

GK 307

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

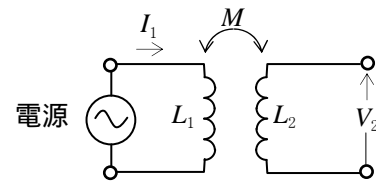
A - 1 次の記述は、電気力線及び電束について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、媒質の誘電率を ϵ [F/m] とする。

- (1) Q [C] の点電荷からは、□ A □ の電気力線が全方向に均等に放射されている。
 (2) Q [C] の点電荷からは、□ B □ の電束が全方向に均等に放射されている。

	A	B
1	Q	Q^2
2	Q	Q
3	Q / ϵ	Q
4	Q / ϵ	Q
5	Q / ϵ	Q^2

A - 2 図に示すように、相互インダクタンス M が 0.5 [H] の回路の一次側コイル L_1 に周波数が 50 [Hz] で実効値が 0.2 [A] の正弦波交流電流 I_1 を流したとき、二次側コイル L_2 の両端に生ずる電圧の実効値 V_2 として、正しいものを下の番号から選べ。

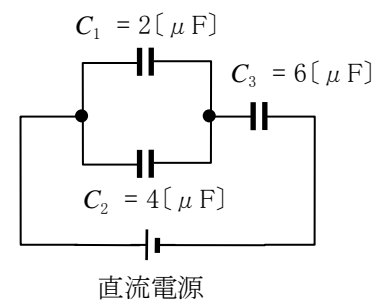
- 1 2π [V]
 2 4π [V]
 3 6π [V]
 4 8π [V]
 5 10π [V]



A - 3 次の記述は、図に示す回路の静電容量 C_1 、 C_2 及び C_3 に蓄えられる電荷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、 C_1 、 C_2 及び C_3 に蓄えられる電荷をそれぞれ Q_1 、 Q_2 及び Q_3 [C] とする。

- (1) Q_1 と Q_2 の間には、 $Q_2 = \square A \times Q_1$ [C] が成り立つ。
 (2) Q_1 と Q_3 の間には、 $Q_3 = \square B \times Q_1$ [C] が成り立つ。
 (3) Q_2 と Q_3 の間には、 $Q_3 = \square C \times Q_2$ [C] が成り立つ。

	A	B	C
1	2	3	$3/2$
2	2	2	$2/3$
3	2	3	$2/3$
4	1	2	$2/3$
5	1	3	$3/2$

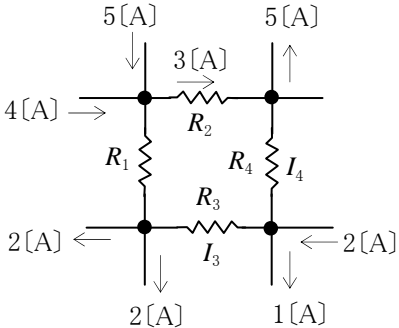


A - 4 次の記述は、導線に電流が流れているときに生ずる表皮効果について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 直流電流を流したときには生じない。
 2 電流の周波数が高いほど顕著に生ずる。
 3 導線断面の中心に近いほど電流密度が大きい。
 4 導線に流れる電流による磁束の変化によって生ずる。
 5 導線の実効抵抗が大きくなる。

A－5 図に示す抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 からなる回路において、抵抗 R_3 及び R_4 に流れる電流 I_3 及び I_4 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、回路の各部には図の矢印で示す方向と大きさの直流電流が流れているものとする。

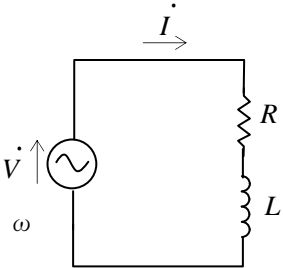
	I_3	I_4
1	3[A]	2[A]
2	1[A]	4[A]
3	2[A]	3[A]
4	4[A]	1[A]
5	5[A]	2[A]



