

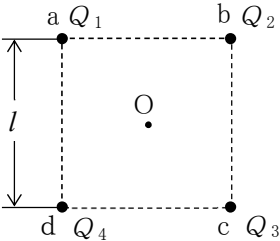
GK607

第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

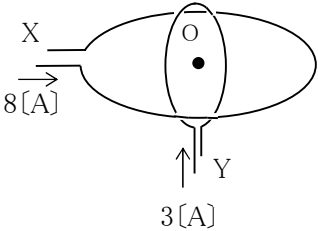
A－1 図に示すように、一辺の長さ l [m] の正方形の頂点の点 a、b 及び c にそれぞれ $Q_1=40$ [μ C]、 $Q_2=-30$ [μ C] 及び $Q_3=20$ [μ C] の点電荷が置かれている。正方形の中心 O の電位が 2[V] であるとき、正方形の頂点の点 d の電荷 Q_4 [μ C] の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 Q_1 のみによる点 O の電位を 4[V] とする。

- 1 20 [μ C]
- 2 10 [μ C]
- 3 0 [μ C]
- 4 -10 [μ C]
- 5 -20 [μ C]



A－2 次の記述は、図に示すように、中心 O を共有し面が直交した円形導体 X 及び Y のそれぞれに直流電流 8[A] 及び 3[A] を流したときの中心 O における磁界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、X の半径を 0.5[m]、Y の半径を 0.25[m] とする。

- (1) X による磁界の強さは、□ A □ [A/m] である。
- (2) X による磁界と Y による磁界の方向は、□ B □ [rad] 異なる。
- (3) 点 O における合成磁界の強さは、□ C □ [A/m] である。



	A	B	C
1	8	$\frac{\pi}{4}$	5
2	8	$\frac{\pi}{2}$	10
3	10	$\frac{\pi}{4}$	5
4	10	$\frac{\pi}{4}$	10
5	10	$\frac{\pi}{2}$	5

A－3 次の記述は、電磁誘導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) 図 1 において、巻数が n のコイル L を貫く磁束 ϕ が時間 Δt [s] 間に $\Delta \phi$ [Wb] 変化したとき、L に生ずる起電力の大きさは、□ A □ [V] である。
- (2) 図 2 に示すように、永久磁石 M の N 極をコイル L に近づけると、抵抗 R [Ω] には、□ B □ の方向の電流が流れる。
- (3) 図 3 に示すように、永久磁石 M の N 極の上で直線導体 D を左から右へ動かすと、D には □ C □ の方向の起電力が生じる。

	A	B	C
1	$\frac{n \Delta \phi}{\Delta t}$	a から b	b が正(+)、a が負(-)
2	$\frac{n \Delta \phi}{\Delta t}$	b から a	b が正(+)、a が負(-)
3	$\frac{n \Delta \phi}{\Delta t}$	b から a	a が正(+)、b が負(-)
4	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	a から b	b が正(+)、a が負(-)
5	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	b から a	a が正(+)、b が負(-)

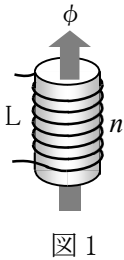


図 1

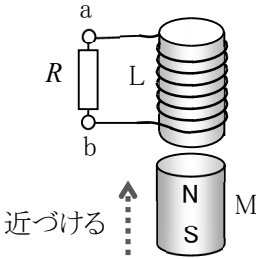


図 2

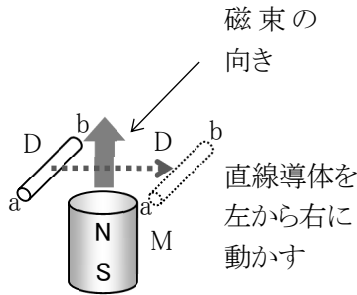


図 3

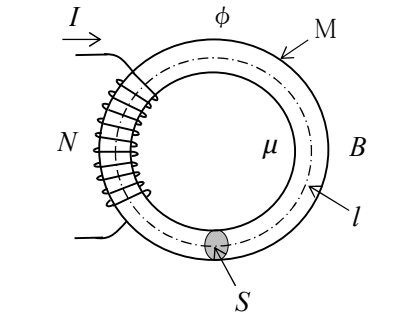
磁束の向き
直線導体を左から右に動かす
N,S:磁極

A - 4 次の記述は、図に示す環状鉄心 M 内にできる磁束密度 B 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、磁気回路に磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

