

GK107

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

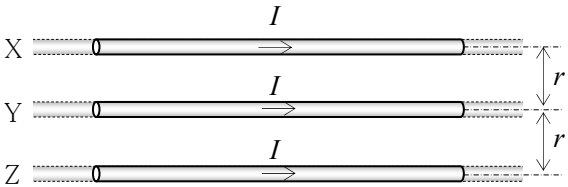
A-1 電界の強さが一様な電界中にある電子が、静止状態から電界に沿って移動を開始したとき、 $t$  [s] 後の電子の速度  $v$  [m/s] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電界の強さを  $E$  [V/m]、電子の質量を  $m$  [kg] 及び電荷の大きさを  $e$  [C] とする。また、電子はこの電界からのみ力を受けるものとする。

- 1  $v = \frac{eEt^2}{m}$
- 2  $v = \frac{eE^2t}{m}$
- 3  $v = \frac{E^2t}{em}$
- 4  $v = \frac{eEt}{m}$
- 5  $v = \frac{Et}{em}$

A-2 次の記述は、図に示すように、同一平面上で平行に間隔を  $r$  [m] 離して真空中に置かれた無限長の直線導線 X、Y 及び Z に、同じ大きさで同一方向にそれぞれ直流電流  $I$  [A] を流したときに、Y が受ける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、真空の透磁率を  $4\pi \times 10^{-7}$  [H/m] とする。

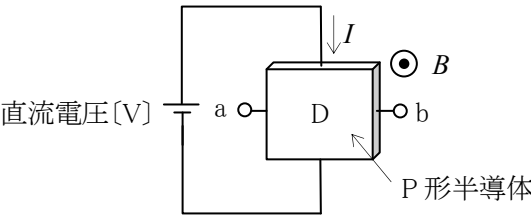
- (1) X と Y の間には、□ A □ 力が働き、その長さ 1 [m] 当たりの力の大きさ  $F_{XY}$  は、次式で表される。  
 $F_{XY} = (\square B \square) \times 10^{-7}$  [N/m]
- (2) Z と Y の間にも同様の力が働き、1 [m] 当たりの力の大きさは、 $F_{XY}$  と同じである。
- (3) したがって、Y が受ける 1 [m] 当たりの合成力は、力の方向を考えると、□ C □ [N/m] である。

A	B	C
1 吸引	$\frac{2I}{r^2}$	$2F_{XY}$
2 吸引	$\frac{2I^2}{r}$	0
3 反発	$\frac{2I}{r^2}$	$2F_{XY}$
4 反発	$\frac{2I^2}{r}$	0
5 反発	$\frac{2I^2}{r}$	$2F_{XY}$



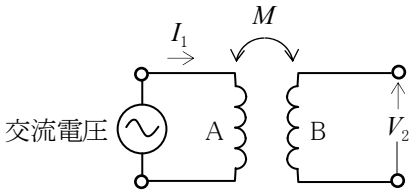
A-3 次の記述は、図に示すように磁束密度が  $B$  [T] の磁界中に置かれた P 形半導体 D に、直流電流  $I$  [A] を流したときに生じるホール効果について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 $B$  の方向は紙面の裏から表の方向とし、また、D は紙面上に置かれているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) P 形半導体 D に流れる直流電流  $I$  は主に □ A □ の移動により生じる。
- (2)  $I$  が流れるとき、D 中の □ A □ は □ B □ 力を受ける。
- (3) このため D 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じる。



