

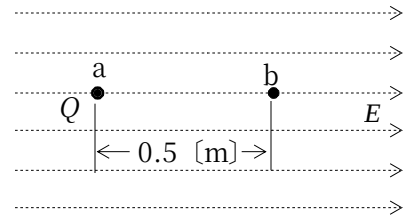
BK・YK803

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 図に示すように、電界の強さが  $E = 200$  [V/m] の一様な電界中で、電界の方向と同じ方向に  $0.5$  [m] 離れた二点を点 a 及び点 b とする。このとき、点 a b 間の電位差及び点 a から点 b に  $0.1$  [ $\mu$ C] の電荷が移動したときの  $Q$  の仕事量  $W$  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、 $Q$  はこの電界からのみ力を受けるものとする。

|   | $V_{ab}$ | $W$           |
|---|----------|---------------|
| 1 | 20 [V]   | 10 [ $\mu$ J] |
| 2 | 20 [V]   | 2 [ $\mu$ J]  |
| 3 | 100 [V]  | 10 [ $\mu$ J] |
| 4 | 100 [V]  | 2 [ $\mu$ J]  |



- A - 2 次の記述は、図に示す空心の円筒に巻いたコイルの自己インダクタンス  $L$  [H] 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、コイルの長さを  $l$  [m]、半径を  $r$  [m] とする。また、 $l \gg r$  とし、漏れ磁束は無いものとする。

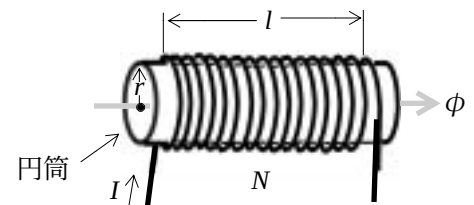
- (1)  $L$  は、コイルの巻数を  $N$  回、コイルに流れる電流を  $I$  [A]、コイル内部の磁束を  $\phi$  [Wb] とすると、次式で表される。  

$$L = N\phi / \square \text{ A} \quad \text{[H]} \quad \text{①}$$
- (2)  $\phi$  は、コイル内部の磁界の強さ  $H$  が、 $H = NI/l$  [A/m] であるから、空気の透磁率を真空の透磁率  $\mu_0$  と等しいとすると、次式で表される。  

$$\phi = \mu_0 \pi r^2 \times \square \text{ B} \quad \text{[Wb]} \quad \text{②}$$
- (3) したがって、 $L$  は次式で表される。  

$$L = \mu_0 \pi r^2 \times \square \text{ C} \quad \text{[H]}$$

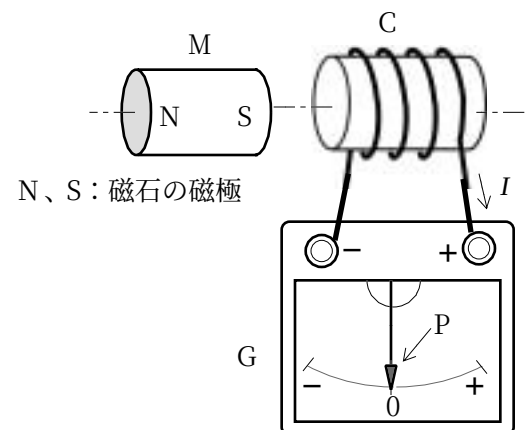
|   | A     | B        | C       |
|---|-------|----------|---------|
| 1 | $I$   | $NI/l$   | $N^2/l$ |
| 2 | $I$   | $N^2I/l$ | $N/l$   |
| 3 | $I^2$ | $NI/l$   | $N^2/l$ |
| 4 | $I^2$ | $N^2I/l$ | $N/l$   |



- A - 3 次の記述は、図に示す磁石 M、コイル C 及び直流検流計 G を用いて調べた電磁誘導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。ただし、 $G$  は電流が図に示す方向に流れたとき、指針 P が目盛板の「+」側に振れるものとする。