- (1) 環状鉄心内の磁束 ϕ は、磁気抵抗を R_m とすると、 $\phi =$ □ A □ [Wb] で表される。
 (2) 磁気抵抗 R_m は、 $R_m =$ □ B □ [H^{-1}] で表される。
 (3) したがって、磁束密度 B は、 $B =$ □ C □ [T] で表される。

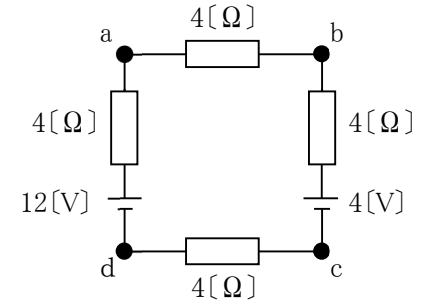
	A	B	C
1	$\frac{R_m}{NI}$	$\frac{\mu l}{S}$	$\frac{NI}{\mu l}$
2	$\frac{R_m}{NI}$	$\frac{l}{\mu S}$	$\frac{\mu NI}{l}$
3	$\frac{NI}{R_m}$	$\frac{\mu l}{S}$	$\frac{\mu NI}{l}$
4	$\frac{NI}{R_m}$	$\frac{\mu l}{S}$	$\frac{NI}{\mu l}$
5	$\frac{NI}{R_m}$	$\frac{l}{\mu S}$	$\frac{\mu NI}{l}$

N : コイルの巻数
 μ : 透磁率 [H/m]
 S : M の断面積 [m^2]
 I : コイルに流す直流電流 [A]
 l : 平均の磁路の長さ [m]



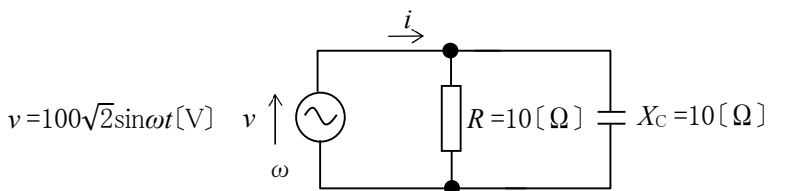
A - 5 図に示す直流回路の点 a、点 b 及び点 c の電位の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、点 d の電位を零 (0) [V] とする。

	点 a	点 b	点 c
1	8 [V]	6 [V]	0 [V]
2	8 [V]	8 [V]	2 [V]
3	10 [V]	6 [V]	0 [V]
4	10 [V]	8 [V]	2 [V]
5	10 [V]	8 [V]	0 [V]



A - 6 図に示す抵抗 $R = 10$ [Ω] と容量リアクタンス $X_C = 10$ [Ω] の並列回路に、電源電圧として瞬時値 v が $v = 100\sqrt{2}\sin\omega t$ [V] の電圧を加えたとき、電源から流れる電流 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、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とする。

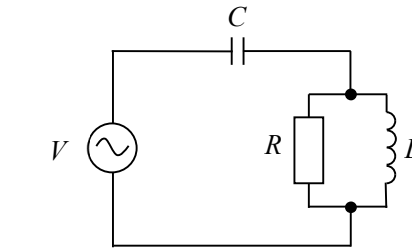
- 1 $i = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ [A]
 2 $i = 10\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$ [A]
 3 $i = 20\sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$ [A]
 4 $i = 20\sin(\omega t - \frac{\pi}{4})$ [A]
 5 $i = 20\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ [A]



A - 7 図に示す回路において、交流電源から見たインピーダンスが純抵抗になったときのインピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

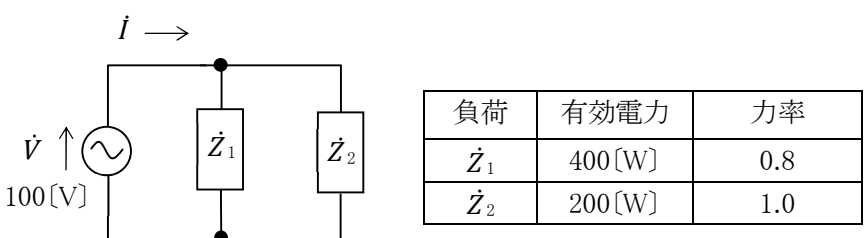
- 1 10 [Ω]
 2 15 [Ω]
 3 20 [Ω]
 4 25 [Ω]
 5 30 [Ω]

