

第一級総合無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題  
第一級海上無線通信士

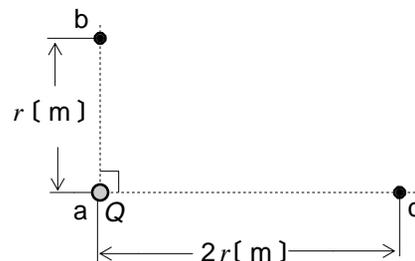
(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

A - 1 次の記述は、図に示すように、真空中の点 a に  $Q$  [C] の電荷が置かれているときの周囲の電界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、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [F/m] とする。

- (1) 点 a から  $r$  [m] 離れた点 b の電位は、 $\{1/(4 \epsilon_0)\} \times \square A$  [V] である。  
(2) 点 a から直線 ab に対して直角方向に  $2r$  [m] 離れた点 c と、点 b との電位差は  $\{1/(4 \epsilon_0)\} \times \square B$  [V] である。

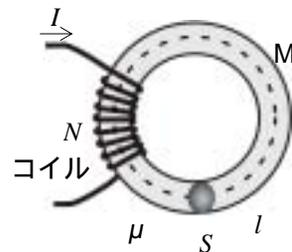
- |   |         |            |
|---|---------|------------|
|   | A       | B          |
| 1 | $Q/r$   | $Q/(2r^2)$ |
| 2 | $Q/r$   | $Q/r$      |
| 3 | $Q/r$   | $Q/(2r)$   |
| 4 | $Q/r^2$ | $Q/(2r)$   |
| 5 | $Q/r^2$ | $Q/(2r^2)$ |



A - 2 次の記述は、図に示す環状鉄心 M とコイルで構成した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。

- (1) M の磁気抵抗  $R_m$  は、 $R_m = \square A$  [A/Wb] である。  
(2) M 内を通る磁束  $\Phi$  は、 $\Phi = \square B$  [Wb] である。  
(3) M 内の磁界の強さ  $H$  は、 $H = \square C$  [A/m] である。

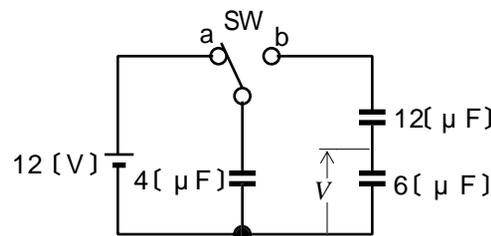
- |   |             |              |          |
|---|-------------|--------------|----------|
|   | A           | B            | C        |
| 1 | $\mu l/S$   | $\mu SNI/l$  | $NI/l$   |
| 2 | $\mu l/S$   | $NI/(\mu S)$ | $NI^2/l$ |
| 3 | $\mu l/S$   | $\mu SNI/l$  | $NI^2/l$ |
| 4 | $l/(\mu S)$ | $NI/(\mu S)$ | $NI^2/l$ |
| 5 | $l/(\mu S)$ | $\mu SNI/l$  | $NI/l$   |



$N$  : コイルの巻数  
 $I$  : コイルに流す電流 [A]  
 $S$  : M の断面積 [m<sup>2</sup>]  
 $l$  : M の平均磁気回路長 [m]  
 $\mu$  : M の透磁率 [H/m]

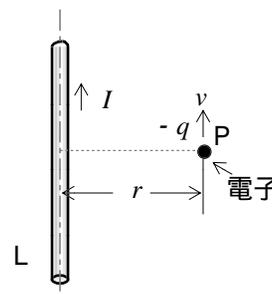
A - 3 図に示す回路において、最初にスイッチ SW を a 側に接 (ON) にした後、次に b 側に接 (ON) にしたとき、静電容量 6 のコンデンサの両端の電圧  $V$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、12 [μF] 及び 6 [μF] のコンデンサの初期電荷は零とする。

- 1 2 [V]  
2 4 [V]  
3 6 [V]  
4 8 [V]  
5 9 [V]



