

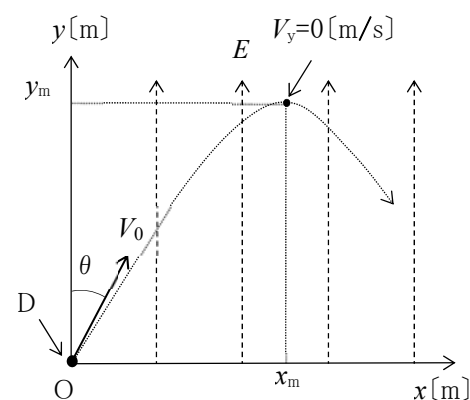
FK501

第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

A-1 次の記述は、電界の強さが E [V/m] の均一な電界中の電子 D の運動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、図に示すように、D は、電界の方向との角度 θ が $\pi/6$ [rad]、初速度が V_0 [m/s] で原点 O から電界中に放出されるものとし、D はこの電界からのみ力を受けるものとする。また、D の電荷の大きさ及び質量を e [C] 及び m [kg] とし、D が O から放出されてからの時間を t [s] とする。

- (1) D は、 x 方向には力を受けないので、 x 方向の速さは、 $V_x = \frac{V_0}{2}$ [m/s] の等速度である。
- (2) D は、 y 方向には減速する力を受けるので、 y 方向の速さは、 $V_y = \frac{\sqrt{3} V_0}{2} - \square A t$ [m/s] に従って変化する。
- (3) $V_y = 0$ [m/s] のとき y が最大となり、その値 y_m は、 $y_m = \square B$ [m] である。
- (4) また、そのときの x を x_m とすると、その値 x_m は、 $x_m = \square C$ [m] である。

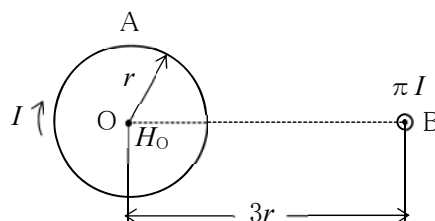


x : E と直角方向の距離 [m]
 y : E と同一方向の距離 [m]
 θ : E と V_0 との角度 [rad]

	A	B	C
1	$\frac{eE}{m}$	$\frac{3mV_0^2}{8eE}$	$\frac{\sqrt{3} mV_0^2}{4eE}$
2	meE	$\frac{3mV_0^2}{8eE}$	$\frac{\sqrt{3} mV_0^2}{4eE}$
3	meE	$\frac{3mV_0^2}{4eE}$	$\frac{mV_0^2}{4eE}$
4	$\frac{eE}{m}$	$\frac{3mV_0^2}{4eE}$	$\frac{mV_0^2}{4eE}$
5	$\frac{eE}{m}$	$\frac{3mV_0^2}{8eE}$	$\frac{mV_0^2}{4eE}$

A-2 図に示すように、 I [A] の直流電流が流れている半径 r [m] の円形コイル A の中心 O から $3r$ [m] 離れて πI [A] の直流電流が流れている無限長の直線導線 B があるとき、O における磁界の強さ H_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、A の面は紙面上にあり、B は紙面に直角に置かれているものとする。

- 1 $H_0 = \frac{I}{\sqrt{2} r}$ [A/m]
- 2 $H_0 = \frac{\sqrt{10} I}{6r}$ [A/m]
- 3 $H_0 = \frac{\sqrt{5} I}{6r}$ [A/m]
- 4 $H_0 = \frac{2I}{r}$ [A/m]
- 5 $H_0 = \frac{\sqrt{2} I}{r}$ [A/m]



B に流れる電流の方向は、紙面の裏から表の方向とする。

A-3 図1に示す厚さ $2d$ [m] の平行平板空気コンデンサの空気層が、電圧 V を昇圧中に 200 [V] で破壊された。次に、図2に示すように、同じコンデンサの極板の間に厚さが d [m] で面積が平行平板の面積に等しく比誘電率 ϵ_r の値が 5 の誘電体を挿入し、 V を昇圧中にコンデンサの空気層が破壊された。このときの V の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、空気の比誘電率を 1 とする。

- 1 80 [V]
- 2 100 [V]
- 3 120 [V]
- 4 160 [V]
- 5 200 [V]

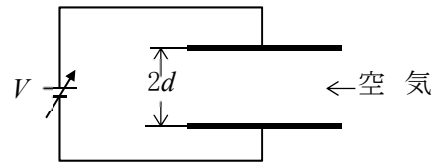


図1

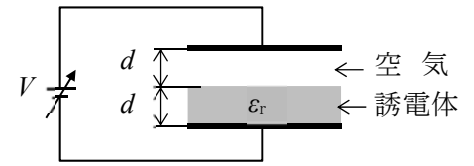


図2

A-4 図1に示すように、磁石 M の磁極(NS)間におかれた金属円板 P を軸 O を中心に一定の速さで回転させたとき、磁極付近の P に流れる電流 i の様子を示した図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、図は、図1を上から見た図とし、矢印は i の方向とする。

