

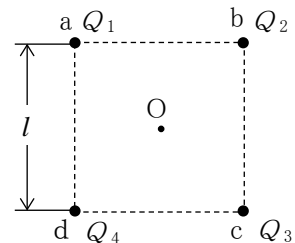
GK301

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

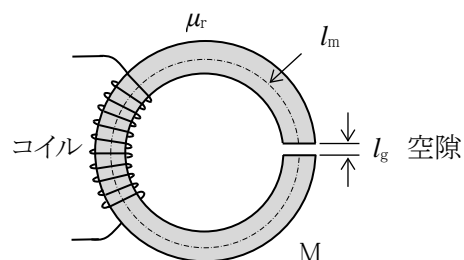
A-1 図に示すように、一辺の距離 l [m] の正方形の頂点の点 a、b、c 及び d にそれぞれ $Q_1=40$ [μ C]、 $Q_2=-30$ [μ C]、 $Q_3=20$ [μ C] 及び $Q_4=-10$ [μ C] の点電荷が置かれているとき、正方形の中心 O の電位の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 Q_1 のみによる点 O の電位を 4[V] とする。

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



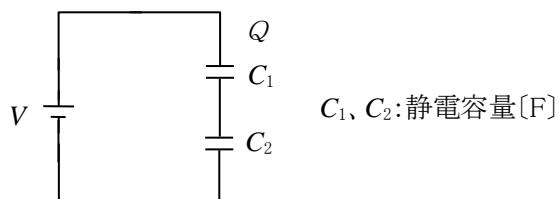
A-2 図に示すように、環状鉄心 M の一部に空隙を設けたときの磁気抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、空隙のないときの M の磁気抵抗を R_m [H^{-1}] とする。また、M の比透磁率 μ_r を 6,000、M の平均磁路長 l_m を 200 [mm]、空隙長 l_g を 1 [mm] とし、磁気回路に磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

- 1 $21R_m$ [H^{-1}]
- 2 $31R_m$ [H^{-1}]
- 3 $41R_m$ [H^{-1}]
- 4 $51R_m$ [H^{-1}]
- 5 $61R_m$ [H^{-1}]



A-3 図に示す回路の静電容量 C_1 に蓄えられている電荷が Q [C] であるとき、直流電圧 V を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

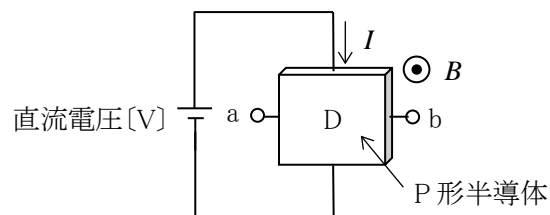
- 1 $V = \frac{QC_1}{C_1+C_2}$ [V]
- 2 $V = \frac{Q(C_1+C_2)}{C_1}$ [V]
- 3 $V = \frac{Q(C_1+C_2)}{C_2}$ [V]
- 4 $V = \frac{Q(C_1+C_2)}{C_1C_2}$ [V]
- 5 $V = \frac{QC_1C_2}{C_1+C_2}$ [V]



A-4 次の記述は、図に示すように磁束密度が B [T] の磁界中に置かれた P 形半導体 D に、直流電流 I [A] を流したときに生ずるホール効果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、 B の方向は紙面の裏から表の方向とし、また、D は紙面上に置か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) D に流れる直流電流 I は主に □ A □ の移動により生ずる。
- (2) I が流れるとき、D の中の □ A □ は □ B □ 力を受ける。
- (3) このため D の中に電荷の偏りが生じ、D には、図の端子 □ C □ の極性の起電力が生ずる。

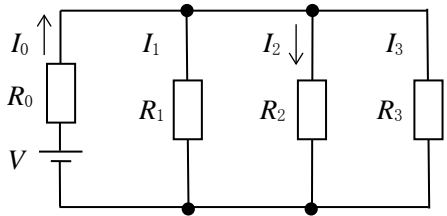
- | A | B | C |
|-----------|-------|------------------|
| 1 電子 | ローレンツ | a が正(+), b が負(-) |
| 2 電子 | 静電 | b が正(+), a が負(-) |
| 3 ホール(正孔) | ローレンツ | a が正(+), b が負(-) |
| 4 ホール(正孔) | ローレンツ | b が正(+), a が負(-) |
| 5 ホール(正孔) | 静電 | a が正(+), b が負(-) |



