

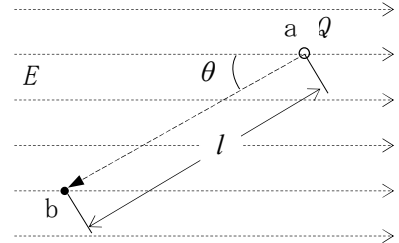
AK・XK803

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

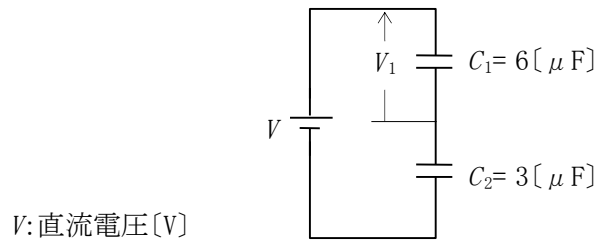
A-1 図に示すように、電界の強さ E [V/m] が一様な電界中を電荷 Q [C] が電界の方向に対して θ [rad] の角度を保って点 a から点 b まで l [m] 移動した。このときの電荷の仕事量 W の大きさを表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 Q は電界からのみ力を受けるものとする。

- 1 $W = QE^2 l \cos \theta$ [J]
- 2 $W = QE^2 l \sin \theta$ [J]
- 3 $W = QE l \cos \theta$ [J]
- 4 $W = QE l \sin \theta$ [J]
- 5 $W = QE l \tan \theta$ [J]



A-2 図に示す回路において、二つの静電容量 C_1 及び C_2 に蓄えられる静電エネルギーの総和が 36 [μ J] であるときの C_1 の両端の電圧 V_1 の値として、正しいものを下の番号から選べ。

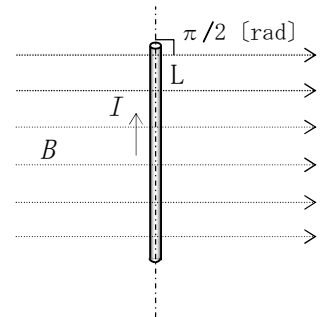
- 1 1 [V]
- 2 2 [V]
- 3 3 [V]
- 4 4 [V]
- 5 5 [V]



A-3 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中に置かれた直線導体 L に I [A] の直流電流が流れているときに L に生じ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。ただし、磁界は紙面に平行で、 L は紙面上に置かれ磁界の方向に対して $\pi/2$ [rad] の角度で置かれているものとする。

- (1) L に力が働く。この力を □ A □ という。
- (2) L の 1 [m] 当たりに受ける力の大きさ F は、□ B □ [N/m] である。
- (3) F と B と I の方向は、フレミングの □ C □ の法則で表される。

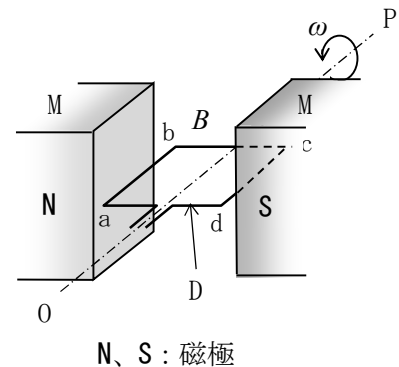
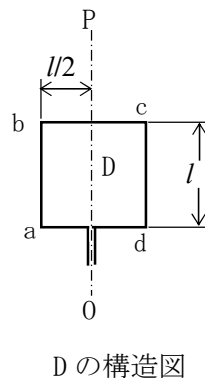
	A	B	C
1	静電力	BI	左手
2	静電力	BI^2	右手
3	静電力	BI^2	左手
4	電磁力	BI^2	右手
5	電磁力	BI	左手



A-4 次の記述は、図に示す磁石 M の磁極間において、一辺が l [m] の正方形のコイル D が、中心軸 OP を中心として ω [rad/s] の角速度で回転しているときの D に生じる起電力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、磁極間の磁束密度は B [T] で均一であり、 D の軸 OP は B の方向と直角とする。

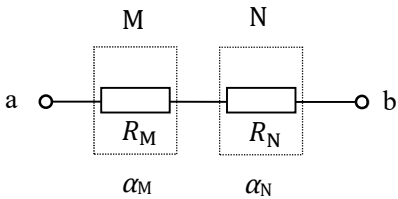
- (1) D の辺 ab 及び cd の周辺速度 v は、 $v =$ □ A □ [m/s] である。
- (2) D に生じる起電力 e が最大になるのは、 D の面が B の方向と □ B □ になるときである。
- (3) (2) のときの e の大きさは、 $e =$ □ C □ [V] である。