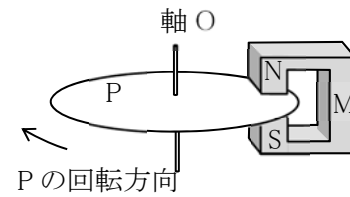
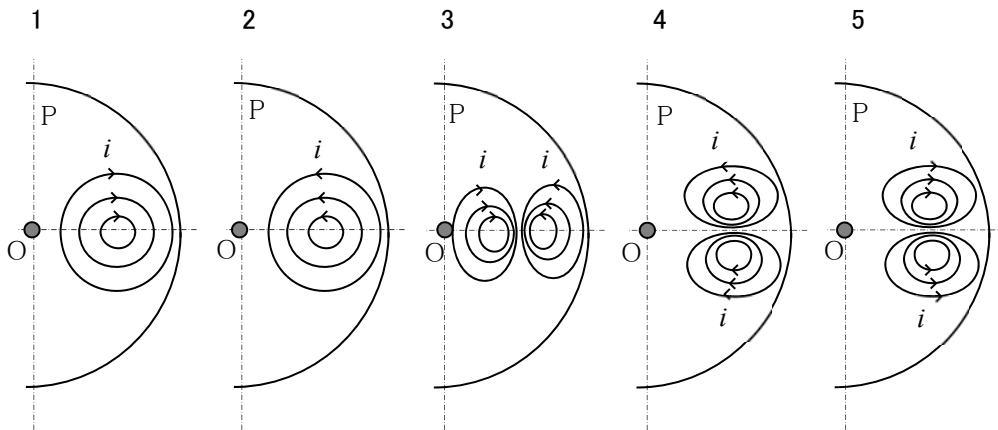
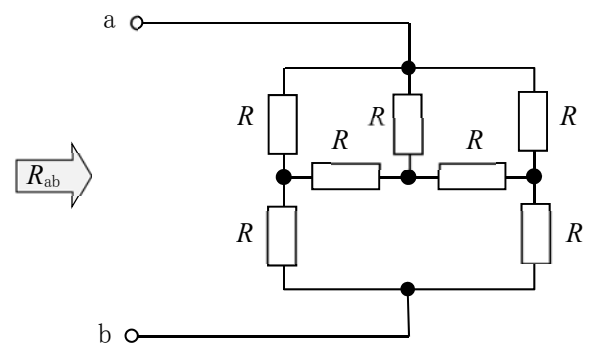


図1

A-5 図に示すように R [Ω] の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} を表す値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 $R=8$ [Ω] とする。

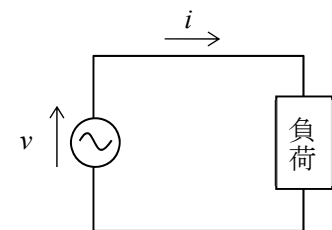
- 1 7 [Ω]
- 2 8 [Ω]
- 3 10 [Ω]
- 4 12 [Ω]
- 5 16 [Ω]



A-6 図に示す回路において、電圧及び電流の瞬時値 v 及び i がそれぞれ次式で表されるとき、 v と i の間の位相差 θ 及び回路の有効電力(消費電力) P 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、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とする。

$$v = 100 \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{6} \right) \text{ [V]}$$

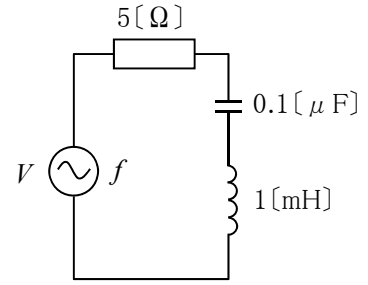
$$i = 5 \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ [A]}$$



- | | θ | P |
|---|-----------------------|-------------------|
| 1 | $\frac{\pi}{3}$ [rad] | 500 [W] |
| 2 | $\frac{\pi}{3}$ [rad] | 125 [W] |
| 3 | $\frac{\pi}{3}$ [rad] | $125\sqrt{3}$ [W] |
| 4 | $\frac{\pi}{6}$ [rad] | 500 [W] |
| 5 | $\frac{\pi}{6}$ [rad] | $125\sqrt{3}$ [W] |

A-7 次の記述は、図に示す直列共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、コイル及びコンデンサには損失は無いものとする。