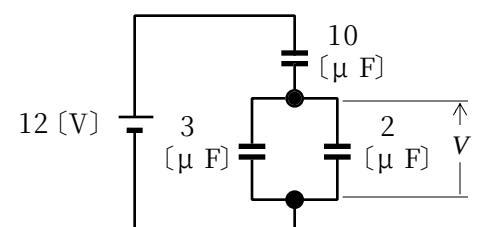
- (1) M を C に近づけつつあるときには、P □ は □ を指す。  
 (2) M を C に最も近づけて止めてあるときには、P □ は □ を指す。

|   | A    | B    |
|---|------|------|
| 1 | 「-」側 | 「-」側 |
| 2 | 「-」側 | 「0」  |
| 3 | 「+」側 | 「-」側 |
| 4 | 「+」側 | 「0」  |



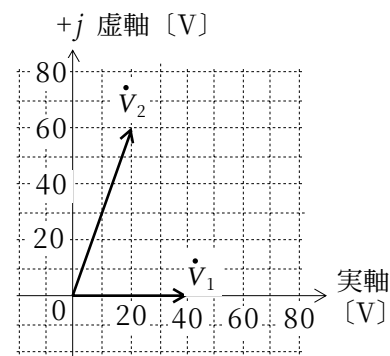
- A - 4 図に示すコンデンサの直並列回路において、静電容量が  $2$  [ $\mu$ F] のコンデンサの両端の電圧  $V$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

|   |        |
|---|--------|
| 1 | 2 [V]  |
| 2 | 4 [V]  |
| 3 | 8 [V]  |
| 4 | 10 [V] |



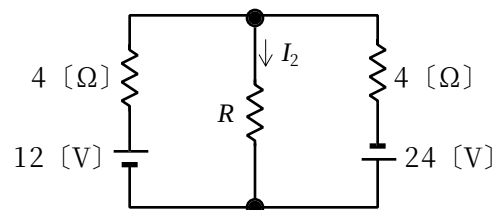
A - 5 図に示す正弦波交流電圧を表すベクトル  $\dot{V}_1$  [V] 及び  $\dot{V}_2$  [V] の二つの電圧を加えた電圧の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、図のベクトルの長さは、それぞれの電圧の実効値を表しているものとする。

- 1  $100\sqrt{2}$  [V]
- 2  $80\sqrt{2}$  [V]
- 3 100 [V]
- 4  $60\sqrt{2}$  [V]



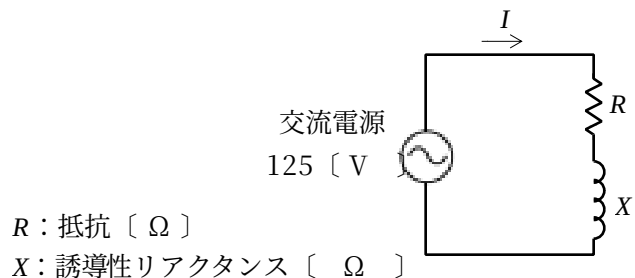
A - 6 図に示す直流回路において、抵抗  $R$  に流れる電流  $I_2$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $R = 4$  [ $\Omega$ ] とし、 $I_2$  の方向は、図に示す方向を「正」(+)、逆方向を「負」(-)とする。

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



A - 7 図に示す交流回路において、回路に流れる電流  $I$  が 2 [A] で、消費される電力が 200 [W] であるとき、回路の力率の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.8
- 2 0.7
- 3 0.6
- 4 0.5

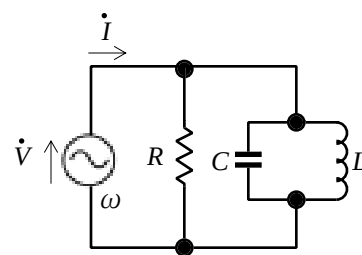


A - 8 次の記述は、図に示す回路において交流電圧  $\dot{V}$  [V] の角周波数  $\omega$  [rad/s] を変えたときの電源から流れる電流  $\dot{I}$  [A] について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 $\omega_0^2 = 1/LC$  とし、 $L$  の抵抗分は無視するものとする。

- (1)  $\omega < \omega_0$  のとき、 $\dot{I}$  [A] は、 $\dot{V}$  [V] よりも位相が □ A いる。
- (2)  $\omega = \omega_0$  のとき、 $\dot{I}$  と  $\dot{V}$  の位相差は、□ B となる。