	A	B	C
1	$\frac{\omega l}{\pi}$	直角	$B\omega l$
2	$\frac{\omega l}{\pi}$	平行	$B\omega l$
3	$\frac{\omega l}{2}$	平行	$B\omega l^2$
4	$\frac{\omega l}{2}$	平行	$B\omega l$
5	$\frac{\omega l}{2}$	直角	$B\omega l^2$



A-5 図に示すように、0 [°C] のときの抵抗値が R_M [Ω] 及び R_N [Ω] の抵抗 M 及び N を直列接続したとき、合成抵抗 (端子 ab 間の抵抗) の 0 [°C] における抵抗の温度係数 α_{ab} を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、0 [°C] における M 及び N の抵抗の温度係数をそれぞれ α_M 及び α_N とする。

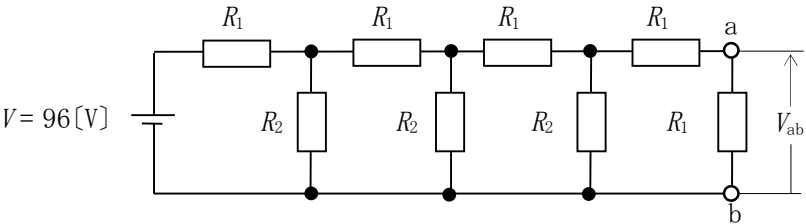
- 1 $\alpha_{ab} = \alpha_M + \alpha_N$
- 2 $\alpha_{ab} = \sqrt{\alpha_M \alpha_N}$
- 3 $\alpha_{ab} = \frac{R_M \alpha_N + R_N \alpha_M}{R_M + R_N}$
- 4 $\alpha_{ab} = \frac{R_M \alpha_M + R_N \alpha_N}{R_M + R_N}$
- 5 $\alpha_{ab} = \frac{\sqrt{R_M R_N \alpha_M \alpha_N}}{R_M + R_N}$



A-6 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 4 [V]
- 2 6 [V]
- 3 10 [V]
- 4 12 [V]
- 5 14 [V]

抵抗
 $R_1 = 300$ [Ω]
 $R_2 = 600$ [Ω]
 V : 直流電圧 [V]

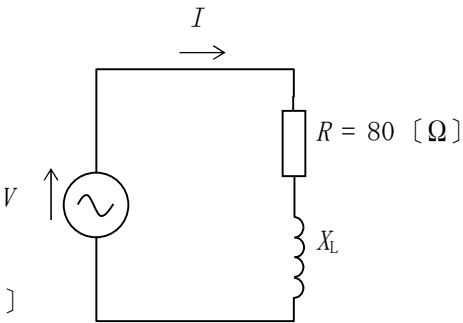


A-7 次の記述は、図に示す回路の各種電力と力率について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電圧 V を 100 [V]、回路に流れる電流 I を 1 [A] とする。

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

	A	B	C
1	90	180	90
2	90	100	50
3	100	90	90
4	100	80	80
5	100	70	80

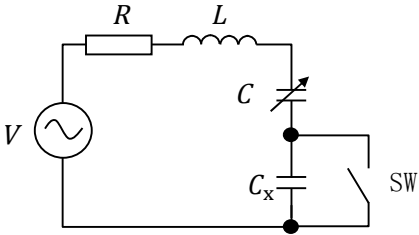
R : 抵抗 [Ω]
 X_L : 誘導リアクタンス [Ω]



A-8 図に示す回路において、スイッチ SW が断 (OFF) のとき、可変静電容量 C の値が C_1 [F] で回路は共振した。次に SW を接 (ON) にして C を C_2 [F] にしたところ、SW が断 (OFF) のときと同じ周波数で共振した。このときの未知の静電容量 C_x を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $C_x = \frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2}$ [F]
- 2 $C_x = \frac{C_1 + C_2}{2}$ [F]
- 3 $C_x = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ [F]
- 4 $C_x = \sqrt{C_1 C_2}$ [F]
- 5 $C_x = C_1 + C_2$ [F]

