

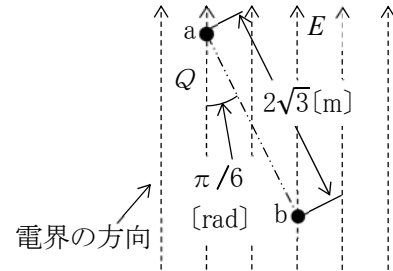
GK601

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、電界の強さ E が一様な電界中を電荷 Q が $\pi/6$ [rad] の角度を保って点 a から点 b まで $2\sqrt{3}$ [m] 移動するのに要する仕事量の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $E = 200$ [V/m]、 $Q = 4$ [μ C] とし Q は E からのみ力を受けるものとする。

- 1 2,400 [μ J]
- 2 2,000 [μ J]
- 3 1,800 [μ J]
- 4 1,600 [μ J]
- 5 1,000 [μ J]

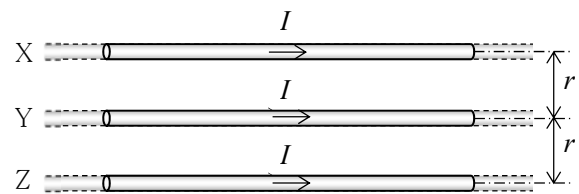


A-2 次の記述は、図に示すように、同一平面上で平行に間隔を r [m] 離して真空中に置かれた無限長の直線導線 X、Y 及び Z に、同じ大きさで同一方向にそれぞれ直流電流 I [A] を流したときに、Y が受ける力について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、真空の透磁率を $4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] とする。

- (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。

$$F_{XY} = (\square B \square) \times 10^{-7} \text{ [N/m]}$$
- (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 反発		$\frac{2I^2}{r}$	0
2 反発		$\frac{2I^2}{r}$	$2F_{XY}$
3 反発		$\frac{2I}{r^2}$	$2F_{XY}$
4 吸引		$\frac{2I^2}{r}$	0
5 吸引		$\frac{2I}{r^2}$	$2F_{XY}$

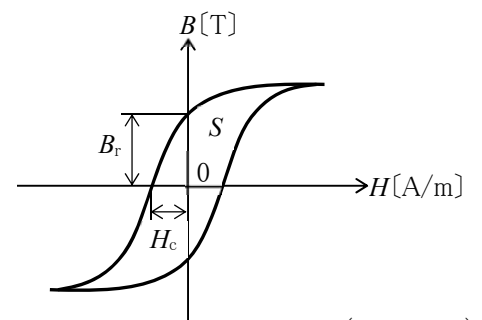


A-3 自己インダクタンスが 9 [H] のコイルに 2 [A] の電流が流れている。このコイルに蓄えられているエネルギーと同じエネルギーを蓄えることができる自己インダクタンス L 及び流れる電流 I の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

L	I
1 4 [H]	3 [A]
2 3 [H]	4 [A]
3 3 [H]	6 [A]
4 2 [H]	9 [A]
5 2 [H]	3 [A]

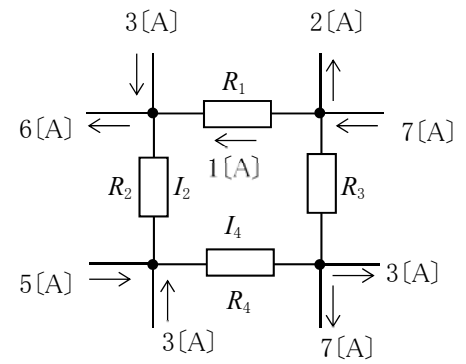
A-4 次の記述は、図に示す磁気ヒステリシスループ ($B-H$ 曲線) について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、磁束密度を B [T]、磁界の強さを H [A/m] とする。

- 1 図の B_r [T] は、残留磁気という。
- 2 図の H_c [A/m] は、保磁力という。
- 3 B_r と H_c が共に大きい材料は、永久磁石の材料に適している。
- 4 磁気材料のヒステリシス損は、磁気ヒステリシスループの面積 S に比例する。
- 5 変圧器の鉄心には面積 S が大きい材料がよい。



A-5 図に示す抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 [Ω] 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 の値の大きさの組合せとして、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]	4 [A]
2 2 [A]	6 [A]
3 3 [A]	2 [A]
4 3 [A]	4 [A]
5 3 [A]	6 [A]