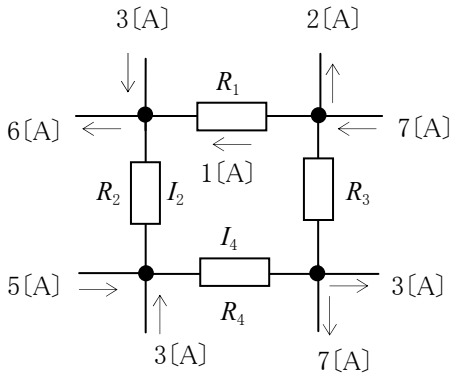
A	B	C
1 ホール(正孔)	静電	b が正(+), a が負(-)
2 ホール(正孔)	ローレンツ	a が正(+), b が負(-)
3 ホール(正孔)	静電	a が正(+), b が負(-)
4 電子	ローレンツ	b が正(+), a が負(-)
5 電子	静電	a が正(+), b が負(-)

A-4 図に示すように、相互インダクタンス  $M$  が  $1[\text{H}]$  の回路の一次側コイル A に周波数が  $50[\text{Hz}]$  で実効値が  $0.5[\text{A}]$  の正弦波交流電流  $I_1$  を流したとき、二次側コイル B の両端に生じる電圧の実効値  $V_2$  として、正しいものを下の番号から選べ。



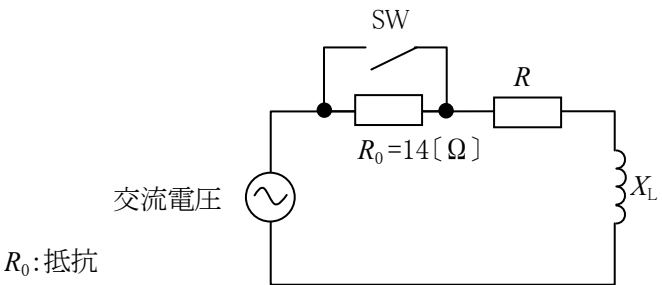
- 1  $25\pi$  [V]
- 2  $30\pi$  [V]
- 3  $36\pi$  [V]
- 4  $44\pi$  [V]
- 5  $50\pi$  [V]

A-5 図に示す抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  及び  $R_4[\Omega]$  からなる回路において、抵抗  $R_2$  及び  $R_4$  に流れる電流  $I_2$  及び  $I_4$  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、回路の各部には図の矢印で示す方向と大きさの直流電流が流れているものとする。



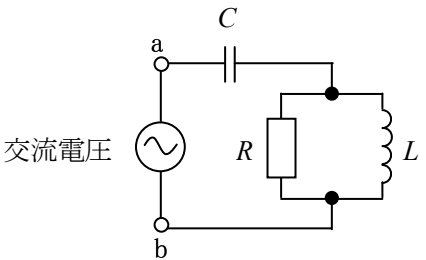
$I_2$	$I_4$
1 2 [A]	6 [A]
2 2 [A]	4 [A]
3 2 [A]	2 [A]
4 6 [A]	4 [A]
5 6 [A]	2 [A]

A-6 図に示す交流回路において、スイッチ SW を断(OFF)から接(ON)にしたとき、回路の力率が  $0.8$  から  $0.6$  に変化した。このときの抵抗  $R$  及び誘導リアクタンス  $X_L$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。



$R$	$X_L$
1 14 [ $\Omega$ ]	24 [ $\Omega$ ]
2 16 [ $\Omega$ ]	24 [ $\Omega$ ]
3 16 [ $\Omega$ ]	12 [ $\Omega$ ]
4 18 [ $\Omega$ ]	24 [ $\Omega$ ]
5 18 [ $\Omega$ ]	12 [ $\Omega$ ]

A-7 図に示す回路の端子 ab から見たインピーダンス  $\dot{Z}$  が純抵抗になり共振したとき、 $\dot{Z}[\Omega]$  を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。



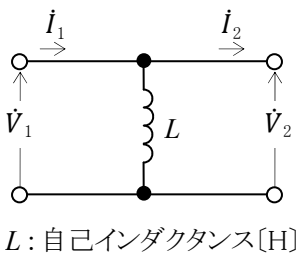
- 1  $\dot{Z} = R$
- 2  $\dot{Z} = \frac{R}{CL}$
- 3  $\dot{Z} = \frac{L}{CR}$
- 4  $\dot{Z} = R + \frac{L}{C}$
- 5  $\dot{Z} = R + \frac{C}{L}$

