

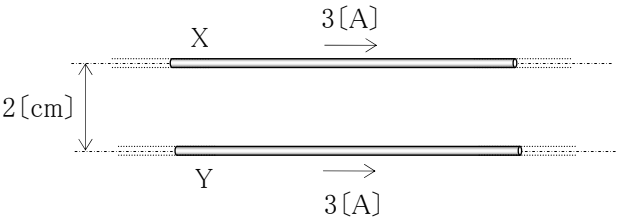
GK707

第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A - 1 図に示すように、真空中に 2[cm]の間隔で置かれた二本の無限長平行直線導線 X 及び Y に同方向の直流電流 3[A]を流したとき、Y に働く単位長さ当たりの力の大きさとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、真空の透磁率  $\mu_0$  を  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}[\text{H/m}]$  とする。

- 1  $2 \times 10^{-5} \text{ [N/m]}$
- 2  $3 \times 10^{-5} \text{ [N/m]}$
- 3  $6 \times 10^{-5} \text{ [N/m]}$
- 4  $9 \times 10^{-5} \text{ [N/m]}$
- 5  $12 \times 10^{-5} \text{ [N/m]}$



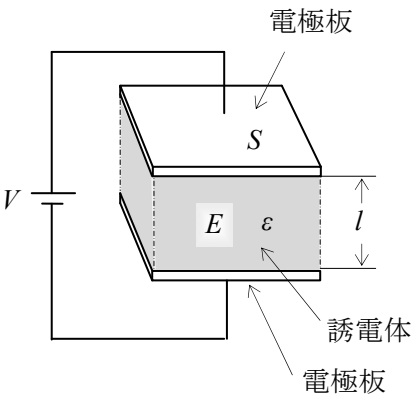
A - 2 次の記述は、図に示す平行平板コンデンサに蓄えられるエネルギーについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) コンデンサの静電容量  $C$  は、 $C = \text{□ A}$  [F] である。
- (2) 電極間の電界の強さ  $E$  は、 $E = \text{□ B}$  [V/m] である。
- (3) コンデンサに蓄えられるエネルギー  $W$  は、 $W = CV^2/2$  [J] である。
- (4) したがって、 $W$  を  $\epsilon$ 、 $E$ 、 $S$  及び  $l$  で表すと、次式が得られる。

$W = \text{□ C}$  [J]

- |   | A              | B     | C                   |
|---|----------------|-------|---------------------|
| 1 | $\epsilon S/l$ | $V/l$ | $E^2 S/(2\epsilon)$ |
| 2 | $\epsilon S/l$ | $VI$  | $\epsilon E^2 SI/2$ |
| 3 | $\epsilon S/l$ | $V/l$ | $\epsilon E^2 SI/2$ |
| 4 | $SI/\epsilon$  | $VI$  | $E^2 S/(2\epsilon)$ |
| 5 | $SI/\epsilon$  | $V/l$ | $\epsilon E^2 SI/2$ |

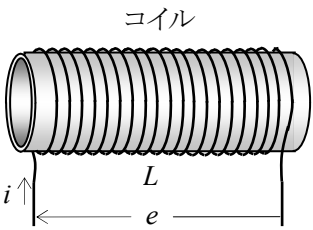
$V$  : 直流電圧 [V]  
 $l$  : 電極間の距離 [m]  
 $S$  : 電極の面積 [m<sup>2</sup>]  
 $\epsilon$  : 誘電体の誘電率 [F/m]



A - 3 次の記述は、図に示す自己インダクタンスが  $L[\text{H}]$  のコイルに流れる電流  $i$  が、微小時間  $\Delta t[\text{s}]$  間に  $\Delta i[\text{A}]$  変化したときに生ずる現象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) コイルには、起電力  $e$  が生ずる。この現象を □ A という。
- (2)  $e$  の大きさは、□ B [V] である。
- (3)  $e$  の方向は、 $\Delta i$  の変化を □ C 方向である。

- |   | A    | B                        | C     |
|---|------|--------------------------|-------|
| 1 | 相互誘導 | $L(\Delta i / \Delta t)$ | 増加させる |
| 2 | 相互誘導 | $L(\Delta t / \Delta i)$ | 妨げる   |
| 3 | 自己誘導 | $L(\Delta t / \Delta i)$ | 増加させる |
| 4 | 自己誘導 | $L(\Delta i / \Delta t)$ | 増加させる |
| 5 | 自己誘導 | $L(\Delta i / \Delta t)$ | 妨げる   |