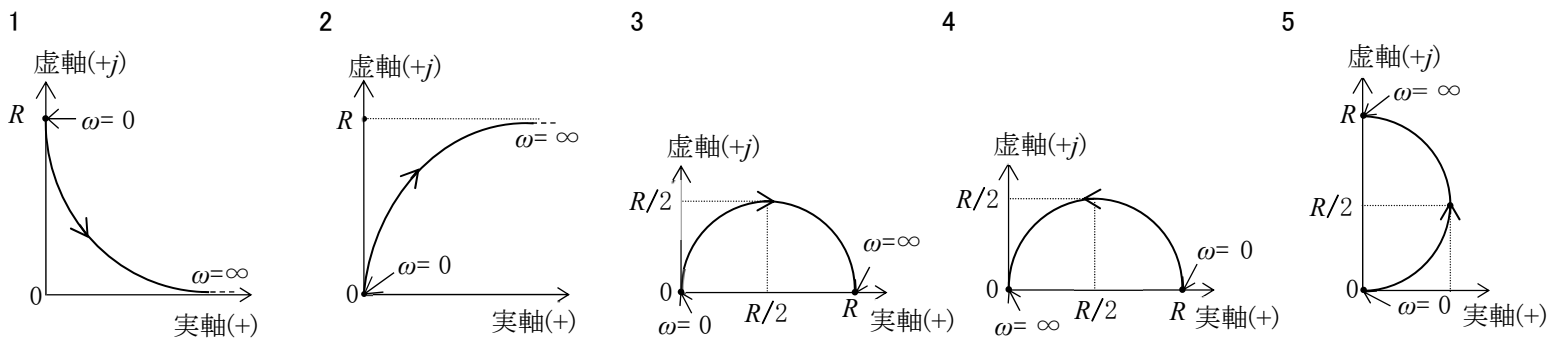
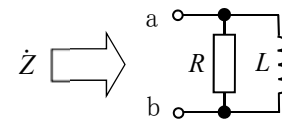
- (1) 共振周波数 f_r は、 $f_r = \square A \times 10^3$ [Hz] である。
 (2) 尖鋭度 Q は、 $Q = \square B$ である。
 (3) 共振曲線の半値幅 B の値は、 $\square C \times 10^3$ [Hz] である。



V : 交流電圧 [V]
 f : 周波数 [Hz]

	A	B	C
1	$\frac{25}{\pi}$	40	$\frac{5}{4\pi}$
2	$\frac{25}{\pi}$	40	$\frac{5}{2\pi}$
3	$\frac{25}{\pi}$	20	$\frac{5}{2\pi}$
4	$\frac{50}{\pi}$	40	$\frac{5}{4\pi}$
5	$\frac{50}{\pi}$	20	$\frac{5}{2\pi}$

A-8 図に示す抵抗 R [Ω] 及び自己インダクタンス L [H] の並列回路において、角周波数 ω [rad/s] を零(0)から無限大(∞)まで変化させたとき、端子 ab 間のインピーダンス Z [Ω] のベクトル軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。



A-9 次の記述は、可変容量ダイオード D_c 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) 可変容量ダイオードの図記号は、図1の □ A □ である。
 (2) 図2に示すように、 D_c に加える逆方向電圧の大きさ V [V] を大きくしていくと、PN接合の空乏層が □ B □ なる。
 (3) 空乏層が □ B □ になると、 D_c の電極間の静電容量 C_d [F] は □ C □ なる。

	A	B	C
1	I	厚く	大きく
2	I	厚く	小さく
3	II	薄く	小さく
4	II	薄く	大きく
5	II	厚く	小さく

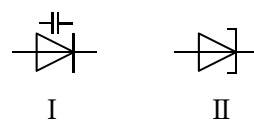


図1

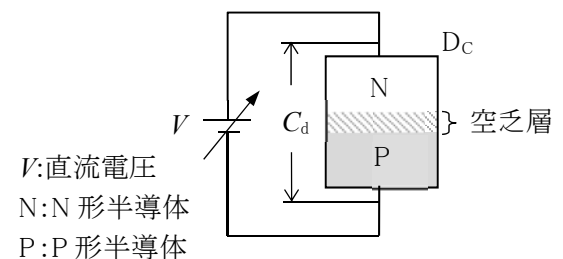
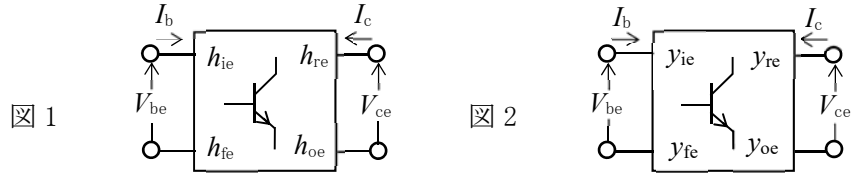


図2

A-10 次の表は、図1に示すトランジスタの h 定数を、図2に示す y 定数に変換したものである。□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、トランジスタはエミッタ接地で用い、ベース電流、コレクタ電流、ベースエミッタ間電圧及びコレクタエミッタ間電圧をそれぞれ I_b [A]、 I_c [A]、 V_{be} [V] 及び V_{ce} [V] とする。また、 h 定数の入力インピーダンス、電圧帰還率、電流増幅率及び出力アドミタンスをそれぞれ h_{ie} [Ω]、 h_{re} 、 h_{fe} 及び h_{oe} [S] とする。

