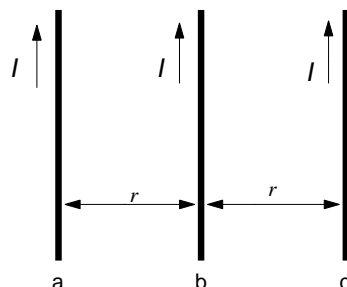


## 第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

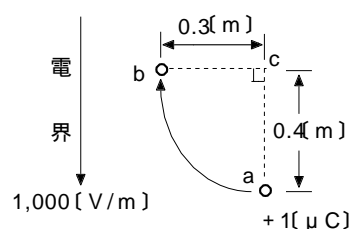
- A - 1 図に示すように、真空中の同一平面上に平行、かつ、距離を  $r$  [m] 離して置かれた無限長の直線導線 a、b 及び c に同じ大きさの直流電流  $I$  [A] を流したとき、b が a 及び c から受ける 1 [m] 当りに働く合成力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、真空の透磁率を  $\mu_0$  [H/m] とし、 $I$  の方向は a、b、c と同じとする。また、導線の太さは無視するものとする。

- 1 0 [N/m]
- 2  $\mu_0 I^2 / (4 r)$  [N/m]
- 3  $\mu_0 I^2 / (2 r)$  [N/m]
- 4  $\mu_0 I^2 / (r)$  [N/m]
- 5  $2 \mu_0 I^2 / (r)$  [N/m]



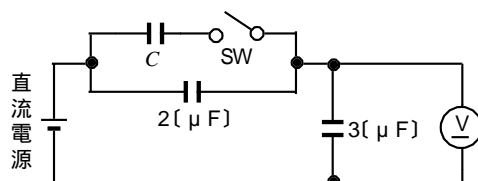
- A - 2 図に示すように、電界の強さが 1,000 [V/m] で一定の電界中を、+1 [μC] の電荷が点 a から点 b まで移動するのに必要な仕事量の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、重力の影響は無視するものとする。また、電界の方向は c から a の方向と同じとする。

- 1 100 [μJ]
- 2 200 [μJ]
- 3 300 [μJ]
- 4 400 [μJ]
- 5 500 [μJ]



- A - 3 図に示す直流回路において、スイッチ SW が断 (OFF) のとき、直流電圧計  $\textcircled{V}$  の指示値が 4 [V] で、SW が接 (ON) のとき、 $\textcircled{V}$  の指示値が 7 [V] であった。このときのコンデンサの静電容量  $C$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、各コンデンサの初期電荷を零、 $\textcircled{V}$  の内部抵抗は無有限大とする。

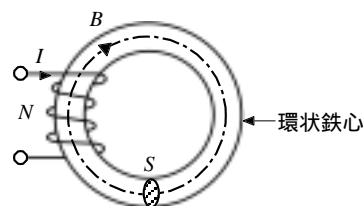
- 1 1 [μF]
- 2 2 [μF]
- 3 3 [μF]
- 4 4 [μF]
- 5 5 [μF]



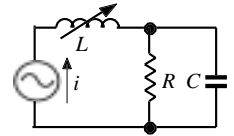
- A - 4 次の記述は、図に示す磁気回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、断面積  $S$  [m<sup>2</sup>] の環状鉄心に  $N$  回巻いたコイルに  $I$  [A] の直流電流を流したとき、環状鉄心内部の磁束密度は  $B$  [T] になるものとする。

- (1) 環状鉄心を通る磁束は □ A □ [Wb] である。
- (2) コイルの自己インダクタンスは □ B □ [H] である。
- (3) 環状鉄心に蓄えられた電磁エネルギーは □ C □ [J] である。

- |   | A     | B       | C            |
|---|-------|---------|--------------|
| 1 | $BS$  | $N I$   | $NBI / (2S)$ |
| 2 | $BS$  | $N / I$ | $NBSI / 2$   |
| 3 | $BS$  | $N I$   | $NBSI / 2$   |
| 4 | $B/S$ | $N / I$ | $NBSI / 2$   |
| 5 | $B/S$ | $N I$   | $NBI / (2S)$ |