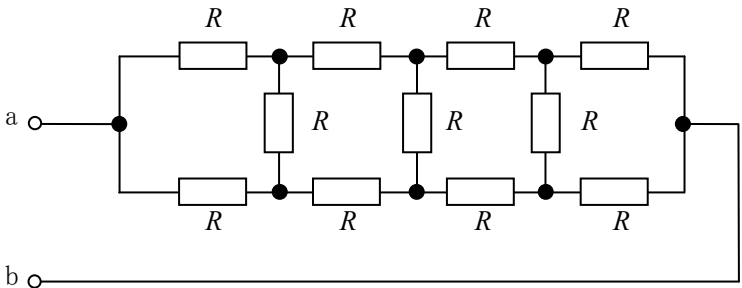


A - 4 次の記述は、導線に電流が流れているときに生ずる表皮効果について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 直流電流を流したときには生じない。
- 2 電流の周波数が低いほど顕著に生ずる。
- 3 導線断面の中心に近いほど電流密度が小さい。
- 4 導線に流れる電流による磁束の変化によって生ずる。
- 5 導線の実効抵抗が大きくなる。

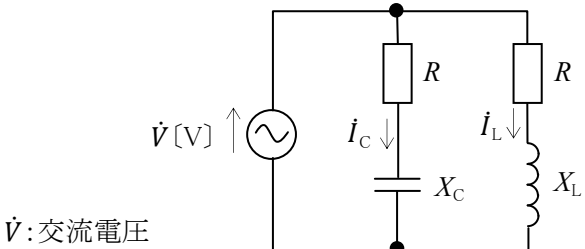
A - 5 図に示す抵抗  $R = 150[\Omega]$  で作られた回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 260  $[\Omega]$
- 2 300  $[\Omega]$
- 3 340  $[\Omega]$
- 4 400  $[\Omega]$
- 5 450  $[\Omega]$



A - 6 図に示す交流回路において、誘導リアクタンス  $X_L$  に流れる電流  $i_L$  [A] と容量リアクタンス  $X_C$  に流れる電流  $i_C$  [A] の位相差として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗  $R$ 、 $X_L$  及び  $X_C$  の値を、それぞれ  $5[\Omega]$  とする。

- 1  $\pi/6$  [rad]
- 2  $\pi/4$  [rad]
- 3  $\pi/3$  [rad]
- 4  $\pi/2$  [rad]
- 5  $\pi$  [rad]

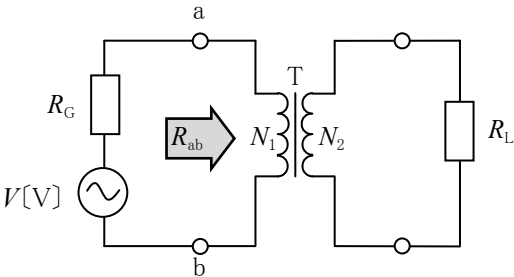


A - 7 次の記述は、図に示すような変成器 T を用いた回路のインピーダンス整合について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) T の二次側に、 $R_L[\Omega]$  の負荷抵抗を接続したとき、一次側の端子 ab から負荷側を見た抵抗  $R_{ab}$  は、 $R_{ab} = \square \text{ A } [\Omega]$  となる。
- (2) 交流電源の内部抵抗を  $R_G[\Omega]$  としたとき、 $R_L$  に最大電力を供給するには、 $R_{ab} = \square \text{ B } [\Omega]$  でなければならない。
- (3) (2) のとき、 $R_L$  で消費する最大電力の値  $P_m$  は、 $P_m = \square \text{ C } [\text{W}]$  である。