A－6 次の記述は、図に示す交流回路における電圧と電流の位相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。ただし、電源の角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) 交流電源電圧 \dot{V} と回路に流れる電流 \dot{I} の位相差 θ [rad] は、 $\theta = \square \text{ A}$ [rad] である。
 (2) $\theta = \pi/4$ [rad] のとき、 $\omega = \square \text{ B}$ [rad/s] である。

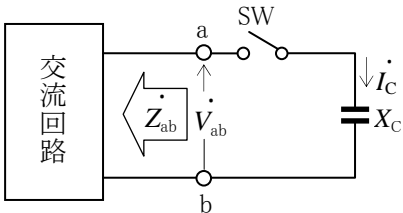
	A	B
1	$\tan^{-1}(\omega L/R)$	L/R
2	$\tan^{-1}(\omega L/R)$	R/L
3	$\cos^{-1}(\omega L/R)$	L/R
4	$\tan^{-1}(R/\omega L)$	R/L
5	$\tan^{-1}(R/\omega L)$	L/R



R : 抵抗[Ω]
 L : 自己インダクタンス[H]

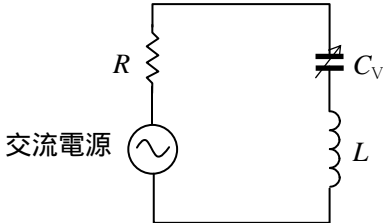
A－7 図に示す回路において、スイッチ SW を断(OFF)にしたとき、端子 a-b 間の電圧 \dot{V}_{ab} が、 $\dot{V}_{ab} = 100$ [V] で、端子 a b から交流回路側を見たインピーダンス \dot{Z}_{ab} が、 $\dot{Z}_{ab} = 8 + j2$ [Ω] であった。次に SW を接(ON)にして端子 a b 間に容量リアクタンス $X_C = 8$ [Ω] を接続したとき、 X_C に流れる電流 \dot{I}_C の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 12[A]
 2 10[A]
 3 8 [A]
 4 6 [A]
 5 5 [A]



A－8 図に示す直列共振回路において、可変静電容量 C_V が 800 [pF] のとき共振周波数 f_r は 200[kHz] であった。この回路の f_r を 800[kHz] にするための C_V の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R [Ω] 及び自己インダクタンス L [H] は一定とする。

- 1 20 [pF]
 2 30 [pF]
 3 40 [pF]
 4 50 [pF]
 5 60 [pF]



A－9 次の記述は、半導体のキャリア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。

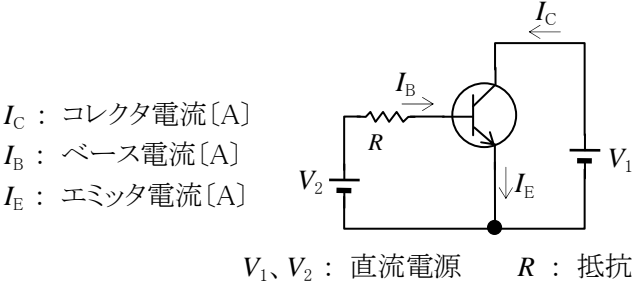
- (1) 真性半導体では、電子とホール(正孔)の密度は □ A □ である。
 (2) P 形半導体の多数キャリアは、□ B □ である。
 (3) 一般に電子の移動度は、ホール(正孔)の移動度よりも □ C □ 。

	A	B	C
1	等しい	ホール(正孔)	大きい
2	等しい	電子	小さい
3	等しい	ホール(正孔)	小さい
4	異なる	電子	小さい
5	異なる	ホール(正孔)	大きい

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。

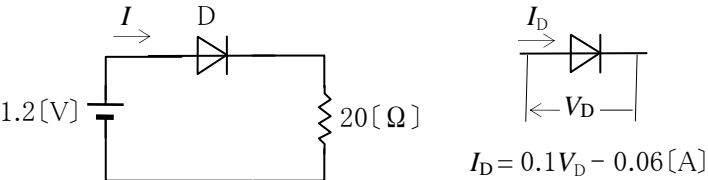
- (1) I_C 、 I_B 、 I_E の関係は $I_E = \square A$ [A] である。
 (2) 直流電流増幅率 h_{FE} は、 $h_{FE} = \square B$ である。

