

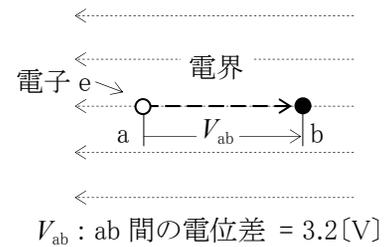
AK・XK809

第一級総合無線通信士
第一級海上無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

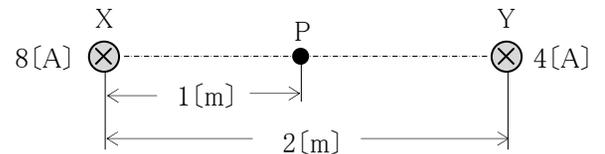
A-1 図に示すように、電子 e が均一な静電界から力を受けて電位差が 3.2[V] の点 ab 間を電界に沿って進んだとき、点 b での速度の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電子 e は静電界からのみ力を受け、点 a では静止していたものとする。また、電子 e の電荷及び質量をそれぞれ -1.6×10^{-19} [C] 及び 9×10^{-31} [kg] とする。

- 1 0.8×10^6 [m/s]
- 2 1.1×10^6 [m/s]
- 3 1.4×10^6 [m/s]
- 4 0.8×10^7 [m/s]
- 5 1.1×10^7 [m/s]



A-2 図に示すように、2[m]の間隔で平行に置かれた無限長の直線導線 X 及び Y に紙面の表から裏の方向(⊗)にそれぞれ直流電流 8[A] 及び 4[A] を流したとき、XY 間の midpoint P における磁界の強さとして、正しいものを下の番号から選べ。

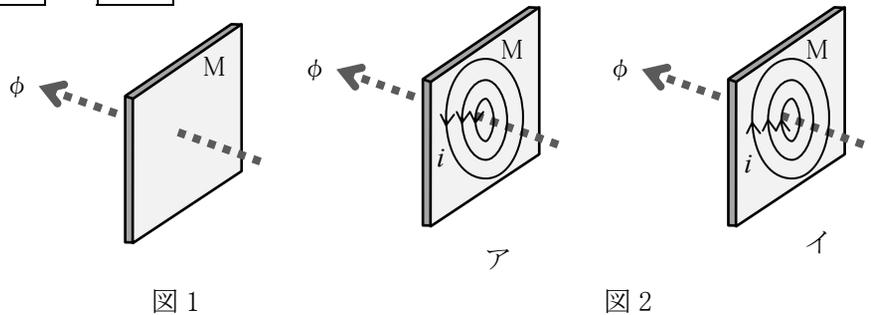
- 1 $\frac{9}{\pi}$ [A/m]
- 2 $\frac{7}{\pi}$ [A/m]
- 3 $\frac{5}{\pi}$ [A/m]
- 4 $\frac{3}{\pi}$ [A/m]
- 5 $\frac{2}{\pi}$ [A/m]



A-3 次の記述は、図 1 に示すように、金属板 M を貫いている磁束 ϕ が時間と共に変化するとき M に電流が流れる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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

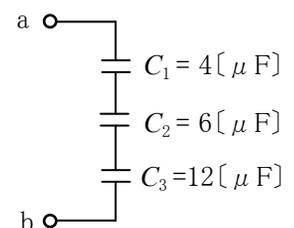
- (1) ϕ が図 1 に示す方向で増加しているとき、M に図 2 の □ A □ に示す方向の電流 i が流れる。
- (2) i によって M に生ずる熱損失は、□ B □ と呼ばれる。
- (3) ϕ の変化の割合が同じとき、M の抵抗率が大きいと □ B □ は、□ C □ 。

- | A | B | C |
|-----|---------|-----|
| 1 ア | うず電流損 | 小さい |
| 2 ア | ヒステリシス損 | 小さい |
| 3 ア | ヒステリシス損 | 大きい |
| 4 イ | うず電流損 | 小さい |
| 5 イ | ヒステリシス損 | 大きい |



A-4 図に示すように、静電容量が C_1 、 C_2 及び C_3 のコンデンサを直列接続したとき、端子 ab 間に加えることができる最大の電圧の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、 C_1 、 C_2 及び C_3 の耐圧は、それぞれ等しく 30[V] とする。