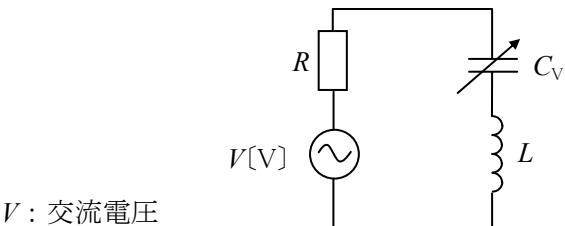
- |                     |        |              |
|---------------------|--------|--------------|
| A                   | B      | C            |
| 1 $(N_1/N_2)^2 R_L$ | $R_G$  | $V^2/(4R_G)$ |
| 2 $(N_1/N_2) R_L$   | $R_G$  | $V^2/(2R_G)$ |
| 3 $(N_1/N_2)^2 R_L$ | $2R_G$ | $V^2/(4R_G)$ |
| 4 $(N_2/N_1)^2 R_L$ | $R_G$  | $V^2/(4R_G)$ |
| 5 $(N_2/N_1) R_L$   | $R_G$  | $V^2/(2R_G)$ |

$V$  : 交流電源電圧  
 $N_1$  : T の一次側の巻数  
 $N_2$  : T の二次側の巻数



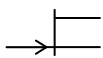
A - 8 図に示す直列共振回路において、可変静電容量  $C_V$  が  $50[\text{pF}]$  のとき共振周波数  $f_r$  は  $900[\text{kHz}]$  であった。この回路の  $f_r$  を  $300[\text{kHz}]$  にするための  $C_V$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗  $R[\Omega]$  及び自己インダクタンス  $L[\text{H}]$  は一定とする。

- 1 150  $[\text{pF}]$
- 2 300  $[\text{pF}]$
- 3 450  $[\text{pF}]$
- 4 600  $[\text{pF}]$
- 5 750  $[\text{pF}]$



A - 9 次の図は、半導体素子名と図記号の組合せを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

1



P チャンネル接合形  
電界効果トランジスタ

2



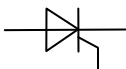
N チャンネル絶縁ゲート形  
エンハンスメント形  
電界効果トランジスタ

3



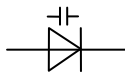
PNP トランジスタ

4



P ゲート逆阻止 3 端子  
サイリスタ

5



可変容量ダイオード

A - 10 次の記述は、半導体のキャリア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) 真性半導体では、電子とホール(正孔)の密度は □ A □。
- (2) N 形半導体の多数キャリアは、□ B □ である。
- (3) 一般に電子の移動度は、ホール(正孔)の移動度よりも □ C □。

A	B	C
1 異なる	ホール(正孔)	大きい
2 異なる	電子	小さい
3 等しい	ホール(正孔)	小さい
4 等しい	電子	小さい
5 等しい	電子	大きい

A - 11 図 1 に示すトランジスタ(Tr)回路で、コレクタ電流  $I_C$  が 2.40[mA] 変化したときのエミッタ電流  $I_E$  の変化が 2.44[mA] であった。同じ Tr を用いて図 2 の回路を作り、ベース電流  $I_B$  を 30[μA] 変化させたときのコレクタ電流  $I_C$  の変化の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、トランジスタの電極間の電圧は、図 1 及び図 2 で同じ値とする。

- 1 0.9 [mA]
- 2 1.5 [mA]
- 3 2.6 [mA]
- 4 3.9 [mA]
- 5 5.6 [mA]

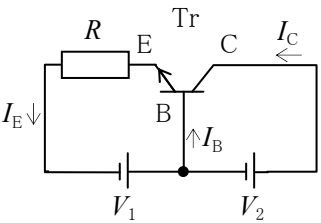


図 1

C: コレクタ  
E: エミッタ  
B: ベース  
R: 抵抗[Ω]  
 $V_1, V_2$ : 直流電源電圧[V]

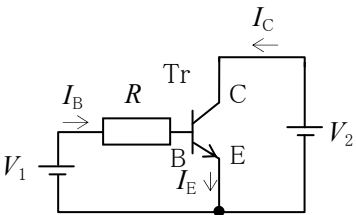


図 2

A - 12 図 1 に示す電界効果トランジスタ(FET)のドレイン-ソース間電圧  $V_{DS}$  とドレイン電流  $I_D$  の特性を求めたところ、図 2 に示す特性が得られた。このとき、 $V_{DS}$  が 6[V]、 $I_D$  が 1.5[mA] のときの相互コンダクタンス  $g_m$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.5 [mS]
- 2 2.0 [mS]
- 3 2.5 [mS]
- 4 3.0 [mS]
- 5 3.5 [mS]

D: ドレイン  
S: ソース  
G: ゲート

$V_1, V_2$ : 直流電源電圧[V]

