

FK207

第一級陸上無線技術士「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。

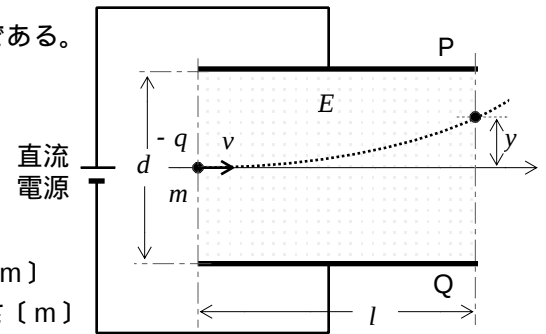
25問 2時間30分

- A - 次の記述は、図に示すように、電界が一様な平行板電極間(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	$2qE/m$	l/v	$Eq l^2 / (2mv^2)$
2	$2qE/m$	$l/(2v)$	$2Eq l / (mv^2)$
3	qE/m	l/v	$Eq l^2 / (2mv^2)$
4	qE/m	$l/(2v)$	$Eq l^2 / (2mv^2)$
5	qE/m	l/v	$2Eq l / (mv^2)$

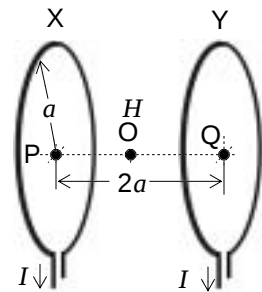
d : PQ 間の距離 [m]
 l : P 及び Q の長さ [m]



- A - 2 次の記述は、図に示すように、半径が a [m] で中心軸を共有して $2a$ [m] 離して置かれた二つのコイル X 及び Y に I [A] の直流電流を同一方向に流したときの、中心軸上の X-Y の中間点 O における磁界の強さ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 及び Y の中心をそれぞれ P 及び Q とする。

- (1) X によって O に生ずる磁界は、方向が P から O に向かう方向であり、その強さは、 $\square$ [A/m] である。
 (2) X 及び Y によって O に生ずる磁界の方向は $\square$ である。
 (3) したがって、O 点の磁界の強さ H は、 $\square C$ [A/m] となる。

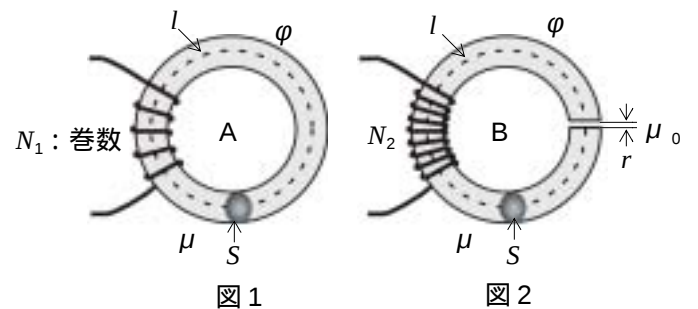
	A	B	C
1	$I/(4\sqrt{2}a)$	逆	0
2	$I/(4\sqrt{2}a)$	同じ	$I/(2\sqrt{2}a)$
3	$I/(4\sqrt{2}a)$	逆	$I/(2\sqrt{2}a)$
4	$I/(4a)$	同じ	$I/(2\sqrt{2}a)$
5	$I/(4a)$	逆	0



- A - 3 図 1 に示す環状鉄心 A の中に生ずる磁束 Φ [Wb] が、A の断面積 S [m²] の空隙を設けた図 2 に示す環状鉄心 B の中に生ずる磁束に等しいとき、図 2 のコイルの巻数 N_2 を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイルに流す直流電流の大きさは等しく、また $l = r$ とし、磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

