

GK707

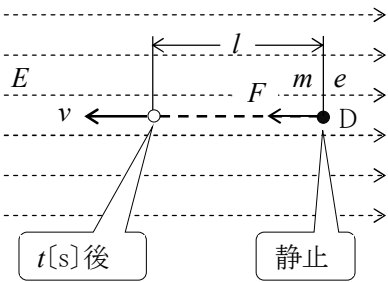
第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、図に示すように均一な電界中における電子 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、電子 D は始め静止状態にあるものとし、電界の強さを $E[\text{V/m}]$ 、電子の電荷の大きさ及び質量をそれぞれ $e[\text{C}]$ 及び $m[\text{kg}]$ とする。

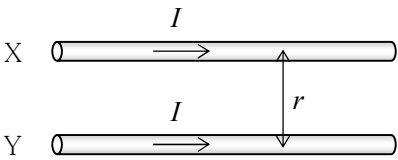
- (1) 電子が電界から受ける力 $F[\text{N}]$ によって受ける加速度 α は、 $\alpha = \square \text{ A } [\text{m/s}^2]$ である。
- (2) したがって、静止状態の電子が F によって運動を始めて、 $t[\text{s}]$ 後に達する速さ v は、 $v = \square \text{ B } [\text{m/s}]$ である。
- (3) よって、静止状態の電子が F によって運動を始めて、 $t[\text{s}]$ 間で移動する距離 l は、 $l = \square \text{ C } [\text{m}]$ である。

	A	B	C
1	$\frac{eE^2}{m}$	$\frac{eEt}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{4m}$
2	$\frac{eE^2}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{4m}$
3	$\frac{eE}{m}$	$\frac{eEt}{m}$	$\frac{eEt^2}{2m}$
4	$\frac{eE}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{m}$	$\frac{eEt^2}{2m}$
5	$\frac{eE}{m}$	$\frac{eEt}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{4m}$



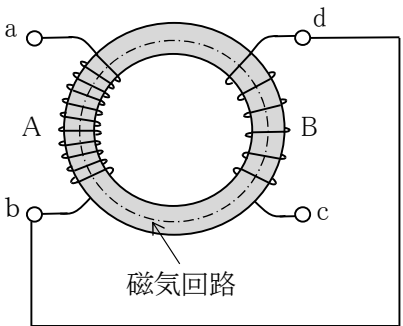
A－2 図に示すように、 $r[\text{m}]$ の間隔で空气中に置かれた無限長の直線導線 X 及び Y に同じ方向の直流電流 $I[\text{A}]$ を流した。このとき Y が受ける $1[\text{m}]$ 当たりの力の大きさ及び XY 間に働く力の方向の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、導線の太さは無視できるものとし、空気の透磁率を $4\pi \times 10^{-7}[\text{H/m}]$ とする。

	大きさ	方向
1	$\frac{2I^2}{r} \times 10^{-7} [\text{N/m}]$	互いに反発する方向
2	$\frac{2I^2}{r} \times 10^{-7} [\text{N/m}]$	互いに吸引する方向
3	$\frac{I^2}{\pi r} \times 10^{-7} [\text{N/m}]$	互いに反発する方向
4	$\frac{I^2}{2\pi r} \times 10^{-7} [\text{N/m}]$	互いに吸引する方向
5	$\frac{I^2}{2\pi r} \times 10^{-7} [\text{N/m}]$	互いに反発する方向



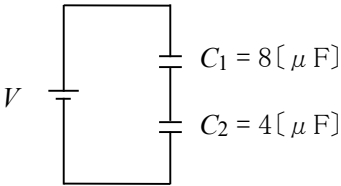
A－3 図に示すように、環状鉄心に巻いた二つのコイル A 及び B を接続したとき、端子 ac 間のインダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、A の自己インダクタンスは $16[\text{mH}]$ 、B の巻数は A の $1/2$ とする。また、磁気回路には漏れ磁束はないものとする。

- 1 9 [mH]
- 2 12 [mH]
- 3 18 [mH]
- 4 36 [mH]
- 5 64 [mH]