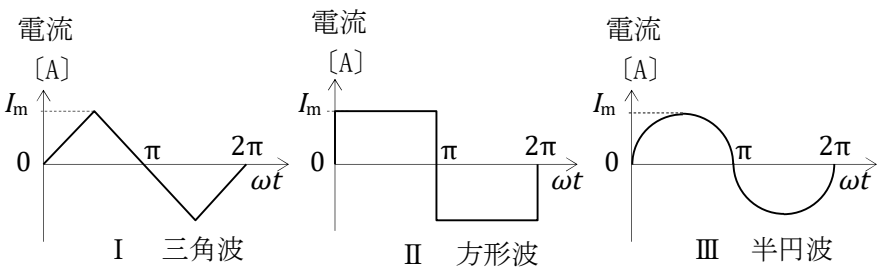
L : 自己インダクタンス [H]
 R : 抵抗 [Ω]
 V : 交流電源 [V]



A-9 次の記述は、図に示す各種電流波形とその平均値 I_{av} を表す式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、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] とし、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。

- (1) I の三角波の平均値 I_{av} は、 $I_{av} =$ A [A] である。
- (2) II の方形波の平均値 I_{av} は、 $I_{av} =$ B [A] である。
- (3) III の半円波の平均値 I_{av} は、 $I_{av} =$ C [A] である。

	A	B	C
1	$\frac{I_m}{4}$	$\frac{I_m}{\pi}$	$\frac{\pi I_m}{2}$
2	$\frac{I_m}{4}$	I_m	$\frac{\pi I_m}{2}$
3	$\frac{I_m}{2}$	$\frac{I_m}{\pi}$	$\frac{\pi I_m}{4}$
4	$\frac{I_m}{2}$	I_m	$\frac{\pi I_m}{2}$
5	$\frac{I_m}{2}$	I_m	$\frac{\pi I_m}{4}$



A-10 次の記述は、図 1 に示すように、特性の等しいダイオード D を二つ直列に接続した回路の電圧と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。ただし、D は図 2 の特性を持つものとする。

- (1) 回路の直流電圧を V [V] としたとき、一つの D に加わる電圧 V_D は、A [V] である。
- (2) したがって、 V が B [V] 以下のとき、回路に流れる電流 I は 0 (零) である。
- (3) また、 V が 1.6 [V] のとき、 I は約 C [mA] である。

	A	B	C
1	$\frac{V}{2}$	1.2	20
2	$\frac{V}{2}$	1.2	40
3	$\frac{V}{2}$	0.6	10
4	$\frac{V}{4}$	1.2	40
5	$\frac{V}{4}$	0.6	20

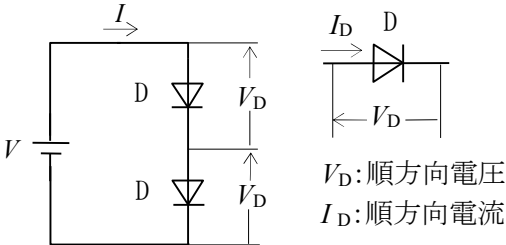


図 1

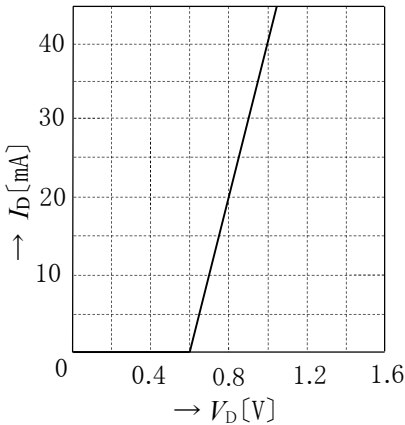


図 2

A-11 次の記述は、図 1 に示す原理的構造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) ゲート(G)層の構造から A 形 FET である。
- (2) ドレイン(D)-ソース(S)間には B チャネルが形成される。
- (3) 図記号は、図 2 の C である。