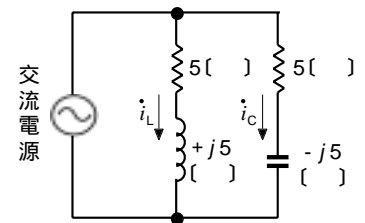


- A - 5 図に示す交流回路において、コイルの自己インダクタンス  $L$  を変化させて交流電源から流れる電流  $i$  [A] の大きさを最大としたとき、 $L$  [H] の値を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の角周波数を  $\omega$  [rad/s]、抵抗  $R$  [Ω]、コンデンサの静電容量を  $C$  [F] とする。



1  $L = \frac{CR}{1 + \frac{CR}{\omega^2}}$     2  $L = \frac{CR^2}{1 + \frac{CR^2}{\omega^2}}$     3  $L = \frac{CR^2}{1 + (\frac{CR}{\omega})^2}$     4  $L = \frac{C^2 R^2}{1 + (\frac{CR}{\omega})^2}$     5  $L = \frac{1 + (\frac{CR}{\omega})^2}{C^2 R^2}$

- A - 6 図に示す交流回路において、コイルを流れる電流  $i_L$  [A] とコンデンサを流れる電流  $i_C$  [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、抵抗値、コイル及びコンデンサのリアクタンスの大きさを、それぞれ 5 [Ω] とする。



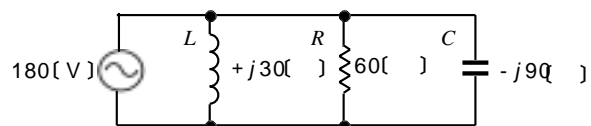
1  $\pi$  [rad]    2  $\pi/2$  [rad]    3  $\pi/3$  [rad]    4  $\pi/4$  [rad]    5  $\pi/8$  [rad]

- A - 7 コイルとコンデンサを直列に接続した共振回路のせん鋭度  $Q$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイル及びコンデンサの  $Q$  の値をそれぞれ 200 及び 1,800 とする。

1 160    2 180    3 200    4 1,000    5 1,600

- A - 8 図に示すように、コイルの自己インダクタンス  $L$  [H]、抵抗  $R$  [Ω] 及びコンデンサの静電容量  $C$  [F] の並列回路に 180 [V] の交流電圧を加えたときの皮相電力  $P_0$  及び無効電力  $P_r$  の値の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、誘導性リアクタンスの大きさを 30 [Ω]、 $R$  を 60 [Ω] 及び容量性リアクタンスの大きさを 90 [Ω] とする。

$P_0$	$P_r$
1 600 [VA]	540 [var]
2 800 [VA]	720 [var]
3 800 [VA]	540 [var]
4 900 [VA]	720 [var]
5 900 [VA]	540 [var]



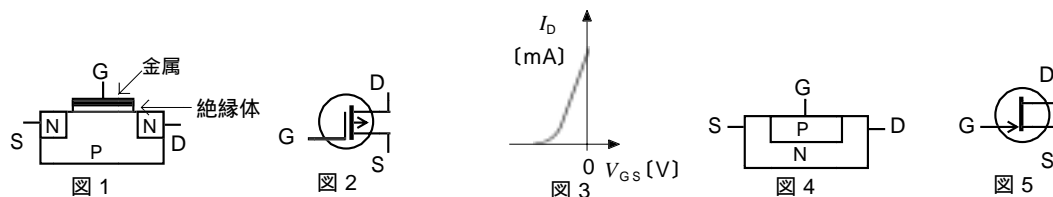
- A - 9 次の記述は、各種半導体素子の抵抗値が大きく変わる要因について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) サーミスタは、□Aの変化による。  
 (2) バリスタは、□Bの変化による。  
 (3) CdS 硫化カドミウムは、□Cの変化による。

A	B	C
1 光の強さ	加える電圧	温度
2 加える電圧	温度	光の強さ
3 加える電圧	光の強さ	温度
4 温度	光の強さ	加える電圧
5 温度	加える電圧	光の強さ