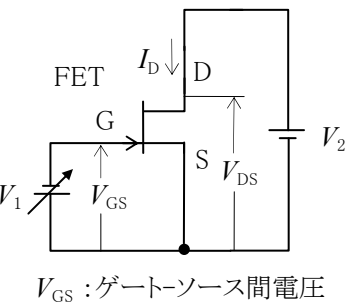


図 1

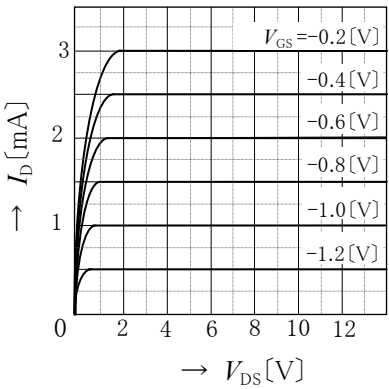


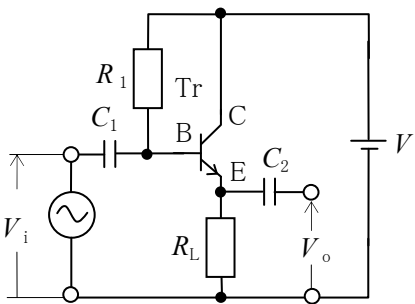
図 2

A - 13 次の記述は、図に示すトランジスタ(Tr)増幅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。ただし、トランジスタの  $h$  定数のうち入力インピーダンスを  $h_{ie}$ [Ω]、電流増幅率を  $h_{fe}$  とする。また、抵抗  $R_L$ [Ω]、静電容量  $C_1$  及び  $C_2$ [F] の影響は無視するものとする。

- (1) 電圧増幅度  $V_o/V_i$  の大きさは、約 □ A □ である。
- (2) 入力インピーダンスは、約 □ B □ [Ω] である。
- (3)  $V_i$  と  $V_o$  の位相は、□ C □ である。

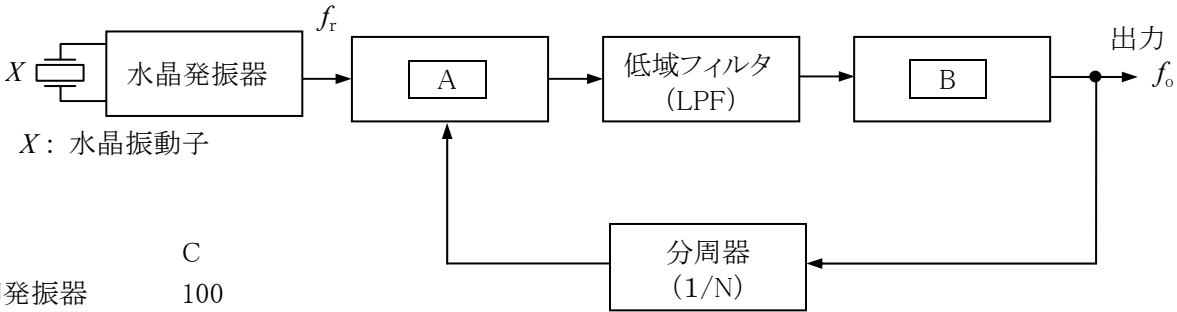
A	B	C
1 1	$h_{fe}R_L$	同相
2 1	$h_{fe}R_L$	逆相
3 1	$h_{ie}^2$	逆相
4 $R_L/h_{ie}$	$h_{ie}^2$	逆相
5 $R_L/h_{ie}$	$h_{fe}R_L$	同相

C: コレクタ  
E: エミッタ  
B: ベース  
 $V_i$ : 入力電圧[V]  
 $V_o$ : 出力電圧[V]  
 $R_L$ : 抵抗[Ω]  
 $V$ : 直流電源電圧[V]



A - 14 次の記述は、図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた発振回路の原理的な構成例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、水晶発振器の出力周波数  $f_r$  を 10 [MHz]、分周器の分周比の N を 15 とし、回路は発振状態で正常に動作しているものとする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 発振回路は、水晶発振器、□ A □、低域フィルタ(LPF)、□ B □、分周器などから構成されている。
- (2) 出力の周波数  $f_o$  は、□ C □ [MHz]である。