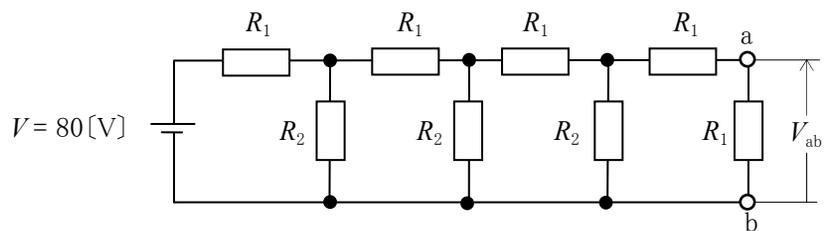
- 1 38 [V]
- 2 40 [V]
- 3 54 [V]
- 4 60 [V]
- 5 75 [V]



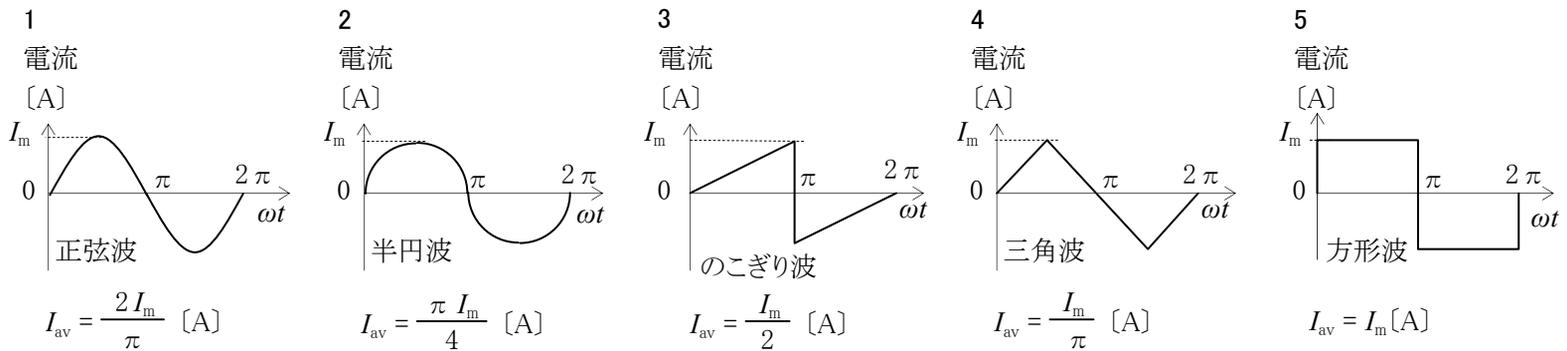
A-5 図に示す直流回路の端子 ab 間の電圧 V_{ab} の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 2 [V]
- 2 5 [V]
- 3 7 [V]
- 4 9 [V]
- 5 10 [V]

抵抗
 $R_1 = 250 [\Omega]$
 $R_2 = 500 [\Omega]$
 V : 直流電圧 [V]



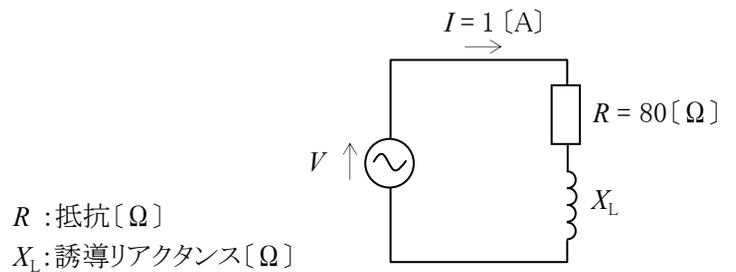
A-6 次に示す各種電流波形とその平均値 I_{av} を表す式の組合せのうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、各波形の電流の最大値を I_m [A]、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とする。また、 I_{av} はそれぞれの波形の半周期 ($0 \sim \pi$ [rad]) の平均とする。