- |   | A   | B             |
|---|-----|---------------|
| 1 | 遅れて | $\pi/2$ [rad] |
| 2 | 遅れて | 0 [rad]       |
| 3 | 進んで | $\pi/2$ [rad] |
| 4 | 進んで | 0 [rad]       |

$R$  : 抵抗 [ $\Omega$ ]  
 $L$  : 自己インダクタンス [H]  
 $C$  : 静電容量 [F]



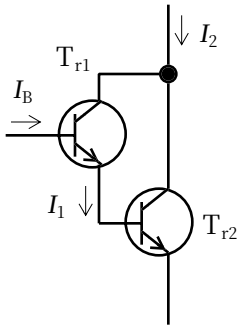
A - 9 次の記述は、半導体について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、自由電子の数を  $N_n$ 、ホール(正孔)の数を  $N_p$  とする。

- (1) 真性半導体は、□ A 。
- (2) P 形半導体は、□ B 。

- |   | A                  | B                   |
|---|--------------------|---------------------|
| 1 | $N_p$ と $N_n$ が等しい | $N_p$ が $N_n$ より多い  |
| 2 | $N_p$ と $N_n$ が等しい | $N_p$ が $N_n$ より少ない |
| 3 | $N_n$ が $N_p$ より多い | $N_p$ が $N_n$ より多い  |
| 4 | $N_p$ が $N_n$ より多い | $N_p$ が $N_n$ より少ない |

**A-10** 図に示すように、二つのトランジスタ  $T_{r1}$  及び  $T_{r2}$  を接続した回路で、 $T_{r1}$  のベース電流  $I_b$  が  $5\text{ }[\mu\text{A}]$  であるとき、 $I_1$  及び  $I_2$  の最も近い値の組合せを下の番号から選べ。ただし、 $T_{r1}$  及び  $T_{r2}$  のエミッタ接地直流電流増幅率は、それぞれ  $h_{FE1} = 200$  及び  $h_{FE2} = 100$  とする。

|   | $I_1$                    | $I_2$                    |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | $0.5\text{ }[\text{mA}]$ | $100\text{ }[\text{mA}]$ |
| 2 | $0.5\text{ }[\text{mA}]$ | $50\text{ }[\text{mA}]$  |
| 3 | $1\text{ }[\text{mA}]$   | $100\text{ }[\text{mA}]$ |
| 4 | $1\text{ }[\text{mA}]$   | $50\text{ }[\text{mA}]$  |

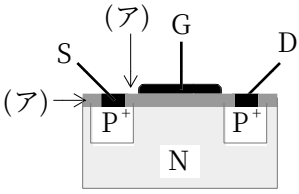


**A-11** 次の記述は、図に示す絶縁ゲート形電界効果トランジスタ(MOS-FET)の原理的構造例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図の (ア) で示す(ア)の層は、□ A □ である。  
 (2) D-S 間に形成されるチャンネルは、□ B □ である。

|   | A        | B   |
|---|----------|-----|
| 1 | 絶縁体(酸化物) | P 形 |
| 2 | 絶縁体(酸化物) | N 形 |
| 3 | 導体(金属膜)  | P 形 |
| 4 | 導体(金属膜)  | N 形 |

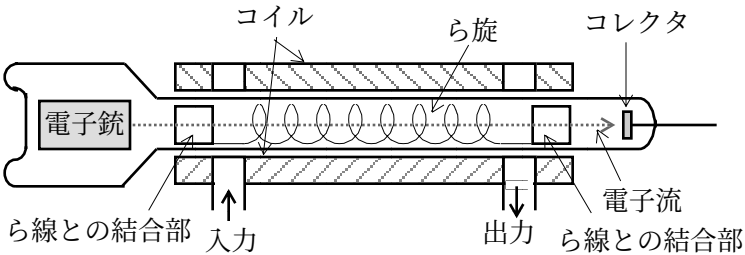
D ドレイン  
 G ゲート  
 S ソース  
 N : N形半導体  
 P<sup>+</sup> : 不純物濃度が高い P形半導体  
 ■ : 金属



**A-12** 次の記述は、図に示す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) 図中のコイルは、電子銃から放出される電子流を □ A □ させる役割がある。  
 (2) 図中のら旋は、入力された電磁波の位相速度を □ B □ させる役割がある。  
 (3) 進行波管は、主にマイクロ波の □ C □ に用いられる。

