

AK・XK 403

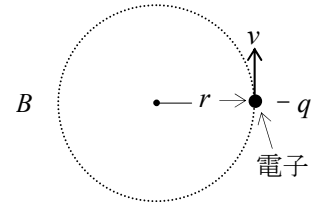
第一級総合無線通信士
第一級海上無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題

(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 を表す式として、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。

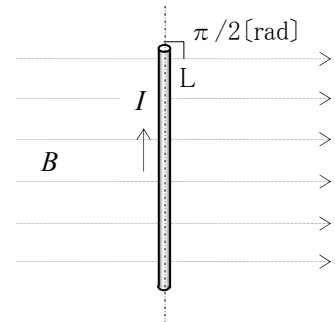
- 1 $r=q/(mvB)$ [m]
- 2 $r=vB/(mq)$ [m]
- 3 $r=mqB/v$ [m]
- 4 $r=mvB/q$ [m]
- 5 $r=mv/(qB)$ [m]



A-2 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 に生ず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。

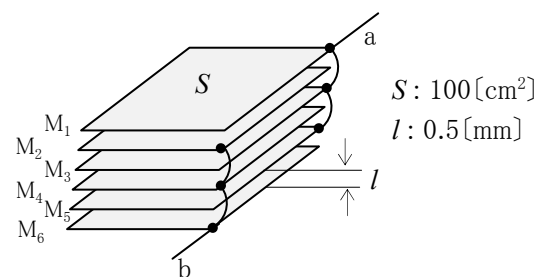
- (1) L に力が働く。この力を □ A □ という。
- (2) L の 1[m] 当りに受ける力の大きさ F は、□ B □ [N/m] である。
- (3) F と B と I の方向は、フレミングの □ C □ の法則で表される。

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



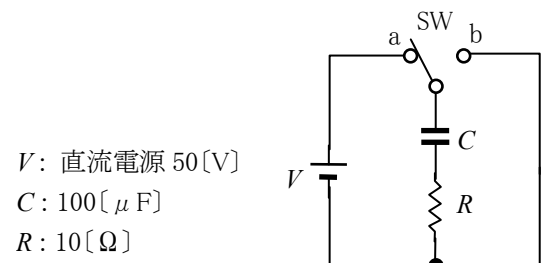
A-3 図に示すように、0.5[mm]の間隔で、ずれがないように6枚重ねた金属板 $M_1 \sim M_6$ の M_1 、 M_3 、 M_5 を接続して電極 a とし、 M_2 、 M_4 、 M_6 を接続して電極 b としたときの電極 ab 間の静電容量の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $M_1 \sim M_6$ の面積 S をそれぞれ 100[cm²]、電極間の空気の誘電率 ϵ を 8.9×10^{-12} [F/m] とする。また、電束の漏れはないものとする。

- 1 890[pF]
- 2 445[pF]
- 3 223[pF]
- 4 178[pF]
- 5 124[pF]



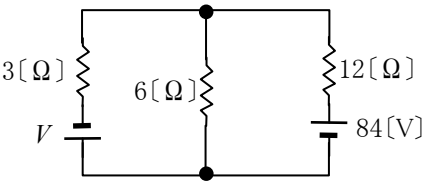
A-4 図に示す静電容量 C と抵抗 R の回路において、スイッチ SW を a に接続して定常状態になった後 b に切り替えた。b に切り替えてから十分に時間が経過するまでの間に抵抗 R で消費される全エネルギーの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.082[J]
- 2 0.125[J]
- 3 0.285[J]
- 4 0.484[J]
- 5 0.652[J]



A-5 図に示す直流回路において、 $6[\Omega]$ の抵抗に電流が流れないときの直流電源電圧 V の値として、正しいものを下の番号から選べ。

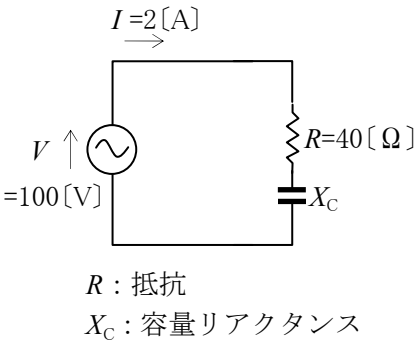
- 1 12[V]
- 2 18[V]
- 3 21[V]
- 4 42[V]
- 5 84[V]