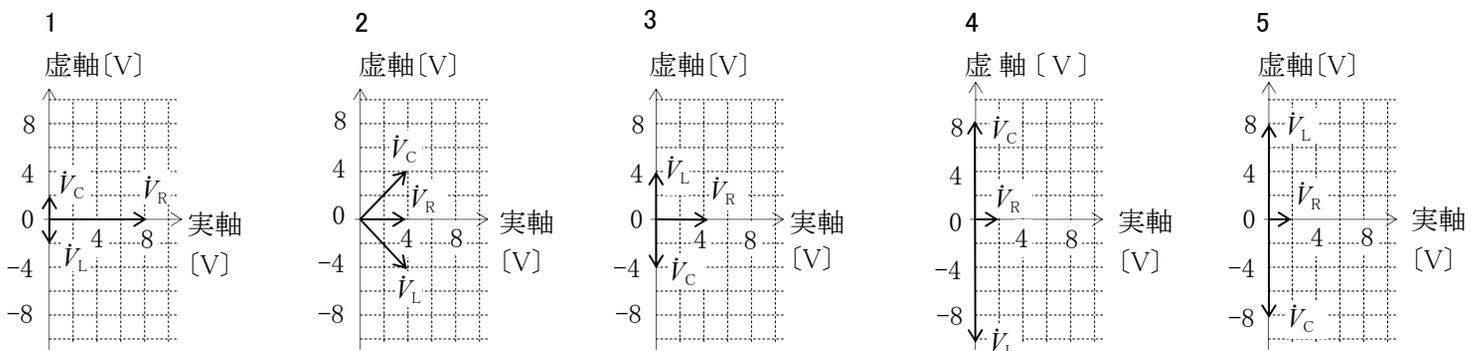
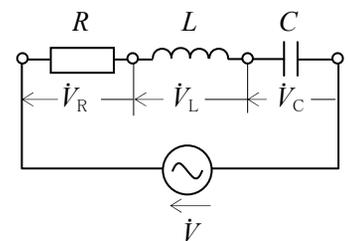
A-7 次の記述は、図に示す回路の各種電力と力率について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電圧 V を 100 [V]、回路に流れる電流 I を 1 [A] とする。

- (1) 有効電力(消費電力)は、□ A □ [W] である。
- (2) 皮相電力は、□ B □ [VA] である。
- (3) 力率は、□ C □ [%] である。

	A	B	C
1	60	160	50
2	60	100	80
3	80	160	50
4	80	100	60
5	80	100	80



A-8 図に示す回路において、回路が共振状態にあつて、抵抗 R [Ω]、自己インダクタンス L [H] 及び静電容量 C [F] の端子電圧をそれぞれ \dot{V}_R 、 \dot{V}_L 及び \dot{V}_C [V] としたとき、 \dot{V}_R 、 \dot{V}_L 及び \dot{V}_C を表すベクトル図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、交流電圧 \dot{V} の大きさを 2 [V]、回路の尖鋭度 Q を 4 とする。



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。

- (1) 常温付近では、半導体の温度が高くなると導電率は、□ A □ なる。
- (2) 真性半導体の正孔と自由電子の数は、□ B □。
- (3) P形半導体の多数キャリアは、□ C □ である。

	A	B	C
1	大きく	同じである	正孔
2	大きく	異なる	正孔
3	小さく	同じである	正孔
4	小さく	同じである	電子
5	小さく	異なる	電子

A-10 次の記述は、ツェナーダイオード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) 図記号は、図1の □ A □ である。
- (2) 理想的な電圧電流特性は、図2の □ B □ である。
- (3) 通常、□ C □ 電圧を加えて使用する。



図1

	A	B	C
1	ア	エ	順方向
2	ア	エ	逆方向
3	ア	ウ	逆方向
4	イ	ウ	順方向
5	イ	エ	逆方向

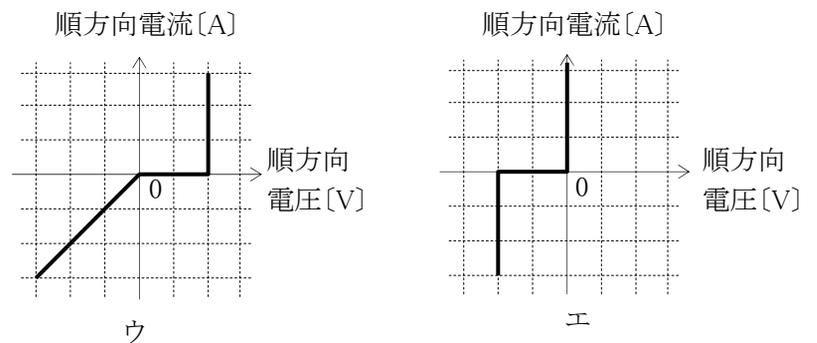
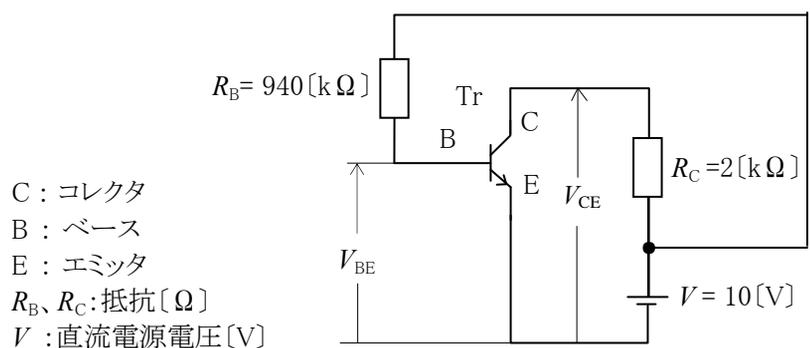