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| 1 | 拡散 | 加速 | 増幅 |
| 2 | 拡散 | 遅延 | 発振 |
| 3 | 集束 | 加速 | 発振 |
| 4 | 集束 | 遅延 | 増幅 |

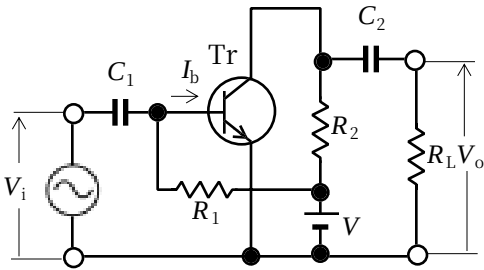


**A-13** 次の記述は、図に示すトランジスタ低周波増幅回路の電圧及び電流の位相差について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、結合コンデンサ  $C_1$  及び  $C_2$  の影響は無視するものとする。

- (1)  $V_i$  と  $I_b$  との位相差は、□ A □ [rad] である。  
 (2)  $V_i$  と  $V_o$  との位相差は、□ B □ [rad] である。

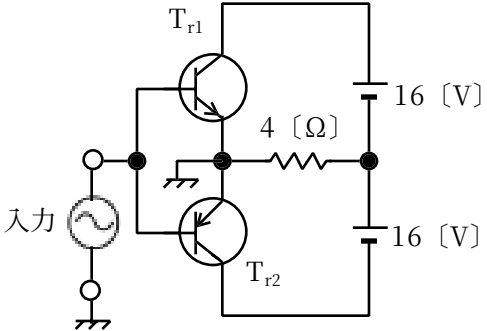
|   | A     | B     |
|---|-------|-------|
| 1 | 0     | 0     |
| 2 | 0     | $\pi$ |
| 3 | $\pi$ | 0     |
| 4 | $\pi$ | $\pi$ |

Tr : トランジスタ  
 $V_i$  : 入力電圧 (正弦波交流)  
 $V_o$  : 出力電圧  
 $I_b$  : ベース電流  
 $V$  : 直流電源  
 $R_1, R_2, R_L$  : 抵抗



**A-14** 図に示す理想的な動作をする B 級電力増幅回路の  $4\text{ }[\Omega]$  負荷の最大出力電力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、トランジスタ  $T_{r1}$  及び  $T_{r2}$  は相補対称(コンプリメンタリ)である。

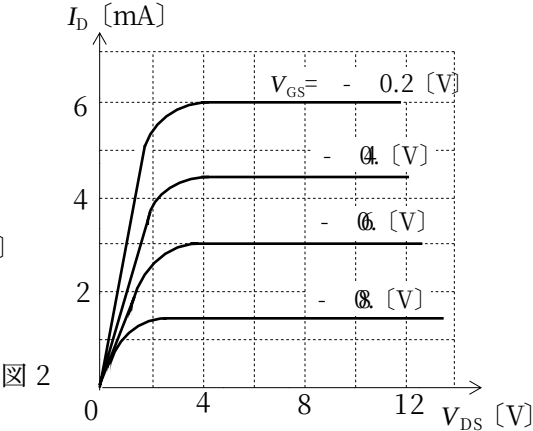
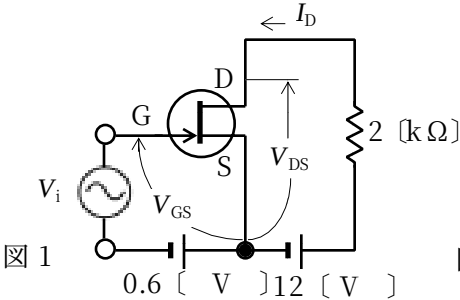
- 1  $8\text{ }[\text{W}]$   
 2  $16\text{ }[\text{W}]$   
 3  $32\text{ }[\text{W}]$   
 4  $64\text{ }[\text{W}]$



**A-15** 次の記述は、図 1 に示す原理的な FET 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、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、FET の特性を図 2 に示す。

- (1) 入力電圧  $V_i$  が 0 [V] のとき、ドレイン電流  $I_D$  は、□ A である。  
 (2)  $V_i$  が  $\pm 0.2$  [V] 変化したとき、 $I_D$  は、□ A を中心に約 □ B 変化する。