A-10 次の記述は、電界効果トランジスタ (FET) 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 図 1 は、Pチャネル形の MOS 形 FET の原理的構造例である。
- 2 図 2 は、Pチャネル形の MOS 形 FET(デプレッション形) の図記号である。
- 3 図 3 は、Nチャネル形のデプレッション形 FET の特性例である。
- 4 図 4 は、Nチャネル形の接合形 FET の原理的構造例である。
- 5 図 5 は、Nチャネル形の接合形 FET の図記号である。



S:ソース D:ドレイン G:ゲート N:N形半導体 P:P形半導体  $I_D$ :ドレイン電流  $V_{GS}$ :ゲートソース間電圧

A-11 次の記述は、半導体とその性質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 金属と半導体が点接触すると、その接触面で整流作用を示す。
- 2 不純物の濃度を濃くすると、抵抗率が低くなる。
- 3 ゲルマニウムやシリコンは、代表的な真性半導体であり、その原子価は 5 である。
- 4 温度が上がると、抵抗率が低くなる。
- 5 半導体に電流を流している状態で磁界が作用すると、起電力が生ずる。

A-12 主に PN 接合に順方向の電圧を加えて用いるダイオードの名称を下の番号から選べ。

- 1 ツェナーダイオード
- 2 バラクタダイオード
- 3 ホトダイオード
- 4 発光ダイオード
- 5 アバランシダイオード

A-13 次の記述は、図 1 に示すエミッタ接地増幅回路の A 級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) 図 2 に示すコレクタ-エミッタ間電圧対コレクタ電流( $i_C - I_C$ )特性曲線上に描いた直流負荷線 A B は、電源電圧が 12 [V] で、負荷抵抗  $R_L$  が [A] [k] の場合である。
- (2) 動作点 P におけるベース電流は、20 [ $\mu$ A] であり、P から 10 [ $\mu$ A] 増加すると  $i_C$  は約 [B] [ $\mu$ A] 増加する。したがって、このトランジスタの直流電流増幅率は約 [C] である。

	A	B	C
1	2	1	100
2	2	2	200
3	3	2	100
4	3	2	200
5	3	1	100

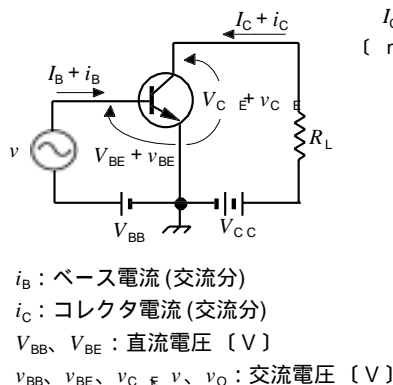


図 1

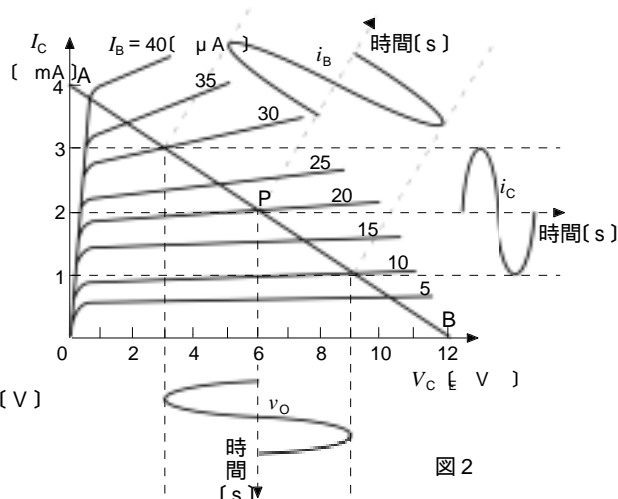
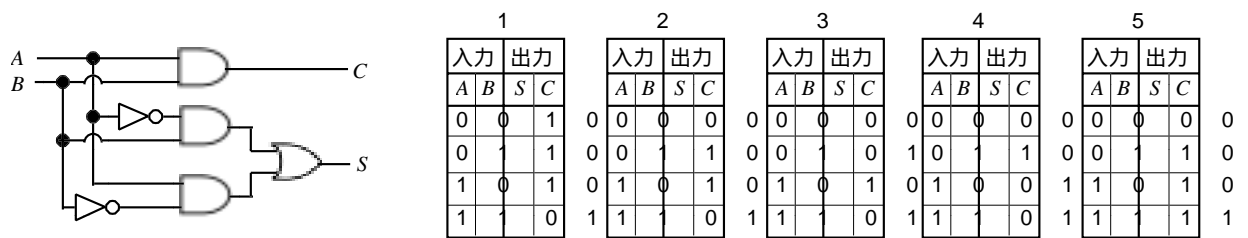