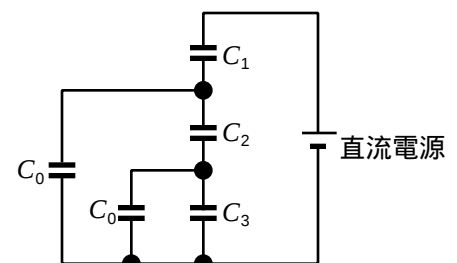
- 1 $N_2 = N_1 \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right)$
 2 $N_2 = N_1 \left(1 + \frac{r}{l} \right)$
 3 $N_2 = N_1 \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right) \left(\frac{l}{r} \right)$
 4 $N_2 = N_1 \left\{ 1 + \left(\frac{\mu_0}{\mu} \right) \left(\frac{l}{r} \right) \right\}$
 5 $N_2 = N_1 \left\{ 1 + \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right) \left(\frac{r}{l} \right) \right\}$

S : A の断面積 [m²]
 μ : 鉄心の透磁率 [H/m]
 μ_0 : 空隙の透磁率 [H/m]
 l : A の平均磁路長 [m]
 r : 空隙長 [m]



- A - 4 図に示す静電容量 C_1 、 C_2 、 C_3 、及び C_0 [F] の回路において、 C_1 、 C_2 及び C_3 に加わる電圧が定常状態で等しくなるときの条件式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $C_1 = C_2 + C_0 = C_3 + C_0$
 2 $C_1 = C_2 + C_0 = C_3 + \varphi_0$
 3 $C_1 = C_2 + \varphi_0 = C_3 + \varphi_0$
 4 $C_1 = C_2 + \varphi_0 = C_3 + \varphi_0$
 5 $C_1 = C_2 + C_0/2 = C_3 + C_0/3$



- A - 5 図 1 に示す内部抵抗が $0.2 [\Omega]$ で起電力 V が $1.6 [\text{V}]$ の同一規格の電池 C を、図 2 に示すように、直列に 5 個接続したものを並列に 4 個接続したとき、端子 ab から得られる最大出力電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 34 [W]
- 2 46 [W]
- 3 52 [W]
- 4 64 [W]
- 5 82 [W]

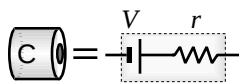


図 1

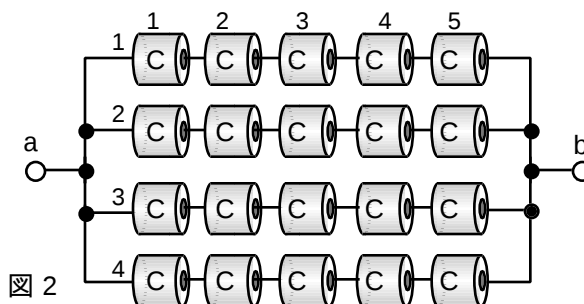
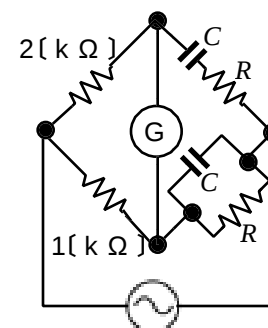


図 2

- A - 6 図に示す交流ブリッジ回路が平衡しているとき、交流電源の周波数 f の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R は $2 [\text{k}\Omega]$ 、静電容量 C は $1/(4\pi) [\mu\text{F}]$ とする。

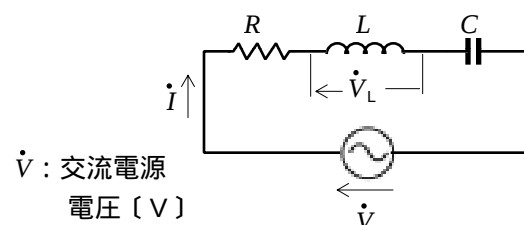
- 1 1,000 [Hz]
- 2 1,600 [Hz]
- 3 2,200 [Hz]
- 4 3,500 [Hz]
- 5 4,200 [Hz]