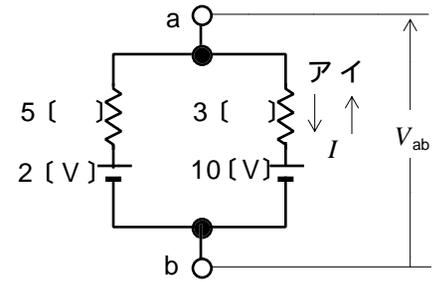
A - 4 図に示すように、直流電流  $I$  [A] が流れている無限長の直線導線 L から  $r$  [m] 離れた点 P を、 $q$  [C] ( $q > 0$ ) の電荷の電子が  $I$  と同一方向に  $v$  [m/s] の速さで通過するとき、その電子に働く力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、L は真空中に置かれており真空の透磁率を  $\mu_0$  [H/m] とする。

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



A - 5 次の記述は、図に示す回路の端子 ab 間の電圧  $V_{ab}$  を求める過程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。

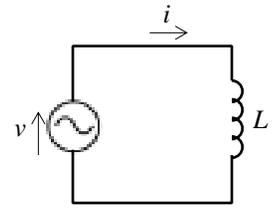
- (1) 3 [ ] の抵抗に流れる電流  $I$  の大きさは、□ A [A] である。  
 (2)  $I$  の方向は図の □ B である。  
 (3) したがって、 $V_{ab}$  は □ C [V] である。



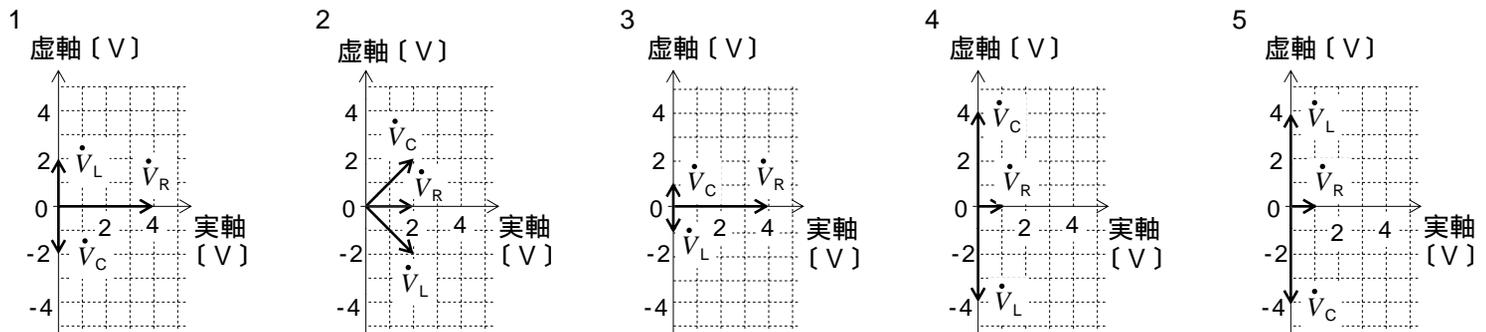
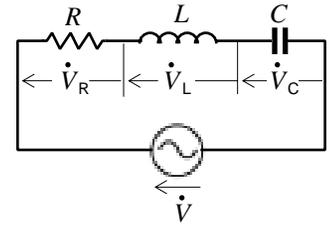
	A	B	C
1	0.5 [A]	ア	4 [V]
2	0.5 [A]	イ	7 [V]
3	1 [A]	ア	7 [V]
4	1 [A]	イ	7 [V]
5	1 [A]	ア	4 [V]

A - 6 図に示すように、自己インダクタンス  $L$  [H] のコイルに交流電圧  $v = V_m \sin \omega t$  [V] を加えたときに流れる電流  $i$  を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $V_m$  を電圧 [V]、 $\omega$  を角周波数 [rad/s] 及び  $t$  を時間 [s] とする。

