

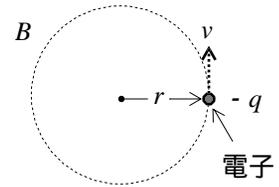
第一級総合無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題
第一級海上無線通信士

(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 図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中で、電子が v [m/s] の速さで円運動をしているとき、円の半径 r の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、磁界の方向は紙面に対して直角であり、電子は紙面上で運動しているものとする。また、電子の電荷を $-q$ [C] ($q > 0$)、質量を m [kg] とし、重力の影響は無視するものとする。

- 1 $mv/(qB)$ [m]
- 2 mqB/v [m]
- 3 $vB/(mq)$ [m]
- 4 mvB/q [m]
- 5 $q/(mvB)$ [m]



A - 2 平行平板コンデンサの静電容量を 180 [pF] にするための電極面積の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、このコンデンサの誘電体の誘電率及び絶縁耐力を 36×10^{-12} [F/m] 及び 40 [kV/mm] とし、電極間隔を直流電圧 16 [kV] に耐えられる最小の値とする。

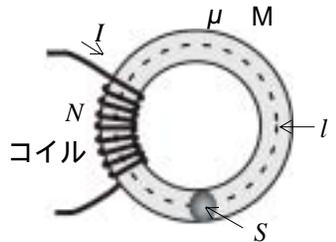
- 1 10 [cm²]
- 2 15 [cm²]
- 3 20 [cm²]
- 4 30 [cm²]
- 5 40 [cm²]

A - 3 次の記述は、図に示す環状鉄心 M の磁気回路の磁気抵抗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 内部の磁界の強さ H は、 $H = \square A / l$ [A/m] であるから磁束は、 $\square B$ [Wb] である。
- (2) したがって、磁気抵抗 R_m は、 $R_m = \square C$ [A/Wb] である。

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

N : コイルの巻数
 I : コイルに流す電流 [A]
 S : M の断面積 [m²]
 l : M の平均磁気回路長 [m]
 μ : M の透磁率 [H/m]



A - 4 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 i が図1に示す方向で増加しているとき、Mには図2の方向の電流が流れる。
- 2 i の大きさは、時間 t [s] 間に $\Delta \Phi$ [Wb] 変化するとき、 $\Delta \Phi / t$ に比例する。
- 3 i によって M に生ずる熱損失は、うず電流損と呼ばれる。
- 4 i によって M に生ずる熱損失は、 $\Delta \Phi$ の時間に対する変化が同じとき、M の抵抗率が大きいほど大きい。
- 5 i によって M に生ずる熱損失は、 $\Delta \Phi$ が交流磁界によるとき、交流磁界の周波数の二乗に比例する。

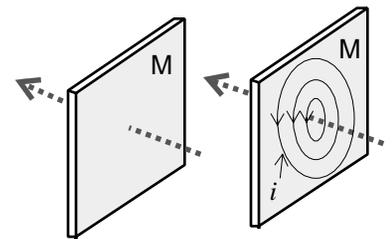
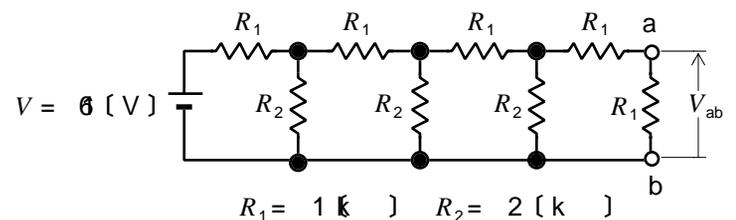


図1 図2

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



A - 6 次の記述は、図1に示す回路に流れる電流 \dot{i} のベクトル軌跡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、ベクトル軌跡は、図2に示すように、交流電源電圧 $\dot{V} = V [V]$ の角周波数 ω [rad/s] を 0 から無限大()まで変化させたときに得られるものとする。

- (1) 点 a の \dot{i} の値は、 $\dot{i} = \square A$ [A] である。
 (2) 点 b の \dot{i} の値は、 $\dot{i} = \square B$ [rad/s] である。
 (3) 点 b の \dot{i} の値は、 $|\dot{i}| = \square C$ [A] である。