交流電源 周波数 f

- A - 7 次の記述は、図に示す抵抗 $R [\Omega]$ 、自己インダクタンス $L [\text{H}]$ 、静電容量 $C [\text{F}]$ の直列共振回路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、共振したときの角周波数及び電流を $\omega_0 [\text{rad/s}]$ 及び $I_0 [\text{A}]$ とする。また、回路の電流 $\dot{I}$ の大きさが、 $I_0/\sqrt{2} [\text{A}]$ となる二つの角周波数をそれぞれ ω_1 及び $\omega_2 [\text{rad/s}]$ ($\omega_1 < \omega_2$) とする。

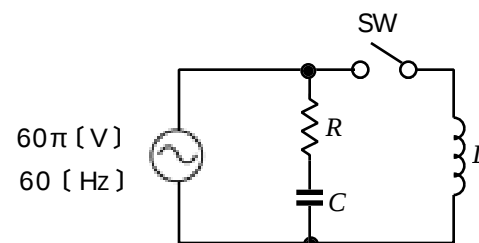
- 1 回路の尖鋭度 Q は、 $Q = (1/R) \times \sqrt{L/C}$ で表される。
- 2 回路の尖鋭度 Q は、 $Q = \omega_0 / (\omega_2 - \omega_1)$ で表される。
- 3 ω_0 のとき、 L の両端の電圧 $\dot{V}_L$ の大きさは、 $Q \times |\dot{V}| [\text{V}]$ である。
- 4 ω_1 又は ω_2 のとき、 R で消費される電力は、 $I_0^2 R / 2 [\text{W}]$ である。
- 5 回路の電流 $\dot{I}$ は、 ω_1 で $\dot{V}$ より位相が進み、 ω_2 で $\dot{V}$ より遅れる。



$\dot{V}$: 交流電源
電圧 [V]

- A - 8 図に示す回路において、スイッチ SW が断(OFF)のとき、抵抗 $R [\Omega]$ と静電容量 $C [\text{F}]$ の直列回路に流れる電流が $1 [\text{A}]$ で力率が 0.6 であった。次に、 SW を閉(ON)にして並列に自己インダクタンス L を接続したとき、力率が 1 に改善された。このときの L の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の電圧を $60\pi [\text{V}]$ 、周波数を $60 [\text{Hz}]$ とする。

- 1 350 [mH]
- 2 500 [mH]
- 3 625 [mH]
- 4 750 [mH]
- 5 880 [mH]



- A - 9 次の記述は、トランジスタの最大コレクタ損失 P_{Cmax} 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。

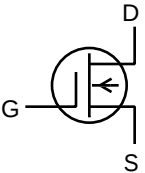
- (1) 動作時に □ A □ において連続的に消費しうる電力の最大許容値をいう。
- (2) 周囲温度が高くなると、□ B □ なる。
- (3) $P_{\text{Cmax}} = 800 [\text{mW}]$ のトランジスタでは、コレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} を $20 [\text{V}]$ で連続使用するとき、流しうる最大のコレクタ電流 I_{C} は、□ C □ [A] である。

- | | A | B | C |
|---|--------|-----|------|
| 1 | コレクタ接合 | 小さく | 0.04 |
| 2 | コレクタ接合 | 大きく | 1.6 |
| 3 | コレクタ接合 | 小さく | 1.6 |
| 4 | エミッタ接合 | 大きく | 0.04 |
| 5 | エミッタ接合 | 小さく | 1.6 |

A - 10 次の記述は、図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。ただし、電極のドレイン、ゲート及びソースをそれぞれ D、G 及び S で表す。

- (1) MOS 形 N チャンネルの、□A形である。
 (2) 一般に、D S 間に加える電圧の極性は、□Bである。
 (3) G S 間電圧を、G が負(-)、S が正(+)として大きさを増加させると、D に流れる□電流がする。

A	B	C
1 エンハンスメント	D が負(-)、S が正(+)	増加
2 エンハンスメント	D が正(+)、S が負(-)	減少
3 デプレッション	D が負(-)、S が正(+)	減少
4 デプレッション	D が正(+)、S が負(-)	減少
5 デプレッション	D が負(-)、S が正(+)	増加