A - 5 図に示す回路において、抵抗 R_0 [Ω] に流れる電流 I_0 が 8 [A]、抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 が 2 [A] であった。このとき R_2 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_1 及び R_3 をそれぞれ 20 [Ω] 及び 30 [Ω] とする。

- 1 36 [Ω]
- 2 48 [Ω]
- 3 60 [Ω]
- 4 72 [Ω]
- 5 84 [Ω]

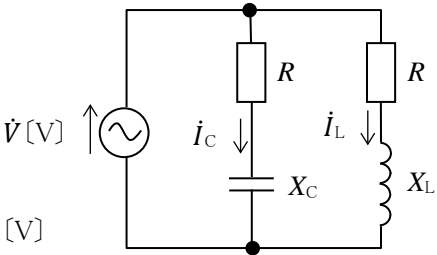
V: 直流電圧 [V]



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 [Ω] とする。

- 1 π [rad]
- 2 $\frac{\pi}{2}$ [rad]
- 3 $\frac{\pi}{3}$ [rad]
- 4 $\frac{\pi}{4}$ [rad]
- 5 $\frac{\pi}{6}$ [rad]

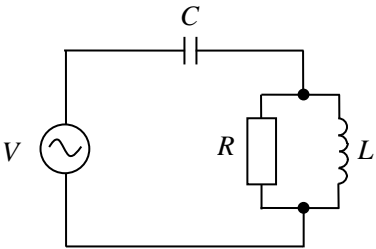
\dot{V} : 交流電圧 [V]



A - 7 図に示す回路において、交流電源から見たインピーダンスが純抵抗になったときのインピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5 [Ω]
- 2 10 [Ω]
- 3 20 [Ω]
- 4 30 [Ω]
- 5 50 [Ω]

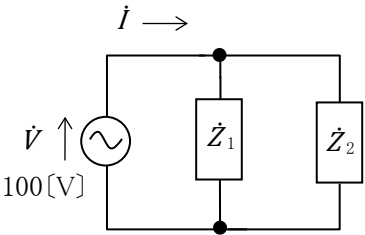
R : 抵抗 20[k Ω]
 L : 自己インダクタンス 30[mH]
 C : 静電容量 0.05[μ F]
 V : 交流電源 [V]



A - 8 次の記述は、図に示すように負荷 Z_1 及び Z_2 を交流電源電圧 $\dot{V} = 100$ [V] に接続したときの電流と皮相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、 Z_1 は誘導性の負荷とし、負荷 Z_1 及び Z_2 の特性は、それぞれ表に示すものとする。

- (1) \dot{V} から流れる電流 i の大きさは、□ A [A] である。
- (2) 回路の皮相電力は、□ B [VA] である。
- (3) i は \dot{V} より位相が、□ C いる。

- | | | | |
|---|-------------|---------------|-----|
| | A | B | C |
| 1 | $2\sqrt{3}$ | $200\sqrt{3}$ | 遅れて |
| 2 | $2\sqrt{3}$ | $200\sqrt{3}$ | 進んで |
| 3 | $3\sqrt{5}$ | $300\sqrt{5}$ | 遅れて |
| 4 | $3\sqrt{5}$ | $300\sqrt{5}$ | 進んで |
| 5 | $3\sqrt{5}$ | $200\sqrt{3}$ | 進んで |



負荷	有効電力	力率
Z_1	400[W]	0.8
Z_2	200[W]	1

A - 9 次の記述は、N 形半導体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) 真性半導体に □ A □ 価の不純物を混入したもので、この混入する物質を □ B □ という。
(2) N 形半導体の自由電子が、□ C □ キャリアとなる。

	A	B	C
1	3	ドナー	少数
2	3	アクセプタ	多数
3	5	ドナー	少数
4	5	アクセプタ	少数
5	5	ドナー	多数

A - 10 次の記述は、図 1 に示すように、特性の等しいダイオード D を二つ直列に接続した回路の電圧と電流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、D は図 2 の特性を持つものとする。