図 2

A-14 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、正論理とする。また、 $A$  及び  $B$  を入力、 $C$  及び  $S$  を出力とする。



A-15 次の記述は、演算増幅器(オペアンプ)を用いた積分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、演算増幅器の増幅度は1より十分大きいものとする。

- (1) 図に示す回路において、時刻  $t = 0$  でスイッチ SW を a 端子から b 端子に切り替え、直流電圧 ( $V$ ) を加えると、 $v_1 = 0$  (イマジナリショート) と考えられるから、抵抗 [ ] には、次式で表す電流  $i$  が流れる。

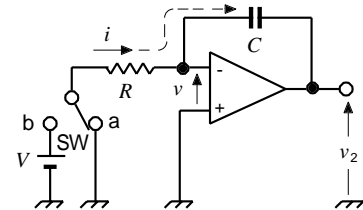
$$i = \square \text{A} \text{ [A]}$$

- (2) コンデンサ  $C$  [F] は、 $i$  によって次式で表す  $Q$  [C] の電荷が蓄えられる。

$$Q = \int_0^t i \, dt \text{ [C]}$$

したがって、次式で表す  $t$  に比例した出力電圧  $v_2$  が得られる。

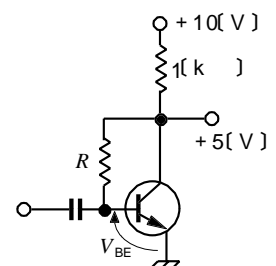
$$v_2 = \square \text{V} \text{ [V]}$$



- | A          | B           |
|------------|-------------|
| 1 $CV/R$   | - $Vt/(CR)$ |
| 2 $CV/R$   | - $CRVt$    |
| 3 $V/(CR)$ | $Vt/(CR)$   |
| 4 $V/R$    | - $CRVt$    |
| 5 $V/R$    | - $Vt/(CR)$ |

A-16 図に示すエミッタ接地トランジスタ増幅回路において、入力のない状態で、コレクタ電圧が  $5$  [V] のときのベースのバイアス抵抗  $R$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ベース - エミッタ間電圧  $V_{BE}$  及びトランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率  $h_{FE}$  を、それぞれ  $0.4$  [V] 及び  $49$  とする。

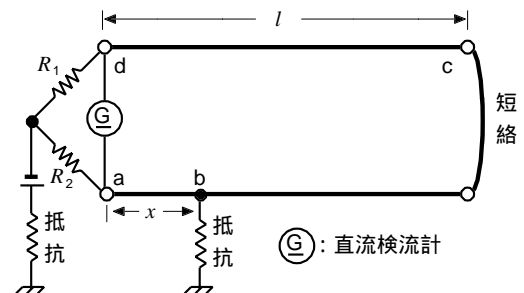
- 1  $26$  [k]    2  $36$  [k]    3  $46$  [k]    4  $56$  [k]    5  $66$  [k]



A-17 次の記述は、図に示す回路により長さ  $l$  [m] の平行二線路の一方の接地点  $b$  の位置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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし点  $a$   $b$  間の距離  $x$  [m]、平行二線路の単位長さ当たりの抵抗値  $r$  [Ω/m] は均一とする。