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



A -11 図に示す回路に流れる電流 I の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D の順方向の電圧電流特性は、順方向電流及び電圧をそれぞれ I_D [A] 及び V_D [V] としたとき、 $I_D = 0.1V_D - 0.06$ [A] ($I_D > 0$ [A]) で表せるものとする。

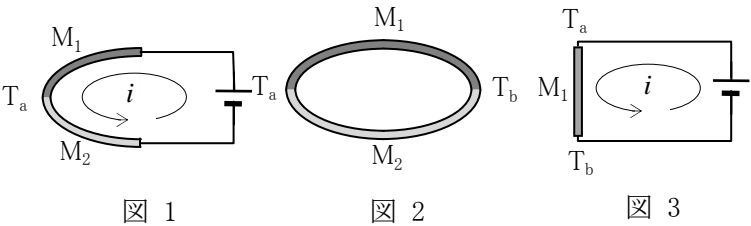
- 1 20 [mA]
 2 30 [mA]
 3 40 [mA]
 4 50 [mA]
 5 60 [mA]



A -12 次の記述は、熱電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。

- (1) ペルチェ効果とは、図 1 に示すように、2 種類の金属線 M_1 及び M_2 を接合して電流 i を流すと、接合面 T_a で □ A が起きる効果をいう。
 (2) ゼーベック効果とは、図 2 に示すように、2 種類の金属線 M_1 及び M_2 の両端を接合して閉回路を作り、接合点 T_a 及び T_b の間に温度差を与えると、閉回路に □ B が起きる効果をいう。
 (3) トムソン効果とは、図 3 に示すように、均一な金属線 M_1 の 2 点 T_a 及び T_b の間に温度差があるとき、 M_1 に電流 i を流すと M_1 に □ C が起きる効果をいう。

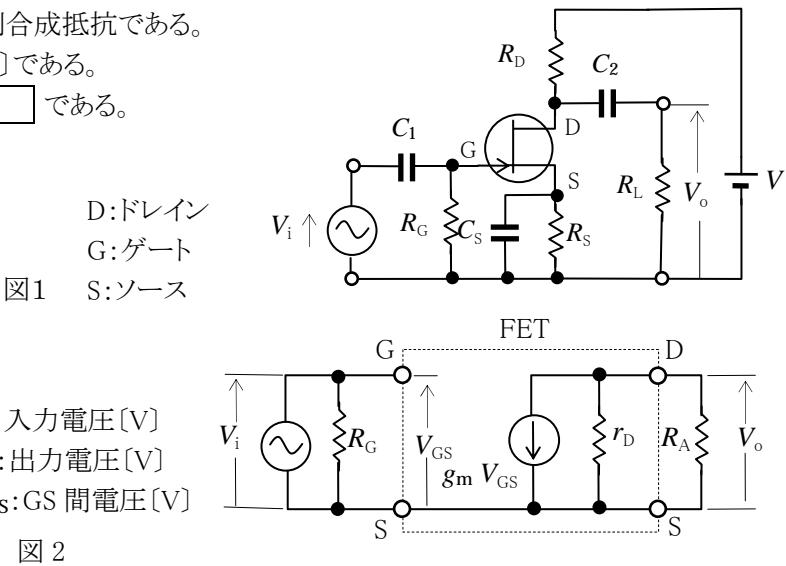
	A	B	C
1	熱の発生や吸収	電磁力	形状の伸び縮み
2	熱の発生や吸収	起電力	熱の発生や吸収
3	熱の発生や吸収	電磁力	熱の発生や吸収
4	光の放射や反射	起電力	熱の発生や吸収
5	光の放射や反射	電磁力	形状の伸び縮み



A -13 次の記述は、図 1 に示す電界効果トランジスタ(FET)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、FET の相互コンダクタンス及びドレイン抵抗をそれぞれ g_m [S] 及び r_D [Ω] とし、静電容量 C_1 、 C_2 及び C_S の影響は無視するものとする。また、FET を等価回路で表したときの増幅回路は図 2 で表されるものとする。

