

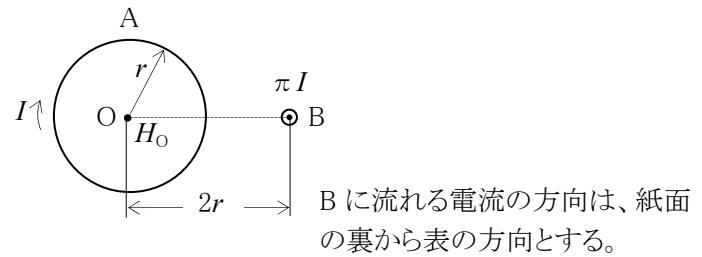
FK701

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

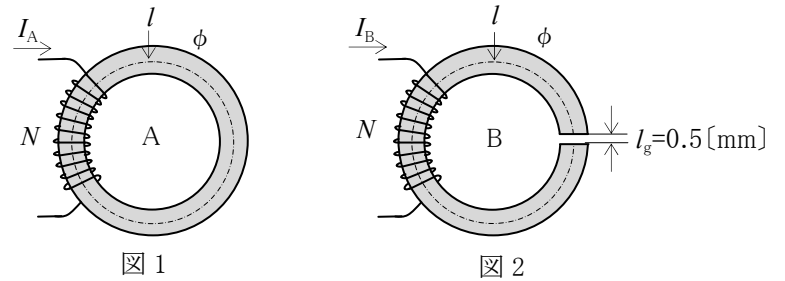
A-1 図に示すように、 I [A] の直流電流が流れている半径 r [m] の円形コイル A の中心 O から $2r$ [m] 離れて πI [A] の直流電流が流れている無限長の直線導線 B があるとき、O における磁界の強さ H_0 を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A の面は紙面上にあり、B は紙面に直角に置かれているものとする。

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



A-2 図 1 に示す平均磁路長 l が 50 [mm] の環状鉄心 A の中に生ずる磁束と、図 2 に示すように A に 0.5 [mm] の空隙 l_g を設けた環状鉄心 B の中に生ずる磁束が共に ϕ [Wb] で等しいとき、図 2 のコイルに流す電流 I_B を表す近似式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A に巻くコイルに流れる電流を I_A [A] とし、コイルの巻数 N は図 1 及び図 2 で等しく、鉄心の比透磁率 μ_r を 1,000 とする。また、磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

- 1 $I_B \doteq 6I_A$ [A]
- 2 $I_B \doteq 11I_A$ [A]
- 3 $I_B \doteq 40I_A$ [A]
- 4 $I_B \doteq 61I_A$ [A]
- 5 $I_B \doteq 81I_A$ [A]

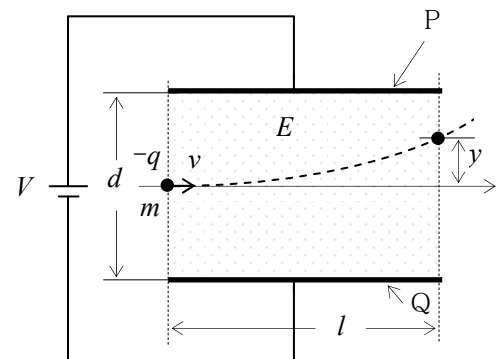


A-3 次の記述は、図に示すように、電界が一様な平行平板電極間(PQ)に、速度 v [m/s] で電極に平行に入射する電子の運動について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、電界の強さを E [V/m] とし、電子はこの電界からのみ力を受けるものとする。また、電子の電荷を $-q$ [C] ($q > 0$)、電子の質量を m [kg] とする。

- (1) 電子が受ける電界の方向の加速度の大きさ a は、 $a = \square A$ [m/s²] である。
- (2) 電子が電極間を通過する時間 t は、 $t = \square B$ [s] である。
- (3) 電子が電極を抜けるときの電界方向の偏位の大きさ y は、 $y = \square C$ [m] である。

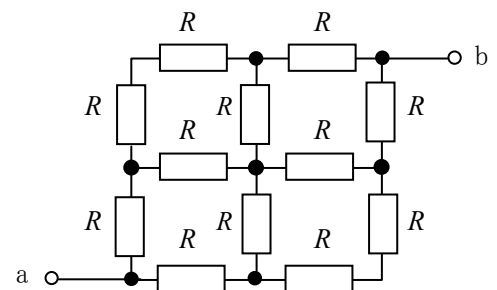
- | | A | B | C |
|---|---------|----------|-----------------|
| 1 | qE/m | l/v | $qEl^2/(2mv^2)$ |
| 2 | qE/m | $l/(2v)$ | $qEl^2/(2mv^2)$ |
| 3 | qE/m | l/v | $2qEl/(mv^2)$ |
| 4 | $2qE/m$ | l/v | $qEl^2/(2mv^2)$ |
| 5 | $2qE/m$ | $l/(2v)$ | $2qEl/(mv^2)$ |

d : PQ 間の距離 [m]
 l : P 及び Q の長さ [m]
 V : 直流電圧 [V]