	A	B	C
1	MOS	N	ア
2	MOS	N	イ
3	MOS	P	イ
4	接合	N	ア
5	接合	P	イ

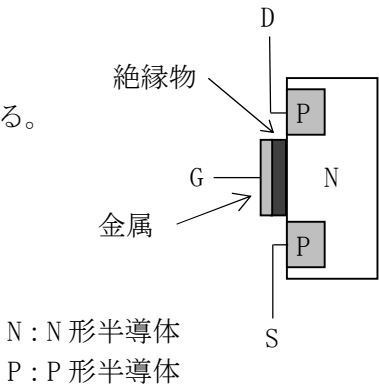


図 1

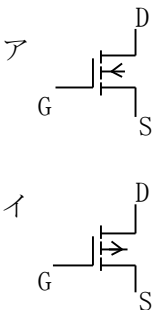
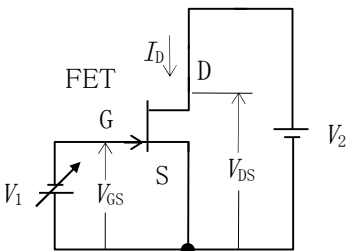


図 2

A-12 図に示す電界効果トランジスタ(FET)のドレイン-ソース間電圧 V_{ds} を 10 [V] 一定にして、ゲート-ソース間電圧 V_{gs} を変えてドレイン電流 I_d を求めたとき、表の結果が得られた。このとき、 $I_d = 4$ [mA] 付近における FET の相互コンダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 5 [mS]
- 2 10 [mS]
- 3 15 [mS]
- 4 20 [mS]
- 5 25 [mS]

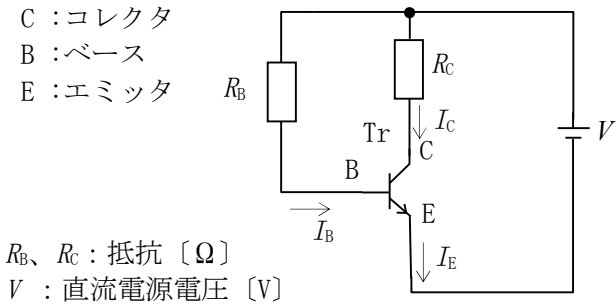
D：ドレイン
S：ソース
G：ゲート
 V_1 、 V_2 :直流電源電圧[V]



V_{gs} [V]	I_d [mA]
0	6.0
- 0.1	5.0
- 0.2	4.0
- 0.3	3.0
- 0.4	2.0
- 0.5	1.0

A-13 図に示すトランジスタ(Tr)回路において、エミッタ電流 I_E の値が 4.5 [mA] であるとき、ベース電流 I_B 及びコレクタ電流 I_C の最も近い値の組合せとして、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 150 とする。

- | | | |
|---|---------------|----------|
| | I_B | I_C |
| 1 | 30 [μ A] | 4.5 [mA] |
| 2 | 30 [μ A] | 4.0 [mA] |
| 3 | 18 [μ A] | 4.5 [mA] |
| 4 | 18 [μ A] | 4.0 [mA] |
| 5 | 12 [μ A] | 3.5 [mA] |



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 β 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) $A_o = \frac{V_o}{V_{iA}}$ 、 $\beta = \frac{V_f}{V_o}$ 、 $V_{iA} = V_i - V_f$ であるから $A = \frac{V_o}{V_i}$ は次式で表される。

$$A = 1 / \{ \frac{V_{iA}}{V_o} + (\text{□ A}) \} \cdots \cdots \text{①}$$

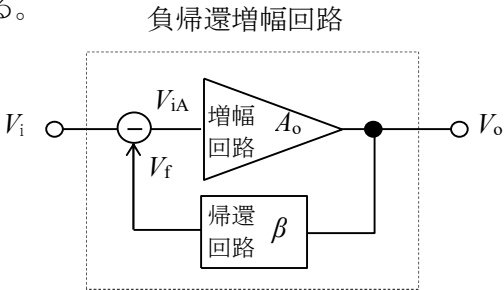
(2) したがって、式①を A_o と β で表すと、次式が得られる。

$$A = \text{□ B} \cdots \cdots \text{②}$$

(3) 式②において $A_o\beta \gg 1$ のとき、 A は次式で表される。

$$A = \text{□ C}$$

- | | | | |
|---|-------------------|----------------------------|---------------------|
| | A | B | C |
| 1 | $\frac{V_f}{V_o}$ | $\frac{A_o\beta}{1 + A_o}$ | $\frac{1}{\beta}$ |
| 2 | $\frac{V_f}{V_o}$ | $\frac{A_o\beta}{1 + A_o}$ | $\frac{1}{\beta^2}$ |
| 3 | $\frac{V_f}{V_o}$ | $\frac{A_o}{1 + A_o\beta}$ | $\frac{1}{\beta}$ |
| 4 | $\frac{V_o}{V_f}$ | $\frac{A_o\beta}{1 + A_o}$ | $\frac{1}{\beta^2}$ |
| 5 | $\frac{V_o}{V_f}$ | $\frac{A_o}{1 + A_o\beta}$ | $\frac{1}{\beta}$ |