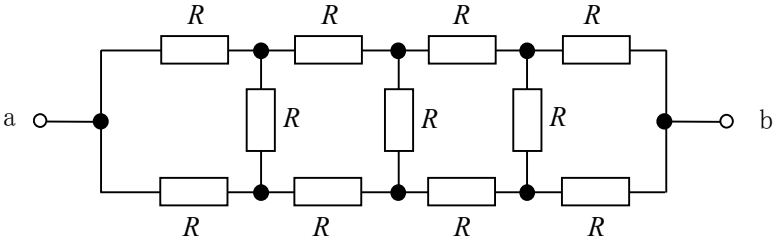
A-4 図に示す回路の静電容量 C_1 に蓄えられている電荷が $16 \times 10^{-5} [\text{C}]$ であるとき、直流電圧 V の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 60 [V]
- 2 50 [V]
- 3 40 [V]
- 4 30 [V]
- 5 20 [V]



A-5 図に示す抵抗 $R = 150 [\Omega]$ で作られた回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 75 [Ω]
- 2 100 [Ω]
- 3 150 [Ω]
- 4 200 [Ω]
- 5 300 [Ω]



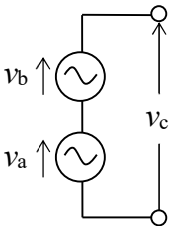
A-6 次の記述は、図に示す二つの正弦波交流電圧 v_a 及び v_b の和の電圧 $v_c = v_a + v_b$ について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 t を時間[s]とする。

- (1) v_c の周波数は、□ A [Hz] である。
- (2) v_c の実効値は、□ B [V] である。
- (3) v_a と v_c の位相差は、 \tan^{-1} □ C [rad] である。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|------|
| 1 | 120 | 100 | 0.5 |
| 2 | 120 | 141 | 0.5 |
| 3 | 120 | 141 | 0.75 |
| 4 | 60 | 100 | 0.75 |
| 5 | 60 | 141 | 0.75 |

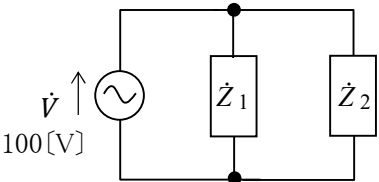
$$v_a = 80\sqrt{2} \sin(120 \pi t) \text{ [V]}$$

$$v_b = 60\sqrt{2} \sin(120 \pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ [V]}$$



A-7 図に示すように、負荷 \dot{Z}_1 及び \dot{Z}_2 を交流電源電圧 $\dot{V} = 100 [\text{V}]$ に接続したとき、この回路の皮相電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 \dot{Z}_1 は誘導性の負荷とする。

- 1 $200\sqrt{2}$ [VA]
- 2 $300\sqrt{3}$ [VA]
- 3 $300\sqrt{5}$ [VA]
- 4 $600\sqrt{3}$ [VA]
- 5 $600\sqrt{5}$ [VA]

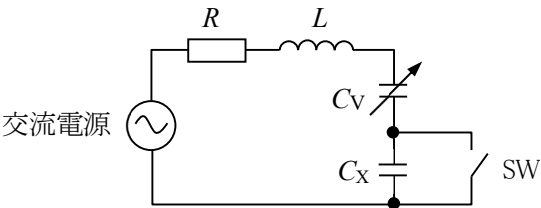


負荷	有効電力	力率
\dot{Z}_1	400 [W]	0.8
\dot{Z}_2	200 [W]	1

A-8 図に示す交流回路において、スイッチ SW を断(OFF)にしたとき、可変静電容量 C_V が $200 [\text{pF}]$ で回路は共振した。次に SW を接(ON)にして C_V を $150 [\text{pF}]$ としたところ、回路は同じ周波数で共振した。このときの静電容量 C_X の値として、正しいものを下の番号から選べ。


- 1 600 [pF]
- 2 500 [pF]
- 3 400 [pF]
- 4 300 [pF]
- 5 200 [pF]

R : 抵抗 [Ω]
 L : 自己インダクタンス [H]




A－9 次の図は、半導体素子名と図記号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。

1



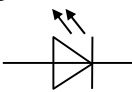
PNPトランジスタ

2



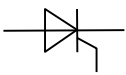
Pチャネル接合形電界効果トランジスタ

3




発光ダイオード

4



Pゲート逆阻止3端子サイリスタ

5



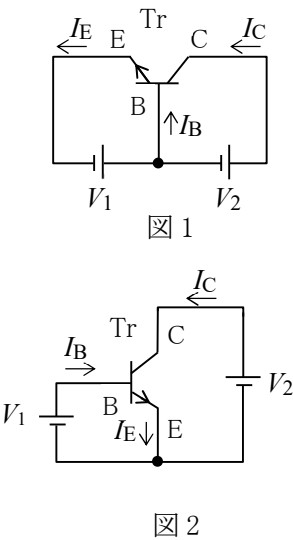
Nチャネル絶縁ゲート形エンハンスメント形電界効果トランジスタ

A－10 次の記述は、トランジスタ(Tr)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、エミッタ電流、コレクタ電流及びベース電流をそれぞれ I_E 、 I_C 及び I_B [A] とする。

