

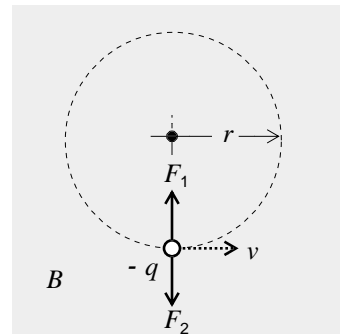
第一級総合無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題
 第一級海上無線通信士

(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、磁束密度が B [T] の一様な磁界中で円運動をしている電子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、磁界の方向は紙面に対して直角とする。また、電子は紙面上で運動し、速さを v [m/s]、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。

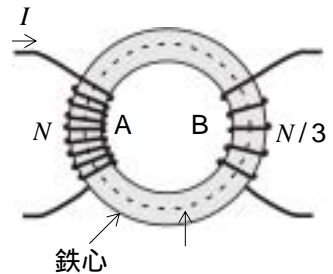
- (1) 電子には、電磁力 F_1 と遠心力 F_2 が働く。
- (2) F_1 の大きさは、次式で表される。
 $F_1 = \square A$ [N]
- (3) F_2 の大きさは、円運動の円の半径を r [m] とすると次式で表される。
 $F_2 = \square B$ [N]
- (4) F_1 と F_2 は、方向が互いに逆で大きさが等しく釣り合っているため、 r は次式で表される。
 $r = \square C$ [m]



	A	B	C
1	qvB	mv^2/r	$mq/(vB)$
2	qvB	$mv^2/(2r)$	$mv/(qB)$
3	qvB	mv^2/r	$mv/(qB)$
4	mvB	$mv^2/(2r)$	$mv/(qB)$
5	mvB	mv^2/r	$mq/(vB)$

A - 2 図に示すように、鉄心に巻数が N のコイル A 及び巻数が $N/3$ のコイル B を巻いたときの相互インダクタンスを表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A に流す電流を I [A]、鉄心内に生ずる磁束を Φ [Wb] とする。また、磁気回路には漏れ磁束及び磁気飽和はないものとする。

- 1 $M = N^2 \Phi / (3I)$ [H]
- 2 $M = N^2 \Phi / I$ [H]
- 3 $M = N \Phi / I$ [H]
- 4 $M = N \Phi / (2I)$ [H]
- 5 $M = N \Phi / (3I)$ [H]



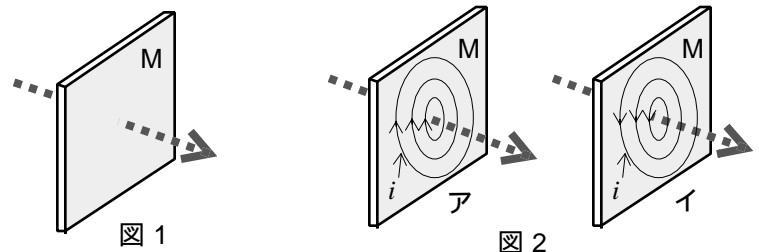
A - 3 平行平板コンデンサの静電容量を 90 [pF] にするための電極面積の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コンデンサの誘電体の誘電率及び絶縁耐力を 36×10^{-12} [F/m] 及び 40 [kV/mm] とし、電極間隔を直流電圧 16 [kV] に耐えられる最小の値とする。

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

A - 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ともに変化するとき 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) 図 1 に示す方向で増加しているとき、M に図 2 □ の示す方向の電流 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) □ の変化の割合が同じとき、M の抵抗率が大きいと □ B は、□ C 。

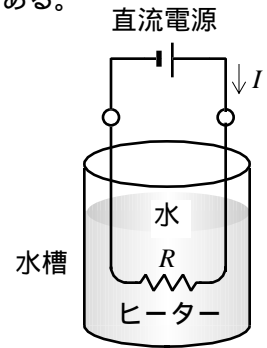
	A	B	C
1	ア	ヒステリシス損	大きい
2	ア	うず電流損	小さい
3	ア	ヒステリシス損	小さい
4	イ	うず電流損	大きい
5	イ	ヒステリシス損	小さい