A-4 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} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $R = 20$ [Ω] とする。

- 1 $R_{ab} = 10$ [Ω]
- 2 $R_{ab} = 15$ [Ω]
- 3 $R_{ab} = 20$ [Ω]
- 4 $R_{ab} = 25$ [Ω]
- 5 $R_{ab} = 30$ [Ω]

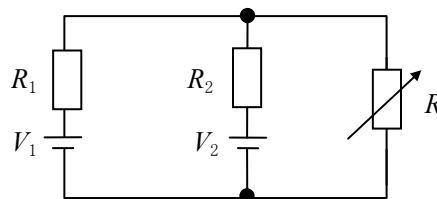


A-5 図に示す回路において、負荷抵抗 $R[\Omega]$ の値を変えて R で消費する電力 P の値を最大にした。このときの P の値として、正しいものを下の番号から選べ。

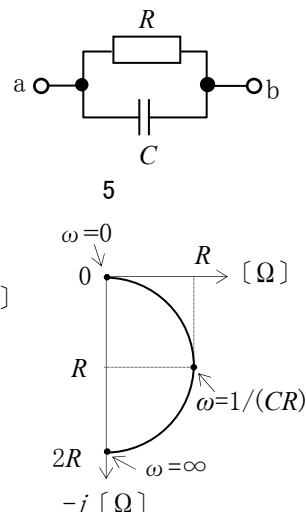
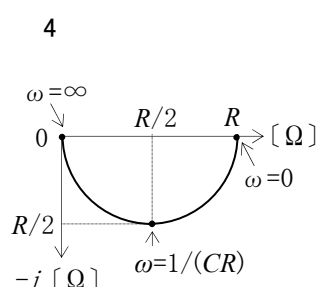
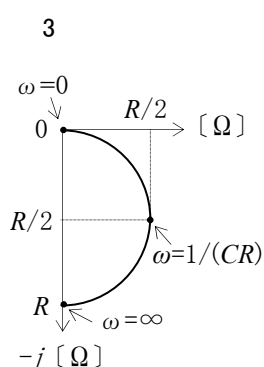
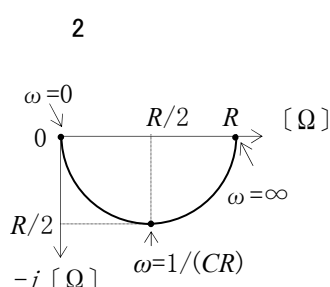
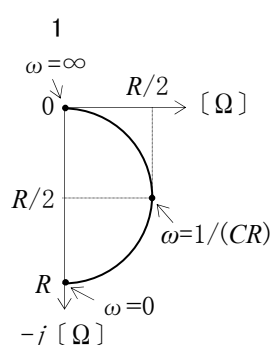
- 1 10 [W]
- 2 12 [W]
- 3 18 [W]
- 4 20 [W]
- 5 24 [W]

直流電圧
 $V_1 = 12$ [V]
 $V_2 = 12$ [V]

抵抗
 $R_1 = 6$ [Ω]
 $R_2 = 3$ [Ω]

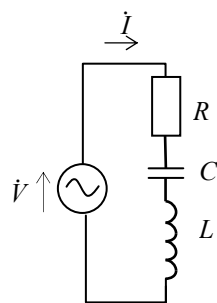


A-6 図に示す抵抗 $R[\Omega]$ 及び静電容量 C [F] の並列回路において、角周波数 ω [rad/s] を零(0)から無限大(∞)まで変化させたとき、端子 ab 間のインピーダンス $Z[\Omega]$ のベクトル軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。

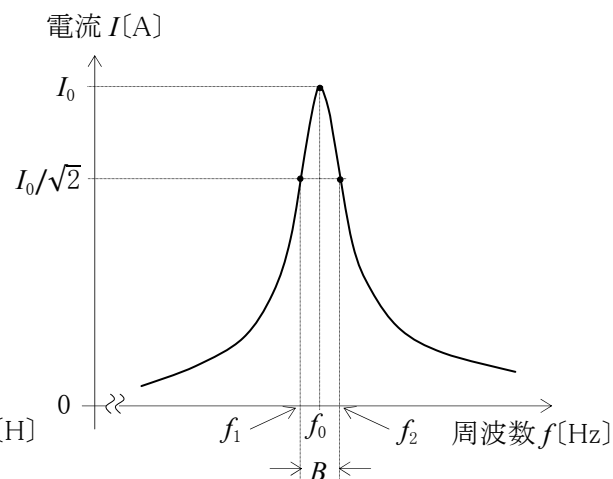


A-7 次の記述は、図に示す直列共振回路とその周波数特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R を $10[\Omega]$ 、静電容量 C を $0.001[\mu\text{F}]$ 、自己インダクタンスを L [H]、交流電圧 $\dot{V}$ を 10 [V]、共振周波数 f_0 を 100 [kHz] とする。また、 f_0 における回路の電流を I_0 [A]、 $I_0/\sqrt{2}$ [A] になる周波数を f_1 及び f_2 [Hz] ($f_1 < f_2$) とする。