- 1  $i = V_m / (\omega L) \sin \omega t$  [A]  
 2  $i = V_m / L \sin (\omega t + \pi/2)$  [A]  
 3  $i = V_m / L \sin (\omega t - \pi/2)$  [A]  
 4  $i = V_m / (\omega L) \sin (\omega t - \pi/2)$  [A]  
 5  $i = V_m / (\omega L) \sin (\omega t + \pi/2)$  [A]

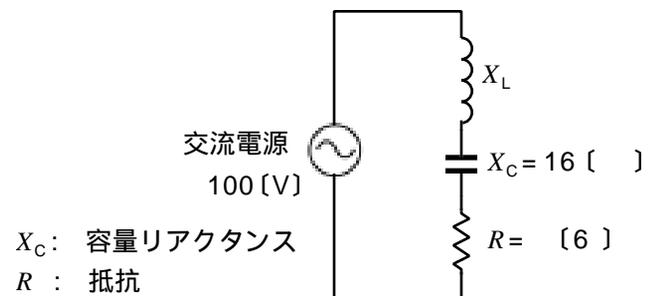


A - 7 図に示す回路において、回路が共振状態にあって、抵抗  $R$  [ohm]、自己インダクタンス  $L$  [H] 及び静電容量  $C$  [F] の端子電圧をそれぞれ  $\dot{V}_R$ 、 $\dot{V}_L$  及び  $\dot{V}_C$  [V] としたとき、 $\dot{V}_R$ 、 $\dot{V}_L$  及び  $\dot{V}_C$  [V] を表すベクトル図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧  $\dot{V}$  の大きさを 1 [V]、回路の尖鋭度  $Q$  を 4 とする。



A - 8 図に示す回路において、6 [ohm] の抵抗で消費される電力が 600 [W] であった。このときの誘導リアクタンス  $X_L$  及び回路の力率  $p_t$  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、 $X_L < 16$  [ohm] とする。

	$X_L$	$p_t$
1	8 [ohm]	0.8
2	8 [ohm]	0.6
3	8 [ohm]	0.4
4	6 [ohm]	0.8
5	6 [ohm]	0.6

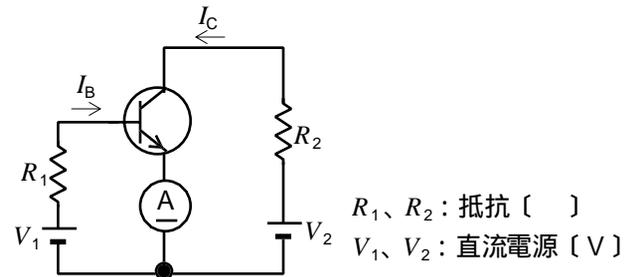


A - 9 次の記述は、半導体材料のシリコン( Si )について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 抵抗率は、常温付近で温度が上がると大きくなる。
- 2 アクセプタ(3価の物質)を混入すると、P 形半導体になる。
- 3 元素の周期表では、4 族に入る。
- 4 結晶構造は、ダイヤモンド構造である。
- 5 酸化物の形でけい石として、地球上に多く存在する。

A - 10 図に示すエミッタ接地トランジスタ回路において、直流電流計 A の指示値が 24 [mA] であるとき、ベース電流 $I_B$ 及びコレクタ電流 $I_C$ 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、トランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率 $h_{FE}$ を 79 とする。