- (1) 図 2 の回路の交流負荷抵抗 R_A は図 1 の □ A の並列合成抵抗である。
 (2) 出力電圧 V_o の大きさは、 $r_D \gg R_A$ とすると、 $V_o = \square B$ [V] である。
 (3) したがって、電圧増幅度 A_V の大きさは、 $A_V = V_o/V_i = \square C$ である。

	A	B	C
1	R_S と R_L	$g_m V_{GS} R_A$	$g_m R_A$
2	R_S と R_L	$g_m V_{GS} r_D$	$g_m (r_D + R_A)$
3	R_D と R_L	$g_m V_{GS} R_A$	$g_m (r_D + R_A)$
4	R_D と R_L	$g_m V_{GS} r_D$	$g_m (r_D + R_A)$
5	R_D と R_L	$g_m V_{GS} R_A$	$g_m R_A$



A -14 図1に示すJKフリップフロップFF₁、FF₂及びFF₃を用いた回路の入力Cに、図2に示す「1」「0」の繰り返しパルスを入力したとき、時間 $t = t_1$ [s]における出力 X_1 、 X_2 及び X_3 の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、フリップフロップはエッジトリガ形で ck 入力パルスの立ち下がりで動作する。また、すべてのフリップフロップの JK 入力は「1」であり、時間 $t = 0$ [s] では、 $X_1 = X_2 = X_3 =$ 「0」とする。

	X_1	X_2	X_3
1	「1」	「0」	「0」
2	「1」	「1」	「0」
3	「0」	「0」	「1」
4	「0」	「1」	「1」
5	「0」	「1」	「0」

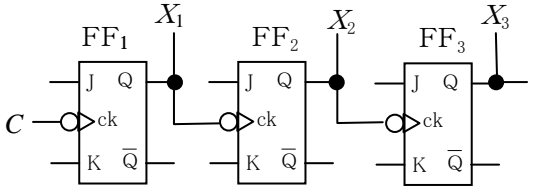


図 1

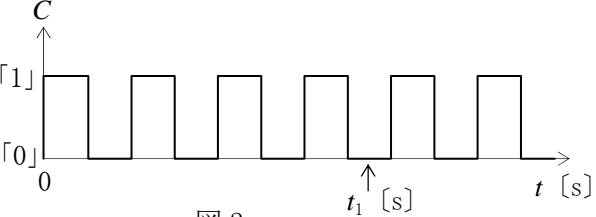


図 2

A -15 図1に示す正弦波交流の入力電圧 v_i を加えたとき、図2に示す波形の出力電圧 v_o が得られる回路として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電源の電圧 V を 2[V]、抵抗を R [Ω] とし、ダイオード D は理想的な特性を持つものとする。