図2

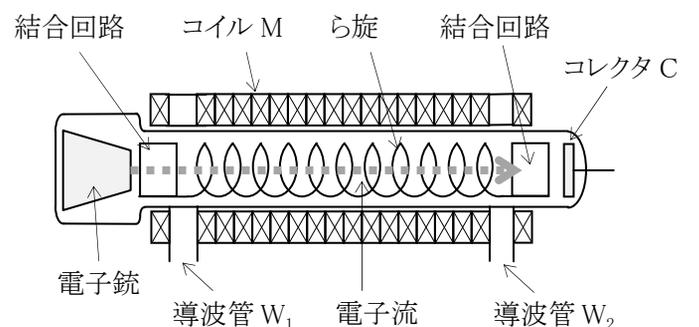
A-11 図に示すエミッタ接地トランジスタ(Tr)回路のコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を 0.6[V] とする。また、トランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 250 とする。

- 1 3 [V]
- 2 4 [V]
- 3 5 [V]
- 4 6 [V]
- 5 7 [V]



A-12 次の記述は、図に示すマイクロ波の増幅に用いられる原理的な構造の進行波管(TWT)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 電子銃から放出された電子流は、コレクタ C に加えられた高電圧で加速されコレクタ C に達する。
- 2 電子流は、コイル M による電磁石の働きでビーム状に集束される。
- 3 ら旋は、マイクロ波の速度(位相速度)を電子流の速度と同程度にする役割がある。
- 4 内部に同調回路のような周波数帯域を制限する回路がある。
- 5 マイクロ波は、導波管 W_1 に入力され、導波管 W_2 から出力される。



A-13 次の記述は、図1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、バイアスはA級増幅をする最適な値に設定されているものとし、Trの等価回路は図2で表されるものとする。また、静電容量 C_1 、 C_2 [F] 及び抵抗 R_1 [Ω] の影響は無視するものとする。

- (1) 回路の入力抵抗 R_i は、 $R_i = \square A$ [Ω] である。
 (2) 交流負荷 R_L は、 $R_L = \square B$ [Ω] である。
 (3) 電圧増幅度の大きさ A_v は、 $A_v = \square C$ である。

C: コレクタ
 E: エミッタ
 B: ベース

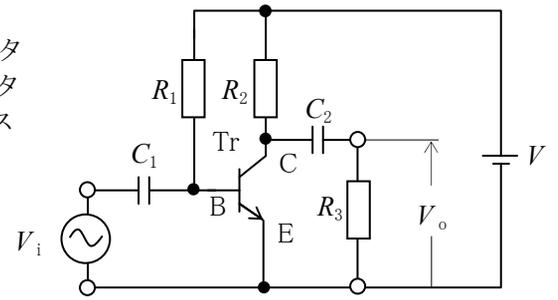


図1

	A	B	C
1 h_{ie}		$\frac{R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{ie} h_{ie}}{R_L}$
2 h_{ie}		$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{ie} R_L}{h_{ie}}$
3 $h_{ie} h_{ie}$		$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{ie} R_L}{h_{ie}}$
4 $h_{ie} h_{ie}$		$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{ie} h_{ie}}{R_L}$
5 $h_{ie} h_{ie}$		$\frac{R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{ie} h_{ie}}{R_L}$

R_2, R_3 : 抵抗 [Ω]
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 V : 直流電源電圧 [V]
 I_b : ベース電流 [A]
 I_c : コレクタ電流 [A]
 h_{ie} : 入力インピーダンス [Ω]
 h_{fe} : 電流増幅率

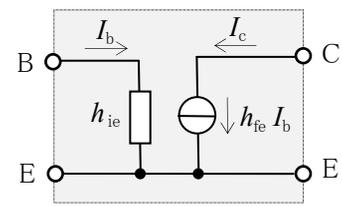


図2
 ⊕: 理想電流源

A-14 図に示すトランジスタ(Tr)を用いた原理的なコルピッツ発振回路が $1/\pi$ [MHz] の周波数で発振しているとき、自己インダクタンス L の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.25 [mH]
 2 1.45 [mH]
 3 1.85 [mH]
 4 2.05 [mH]
 5 2.25 [mH]