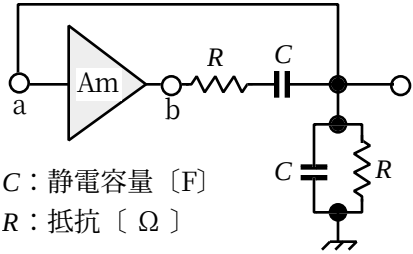
|   | A      | B              |
|---|--------|----------------|
| 1 | 3 [mA] | $\pm 3$ [mA]   |
| 2 | 3 [mA] | $\pm 1.5$ [mA] |
| 3 | 4 [mA] | $\pm 3$ [mA]   |
| 4 | 4 [mA] | $\pm 1.5$ [mA] |



**A-16** 次の記述は、図に示すターマン形の 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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は発振状態にあるものとする。

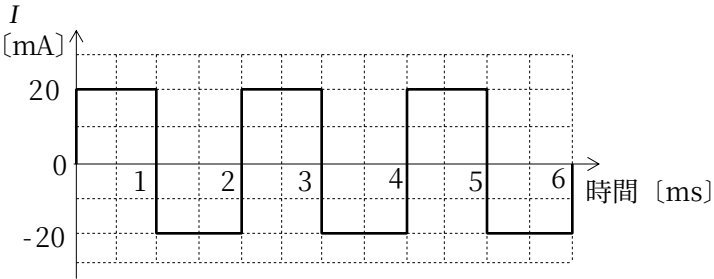
- (1) 増幅回路 Am の端子 a の入力信号と端子 b の出力信号の位相差は、□ 度ある。  
 (2)  $C \times R$  を大きくすると発振周波数は、□ B なる。

|   | A           | B  |
|---|-------------|----|
| 1 | $\pi$ [rad] | 高く |
| 2 | $\pi$ [rad] | 低く |
| 3 | 0 [rad]     | 高く |
| 4 | 0 [rad]     | 低く |



**A-17** 図に示す方形波の電流  $I$  を、熱電対形電流計  $\text{A}_T$  及び全波整流の整流器形電流計  $\text{A}_S$  で測定したとき、それぞれの指示値  $I_T$  及び  $I_S$  の最も近い値の組合せを下の番号から選べ。ただし、電流計はいずれも正弦波交流の実効値で較正されているものとする。また、正弦波交流の波形率を 1.11 とする。

|   | $I_T$     | $I_S$     |
|---|-----------|-----------|
| 1 | 20 [mA]   | 20 [mA]   |
| 2 | 20 [mA]   | 22.2 [mA] |
| 3 | 22.2 [mA] | 20 [mA]   |
| 4 | 22.2 [mA] | 22.2 [mA] |



**A-18** 次の記述は、図に示す直流電位差計を用いて未知の直流電圧  $V_X$  を測定する原理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) 抵抗線 CD に規定値の電流 [A] を流すために、スイッチ SW を a 側にして接点 S 及び可変抵抗  $R_S$  [Ω] を適切に調整し、直流検流計  $\text{G}$  の振れを零にする。このとき、C-S 間の抵抗値  $R_S$  [Ω] とすると、次式が成り立つ。  

$$V_S = R_S \times \text{□ A} \text{ [V]} \quad \text{①}$$
 (2) 次に SW を b 側にして CD  $\text{G}$  の指示が零になる接点の位置を X とする。このとき、C-X 間の抵抗値  $R_X$  [Ω] とすると、次式が成り立つ。

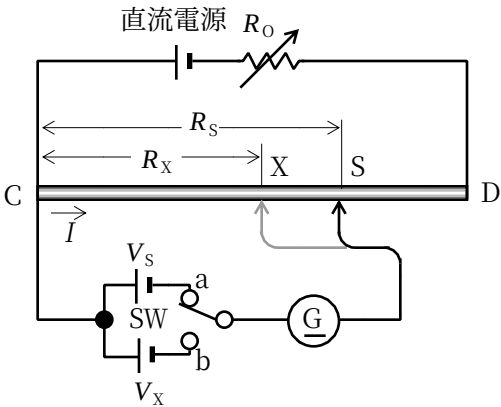
$$V_X = R_X \times \text{□ A} \text{ [V]} \quad \text{②}$$