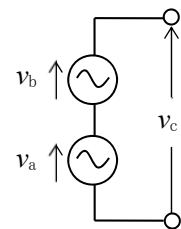
A-6 次の記述は、図に示す二つの正弦波交流電圧 v_a 及び v_b の和の電圧 $v_c = v_a + v_b$ について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 t を時間[s]とする。

- v_c の周波数は、□ A [Hz] である。
- v_c の実効値は、□ B [V] である。
- v_a と v_c の位相差は、 \tan^{-1} □ C [rad] である。

	A	B	C
1	120	100	$\frac{4}{3}$
2	120	100	$\frac{3}{4}$
3	120	140	$\frac{3}{4}$
4	60	140	$\frac{4}{3}$
5	60	100	$\frac{3}{4}$

$$v_a = 80\sqrt{2}\sin(120\pi t) \text{ [V]}$$

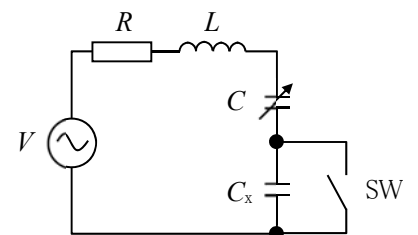
$$v_b = 60\sqrt{2}\sin(120\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ [V]}$$



A-7 図に示す回路において、スイッチ SW が断(OFF)のとき、可変静電容量 C の値が C_1 [F] で回路は共振した。次に SW を接(ON)にして C を C_2 [F] にしたところ、SW が断(OFF)のときと同じ周波数で共振した。このときの未知の静電容量 C_x を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- $C_x = C_1 + C_2$ [F]
- $C_x = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ [F]
- $C_x = \frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2}$ [F]
- $C_x = \frac{C_1 + C_2}{2}$ [F]
- $C_x = \sqrt{C_1 C_2}$ [F]

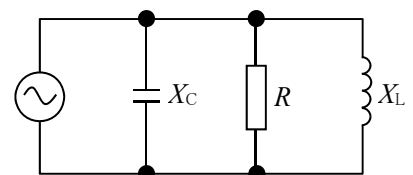
L : 自己インダクタンス[H]
 R : 抵抗[Ω]
 V : 正弦波交流電源[V]



A-8 図に示すように、誘導リアクタンス X_L 、容量リアクタンス X_C 及び抵抗 R の並列回路に 120[V] の交流電圧を加えたとき、回路の皮相電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1,000 [VA]
- 1,200 [VA]
- 1,400 [VA]
- 1,800 [VA]
- 2,100 [VA]

$R = 10$ [Ω]
 $X_C = 40$ [Ω]
 $X_L = 10$ [Ω]



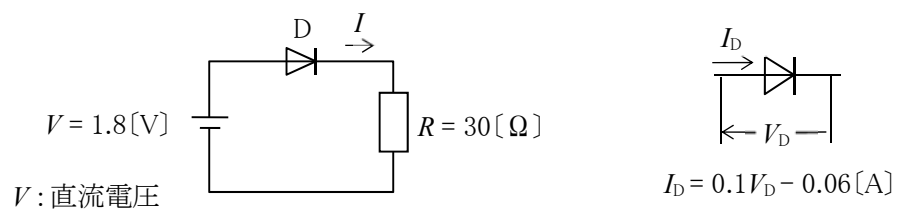
A-9 次の記述は、半導体のキャリアについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 真性半導体では、ホール(正孔)と電子の密度は □ A □。
- (2) 一般にホール(正孔)の移動度は、電子の移動度よりも □ 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 等しい	大きい	P形
2 等しい	大きい	N形
3 等しい	小さい	P形
4 異なる	大きい	N形
5 異なる	小さい	P形

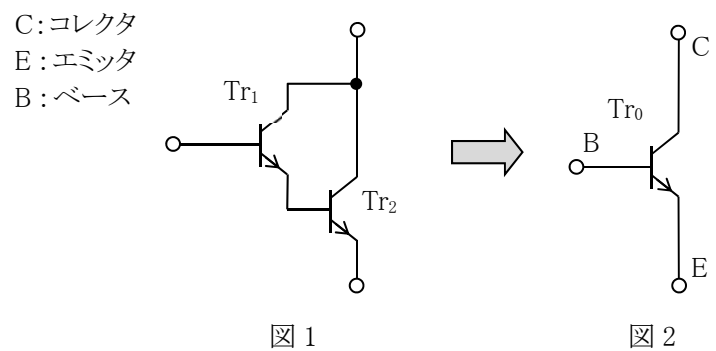
A-10 図に示すダイオードDと抵抗Rを用いた回路に流れる電流Iの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、Dの順方向の電圧電流特性は、順方向電流及び電圧をそれぞれ I_D [A]及び V_D [V]としたとき、 $I_D = 0.1V_D - 0.06$ [A]で表せるものとする。