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

A-8 図に示す四端子回路網において、四端子定数 ( $\dot{A}$ 、 $\dot{B}$ 、 $\dot{C}$ 、 $\dot{D}$ ) 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、各定数と電圧電流の関係式は、図に併記したとおりとする。

$\dot{A}$	$\dot{B}$	$\dot{C}$	$\dot{D}$
1 1	0 [ $\Omega$ ]	$\frac{1}{j\omega L}$ [S]	1
2 1	$j\omega L$ [ $\Omega$ ]	0 [S]	1
3 1	0 [ $\Omega$ ]	$\frac{1}{j\omega L}$ [S]	0
4 0	$j\omega L$ [ $\Omega$ ]	$\frac{1}{j\omega L}$ [S]	1
5 0	$j\omega L$ [ $\Omega$ ]	0 [S]	0

$\dot{V}_1 = \dot{A}\dot{V}_2 + \dot{B}\dot{I}_2$   
 $\dot{I}_1 = \dot{C}\dot{V}_2 + \dot{D}\dot{I}_2$   
 $\dot{V}_1$  : 入力電圧 [V]  
 $\dot{V}_2$  : 出力電圧 [V]  
 $\dot{I}_1$  : 入力電流 [A]  
 $\dot{I}_2$  : 出力電流 [A]  
 $\omega$  : 角周波数 [rad/s]



A - 9 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、ホール(正孔)と電子の密度は □ A □。
- (2) 一般に電子の移動度は、ホール(正孔)の移動度よりも □ B □。
- (3) 多数キャリアがホール(正孔)の半導体は、□ C □ 半導体である。

A	B	C
1 異なる	大きい	N 形
2 異なる	小さい	P 形
3 等しい	小さい	N 形
4 等しい	大きい	N 形
5 等しい	大きい	P 形

A - 10 図 1 に示すように、ダイオード D を 2 個直列に接続したときの電圧電流特性( $V$ - $I$  特性)を表すグラフとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、1 個の D の電圧電流特性( $V_D$  -  $I_D$  特性)を図 2 とする。

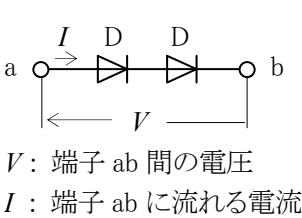
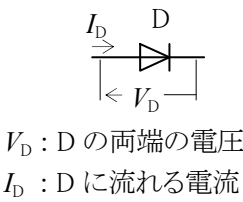
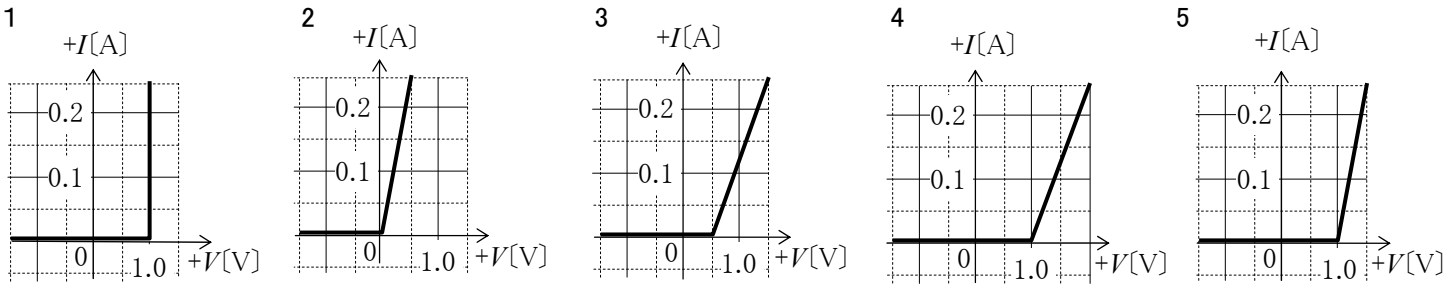
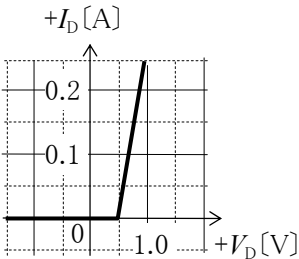