A - 5 次の記述は、図に示すように R [] のヒーター(抵抗)を水槽内に入れて直流電流 I [A] を t [s] 間流したときの水温の上昇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、ヒーターで発生する熱は全て水に吸収され外部に逃げないものとする。また、熱量は $1[\text{cal}] = 4.2[\text{J}]$ とする。

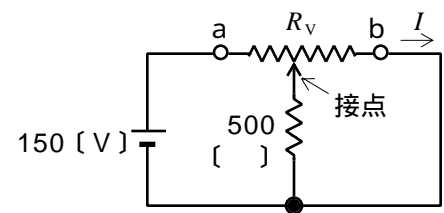
- (1) ヒーターが t [s] 間に発生する熱量は、□A□ [J] である。
 (2) 水の温度を 1 [] 上昇させるのに必要な熱量は、水の量を M [cm³] とすると、□B□ [J] である。
 (3) したがって、水槽内の水の温度の上昇は、□C□ [] である。

	A	B	C
1	$I^2 R t$	$4.2 M$	$I^2 R t / (4.2 M)$
2	$I^2 R t$	$M / 4.2$	$4.2 I^2 R t / M$
3	$I^2 R t$	$4.2 M$	$4.2 I^2 R t / M$
4	$I^2 R t^2$	$M / 4.2$	$4.2 I^2 R t / M$
5	$I^2 R t^2$	$4.2 M$	$I^2 R t / (4.2 M)$



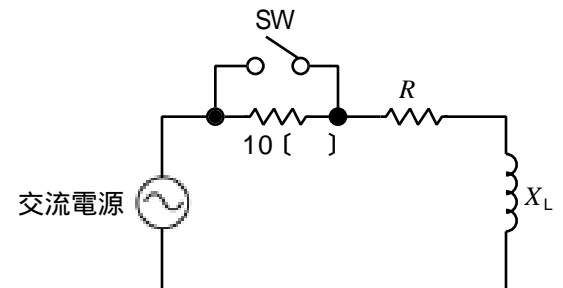
A - 6 図に示す回路において、端子 b に流れる電流が最小となるように可変抵抗 R_V の接点を移動させた。このときの I の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R_V の端子 ab 間の抵抗を $1,000$ [] とする。

- 1 0.05 [A]
 2 0.1 [A]
 3 0.15 [A]
 4 0.2 [A]
 5 0.25 [A]



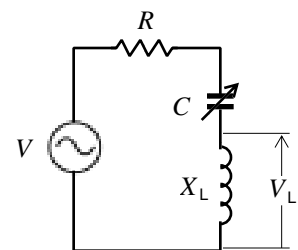
A - 7 図に示す交流回路において、スイッチ SW を断(OFF) から接(ON) にしたとき、回路の力率が 0.8 から 0.6 に変化したときの抵抗 R 及び誘導リアクタンス X_L の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	R	X_L
1	$130/7$ []	$184/7$ []
2	$120/7$ []	$174/7$ []
3	$105/7$ []	$145/7$ []
4	$90/7$ []	$120/7$ []
5	$75/7$ []	$100/7$ []



A - 8 図に示す回路において、可変静電容量 C [F] を変化させたときの誘導リアクタンス X_L の両端の電圧 V_L の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の電圧 V を 10 [V]、抵抗 R を 0.2 [k]、 X_L を 4 [k] とする。

- 1 300 [V]
 2 240 [V]
 3 200 [V]
 4 180 [V]
 5 160 [V]



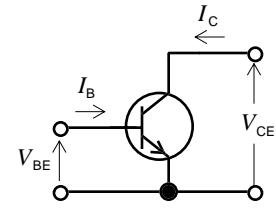
A - 9 次の記述は、半導体について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 真性半導体の自由電子と正孔の数は、□A□。
 (2) 半導体の温度が高くなると導電率は、□B□ なる。
 (3) P 形半導体の多数キャリアは、□C□ である。