- 1 30 [mA]
 2 25 [mA]
 3 20 [mA]
 4 15 [mA]
 5 10 [mA]



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。

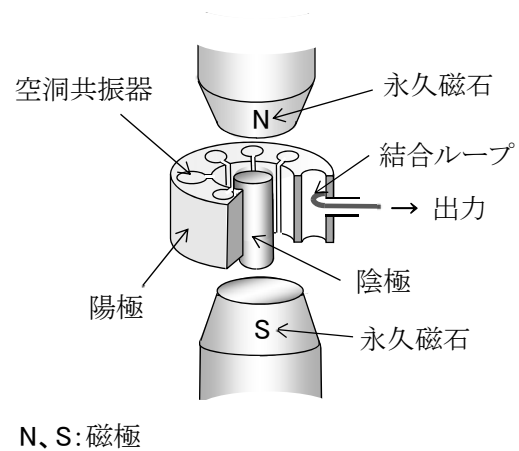
- 1 $h_{FE0} \doteq h_{FE1} + h_{FE2}$
 2 $h_{FE0} \doteq h_{FE1}h_{FE2}$
 3 $h_{FE0} \doteq h_{FE1} + h_{FE2}^2$
 4 $h_{FE0} \doteq 2h_{FE1}^2h_{FE2}$
 5 $h_{FE0} \doteq 2h_{FE1}h_{FE2}^2$



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 □ を加える。
- (2) 発振周波数を決める主な要素は、□ 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 交流電圧	陰極	AM放送用送信機
2 交流電圧	陰極	レーダー
3 直流電圧	陰極	レーダー
4 直流電圧	空洞共振器	レーダー
5 直流電圧	空洞共振器	AM放送用送信機



A-13 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_S と R_L	$g_m V_{GS} R_A$	$g_m R_A$
2 R_D と R_L	$g_m V_{GS} R_A$	$g_m R_A$
3 R_D と R_L	$g_m V_{GS} r_D$	$g_m (r_D + R_A)$
4 R_D と R_L	$g_m V_{GS} R_A$	$g_m (r_D + R_A)$
5 R_S と R_L	$g_m V_{GS} r_D$	$g_m (r_D + R_A)$

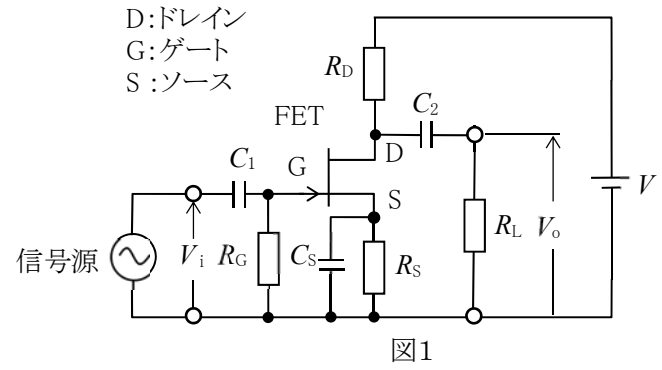


図1

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]

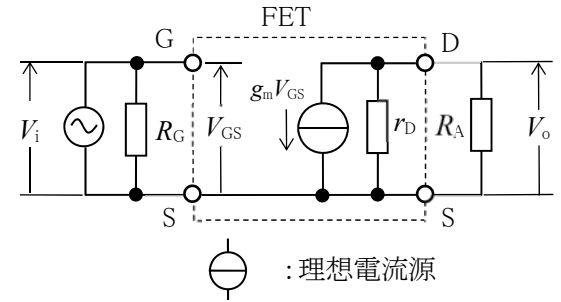
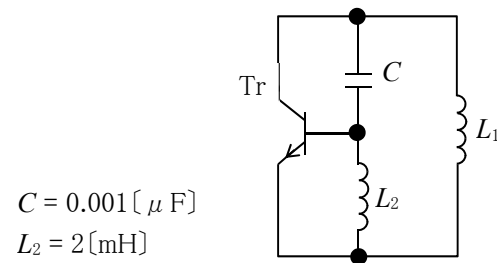