- 1 回路の尖鋭度 Q は、 $Q = 500/\pi$ である。
- 2 帯域幅 B は、 $B = f_2 - f_1 = 200\pi$ [Hz] である。
- 3 f_0 のときに R で消費される電力は、 20 [W] である。
- 4 f_1 のときに R で消費される電力は、 5 [W] である。
- 5 f_2 のときに回路に流れる電流 $\dot{I}$ の位相は、 $\dot{V}$ よりも遅れる。

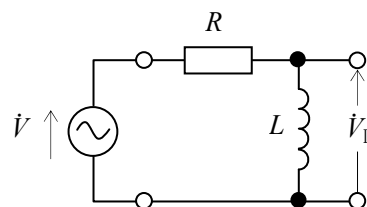


R : 抵抗 [Ω]
 C : 静電容量 [F]
 L : 自己インダクタンス [H]



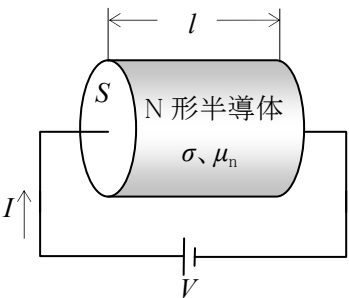
A-8 図に示す抵抗 $R[\Omega]$ 及び自己インダクタンス L [H] の回路において、交流電圧 $\dot{V}$ [V] の角周波数 ω が、 $\omega = R/L$ [rad/s] であるとき、 L の両端電圧 $\dot{V}_L$ と $\dot{V}$ の大きさの比の値 $(|\dot{V}_L|/|\dot{V}|)$ として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $1/4$
- 2 $1/3$
- 3 $1/\sqrt{3}$
- 4 $1/\sqrt{2}$
- 5 1



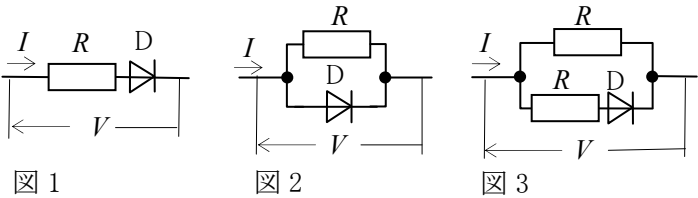
A-9 図に示すように、断面積が $S[\text{m}^2]$ 、長さが $l[\text{m}]$ 、電子密度が $\sigma[\text{個}/\text{m}^3]$ 、電子の移動度が $\mu_n[\text{m}^2/(\text{V}\cdot\text{s})]$ の N 形半導体に、 $V[\text{V}]$ の直流電圧を加えたときに流れる電流 I を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電流は電子によってのみ流れるものとし、電子の電荷の大きさを $q[\text{C}]$ とする。

- 1 $I = S\mu_n\sigma qV/l$ [A]
- 2 $I = S\mu_nqV/(\sigma l)$ [A]
- 3 $I = SqV/(\mu_n\sigma l)$ [A]
- 4 $I = S\mu_nV/(\sigma ql)$ [A]
- 5 $I = S\sigma qV/(\mu_n l)$ [A]

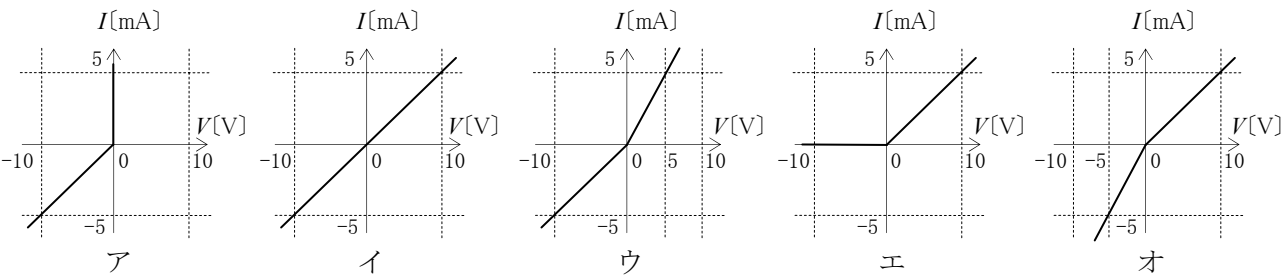


A-10 次の記述は、理想的なダイオード D 及び $2[\text{k}\Omega]$ の抵抗 R を組み合わせた回路の電圧電流特性について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路に加える直流電圧及び流れる直流電流をそれぞれ V 及び I とする。