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

A - 10 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_{re}	入力	I_C / V_{CE}
2	h_{re}	出力	I_C / V_{BE}
3	h_{fe}	入力	I_C / V_{BE}
4	h_{fe}	出力	I_C / V_{BE}
5	h_{fe}	入力	I_C / V_{CE}

A - 11 図 1 に示すように、ダイオード D を 2 個直列に接続したときの電圧電流特性 (I 特性) を表すグラフとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、1 個の D の電圧電流特性 (I_D 特性) は図 2 とする。

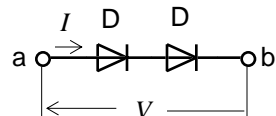


図 1 V : 端子 ab 間の電圧
 I : 端子 ab に流れる電流

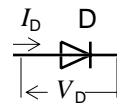
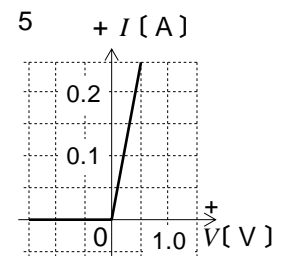
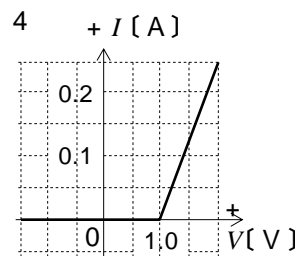
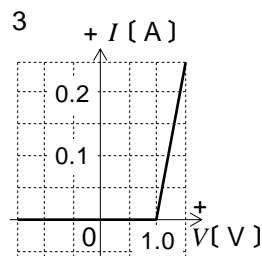
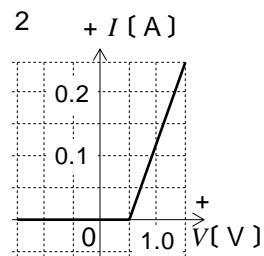
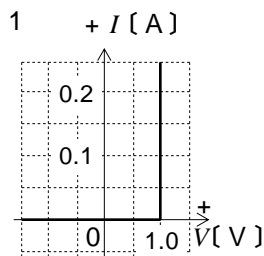
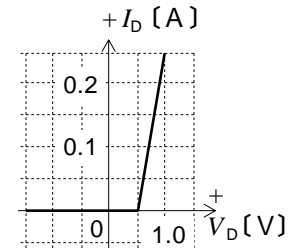


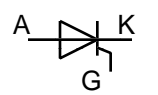
図 2 V_D : D の両端の電圧
 I_D : D に流れる電流



A - 12 次の記述は、図 1 に示すサイリスタ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。

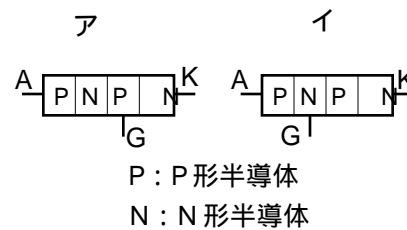
- (1) 原理的な内部構造は、図 2 の □ である。
- (2) 図 3 に示す回路で、G-K間電圧 V_{GK} が零でスイッチ SW を接(ON)にしたとき、電流は、□ B。また、SW を接(ON)にした後、「正(+)」で一定以上の大きさの V_{GK} を短時間加えると、 I は、□ C。

	A	B	C
1	ア	流れない	流れる
2	ア	流れる	流れない
3	イ	流れない	流れない
4	イ	流れる	流れない
5	イ	流れない	流れる



A: アノード
 K: カソード
 G: ゲート

図 1



P: P形半導体
 N: N形半導体

図 2

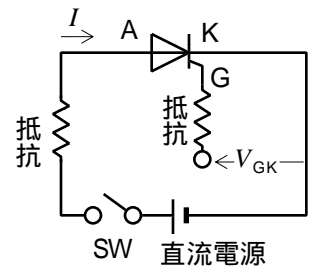
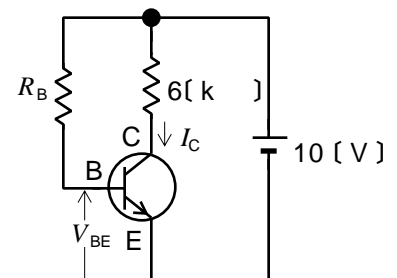