- (1) 回路の直流電圧を V [V] としたとき、一つの D に加わる電圧 V_D は、□ A □ [V] である。
(2) したがって、 V が □ B □ [V] 以下のとき、回路に流れる電流 I は零 (0) である。
(3) また、 V が 1.6 [V] のとき、 I は約 □ C □ [mA] である。

	A	B	C
1	$\frac{V}{2}$	1.2	20
2	$\frac{V}{2}$	1.2	40
3	$\frac{V}{4}$	1.2	40
4	$\frac{V}{2}$	0.6	10
5	$\frac{V}{4}$	0.6	20

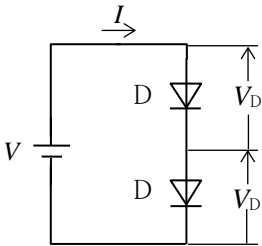


図 1

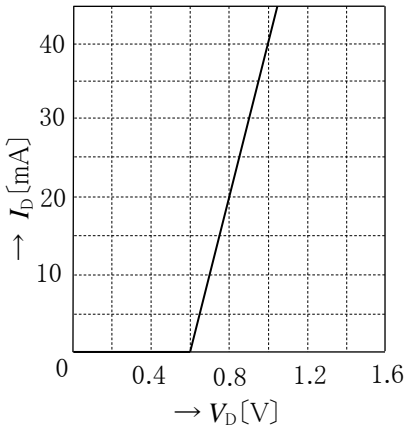
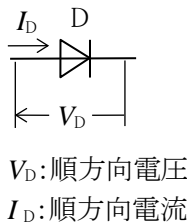


図 2

A - 11 図 1 に示すように、トランジスタ Tr_1 及び Tr_2 をダーリントン接続した回路を、図 2 に示すように一つのトランジスタ Tr_0 とみなしたとき、 Tr_0 のエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE0} を表す近似式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 Tr_1 及び Tr_2 のエミッタ接地直流電流増幅率をそれぞれ h_{FE1} 及び h_{FE2} とし、 $h_{FE1} \gg 1$ 、 $h_{FE2} \gg 1$ とする。

- 1 $h_{FE0} \doteq h_{FE1}^2 + h_{FE2}$
2 $h_{FE0} \doteq h_{FE1} + h_{FE2}^2$
3 $h_{FE0} \doteq 2h_{FE1}^2 h_{FE2}$
4 $h_{FE0} \doteq 2h_{FE1} h_{FE2}^2$
5 $h_{FE0} \doteq h_{FE1} h_{FE2}$

C : コレクタ
E : エミッタ
B : ベース

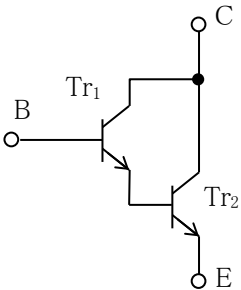


図 1

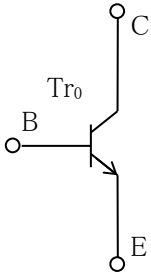
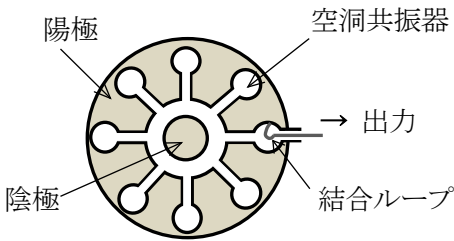


図 2

A - 12 次の記述は、図に示す原理的な構造のマグネトロン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) 陽極-陰極間には □ A □ が加えられている。
(2) 発振周波数を決める主要要素は、□ B □ である。
(3) □ C □ や調理用電子レンジなどの発振用として広く用いられている。

	A	B	C
1	直流電圧	陰極	レーダー
2	直流電圧	空洞共振器	ラジオ放送
3	直流電圧	空洞共振器	レーダー
4	交流電圧	空洞共振器	ラジオ放送
5	交流電圧	陰極	レーダー