図2

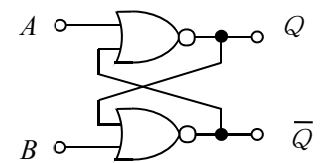
A-14 図に示すトランジスタ(Tr)を用いた原理的なハートレー発振回路が角周波数 $\omega = \sqrt{10} \times 10^5$ [rad/s]で発振しているとき、自己インダクタンス L_1 の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、自己インダクタンス L_1 及び L_2 [H]の間の相互インダクタンスは無いものとする。

- 1 10 [mH]
- 2 8 [mH]
- 3 6 [mH]
- 4 4 [mH]
- 5 2 [mH]



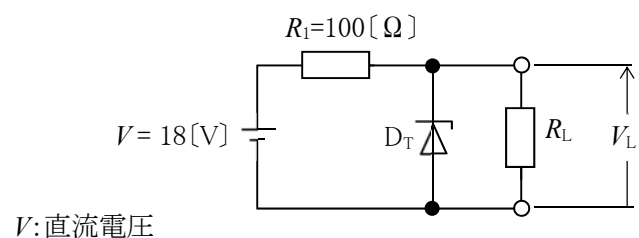
A-15 次の記述は、図に示す論理回路について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A, B を入力、 Q, \bar{Q} を出力とする。

- 1 この回路は、NOR回路で構成した、RSフリップフロップ回路である。
- 2 出力 Q を「1」にすることをセットといい、 Q を「0(零)」にすることをリセットという。
- 3 A 及び B の入力がともに「1」のとき、出力 Q 及び \bar{Q} の状態は変化せず、前の状態が保持される。
- 4 Q が「0(零)」のとき、 A を「0(零)」、 B を「1」にすると、 Q は「1」になる。
- 5 Q が「1」のとき、 A を「1」、 B を「0(零)」にすると、 Q は「0(零)」になる。



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。

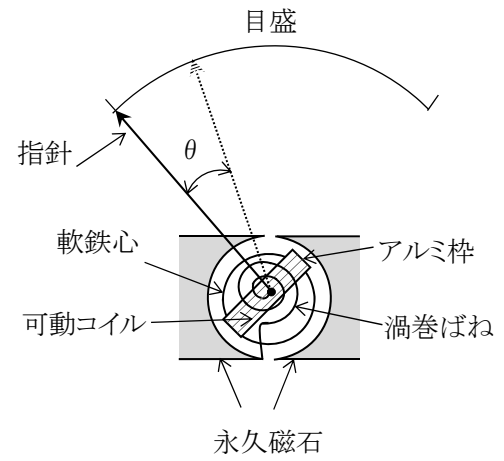
$R_L=500$ [Ω]	$R_L=100$ [Ω]
1 15 [V]	12 [V]
2 15 [V]	9 [V]
3 15 [V]	6 [V]
4 12 [V]	9 [V]
5 12 [V]	6 [V]



V : 直流電圧

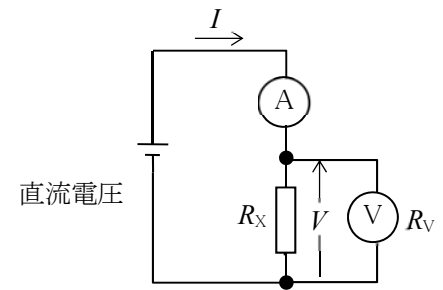
A-17 次の記述は、図に示す永久磁石可動コイル形計器の原理的な動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 永久磁石による磁界と可動コイルに流れる電流との間に生ずる誘導起電力が指針の駆動トルクとなる。
- 2 渦巻ばねによる弾性力が、指針の制御トルクとなる。
- 3 指針の駆動トルクと制御トルクは、方向が互いに逆である。
- 4 可動コイルに流れる電流が直流の場合、指針の振れの角度 θ は、電流値に比例する。
- 5 指針が静止するまでに生ずるオーバーシュート等の複雑な動きを抑えるために、アルミ枠に流れる誘導電流を利用する。