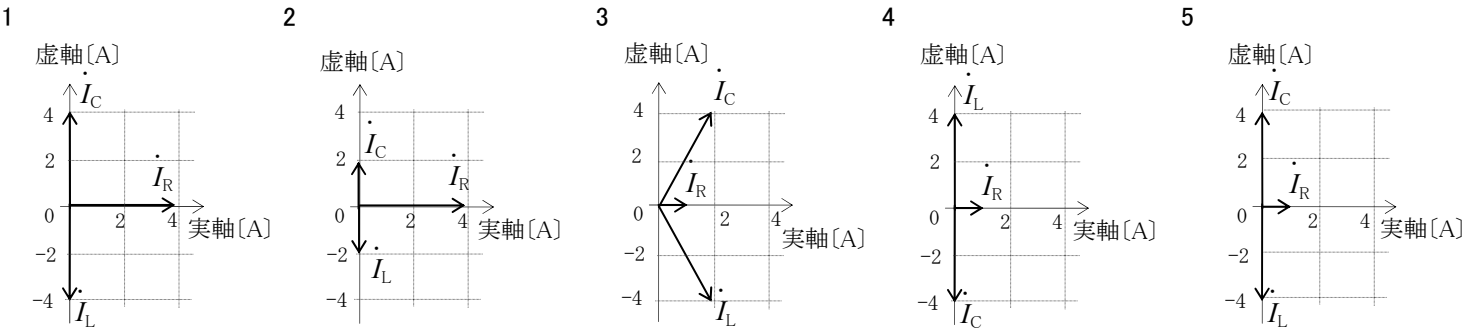
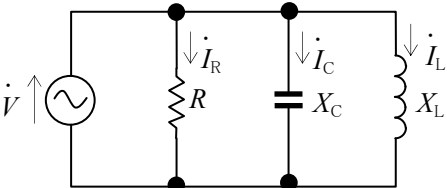
A-6 次の記述は、図に示す回路の各種電力と力率について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 V を 100[V]、回路に流れる電流 I を 2[A] とする。

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

	A	B	C
1	200	120	60
2	200	160	80
3	200	120	80
4	240	160	80
5	240	120	60

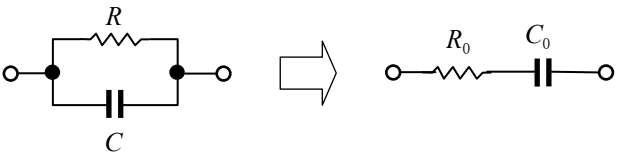


A-7 図に示す回路において、抵抗 $R[\Omega]$ 、誘導リアクタンス $X_L[\Omega]$ 及び容量リアクタンス $X_C[\Omega]$ に流れる電流をそれぞれ $\dot{I}_R$ 、 $\dot{I}_L$ 及び $\dot{I}_C$ [A] としたとき、 $\dot{I}_R$ 、 $\dot{I}_L$ 及び $\dot{I}_C$ の関係を表すベクトル図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、回路は共振状態にあり、電源電圧 $\dot{V}$ を $\dot{V}=100$ [V]、 $X_L=X_C=25$ [Ω]、 $R=100$ [Ω] とする。



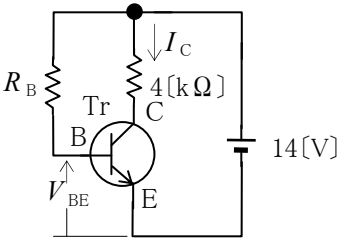
A-8 図に示すように、抵抗 $R[\Omega]$ 及び静電容量 C [F] の並列回路を、インピーダンスの等しい抵抗 $R_0[\Omega]$ 及び静電容量 C_0 [F] の直列回路に変換したとき、 R_0 及び C_0 を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を ω [rad/s] とする。