図 3

A - 13 図に示すトランジスタ回路において、コレクタ(C)電流 I_C が、1 [mA] であるとき、ベース(B) に接続された抵抗 R_B 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(B) - エミッタ(E) 間電圧を 0.6 [V]、エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 100 とする。

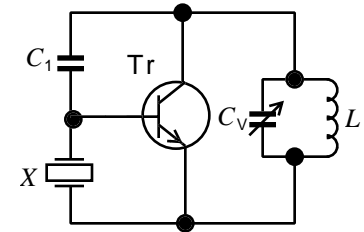
- 1 470 [k]
- 2 940 [k]
- 3 1.37 [M]
- 4 2.10 [M]
- 5 2.42 [M]



A - 14 次の記述は、図に示す原理的な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) X は、□ A □ リアクタンスである。
- (2) L と C_V の並列回路は、□ B □ リアクタンスである。
- (3) 回路は、□ C □ 形発振回路と同等である。

	A	B	C
1	容量性	誘導性	ハートレー
2	容量性	容量性	コルピッツ
3	容量性	誘導性	コルピッツ
4	誘導性	容量性	コルピッツ
5	誘導性	誘導性	ハートレー

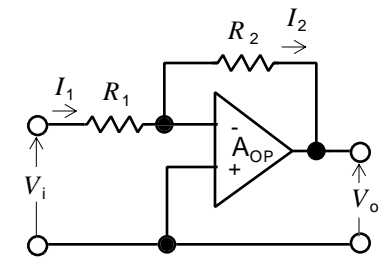


Tr : トランジスタ
 X : 水晶振動子
 L : 自己インダクタンス [H]
 C_1, C_V : 静電容量 [F]

A - 15 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器 A_{OP} 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、抵抗 R_1 [] 及び R_2 [] に流れる電流をそれぞれ I_1 [A] 及び I_2 [A] とする。

- (1) I_1 と I_2 の関係は、 $I_1 =$ □ A □ である。
- (2) 出力電圧 V_o は、 $V_o = I_2 \times$ □ B □ [V] である。
- (3) したがって、回路の電圧増幅度 V_o/V_i は、 $V_o/V_i = -$ □ C □ である。

	A	B	C
1	$2I_2$	R_2	$1 + R_2/R_1$
2	$2I_2$	$(R_1 + R_2)$	R_2/R_1
3	I_2	R_2	R_2/R_1
4	I_2	$(R_1 + R_2)$	R_2/R_1
5	I_2	R_2	$1 + R_2/R_1$



V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]

A - 16 次の真理値表に示した動作をする論理回路の論理式として、正しいものを下の番号から選べ。

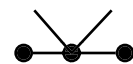
- 1 $X = \overline{(A + B)} + \overline{(A \cdot B)}$
- 2 $X = \overline{(A + B)} + (A \cdot B)$
- 3 $X = \overline{(A \cdot B)} + (A + B)$
- 4 $X = \overline{(A \cdot B)} + (A + B)$
- 5 $X = \overline{(A + B)} + (A \cdot B)$

真理値表

入力		出力
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A - 17 次の記述は、図に示す記号で表す電流計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。

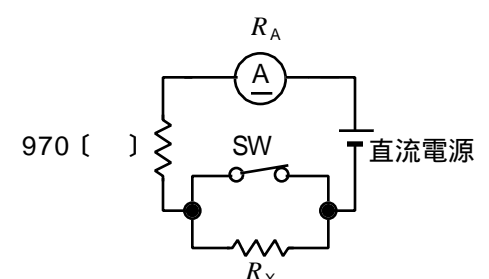
- (1) 動作原理による分類では、□ A □ 形計器である。
- (2) 入力電流の □ B □ を指示する。
- (3) 高周波電流の測定に □ C □ 。