A	B	C
1 位相比較器	電圧制御発振器	100
2 位相比較器	電圧制御発振器	150
3 位相比較器	低周波増幅器	300
4 復調器	低周波増幅器	100
5 復調器	低周波増幅器	150

A - 15 図 1 及び図 2 に示す論理回路の論理式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、A、B 及び C を入力、X を出力とする。

図 1	図 2
1 $X = \overline{A} + (\overline{B} \cdot \overline{C})$	$X = A + (B \cdot C)$
2 $X = A \cdot (B + C)$	$X = \overline{A} + (\overline{B} \cdot \overline{C})$
3 $X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{C})$	$X = A \cdot (B + C)$
4 $X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{C})$	$X = A \cdot (B + C)$
5 $X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{C})$	$X = A + (B \cdot C)$

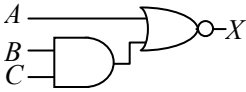


図 1

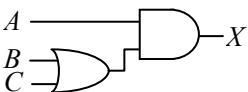
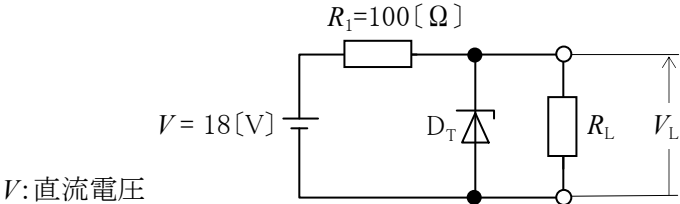


図 2

A - 16 図に示す定電圧ダイオード  $D_T$  を用いた回路において、負荷抵抗  $R_L$  を 500 [Ω] 又は 100 [Ω] としたとき、 $R_L$  の両端電圧  $V_L$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $D_T$  は理想的な特性とし、抵抗  $R_1$  を 100 [Ω]、 $D_T$  のツェナー電圧を 12 [V] とする。

$R_L=500$ [Ω]	$R_L=100$ [Ω]
1 12 [V]	9 [V]
2 12 [V]	6 [V]
3 12 [V]	4 [V]
4 15 [V]	9 [V]
5 15 [V]	6 [V]

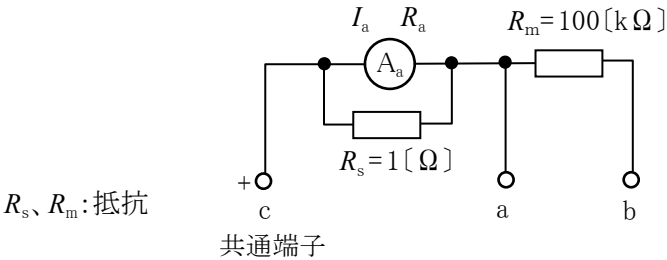


A - 17 最大目盛値が 300 [V] で精度階級の階級指数が 0.5 の永久磁石可動コイル形電圧計の最大許容誤差の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.2 [V]
- 2 0.5 [V]
- 3 1.0 [V]
- 4 1.2 [V]
- 5 1.5 [V]

A - 18 図に示す回路の端子 ac を電流測定端子として、また、端子 bc を電圧測定端子として用いるとき、測定可能な最大電流値  $I_m$  及び最大電圧値  $V_m$  の最も近い値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電流計  $A_a$  の最大目盛値  $I_a$  及び内部抵抗  $R_a$  をそれぞれ 1.5 [mA] 及び 1 [Ω] とする。

$I_m$	$V_m$
1 2 [mA]	100 [V]
2 2 [mA]	300 [V]
3 3 [mA]	100 [V]
4 3 [mA]	200 [V]
5 3 [mA]	300 [V]



A - 19 内部抵抗を持つ直流電源の端子電圧を、内部抵抗  $8.8[\text{k}\Omega]$  及び  $2.8[\text{k}\Omega]$  の二種類の電圧計で測定したとき、それぞれ  $17.6[\text{V}]$  及び  $16.8[\text{V}]$  であった。直流電源の内部抵抗  $r$  及び開放電圧  $V$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	$r$	$V$
1	$100 [\Omega]$	$18 [\text{V}]$
2	$100 [\Omega]$	$20 [\text{V}]$
3	$200 [\Omega]$	$18 [\text{V}]$
4	$200 [\Omega]$	$20 [\text{V}]$
5	$200 [\Omega]$	$22 [\text{V}]$