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 $R_0=R/[1+(\omega CR)^2][\Omega]$ | $C_0=\{1+(\omega CR)^2\}/(\omega^2 CR^2)$ [F] |
| 2 $R_0=R/[1+(\omega CR)^2][\Omega]$ | $C_0=\{1+(\omega CR)^2\}/(\omega CR^2)$ [F] |
| 3 $R_0=R/[1+(\omega CR)^2][\Omega]$ | $C_0=(\omega^2 CR^2)/\{1+(\omega CR)^2\}$ [F] |
| 4 $R_0=\{1+(\omega CR)^2\}/R[\Omega]$ | $C_0=\{1+(\omega CR)^2\}/(\omega^2 CR^2)$ [F] |
| 5 $R_0=\{1+(\omega CR)^2\}/R[\Omega]$ | $C_0=(\omega^2 CR^2)/\{1+(\omega CR)^2\}$ [F] |



A-9 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 を 2[mA] にするとき、ベース(B)に接続された抵抗 R_B の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 100、ベース(B)-エミッタ(E)間電圧 V_{BE} を 0.6[V] とする。

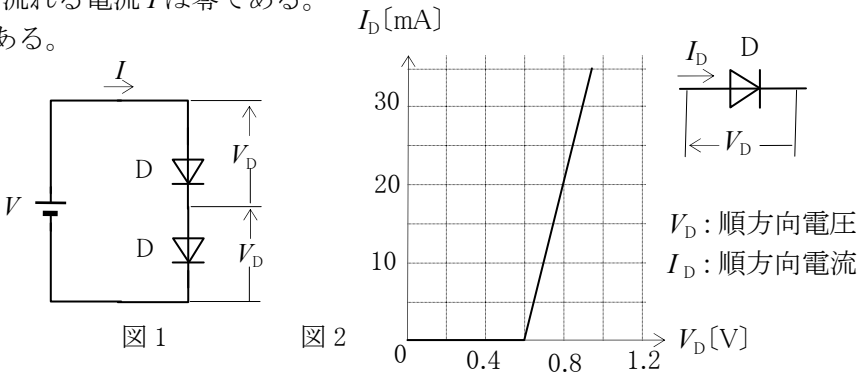
- 1 240[kΩ]
- 2 320[kΩ]
- 3 480[kΩ]
- 4 670[kΩ]
- 5 840[kΩ]



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。

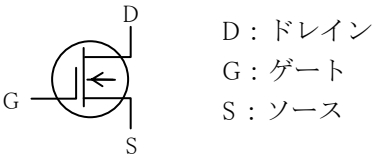
	A	B	C
1	$V/2$	1.2	10
2	$V/2$	0.6	20
3	$V/2$	1.2	20
4	V	0.6	20
5	V	1.2	10



A -11 次の記述は、図に示す図記号の MOS 形 FET 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。

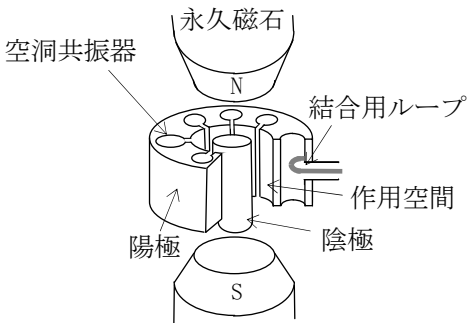
- (1) デプレッション形で、チャネルは □ A □ 形である。
(2) DS 間には、一般に □ B □ の電圧を加えて用いる。
(3) (2) の電圧を加えて、GS 間電圧を零にしたとき、D に電流は □ C □ 。

	A	B	C
1	N	D に「正(+)」、S に「負(-)」	流れない
2	N	D に「負(-)」、S に「正(+)」	流れる
3	N	D に「正(+)」、S に「負(-)」	流れる
4	P	D に「負(-)」、S に「正(+)」	流れる
5	P	D に「正(+)」、S に「負(-)」	流れない



A -12 次の記述は、図に示す原理的な構造のマグネトロン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。