A - 11 電子密度及びホール(正孔)密度がそれぞれ n [1/m³] 及び p [1/m³] である半導体の導電率 σ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電子及びホールの移動速度は、半導体内部の電界に比例するものとし、移動度をそれぞれ μ_n [m²/(V・s)] 及び μ_p [m²/(V・s)] とする。また、電子の電荷の値を q [C] とする。

- 1 $\sigma = q\{(n\mu_n)^2 + (p\mu_p)^2\}$ [S/m]
 2 $\sigma = q(n+p)(\mu_n + \mu_p)$ [S/m]
 3 $\sigma = q/(n^2\mu_n + p^2\mu_p)$ [S/m]
 4 $\sigma = q(p\mu_n + n\mu_p)$ [S/m]
 5 $\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$ [S/m]

A - 12 次の記述は、ホトダイオードと硫化カドミウム(CdS)セル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。

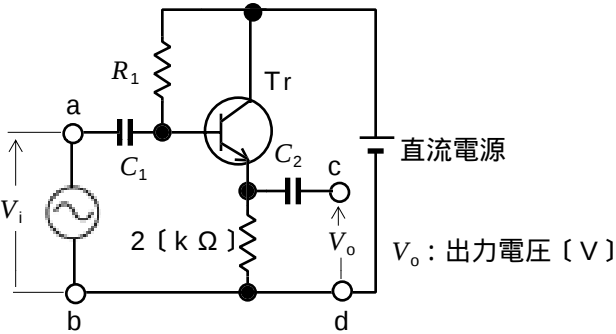
- (1) ホトダイオードは、逆方向電圧を加えたとき、光量の増加で抵抗値が □A なる。
 (2) CdSセルは、光量の増加で抵抗値が □B なる。
 (3) ホトダイオードは、CdSセルに比べて光の照射に対する抵抗値の反応時間が □C 。

A	B	C
1 低く	高く	遅い
2 低く	低く	速い
3 低く	高く	速い
4 高く	低く	速い
5 高く	高く	遅い

A - 13 次の記述は、図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。□内に入れるべき最も近い値の組合せを下の番号から選べ。ただし、Tr の h_{ie} 定数のうち入力インピーダンス h_{ie} を 4 [k Ω]、電流増幅率 h_{fe} を 200とする。また、入力電圧 V_i [V] の電源の内部抵抗を零とし、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。

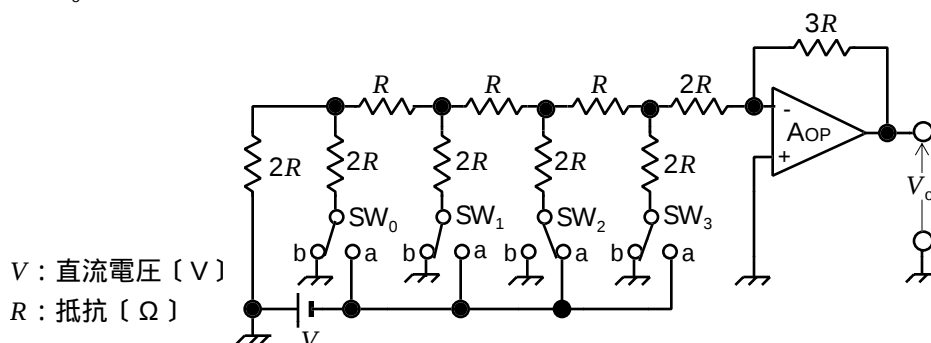
- (1) 端子 a b から見た入力インピーダンスは、約 □Aである。
 (2) 端子 c d から見た出力インピーダンスは、約 □Bである。
 (3) 電圧増幅度 V_o/V_i は、約 □C である。