	A	B	C
1	$-\frac{h_{fe}}{h_{ie}}$	$h_{oe} + \frac{1}{h_{ie}}$	$h_{oe} - \frac{h_{re}}{h_{ie}}$
2	$-\frac{h_{re}}{h_{ie}}$	$h_{oe} + \frac{1}{h_{ie}}$	$h_{oe} - \frac{h_{re}}{h_{ie}}$
3	$-\frac{h_{fe}}{h_{ie}}$	$\frac{h_{fe}}{h_{ie}}$	$h_{oe} - \frac{h_{re}}{h_{ie}}$
4	$-\frac{h_{re}}{h_{ie}}$	$\frac{h_{fe}}{h_{ie}}$	$h_{oe} - \frac{h_{re} h_{fe}}{h_{ie}}$
5	$-\frac{h_{fe}}{h_{ie}}$	$\frac{h_{fe}}{h_{ie}}$	$h_{oe} - \frac{h_{re} h_{fe}}{h_{ie}}$

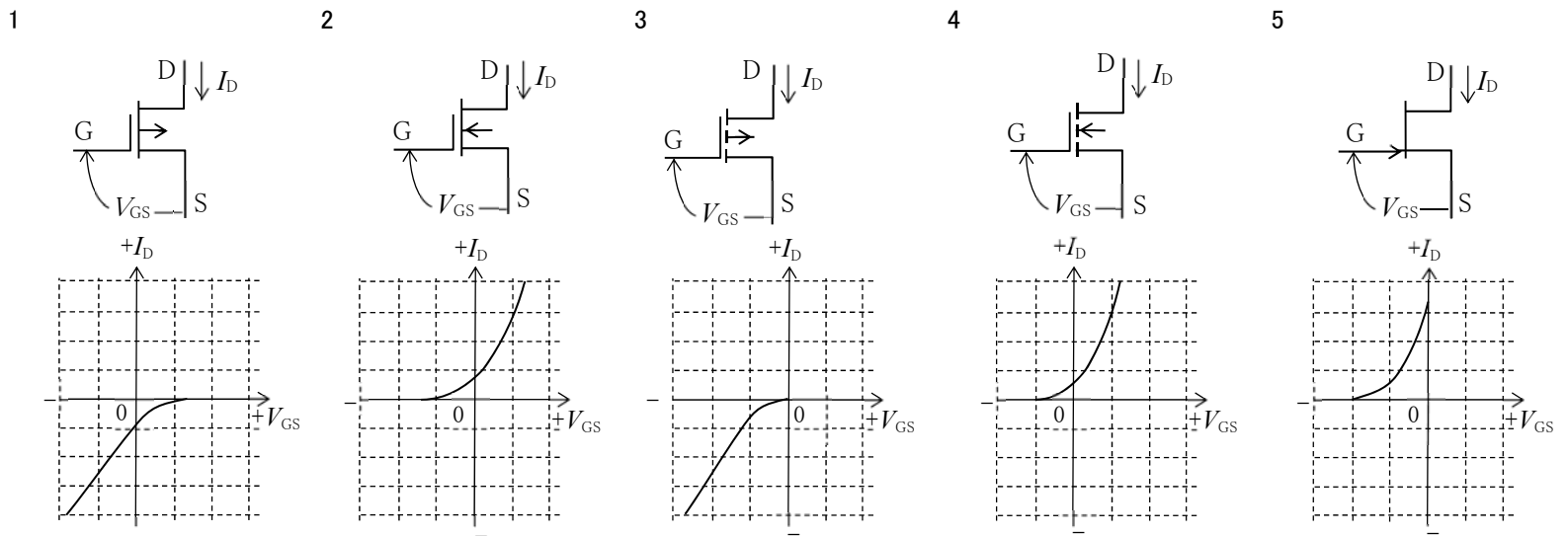


h 定数の関係式 $V_{be} = h_{ie} I_b + h_{re} V_{ce}$ [V]
 $I_c = h_{fe} I_b + h_{oe} V_{ce}$ [A]

y 定数の関係式 $I_b = y_{ie} V_{be} + y_{re} V_{ce}$ [A]
 $I_c = y_{fe} V_{be} + y_{oe} V_{ce}$ [A]

y 定数の記号	y_{ie} [S]	y_{re} [S]	y_{fe} [S]	y_{oe} [S]
名称	入力アドミタンス	帰還アドミタンス	伝達アドミタンス	出力アドミタンス
h 定数による式	$\frac{1}{h_{ie}}$	□ A □	□ B □	□ C □

A-11 次の図は、電界効果トランジスタ(FET)の図記号と伝達特性の概略図の組合せを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、伝達特性は、ゲート(G)-ソース(S)間電圧 V_{GS} [V] とドレイン(D)電流 I_D [A] 間の特性である。また、 V_{GS} 及び I_D は図の矢印で示した方向を正(+)とする。



A-12 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- バリスタは、電圧の変化に対して □ A □ が変化する素子である。
- サーミスタは、温度の変化に対して □ B □ が変化する素子である。
- ホール素子は、磁界の強さの変化に対して □ C □ が変化する素子である。