図 1



$V_D$ : D の両端の電圧  
 $I_D$ : D に流れる電流

図 2



A - 11 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 3 [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 5.5 [mS]
- 2 5.0 [mS]
- 3 4.5 [mS]
- 4 4.0 [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]

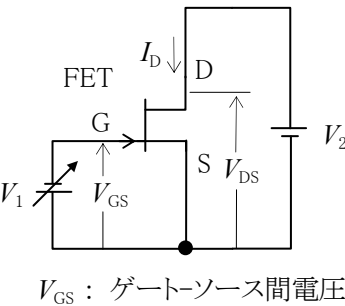


図 1

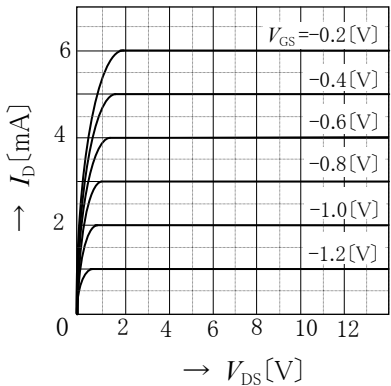


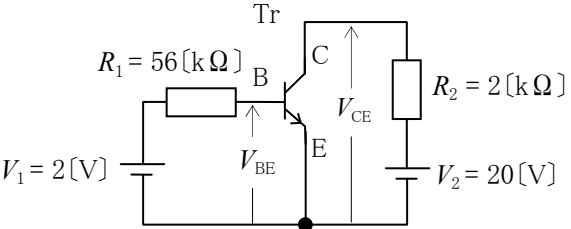
図 2

A - 12 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 2 [V]
- 2 4 [V]
- 3 6 [V]
- 4 8 [V]
- 5 10 [V]

C:コレクタ  
E:エミッタ  
B:ベース

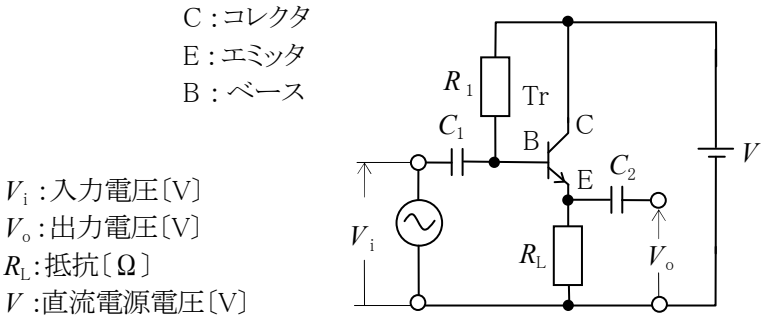
$R_1$ 、 $R_2$ :抵抗  
 $V_1$ 、 $V_2$ :直流電源電圧 [V]



A - 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  $h_{ie}[\Omega]$ 、電流増幅率を  $h_{fe}$  とする。また、抵抗  $R_1[\Omega]$ 、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 □  $[\Omega]$  である。
(3)  $V_i$  と  $V_o$  の位相は、□ C □ である。