A	B	C
1 400 [k Ω]	8 [k Ω]	4
2 400 [k Ω]	20 [Ω]	1
3 400 [k Ω]	8 [k Ω]	1
4 200 [k Ω]	20 [Ω]	1
5 200 [k Ω]	8 [k Ω]	4



A - 14 図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いたラダー(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 $V/16$ [V]
- 2 $V/8$ [V]
- 3 $V/4$ [V]
- 4 $V/3$ [V]
- 5 $V/2$ [V]



A - 15 図 1 に示す RC 回路の入力に、図 2 に示す方形波パルス列の電圧 v_i [V] を加えたとき、図 3 に示す出力電圧 v_o が得られた。このときの電圧 V_1 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 CR の時定数は v_i の T_2 よりも十分大きく、また、回路は定常状態にあるものとする。

- V_1
- 1 5.0 [V]
 - 2 4.5 [V]
 - 3 4.0 [V]
 - 4 3.5 [V]
 - 5 3.0 [V]

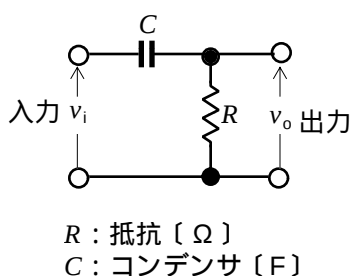


図 1

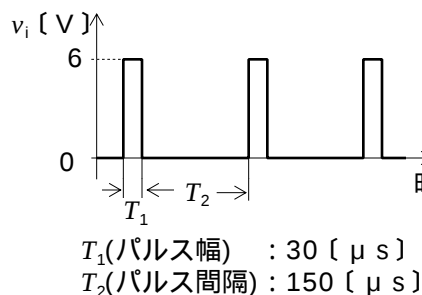


図 2

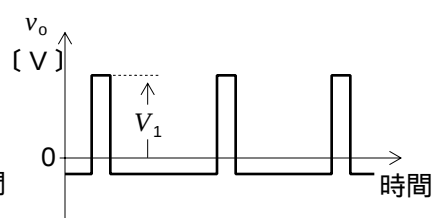
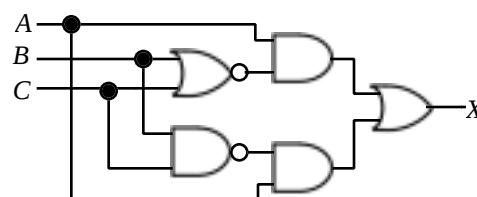


図 3

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、入力を A、B 及び C とし、出力を X とする。

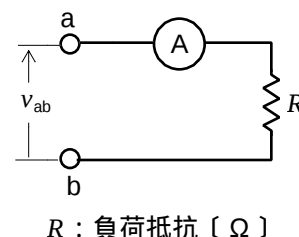
- 1 $X = A \cdot (B + C)$
- 2 $X = \overline{A} \cdot (B + C)$
- 3 $X = \overline{A} \cdot (B + C)$
- 4 $X = A \cdot (B + C)$
- 5 $X = A \cdot (B + C)$



A - 17 図に示す回路の端子 ab 間に次式に示すひずみ波交流電圧 v_{ab} を加えたとき、整流形電流計 A の指示値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし A は、全波整流形で目盛は正弦波交流の実効値に校正されているものとする。また、A の内部抵抗は無視するものとする。

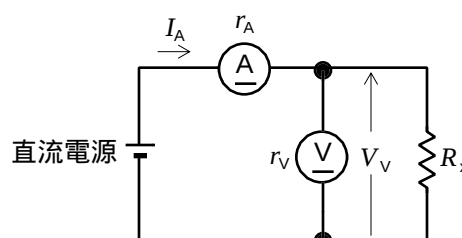
$$v_{ab} = V_m \sin \omega t + (V_m/3) \sin(3\omega t - \pi) \text{ [V] } \quad V_m : \text{電圧 [V]、} \omega : \text{角周波数 [rad/s]、} t : \text{時間 [s]}$$