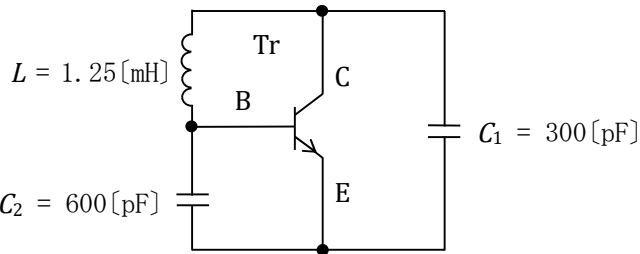


V_i ：負帰還増幅回路の入力電圧 [V]
 V_o ：負帰還増幅回路の出力電圧 [V]
 V_{iA} ：増幅回路の入力電圧 [V]
 V_f ：帰還回路の出力電圧 [V]

A-15 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の発振周波数 f_0 の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $\frac{5}{\pi}$ [MHz]
- 2 $\frac{4}{\pi}$ [MHz]
- 3 $\frac{3}{\pi}$ [MHz]
- 4 $\frac{2}{\pi}$ [MHz]
- 5 $\frac{1}{\pi}$ [MHz]

C : コレクタ
E : エミッタ
B : ベース
 C_1 、 C_2 : 静電容量
 L : 自己インダクタンス



A-16 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 | 「0」 | 「0」 | 「1」 |
| 2 | 「0」 | 「1」 | 「0」 |
| 3 | 「0」 | 「1」 | 「1」 |
| 4 | 「1」 | 「0」 | 「1」 |
| 5 | 「1」 | 「1」 | 「0」 |

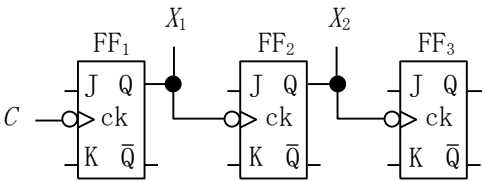


図 1

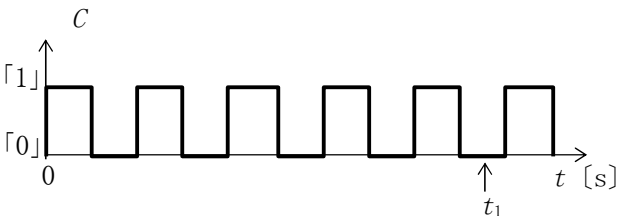
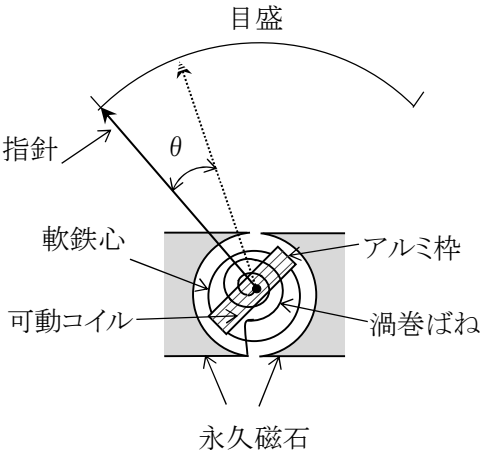


図 2

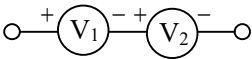
A-17 次の記述は、図に示す永久磁石可動コイル形計器の原理的な動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 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じる電磁力が指針の駆動トルクとなる。
- 2 渦巻ばねによる弾性力が、指針の制御トルクとなる。
- 3 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。
- 4 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、電流値に反比例する。
- 5 指針が静止するまでに生じ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。



A-18 図に示すように、二つの直流電圧計 V_1 及び V_2 を直列に接続したとき、指示値の和として測定できる電圧の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、表は V_1 及び V_2 の最大目盛値及び内部抵抗を示したものである。