R : 抵抗 20[k Ω]
 L : 自己インダクタンス 30[mH]
 C : 静電容量 0.05[μ F]
 V : 交流電源 [V]



A - 8 次の記述は、図に示すように負荷 Z_1 及び Z_2 を交流電源電圧 $\dot{V} = 100$ [V]に接続したときの電流と皮相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、 Z_1 は誘導性の負荷とし、負荷 Z_1 及び Z_2 の有効電力及び力率は表の値とする。

- (1) \dot{V} から流れる電流 \dot{I} の大きさは、□ A □ [A] である。
 (2) 回路の皮相電力は、□ B □ [VA] である。
 (3) \dot{V} は \dot{I} より位相が、□ C □ いる。



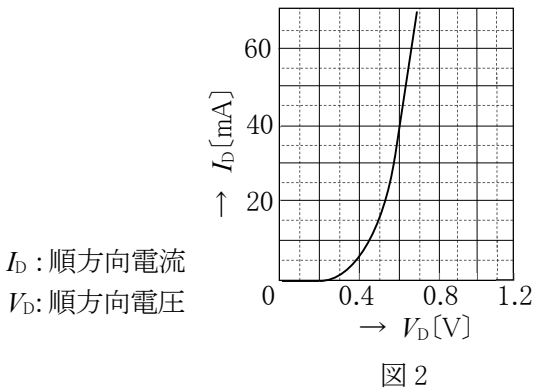
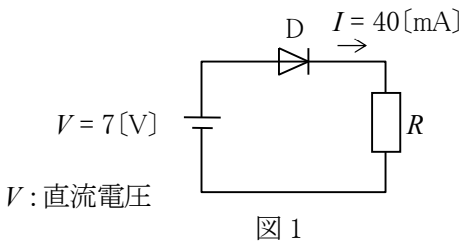
- | | A | B | C |
|---|-------------|---------------|-----|
| 1 | $2\sqrt{3}$ | $200\sqrt{3}$ | 遅れて |
| 2 | $2\sqrt{3}$ | $200\sqrt{3}$ | 進んで |
| 3 | $3\sqrt{5}$ | $200\sqrt{3}$ | 進んで |
| 4 | $3\sqrt{5}$ | $300\sqrt{5}$ | 進んで |
| 5 | $3\sqrt{5}$ | $300\sqrt{5}$ | 遅れて |

A - 9 次の記述は、半導体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 一般に電子の移動度は、ホール(正孔)の移動度よりも小さい。
- 2 真性半導体では、電子とホール(正孔)の密度は等しい。
- 3 半導体のシリコン(Si)は、周期表では第IV族(4 価)の物質である。
- 4 P 形半導体の多数キャリアは、ホール(正孔)である。
- 5 N 形半導体を作るために入れる不純物をドナーという。

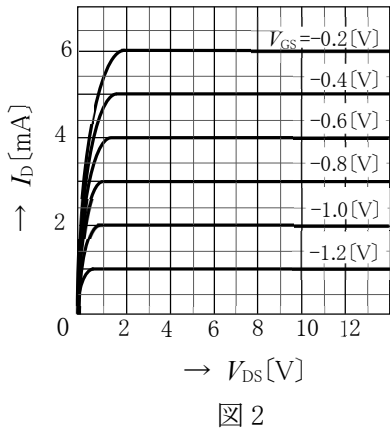
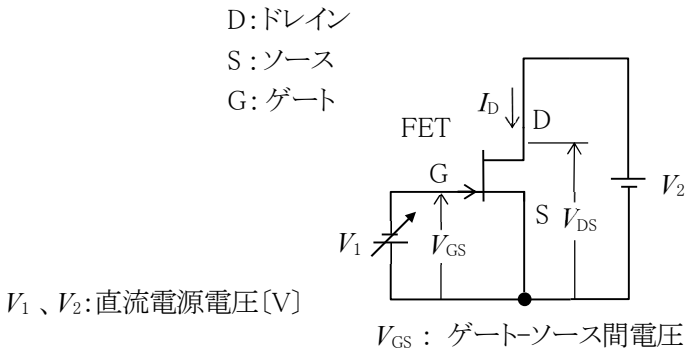
A - 10 図 1 に示すダイオード D を用いた回路に流れる電流 I が 40 [mA] であるとき、抵抗 R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、D の順方向の電圧電流特性は図 2 で表されるものとする。