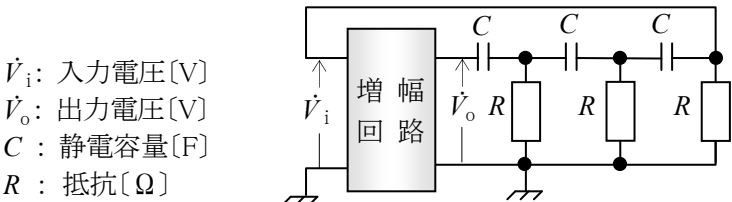
A	B	C
1 1	$h_{fe}R_L$	同相
2 1	$h_{fe}R_L$	逆相
3 1	$h_{ie}^2$	逆相
4 $h_{fe}h_{ie}$	$h_{fe}R_L$	同相
5 $h_{fe}h_{ie}$	$h_{ie}^2$	逆相



A - 14 次の記述は、図に示す原理的な RC 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。

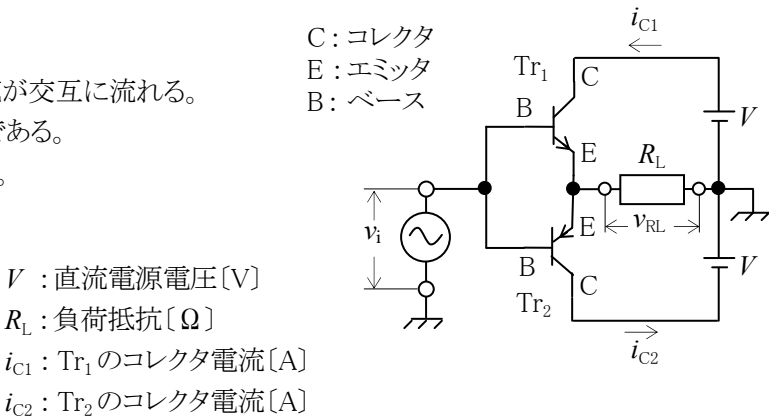
- (1) 名称は、□ A □ RC 発振回路である。
(2) 入力電圧  $\dot{V}_i$  と出力電圧  $\dot{V}_o$  の位相差は、□ B □ [rad] である。
(3)  $R \times C$  の値を大きくすると、発振周波数は、□ C □ なる。

A	B	C
1 コルピッツ	$\frac{\pi}{2}$	高く
2 コルピッツ	$\pi$	低く
3 移相形	$\frac{\pi}{2}$	高く
4 移相形	$\pi$	低く
5 移相形	$\frac{\pi}{2}$	低く



A - 15 次の記述は、図に示す相補的な特性のトランジスタ  $Tr_1$  及び  $Tr_2$  を用いた、原理的なコンプリメンタリ SEPP 回路の動作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。ただし、回路は理想的な B 級動作とし、入力電圧  $v_i[V]$  は正弦波交流電圧とする。

- 1 入力電圧  $v_i = 0[V]$  のとき、 $Tr_1$  及び  $Tr_2$  にコレクタ電流は流れない。
2 入力電圧  $v_i$  が加わったとき、 $v_i$  の半周期ごとに  $Tr_1$  と  $Tr_2$  にコレクタ電流が交互に流れる。
3 入力電圧  $v_i$  が加わったとき、 $R_L$  両端の電圧  $v_{RL}$  の最大値は、 $2V$  [V] である。
4 入力電圧  $v_i$  が加わったとき、 $i_{C1}$  及び  $i_{C2}$  の最大値は、 $V/R_L$  [A] である。
5  $R_L$  で得られる最大出力電力は、 $V^2/(2R_L)$  [W] である。



A - 16 次の記述は、図 1 に示す回路のスイッチ SW を図 2 に示すように時間  $t$  が  $t_1$  [s] のときに接(ON)にして 20 [V] の直流電圧  $V$  を加えたときの出力電圧  $v_{ab}$  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、初期状態で  $C$  の電荷は 0 (零) とする。また、自然対数の底を  $\varepsilon$  としたとき、 $\varepsilon^{-1} = 0.37$  とする。

- (1) SW を接(ON)にした直後の  $v_{ab}$  は、約 □ A □ [V] である。
- (2) 時間  $t$  が  $t_2 = t_1 + CR$  [s] のときの  $v_{ab}$  は、約 □ B □ [V] である。
- (3) 時間  $t$  が十分経過したときの  $v_{ab}$  は、約 □ C □ [V] である。