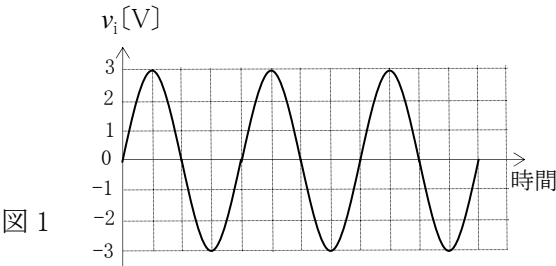


図 1

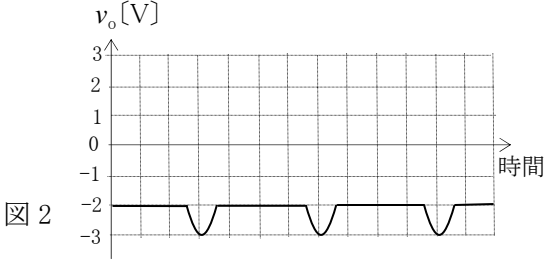
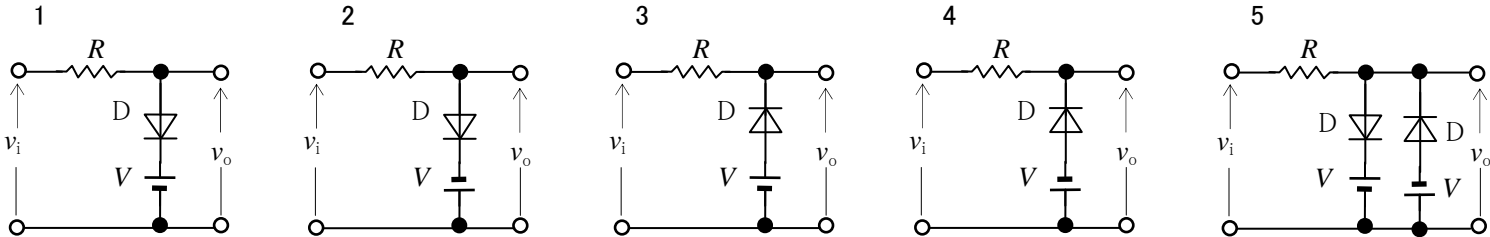


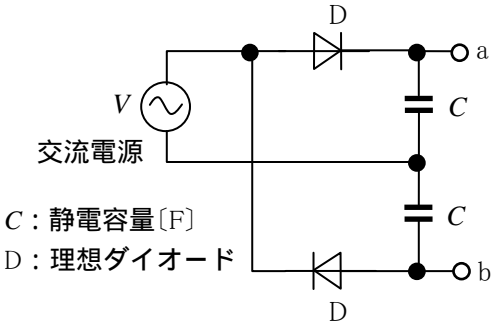
図 2



A -16 次の記述は、図に示す整流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、出力端子 ab 間は無負荷とする。

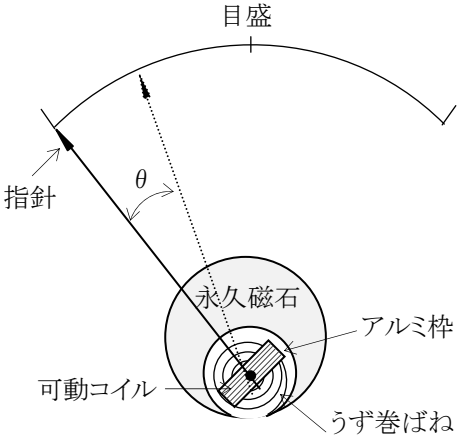
- (1) この回路の名称は、□ A □ 倍電圧整流回路である。
 (2) 正弦波交流電源の電圧が V [V] (実効値) のとき、端子 ab 間に □ B □ [V] の直流電圧が得られる。

A	B
1 半波形	$\sqrt{2} V$
2 半波形	$2\sqrt{2} V$
3 全波形	$\sqrt{2} V$
4 全波形	$2\sqrt{2} V$
5 全波形	$2V$



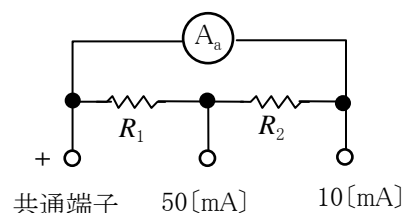
A -17 次の記述は、図に示す可動コイル形計器の動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 永久磁石による磁界と可動コイルに流れる電流との間に生ずる電磁力が、指針の駆動トルクとなる。
- うず巻ばねによる弾性力が、指針の制御トルクとなる。
- 指針の駆動トルクと制御トルクは、方向が互いに逆方向である。
- 指針が静止するまでに生ずるオーバーシュート等の複雑な動きを抑えるために、アルミ枠に流れる誘導電流を利用する。
- 可動コイルに流れる電流が直流の場合、指針の振れの角度 θ は、電流値の 2 乗に比例する。



A -18 図に示すように、最大目盛値が1[mA]の直流電流計 A_a に抵抗 R_1 及び R_2 を接続して、最大目盛値が10[mA]及び50[mA]の多端子形の電流計にすると、 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、 A_a の内部抵抗は $0.9[\Omega]$ とする。