- (1) 図1に示す回路の $V-I$ 特性のグラフは、□ A □ である。
- (2) 図2に示す回路の $V-I$ 特性のグラフは、□ B □ である。
- (3) 図3に示す回路の $V-I$ 特性のグラフは、□ C □ である。

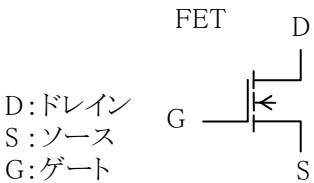


- | | | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| 1 | ア | イ | ウ |
| 2 | エ | ア | ウ |
| 3 | オ | エ | イ |
| 4 | ア | ウ | エ |
| 5 | ウ | イ | オ |

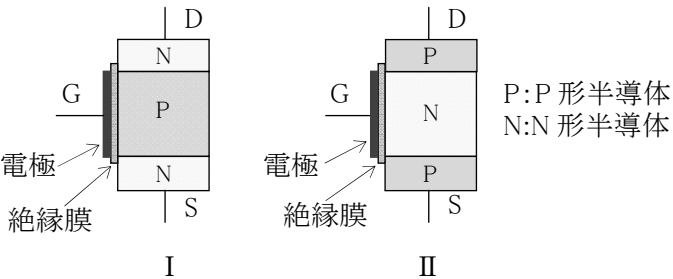


A-11 次の記述は、図1に示す図記号の電界効果トランジスタ(FET)について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図記号は、N チャネルのエンハンスメント形 MOSFET である。
- (2) 原理的な構造は、図2の □ A □ である。
- (3) 一般に、DS 間に加える電圧の極性は、□ B □ である。
- (4) (3)の場合、GS 間電圧を、G が正(+), S を負(-)として大きさを増加させると、D に流れる電流は □ C □ する。



- | | | | |
|---|----|------------------|----|
| | A | B | C |
| 1 | I | D が正(+), S が負(-) | 減少 |
| 2 | I | D が負(-), S が正(+) | 減少 |
| 3 | I | D が正(+), S が負(-) | 増加 |
| 4 | II | D が負(-), S が正(+) | 減少 |
| 5 | II | D が正(+), S が負(-) | 増加 |



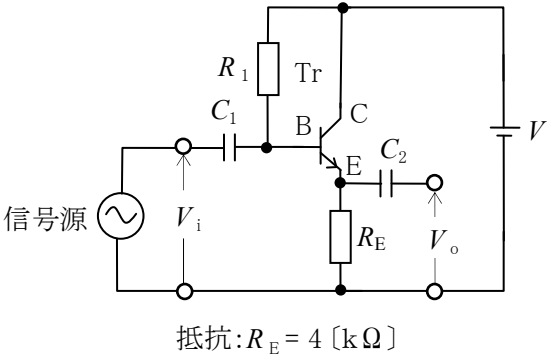
A-12 次の記述は、各種半導体素子について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) バラクタダイオードは、電圧の変化に対して □ A □ が変化する素子である。
- (2) 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。
- (3) 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 | 静電容量 | 電気抵抗 | 起電力 |
| 2 | 静電容量 | 電気抵抗 | 起磁力 |
| 3 | 降伏電圧 | 磁気抵抗 | 起電力 |
| 4 | 降伏電圧 | 電気抵抗 | 起電力 |
| 5 | 降伏電圧 | 磁気抵抗 | 起磁力 |

A -13 図に示すトランジスタ(Tr)増幅回路の入力インピーダンス Z_i 及び出力インピーダンス Z_o の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、Trの h 定数のうち h_{ie} 及び h_{fe} を表の値とする。また、入力電圧 V_i [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。

Z_i	Z_o	名 称	記号	値
1 1,000 [kΩ]	20 [Ω]	入力インピーダンス	h_{ie}	4[kΩ]
2 800 [kΩ]	20 [Ω]	電流増幅率	h_{fe}	200
3 600 [kΩ]	30 [Ω]	C :コレクタ	V_i :入力電圧 [V]	
4 400 [kΩ]	30 [Ω]	E :エミッタ	V_o :出力電圧 [V]	
5 200 [kΩ]	40 [Ω]	B :ベース	V :直流電源 [V]	



A -14 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いた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。

(1) AOPの負(-)入力及び正(+)入力端子の電圧をそれぞれ V_N [V]及び V_P [V]とすると、次式が成り立つ。

$$V_N = V_P = \boxed{\text{A}} \times V_2 \text{ [V]} \dots\dots\dots \text{①}$$

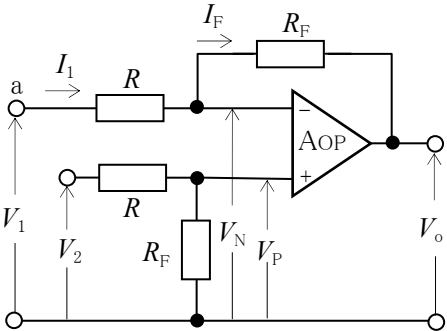
(2) 入力端子 a から流れる電流 I_1 は、図に示す電流 I_F に等しいので、次式で表される。

$$I_1 = \boxed{\text{B}} = (V_N - V_o) / R_F \text{ [A]} \dots\dots\dots \text{②}$$

