぞれ 100 [V] 及び 10 [A] とし、負荷のリアクタンスは誘導性で、力率は 80 [%] とする。また、電源の内部抵抗は無視するものとする。

- ア 負荷のインピーダンスの大きさは、10 [Ω] である。
 イ 負荷のインピーダンスのリアクタンス分の大きさは、8 [Ω] である。
 ウ 負荷の皮相電力は、1,000 [VA] である。
 エ 負荷の有効電力は、600 [W] である。
 オ 負荷の無効電力は、800 [var] である。



B-3 次の記述は、デシベル (dB) 値の換算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。

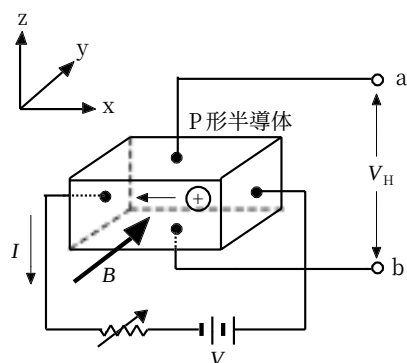
- (1) 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、1 [W] は □ア [dBm] である。
- (2) 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、20 [dBm] は □イ [mW] である。
- (3) 1 [μ V] を 0 [dB μ] としたとき、10 [mV] は □ウ [dB μ] である。
- (4) 1 [μ V] を 0 [dB μ] としたとき、20 [dB μ] は □エ [μ V] である。
- (5) 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、電力利得 60 [dB] の増幅器に 0.1 [mW] の信号電力を入力すると、その出力は、□オ [dBm] となる。

- | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1 10 | 2 20 | 3 30 | 4 40 | 5 50 | 6 60 | 7 70 | 8 80 | 9 90 | 10 100 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

B - 4 次の記述は、磁界中に置かれた P 形半導体に電圧 V を加えて電流 I を流したときの現象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、図に示すように、P 形半導体は直交座標系の x 軸に平行に置かれ、磁束密度 B [T] の一様な磁界が y 軸に平行に加えられているものとする。

- (1) 半導体中を正孔 $\oplus$ が x 軸に平行に移動しているとき、この正孔には 方向にローレンツ力が作用する。
- (2) $\oplus$ がローレンツ力を受けつつ偏って移動することにより、端子 a b 間に電位差 V_H [V] が生ずることを という。
- (3) V_H の大きさは、 k を比例定数とすると、 $k \times$ [V] と表すことができる。
- (4) V_H は、端子 が+となる。
- (5) この現象を利用して、 を測定することができる。

- | | | |
|------------|--------|-----------|
| 1 y 軸 | 2 a | 3 ホール効果 |
| 4 z 軸 | 5 磁界強度 | 6 ゼーベック効果 |
| 7 IB | 8 b | 9 B/I |
| 10 マイクロ波電力 | | |



B - 5 次の記述は、方形波法による位相差の測定回路の原理的動作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、 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 図 1 に示すように、正弦波入力 v_1 [V] を、電圧増幅度が十分に大きい増幅器及び図 2 に示す特性を持つリミタに加えると、図 3 に示す の波形で示す出力 v_x [V] が得られる。また、 v_1 より ϕ ($0 < \phi < \pi$) [rad] 位相が遅れた正弦波 v_2 [V] から同様に示す出力 v_y [V] が得られる。
- (2) v_x 及び v_y を減算回路に加えて差信号を得た後、リミタに加えると、図 3 に示す の波形が得られる。
- (3) の波形を に加えると、図 3 に示す出力 v_0 [V] が得られる。
- (4) v_0 の波形から、 ϕ は次式で表される。ただし、パルスの幅及び間隔をそれぞれ t_1 及び t_2 [s] とする。

$$\phi = \text{} \text{ [rad]}$$
- (5) v_0 を平均値指示形計器で測定すると、その指示値と ϕ は する。

- | | | | | |
|-----|-----|------------------|------------------------|-------|
| 1 a | 2 b | 3 積分回路 | 4 半波整流回路 | 5 反比例 |
| 6 c | 7 d | 8 $2\pi t_1/t_2$ | 9 $2\pi t_1/(t_1+t_2)$ | 10 比例 |

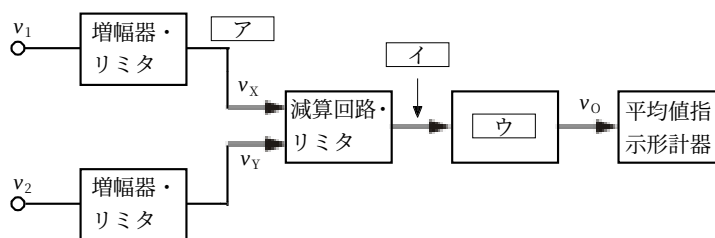


図 1

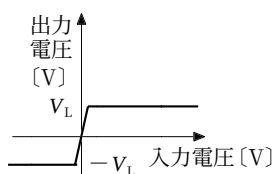


図 2

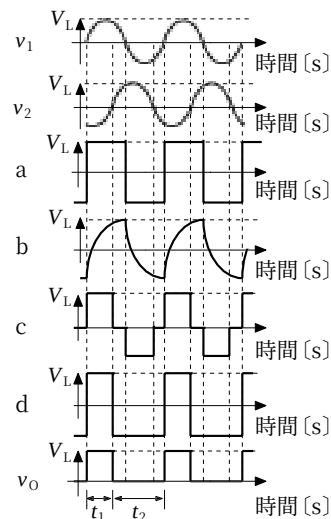


図 3