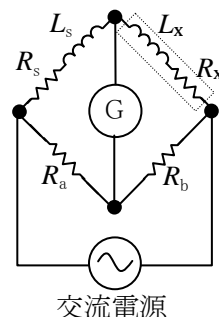
	R_1	R_2
1	$0.09[\Omega]$	$0.24[\Omega]$
2	$0.06[\Omega]$	$0.18[\Omega]$
3	$0.04[\Omega]$	$0.14[\Omega]$
4	$0.02[\Omega]$	$0.08[\Omega]$
5	$0.01[\Omega]$	$0.09[\Omega]$



A -19 図に示す交流ブリッジ回路が平衡しているとき、抵抗 R_x [Ω] 及び自己インダクタンス L_x [H] 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。

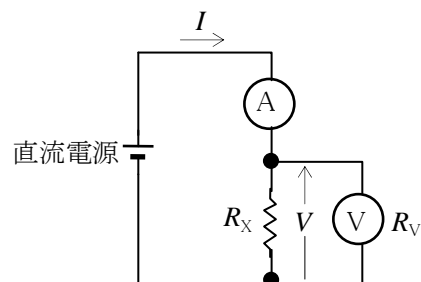
1	$R_x = R_s(R_b/R_a)$	$L_x = L_s(R_b/R_a)$
2	$R_x = R_s(R_b/R_a)$	$L_x = L_s(R_a/R_b)$
3	$R_x = R_s(R_a/R_b)$	$L_x = L_s(R_b/R_a)$
4	$R_x = R_s(R_a/R_b)$	$L_x = L_s(R_a/R_b)$
5	$R_x = R_s(R_a/R_b)$	$L_x = L_s(R_b/R_a)^2$

R_s, R_a, R_b : 抵抗 [Ω]
 L_s : 自己インダクタンス [H]
 G : 交流検流計



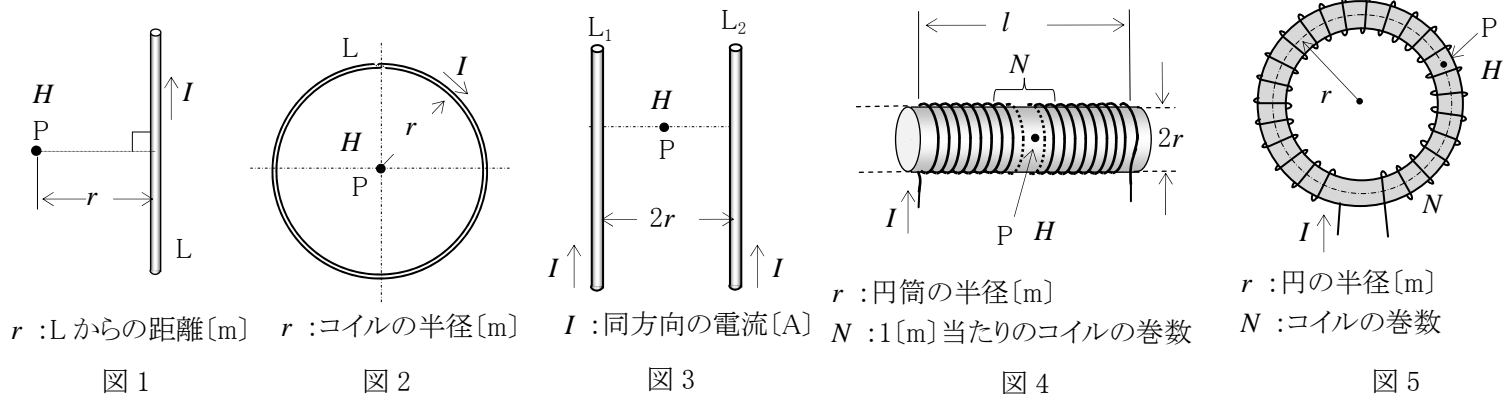
A -20 図に示す回路において、未知抵抗 R_x を電圧計 V の指示値 V [V] 及び電流計 A の指示値 I [A] から $V/I[\Omega]$ として求めるとき、百分率誤差を5[%]以下にするための V の内部抵抗 R_v の最小値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $R_x \leq 20[\text{k}\Omega]$ とし、また、誤差は R_v によってのみ生ずるものとする。