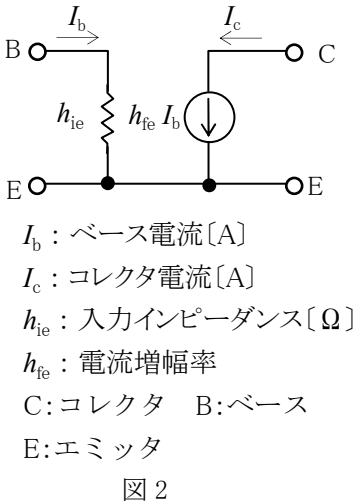
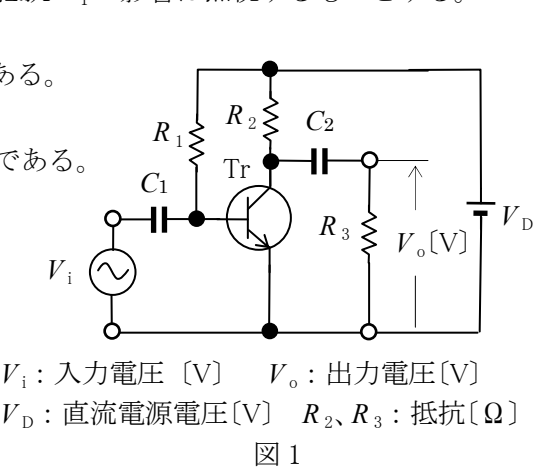
- 1 電極の数による分類では、二極管である。
2 陽極-陰極間には強い交流電界を加える。
3 発振周波数を決める主要要素は、空洞共振器である。
4 作用空間では、電界と磁界が直交している。
5 レーダーや電子レンジなどの発振用として用いられている。



A -13 次の記述は、図 1 に示す、トランジスタ(Tr)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、バイアスは A 級増幅をする最適な値に設定されているものとし、Tr の等価回路は図 2 で表されるものとする。また、静電容量 C_1 、 C_2 及び抵抗 R_1 の影響は無視するものとする。

- (1) 回路の入力抵抗 R_i は、 $R_i =$ □ A □ [Ω] である。
(2) 交流負荷 R_L は、 $R_L =$ □ B □ [Ω] である。
(3) 電圧増幅度の大きさ A_v は、 $A_v =$ □ C □ である。

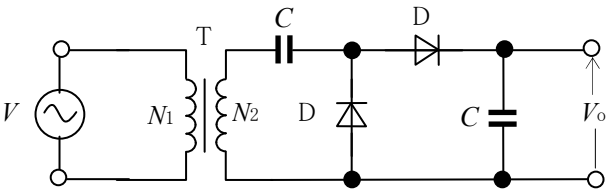
	A	B	C
1	$h_{fe} h_{ie}$	$R_2 R_3 / (R_2 + R_3)$	$h_{ie} R_L / h_{ie}$
2	$h_{fe} h_{ie}$	$R_2 + R_3$	$h_{fe} h_{ie} / R_L$
3	$h_{fe} h_{ie}$	$R_2 R_3 / (R_2 + R_3)$	$h_{ie} h_{ie} / R_L$
4	h_{ie}	$R_2 + R_3$	$h_{fe} h_{ie} / R_L$
5	h_{ie}	$R_2 R_3 / (R_2 + R_3)$	$h_{ie} R_L / h_{ie}$



A -14 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、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源 V の電圧は、 $100[\text{V}]$ (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 $C[\text{F}]$ は十分大きい値とする。

- 1 $10\sqrt{2}[\text{V}]$
- 2 $20\sqrt{2}[\text{V}]$
- 3 $30\sqrt{2}[\text{V}]$
- 4 $40\sqrt{2}[\text{V}]$
- 5 $50\sqrt{2}[\text{V}]$