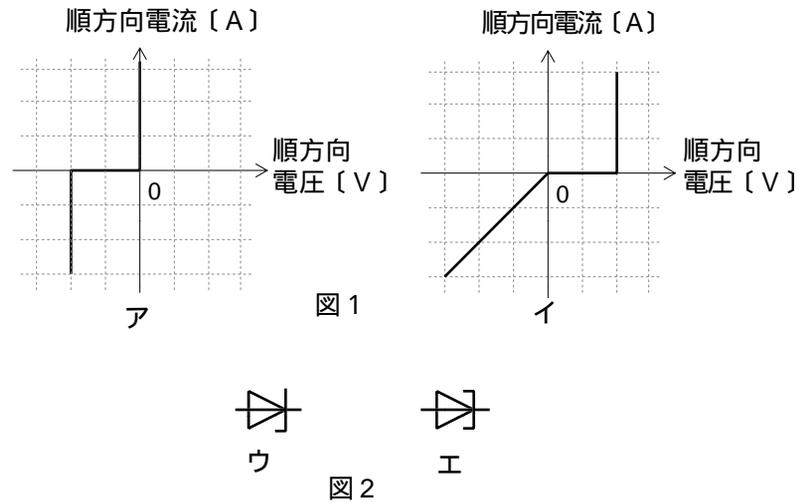
	$I_B$	$I_C$
1	0.2 [mA]	13.6 [mA]
2	0.2 [mA]	23.7 [mA]
3	0.3 [mA]	23.7 [mA]
4	0.3 [mA]	13.6 [mA]
5	0.3 [mA]	39.5 [mA]



A - 11 次の記述は、定電圧(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) 理想的な電圧電流特性は、図1の □ A □ である。
- (2) 図記号は、図2の □ B □ である。
- (3) 通常、□ C □ 電圧を加えて使用する。

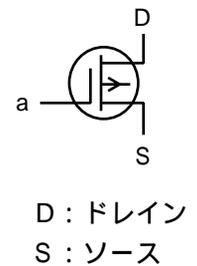
	A	B	C
1	ア	ウ	逆方向
2	ア	エ	順方向
3	ア	ウ	順方向
4	イ	エ	順方向
5	イ	ウ	逆方向



A - 12 次の記述は、図に示す図記号の電界効果トランジスタ (FET) 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。

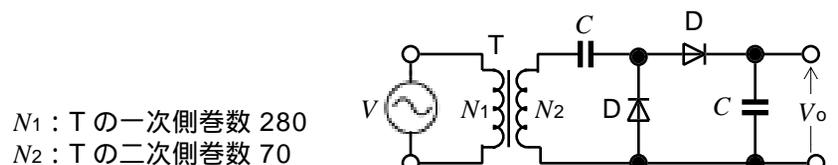
- (1) 図記号は、□ A □ 形の FET を表している。
- (2) ドレイン-ソース間に形成されるチャネルは、□ B □ である。
- (3) a の電極名は、□ C □ である。

	A	B	C
1	接合	P 形	ゲート
2	接合	N 形	グリッド
3	MOS	P 形	グリッド
4	MOS	N 形	グリッド
5	MOS	P 形	ゲート



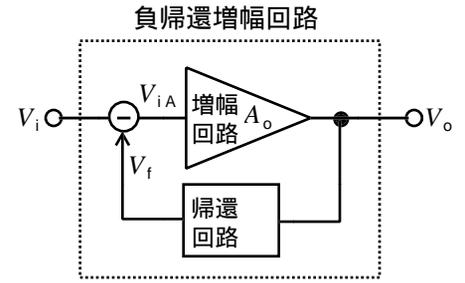
A - 13 図に示す整流電源回路の無負荷時における出力電圧 $V_o$ の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、交流電源 $V$ の電圧は、100 [V] (実効値)とし、変成器 T 及びダイオード D は理想的な特性とする。また、静電容量[F]は十分大きい値とする。

- 1 36 [V]
- 2 57 [V]
- 3 71 [V]
- 4 93 [V]
- 5 141 [V]



A - 14 次の記述は、図に示す増幅度  $A_o$  の増幅回路と帰還率  $\beta$  の帰還回路で構成された負帰還増幅回路の増幅度  $A$  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)  $A_o = V_o / V_{iA}$ 、 $\beta = V_f / V_o$ 、 $V_{iA} = V_i - V_f$  であるから  $A = V_o / V_i$  は次式で表される。  
 $A = 1 / \{ (V_{iA} / V_o) + (\square A) \}$  .....  
 (2) したがって、式を  $A_o$  と  $\beta$  で表すと、次式が得られる。  
 $A = \square B$  .....  
 (3) 式において  $\beta = 1$  のとき、 $A$  は次式で表される。  
 $A = \square C$  .....

