

GK201

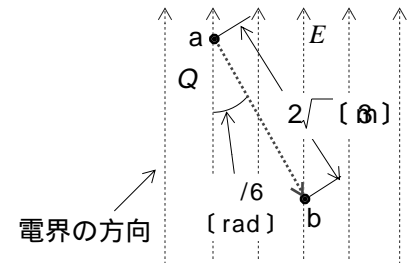
第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

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]、 $Q = 4 \mu\text{C}$ とし Q は E からのみ力を受けるものとする。

- 1 1,000 [μJ]
- 2 1,400 [μJ]
- 3 1,800 [μJ]
- 4 2,000 [μJ]
- 5 2,400 [μJ]

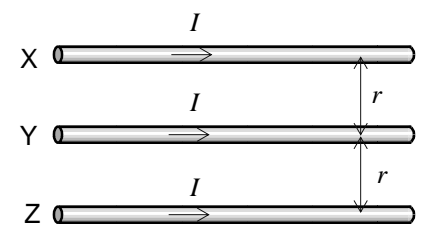


- A - 2 次の記述は、図に示すように、同一平面上で平行に間隔を r [m] 離して真空中に置かれた無限長の直線導線 X、Y 及び Z に同じ大きさで同一方向に直流電流 I [A] を流したときに Y が受ける力について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、真空の透磁率を 4×10^{-7} [H/m] とする。

- (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。

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



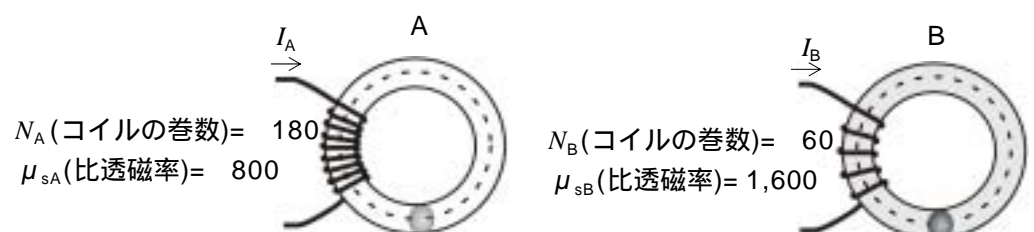
- A - 3 次の記述は、静電界内における導体の性質について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 導体内部の電界の強さは、□ A である。
- (2) 一つの導体内部のすべての点の電位は、□ B 。
- (3) 導体が電荷を持つとき、電荷はすべて導体の □ C にのみ存在する。

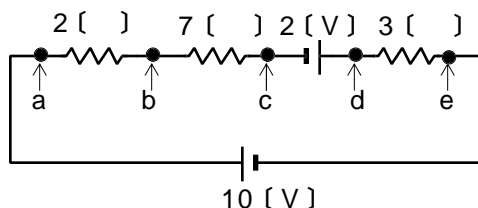
- | | A | B | C |
|---|-----|-----|-----|
| 1 | 無限大 | 異なる | 中心部 |
| 2 | 無限大 | 等しい | 表面 |
| 3 | 零 | 異なる | 表面 |
| 4 | 零 | 等しい | 表面 |
| 5 | 零 | 異なる | 中心部 |

- A - 4 図に示す環状磁気材料 A に巻いたコイルに直流電流 I_A [A] を流したときに生ずる A 内部の磁束密度が、環状磁気材料 B 内部の磁束密度と等しいとき、B に巻いたコイルに流す直流電流 I_B の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A と B の形状は等しく、また、磁気回路には、漏れ磁束及び磁気飽和が無いものとする。

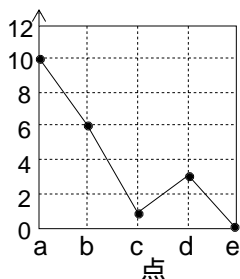
- 1 I_A [A]
- 2 $3I_A/2$ [A]
- 3 $2I_A$ [A]
- 4 $5I_A/2$ [A]
- 5 $3I_A$ [A]