1	$100[\text{k}\Omega]$
2	$190[\text{k}\Omega]$
3	$380[\text{k}\Omega]$
4	$420[\text{k}\Omega]$
5	$500[\text{k}\Omega]$



B - 1 次の記述は、電流により生ずる磁界の強さ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、直線導体及びコイルに流す直流電流を I [A] とする。また、図4及び図5のコイルに漏れ磁束はないものとする。

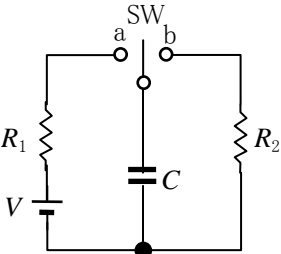
- 図1に示す無限長の直線導体 L から直角に r [m] 離れた点 P の磁界の強さ H は、□ [A/m] である。
- 図2に示す半径が r [m] で巻数が1回の円形コイル L の中心点 P の磁界の強さ H は、□ [A/m] である。
- 図3に示す平行に置かれた二本の直線導体 L_1, L_2 の中間点 P の磁界の強さ H は、□ [A/m] である。
- 図4に示す円筒に巻かれた無限長ソレノイドコイルの円筒の中心点 P の磁界の強さ H は、□ [A/m] である。
- 図5に示す環状円筒に巻かれた環状ソレノイドコイルの円筒の中心点 P の磁界の強さ H は、□ [A/m] である。



1	$I/(2r)$	2	$I/(2r)$	3	$NI/(2r)$	4	N^2I	5	$NI/(4r)$
6	I/r	7	$2I/(r)$	8	$NI/(r)$	9	NI	10	0

B - 2 次の記述は、図に示す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、静電容量 C [F] の初期電荷は零とする。また、自然対数の底を e としたとき、 $1/e = 0.37$ とする。

- (1) SW を a に入れた直後、抵抗 R_1 [Ω] に流れる電流は、□ [A] である。
- (2) SW を a に入れてから十分に時間が経過したとき、 C [F] の電圧は、□ [V] である。
- (3) (2) の後、SW を b に切り替えた直後、抵抗 R_2 [Ω] に流れる電流は、□ [A] である。
- (4) SW を b に切り替えた直後から CR_2 [s] 後に R_2 に流れる電流は、約 □ [A] である。
- (5) SW を b に切り替えてから十分に時間が経過したとき、 R_2 の両端の電圧は、□ [V] である。

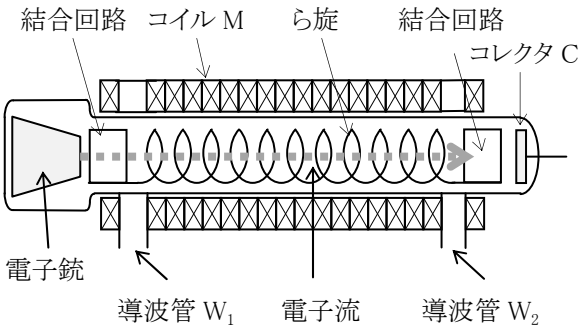


V : 直流電圧 [V]
SW : スイッチ

- | | | | | |
|-------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| 1 0 | 2 $V(R_1/R_2)$ | 3 V/R_1 | 4 $V/(R_1+R_2)$ | 5 $V/2$ |
| 6 V | 7 $V(R_2/R_1)$ | 8 V/R_2 | 9 $0.63V/R_2$ | 10 $0.37V/R_2$ |

B - 3 次の記述は、図に示す進行波管(TWT)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) 電子銃からの電子流は、コレクタ C などに加えられた電圧によって加速されると同時にコイル M で □ され、コレクタ C に達する。
- (2) マイクロ波は、□ から入力され、もう一方の導波管から出力される。
- (3) 入力されたマイクロ波は、□ の働きにより位相速度 v_p が遅くなる。
- (4) マイクロ波の位相速度を v_p 、電子流の速度を v_e とした時、一般に v_p を v_e よりも少し遅くする。
- (5) (4) のようにすると、マイクロ波はその速度差により、ら旋を進むにつれて □ される。
- (6) 進行波管は、空洞共振器が □ ので、広帯域の信号の増幅が可能である。