C: コレクタ
 E: エミッタ
 B: ベース

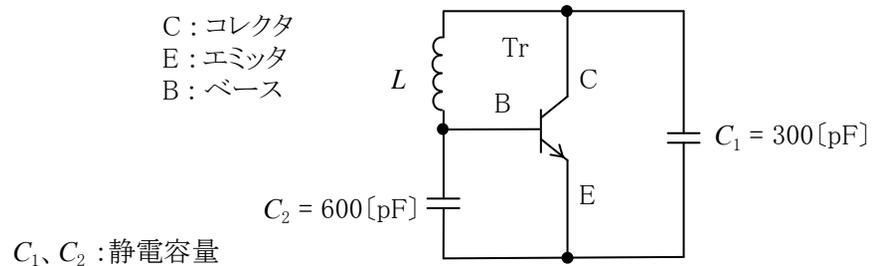


図1
 C_1, C_2 : 静電容量

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。ただし、正論理とし、A及びBを入力、Xを出力とする。

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

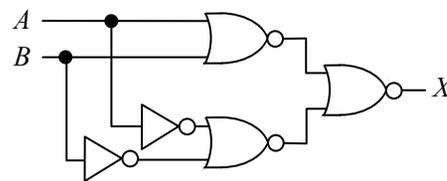


図1

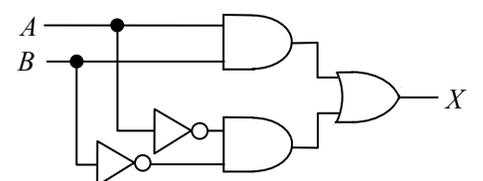
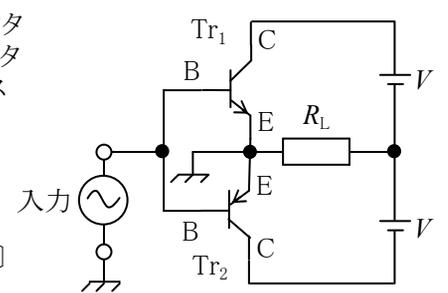


図2

A-16 次の記述は、図に示す原理的なB級SEPP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 Tr_1 及び Tr_2 の特性は相補的であり、回路は理想的なB級動作とし、入力は正弦波とする。

- (1) 入力が増えられたとき、 R_L に流れる電流の最大値は、□ A [A] である。
 (2) 入力が増えられたとき、 R_L の両端の電圧の最大値は、□ B [V] である。
 (3) したがって、 R_L の最大出力電力は、□ C [W] である。

C: コレクタ
 E: エミッタ
 B: ベース



V : 直流電源電圧 [V]
 R_L : 負荷抵抗 [Ω]

	A	B	C
1 $\frac{V}{R_L}$		V	$\frac{V^2}{2R_L}$
2 $\frac{V}{R_L}$		V	$\frac{V^2}{R_L}$
3 $\frac{V}{R_L}$		$2V$	$\frac{V^2}{2R_L}$
4 $\frac{2V}{R_L}$		V	$\frac{V^2}{2R_L}$
5 $\frac{2V}{R_L}$		$2V$	$\frac{V^2}{R_L}$

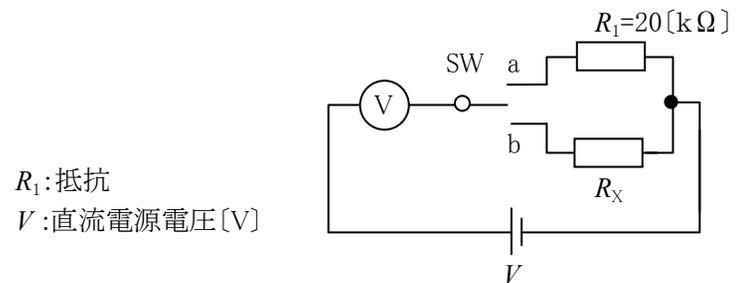
A-17 次の記述は、最大目盛値が 300[V] で精度階級の階級指数が 1.0 の永久磁石可動コイル形直流電圧計の誤差について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 最大許容誤差の大きさの値は、□ A □ である。
 (2) 指示値が 150[V] のとき、真の値は □ B □ の範囲にある。