- 1 120 [Ω]
- 2 140 [Ω]
- 3 160 [Ω]
- 4 180 [Ω]
- 5 200 [Ω]



A - 11 図 1 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} とドレイン電流 I_D の特性を求めたところ、図 2 に示す特性が得られた。このとき、 V_{DS} が 6 [V]、 I_D が 3 [mA] のときの相互コンダクタンス g_m の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.0 [mS]
- 2 2.0 [mS]
- 3 3.0 [mS]
- 4 4.0 [mS]
- 5 5.0 [mS]



□内に入れるべき字句の正しい

- A:アノード
K:カソード
G:ゲート

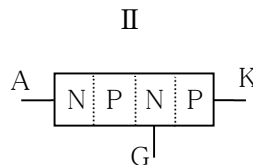
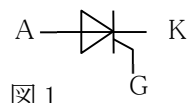


图 2

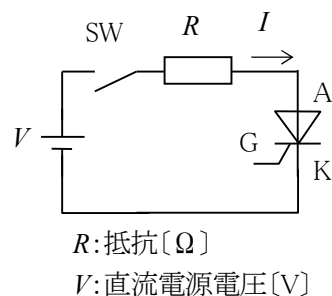
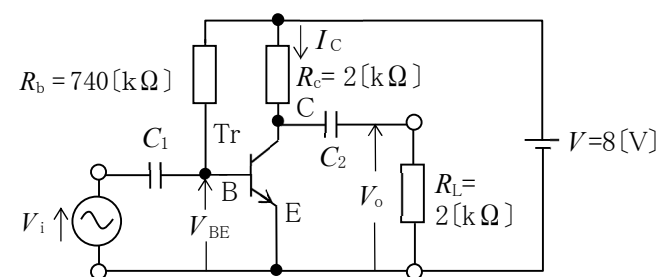


图 3

電圧帰還率 h_{re} 及び静電容量 C_1, C_2 [F] の影響は無視するものとする。

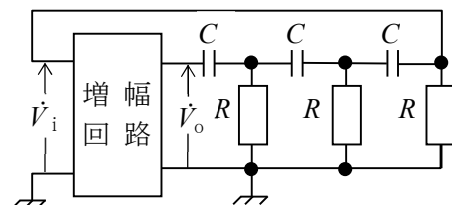
名 称	記号	値
入力インピーダンス	h_{ie}	2[kΩ]
電流増幅率	h_{fe}	200
直流電流増幅率	h_{FE}	200



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

字句の正しい組合せを下の番号か

- \dot{V}_i : 入力電圧[V]
 \dot{V}_o : 出力電圧[V]
 C : 静電容量[F]
 R : 抵抗[Ω]



\dot{V}_i : 入力電圧[V]
 \dot{V}_o : 出力電圧[V]
 C : 静電容量[F]
 R : 抵抗[Ω]

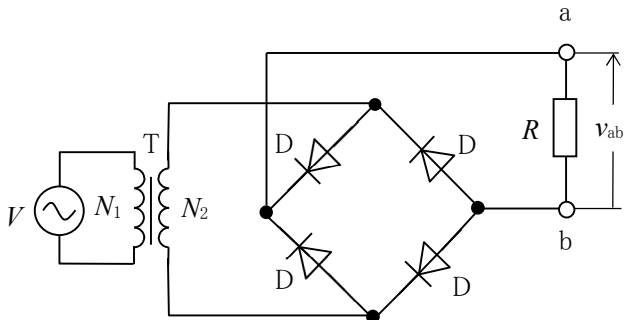
B を入力、 X を出力とする。

The diagram shows a logic circuit for a 2-input XOR gate. It has two inputs, A and B. Input A is connected to the top input of the first AND gate and the top input of the second AND gate. Input B is connected to the bottom input of the first AND gate and the bottom input of the second AND gate. The output of the first AND gate is connected to the top input of the OR gate. The output of the second AND gate is connected to the bottom input of the OR gate. The output of the OR gate is labeled X.