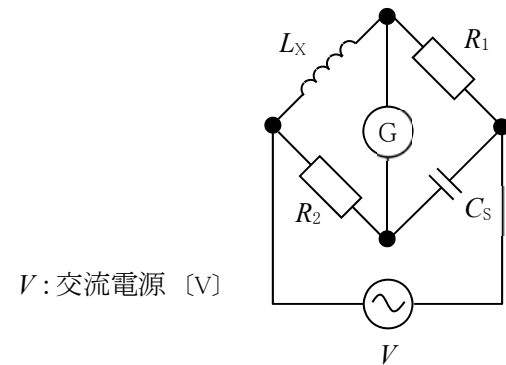
A-18 図に示す回路において、未知抵抗 R_x を直流電圧計 V の指示値 $V[V]$ 及び直流電流計 A の指示値 $I[A]$ から $V/I[\Omega]$ として求めるとき、百分率誤差を 5[%] 以下にするための V の内部抵抗 R_V の最小値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $R_x \leq 20[k\Omega]$ とし、また、誤差は R_V によってのみ生ずるものとする。

- 1 600 [kΩ]
- 2 580 [kΩ]
- 3 480 [kΩ]
- 4 420 [kΩ]
- 5 380 [kΩ]



A-19 図に示す交流ブリッジ回路において、検流計 G の振れが 0(零)であるとき、自己インダクタンス L_x の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R_1 及び R_2 をそれぞれ 200[Ω] 及び 500[Ω]、静電容量 C_s を 0.33[μF] とする。

- 1 11 [mH]
- 2 22 [mH]
- 3 33 [mH]
- 4 55 [mH]
- 5 66 [mH]



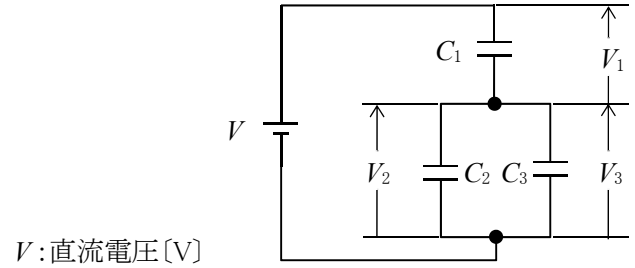
A-20 次の記述は、電気磁気量とその単位(SI 単位)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 電力の単位は[W]であるが、他の単位で表すと、□ A □ である。
- (2) 電界の強さの単位は[V/m]であるが、他の単位で表すと、□ B □ である。
- (3) 磁束密度の単位は[T]であるが、他の単位で表すと、□ C □ である。

	A	B	C
1	[N・m]	[N/C]	[Wb]
2	[N・m]	[C/V]	[Wb/m ²]
3	[J/s]	[N/C]	[Wb]
4	[J/s]	[C/V]	[Wb]
5	[J/s]	[N/C]	[Wb/m 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 [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。

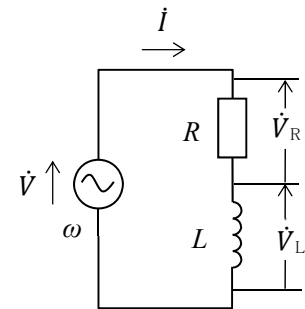
- (1) C_2 と C_3 の合成容量 C_{23} は、□ア [F]である。
- (2) C_1 と C_{23} の合成容量 C_0 は、□イ [F]である。
- (3) V_2 と V_3 の間には、□ウ [V]の関係がある。
- (4) Q_1 、 Q_2 及び Q_3 の間には、□エ [C]の関係がある。
- (5) V_1 、 V_3 及び V の間には、□オ [V]の関係がある。



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

B-2 次の記述は、図に示す交流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。

- (1) L の両端電圧 \dot{V}_L は、回路に流れる電流を i [A]とすると、次式で表される。
 $\dot{V}_L = i \times$ □ア [V] …………… ①
- (2) 同様に、 R の両端電圧 \dot{V}_R は、次式で表される。
 $\dot{V}_R = i \times$ □イ [V] …………… ②
- (3) $|\dot{V}_L| = |\dot{V}_R|$ となる \dot{V} の周波数 f は、式①及び式②より、次式で表される。
 $f =$ □ウ [Hz] …………… ③
- (4) 式③の周波数では、 $|\dot{V}_L|/|\dot{V}|$ は、



R : 抵抗[Ω]
 L : 自己インダクタンス[H]
 \dot{V} : 交流電圧[V]
 ω : 角周波数[rad/s]

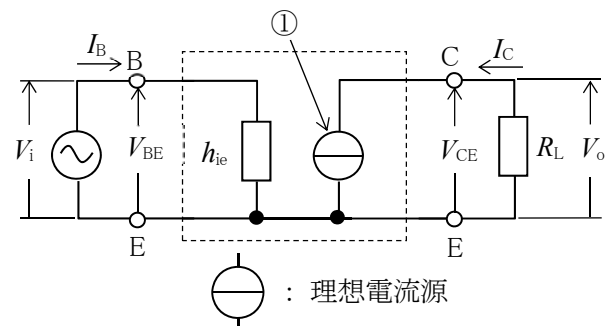
$\frac{|\dot{V}_L|}{|\dot{V}|} =$ □エ となる。