(3) 式①及び式②より V_o を求めると、次式が得られる。

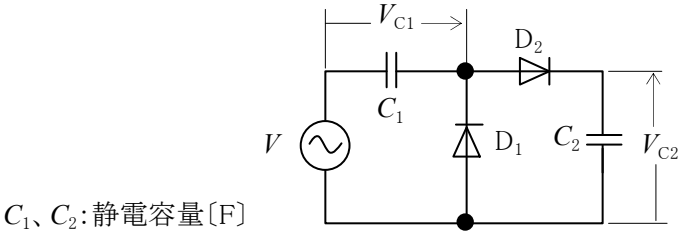
$$V_o = - \boxed{\text{C}} \text{ [V]}$$

A	B	C	R, R_F : 抵抗 [Ω]
1 { $R / (R + R_F)$ }	$(V_1 - V_N) / R_F$	$(R / R_F)(V_1 + V_2)$	V_1, V_2 : 入力電圧 [V]
2 { $R_F / (R + R_F)$ }	$(V_1 - V_N) / R_F$	$(R_F / R)(V_1 - V_2)$	V_o : 出力電圧 [V]
3 { $R / (R + R_F)$ }	$(V_1 - V_N) / R$	$(R_F / R)(V_1 - V_2)$	
4 { $R_F / (R + R_F)$ }	$(V_1 - V_N) / R$	$(R_F / R)(V_1 - V_2)$	
5 { $R_F / (R + R_F)$ }	$(V_1 - V_N) / R_F$	$(R / R_F)(V_1 + V_2)$	



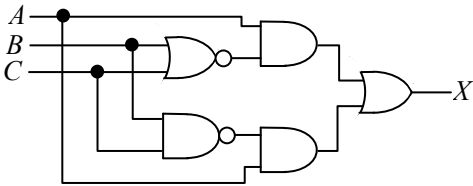
A -15 図に示す整流回路において、静電容量 C_1 の電圧 V_{C1} 及び C_2 の電圧 V_{C2} の最も近い値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 V は、実効値100 [V]の正弦波交流電圧とし、ダイオード D_1 、 D_2 は理想的な特性を持つものとする。

V_{C1}	V_{C2}
1 100 [V]	141 [V]
2 100 [V]	200 [V]
3 141 [V]	200 [V]
4 141 [V]	242 [V]
5 141 [V]	282 [V]



A -16 図に示す論理回路の入出力関係を示す論理式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、入力を A 、 B 及び C とし、出力を X とする。

- $X = (A + B) \cdot (A + \overline{C})$
- $X = A \cdot B + A \cdot C$
- $X = A \cdot (\overline{B} + \overline{C})$
- $X = A \cdot (\overline{B} + C)$
- $X = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$

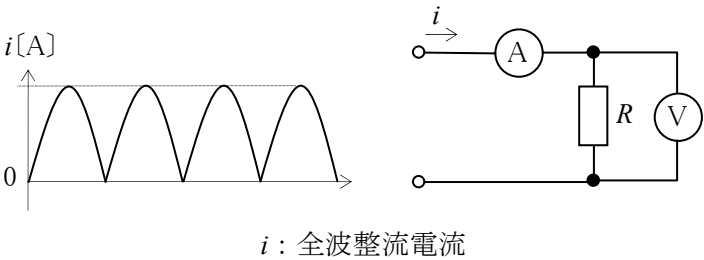


A -17 次の記述は、指示電気計器の特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 静電形計器は、直流及び交流の高電圧の測定に用いられる。
- 電流力計形計器は、電力計としてよく用いられる。
- 誘導形計器は、移動磁界などによって生ずる誘導電流を利用し、交流専用の指示計器として用いられる。
- 整流形計器は、整流した電流を永久磁石可動コイル形計器を用いて測定する。
- 熱電対形計器は、波形にかかわらず最大値を指示する。

A -18 図に示すように、正弦波交流を全波整流した電流 i が流れている抵抗 $R[\Omega]$ で消費される電力を測定するために、永久磁石可動コイル形の電流計 A 及び電圧計 V を接続したところ、それぞれの指示値が 3[A] 及び 8[V] であった。このとき R で消費される電力 P の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A 及び V の内部抵抗の影響は無視するものとする。

- 1 $6\pi^2$ [W]
- 2 $5\pi^2$ [W]
- 3 $4\pi^2$ [W]
- 4 $3\pi^2$ [W]
- 5 $2\pi^2$ [W]



i : 全波整流電流

A -19 次の記述は、図 1 に示すように三つの交流電流計 A₁、A₂ 及び A₃ の測定値 I_1 [A]、 I_2 [A] 及び I_3 [A] を用いて負荷で消費される交流電力 P 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、各電流計の内部抵抗は無視するものとする。