A - 16 図に示す整流回路において端子 ab 間の電圧 v_{ab} の平均値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は理想的に動作し、入力正弦波交流電圧の実効値を $V = 50 \text{ [V]}$ 、変成器 T の一次側の巻数 N_1 及び二次側の巻数 N_2 をそれぞれ 500 及び 50 とする。

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

D: ダイオード
R: 抵抗 [Ω]



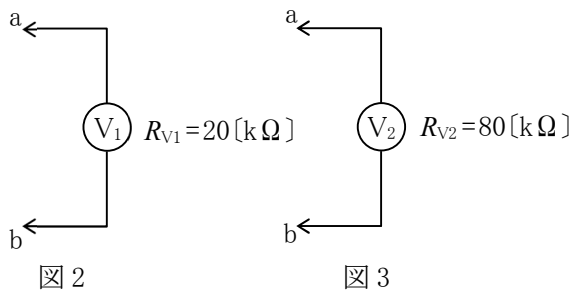
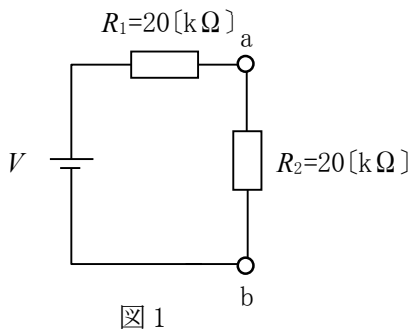
A - 17 次の記述は、指示電気計器について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 誘導形計器は、直流の電圧の測定に適している。
- 2 可動鉄片形計器は、商用周波数(50Hz/60Hz)の交流の電流の測定に適している。
- 3 静電形計器は、商用周波数(50Hz/60Hz)の交流の高電圧の測定に適している。
- 4 熱電対形計器は、高周波の電流の測定に適している。
- 5 永久磁石可動コイル形計器は、直流電流の測定に適している。

A - 18 図1に示す直流回路の端子ab間の電圧を、図2に示す内部抵抗 R_{V1} が 20 [kΩ] の直流電圧計 V_1 で測定したところ誤差の大きさが 3 [V] であった。同じ回路の電圧を図3に示す内部抵抗 R_{V2} が 80 [kΩ] の直流電圧計 V_2 で測定したときの誤差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、誤差は電圧計の内部抵抗によってのみ生ずるものとする。

- 1 0.3 [V]
- 2 0.6 [V]
- 3 1.0 [V]
- 4 1.8 [V]
- 5 2.4 [V]

R_1, R_2 : 抵抗
 V : 直流電圧 [V]



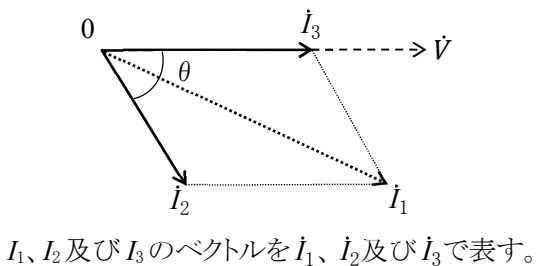
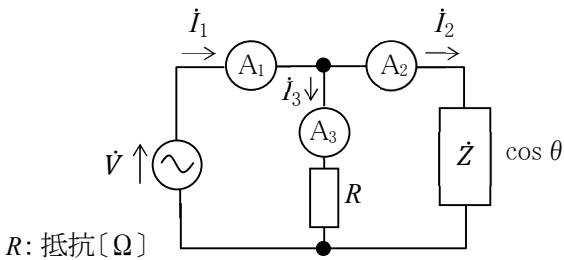
A - 19 次の記述は、図 1 に示すように、三つの交流電流計 A_1, A_2 及び A_3 を用いて負荷 Z の有効電力 (消費電力) P を測定する方法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 A_1, A_2 及び A_3 の測定値をそれぞれ I_1, I_2 及び $I_3 \text{ [A]}$ 、電源電圧 \dot{V} の大きさを $V \text{ [V]}$ 、負荷の力率を $\cos \theta$ とする。また、各電流計の内部抵抗の影響はないものとする。

- (1) 有効電力 (消費電力) P は、 $P = VI_2 \cos \theta \text{ [W]}$ で表される。
- (2) 電源電圧 V は、 $V = \text{□ A [V]}$ で表される。
- (3) 図 2 に示す各電流のベクトル図から、 I_1, I_2 及び I_3 の間に次式が成り立つ。