A - 20 次の記述は、オシロスコープ(OS)による正弦波交流電圧の位相差の測定法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、水平軸入力電圧  $v_x$  及び垂直軸入力電圧  $v_y$  は、角周波数を  $\omega[\text{rad/s}]$ 、位相差を  $\theta [\text{rad}]$ 、時間を  $t[\text{s}]$  としたとき、次式で表され、それぞれ図 1 に示すように加えられるものとする。また、OS の画面上には、図 2 のリサージュ図形が得られるものとする。

$$v_x = V_m \sin \omega t [\text{V}] \quad , \quad v_y = V_m \sin (\omega t + \theta) [\text{V}]$$

- (1) 画面上の  $a$  は、 $v_y$  の最大値であるから、 $a = \text{A}$    $[\text{V}]$  である。  
 (2) 画面上の  $b$  は、 $v_x = 0[\text{V}]$  のときの  $v_y$  であるから、 $b = V_m \times \text{B}$    $[\text{V}]$  である。  
 (3) したがって、 $v_x$  と  $v_y$  の位相差  $\theta$  は次式から求めることができる。  
 $\theta = \text{C}$    $[\text{rad}]$

	A	B	C
1	$V_m/2$	1	$\tan^{-1}(b/a)$
2	$V_m$	$\sin \theta$	$\tan^{-1}(b/a)$
3	$V_m$	1	$\sin^{-1}(b/a)$
4	$V_m$	$\sin \theta$	$\sin^{-1}(b/a)$
5	$2V_m$	$\sin \theta$	$\sin^{-1}(b/a)$

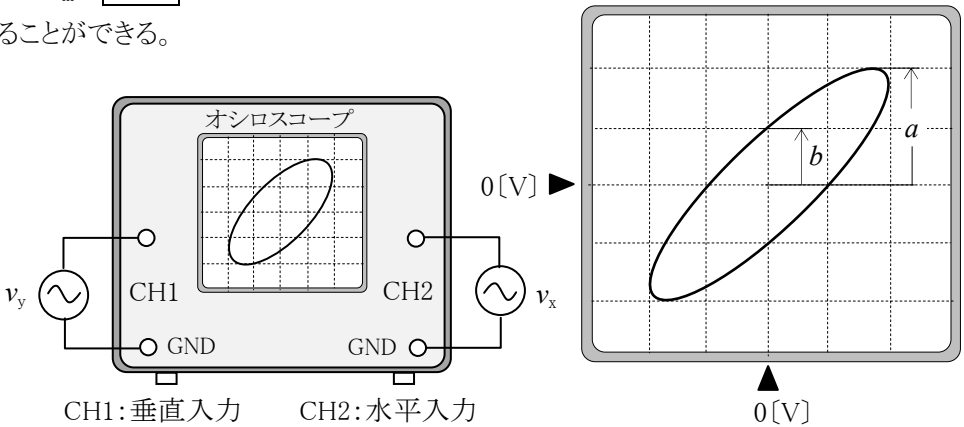
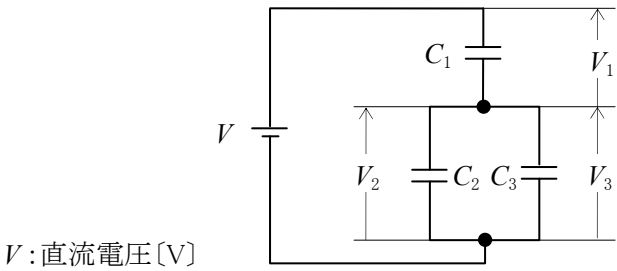


図 1

図 2

B - 1 次の記述は、図に示す静電容量の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、 $C_1$ 、 $C_2$  及び  $C_3[\text{F}]$  の各静電容量に蓄えられている電荷をそれぞれ  $Q_1$ 、 $Q_2$  及び  $Q_3[\text{C}]$ 、各静電容量の両端電圧をそれぞれ  $V_1$ 、 $V_2$  及び  $V_3[\text{V}]$  とする。