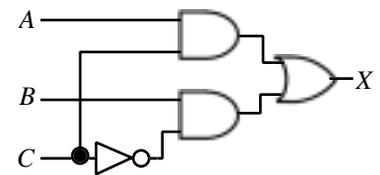


$V_i$  : 負帰還増幅回路の入力電圧 [ V ]  
 $V_o$  : 負帰還増幅回路の出力電圧 [ V ]  
 $V_{iA}$  : 増幅回路の入力電圧 [ V ]  
 $V_f$  : 帰還回路の出力電圧 [ V ]

	A	B	C
1	$V_o / V_f$	$A_o / (1 + A_o)$	$1 / \beta^2$
2	$V_o / V_f$	$A_o / (1 + A_o)$	$1 / \beta$
3	$V_f / V_o$	$A_o / (1 + A_o)$	$1 / \beta$
4	$V_f / V_o$	$A_o / (1 + A_o)$	$1 / \beta$
5	$V_f / V_o$	$A_o / (1 + A_o)$	$1 / \beta^2$

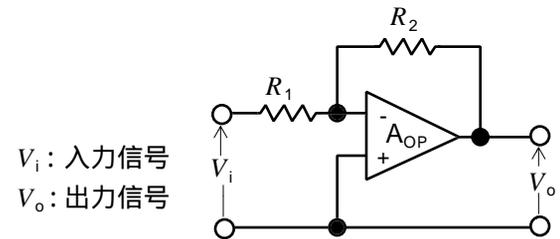
A - 15 次の記述は、図に示す論理回路について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $A$ 、 $B$  及び  $C$  を入力、 $X$  を出力とする。

- $C=1$  のとき  $X=A+B$  であり、 $C=0$  のとき  $X=A \cdot B$  である。
- $C=1$  のとき  $X=A \cdot B$  であり、 $C=0$  のとき  $X=A+B$  である。
- $C=1$  のとき  $X=B$  であり、 $C=0$  のとき  $X=A$  である。
- $C=1$  のとき  $X=B$  であり、 $C=0$  のとき  $X=A+B$  である。
- $C=1$  のとき  $X=A$  であり、 $C=0$  のとき  $X=B$  である。



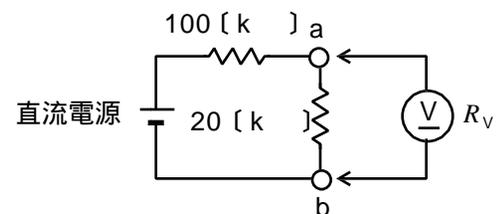
A - 16 図に示すような、理想的な演算増幅器( $A_{OP}$ )を用いた回路において電圧利得が 32 [ dB ] のとき、抵抗  $R_1$  及び  $R_2$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $\log 2 \approx 0.3$  とする。

	$R_1$	$R_2$
1	1 [ k ]	40 [ k ]
2	2 [ k ]	40 [ k ]
3	4 [ k ]	40 [ k ]
4	40 [ k ]	1 [ k ]
5	40 [ k ]	2 [ k ]



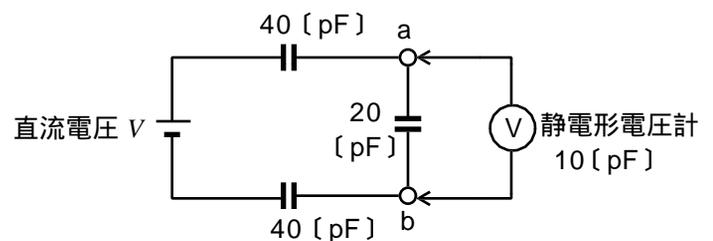
A - 17 図に示す回路において、端子 ab 間の電圧を内部抵抗  $r_v$  が 100 [ k ] の直流電圧計  $V$  で測定した。このときの百分率誤差の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、誤差は  $r_v$  によってのみ生ずるものとする。

- 5.1 [ % ]
- 7.3 [ % ]
- 10.6 [ % ]
- 14.3 [ % ]
- 33.3 [ % ]