	A	B	C
1	$\dot{V}/(2R)$	R/L	$\dot{V}/(\sqrt{2}R)$
2	$\dot{V}/(2R)$	$R/(2L)$	$\dot{V}/(2R)$
3	\dot{V}/R	R/L	$\dot{V}/(2R)$
4	\dot{V}/R	$R/(2L)$	$\dot{V}/(2R)$
5	\dot{V}/R	R/L	$\dot{V}/(\sqrt{2}R)$

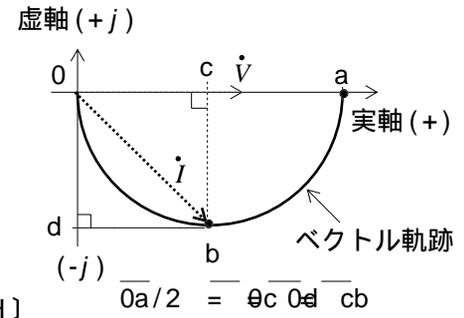
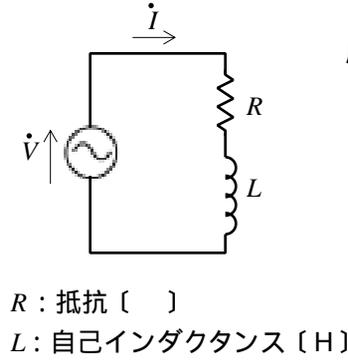
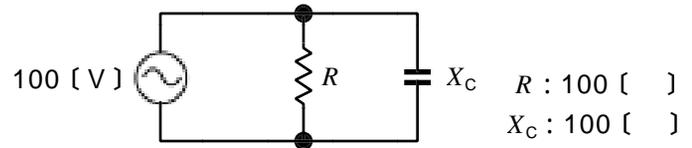


図1

図2

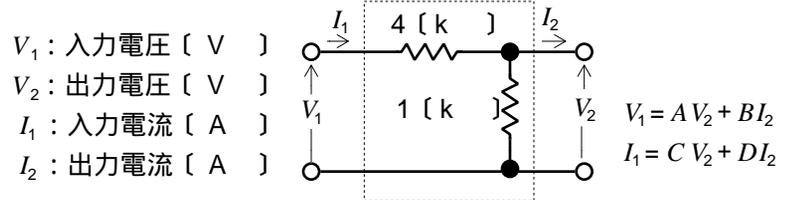
A - 7 図に示す抵抗 R 及び容量性リアクタンス X_C の回路の皮相電力及び力率の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	皮相電力	力率
1	$100\sqrt{2} [W]$	$1/2$
2	$100\sqrt{2} [W]$	$1/\sqrt{2}$
3	$200\sqrt{2} [W]$	$1/2$
4	$100 [W]$	$1/\sqrt{2}$
5	$100 [W]$	$1/2$



A - 8 図に示すような、抵抗で構成された四端子回路網の四端子定数(A、B、C、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、四端子定数と電圧、電流の関係式は、図に示す式とする。

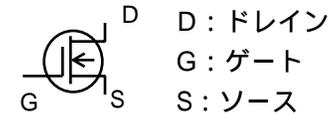
	A	B	C	D
1	4	4 [k]	2 [mS]	1/2
2	4	2 [k]	2 [mS]	1
3	5	4 [k]	1 [mS]	1
4	5	2 [k]	1 [mS]	1
5	5	4 [k]	1 [mS]	1/2



A - 9 次の記述は、図に示す図記号の MOS 形ET の特性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。

N チャネルの □ A □ 形であり、DS 間には、一般に □ B □ の電圧を加えて用いる。その電圧を加えて、GS 間電圧を零にしたとき、D に電流は □ C □。

A	B	C
1 デプレッション	D に「正(+)」S に「負(-)」	流れる
2 デプレッション	D に「負(-)」S に「正(+)」	流れない
3 デプレッション	D に「正(+)」S に「負(-)」	流れない
4 エンハンスメント	D に「負(-)」S に「正(+)」	流れない
5 エンハンスメント	D に「正(+)」S に「負(-)」	流れる