$$I_1^2 = \text{□ B}$$

- (4) したがって、(1)、(2)、(3)より、 P は次式で表される。

$$P = \frac{R}{2} \times \text{□ C [W]}$$



A	B	C
1 $I_3 R$	$I_2^2 + I_3^2 + 2I_2 I_3 \sin \theta$	$(I_1^2 - I_2^2 + I_3^2)$
2 $I_3 R$	$I_2^2 + I_3^2 + 2I_2 I_3 \cos \theta$	$(I_1^2 - I_2^2 - I_3^2)$
3 $I_1 R$	$I_2^2 + I_3^2 + 2I_2 I_3 \sin \theta$	$(I_1^2 - I_2^2 + I_3^2)$
4 $I_1 R$	$I_2^2 + I_3^2 + 2I_2 I_3 \cos \theta$	$(I_1^2 - I_2^2 - I_3^2)$
5 $I_1 R$	$I_2^2 + I_3^2 + 2I_2 I_3 \cos \theta$	$(I_1^2 - I_2^2 + I_3^2)$

図 2

A - 20 図に示す直流ブリッジ回路が平衡状態にあるとき、抵抗 $R_X[\Omega]$ の両端の電圧 V_X の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 12 [V]
- 2 15 [V]
- 3 18 [V]
- 4 21 [V]
- 5 24 [V]

抵抗

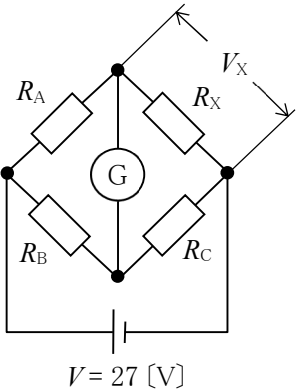
$R_A = 50 [\Omega]$

$R_B = 25 [\Omega]$

$R_C = 20 [\Omega]$

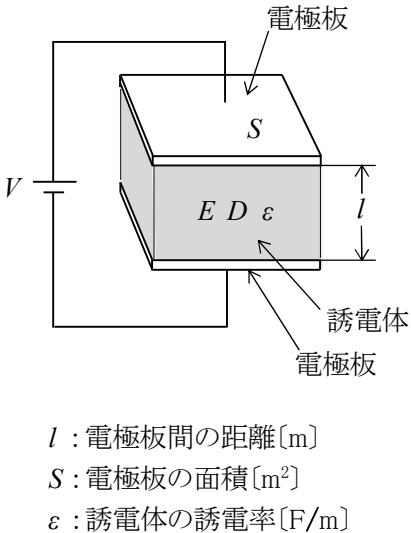
V : 直流電圧

G : 直流検流計



B - 1 次の記述は、図に示す平行平板コンデンサに蓄えられるエネルギー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) コンデンサの静電容量 C は、次式で表される。
 $C = \text{ア} \text{ [F]} \dots\dots\dots \text{①}$
- (2) 電極板間に V [V] の直流電圧を加えると、電極板間の電界の強さ E は、次式で表される。
 $E = \text{イ} \text{ [V/m]} \dots\dots\dots \text{②}$
- (3) このとき、コンデンサに蓄えられるエネルギー W は、次式で表される。
 $W = \text{ウ} \text{ [J]} \dots\dots\dots \text{③}$
- (4) 式③を式①及び②を用いて整理すると、次式が得られる。
 $W = \text{エ} \times SI \text{ [J]} \dots\dots\dots \text{④}$
 式④において SI は誘電体の体積であるから □エ は、誘電体の単位体積当たり
 に蓄えられるエネルギー w を表す。
- (5) w は、電束密度 D [C/m²] と E を用いて表すと、次式となる。
 $w = \text{オ} \text{ [J/m}^3\text{]} \dots\dots\dots$



- 1 $\frac{\epsilon S}{l}$
- 2 VI
- 3 $\frac{CV^2}{2}$
- 4 $\frac{\epsilon V^2}{2}$
- 5 $\frac{ED}{2}$
- 6 $\frac{\epsilon S^2}{l}$
- 7 $\frac{V}{l}$
- 8 $\frac{V^2}{2C}$
- 9 $\frac{\epsilon E^2}{2}$
- 10 $2ED$

B - 2 次の記述は、図 1 に示す回路において、スイッチ SW を接(ON)にしたときに抵抗 R_0 に流れる電流 I_0 を求める手順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、直流電源の内部抵抗はないものとする。

- (1) SW を断(OFF)にしたとき、端子 ab から電源側を見た合成抵抗 R_{ab} は、 $R_{ab} = \text{ア} \text{ } [\Omega]$ である。
- (2) SW を断(OFF)にしたとき、端子 ab 間の電圧は、図 2 の電圧 V である。
 図 2 の回路に流れる電流 I は、 $I = \text{イ} \text{ [A]}$ である。
 したがって、 V は次式で表される。
 $V = \text{ウ} \text{ [V]}$
- (3) よって、 I_0 は次式で表される。
 $I_0 = \frac{V}{R_{ab} + \text{エ}} = \text{オ} \text{ [A]}$