- (1)  $C_2$  と  $C_3$  の合成容量  $C_{23}$  は、  $[\text{F}]$  である。  
 (2)  $C_1$  と  $C_{23}$  の合成容量  $C_0$  は、  $[\text{F}]$  である。  
 (3)  $V_2$  と  $V_3$  の間には、  $[\text{V}]$  の関係がある。  
 (4)  $Q_1$ 、 $Q_2$  及び  $Q_3$  の間には、  $[\text{C}]$  の関係がある。  
 (5)  $V_1$ 、 $V_3$  及び  $V$  の間には、  $[\text{V}]$  の関係がある。



1 $C_1 + C_{23}$	2 $C_2 C_3 / (C_2 + C_3)$	3 $V_2 = 2V_3$	4 $Q_1 = Q_2 + Q_3$	5 $V = V_1 - V_3$
6 $C_2 + C_3$	7 $C_1 C_{23} / (C_1 + C_{23})$	8 $V_2 = V_3$	9 $Q_1 = Q_2 - Q_3$	10 $V = V_1 + V_3$

B - 2 次の記述は、正弦波交流電圧  $v_1$ 、 $v_2$  及び  $v_3$  の合成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、 $v_1$ 、 $v_2$  及び  $v_3$  は次式で表されるものとし、その最大値を  $V_m[\text{V}]$ 、角周波数を  $\omega[\text{rad/s}]$ 、時間を  $t[\text{s}]$  とする。

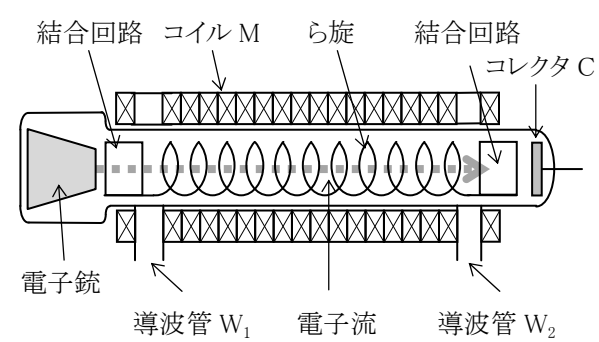
$$v_1 = V_m \sin \omega t [\text{V}] \quad , \quad v_2 = V_m \sin (\omega t + 2\pi/3) [\text{V}] \quad , \quad v_3 = V_m \sin (\omega t - 2\pi/3) [\text{V}]$$

- (1)  $v_{23} = v_2 + v_3$   $[\text{V}]$  とすると、 $v_{23}$  の角周波数は、  $[\text{rad/s}]$  である。  
 (2)  $v_{23}$  の最大値は   $[\text{V}]$  であり、位相は  $v_2$  よりも   $[\text{rad}]$  進んでいる。  
 (3) よって、 $v_1$  と  $v_{23}$  の位相差は   $[\text{rad}]$  である。  
 (4) したがって、 $v_0 = v_1 + v_2 + v_3$  とすると、 $v_0$  の瞬時値は   $[\text{V}]$  となる。

1 $\omega$	2 $V_m$	3 $\pi/6$	4 $\pi$	5 0
6 $2\omega$	7 $2V_m$	8 $\pi/3$	9 $2\pi/3$	10 $V_m/2$

B－3 次の記述は、図に示す原理的な構造の進行波管(TWT)について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 電子銃からの電子流は、コレクタ C などに加えられた電圧によって加速されると同時にコイル M で □ア□ され、コレクタ C に達する。
- (2) マイクロ波は、□イ□ から入力され、もう一方の導波管から出力される。
- (3) 入力されたマイクロ波は、□ウ□ の働きにより位相速度  $v_p$  が遅くなる。
- (4) マイクロ波の位相速度を  $v_p$ 、電子流の速度を  $v_e$  とした時、一般に  $v_p$  を  $v_e$  より少し遅くする。
- (5) (4) のようにすると、マイクロ波はその速度差により、ら旋を進むにつれて □エ□ される。
- (6) 進行波管は、空洞共振器が □オ□ ので、広帯域の信号の増幅が可能である。



- |      |             |        |      |       |
|------|-------------|--------|------|-------|
| 1 発散 | 2 導波管 $W_1$ | 3 ら旋   | 4 減衰 | 5 ない  |
| 6 集束 | 7 導波管 $W_2$ | 8 結合回路 | 9 増幅 | 10 ある |