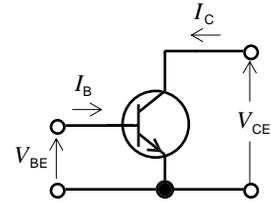
A - 10 次の記述は、可変容量ダイオードについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 一般に、内部のPN 接合に □ A □ 電圧を加えて用いる。その電圧の大きさを大きくすると、静電容量は □ B □ なる。
 (2) 名称は、 □ C □ ダイオードとも呼ばれる。

	A	B	C
1	順方向	小さく	バラクタ
2	順方向	大きく	ツェナー
3	逆方向	小さく	ツェナー
4	逆方向	大きく	ツェナー
5	逆方向	小さく	バラクタ

A - 11 次の記述は、図に示すように、トランジスタをエミッタ接地で用いたときの h 定数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、□ は各電圧及び電流の変化分を表すものとする。

- (1) $I_C / I_B (V_{CE}: \text{一定})$ は、電流増幅率であり、一般に記号 □ A で表す。
- (2) $V_{BE} / I_B (V_{CE}: \text{一定})$ は、□ B インピーダンスであり、一般に記号 h_{ie} で表す。
- (3) 一般に記号 h_{oe} で表すのは、□ C ($I_B: \text{一定}$) であり、出力アドミタンスといわれる。

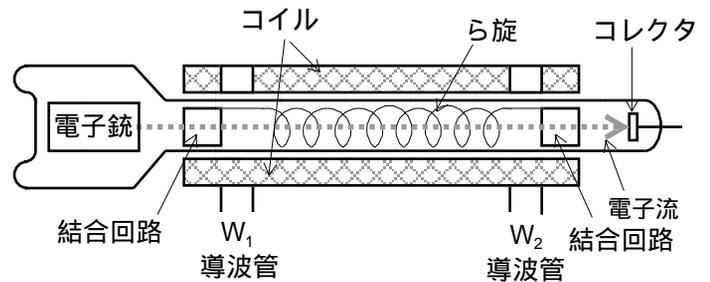


V_{CE} : コレクタ-エミッタ間電圧
 V_{BE} : ベース-エミッタ間電圧
 I_B : ベース電流
 I_C : コレクタ電流

	A	B	C
1	h_{fe}	出力	I_C / V_{BE}
2	h_{fe}	入力	I_C / V_{CE}
3	h_{fe}	出力	I_C / V_{CE}
4	h_{re}	入力	I_C / V_{CE}
5	h_{re}	出力	I_C / V_{BE}

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、コレクタに加えられた高電圧で加速されコレクタに達する。
- 2 電子流は、コイル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 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。
- 5 内部に空洞共振器があるために広帯域の増幅に適さない。



A - 13 図1 に示す 電界効果トランジスタ(FET)を用いた増幅回路の電圧増幅度の大きさ $\alpha = V_o / V_i$ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、FET の等価回路は、相互コンダクタンス g_m [S]、ドレイン抵抗を r_D [] としたとき、図2 で表せるものとする。また、静電容量 C_1 、 C_2 及び C_s [F] の影響は無視するものとし、FETのバイアスは、最適な A 級増幅をするように与えられているものとする。

- 1 $A = g_m r_D$
- 2 $A = (1 + g_m) R_1$
- 3 $A = g_m r_D R_1 / (r_D + R_1)$
- 4 $A = g_m r_D^2 / R_1$
- 5 $A = g_m R_1^2 / r_D$

V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 R_G, R_1 : 抵抗 []
 V : 直流電源 [V]