	A	B	C
1	熱電(対)	実効値	適している
2	熱電(対)	平均値	適していない
3	整流	実効値	適していない
4	整流	平均値	適していない
5	整流	実効値	適している

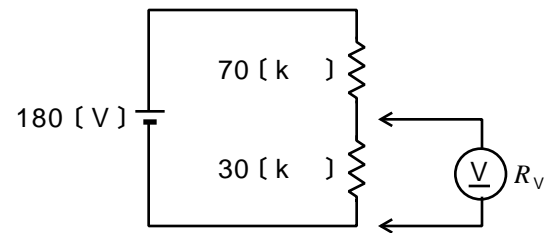
A - 18 図に示す回路において、スイッチ SW を接(ON)にしたとき、可動コイル形直流電流計 A が最大目盛値の 10 [mA] を指示し、次に SW を断(OFF)にしたとき A が 2.5 [mA] を指示した。このとき抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A の内部抵抗 R_A を 30 [] とする。

- 1 1,500 []
- 2 2,000 []
- 3 3,000 []
- 4 3,500 []
- 5 4,500 []



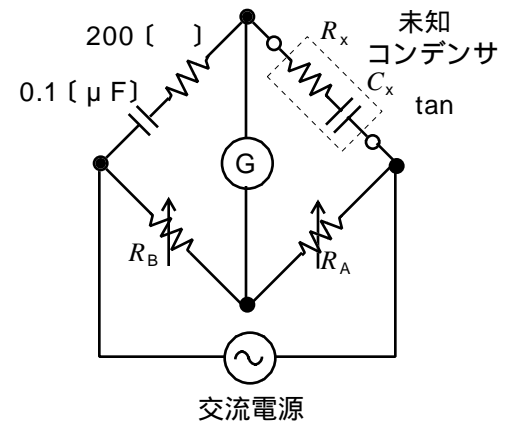
A - 19 図に示す回路の 30 [k] の抵抗の両端電圧を直流電圧計 V で測定したとき、 40 [V] を指示した。このときの直流電圧計 V の内部抵抗 R_V の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 90 [k]
- 2 80 [k]
- 3 70 [k]
- 4 60 [k]
- 5 50 [k]



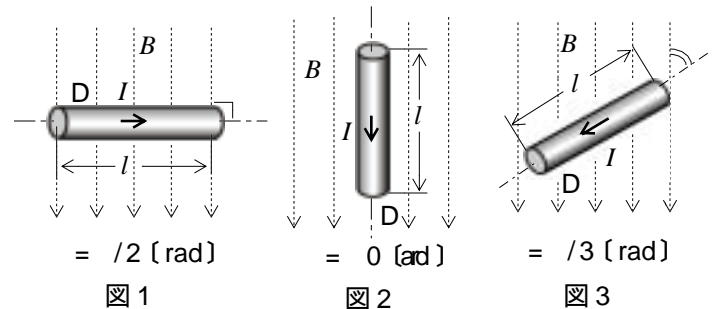
A - 20 図に示す回路において、可変抵抗 R_A 及び R_B がそれぞれ $320 \text{ [}]$ 及び $1,280 \text{ [}]$ のとき交流検流計 G の振れが零になった。このとき、未知コンデンサの静電容量 C_x 及び誘電正接 $\tan \delta = 1/Q$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の周波数を 400 [Hz] とする。

C_x	$\tan \delta$
1 $0.2 \text{ [}\mu\text{F]}$	0.01
2 $0.4 \text{ [}\mu\text{F]}$	0.05
3 $0.6 \text{ [}\mu\text{F]}$	0.08
4 $0.8 \text{ [}\mu\text{F]}$	0.12
5 $1.2 \text{ [}\mu\text{F]}$	0.15