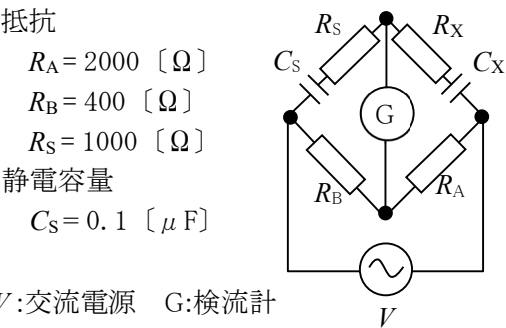
- 1 50 [V]
- 2 100 [V]
- 3 150 [V]
- 4 200 [V]
- 5 250 [V]



	最大目盛値	内部抵抗
V_1	100[V]	100[k Ω]
V_2	300[V]	150[k Ω]

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

	C_X	R_X
1	0.02 [μ F]	2500 [Ω]
2	0.02 [μ F]	5000 [Ω]
3	0.02 [μ F]	1600 [Ω]
4	0.01 [μ F]	1600 [Ω]
5	0.01 [μ F]	5000 [Ω]



A-20 次の記述は、測定方法の偏位法及び零位法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) 一般に零位法は偏位法よりも測定の操作が □ A □ である。
(2) 一般に零位法は偏位法よりも測定の精度が □ B □ 。
(3) アナログ式の回路計(テスタ)による抵抗値の測定は □ C □ である。

	A	B	C
1	複雑	高い	偏位法
2	複雑	高い	零位法
3	複雑	低い	零位法
4	簡単	高い	零位法
5	簡単	低い	偏位法

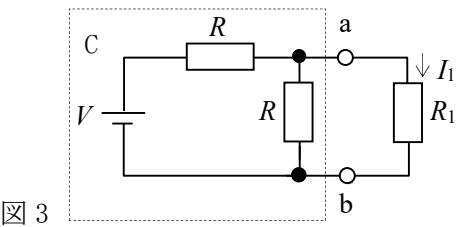
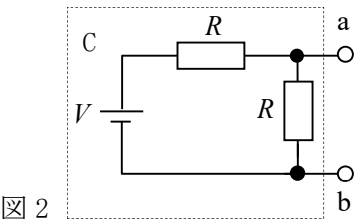
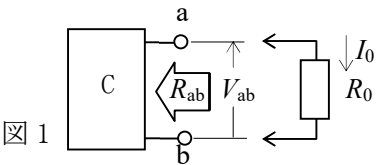
B-1 次の表は、電気磁気量の単位を他の SI 単位を用いて表したものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

電気磁気量	静電容量	電気抵抗	コンダクタンス	磁束密度	電力
単位	[F]	[Ω]	[S]	[T]	[W]
他の SI 単位表示	ア	イ	ウ	エ	オ

1	[C/V]	2	[V/A]	3	[W/A]	4	[Wb/m ²]	5	[Wb/A]
6	[N・m]	7	[Wb]	8	[A/V]	9	[C/m ²]	10	[J/s]

B-2 次の記述は、テブナンの定理を用いた回路の計算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) テブナンの定理では、図 1 に示すように回路網 C の端子 ab 間の電圧が V_{ab} [V] で、端子 ab 間から C を見た抵抗が R_{ab} [Ω] のとき、端子 ab に R_0 [Ω] の抵抗を接続すると、 R_0 に流れる電流 I_0 は、 $I_0 =$ □ ア □ [A] で表せる。
(2) 図 2 の回路において端子 ab から左側を見た回路網を C としたとき、直流電源電圧を V [V] とすると端子 ab 間の電圧 V_{ab} は、 $V_{ab} =$ □ イ □ [V] である。
(3) 図 2 の回路において端子 ab から C を見た抵抗 R_{ab} は、 V の両端を □ ウ □ して考えるので、 $R_{ab} =$ □ エ □ [Ω] である。
(4) したがって、図 3 のように図 2 の回路の端子 ab に抵抗 R_1 [Ω] を接続したとき、 R_1 に流れる電流 I_1 は、 V 、 R_1 、 R を用いて、 $I_1 =$ □ オ □ [A] で表せる。



R : 抵抗 [Ω]

1	$\frac{V_{ab}}{R_{ab} + R_0}$	2	$\frac{V}{2}$	3	短絡	4	$\frac{2R}{3}$	5	$\frac{V}{2R_1 + R}$
6	$\frac{R_{ab} V_{ab}}{R_{ab} + R_0}$	7	V	8	開放	9	$\frac{R}{2}$	10	$\frac{2V}{3R_1 + R}$