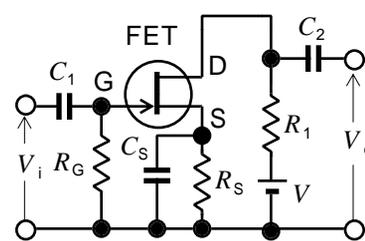


図 1

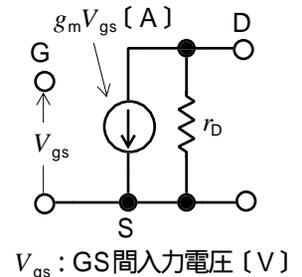
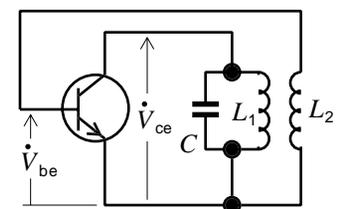


図 2

A - 14 次の記述は、図に示す原理的な LC 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) 発振回路の名称は、□ A 発振回路である。
- (2) 発振周波数は、約 □ B [Hz] である。
- (3) ベースエミッタ間電圧 \dot{V}_{be} とコレクタエミッタ間電圧 \dot{V}_{ce} の位相差は、□ C [rad] である。

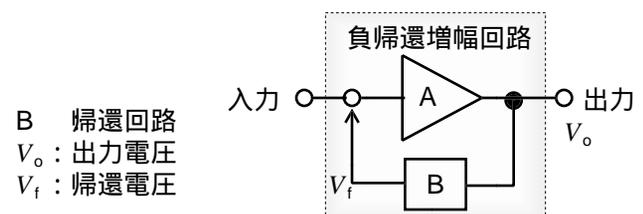
	A	B	C
1	コレクタ同調	$1 / (2 \sqrt{L_1 C})$	
2	コレクタ同調	$1 / \{2 \sqrt{(L_1 + L_2) C}\}$	0
3	コレクタ同調	$1 / (2 \sqrt{L_1 C})$	0
4	コルピッツ	$1 / \{2 \sqrt{(L_1 + L_2) C}\}$	0
5	コルピッツ	$1 / (2 \sqrt{L_1 C})$	



C: 静電容量 [F]
 L_1, L_2 : 自己インダクタンス [H]

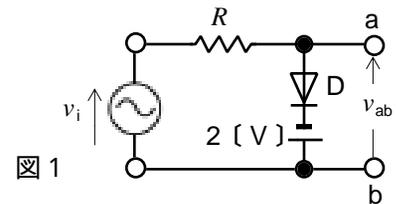
A - 15 図に示すように、電圧利得が 60 [dB] の増幅回路 A に負帰還をかけて負帰還増幅回路としたとき、電圧利得が 40 [dB] であった。このときの帰還回路 B の帰還率 $= V_f / V_o$ の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.1
- 2 0.09
- 3 0.05
- 4 0.009
- 5 0.001

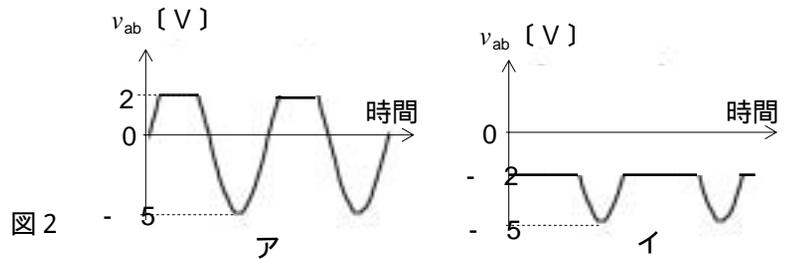


A - 16 次の記述は、図 1 に示す理想的なダイオード D を用いた回路の動作について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、入力電圧 v_i は最大値が 5 [V] の正弦波交流電圧とする。

- (1) D に順方向電圧が加わるのは、 v_i が □ A のときである。
 そのとき、出力電圧 v_{ab} は、 $v_{ab} =$ □ B [V] となる。
 (2) D に逆方向電圧が加わるときは、 $v_{ab} =$ □ C [V] となる。
 (3) したがって、 v_{ab} の波形の概略は、図 2 の □ D である。



	A	B	C	D
1	$v_i > -2$ [V]	v_i	-2	ア
2	$v_i > -2$ [V]	-2	v_i	イ
3	$v_i > -2$ [V]	v_i	-2	イ
4	$v_i < -2$ [V]	-2	v_i	イ
5	$v_i < -2$ [V]	v_i	-2	ア