- (3) 式①及び式②から、 $V_X$  を求めると、次式が得られる。

$$V_X = V_S \times \text{□ B} \text{ [V]} \quad \text{③}$$

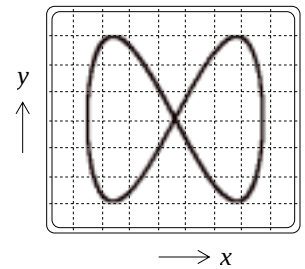
式③より、C-D 間の各位置の抵抗値が正確にわかれば、 $V_X$  を正確に求めることができる。

|   | A               | B           |
|---|-----------------|-------------|
| 1 | $I$             | $R_X / R_S$ |
| 2 | $I$             | $R_S / R_X$ |
| 3 | $I (R_S / R_X)$ | $R_X / R_S$ |
| 4 | $I (R_S / R_X)$ | $R_S / R_X$ |



**A-19** オシロスコープの水平軸(x) 及び垂直軸(y) にそれぞれ正弦波電圧 $v_x$ 〔V〕及び $v_y$ 〔V〕を加えたとき、図に示すリサージュ図形が得られた。 $v_x$ 及び $v_y$ の周波数をそれぞれ $f_x$ 及び $f_y$ としたとき、 $f_x:f_y$ として、正しいものを下の番号から選べ。

- $f_x:f_y$
- 1 2:1  
2 1:3  
3 1:2  
4 1:1



**A-20** 最大目盛値が300〔V〕で、階級精度が1.5級の直流電圧計において、指示値が30〔V〕のときの百分率誤差の最大値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 3〔%〕  
2 5〔%〕  
3 10〔%〕  
4 15〔%〕

**B-1** 図1に示すように棒磁石Mが一様な強さの磁界中に置かれているとする。Mの長さ $l$ 〔m〕及びMの軸と磁界の方向の角度 $\theta$ 〔rad〕をア、イ、ウ、エ及びオのように変えたとき、Mに働くトルクの大きさが、図2に示す棒磁石Nに働くトルクよりも大きいものを1、そうでないものを2として解答せよ。ただし $m$ 及び $H$ は図1及び図2で等しいものとする。

- ア  $l = 0.1$ 〔m〕、 $\theta = \pi/4$ 〔rad〕  
イ  $l = 0.1$ 〔m〕、 $\theta = \pi/2$ 〔rad〕  
ウ  $l = 0.1$ 〔m〕、 $\theta = \pi/6$ 〔rad〕  
エ  $l = 0.2$ 〔m〕、 $\theta = \pi/4$ 〔rad〕  
オ  $l = 0.2$ 〔m〕、 $\theta = \pi/6$ 〔rad〕

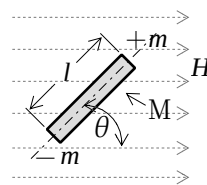


図1

$m$ : 磁極の強さ〔Wb〕  
 $H$ : 磁界の強さ〔A/m〕

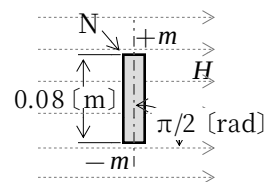
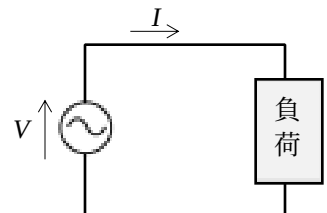


図2

**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。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、交流電源電圧の大きさを $V$ 〔V〕、回路に流れる電流の大きさを $I$ 〔A〕、 $V$ と $I$ の位相差を $\theta$ 〔rad〕とする。

- (1) 皮相電力は、大きさが□アであり、その単位は〔VA〕である。  
(2) 負荷の力率は、□イである。  
(3) 消費電力は、大きさが□ウであり、その単位は〔W〕である。  
(4) 無効電力は、大きさが□エであり、その単位は□オである。

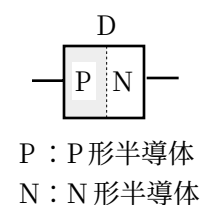
- 1  $\sin \theta$     2  $\cos \theta$     3  $\tan \theta$     4  $VI \sin \theta$     5  $VI \tan \theta$   
6  $VI \cos \theta$     7  $VI$     8 〔VA〕    9 〔var〕    10 〔T〕