B-3 次の記述は、各種の半導体素子の一般的特徴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 サーミスタは、温度によって抵抗値が大きく変わる性質を利用し、温度測定回路に使用できる。
- イ トンネルダイオードは、PN 接合に逆方向電圧を加えたときの負性抵抗特性を利用し、発振回路に使用できる。
- ウ バリスタは、電圧によって抵抗値が大きく変わる性質を利用し、過電圧防止回路に使用できる。
- エ バラクタダイオードは、PN 接合に順方向電圧を加えたときの静電容量の変化を利用し、周波数通倍回路に使用できる。
- オ ホール素子は、半導体の薄い板面に直角に磁界を加え電流を流すと起電力が生じる現象を利用し、磁気検出回路に使用できる。

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。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、AOP は理想的な演算増幅器を示す。

- (1) 図 1 の回路の増幅度 $A_0 = \left| \frac{V_{o1}}{V_{i1}-V_{i2}} \right|$ は、□ ア □ である。
- (2) 図 1 の回路は、入力電流 I_i が □ イ □ 。
- (3) 図 2 の回路の増幅度 $A = \left| \frac{V_o}{V_i} \right|$ は、□ ウ □ である。
- (4) 図 2 の回路の V_o と V_i の位相差は、□ エ □ [rad] である。
- (5) 図 2 の回路は、□ オ □ 増幅回路と呼ばれる。

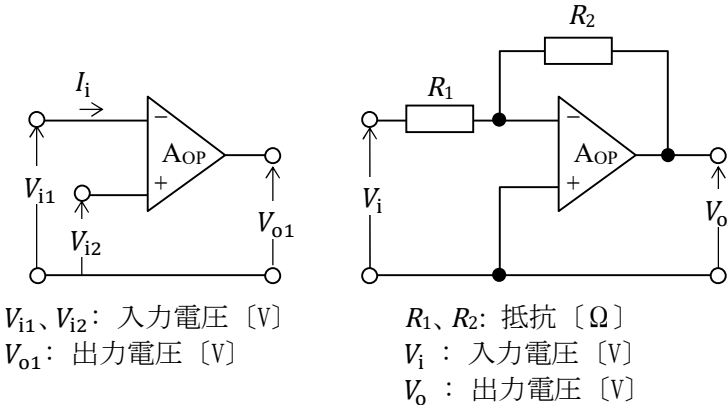
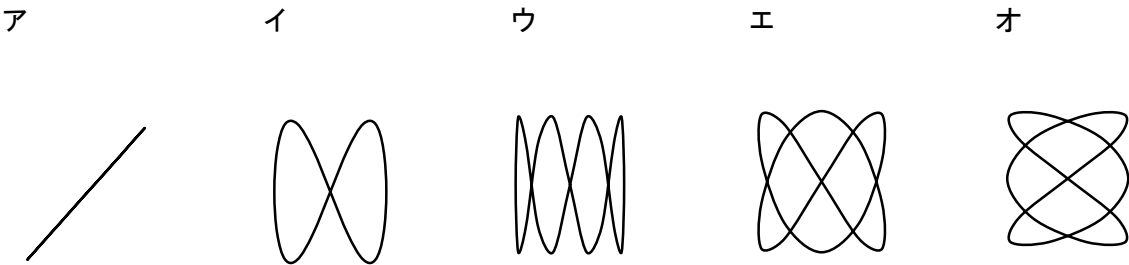


図 1
図 2

- | | | | | |
|------------|--------|-------------------------|-------------------|------------|
| 1 1 | 2 流れない | 3 $\frac{R_2}{R_1}$ | 4 $\frac{\pi}{2}$ | 5 非反転 (同相) |
| 6 ∞ | 7 流れる | 8 $1 - \frac{R_2}{R_1}$ | 9 π | 10 反転 (逆相) |

B-5 次に示すア、イ、ウ、エ及びオの図形は、図に示すオシロスコープの水平入力に周波数が f_x [Hz] の正弦波交流電圧 v_x [V] を、また垂直入力に周波数が f_y [Hz] の正弦波交流電圧 v_y [V] を同時に加えたときに観測されるリサージュ図形である。それぞれのリサージュ図形の $f_x:f_y$ の値として、正しいものを下の番号から選べ。



- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1 1 : 5 | 2 2 : 1 | 3 1 : 4 | 4 4 : 3 | 5 3 : 4 |
| 6 1 : 1 | 7 1 : 2 | 8 1 : 3 | 9 2 : 3 | 10 3 : 2 |