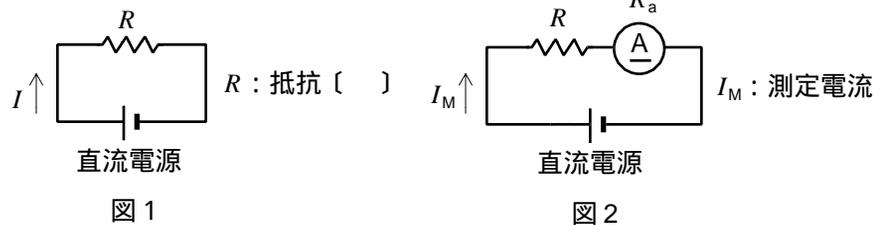
A - 17 次の記述は、熱電(対)形の電流計について述べたものである。このうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 熱電対と可動コイル形電流計を組み合わせている。
- 指示値は、入力電流の実効値に比例する。
- 高周波電流の測定に適している。
- 図に示した記号で表す。
- 平等目盛である。



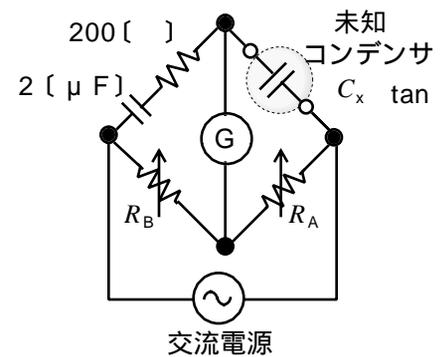
A - 18 図 1 に示す回路に流れる電流を測定するために、図 2 に示すように内部抵抗 R_a [] の直流電流計 A を接続して測定した。このときの誤差率の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、誤差は R_a によってのみ生ずるものとする。

- $R / (R + R_a)$
- $R_a / (R + R_a)$
- $R_a / (R - R_a)$
- R / R_a
- R_a / R



A - 19 図に示す回路において、抵抗 R_A 及び R_B がそれぞれ 1,280 [] 及び 64 [] のとき検流計 G の振れが零になった。このとき、未知コンデンサの静電容量 C_x 及び誘電損率(誘電正接) \tan 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、交流電源の周波数を 400 [Hz] とする。

C_x	\tan
1 0.2 [μ F]	0.32
2 0.2 [μ F]	0.48
3 0.1 [μ F]	0.22
4 0.1 [μ F]	0.32
5 0.1 [μ F]	0.48

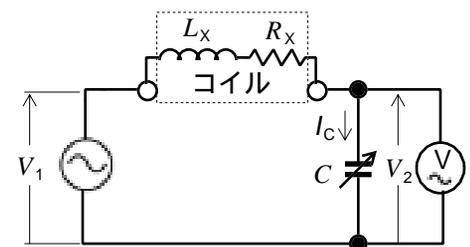


A - 20 次の記述は、図に示す原理的な Q メータによるコイルの尖鋭度 Q の測定原理について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は静電容量が C [F] で共振状態にあるものとする。

- R_x は、C を流れる電流の大きさを I_C [A] とすると、 $R_x =$ □ A [] である。
- V_2 は、交流電源の角周波数を [rad/s] とすると、 $V_2 = I_C \times$ □ B [V] である。
- コイルの Q は、 $Q = L_x / R_x$ であるから、(1)(2)より Q は、 $Q =$ □ C である。
- (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 V_1 を直読することができる。

	A	B	C
1	V_2 / I_C	L_x	V_1 / V_2
2	V_2 / I_C	C	V_2 / V_1
3	V_1 / I_C	L_x	V_2 / V_1
4	V_1 / I_C	C	V_2 / V_1
5	V_1 / I_C	L_x	V_1 / V_2