- 1 3
- 2 4
- 3 18
- 4 21
- 5 0.5
- 6 2
- 7 1
- 8 12
- 9 6
- 10 24

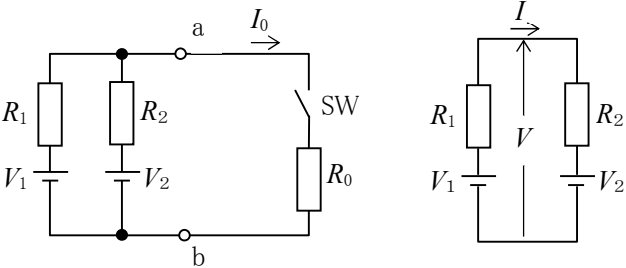


図 1

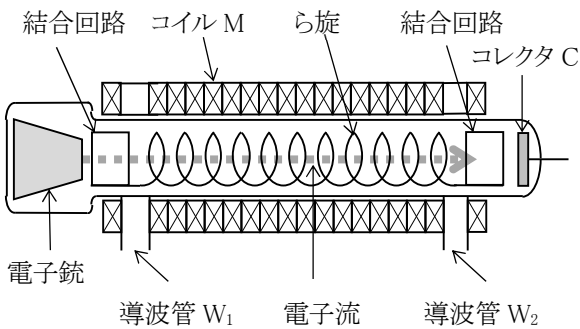
図 2

抵抗 $R_1 = R_2 = 6 [\Omega]$ 、 $R_0 = 21 [\Omega]$

直流電源電圧 $V_1 = 18$ [V]、 $V_2 = 6$ [V]

B－3 次の記述は、図に示す原理的な構造の進行波管(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。

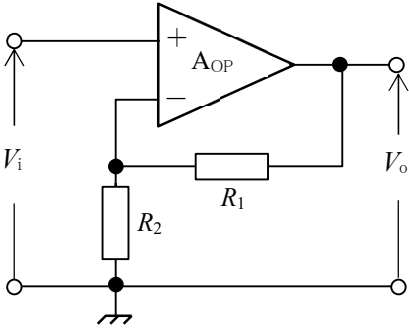
- (1) 電子銃からの電子流は、コレクタ C などに加えられた電圧によって加速されると同時にコイル M で □ア□ され、コレクタ C に達する。
- (2) マイクロ波は、導波管 W₁ から入力され、もう一方の導波管 W₂ から出力される。
- (3) 入力されたマイクロ波は、□イ□ の働きにより位相速度 v_p が遅くなる。
- (4) マイクロ波の位相速度を v_p 、電子流の速度を v_e とした時、一般に v_p を v_e より少し遅くする。
- (5) (4) のようにすると、マイクロ波はその速度差により、ら旋を進むにつれて □ウ□ される。
- (6) 進行波管は、同調回路が □エ□ ので、広帯域の信号の増幅が □オ□ である。



- | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|
| 1 発散 | 2 ら旋 | 3 増幅 | 4 ある | 5 不可能 |
| 6 集束 | 7 結合回路 | 8 減衰 | 9 ない | 10 可能 |

B－4 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(A_{OP})を用いた増幅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。

- ア 入力電圧 V_i [V] と出力電圧 V_o [V] の位相差は、0 [rad] である。
- イ V_o を抵抗 R_1 及び R_2 [Ω] で分割して A_{OP} の逆相(－)入力に帰還しているので正帰還増幅回路である。
- ウ 帰還率 β を抵抗 R_1 及び R_2 で表すと、 $\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ である。
- エ 増幅度 A を抵抗 R_1 及び R_2 で表すと、 $A = 1 + \frac{R_1}{R_2}$ である。
- オ A_{OP} の増幅度は ∞ (無限大) であるから、増幅度 A と帰還率 β の関係を表すと、 $A = \frac{1}{\beta^2}$ である。



B－5 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	インダクタンス	静電容量	コンダクタンス	磁束	電力
単位	[H]	[F]	[S]	[Wb]	[W]
他の SI 単位表示	□ア□	□イ□	□ウ□	□エ□	□オ□

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