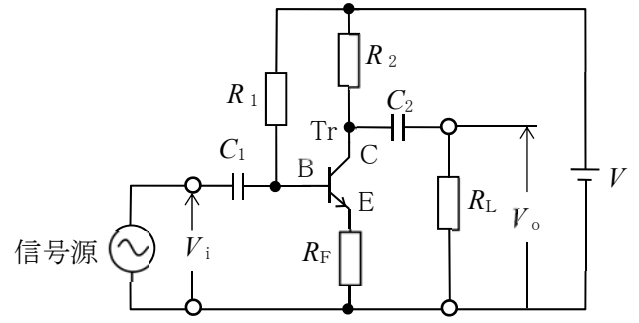
	A	B	C
1	電気抵抗	電気抵抗	起電力
2	静電容量	磁気抵抗	起電力
3	静電容量	電気抵抗	起電力
4	静電容量	磁気抵抗	起磁力
5	電気抵抗	電気抵抗	起磁力

A - 13 図に示すトランジスタ(Tr)増幅回路の電圧増幅度 $A = V_o/V_i$ の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 h 定数のうち入力インピーダンス h_{ie} を $3 \text{ [k}\Omega\text{]}$ 、電流増幅率 h_{fe} を 300 とする。また、入力電圧 $V_i \text{ [V]}$ の信号源の内部抵抗を零とし、静電容量 C_1 、 C_2 、 h 定数の h_{re} 、 h_{oe} 及び抵抗 R_1 の影響は無視するものとする。

- 1 108
- 2 90
- 3 72
- 4 36
- 5 18

C : コレクタ
 E : エミッタ
 B : ベース
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 V : 直流電源 [V]

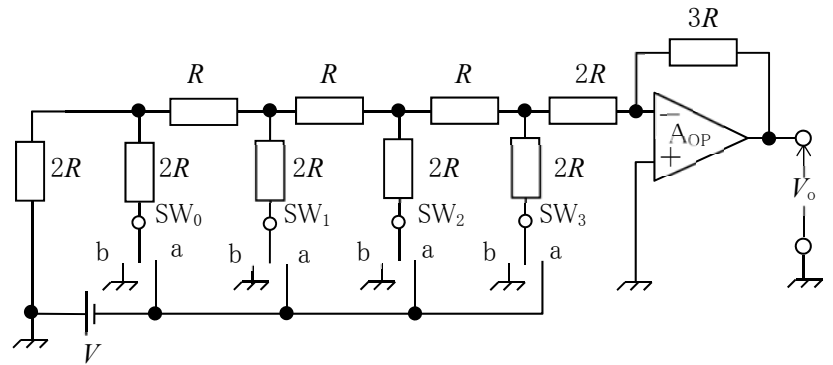
抵抗
 $R_2 = 4 \text{ [k}\Omega\text{]}$
 $R_L = 4 \text{ [k}\Omega\text{]}$
 $R_F = 100 \text{ [}\Omega\text{]}$



A - 14 図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いた原理的なラダー(梯子)形 D-A 変換回路において、スイッチ SW_2 を a 側にし、他のスイッチ SW_0 、 SW_1 及び SW_3 を b 側にしたときの出力電圧 V_o の大きさとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $\frac{V}{2}$ [V]
- 2 $\frac{V}{4}$ [V]
- 3 $\frac{V}{8}$ [V]
- 4 $\frac{V}{16}$ [V]
- 5 $\frac{V}{32}$ [V]

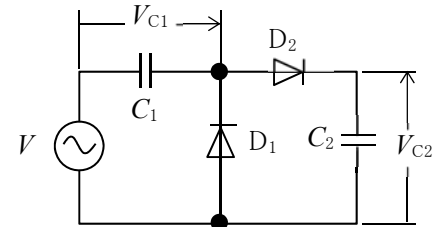
V : 直流電圧 [V]
 R : 抵抗 [Ω]



A - 15 図に示す整流回路において、静電容量 C_1 の電圧 V_{C1} 及び C_2 の電圧 V_{C2} 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、電源電圧 V は、実効値 100 [V] の正弦波交流電圧とし、ダイオード D_1 、 D_2 は理想的な特性を持つものとする。

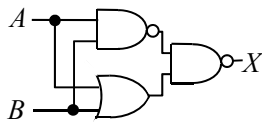
- | V_{C1} | V_{C2} |
|-----------|----------|
| 1 141 [V] | 282 [V] |
| 2 141 [V] | 200 [V] |
| 3 100 [V] | 282 [V] |
| 4 100 [V] | 200 [V] |
| 5 100 [V] | 141 [V] |

C_1 、 C_2 : 静電容量 [F]

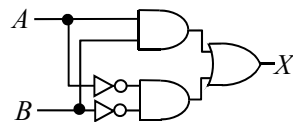


A - 16 表に示す真理値表と異なる動作をする論理回路を下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A 及び B を入力、 X を出力とする。