	A	B	C
1	0	7.4	0
2	0	12.6	20
3	20	7.4	0
4	20	7.4	20
5	20	12.6	20

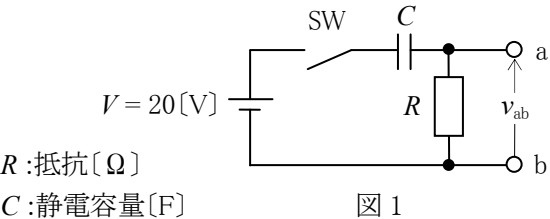


図 1

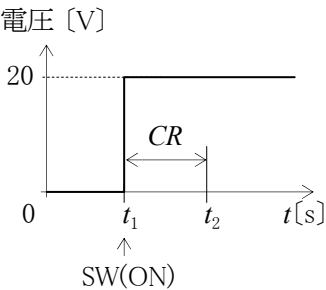


図 2

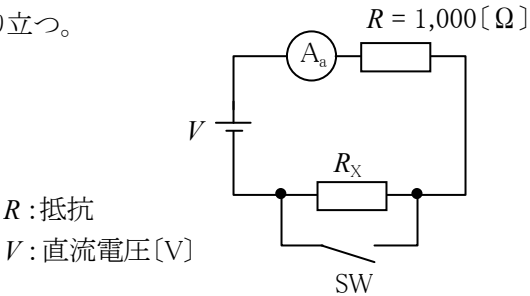
A - 17 最大目盛値が 100 [V] で精度階級の階級指数が 0.5 の永久磁石可動コイル形電圧計の最大許容誤差の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.5 [V]
- 2 0.7 [V]
- 3 1.0 [V]
- 4 1.2 [V]
- 5 1.5 [V]

A - 18 次の記述は、図に示す回路を用いて抵抗  $R_x$  [Ω] 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、直流電流計  $A_a$  の内部抵抗は無視するものとする。

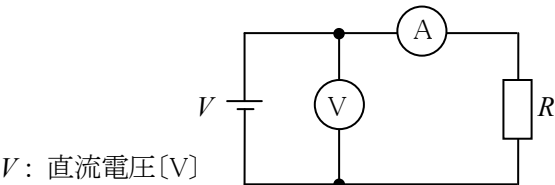
- (1) スイッチ SW を接(ON)にしたとき、 $A_a$  の指示値が 10 [mA] であった。したがって、 $V$  は次の値で表される。  
 $V = \square A \square$  [V] ..... ①
- (2) 次に、SW を断(OFF)にしたとき、 $A_a$  の指示値が 2 [mA] であった。このとき、次式が成り立つ。  
 $V = (1,000 + \square B \square) \times 2 \times 10^{-3}$  [V] ..... ②
- (3) 式①及び②より、 $R_x$  は □ C □ [Ω] である。

	A	B	C
1	10	$R_x$	5,000
2	10	$2R_x$	4,000
3	10	$R_x$	4,000
4	20	$R_x$	5,000
5	20	$2R_x$	5,000



A - 19 図に示すように、内部抵抗が 20 [kΩ] の直流電圧計 V 及び内部抵抗が 1 [Ω] の直流電流計 A を接続したときのそれぞれの指示値が 100 [V] 及び 1 [A] であるとき、抵抗  $R$  [Ω] で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。

- 1 86 [W]
- 2 88 [W]
- 3 90 [W]
- 4 94 [W]
- 5 99 [W]



A - 20 図に示す直流ブリッジ回路が平衡状態にあるとき、抵抗  $R_X[\Omega]$  の両端の電圧  $V_X$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 14 [V]
- 2 12 [V]
- 3 10 [V]
- 4 8 [V]
- 5 6 [V]