- 1 $16V_m/(9\pi R)$ [A]
- 2 $8V_m/(9\pi R)$ [A]
- 3 $4\sqrt{2}V_m/(9\pi R)$ [A]
- 4 $4\sqrt{2}V_m/(9R)$ [A]
- 5 $8\sqrt{2}V_m/(9R)$ [A]



A - 18 図に示す回路において、未知抵抗 R_x の値を直流電流計 A 及び直流電圧計 V の指示値及び V_V から、 $R_x = V_V/I_A$ として求めたときの百分率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、 I_A 及び V_V をそれぞれ $I_A = 36$ [mA] 及び $V_V = 12$ [V]、A 及び V の内部抵抗をそれぞれ $r_A = 4$ [Ω] 及び $r_V = 4$ [k Ω] とする。また、誤差は r_A 及び r_V のみによって生ずるものとする。

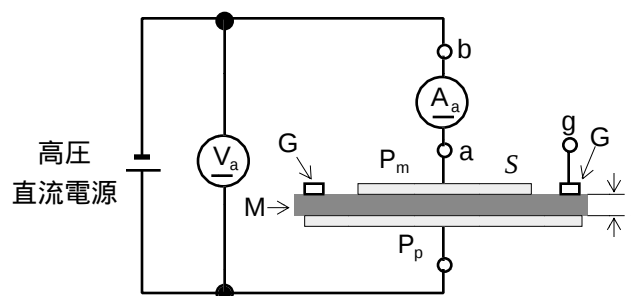
- 1 8.3 [%]
- 2 10.8 [%]
- 3 12.6 [%]
- 4 15.4 [%]
- 5 16.7 [%]



A - 19 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。

- (1) M に円盤状の主電極 P_m 、対電極 P_p 、高圧直流電源、直流電圧計 V_a 及び直流電流計 A_a を接続する。
- (2) M の内部を流れる電流が非常に小さいので、M の表面を流れる漏れ電流が、a は流れないようにするため、 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。
- (3) M に電圧を加えたとき、 V の指示値を V [V]、 A_a の指示値を I [A]、主電極の面積を S [m²]、M の厚さを l とすると M の体積抵抗率は、 $\rho =$ □ B [Ω・m] で表される。

- | | A | B |
|---|---|-------------|
| 1 | a | $VS/(Il)$ |
| 2 | a | $VS/(2Il)$ |
| 3 | b | $VS/(Il^2)$ |
| 4 | b | $VS/(2Il)$ |
| 5 | b | $VS/(Il)$ |



A - 20 次の記述は、図 1 に示すリサージュ図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 1 は、図 2 に示すようにオシロスコプの垂直入力及び水平入力のそれぞれに最大値 [V] の正弦波交流電圧 v_y 及び v_x [V] を加えたときに得られたものとする。

- (1) v_x の周波数が 600 [Hz] のとき、 v_y の周波数は □ A [Hz] である。
- (2) 図 1 の点 a のときの v_y の値は、□ B [V] である。
- (3) 点 o から始まって点 o に戻るまで、一回のリサージュ図を描くのに要する時間は、□ C [s] である。

- | | A | B | C |
|---|-----|---|-------|
| 1 | 400 | V | 1/400 |
| 2 | 400 | 0 | 1/200 |
| 3 | 400 | V | 1/200 |
| 4 | 600 | 0 | 1/200 |
| 5 | 600 | V | 1/400 |