- (1) P 及び電源電圧 V は、それぞれ、 $P = V \times$ □ $\times \cos \phi$ [W] 及び $V = RI_3$ [V] で表される。
- (2) 図 2 より I_1 、 I_2 及び I_3 の間には、 $I_1^2 = I_2^2 + I_3^2 +$ □ が成り立つ。
- (3) (1) 及び (2) より P は、 $P = (R/2) \times$ (□) [W] で表される。

	A	B	C
1	I_2	$2I_2I_3\cos\phi$	$I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$
2	I_2	$2I_2I_3\cos\phi$	$I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$
3	I_2	$I_2\cos\phi$	$I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$
4	I_3	$2I_2I_3\cos\phi$	$I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$
5	I_3	$I_2\cos\phi$	$I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$

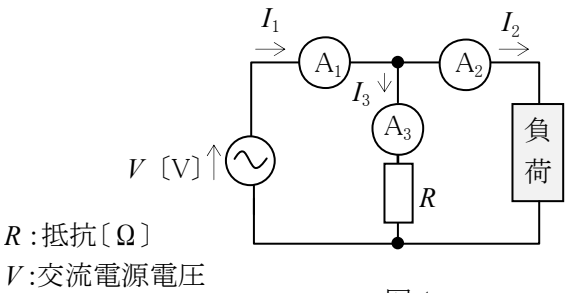


図 1

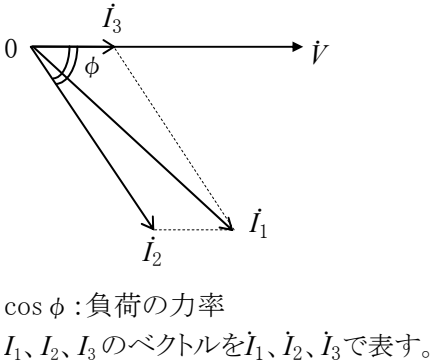


図 2

A -20 次の記述は、図 1 に示すオシロスコープのプロープ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、オシロスコープの入力抵抗 R_0 は 1[MΩ]、プロープの等価回路は図 2 で表されるものとし、静電容量 C_2 を 108[pF] とする。なお、同じ記号の □ には同じ字句が入るものとする。

- (1) C_1 及び C_2 を無視するとき、プロープの減衰比 $V_1 : V_2$ を 10 : 1 にする抵抗 R_1 の値は、□ A である。
- (2) C_1 及び C_2 を考慮し、 R_1 の値が、□ A であるとき、周波数に無関係に $V_1 : V_2$ を 10 : 1 にする C_1 の値は、□ B である。

	A	B
1	9 [MΩ]	8 [pF]
2	9 [MΩ]	12 [pF]
3	9 [MΩ]	16 [pF]
4	7 [MΩ]	8 [pF]
5	7 [MΩ]	12 [pF]

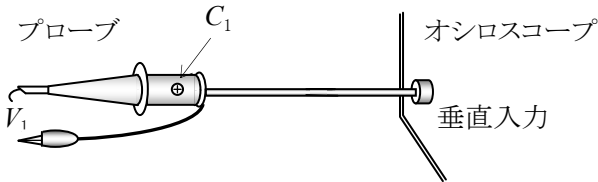


図 1

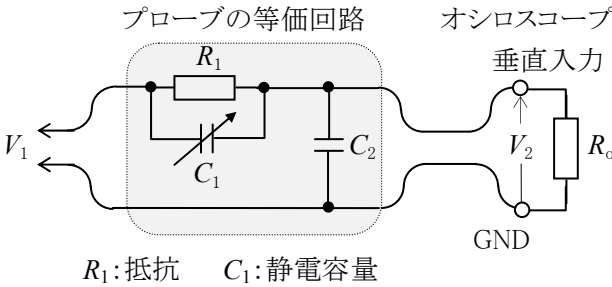
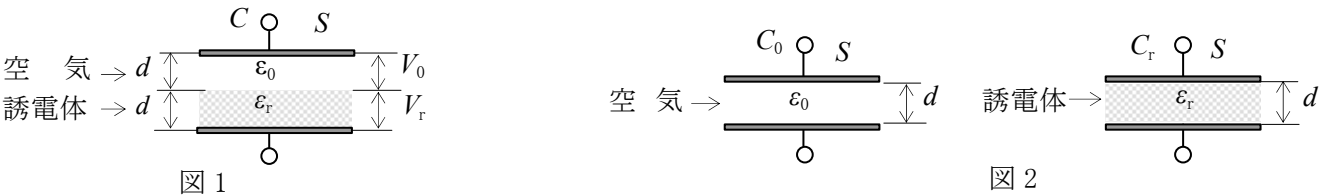


図 2

B-1 次の記述は、図1に示すように平行平板コンデンサの電極間の半分が誘電率 ϵ_0 の空気で、残りの半分が誘電率 ϵ_r の誘電体であるときの静電容量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。