A	B
1 1 [V]	147 [V] から 153 [V]
2 1 [V]	149 [V] から 151 [V]
3 3 [V]	147 [V] から 153 [V]
4 3 [V]	144 [V] から 156 [V]
5 3 [V]	145 [V] から 155 [V]

A-18 図に示す回路において、スイッチ SW を a 側にしたとき、直流電圧計 V の指示値は 80[V] で、SW を b 側にしたとき、V の指示値は 40[V] であった。このときの抵抗 R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、V の内部抵抗は 50[k Ω] とし、電源の内部抵抗は零とする。

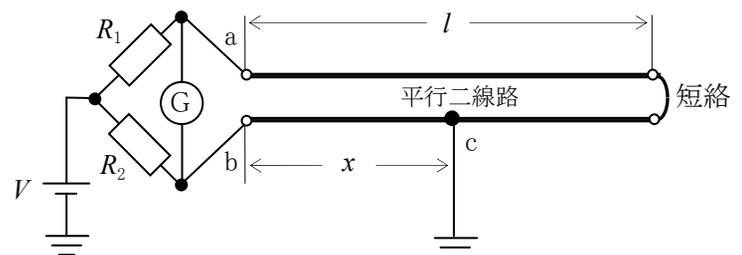
- 1 40 [k Ω]
 2 55 [k Ω]
 3 60 [k Ω]
 4 75 [k Ω]
 5 90 [k Ω]



A-19 図に示すように、ブリッジ回路を用いて、長さが l [m] の平行二線路の一方の端 ab から一線の接地点 c までの距離 x を求めたい。いま、ブリッジの二つの辺の抵抗が R_1 及び R_2 [Ω] でブリッジが平衡したとき、 x [m] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、平行二線路の一本の単位長さ当たりの抵抗は均一とする。

- 1 $x = \frac{l(R_1 + R_2)}{R_2}$
 2 $x = \frac{2l(R_1 + R_2)}{R_2}$
 3 $x = \frac{2lR_2}{R_1 + R_2}$
 4 $x = \frac{2lR_1}{R_1 + R_2}$
 5 $x = \frac{lR_2}{R_1 + R_2}$

G: 直流検流計
 V: 直流電源電圧 [V]

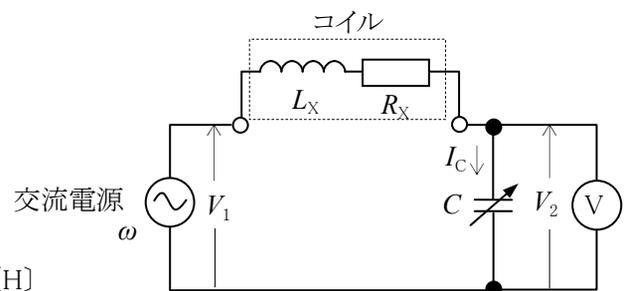


A-20 次の記述は、図に示す原理的な Q メータによるコイルの尖鋭度 Q の測定原理について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は静電容量が C [F] で共振状態にあるものとし、交流電圧計 V の内部抵抗は無大とする。

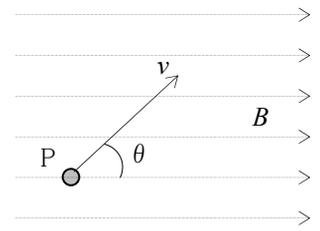
- (1) R_x は、 C を流れる電流の大きさを I_C [A] とすると、 $R_x = \square$ A □ [Ω] である。
 (2) V_2 は、交流電源の角周波数を ω [rad/s] とすると、 $V_2 = I_C \times \square$ B □ [V] である。
 (3) コイルの Q は、 $Q = \omega L_x / R_x$ であるから、(1)、(2) より Q は、 $Q = \square$ C □ である。
 (4) (3) より、 V_1 を一定電圧とし、交流電圧計 V の目盛を V_1 の倍数で表示すれば、V の目盛から Q を直読することができる。

A	B	C
1 $\frac{V_1}{I_C}$	ωL_x	$\frac{V_1}{V_2}$
2 $\frac{V_1}{I_C}$	ωC	$\frac{V_2}{V_1}$
3 $\frac{V_1}{I_C}$	ωL_x	$\frac{V_2}{V_1}$
4 $\frac{V_2}{I_C}$	ωL_x	$\frac{V_1}{V_2}$
5 $\frac{V_2}{I_C}$	ωC	$\frac{V_2}{V_1}$