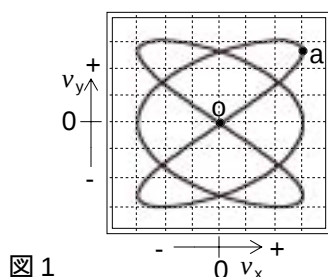


図 1

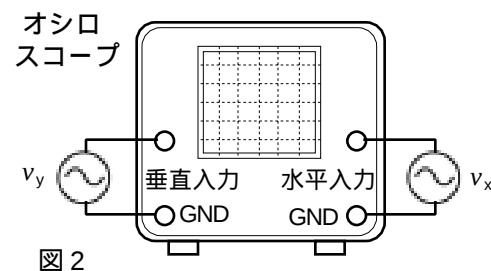


図 2

B - 1 次の記述は、図 1 に示すように正方形の導線 D が、磁石 M の磁極 NS 間を v [m/s] の速度で移動するときの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、磁極は一边が m [m] の正方形で、磁極間の磁束密度は一様で B [T] とする。また D は、一边を l [m] ($l < m$) とし、その面を磁極面に平行に保ち、かつ、磁極間の中央を辺 ab と磁極の辺 pq が平行を保って移動するものとする。

- (1) D に生ずる起電力の大きさは、D 内部の磁束が Δt [s] 間に $\Delta \phi$ [Wb] 変化すると、 $e =$ □ ア [V] である。
- (2) 辺 d c が面 pp'q'q に達した時間 t_1 から、辺 a b が面 pp'q'q に達する時間 t_2 の間に D に生ずる起電力の大きさは、 $e =$ □ イ [V] である。
- (3) (2) のとき、 e によって D に流れる電流の方向は、点 a から □ ウ の方向である。
- (4) D 全体が磁界中にあるときには、起電力の大きさは、□ エ [V] である。
- (5) D に生ずる起電力の時間による変化の概略は、図 2 の □ オ である。

- | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|---|-------|---|---------------|---|---------|----|---|
| 1 | $\Delta \phi / \Delta t$ | 2 | Blv | 3 | d → c → b → a | 4 | $2Blv$ | 5 | B |
| 6 | $\Delta \phi \Delta t$ | 7 | 0 | 8 | b → c → d → a | 9 | Blv^2 | 10 | A |

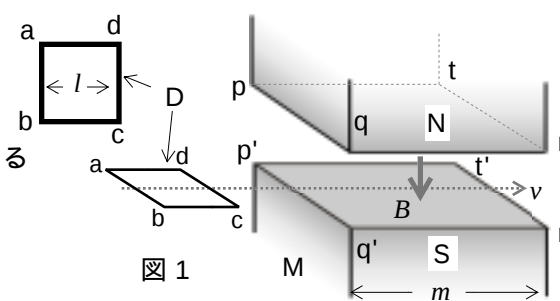


図 1

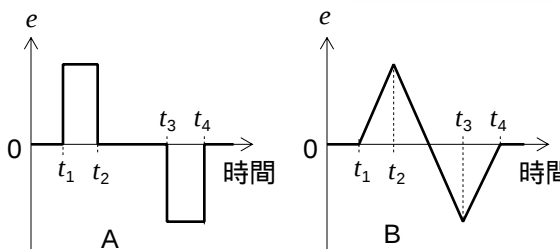
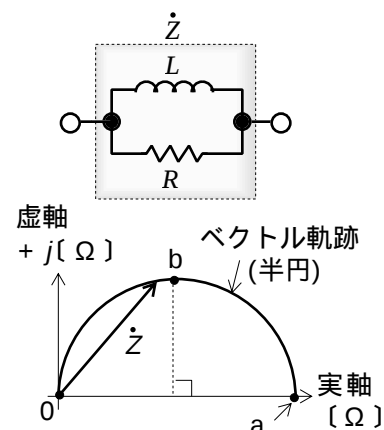


図 2 t_3 : dc が面 t t' r' r に達した時間
 t_4 : ab が面 t t' r' r に達した時間

B - 2 次の記述は、図に示す RL 並列回路の複素インピーダンス $\dot{Z}$ [Ω] のベクトル軌跡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 [Ω] 及び自己インダクタンス L [H] を一定とし、角周波数 ω [rad/s] を零 ($\omega = 0$) から無限大 ($\omega = \infty$) まで変化させるものとする。