- (1) 回路をブリッジと考えると、 $R_2$  の対辺となる抵抗は、□ A □ となる。
- (2) ⊖ の振れが零になるように  $R_1$ 、 $R_2$  を調節すれば、 $l$ 、 $x$ 、 $r$ 、 $R_1$ 、 $R_2$  の間には、□ B □ が成立する。
- (3) (2) からを表す式は、次式となる。  
 $x =$  □ C □ [m]

	A	B	C
1	$r(l-x)$	$r(2l-x)R_2 = rxR_1$	$\frac{lR_2}{R_1+R_2}$
2	$r(l-x)$	$r(l-x)R_2 = rxR_1$	$\frac{2lR_2}{R_1+R_2}$
3	$r(2l-x)$	$r(l-x)R_2 = rxR_1$	$\frac{lR_2}{R_1+R_2}$
4	$r(2l-x)$	$r(2l-x)R_2 = rxR_1$	$\frac{2lR_2}{R_1+R_2}$
5	$r(2l-x)$	$r(2l-x)R_2 = rxR_1$	$\frac{lR_2}{R_1+R_2}$

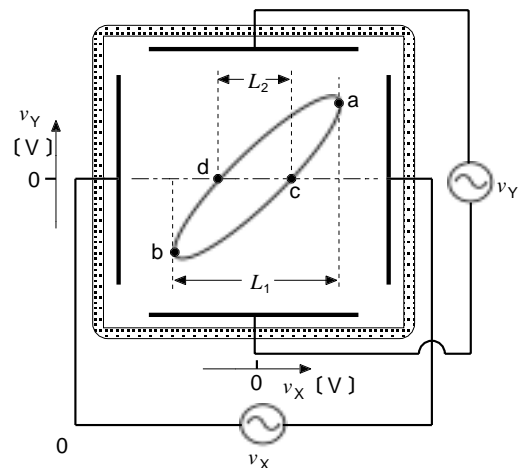


A-18 次の記述は、ブラウン管オシロスコープによる正弦波電圧の位相差の測定法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

振幅  $V$  [V] と角周波数 [rad/s] が同じでそれぞれの位相が  $\phi_x$  及び  $\phi_y$  [rad] の 2 つの正弦波電圧  $v_x = V \sin(\omega t - \phi_x)$  及び  $v_y = V \sin(\omega t - \phi_y)$  をそれぞれブラウン管オシロスコープの水平軸及び垂直軸に加えたとき、図に示す蛍光面上にリサージュ図形が観測された。

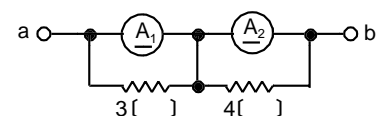
- (1) このとき、リサージュ図形の  $a$  点及び  $b$  点は、それぞれ水平軸方向の掃引電圧  $v_x$  が正 (+) 及び負 (-) の最大振幅点であり、水平掃引幅  $L_1$  は、 $L_1 =$  □ A □ で表される。
- (2)  $c$  点及び  $d$  点は、それぞれ垂直軸方向の掃引電圧  $v_y$  が零の点であり、 $\omega t = \phi_y$  であることから、水平掃引幅  $L_2$  は、 $L_2 =$  □ B □ で表される。
- (3) 位相差  $\phi_y - \phi_x$  を とすると は、 $=$  □ C □ [rad] で求めることができる。

	A	B	C
1	$V$	$V \sin(\phi_y - \phi_x)$	$\sin^{-1}(L_2/L_1)$
2	$V$	$2V \sin(\phi_y - \phi_x)$	$2\sin^{-1}(L_2/L_1)$
3	$2V$	$2V \sin(\phi_y - \phi_x)$	$\sin^{-1}(L_2/L_1)$
4	$2V$	$V \sin(\phi_y - \phi_x)$	$2\sin^{-1}(L_2/L_1)$
5	$2V$	$2V \sin(\phi_y + \phi_x)$	$2\sin^{-1}(L_2/L_1)$



A-19 図に示すように、端子  $a$   $b$  間に直流電流を流したとき、内部抵抗が  $2$  [Ω] の電流計  $A_1$  の指示値が  $12$  [mA] で、電流計  $A_2$  の指示値が  $16$  [mA] であった。このときの  $A_2$  の内部抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