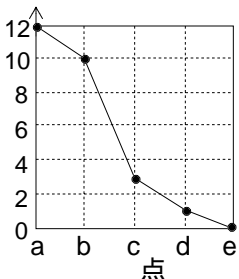
A - 5 図に示す直流回路の点 a から点 e までの電位を表したグラフとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、点 e の電位を零とする。



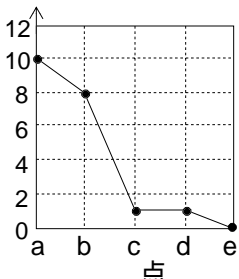
1 電位 [V]



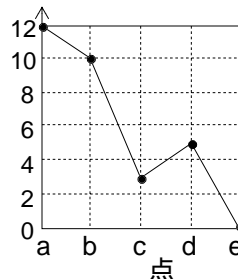
2 電位 [V]



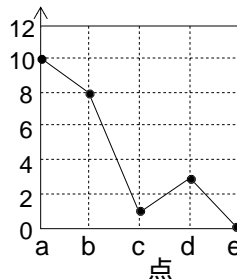
3 電位 [V]



4 電位 [V]

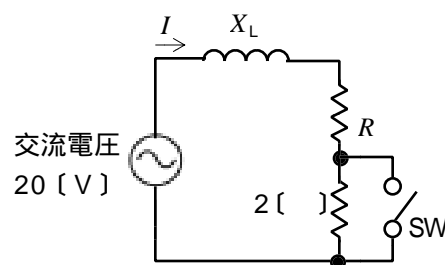


5 電位 [V]



A - 6 図に示す交流回路において、スイッチ SW を接(ON)にしたとき、電流 I が、 $I = \sqrt{5}$ [A] であり、SW を断(OFF)にしたとき、 $I = 2$ [A] であった。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。

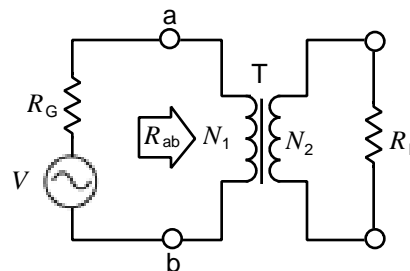
R	X_L
1 4 []	8 []
2 4 []	6 []
3 6 []	4 []
4 6 []	6 []
5 8 []	4 []



A - 7 次の記述は、変成器 T を用いたインピーダンス整合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。

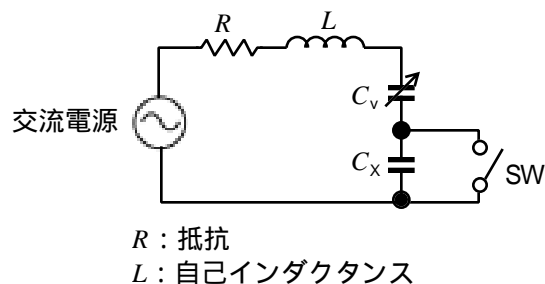
- (1) 図に示すように、一次側及び二次側の巻数がそれぞれ N_1 及び N_2 の変成器 T の二次側に、 R_L [] の負荷抵抗を接続したとき、一次側の端子 a b から負荷側を見た抵抗 R_{ab} は、 $R_{ab} = \square A$ [] となる。
- (2) 電源の内部抵抗を R_G [] としたとき、 R_L に最大電力を供給するには、 $R_{ab} = \square B$ [] でなければならない。

A	B
1 $(N_2/N_1)^2 R_L$	$2R_G$
2 $(N_2/N_1)^2 R_L$	R_G
3 $(N_1/N_2)^2 R_L$	$2R_G$
4 $(N_1/N_2)^2 R_L$	R_G
5 $(N_1/N_2) R_L$	$2R_G$