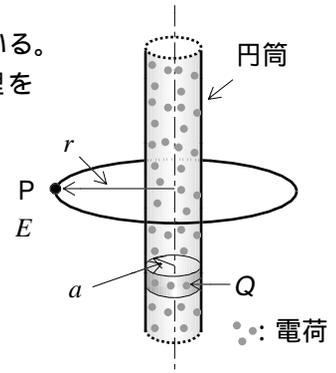
L_x : コイルの自己インダクタンス [H]
 R_x : コイルの抵抗 []
 V_1 : 交流電源の電圧 [V]
 V_2 : C の両端の電圧 (V の指示値) [V]



B - 1 次の記述は、図に示すように、真空中に置かれた半径 a [m] の無限長の円筒の表面に、単位長あたり Q [C/m] ($Q > 0$) の電荷が一樣に分布しているときに生ずる電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。ただし、円筒の中心軸から r [m] ($r > a$) 離れた点 P の電界の強さを E [V/m] とし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

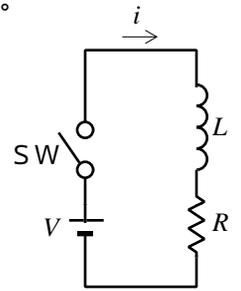
- (1) 円筒から出る電気力線は、電荷分布の対称性から、円筒軸に対して □ア に均等に出ている。
- (2) 中心軸から半径 r [m] で長さが 1 [m] の円筒の表面を閉曲面とみなして □イ の定理をあてはめると、 $2\pi rE = \squareウ$ が成り立つ。
- (3) したがって、 E は $E = \squareエ$ [V/m] で表される。
- (4) また、電荷が分布している円筒の内側では、電界の強さは □オ である。

- 1 アンペア 2 直角 3 Q/ϵ_0 4 無限大 5 $Q/(2\pi\epsilon_0 r)$
 6 ガウス 7 平行 8 $\epsilon_0 Q$ 9 零 10 $\epsilon_0 Q/(2\pi r)$



B - 2 次の記述は、図に示す自己インダクタンス L [H] と抵抗 R [] との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 t を $t = 0$ [s] とする。さらに自然対数の底を e で表し、 $1/e = 0.37$ とする。

- (1) 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。
 $V = iR + L \times \squareア$ [V]
- (2) 式 (1) 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。
 $i = \squareイ \times \{1 - e^{-(R/L)t}\}$ [A]
- (3) よって、 i は t の増加とともに □ウ し、 $t = L/R$ [s] のとき、 $i = \squareエ \times \squareイ$ [A] である。
- (4) L/R は、定数であり、□オ という。



V : 直流電源 [V]

- 1 伝搬定数 2 (V/R) 3 0.37 4 増加 5 $i dt$
 6 時定数 7 V/R 8 0.63 9 減少 10 di/dt

B - 3 次の記述は、半導体材料のSi(シリコン)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) 一般に抵抗率は、温度が上がると □ア なる。
- (2) アクセプタ(3価の物質)を混入すると、□イ 形半導体になる。
- (3) 結合及び結晶構造は、□ウ 結合でダイヤモンド構造である。
- (4) 地球上では □エ の中に多く存在する。
- (5) 元素の周期表では、□オ 族に入る。

- 1 小さく 2 大きく 3 共有 4 イオン 5 N 6 P 7 鉄鉱石 8 珪石 9 4 10 5

B - 4 次は、論理回路と対応する論理式の組合せを示したものである。□内に入れるべき論理式を下の番号から選べ。ただし、入力を A、B 及び C とし、出力を X とする。

(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5)
$X = \squareア$	$X = \squareイ$	$X = \squareウ$	$X = \squareエ$	$X = \squareオ$

- 1 $A + (B \cdot C)$ 2 $A \cdot B \cdot C$ 3 $A \cdot (B + C)$ 4 $A + B$ 5 $(A \cdot C) + B \cdot C$
 6 $A + B + C$ 7 $(A \cdot B) \cdot C$ 8 $B \cdot (A + C)$ 9 $B + C$ 10 $A + C$

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 としして解答せよ。

- ア 静電形電圧計による直流電圧の測定
 イ 回路計(アナログ形)による抵抗の測定
 ウ 交流ブリッジによる自己インダクタンスの測定
 エ 直流電位差計による電池の起電力の測定
 オ コールラウシュブリッジによる電解液の抵抗の測定