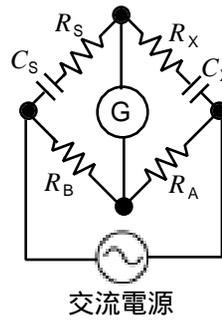
A - 18 図に示す回路の端子 ab に静電容量が 10 [ pF ] の静電形電圧計  $V$  を接続したところ、指示値が 2,400 [ V ] である。このときの直流電圧  $V$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 4,200 [ V ]
- 6,000 [ V ]
- 6,800 [ V ]
- 7,200 [ V ]
- 8,800 [ V ]



A - 19 図に示すブリッジ回路が平衡したとき、抵抗  $R_X$  及び静電容量  $C_X$  を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1  $R_X = R_S R_A / R_B$      $C_X = C_S R_A / R_B$
- 2  $R_X = R_A R_B / R_S$      $C_X = C_S R_A / R_B$
- 3  $R_X = R_S R_A / R_B$      $C_X = C_S R_B / R_A$
- 4  $R_X = R_S R_B / R_A$      $C_X = C_S R_A / R_B$
- 5  $R_X = R_S R_B / R_A$      $C_X = C_S R_B / R_A$



⊙: 交流検流計  
 $R_A, R_B, R_S$ : 抵抗 [ ]  
 $C_S$ : 静電容量 [F]

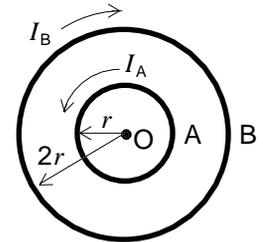
A - 20 次の記述は、電気磁気量とその単位について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

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

	A	B	C
1	[J/s]	[Wb]	[N/C]
2	[J/s]	[Wb/m <sup>2</sup> ]	[N/C]
3	[J/s]	[Wb]	[C/N]
4	[J s]	[W/m <sup>2</sup> ]	[N/C]
5	[J s]	[W]	[C/N]

B - 1 次の記述は、図に示すように、半径がそれぞれ  $r$  [m] 及び  $2r$  [m] の二つの円形コイル A 及び B の中心 O を重ねて紙面上に置き、それぞれに方向が逆向きの直流電流  $I_A$  [A] 及び  $I_B$  [A] を流したときの磁界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) 電流の流れている導線の周囲に生ずる磁界の方向は、アンペアの □ ア □ ねじの法則で求められる。
- (2) A によって、O に生ずる磁界の方向は、紙面の □ イ □ の方向である。
- (3) B によって、O に生ずる磁界の方向は、 $H_A$  の方向と逆の方向である。
- (4)  $H_A$  の強さは、□ ウ □ [A/m] であり、 $H_B$  の強さは、□ エ □ [A/m] である。
- (5) したがって、O に生ずる磁界の強さは、 $J_B =$  □ オ □  $\times I_A$  [A] のときに零になる。



- 1 左    2 表から裏    3  $I_A / (2r)$     4  $I_B / (4r)$     5 2
- 6 右    7 裏から表    8  $I_A / (2r)$     9  $I_B / (4r)$     10 4

B - 2 次の記述は、図に示す自己インダクタンス  $L$  [H] 及び抵抗  $R$  [ ] の直列回路の過渡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、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。また、スイッチ SW を接(ON)にしたときの時間を  $t = 0$  [s] とし、自然対数の底を  $e$  で表す。

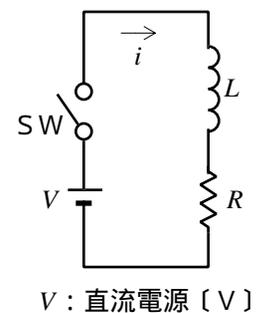
- (1) SW を接(ON)にしてから  $t$  [s] 後に回路に流れる電流を  $i$  [A] とすると、次式が得られる。

$$V = \text{□ ア □} \times i + \text{□ イ □} \times di/dt \text{ [V]} \dots\dots\dots$$