A - 8 図に示す交流回路において、スイッチ SW を断(OFF)にしたとき、可変静電容量 C_v が 400 [pF] で回路は共振した。次に SW を接(ON)にして C_v を 200 [pF] としたところ、回路は同じ周波数で共振した。このときの静電容量 C_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 150 [pF]
- 2 300 [pF]
- 3 400 [pF]
- 4 450 [pF]
- 5 500 [pF]



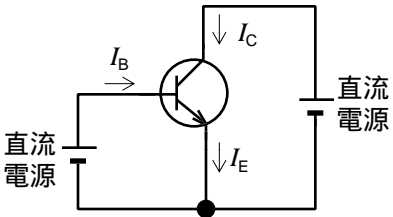
A - 9 次の記述は、半導体とその性質について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 P 形半導体を作るために真性半導体に入れる不純物をアクセプタという。
- 2 N 形半導体の多数キャリアは電子である。
- 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 4 である。
- 4 不純物の濃度を濃くすると、抵抗率が高くなる。
- 5 温度が上がると、抵抗率が低くなる。

A-10 次の記述は、図に示すトランジスタに流れる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。

- (1) コレクタ電流を I_C [A]、ベース電流を I_B [A]、エミッタ電流を I_E [A] としたとき、 $I_C = \square A$ [A] である。
 (2) 直流電流増幅率 h_{FE} は、 $h_{FE} = \square B$ である。
 (3) I_B が 10 [μA] のとき I_E が 1 [mA] のトランジスタの h_{FE} は、 $\square C$ である。

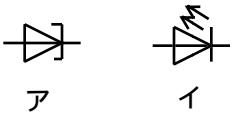
	A	B	C
1	$I_E - I_B$	I_C / I_B	99
2	$I_E - I_B$	I_E / I_B	49
3	$I_E - I_B$	I_C / I_B	49
4	$I_E + I_B$	I_E / I_B	49
5	$I_E + I_B$	I_C / I_B	99



A - 11 次の記述は、発光ダイオード(LED)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。

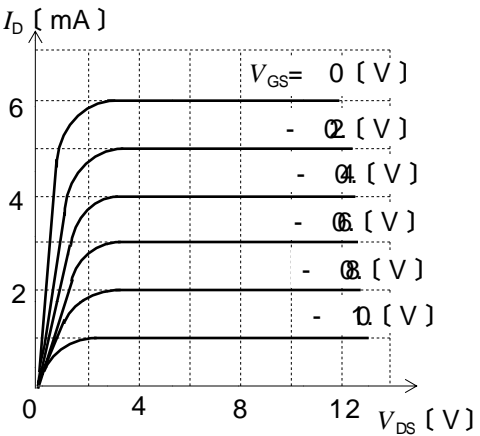
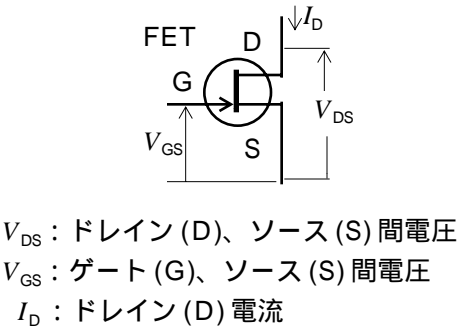
- (1) PN 接合に□A 電流を流すと発光する。
 (2) 各種の□B 装置に多く用いられている。
 (3) 図記号は、図の□C である。