B - 1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が $B \text{ [T]}$ の一様な磁界中に置かれた、長さが $l \text{ [m]}$ で $I \text{ [A]}$ の直流電流が流れている直線導体 D が受ける電磁力 F 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、磁界は紙面に平行で D は紙面上にあるものとし、角度 θ は磁界の方向と D のなす角度とする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

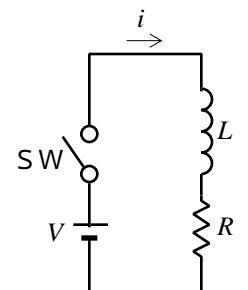
- (1) 図1 のとき、 F の大きさは、□ ア □ $[\text{N}]$ である。
- (2) 図2 のとき、 F の大きさは、□ イ □ $[\text{N}]$ である。
- (3) 図3 のとき、 F の大きさは、□ ア □ × □ ウ □ $[\text{N}]$ である。
- (4) 図1 のとき、 F の方向はフレミングの □ エ □ の法則に従い、紙面の □ オ □ の方向となる。



- 1 0 2 $B I l / 2$ 3 $1/2$ 4 右手 5 裏から表
- 6 $B I l$ 7 $B I^2 l$ 8 $\sqrt{3}/2$ 9 左手 10 表から裏

B - 2 次の記述は、図に示す自己インダクタンス $L \text{ [H]}$ と抵抗 $R \text{ [}]$ 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、スイッチ SW を接(ON)にしたときの時間 t を $t = 0 \text{ [s]}$ とする。また、自然対数の底を e で表し、 $1/e = 0.37$ 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。

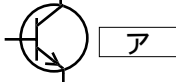
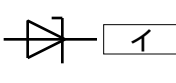
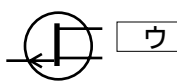
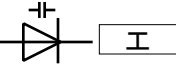
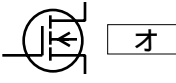
- (1) $t \text{ [s]}$ 後に回路に流れる電流を $i \text{ [A]}$ とすると、次式が得られる。
 $V = iR + L \times \square \text{ ア } \text{ [V]}$
- (2) 式 の微分方程式を、 $t = 0 \text{ [s]}$ で $i = 0 \text{ [A]}$ の条件で解くと、 i は次式で表される。
 $i = \square \text{ イ } \times \{1 - e^{-(R/L)t}\} \text{ [A]}$
- (3) よって、 i は t の増加とともに □ ウ □ し、 $t = L/R \text{ [s]}$ のとき、 $i = \square \text{ エ } \times \square \text{ イ } \text{ [A]}$ である。
- (4) L/R は、定数であり、□ オ □ という。



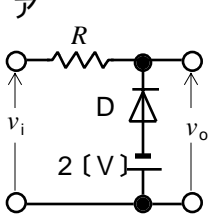
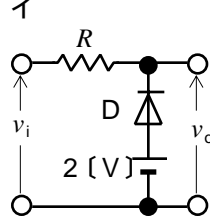
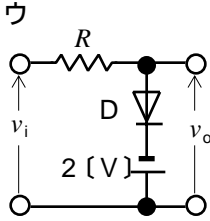
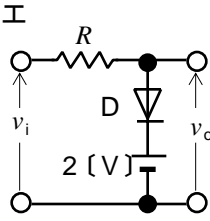
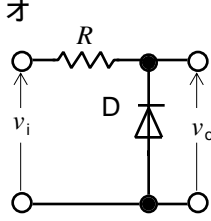
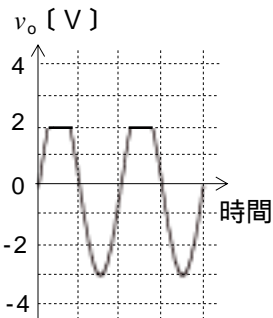
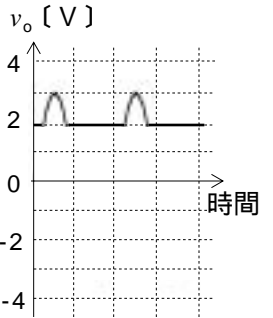
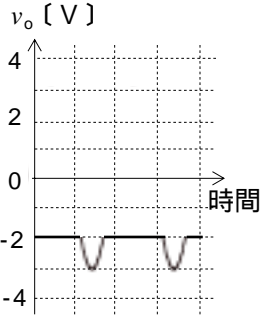
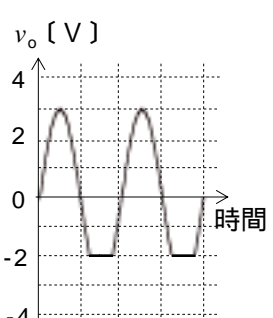
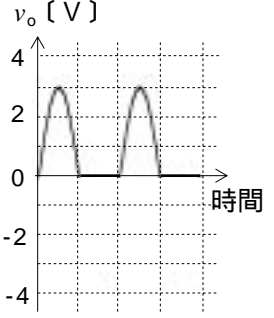
V : 直流電源 [V]