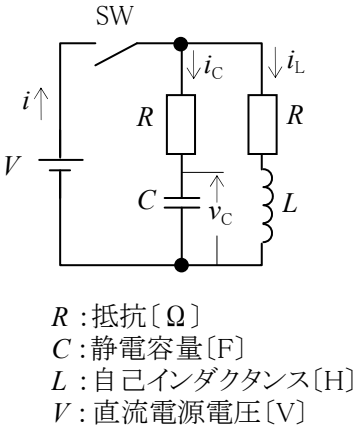
- (1) 電極間では空気中の電束密度と誘電体中の電束密度は等しく、これを $D[\text{C}/\text{m}^2]$ とすると、空気中の電界の強さ E_0 は次式で表される。
 $E_0 = \text{ア}$ $[\text{V}/\text{m}]$
 同様に、誘電体中の電界の強さ E_r を求めることができる。
- (2) 空気及び誘電体の厚さをともに $d[\text{m}]$ とすると、空気の層の電圧(電位差) V_0 は次式で表される。
 $V_0 = \text{イ}$ $\times E_0 [\text{V}]$
 同様に、誘電体の層の電圧(電位差) V_r を求めることができる。
- (3) 電極間の電圧 V は、 $V = V_0 + V_r [\text{V}]$ で表される。また、電極に蓄えられる電荷 Q は、電極の面積を $S[\text{m}^2]$ とすれば、
 $Q = \text{ウ}$ $[\text{C}]$ で表される。
- (4) したがって、コンデンサの静電容量 C は次式で表される。
 $C = \text{エ}$ $[\text{F}] \dots\dots\dots \text{①}$
- (5) 式①より、 C は、図2に示す二つのコンデンサの静電容量 $C_0[\text{F}]$ 及び $C_r[\text{F}]$ の □ オ 接続の合成静電容量に等しい。



- | | | | | |
|------------------|--------|---------|--|-------|
| 1 $D\epsilon_0$ | 2 $2d$ | 3 DS | 4 $S(\epsilon_0+\epsilon_r)/d$ | 5 並列 |
| 6 D/ϵ_0 | 7 d | 8 D/S | 9 $S\epsilon_0\epsilon_r/\{d(\epsilon_0+\epsilon_r)\}$ | 10 直列 |

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、初期状態で C の電荷は零とし、時間 t はスイッチ SW を接(ON)にした時を $t = 0[\text{s}]$ とする。また、自然対数の底を e とする。

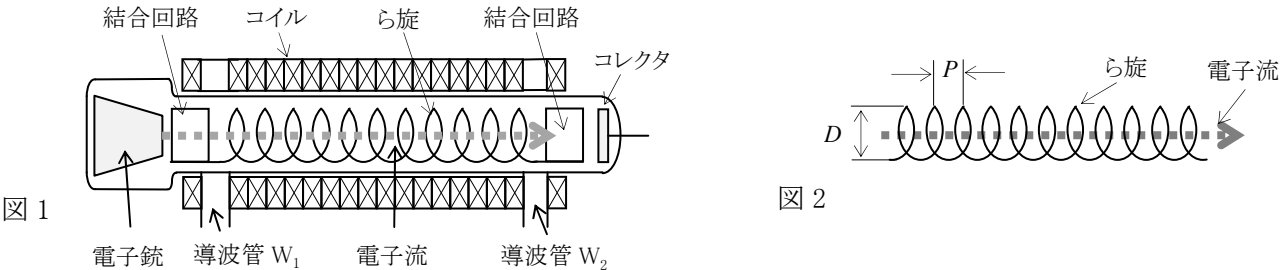
- (1) $t[\text{s}]$ 後に C に流れる電流 i_C は、 $i_C = (V/R) \times \text{ア}$ $[\text{A}]$ である。
- (2) $t[\text{s}]$ 後に L に流れる電流 i_L は、 $i_L = (V/R) \times \text{イ}$ $[\text{A}]$ である。
- (3) したがって、 $t[\text{s}]$ 後に $V[\text{V}]$ の直流電源から流れる電流 i は、次式で表される。
 $i = (V/R) \times \text{ウ}$ $[\text{A}]$
- (4) t が十分に経過したとき、 C の両端の電圧 v_C は □ エ $[\text{V}]$ である。
- (5) また、 $R = \sqrt{L/C}$ のとき、 i は、 □ オ $[\text{A}]$ である。



- | | | | | |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------------|-------|-------------|
| 1 $e^{-t/(RC)}$ | 2 $\{1 - e^{-t/(RC)}\}$ | 3 $\{1 - e^{-t/(RC)} + e^{-(R/L)t}\}$ | 4 0 | 5 V/R |
| 6 $e^{-(R/L)t}$ | 7 $\{1 - e^{-(R/L)t}\}$ | 8 $\{1 + e^{-t/(RC)} - e^{-(R/L)t}\}$ | 9 V | 10 $V/(2R)$ |