	A	B	C
1	順方向	受光	ア
2	順方向	表示	イ
3	順方向	受光	イ
4	逆方向	表示	イ
5	逆方向	受光	ア



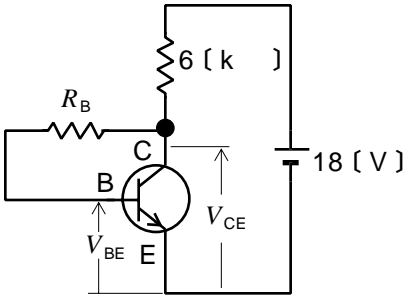
A - 12 図に示す V_{DS} - I_D 特性を持つ電界効果トランジスタ(FET)の、 V_{DS} が 8 [V]、 I_D が 3 [mA] のときの相互コンダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 3 [mS]
 2 5 [mS]
 3 7 [mS]
 4 9 [mS]
 5 11 [mS]



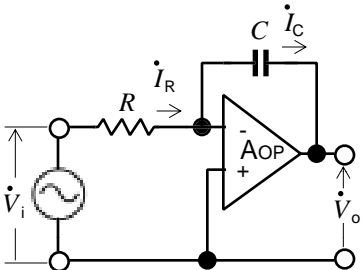
A - 13 図に示すエミッタ接地トランジスタ回路において、コレクタ(C)エミッタ(E) 間電圧 V_{CE} が 6 [V] であるとき、ベース(B) に接続された抵抗 R_B の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ベース(B)エミッタ(E) 間電圧 V_{BE} を 0.6 [V]、エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 200 とする。

- 1 170 [k]
 2 280 [k]
 3 340 [k]
 4 480 [k]
 5 540 [k]



A - 14 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 抵抗 R 〔 〕に流れる電流 \dot{I}_R は、AOPの入力端子間電圧が零であるから、次式で表される。
 $\dot{I}_R = \dot{V}_i / \text{□ A} \text{〔A〕}$
- (2) 静電容量 C 〔F〕に流れる電流 \dot{I}_C と \dot{I}_R は、AOPの入力電流が零であるから、次式が成り立つ。
 $\dot{I}_C = \dot{I}_R \text{〔A〕}$
- (3) 出力電圧 \dot{V}_o は、AOPの入力端子間電圧が零であるから、次式で表される。
 $\dot{V}_o = \dot{I}_C / (\text{□ B}) \text{〔V〕}$
- (4) 式 を式 及び を用いて整理すると、 \dot{V}_o は次式で表される。
 $\dot{V}_o = \dot{V}_i \times \text{□ C} \text{〔V〕}$



\dot{V}_i : 交流入力電圧〔V〕
 ω : 角周波数〔rad/s〕

A	B	C
1 R	$j \ C$	$j / (\ CR)$
2 R	$1/R + j \ C$	$jR / (\ C)$
3 R	$j \ C$	$jR / (\ C)$
4 $(j \ CR)$	$1/R + j \ C$	$jR / (\ C)$
5 $(j \ CR)$	$j \ C$	$j / (\ CR)$

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。

図 1	図 2
1 $X = A \cdot (B + C)$	$X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{C})$
2 $X = A \cdot (B + C)$	$X = \overline{A} + (\overline{B} \cdot \overline{C})$
3 $X = A \cdot (B + C)$	$X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{C})$
4 $X = A + (B \cdot C)$	$X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{C})$
5 $X = A + (B \cdot C)$	$X = \overline{A} + (\overline{B} \cdot \overline{C})$

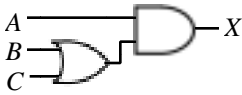


図 1

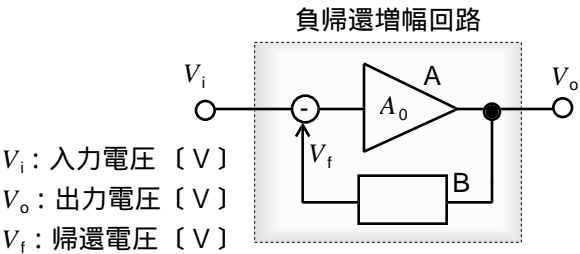


図 2

A、B、C : 入力
X : 出力

A - 16 図に示すように、電圧増幅度の大きさ A_0 が 1,000 の増幅回路 A を用いて、電圧増幅度 V_i/V_o の大きさが 100 の負帰還増幅回路にすると、帰還回路 B の帰還率 $= V_f/V_o$ の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 2×10^{-3}
- 2 4×10^{-3}
- 3 9×10^{-3}
- 4 12×10^{-3}
- 5 14×10^{-3}