L_x : コイルの自己インダクタンス [H]
 R_x : コイルの抵抗 [Ω]
 V_1 : 交流電源電圧 [V]
 V_2 : C の両端の電圧 (V の指示値) [V]
 ω : 交流電源の角周波数 [rad/s]



B-1 次の記述は、図に示すように、1[m]の長さの導体棒Pが一様な磁束密度 B [T]の磁界中を速さが v [m/s]で磁界の方向に対して θ [rad] ($0 \leq \theta \leq \pi/2$)の角度で移動したときに生ずる現象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、 B は紙面に平行であり、Pは常に紙面に対して直角を保って移動するものとする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。



- (1) Pに起電力 e が生じる。この現象を□アという。
- (2) e の大きさを表す式は、 $e = \square$ イ [V]である。
- (3) e の方向は、 $\theta = \pi/2$ [rad]のとき、□ウの法則で求められる。
- (4) □ウの法則では、 e の方向は、□エが示す方向になる。
- (5) したがって、 $\theta = \pi/2$ [rad]のとき、Pには紙面の□オの方向の e が生じる。

- | | | | | |
|--------|--------------------|------|------------|---------|
| 1 電磁誘導 | 2 $Bv \sin \theta$ | 3 親指 | 4 フレミングの右手 | 5 裏から表 |
| 6 磁気誘導 | 7 $Bv \cos \theta$ | 8 中指 | 9 フレミングの左手 | 10 表から裏 |

B-2 次の記述は、図に示す回路の入力電圧 \dot{V}_i [V]と出力電圧 \dot{V}_o [V]の関係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、抵抗 R_1, R_2 [Ω]と静電容量 C_1, C_2 [F]との間には、 $R_1 C_1 = R_2 C_2 = T$ [s]の関係があるものとする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) C_1 と R_1 の並列合成インピーダンス \dot{Z}_1 及び C_2 と R_2 の並列合成インピーダンス \dot{Z}_2 は、それぞれ次式で表される。

$$\dot{Z}_1 = \frac{R_1}{\square \text{ア}} \text{ [}\Omega\text{]} \dots\dots\dots \text{①}$$

$$\dot{Z}_2 = \frac{R_2}{\square \text{ア}} \text{ [}\Omega\text{]} \dots\dots\dots \text{②}$$

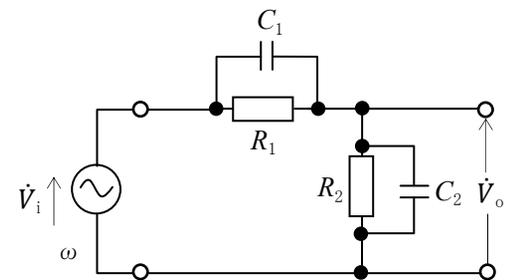
- (2) \dot{V}_i/\dot{V}_o を \dot{Z}_1 及び \dot{Z}_2 で表すと、次式で表される。

$$\frac{\dot{V}_i}{\dot{V}_o} = \square \text{イ} + \frac{\dot{Z}_1}{\dot{Z}_2} \dots\dots\dots \text{③}$$

- (3) 式①及び②を用いて式③を整理すると、次式が得られる。

$$\frac{\dot{V}_i}{\dot{V}_o} = \square \text{イ} + \square \text{ウ}$$

- (4) したがって、 \dot{V}_i/\dot{V}_o は、 ω に□エ。
- (5) また、 \dot{V}_i と \dot{V}_o の位相差は、□オ [rad]である。



ω : 角周波数 [rad/s]
 $R_1 C_1 = R_2 C_2 = T$ [s]

- | | | | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|---------------------|----------|
| 1 0 | 2 $\frac{1}{2}$ | 3 $1 + j\omega T$ | 4 $\frac{R_1}{R_2}$ | 5 無関係である |
| 6 $\frac{\pi}{2}$ | 7 1 | 8 $1 - j\omega T$ | 9 $\frac{R_2}{R_1}$ | 10 反比例する |

B-3 次の記述は、各種半導体素子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) 光起電力効果を利用し、光センサとして利用するダイオードは、□アである。
- (2) ダイオードに□イ電流を流したとき発光する性質を利用し、表示素子などとして利用するのは、発光ダイオードである。
- (3) ホール効果を利用し、□ウセンサとして利用する素子は、ホール素子である。
- (4) 温度によって抵抗値が大きく変わる性質を利用し、温度センサとして利用する素子は、□エである。
- (5) 電圧によって抵抗値が大きく変わる性質を利用し、過電圧防止素子などとして利用する素子は、□オである。