- (5) 式③の周波数では、 \dot{V} と \dot{V}_L の位相差は、□オ [rad]となる。

- | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| 1 $j\omega L$ | 2 $\frac{1}{R}$ | 3 $\frac{R}{2\pi L}$ | 4 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | 5 $\frac{\pi}{2}$ |
| 6 $\frac{1}{j\omega L}$ | 7 R | 8 $\frac{1}{2\pi RL}$ | 9 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 10 $\frac{\pi}{4}$ |

B-3 次の記述は、図に示す h 定数によるトランジスタの簡易等価回路を用いたエミッタ接地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、入力電圧及び出力電圧を V_i [V]及び V_o [V]とする。

- (1) h_{ie} の名称は、入力□ア である。
- (2) h_{ie} の単位は、□イ である。
- (3) 図中の理想電流源①の値は、電流増幅率を h_{fe} とすると、□ウ [A]である。
- (4) 電圧増幅度の大きさ $|V_o/V_i|$ は、□エ である。
- (5) V_{BE} と V_{CE} との位相は、□オ である。



C : コレクタ R_L : 負荷抵抗[Ω]
 E : エミッタ V_{BE} : B-E間電圧[V]
 B : ベース V_{CE} : C-E間電圧[V]
 I_B : ベース電流[A]
 I_C : コレクタ電流[A]

- | | | | | |
|-----------|-------|---------------|------------------------------|--------|
| 1 コンダクタンス | 2 [Ω] | 3 $h_{fe}I_C$ | 4 $\frac{h_{fe}h_{ie}}{R_L}$ | 5 逆位相 |
| 6 インピーダンス | 7 [S] | 8 $h_{fe}I_B$ | 9 $\frac{h_{fe}R_L}{h_{ie}}$ | 10 同位相 |

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。

(1) 抵抗 $R_1[\Omega]$ に流れる電流 I_1 は、次式で表される。

$$I_1 = \text{ア} \text{ [A]} \dots\dots\dots \text{①}$$

(2) 抵抗 $R_2[\Omega]$ に流れる電流 I_2 は、次式で表される。

$$I_2 = \text{イ} \text{ [A]} \dots\dots\dots \text{②}$$

(3) 抵抗 $R_3[\Omega]$ に流れる電流 I_3 は、 I_1 と I_2 で表わせれば、次式で表される。

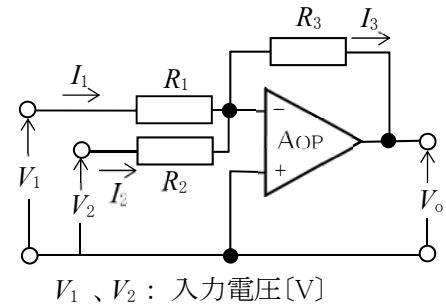
$$I_3 = \text{ウ} \text{ [A]} \dots\dots\dots \text{③}$$

(4) 出力電圧 V_o は、次式で表される。

$$V_o = -I_3 \times \text{エ} \text{ [V]} \dots\dots\dots \text{④}$$

(5) 式④を整理すると、次式が得られる。

$$V_o = -(\text{オ}) \text{ [V]}$$



- | | | | | |
|---|---------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1 $\frac{V_1 R_3}{R_1} - \frac{V_2 R_3}{R_2}$ | 2 R_3 | 3 $I_1 + I_2$ | 4 $\frac{V_2}{R_2}$ | 5 $\frac{V_1}{R_1}$ |
| 6 $\frac{V_1 R_3}{R_1} + \frac{V_2 R_3}{R_2}$ | 7 $\frac{V_2}{R_1 + R_3}$ | 8 $I_1 - I_2$ | 9 $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ | 10 $\frac{V_1}{R_1 + R_3}$ |

B-5 次に掲げる測定方法のうち偏位法によるものを1、零位法によるものを2として解答せよ。

- ア 可動鉄片形電圧計による交流電圧の測定
- イ ホイートストンブリッジによる抵抗の測定
- ウ 空心電流計形電力計による交流電力の測定
- エ 直流電位差計による起電力の測定
- オ 回路計(アナログ式テスタ)による抵抗の測定