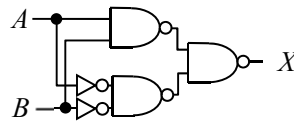
1



2



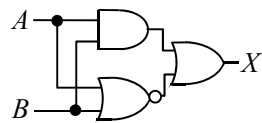
3



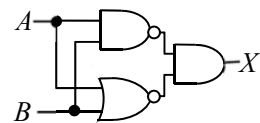
真理値表

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

4



5

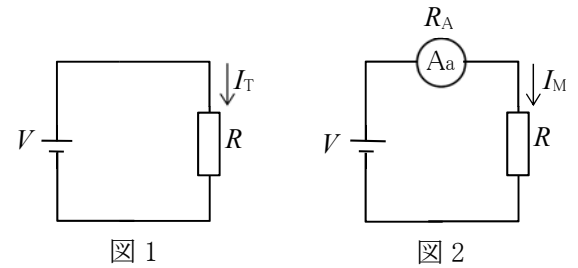


A - 17 次の記述は、図 1 に示す直流回路に流れる電流 I_T [A] を図 2 に示すように内部抵抗が R_A [Ω] の直流電流計 A_a を用いて測定するときの誤差率の大きさ ε について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 誤差率の大きさ ε を I_T と測定値 I_M [A] で表すと、 $\varepsilon =$ □ A となる。
- (2) また、 ε を R と R_A で表すと、 $\varepsilon =$ □ B となる。
- (3) したがって、 ε を 0.05 未満にする条件は、 $R_A <$ □ C [Ω] である。

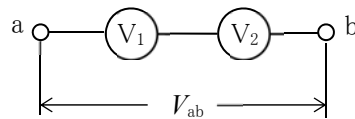
	A	B	C
1	$\frac{I_T}{I_T - I_M}$	$1 - \frac{R}{R + R_A}$	$\frac{R}{19}$
2	$\frac{I_T}{I_T - I_M}$	$1 + \frac{R}{R + R_A}$	$\frac{R}{19}$
3	$\frac{I_T - I_M}{I_T}$	$1 - \frac{R}{R + R_A}$	$\frac{R}{19}$
4	$\frac{I_T - I_M}{I_T}$	$1 + \frac{R}{R + R_A}$	$\frac{R}{9}$
5	$\frac{I_T}{I_T - I_M}$	$1 + \frac{R}{R + R_A}$	$\frac{R}{9}$

V : 直流電源電圧 [V]
 R : 抵抗 [Ω]



A - 18 図に示すように、直流電圧計 V_1 及び V_2 を直列に接続したとき、それぞれの電圧計の指示値 V_1 及び V_2 の和の値から測定できる端子 ab 間の電圧 V_{ab} の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、それぞれの電圧計の最大目盛値及び内部抵抗は、表の値とする。

- 1 130 [V]
- 2 125 [V]
- 3 120 [V]
- 4 115 [V]
- 5 110 [V]



電圧計	最大目盛値	内部抵抗
V_1	100 [V]	200 [k Ω]
V_2	30 [V]	30 [k Ω]

A - 19 次の記述は、図に示すブリッジ回路を用いてコイルの自己インダクタンス L_X [H] 及び抵抗 R_X [Ω] を求める方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。ただし、交流電源 V [V] の角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) ブリッジ回路が平衡しているとき、次式が得られる。

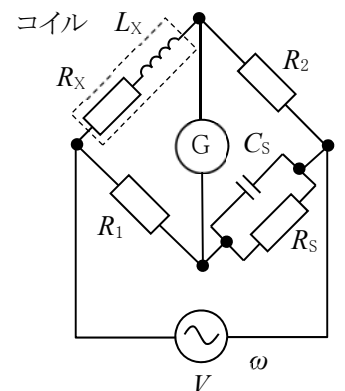
$$R_1 R_2 = (\text{□ A}) \times \frac{R_S}{1 + j\omega C_S R_S} \dots\dots\dots \text{①}$$

- (2) 式①より R_X 及び L_X は、次式で表される。

$$R_X = \text{□ B} [\Omega], \quad L_X = \text{□ C} [\text{H}]$$

	A	B	C
1	$R_X + j\omega L_X$	$\frac{R_1 R_S}{R_2}$	$R_1 R_2 C_S$
2	$R_X + j\omega L_X$	$\frac{R_1 R_S}{R_2}$	$\frac{R_1 R_2}{C_S}$
3	$R_X + j\omega L_X$	$\frac{R_1 R_2}{R_S}$	$R_1 R_2 C_S$
4	$\frac{j\omega L_X}{R_X + j\omega L_X}$	$\frac{R_1 R_2}{R_S}$	$R_1 R_2 C_S$
5	$\frac{j\omega L_X}{R_X + j\omega L_X}$	$\frac{R_1 R_S}{R_2}$	$\frac{R_1 R_2}{C_S}$

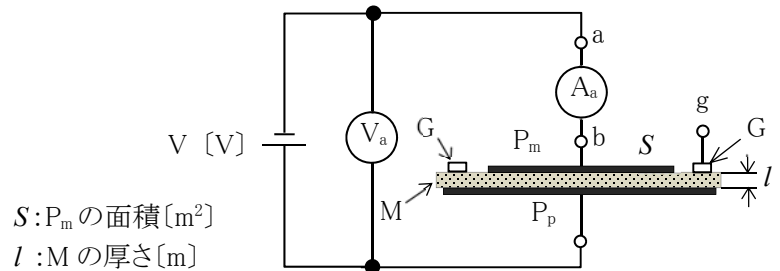
G: 交流検流計
 R_1, R_2, R_S : 抵抗 [Ω]
 C_S : 静電容量 [F]