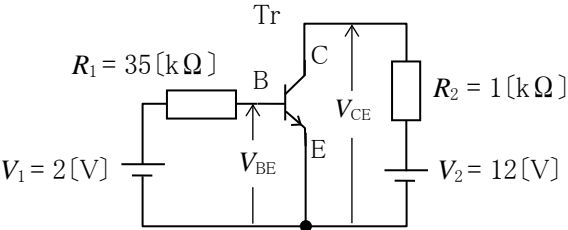


マグネトロンの断面

A - 13 図に示すトランジスタ(Tr)回路のコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、Tr の直流電流増幅率 h_{FE} を 200、ベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を 0.6[V] とする。

- 1 1 [V]
2 2 [V]
3 3 [V]
4 4 [V]
5 8 [V]

C:コレクタ
E:エミッタ
B:ベース
 R_1, R_2 : 抵抗
 V_1, V_2 : 直流電源電圧 [V]



A - 14 次の記述は、図 1 に示す電界効果トランジスタ(FET)を用いた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、FET の相互コンダクタンス及びドレイン抵抗をそれぞれ g_m [S] 及び r_D [Ω] とし、静電容量 C_1 、 C_2 、 C_S [F] 及び抵抗 R_S [Ω] の影響は無視するものとする。また、FET を等価回路で表したときの増幅回路は図 2 で表されるものとする。

- (1) 図 2 の回路の交流負荷抵抗 R_A [Ω] は図 1 の □ A □ の並列合成抵抗である。
(2) 出力電圧 V_o の大きさは、 $r_D \gg R_A$ とすると、 $V_o =$ □ B □ [V] である。
(3) したがって、電圧増幅度 A_V の大きさは、 $A_V = V_o / V_i =$ □ C □ である。

- | A | B | C |
|-----------------|------------------|-------------------|
| 1 R_D と R_L | $g_m V_{GS} R_A$ | $g_m R_A$ |
| 2 R_D と R_L | $g_m V_{GS} r_D$ | $g_m (r_D + R_A)$ |
| 3 R_D と R_L | $g_m V_{GS} R_A$ | $g_m (r_D + R_A)$ |
| 4 R_S と R_L | $g_m V_{GS} r_D$ | $g_m (r_D + R_A)$ |
| 5 R_S と R_L | $g_m V_{GS} R_A$ | $g_m R_A$ |

R_G, R_D, R_L : 抵抗 [Ω]
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 V_{GS} : GS 間電圧 [V]
 V : 直流電源 [V]

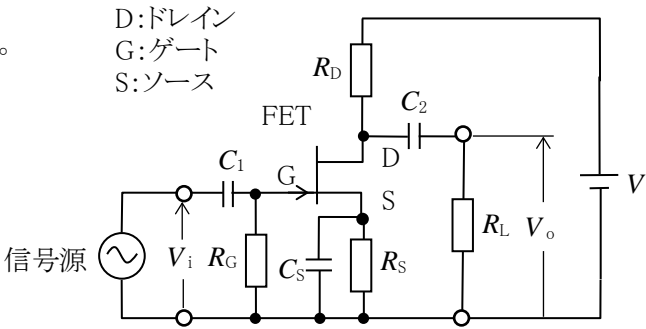


図1

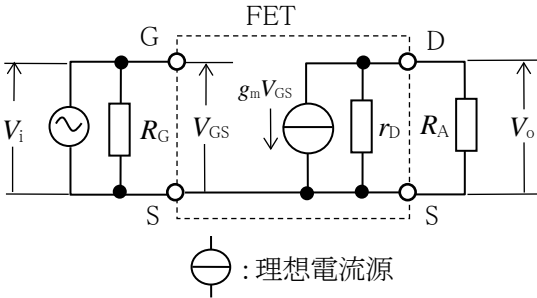


図 2

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 $X = \bar{A} + (\bar{B} \cdot \bar{C})$ | $X = A + (B \cdot C)$ |
| 2 $X = A \cdot (B + C)$ | $X = \bar{A} + (\bar{B} \cdot \bar{C})$ |
| 3 $X = \bar{A} \cdot (\bar{B} + \bar{C})$ | $X = A \cdot (B + C)$ |
| 4 $X = \bar{A} \cdot (\bar{B} + \bar{C})$ | $X = A + (B \cdot C)$ |
| 5 $X = \bar{A} \cdot (\bar{B} + \bar{C})$ | $X = A \cdot (B + C)$ |