B－4 次に示す理想的なダイオード D、抵抗  $R=1[k\Omega]$  及び  $1[V]$  の直流電源  $V$  の回路の入力  $v_i$  に、最大値が  $2[V]$  の正弦波交流電圧を加えたとき、出力電圧  $v_o$  として図 1 に示す波形が得られる回路を 1、得られない回路を 2 として解答せよ。ただし、正弦波交流電源及び直流電源の内部抵抗は、無視するものとする。

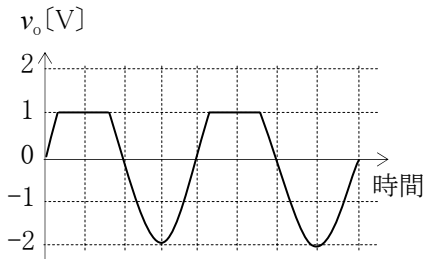
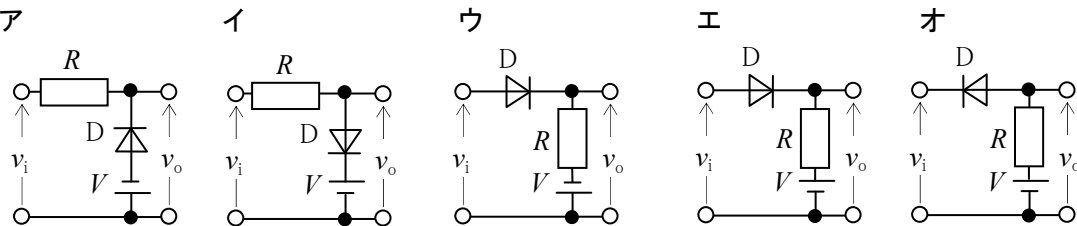


図1

B－5 次の記述は、図 1 に示す回路を用いて自己インダクタンス  $L_X[H]$  のコイルの分布容量  $C_X[F]$  を測定す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、発振器の周波数を  $f[Hz]$  とし、発振器の出力は、結合コイルを通して疎に結合されているものとする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 回路が共振しているとき、次式が成り立つ。  
 $(2\pi f)^2 L_X \times \square \text{ア} \square = 1 \dots\dots \text{①}$
- (2) 式①を変形すると、次式が得られる。  
 $\square \text{ア} \square = \{1/(4\pi^2 L_X)\} \times \square \text{イ} \square [F] \dots\dots \text{②}$
- (3) 式②の  $1/(4\pi^2 L_X)$  は定数であるから、 $C_S$  を横軸に、□イ□ を縦軸にしてグラフを描くと、図 2 の直線 AB となる。
- (4) 図 2 において、直線 AB を延長し、横軸との交点を P とすると、□ウ□ の長さが、分布容量  $C_X$  を表す。
- (5) 測定では、発振器の □エ□ を変えてそのつど交流電流計 A が □オ□ になるように  $C_S$  を調節して、□イ□ と  $C_S$  の値を求めて図 2 のグラフを描き、グラフの □ウ□ から  $C_X$  を求める。

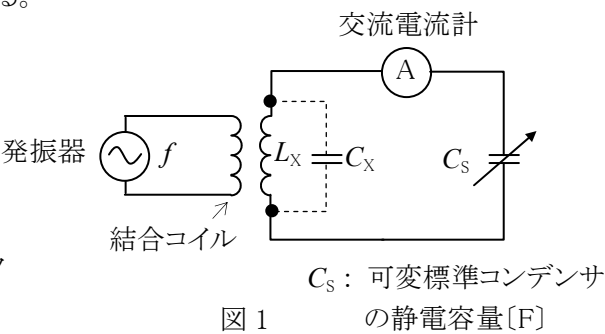


図 1

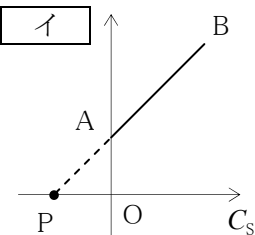


図 2

- |                           |           |      |        |       |
|---------------------------|-----------|------|--------|-------|
| 1 $C_S C_X / (C_S + C_X)$ | 2 $1/f^2$ | 3 OP | 4 出力電圧 | 5 最小  |
| 6 $(C_S + C_X)$           | 7 $f^2$   | 8 AP | 9 周波数  | 10 最大 |