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

B - 3 次の図記号で示される各種半導体素子の名称として、正しいものを下の番号から選べ。

				
ア	イ	ウ	エ	オ
1 NPN 接合形 トランジスタ	2 トンネル ダイオード	3 定電圧 ダイオード	4 Pチャネル 接合形 FET	5 Nチャネル エンハンスメント形 MOSFET
6 PNP 接合形 トランジスタ	7 バラクタ ダイオード	8 Nチャネル 接合形 FET	9 Pチャネル デプレッション形 MOSFET	10 Nゲート逆阻止 3端子サイリスタ

B - 4 次は、理想的な特性のダイオード D を用いた波形整形回路とその出力電圧 v_o の波形の組合せを示したものである。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、入力 v_i は、最大値 3 [V] の正弦波交流電圧とする。

B - 5 次の記述は、図に示す Qメータの原理的な回路によるコイルの尖鋭度 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、回路は共振状態にあり、そのときの可変静電容量の値を C [F] 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) 電源電圧の大きさを V [V] とすると、回路を流れる電流の大きさ I は次式で表される。

$$I = \square \text{ア} \text{ [A]}$$

(2) このとき交流電圧計 V_a の指示値 V_c は次式で表される。

$$V_c = I / (\square \text{イ}) \neq \square \text{ウ} \text{ [V]}$$

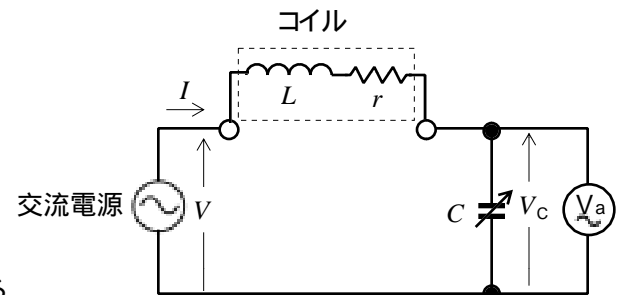
(3) 式 を式 を使って整理すると、次式が得られる。

$$V_c = V \times \square \text{エ} \text{ [V]}$$

(4) □エ は Q であるから、 Q を V_c 及び V で表すと次式が得られる。

$$Q = \square \text{オ}$$

(5) したがって、式 より、 V を一定値に保ち V_a の目盛を □オ で目盛ることにより、 V_a の指示値から直接 Q を測定することができる。



L : コイルの自己インダクタンス [H]
 r : コイルの抵抗 []
 ω : 交流電源の角周波数 [rad/s]

- | | | | | |
|-----------|---------|---------|-----------|-----------|
| 1 V/r | 2 L | 3 $V C$ | 4 V/V_c | 5 V_c/V |
| 6 $V/(L)$ | 7 L/r | 8 C | 9 LC | 10 Lr |