- | | | | | |
|------|-------------|--------|------|-------|
| 1 集束 | 2 導波管 W_1 | 3 結合回路 | 4 減衰 | 5 無い |
| 6 発散 | 7 導波管 W_2 | 8 ら旋 | 9 増幅 | 10 有る |

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、AOP は理想的な演算増幅器とする。

- ア 図 1 の回路の増幅度 $A = |V_o / (V_{i1} - V_{i2})|$ 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、 $I_1 = V_i / R_1$ [A] である。
 エ 図 2 の回路の増幅度 $A = |V_o / V_i|$ は、 $A = 1 + (R_2 / R_1)$ である。
 オ 図 2 の回路の V_o と V_i の位相差は、 $\pi/2$ [rad] である。

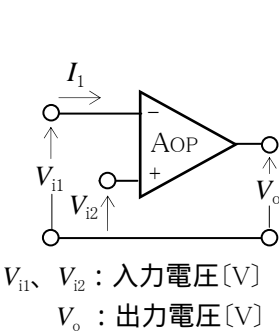


図 1 V_{i1} 、 V_{i2} : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]

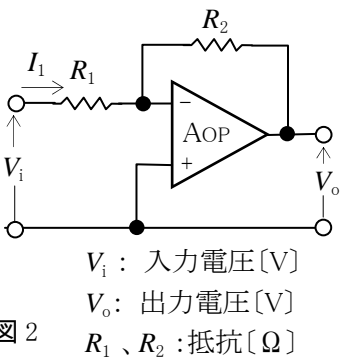


図 2 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 R_1 、 R_2 : 抵抗 [Ω]

B - 5 次の記述は、図 1 に示す回路を用いて自己インダクタンス L_x [H] のコイルの分布容量 C_x [F] 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を下の番号から選べ。ただし、発振器の周波数を f [Hz] とし、発振器の出力は、結合コイルを通して疎に結合されているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 回路が共振しているとき、次式が成り立つ。
 $(2\pi f)^2 L_x \times \square = 1 \dots\dots \text{①}$
- (2) 式①を変形すると、次式が得られる。
 $\square = \{1/(4\pi^2 L_x)\} \times \square$ [F] $\dots\dots \text{②}$
- (3) 式②の $1/(4\pi^2 L_x)$ は一定の数であるから、 C_s を横軸に、□ を縦軸にしてグラフを描くと、図 2 の直線 AB となる。
- (4) 図 2 において、直線 AB を延長し横軸との交点を P とすると、□ の長さは、分布容量 C_x を表す。
- (5) 測定では、発振器の □ を変えて、そのつど交流電流計 A_c が □ になるように C_s を調節し、□ と C_s の値を求めて図 2 のグラフを描き、グラフの □ から C_x を求める。

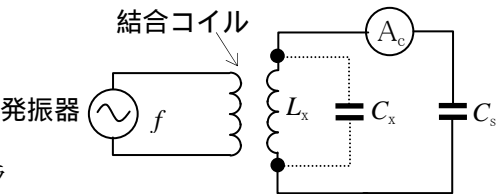


図 1 C_s : 可変標準静電容量 [F]

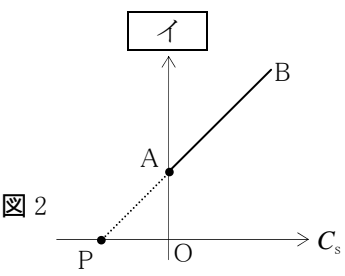


図 2

- | | | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|------|-------|
| 1 $C_s C_x / (C_s + C_x)$ | 2 f^2 | 3 周波数 f | 4 最大 | 5 AP |
| 6 $(C_s + C_x)$ | 7 $1/f^2$ | 8 出力電圧 | 9 最小 | 10 OP |