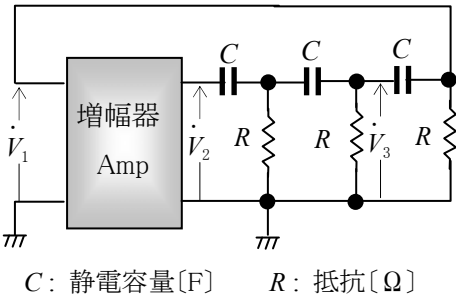
N_1 : T の一次側巻数 250
 N_2 : T の二次側巻数 50



A -15 次の記述は、図に示す移相形 RC 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。

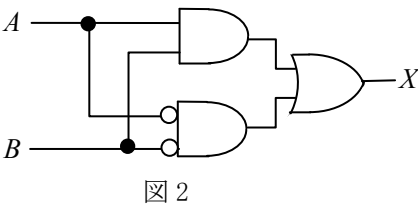
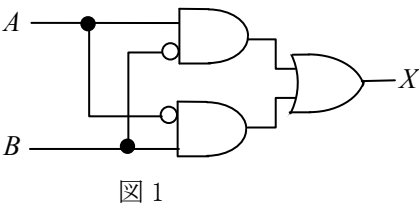
- (1) 増幅器(Amp)の入力電圧 $\dot{V}_1$ と出力電圧 $\dot{V}_2$ の位相差は、□ A □ [rad] である。
- (2) 電圧 $\dot{V}_3$ は電圧 $\dot{V}_2$ よりも位相が □ B □ いる。
- (3) $R \times C$ の値を大きくすると、発振周波数は □ C □ なる。

- | | | | |
|---|---------|-----|----|
| | A | B | C |
| 1 | π | 遅れて | 高く |
| 2 | π | 進んで | 低く |
| 3 | π | 遅れて | 低く |
| 4 | $\pi/2$ | 進んで | 低く |
| 5 | $\pi/2$ | 遅れて | 高く |



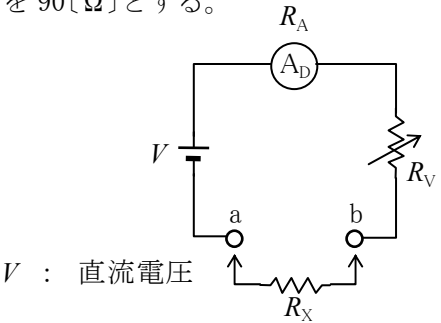
A -16 図 1 及び図 2 に示す論理回路の論理式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A 及び B を入力、 X を出力とする。

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



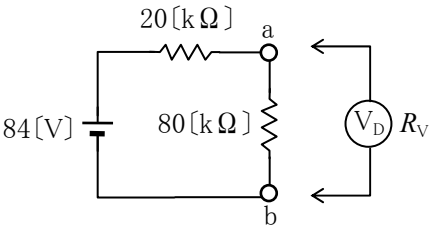
A -17 図に示す回路において、端子 ab 間を短絡したとき、可変抵抗 R_V が $5,910[\Omega]$ で永久磁石可動コイル形直流電流計 A_D が最大目盛値 $I_m[\text{A}]$ を指示し、次に R_V を $5,910[\Omega]$ そのままとし、端子 ab 間に未知抵抗 R_X を接続したとき、 A_D が $I_m/4[\text{A}]$ を指示した。このとき R_X の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A_D の内部抵抗 R_A を $90[\Omega]$ とする。

- 1 $18[\text{k}\Omega]$
- 2 $15[\text{k}\Omega]$
- 3 $12[\text{k}\Omega]$
- 4 $10[\text{k}\Omega]$
- 5 $8[\text{k}\Omega]$



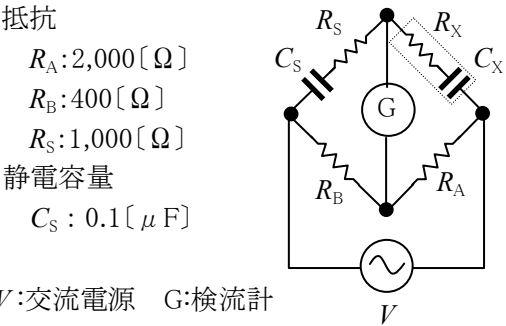
A -18 図に示す回路において、端子 ab 間の電圧を内部抵抗 R_V が $320[\text{k}\Omega]$ の直流電圧計 V_D で測定したときの誤差の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、誤差は、 V_D の内部抵抗によってのみ生ずるものとし、また、直流電源の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 $1.6[\text{V}]$
- 2 $2.6[\text{V}]$
- 3 $3.2[\text{V}]$
- 4 $4.2[\text{V}]$
- 5 $4.8[\text{V}]$



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	0.32[μF]	1[kΩ]
2	0.24[μF]	2[kΩ]
3	0.12[μF]	3[kΩ]
4	0.05[μF]	4[kΩ]
5	0.02[μF]	5[kΩ]



A-20 次の記述は、整流形計器(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。
 なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