- (1) $\dot{Z}$ は、 $\dot{Z} = \omega^2 L^2 R / (R^2 + \omega^2 L^2) + j \square \text{ア} / (R^2 + \omega^2 L^2)$ [Ω] で表される。
 (2) 点 a におけるは、□ イ であり、 $\dot{Z}$ の大きさは、□ ウ である。
 (3) 点 b におけるは、□ エ であり、 $\dot{Z}$ の大きさは、□ オ である。

- 1 $\omega L^2 R$ 2 R/L [rad/s] 3 0 [rad/s] 4 0 [Ω] 5 $R/\sqrt{2}$ [Ω]
 6 $\omega L R^2$ 7 $R/(2L)$ [rad/s] 8 ∞ [rad/s] 9 R [Ω] 10 $R/2$ [Ω]



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。

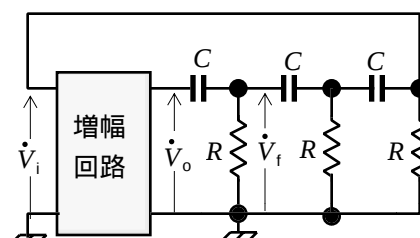
- (1) サーミスタは、温度によって □ ア が変化する素子である。
 (2) バリスタは、□ イ によって電気抵抗が変化する素子である。
 (3) サイリスタは、□ ウ の安定状態を持つスイッチング素子である。
 (4) ホトダイオードは、□ エ を電気エネルギーに変換する素子である。
 (5) ホール素子は、□ オ に応じて起電力を発生する素子である。

- 1 電気抵抗 2 三つ 3 磁界の強さ 4 自己インダクタンス 5 長さ
 6 静電容量 7 二つ 8 光エネルギー 9 熱エネルギー 10 電圧

B - 4 次の記述は、図に示す RC 発振回路の動作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。ただし、回路は発振状態にあるものとし、増幅回路の入力電圧及び出力電圧をそれぞれ $\dot{V}_i$ [V] 及び $\dot{V}_o$ [V] とする。

- ア $\dot{V}_i$ と $\dot{V}_o$ の位相差は、 π [rad] である。
 イ $\dot{V}_o$ と図に示す電圧 $\dot{V}_f$ の位相を較べると、 $\dot{V}_o$ が $\dot{V}_f$ よりも遅れている。
 ウ 増幅回路の増幅度の大きさ $|\dot{V}_o/\dot{V}_i|$ は、3 である。
 エ 発振周波数 f は、 $f = 1/(2\pi\sqrt{6}RC)$ [Hz] である。
 オ この回路は、一般に極超短波(UHF)帯の正弦波交流の発振に用いられる。

C: 静電容量 [F]
 R: 抵抗 [Ω]



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 の最大目盛値を 0.5 [mA]、内部抵抗 90 [Ω] とする。

- (1) 抵抗 R_1 は、□ ア [Ω] である。
 (2) 5 [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 4.5 2 5.4 3 6 4 9 5 10
 6 18 7 225 8 380 9 591 10 820

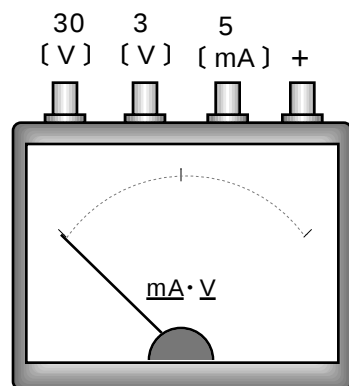


図1

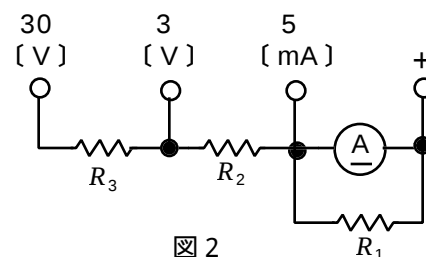


図2