A-20 次の記述は、図に示す回路を用いて、絶縁物 M の体積抵抗率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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、直流電流計 A_a の内部抵抗は、M の抵抗に比べて十分小さいものとする。

- M に円盤状の主電極 P_m、対向電極 P_p、高圧直流電源 V [V]、直流電圧計 V_a 及び直流電流計 A_a を接続する。
- P_m を取り囲むリング状の保護電極 G を設け、その端子 g を図の □ A に接続する。
- (2) のように端子 g を接続するのは、M の表面を流れる漏れ電流が、A_a に □ B ようにするためである。
- M に電圧を加えたとき、V_a の指示値を V [V]、A_a の指示値を I [A] とすると、M の体積抵抗率 ρ は、ρ = □ C [Ω・m] で表される。

A	B	C
1 端子 a	流れる	$\frac{VS}{I^2}$
2 端子 a	流れない	$\frac{VS}{I}$
3 端子 b	流れる	$\frac{VS}{I}$
4 端子 b	流れない	$\frac{VS}{I^2}$
5 端子 b	流れない	$\frac{VS}{I}$



B-1 次の記述は、図 1 に示すような磁束密度が B [T] の一様な磁界中で、図 2 に示す形状のコイル L が角速度 ω [rad/s] で回転しているとき、L に生じる誘導起電力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、図 3 に示すように L は中心軸 OP を磁界の方向に対して直角に保って回転し、さらに時間 t は、L の面が磁界の方向と直角となる位置 (X-Y) を回転の始点とし、このときを t = 0 [s] 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。

- L の中を鎖交する磁束を φ [Wb] とすると、誘導起電力 e は、e = - □ ア [V] である。
- 時間 t [s] における φ は、φ = □ イ [Wb] となるので、時間 t [s] における e は、e = □ ウ × sin □ エ [V] で表される。
- したがって、e は、最大値が □ ウ [V] で周波数が □ オ [Hz] の正弦波交流電圧となる。

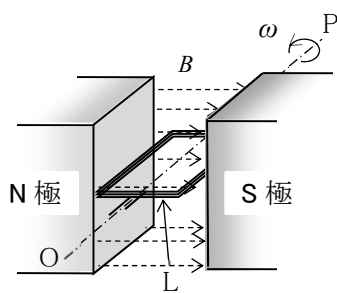


図 1

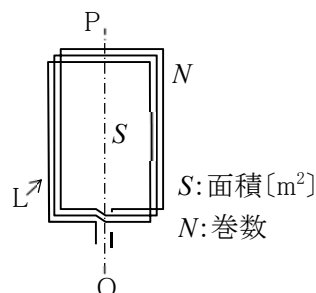


図 2

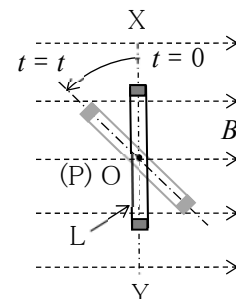
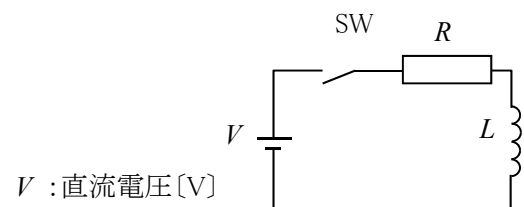


図 3

- | | | | | |
|-------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 ωt^2 | 2 ωt | 3 $N^2 B S \omega$ | 4 $B S \cos \omega t$ | 5 $N \frac{d\phi}{dt}$ |
| 6 $\frac{\omega}{2\pi}$ | 7 $2\pi\omega$ | 8 $N B S \omega$ | 9 $B S \sin \omega t$ | 10 $N^2 \frac{d\phi}{dt}$ |

B-2 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω] と自己インダクタンス L [H] を直列に接続した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、時間を t [s] とし、自然対数の底を ε とする。

- SW を断 (OFF) から接 (ON) にした瞬間 (t = 0 [s]) に回路に流れる電流 i は、□ ア [A] である。
- SW を接 (ON) にしてから十分長い時間が経過したとき (t = ∞ [s]) の i は、□ イ [A] である。
- t [s] 後の i は、(□ イ) × □ ウ [A] である。
- t = L/R [s] のときの i は、(□ イ) × □ エ [A] である。
- L/R [s] を □ オ という。

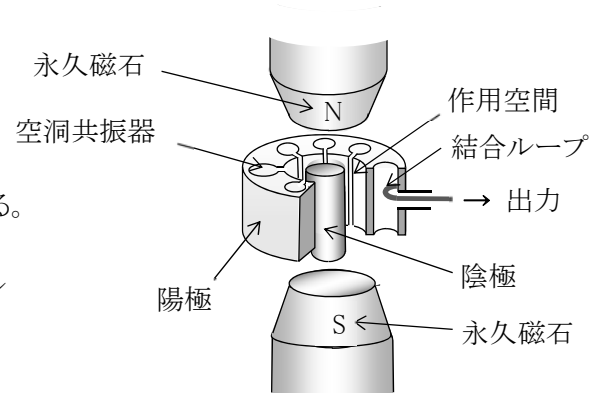


- | | | | | |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------|
| 1 0 | 2 $\frac{V}{R}$ | 3 $\varepsilon^{Lt/R}$ | 4 $\varepsilon^{-Rt/L}$ | 5 位相定数 |
| 6 $\frac{1}{\varepsilon}$ | 7 $\frac{V}{2R}$ | 8 $(1 - \varepsilon^{-Rt/L})$ | 9 $(1 - \frac{1}{\varepsilon})$ | 10 時定数 |