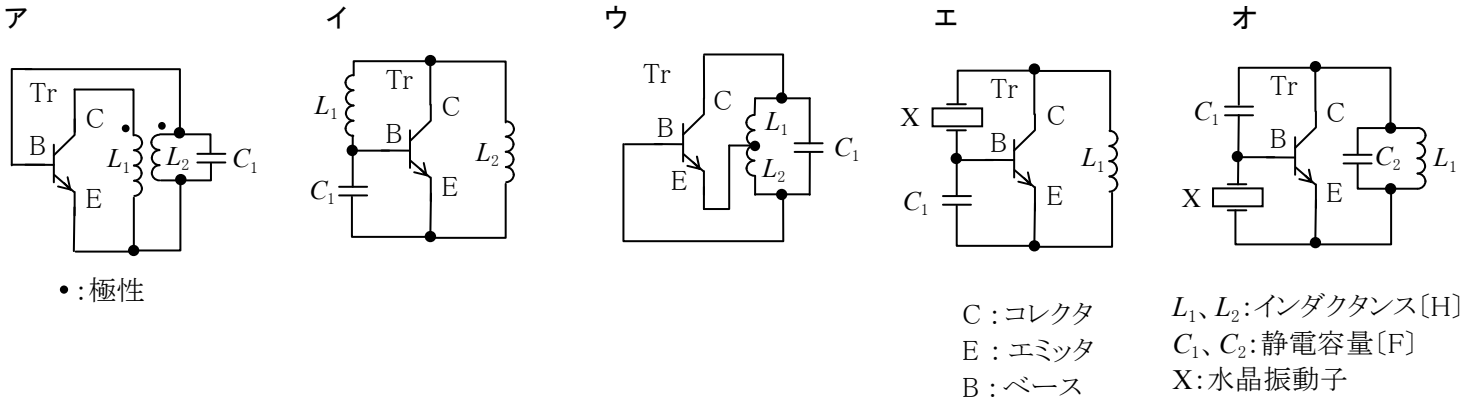
B-3 次の記述は、図1に示す進行波管(TWT)について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、図2は、ら旋の部分のみを示したものである。

- (1) 電子銃からの電子流は、コイルで □ ア され、マイクロ波の通路であるら旋の中心を貫き、コレクタに達する。
- (2) 導波管 W_1 から入力されたマイクロ波は、ら旋上を進行すると同時に、ら旋の □ イ に軸方向の進行波電界を作る。
- (3) ら旋の直径が $D[\text{m}]$ 、ピッチが $P[\text{m}]$ のとき、マイクロ波のら旋の軸方向の位相速度 v_p は、光速 $c[\text{m}/\text{s}]$ の約 □ ウ 倍になる。
- (4) 電子の速度 v_e を v_p より少し速くすると、マイクロ波の大きさは、 v_e と v_p の速度差により、ら旋を進むにつれて □ エ される。
- (5) 進行波管は、空洞共振器などの同調回路がないので、 □ オ 信号の増幅が可能である。



- | | | | | |
|---------------|-------------|------|------|---------|
| 1 集束 | 2 発散 | 3 増幅 | 4 減衰 | 5 狭帯域の |
| 6 $P/(\pi D)$ | 7 $\pi D/P$ | 8 外部 | 9 内部 | 10 広帯域の |

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、図1に示す直流電流・電圧計の内部の抵抗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、内部回路を図2とし、直流電流計Aの最大目盛値での電流を0.5[mA]、内部抵抗を90[Ω]とする。

- (1) 抵抗 R_1 は、ア [Ω]である。
(2) 3[mA]の電流計として使用するとき、電流計の内部抵抗は、イ [Ω]である。
(3) 抵抗 R_2 は、ウ [Ω]である。
(4) 抵抗 R_3 は、エ [kΩ]である。
(5) 30[V]の電圧計として使用するとき、電圧計の内部抵抗は、オ [kΩ]である。

1 5	2 15	3 485	4 10	5 36
6 9	7 30	8 985	9 20	10 18

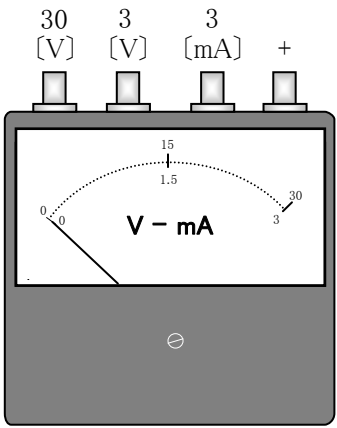


図1

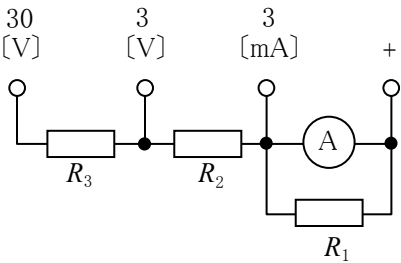


図2