- | | | | | |
|-------------|-------|-------|---------|-------------|
| 1 ホトダイオード | 2 静電気 | 3 逆方向 | 4 サーミスタ | 5 バラクタダイオード |
| 6 ツェナーダイオード | 7 磁気 | 8 順方向 | 9 サイリスタ | 10 バリスタ |

B-4 次の記述は、図1及び図2に示す回路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。ただし、 A_{OP} は理想的な演算増幅器とする。

ア 図1の回路の増幅度 $A = \left| \frac{V_o}{V_{i1} - V_{i2}} \right|$ は、 ∞ である。

イ 図1の回路の入力電流 I_1 は、 $I_1 = 0$ [A]である。

ウ 図2の回路の入力電流 I_1 は、 $I_1 = \frac{V_i}{R_1}$ [A]である。

エ 図2の回路の増幅度 $A = \left| \frac{V_o}{V_i} \right|$ は、 $A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ である。

オ 図2の回路の V_o と V_i の位相差は、 $\frac{\pi}{2}$ [rad]である。

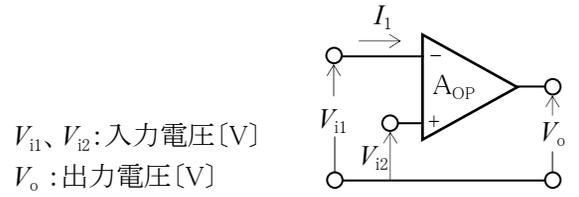


図1

V_{i1}, V_{i2} : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]

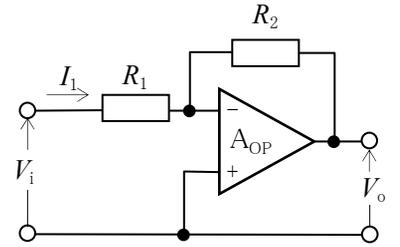


図2

V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 R_1, R_2 : 抵抗 [Ω]

B-5 次の記述は、図1に示す交流電流計 A_1, A_2 及び A_3 それぞれの測定値 I_1 [A]、 I_2 [A] 及び I_3 [A] から負荷で消費される電力 P を求める方法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、各電流計の内部抵抗は零とし、負荷の力率を $\cos \phi$ とする。また、図2に各電流及び電圧のベクトルを示す。

(1) P は、 $P = V \times$ □ ア □ $\times \cos \phi$ [W] である。

(2) V は、抵抗 R に加わる電圧であるから、 $V =$ □ イ □ [V] である。

(3) (1) 及び (2) より、 P は次式で表される。

$$P = \text{□ ウ □} \times \cos \phi \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{①}$$

(4) I_1, I_2 及び I_3 の間には、図2より次式が成り立つ。

$$I_1^2 = I_2^2 + I_3^2 + \text{□ エ □} \dots\dots\dots \text{②}$$

(5) 式①を式②を用いて整理すると、次式が得られる。

$$P = \frac{R}{2} \times (\text{□ オ □}) \text{ [W]}$$

I_1 : 電源からの電流 [A]
 I_2 : 負荷電流 [A]
 I_3 : R に流れる電流 [A]
 R : 抵抗 [Ω]
 V : 電源電圧 [V]

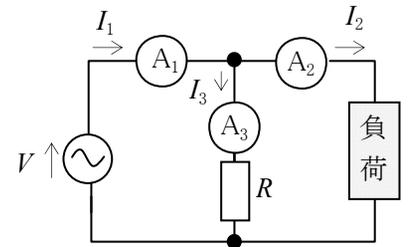
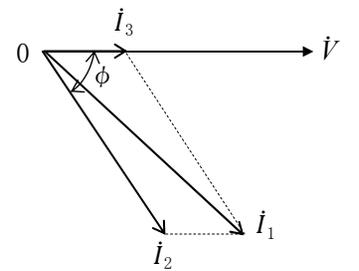


図1

- | | | | | |
|---------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 I_1 | 2 $(I_1 - I_3)R$ | 3 $R I_2 I_3$ | 4 $2 I_2 I_3 \cos \phi$ | 5 $I_1^2 + I_2^2 - I_3^2$ |
| 6 I_2 | 7 $R I_3$ | 8 $R I_1 I_2$ | 9 $4 I_2 I_3 \cos \phi$ | 10 $I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$ |



$\cos \phi$: 負荷の力率
 I_1, I_2, I_3 のベクトルを i_1, i_2, i_3 で表す。

図2