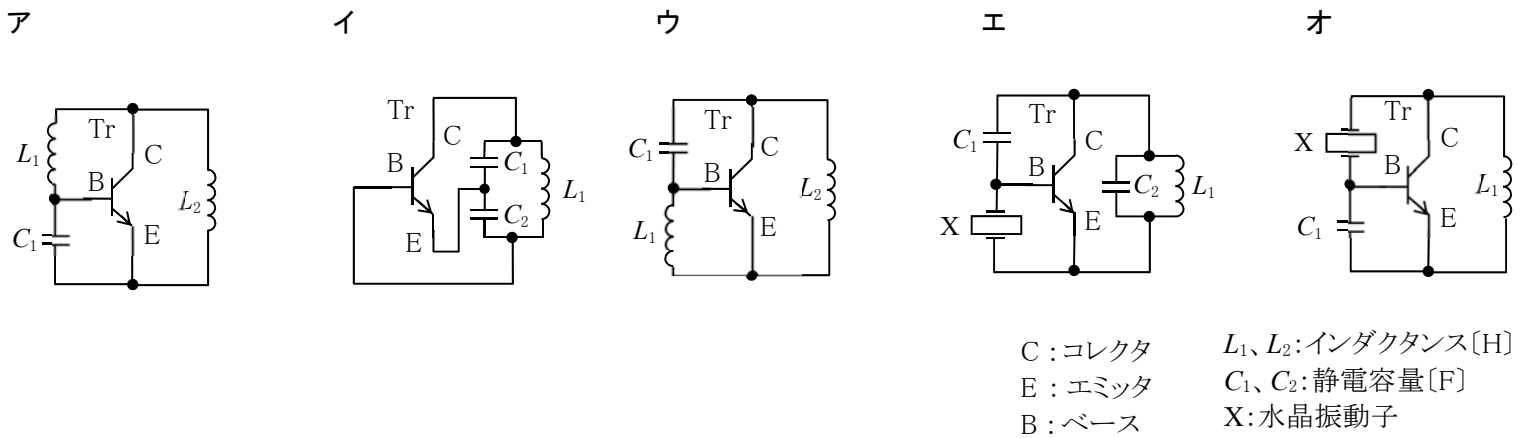
B-3 次の記述は、図に示す原理的な構造のマイクロ波用電子管について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 図に示すマイクロ波用電子管の名称は、□ア□である。
- (2) 陽極-陰極間には □イ□ を加える。
- (3) 作用空間では、電界と磁界の方向は互いに □ウ□ 。
- (4) 使用する周波数を決める主な要素は、□エ□ である。
- (5) レーダーや調理用電子レンジなどで、マイクロ波の □オ□ に広く用いられている。

- | | | | | |
|-------|---------|----------|--------|----------|
| 1 発振用 | 2 陰極 | 3 直交している | 4 交流電圧 | 5 マグネトロン |
| 6 検波用 | 7 空洞共振器 | 8 平行である | 9 直流電圧 | 10 進行波管 |



B-4 次の図は、トランジスタ(Tr)を用いた発振回路の原理的構成例を示したものである。このうち発振が可能なものを1、不可能なものを2として解答せよ。



B-5 次の記述は、ひずみ波交流電流 $i = I_m \sin \omega t + \frac{1}{3} I_m \sin 3\omega t$ [A] を熱電対形電流計 A₁ と整流形電流計 A₂ を用いて測定したときの指示値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、A₂ は全波整流形で、目盛は正弦波交流の実効値を指示するように校正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) i は、基本波に、最大値が基本波の $\frac{1}{3}$ で周波数が基本波の □ア□ 倍の高調波が加わった電流である。
- (2) 周波数が基本波の □ア□ 倍の高調波の電流の実効値は、□イ□ [A] である。
- (3) 熱電対形電流計 A₁ は、 i の □ウ□ を指示し、その値は □エ□ [A] である。
- (4) 整流形電流計 A₂ は、 i の平均値の □オ□ 倍の値を指示する。

- | | | | | |
|-----|-----------------------------|-------|----------------------------|---------------------------|
| 1 3 | 2 $\frac{1}{3} I_m$ | 3 実効値 | 4 $\frac{\sqrt{5}}{3} I_m$ | 5 $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$ |
| 6 5 | 7 $\frac{1}{3\sqrt{2}} I_m$ | 8 平均値 | 9 $\frac{\sqrt{5}}{9} I_m$ | 10 $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$ |