V_i : 入力電圧〔V〕
 V_o : 出力電圧〔V〕
 V_f : 帰還電圧〔V〕

A - 17 図 1に示す直流回路の端子 ab 間の電圧を、図 2 に示すように内部抵抗が 12〔k〕の直流電圧計 V を用いて測定したときの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。ただし、誤差は V の内部抵抗による誤差のみとする。

- 1 1〔V〕
- 2 2〔V〕
- 3 3〔V〕
- 4 4〔V〕
- 5 5〔V〕

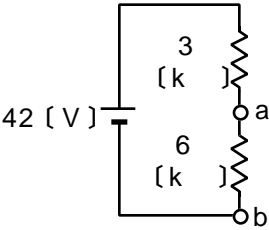


図 1

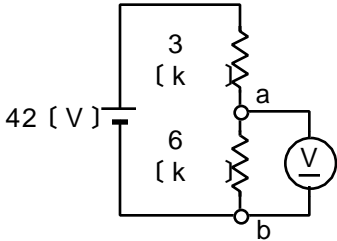
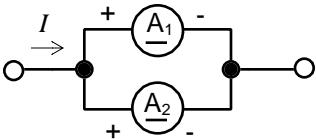


図 2

A - 18 図に示すように、二つの直流電流計 A_1 及び A_2 を並列に接続したとき、指示値の和から測定できる電流 I の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A_1 及び A_2 の最大目盛値及び内部抵抗は表に示した値とする。

- 1 175〔mA〕
- 2 190〔mA〕
- 3 200〔mA〕
- 4 210〔mA〕
- 5 225〔mA〕



電流計	A_1	A_2
最大目盛値	100〔mA〕	150〔mA〕
内部抵抗	0.6〔 〕	0.3〔 〕

A - 19 次の記述は、図に示すブリッジ回路により平行二線路の接地点 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、線路長を l [m]、接地点 b の始点 a からの距離を x [m] とする。また、平行二線路の一本の単位長さ当たりの抵抗値 r [Ω/m] は均一とする。

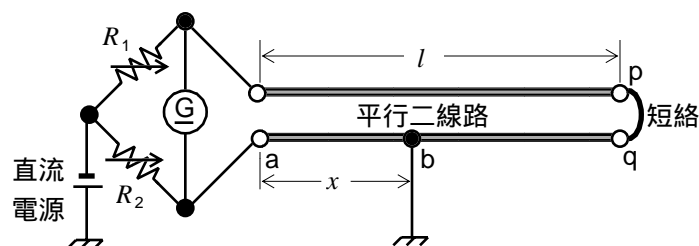
- (1) 平行二線路の終端 pq を短絡し、可変抵抗 R_1 及び R_2 を調節して、直流検流計 G の振れを零にし、ブリッジを平衡させる。
- (2) このときの R_1 及び R_2 の値をそれぞれ R_{10} [Ω] 及び R_{20} [Ω] とすると、次式が成り立つ。

$$r \times \boxed{\text{A}} \times R_{10} = r \times \boxed{\text{B}} \times R_{20}$$