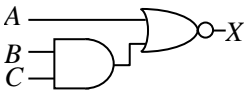


図 1

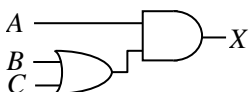
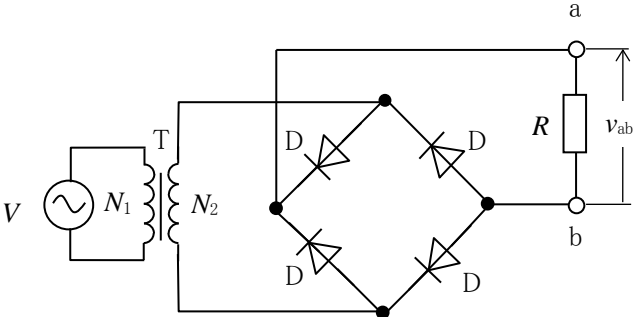


図 2

A - 16 図に示す整流回路において端子 ab 間の電圧 v_{ab} の平均値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は理想的に動作し、入力の正弦波交流電圧の実効値を $V = 100$ [V]、変成器 T の一次側の巻数 N_1 及び二次側の巻数 N_2 をそれぞれ 500 及び 50 とする。

- 1 $\frac{\sqrt{2} \pi}{10}$ [V]
2 $\frac{\sqrt{2} \pi}{20}$ [V]
3 $\frac{10 \sqrt{2}}{\pi}$ [V]
4 $\frac{20 \sqrt{2}}{\pi}$ [V]
5 $\frac{30 \sqrt{2}}{\pi}$ [V]

D: ダイオード
R: 抵抗 [Ω]



A - 17 次の記述は、指示電気計器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 可動鉄片形計器は、商用周波数(50Hz/60Hz)の交流の電流の測定に適している。
- 2 永久磁石可動コイル形計器は、高周波の電圧の測定に適している。
- 3 静電形計器は、商用周波数(50Hz/60Hz)の交流の高電圧の測定に適している。
- 4 誘導形計器は、商用周波数(50Hz/60Hz)の交流の電力量の測定に適している。
- 5 熱電対形計器は、高周波の電流の測定に適している。

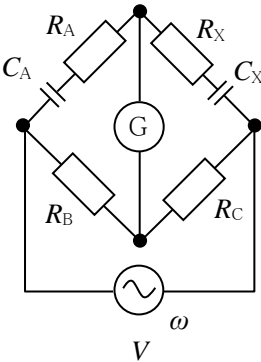
A - 18 次の記述は、図に示す交流ブリッジ回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。
ただし、交流電源の角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) R_A と C_A の直列合成インピーダンス \dot{Z}_A は、 $\dot{Z}_A = R_A + \frac{1}{j\omega C_A}$ [Ω] である。
- (2) R_X と C_X の直列合成インピーダンス \dot{Z}_X は、 $\dot{Z}_X = R_X + \frac{1}{j\omega C_X}$ [Ω] である。
- (3) ブリッジが平衡しているとき、次式が成り立つ。

$$R_B R_X + \frac{R_B}{j\omega C_X} = R_A R_C + \boxed{A} \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

- (4) 式①の両辺の実数部と虚数部がそれぞれで互いに等しいので、次式が得られる。
 $R_X = R_A \times \boxed{B}$ [Ω] , $C_X = C_A \times \boxed{C}$ [F]

	A	B	C
1	$\frac{R_A}{j\omega C_A}$	$\frac{R_B}{R_C}$	$\frac{R_C}{R_B}$
2	$\frac{R_A}{j\omega C_A}$	$\frac{R_C}{R_B}$	$\frac{R_B}{R_C}$
3	$\frac{R_C}{j\omega C_A}$	$\frac{R_C}{R_B}$	$\frac{R_B}{R_C}$
4	$\frac{R_C}{j\omega C_A}$	$\frac{R_C}{R_B}$	$\frac{R_C}{R_B}$
5	$\frac{R_C}{j\omega C_A}$	$\frac{R_B}{R_C}$	$\frac{R_C}{R_B}$