抵抗

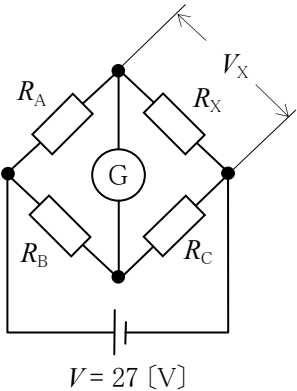
$R_A = 50[\Omega]$

$R_B = 25[\Omega]$

$R_C = 20[\Omega]$

$V$ : 直流電圧

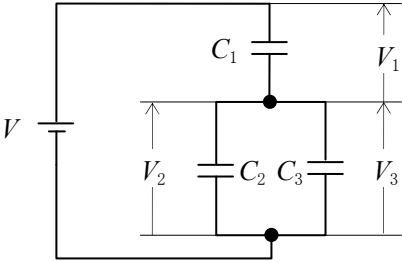
$G$ : 直流検流計



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  $C_3$  [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  $Q_3$  [C]、各静電容量の両端電圧をそれぞれ  $V_1$ 、 $V_2$  及び  $V_3$  [V] とする。

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

$V$ : 直流電圧 [V]



- 1  $C_2 + C_3$
- 2  $\frac{C_1 C_{23}}{C_1 + C_{23}}$
- 3  $V_2 = 2V_3$
- 4  $Q_1 = Q_2 + Q_3$
- 5  $V = V_1 + V_3$
- 6  $2(C_2 + C_3)$
- 7  $\frac{C_1 C_3}{C_1 + C_2}$
- 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、テブナンの定理を用いた回路の計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) テブナンの定理では、図 1 に示すように回路網 C の端子 ab 間の電圧が  $V_{ab}$  [V] で、端子 ab 間から C を見た抵抗が  $R_{ab}[\Omega]$  のとき、端子 ab に  $R_0[\Omega]$  の抵抗を接続すると、 $R_0$  に流れる電流  $I_0$  は、 $I_0 = \square$  [A] で表せる。
- (2) 図 2 の回路において端子 ab から左側を見た回路網を C としたとき、直流電源電圧を  $V$  [V] とすると端子 ab 間の電圧  $V_{ab}$  は、 $V_{ab} = \square$  [V] である。
- (3) 図 2 の回路において端子 ab から C を見た抵抗  $R_{ab}$  は、 $V$  の両端を □ して考えるので、 $R_{ab} = \square$  [ $\Omega$ ] である。
- (4) したがって、図 3 のように図 2 の回路の端子 ab に抵抗  $R_1[\Omega]$  を接続したとき、 $R_1$  に流れる電流  $I_1$  は、 $V$ 、 $R_1$ 、 $R$  を用いて、 $I_1 = \square$  [A] で表せる。

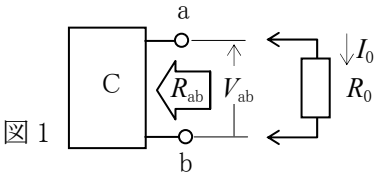


図 1

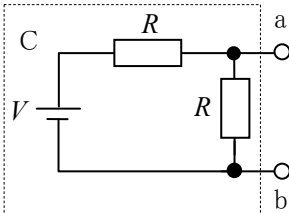


図 2

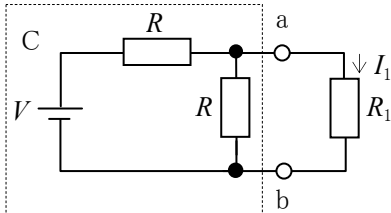


図 3

$R$ : 抵抗 [ $\Omega$ ]

- 1  $\frac{R_{ab} V_{ab}}{R_{ab} + R_0}$
- 2  $V$
- 3 短絡
- 4  $\frac{2R}{3}$
- 5  $\frac{2V}{3R_1 + R}$
- 6  $\frac{V_{ab}}{R_{ab} + R_0}$
- 7  $\frac{V}{2}$
- 8 開放
- 9  $\frac{R}{2}$
- 10  $\frac{V}{2R_1 + R}$