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



A-20 次の記述は、図に示す抵抗  $R_x$  [ ] の測定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、直流電源の内部抵抗を無視するものとし、直流電流計  $\text{A}$  の内部抵抗抵抗  $R_M$  及び  $R$  の値をそれぞれ 10、800 及び 90 [ ] とする。

(1) スイッチ SW が a 側に接点で、 $\text{A}$  の指示値が  $2 \times 10^{-3}$  [A] のとき、次式が成り立つ。

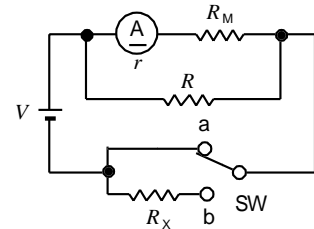
$$V = \text{A} \times 2 \times 10^{-3} \text{ [V] } \dots\dots\dots$$

(2) SW が b 側に接点で、 $\text{A}$  の指示値が  $1 \times 10^{-3}$  [A] のとき、次式が成り立つ。

$$V = (\text{B}) \times 1 \times 10^{-3} \text{ [V] } \dots\dots\dots$$

(3) 式 及び より、 $R_x$  は  $\text{C}$  [ ] となる。

	A	B	C
1	810	$810 + 10R_x$	81
2	810	$810 + 9R_x$	162
3	810	$810 + 9R_x$	81
4	90	$90 + 10R_x$	81
5	90	$90 + 9R_x$	162



B - 1 次の記述は、図に示す N 形半導体の導電率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、N 形半導体の長さを  $l$  [m]、断面積を  $S$  [m<sup>2</sup>]、この半導体に含まれる自由電子の数を  $N$  個及び電子の電荷を  $-q$  [C] ( $q > 0$ ) とする。また自由正孔による電流は無視し、半導体は均質とする。

(1) N 形半導体に直流電圧  $V$  を加えたとき、自由電子の移動度を  $\mu_n$  [m<sup>2</sup>/(V·s)] とすると、移動速度の大きさ  $v$  は次式で表される。

$$v = \text{ア} \text{ [m/s] }$$

(2) 電子の移動により生ずる電流の大きさ  $I_n$  は、次式で表される。

$$I_n = v \times \text{イ} \text{ [A] }$$

(3) N 形半導体の抵抗率を [ ·m ] とすると、抵抗  $R$  は次式で表される。

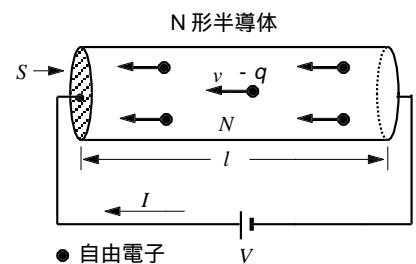
$$R = \text{ウ} \text{ [ ] }$$

(4) オームの法則により、 $V$  から流れる電流  $I$  は次式で表される。

$$I = \frac{V}{l} \times \text{エ} \text{ [A] }$$

(5)  $I_n = I$  であるから、N 形半導体の導電率は、次式で表される。

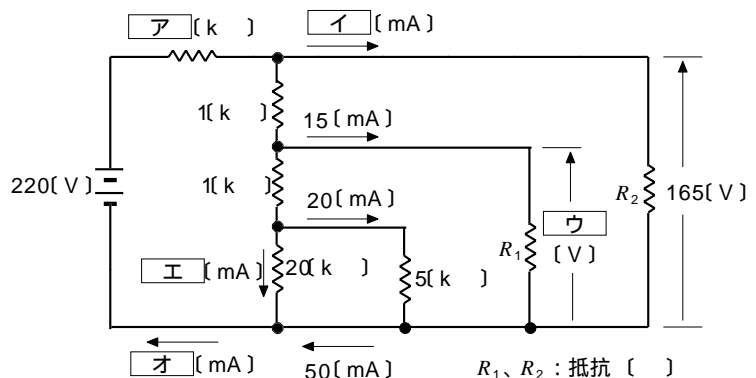
$$= \frac{1}{\text{オ}} = \text{オ} \text{ [S/m] }$$