**B-3** 次の記述は、半導体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) PN接合ダイオードDは、図1に示すようにP形半導体とN形半導体を接合したものであり、□イに正(+)の電圧、□エに負(-)の電圧を加えると、P形及びN形領域の□ウキャリアは接合部を越えて移動し、電流がよく流れる。電圧の極性を逆にすると□エキャリアは接合部を越えて移動せず、電流はほとんど流れない。  
(2) このように加える電圧の極性で、電流がよく流れたりほとんど流れなくなる作用を□エ作用という。  
(3) 図2に示すようにDに交流電圧を加えると、抵抗〔Ω〕には、矢印□オで示す方向に電流 $I$ がよく流れる。

- 1 a    2 b    3 アクセプタ    4 ドナー    5 整流  
6 発振    7 少数    8 多数    9 P形半導体    10 N形半導体



P: P形半導体  
N: N形半導体

図1

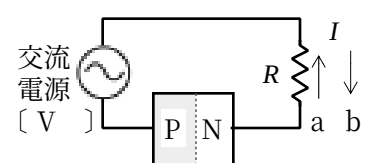
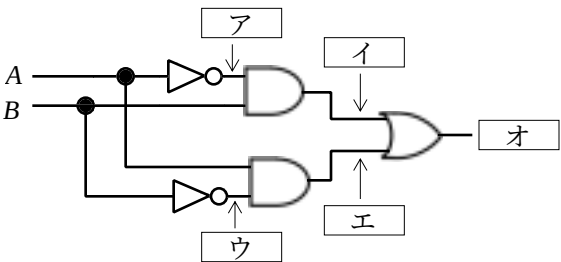


図2

**B - 4** 図に示す論理回路のアからオまでのそれぞれの出力を表す論理式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $A$  及び  $B$  を入力とする。

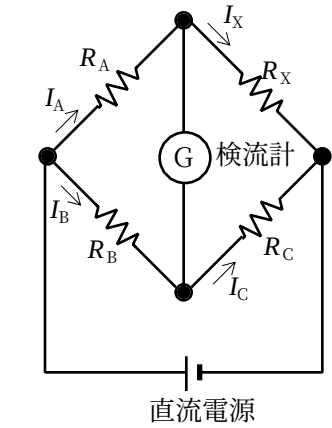
- |                    |                    |                            |                                  |                                               |
|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>1</b> $A$       | <b>2</b> $B$       | <b>3</b> $A \cdot B$       | <b>4</b> $\bar{A} \cdot \bar{B}$ | <b>5</b> $\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$  |
| <b>6</b> $\bar{A}$ | <b>7</b> $\bar{B}$ | <b>8</b> $A \cdot \bar{B}$ | <b>9</b> $\bar{A} \cdot B$       | <b>10</b> $\bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$ |



**B - 5** 次の記述は、図に示す直流ブリッジ回路が平衡状態にあるときの電圧及び電流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)  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $R_A$ 、 $R_B$ の間には、 $I_A R_A =$  □ ア が成り立つ。  
 (2)  $I_X$ 、 $I_C$ 、 $R_X$ 、 $R_C$ の間には、 $I_X R_X =$  □ イ が成り立つ。  
 (3)  $I_A$ 、 $I_X$ の間には、□ ウ が成り立つ。  
 (4)  $I_B$ 、 $I_C$ の間には、□ エ が成り立つ。  
 (5) したがって  $R_X$ が未知抵抗のとき、 $R_X$ は、 $R_X = R_C \times$  □ オ である。

- |                           |                           |                          |                          |                         |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>1</b> $I_B(R_B + R_C)$ | <b>2</b> $I_C R_C$        | <b>3</b> $I_A + I_X = 0$ | <b>4</b> $I_B + I_C = 0$ | <b>5</b> $(R_A / R_B)$  |
| <b>6</b> $I_B R_B$        | <b>7</b> $I_A(R_A + R_X)$ | <b>8</b> $I_A = I_X$     | <b>9</b> $I_B = I_C$     | <b>10</b> $(R_B / R_A)$ |



$I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_X$ ：電流〔A〕  
 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_X$ ：抵抗〔Ω〕