B - 3 次の記述は、マイクロ波電子管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 マグネトロンは、電界と磁界の作用で電子流を制御する。
- イ マグネトロンは、レーダ用送信管として用いることができる。
- ウ マグネトロンは、周波数変調に適している。
- エ 進行波管には、発振周波数を決める固有の共振回路がない。
- オ 進行波管には、ら旋遅延回路がない。

B-4 次の記述は、図1に示す増幅回路Aと帰還回路Bを用いて構成した負帰還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、Aの電圧増幅度  $V_o/V_{iA}$  を  $A_0$ 、Bの帰還率  $V_f/V_o$  を  $\beta$  とする。

- (1) 負帰還増幅回路の電圧増幅度  $A_{NF}$  は次式で表される。  
 $A_{NF} = V_o/V_i$  ..... ①
- (2)  $V_i$  は  $V_{iA}$  及び  $V_f$  を用いて表すと次式となる。  
 $V_i = \text{ア}$  ..... ②
- (3) 式①に②を代入し、さらに  $A_0$  及び  $\beta$  を用いて整理すると、次式が得られる。  
 $A_{NF} = A_0/(1 + \text{イ})$  ..... ③
- (4)  $A_0$  が非常に大きく、 $\beta A_0 \gg 1$  であるときは、式③は次式で表される。  
 $A_{NF} = \text{ウ}$
- (5) 図2に示す回路は、図1に示す回路のAに理想的な演算増幅器( $A_{OP}$ )を用い、かつ帰還率が  $\text{エ}$  のときの負帰還増幅回路であり、 $\text{オ}$  とも呼ばれる。

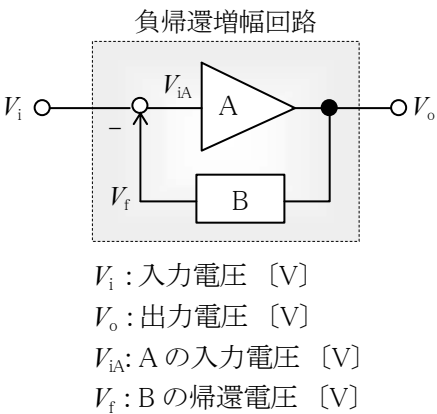


図1

- |                  |                       |                     |       |             |
|------------------|-----------------------|---------------------|-------|-------------|
| 1 $V_{iA} - V_f$ | 2 $\frac{\beta}{A_0}$ | 3 $\beta$           | 4 1   | 5 クランプ回路    |
| 6 $V_{iA} + V_f$ | 7 $\beta A_0$         | 8 $\frac{1}{\beta}$ | 9 0.1 | 10 ボルテージホロワ |

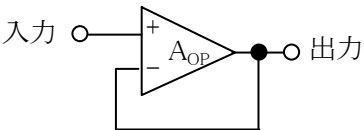


図2

B-5 次の記述は、図に示す原理的な構造の永久磁石可動コイル形計器(電流計)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) 駆動トルクは、永久磁石による磁界と可動コイルに流れる測定電流との間に生じる  $\text{ア}$  である。
- (2) 制御トルクは、方向が駆動トルクとは  $\text{イ}$  であり、 $\text{ウ}$  による弾性力である。
- (3) 制動装置は、指針が停止するまでの複雑な運動を抑える役割を持ち、アルミ枠が回転することによって生じる  $\text{エ}$  電流による制動力を主に利用している。
- (4) 目盛は、 $\text{オ}$  目盛となる。

- |       |       |         |      |       |
|-------|-------|---------|------|-------|
| 1 電磁力 | 2 逆方向 | 3 渦巻ばね  | 4 渦  | 5 対数  |
| 6 遠心力 | 7 同方向 | 8 可動コイル | 9 変位 | 10 等分 |