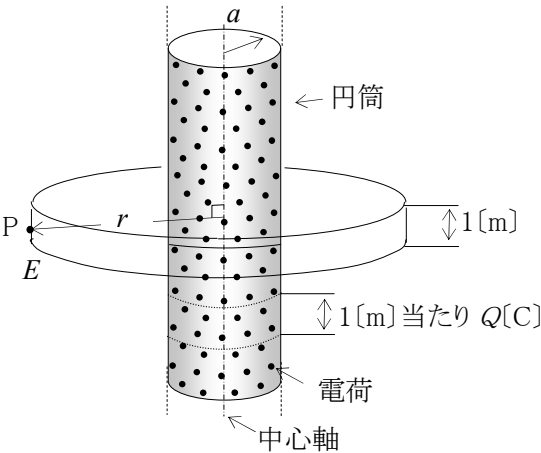
- (1) 整流形計器は、□ A □ 計器に整流器を付けて交流を測定できるようにしたものである。
- (2) □ A □ 計器は入力電流の □ B □ を指示するが、整流形計器は、一般に、正弦波交流の □ C □ が読み取れるように目盛りされている。

A	B	C
1 可動鉄片形	最大値	平均値
2 可動鉄片形	平均値	実効値
3 永久磁石可動コイル形	最大値	実効値
4 永久磁石可動コイル形	平均値	実効値
5 永久磁石可動コイル形	最大値	平均値

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
 一様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。

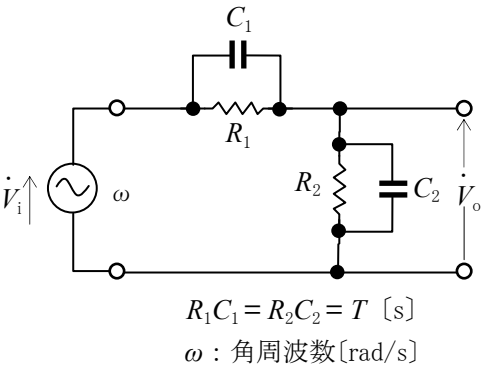
- (1) 円筒から出る電気力線は、電荷分布の対称性から、方向は円筒の表
 面に対して □ ア □ であり、均等に出ている。
- (2) 中心軸から半径 r [m] で長さが 1[m] の円筒の表面を閉曲面とみなし
 て □ イ □ の定理をあてはめると、 $2\pi rE =$ □ ウ □ が成り立つ。
- (3) したがって、 E は $E =$ □ エ □ [V/m] で表される。
- (4) また、円筒の内側では、電界の強さは □ オ □ である。

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



B-2 次の記述は、図に示す回路の入力電圧 $\dot{V}_i$ [V] と出力電圧 $\dot{V}_o$ [V] の関係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、抵抗 R_1 、 R_2 [Ω] と静電容量 C_1 、 C_2 [F] との間には、 $R_1C_1 = R_2C_2 = T$ [s] の関係があるものとする。
 なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) C_1 と R_1 の並列合成インピーダンス $\dot{Z}_1$ 及び C_2 と R_2 の並列合成インピーダンス $\dot{Z}_2$ は、それぞれ次式で表される。
- $\dot{Z}_1 = R_1 / (\text{□ ア □}) [\Omega]$ ①
- $\dot{Z}_2 = R_2 / (\text{□ ア □}) [\Omega]$ ②
- (2) $\dot{V}_i / \dot{V}_o$ を $\dot{Z}_1$ 及び $\dot{Z}_2$ で表すと、次式で表される。
- $\dot{V}_i / \dot{V}_o = \text{□ イ □} + \dot{Z}_1 / \dot{Z}_2$ ③
- (3) 式①及び②を用いて式③を整理すると、次式が得られる。
- $\dot{V}_i / \dot{V}_o = \text{□ イ □} + \text{□ ウ □}$
- (4) したがって、 $\dot{V}_i / \dot{V}_o$ は、 ω に □ エ □ 。
- (5) また、 $\dot{V}_i$ と $\dot{V}_o$ の位相差は、□ オ □ [rad] である。