- (2) 式 の微分方程式を、 $t = 0$  [s] で  $i = 0$  [A] の条件で解くと、 $i$  は次式で表される。

$$i = (\text{□ ウ □}) \times \{1 - e^{-(R/L)t}\} \text{ [A]} \dots\dots\dots$$

- (3) 式 より  $i$  は  $t$  とともに □ エ □ し、□ ウ □ [A] に近づく。
- (4) 回路の時定数は、□ オ □ [s] である。



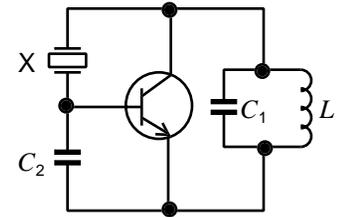
- 1 R    2 V/R    3 R/L    4  $i dt$     5 増加
- 6 L    7 RL    8 L/R    9 (V/R)    10 減少

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 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。
- イ 進行波管には、遅延回路がない。
- ウ マグネトロンは、二極管である。
- エ マグネトロンは、電界と磁界の作用で電子流を制御する。
- オ マグネトロンは、周波数変調が容易である。

B - 4 次の記述は、図に示す水晶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を下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) この回路は、□ア□ 発振回路の一種である。
- (2) 回路は、X のリアクタンスが□イ□ 性で L と C<sub>1</sub> の共振回路のリアクタンスが□ウ□ 性の時に発振する。
- (3) X のリアクタンスが□イ□ 性の周波数の範囲は非常に□エ□ ので、周波数の安定した発振が可能である。
- (4) L と C<sub>1</sub> の共振回路をコンデンサに置きかえた回路も発振し、□オ□ 発振回路と言われる。



X : 水晶発振子  
 L : インダクタンス [H]  
 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> : 静電容量 [F]

- 1 ハートレー    2 容量    3 ターマン形    4 狭い    5 抵抗
- 6 コルピッツ    7 誘導    8 無調整    9 広い    10 ブリッジ形

B - 5 次の記述は、図に示す Qメータによる被測定コイルの尖鋭度 Q 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を下の番号から選べ。ただし、被測定コイルの自己インダクタンス及び抵抗をそれぞれ L<sub>x</sub> [H] 及び R<sub>x</sub> [ ] とする。また、回路は可変静電容量 C [F] を調整して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) 交流電源の電圧を V<sub>1</sub> [V]、C を流れる電流の大きさを I<sub>c</sub> とすると、R<sub>x</sub> は次式で表される。

$$R_x = \square \text{ア} [ \quad ] \dots\dots\dots$$

- (2) V の指示値 V<sub>2</sub> は、角周波数を [ rad/s ] とすると、次式で表される。

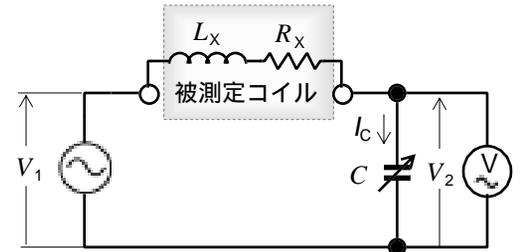
$$V_2 = I_c \times \{1 / (\square \text{イ})\}$$

$$= I_c \times \square \text{ウ} [V] \dots\dots\dots$$

- (3) コイルの Q は、Q = L<sub>x</sub> / □エ□ である。  
 したがって、式、より Q は、次式で表される。

$$Q = \square \text{オ} / V_1 \dots\dots\dots$$

- (4) 式より、V<sub>1</sub> を一定電圧とし、V の目盛りを V<sub>1</sub> の倍数で目盛れば、V の目盛りが Q を直読することができる。



- 1 C    2 R<sub>x</sub>    3 C    4 V<sub>1</sub> / I<sub>c</sub>    5 V<sub>2</sub>
- 6 1/C    7 L<sub>x</sub>    8 L<sub>x</sub>    9 V<sub>2</sub> / I<sub>c</sub>    10 V<sub>2</sub><sup>2</sup>