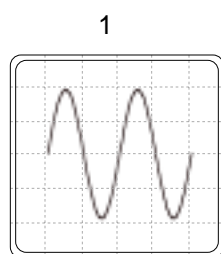
- (3) したがって、 x は次式で表される。

$$x = \boxed{\text{C}} \text{ [m]}$$

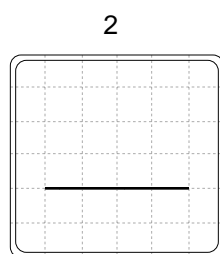
	A	B	C
1	$(l - x)$	$(2l - x)$	$lR_{20} / (R_{10} + R_{20})$
2	$(l - x)$	l	$2lR_{20} / (R_{10} + R_{20})$
3	x	$(2l - x)$	$2lR_{20} / (R_{10} + R_{20})$
4	x	l	$2lR_{20} / (R_{10} + R_{20})$
5	x	$(2l - x)$	$lR_{20} / (R_{10} + R_{20})$



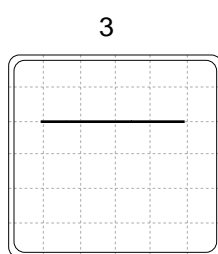
A - 20 次は、オシロスコープの垂直入力信号 v_y 及び水平入力信号 v_x と管面の波形を組み合わせたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、正弦波及びのこぎり波の周波数をそれぞれ f_s 及び f_n とする。また、垂直及び水平の波形の大きさ及びオシロスコープの同期は適切に調節してあるものとし、 $v_y = v_x = 0$ [V] のときの輝点の位置は、表示面の中央とする。



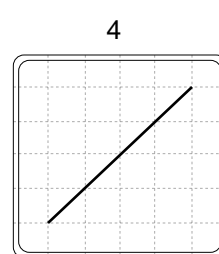
1
 v_y : 正弦波
 $(f_s = 2 \text{ [kHz]})$
 v_x : のこぎり波
 $(f_n = 1 \text{ [kHz]})$



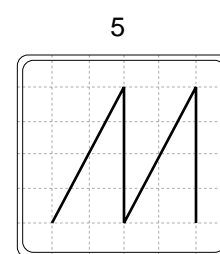
2
 v_y : 直流
 v_x : 直流



3
 v_y : 直流
 v_x : のこぎり波
 $(f_n = 1 \text{ [kHz]})$



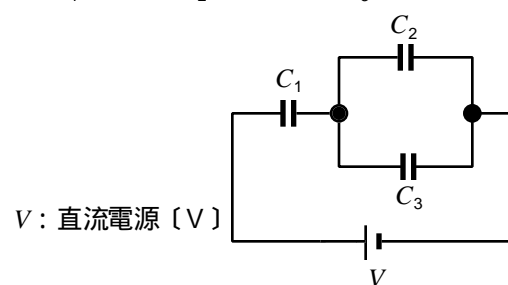
4
 v_y : 正弦波
 $(f_s = 2 \text{ [kHz]})$
 v_x : 正弦波
 $(f_s = 2 \text{ [kHz]})$



5
 v_y : のこぎり波
 $(f_n = 2 \text{ [kHz]})$
 v_x : のこぎり波
 $(f_n = 1 \text{ [kHz]})$

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、静電容量 C_1 [F]、 C_2 [F] 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 [C]、 Q_2 [C] 及び Q_3 [C]、各静電容量の両端電圧をそれぞれ V_1 [V]、 V_2 [V] 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) Q_1 、 Q_2 及び Q_3 の間には、□ ウ [C] の関係がある。
- (4) V_2 と V_3 の間には、□ エ [V] の関係がある。
- (5) V_1 、 V_2 及び V の間には、□ オ [V] の関係がある。



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

B - 2 次の記述は、図 1 に示す回路において、スイッチ SW を接(ON)にしたときに 20 [Ω] の抵抗に流れる電流を、テブナンの定理を用いて求める手順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) SW を断(OFF)にしたとき、端子 ab から電源側を見た合成抵抗 R_{ab} は、 $R_{ab} = \boxed{\text{ア}}$ [Ω] である。
- (2) SW を断(OFF)にしたとき、端子 ab 間の電圧は、図 2 の電圧である。