- 1  $\mu_n V$     2  $\frac{qN}{S}$     3  $\frac{S}{l}$     4  $\frac{l}{S}$     5  $q \mu_n N$     6  $\frac{qN}{l}$     7  $\frac{\mu_n V}{l}$     8  $\frac{S}{S}$     9  $\frac{S}{S}$     10  $\frac{q \mu_n N}{Sl}$

B - 2 図に示す直流回路の □ 内に入れるべき数値を下の番号から選べ。

1	1	2	2
3	5	4	10
5	15	6	35
7	55	8	80
9	100	10	125



B - 3 次の記述は、トランジスタの雑音の周波数特性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) 低域における主な雑音は、周波数に □ア□ するので □イ□ 雑音といわれる。
- (2) 中域における主な雑音は、周波数の全帯域にわたり一様に分布するので □ウ□ 雑音といわれる。 □ウ□ 雑音は、主に散弾雑音と □エ□ 雑音からなる。
- (3) 高域における主な雑音は、 □オ□ 雑音といわれ周波数が高くなるにしたがって大きくなる。

- |       |         |      |     |       |
|-------|---------|------|-----|-------|
| 1 比例  | 2 $f$   | 3 分配 | 4 高 | 5 量子化 |
| 6 反比例 | 7 $1/f$ | 8 熱  | 9 低 | 10 白色 |

B - 4 次の記述は、図 1 及び図 2 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を下の番号から選べ。ただし、図 2 は図 1 の簡易等価回路を表し、入力交流電圧  $v_g$  は低周波の小信号とする。

- (1) 負荷  $R_L$  を流れる交流電流  $i_d$  [A] は、次式で表せる。ただし、FET の相互コンダクタンス、ドレインコンダクタンス及び負荷抵抗をそれぞれ  $g_m$  [S]、 $g_d$  [S] 及び  $R_L$  [ ] とする。

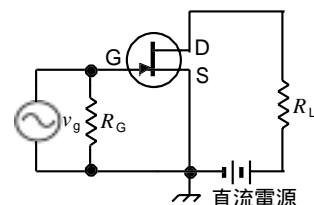
$$i_d = \square \text{ア} \text{ [A]}$$

- (2)  $R_L$  の出力交流電圧  $v_d$  は、次式で表せる。

$$v_d = \square \text{イ} \text{ [V]}$$

- (3) 電圧利得  $G_v$  は、 $v_d/v_g$  であり、□ウ□ となる。
- (4)  $v_g$  が正 (+) 方向に変化すると  $i_d$  の大きさは □エ□ なる。
- (5)  $v_g$  と  $v_d$  は互いに □オ□ 位相である。

- |             |                              |                              |
|-------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 $i_d R_L$ | 2 $-g_m R_L / (g_d R_L + 1)$ | 3 $-g_m v_g / (g_d R_L + 1)$ |
| 4 小さく       | 5 $-g_d v_g / (g_m R_L + 1)$ | 6 $-g_m g_d / (g_d R_L + 1)$ |
| 7 大きく       | 8 $i_d R_L / (g_d R_L + 1)$  | 9 逆                          |
|             |                              | 10 同                         |



D: ドレイン  
S: ソース  
G: ゲート

図 1

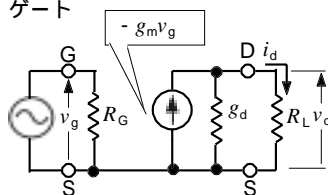


図 2

B - 5 次の記述は、指示電気計器について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 可動コイル形計器は、交流電流を測定するのに適している。
- イ 可動鉄片形計器は、商用周波数 (50 [Hz]、60 [Hz]) の交流電流の測定に適している。
- ウ 整流形計器は、ひずみ波交流の測定に適している。
- エ 熱電形計器は、高周波の交流電流の測定に適している。
- オ 静電形計器は、交流の高電圧測定に適していない。