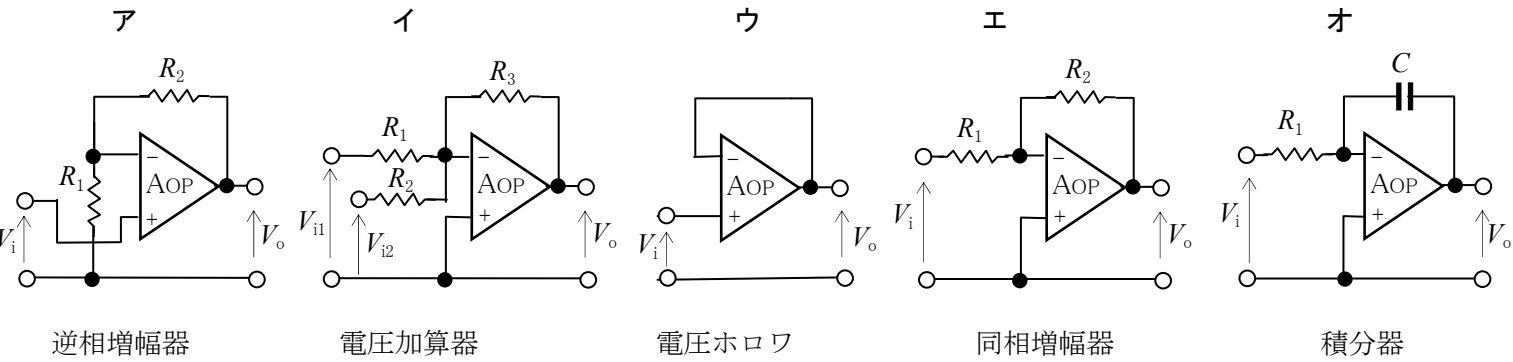
1 0	2 1	3 R_2/R_1	4 $1-j\omega T$	5 反比例する
6 $\pi/2$	7 $1/2$	8 R_1/R_2	9 $1+j\omega T$	10 無関係である

B-3 次の記述は、各種半導体素子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) 光起電力効果を利用し、光センサとして利用するダイオードは、□アである。
- (2) ダイオードに □イ 電流を流したとき発光する性質を利用し、表示素子として利用するのは、発光ダイオードである。
- (3) ホール効果を利用し、□ウ センサとして利用する素子は、ホール素子である。
- (4) 温度によって抵抗値が大きく変わる性質を利用し、温度センサとして利用する素子は、□エ である。
- (5) 電圧によって抵抗値が大きく変わる性質を利用し、過電圧防止素子などとして利用する素子は、□オ である。

- 1 発光ダイオード
- 2 磁気
- 3 逆方向
- 4 サーミスタ
- 5 バリスタ
- 6 ホトダイオード
- 7 静電気
- 8 順方向
- 9 サイリスタ
- 10 バラクタダイオード

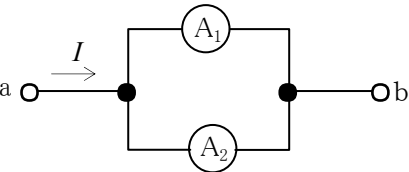
B-4 次の図は、演算増幅器 AOP を用いた回路の名称とその構成例を示したものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。ただし、 V_i 、 V_{i1} 、 V_{i2} は入力電圧、 V_o は出力電圧、 R_1 、 R_2 、 R_3 は抵抗、 C は静電容量を示す。



B-5 次の記述は、表に示す二つの直流電流計 A_1 及び A_2 による電流の測定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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) A_1 が最大目盛値を指示するとき A_1 の両端の電圧は、□ア である。
- (2) A_2 が最大目盛値を指示するとき A_2 の両端の電圧は、□イ である。
- (3) よって、図に示すように、 A_1 と A_2 を並列に接続して端子 ab 間に流れる電流 I を増加させたとき、先に □ウ が最大目盛値を指示する。
- (4) □ウ が最大目盛値を指示しているとき、他方の電流計は、□エ を指示する。
- (5) したがって、 A_1 と A_2 の指示値の和の値として測定できる I の最大値は、□オ である。

直流電流計	A_1	A_2
最大目盛値	30[mA]	10[mA]
内部抵抗	1[Ω]	4[Ω]



- 1 20[mV]
- 2 30[mV]
- 3 40[mV]
- 4 50[mV]
- 5 A_2
- 6 7.5[mA]
- 7 10[mA]
- 8 40[mA]
- 9 37.5[mA]
- 10 A_1