図 2 の回路に流れる電流は、 $I = \boxed{\text{イ}}$ [A] である。

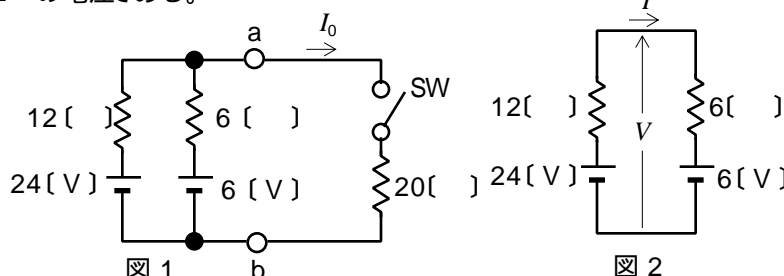
したがって、 V は次式で表される。

$$V = \boxed{\text{ウ}} \text{ [V]}$$

- (3) よって、 I_0 は次式で表される。

$$I_0 = V / (R_{ab} + \boxed{\text{エ}}) = \boxed{\text{オ}} \text{ [A]}$$

- | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|
| 1 0.5 | 2 1 | 3 2 | 4 4 | 5 6 |
| 6 8 | 7 12 | 8 18 | 9 20 | 10 24 |



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 ペルチェ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。
- イ 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。
- ウ トムソン効果による熱の発生又は吸収は、温度勾配がある均質な金属線に電流を流すときに生ずる。
- エ 温度測定に利用される熱電対は、ペルチェ効果を利用している。
- オ 電子冷却は、ゼーベック効果を利用している。

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 [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。

$$\dot{Z}_S = R + 1/(jC) \quad [\quad]$$

$$\dot{Z}_P = R/(\quad \text{ア}) \quad [\quad]$$

- (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。

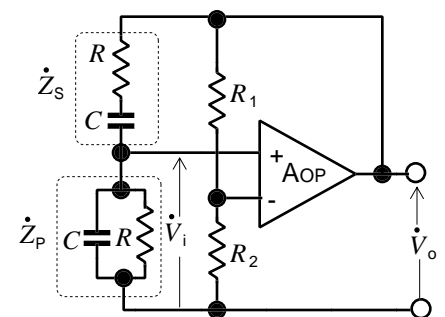
$$\dot{V}_o/\dot{V}_i = 1 + \quad \text{イ}$$

- (3) 式 に式 を代入し、整理すると、次式が得られる。

$$\dot{V}_o/\dot{V}_i = 3j\{ \quad \text{ウ} \}$$

- (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、 $f = \quad \text{オ}$ [Hz] である。



R_1, R_2 : 帰還抵抗 []
 C : 静電容量 [F]
 R : 抵抗 []

- | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------|---------------------|--------|
| 1 \dot{Z}_P/\dot{Z}_S | 2 $1/(CR) - jR$ | 3 $1 + jCR$ | 4 $1/(2CR)$ | 5 同位相 |
| 6 \dot{Z}_S/\dot{Z}_P | 7 $1/(CR) - CR$ | 8 jCR | 9 $1/(2\sqrt{6}CR)$ | 10 逆位相 |

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。 内に入れるべき字句として、最も適しているものを下の番号から選べ。

- (1) 低抵抗の測定に用いられるのは、 **ア** である。
- (2) 交流電圧の波形測定に用いられるのは、 **イ** である。
- (3) 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、 **ウ** である。
- (4) 直流の電圧計や電流計の校正に用いられるのは、 **エ** である。
- (5) マイクロ波の電力測定に用いられるのは、 **オ** である。

- | | | | | |
|--------|----------|-----------|--------------|------------------|
| 1 回路計 | 2 直流電位差計 | 3 オシロスコープ | 4 ボロメータブリッジ | 5 ケルビンダブルブリッジ |
| 6 Qメータ | 7 ガウスメータ | 8 レベルメータ | 9 コウラウシュブリッジ | 10 ファンクションジェネレータ |