$R_A、R_B、R_C、R_X$:抵抗[Ω]
 $C_A、C_X$:静電容量[F]
 G : 交流検流計
 V : 交流電源[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 [kΩ] 及び 2.8 [kΩ] の二種類の電圧計で測定したとき、それぞれ 17.6 [V] 及び 16.8 [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 [Ω]	20 [V]
2	100 [Ω]	18 [V]
3	200 [Ω]	22 [V]
4	200 [Ω]	20 [V]
5	200 [Ω]	18 [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 ω [rad/s]、位相差を θ [rad]、時間を t [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。

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

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

$$\theta = \square \text{ C} \text{ [rad]}$$

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

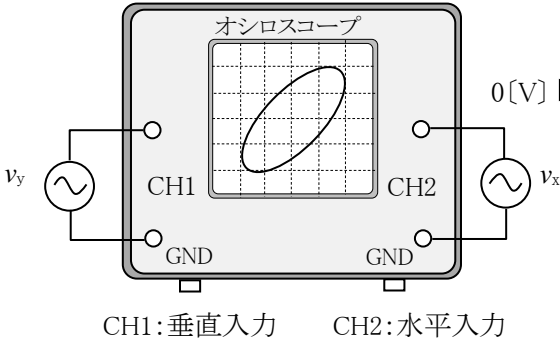


図 1

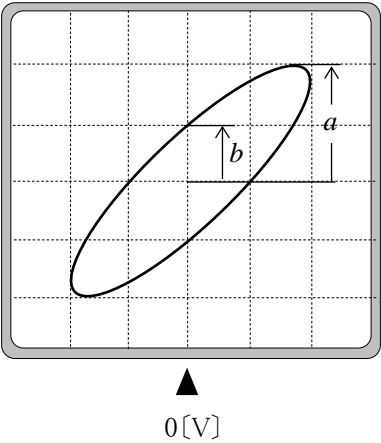
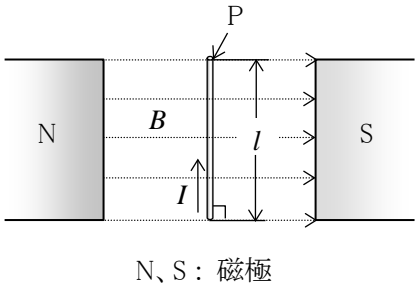


図 2

B - 1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中に磁界の方向に対して直角に置かれた、 I [A] の直流電流の流れている長さ l [m] の直線導体 P に生ずる力 F 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) この力 F は、□ ア といわれる。
 (2) F の大きさは、 $F = \square \text{ イ}$ [N] である。
 (3) B の方向、 I の方向及び F の方向の関係はフレミングの □ ウ の法則で求められる。
 (4) (3) の法則では、 B の方向と I の方向に定められた指を向けると、□ エ が F の方向を示す。
 (5) この力 F は、□ オ に利用する。

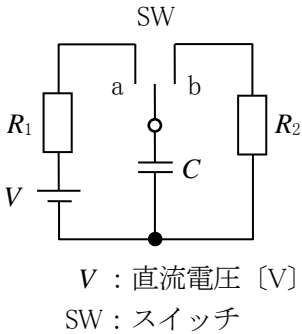


N、S：磁極

1 静電力	2 BI^2l	3 左手	4 中指	5 発電機
6 電磁力	7 BIl	8 右手	9 親指	10 電動機

B - 2 次の記述は、図に示す回路の過渡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、静電容量 C [F] の初期電荷は零とする。また、自然対数の底を e としたとき、 $1/e = 0.37$ とする。

- (1) SW を a に入れた直後、抵抗 R_1 [Ω] に流れる電流は、□ ア [A] である。
 (2) SW を a に入れてから十分に時間が経過し定常状態になったとき、 C [F] の電圧は、□ イ [V] である。
 (3) (2) の後、SW を b に切り替えた直後、抵抗 R_2 [Ω] に流れる電流は、□ ウ [A] である。
 (4) SW を b に切り替えた直後から CR_2 [s] 後に R_2 に流れる電流は、約 □ エ [A] である。
 (5) SW を b に切り替えてから十分に時間が経過し定常状態になったとき、 R_2 の両端の電圧は、□ オ [V] である。



V：直流電圧 [V]

SW：スイッチ

1 $\frac{V}{R_1}$	2 V	3 $\frac{R_1}{R_2} \times V$	4 $0.37 \times \frac{V}{R_2}$	5 0 (零)
6 $\frac{V}{R_1 + R_2}$	7 $\frac{V}{2}$	8 $\frac{V}{R_2}$	9 $0.63 \times \frac{V}{R_2}$	10 $\frac{R_2}{R_1} \times V$

B－3 次の記述は、熱電現象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 ゼーベック効果による起電力の大きさは、導体の材質が均質であるならば、導体の長さには影響されない。
- イ ペルチエ効果により熱の吸収が生じている二種類の金属の接点は、電流の方向を逆にしても熱の吸収が生ずる。
- ウ 温度測定に利用される熱電対は、ペルチエ効果を利用している。
- エ エジソン効果による熱の発生又は吸収は、温度勾配がある導線に電流を流すときに生ずる。
- オ 電子冷却は、ペルチエ効果を利用できる。

B－4 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いたブリッジ形 CR 発振回路の発振条件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 ω [rad /s] とする。

(1) R と C の直列インピーダンス \dot{Z}_S 及び並列インピーダンス \dot{Z}_P は、それぞれ次式で表される。

$\dot{Z}_S = R + (\text{ア}) [\Omega] \dots\dots\dots \text{①}$

$\dot{Z}_P = \frac{R}{1 + j\omega CR} [\Omega] \dots\dots\dots \text{②}$

(2) 入力電圧 \dot{V}_i と出力電圧 \dot{V}_o との関係は、 \dot{Z}_S 及び \dot{Z}_P で表すと次式となる。

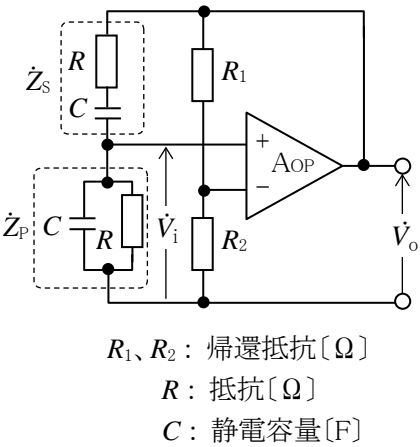
$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = 1 + (\text{イ}) \dots\dots\dots \text{③}$

(3) 式③に式①②を代入し、整理すると、次式が得られる。

$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = 3 - j(\text{ウ}) \dots\dots\dots \text{④}$

(4) 回路が発振状態にあるとき、 \dot{V}_o と \dot{V}_i の位相は、□エである。

(5) したがって、発振周波数 f は、 $f = \text{オ}$ [Hz] である。



- | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|--------------------------------|
| 1 $j\omega CR$ | 2 $\frac{\dot{Z}_S}{\dot{Z}_P}$ | 3 $\frac{1}{\omega CR} - \omega CR$ | 4 逆位相 | 5 $\frac{1}{2\pi CR}$ |
| 6 $\frac{1}{j\omega C}$ | 7 $\dot{Z}_S + \dot{Z}_P$ | 8 $\frac{1}{\omega CR} - 2\omega CR$ | 9 同位相 | 10 $\frac{1}{2\pi\sqrt{6} CR}$ |

B－5 次の記述は、一般的に用いられる測定器と測定項目について述べたものである。□内に入れるべき最も適している字句を下の番号から選べ。

- (1) 電解液の抵抗や接地抵抗の測定に用いられるのは、□アである。
- (2) マイクロ波の電力測定に用いられるのは、□イである。
- (3) 交流電圧の波形観測に用いられるのは、□ウである。
- (4) 電池や熱電対の起電力の測定に用いられるのは、□エである。
- (5) コイルのインダクタンスや分布容量の測定に用いられるのは、□オである。

- | | | | | |
|---------|------------|-----------|-------------|-----------------|
| 1 回路計 | 2 電流力計形電力計 | 3 レベルメータ | 4 ボロメータブリッジ | 5 ファンクションジェネレータ |
| 6 Q メータ | 7 直流電位差計 | 8 オシロスコープ | 9 ガウスメータ | 10 コールラウシュブリッジ |