- (1) 図1に示すベース接地回路の電流増幅率 α は、□ A で表される。
- (2) 図2に示すエミッタ接地回路の電流増幅率 β は、□ B で表される。
- (3) β を α で表すと、 $\beta =$ □ C となる。

	A	B	C
1	$\frac{I_E}{I_C}$	$\frac{I_C}{I_B}$	$\frac{\alpha}{1 - \alpha}$
2	$\frac{I_E}{I_C}$	$\frac{I_B}{I_C}$	$\frac{\alpha}{1 + \alpha}$
3	$\frac{I_C}{I_E}$	$\frac{I_B}{I_C}$	$\frac{\alpha}{1 - \alpha}$
4	$\frac{I_C}{I_E}$	$\frac{I_C}{I_B}$	$\frac{\alpha}{1 - \alpha}$
5	$\frac{I_C}{I_E}$	$\frac{I_C}{I_B}$	$\frac{\alpha}{1 + \alpha}$

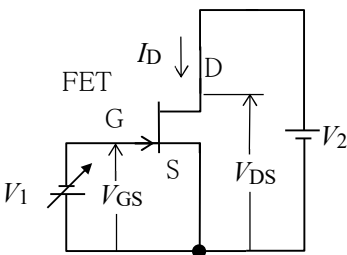
C:コレクタ
E:エミッタ
B:ベース
 V_1 、 V_2 : 直流電源電圧[V]



A－11 図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} を12[V]一定にして、ゲート－ソース間電圧 V_{GS} を変えてドレイン電流 I_D を求めたとき、表の結果が得られた。このとき、 $I_D = 9$ [mA] 付近におけるFETの相互コンダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 10 [mS]
- 2 20 [mS]
- 3 30 [mS]
- 4 60 [mS]
- 5 90 [mS]

D:ドレイン
S:ソース
G:ゲート
 V_1 、 V_2 : 直流電源電圧[V]

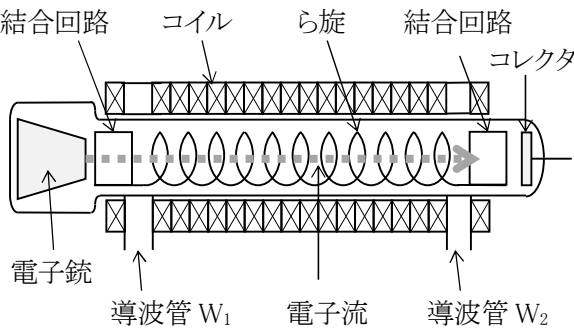


V_{GS} [V]	I_D [mA]
0	18.0
- 0.1	15.0
- 0.2	12.0
- 0.3	9.0
- 0.4	6.0
- 0.5	3.0

A－12 次の記述は、図に示すマイクロ波帯で用いられる進行波管の原理的な構造等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。

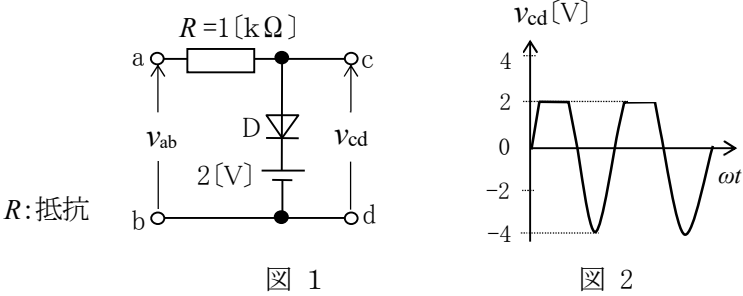
- (1) コイルは、電子銃からの電子流を □ A させる役割がある。
- (2) ら旋は、入力されるマイクロ波の位相速度を □ B する役割がある。
- (3) 同調回路がないので、広帯域の信号を □ C することができる。

	A	B	C
1	発散	速く	検波
2	発散	遅く	増幅
3	集束	速く	増幅
4	集束	速く	検波
5	集束	遅く	増幅



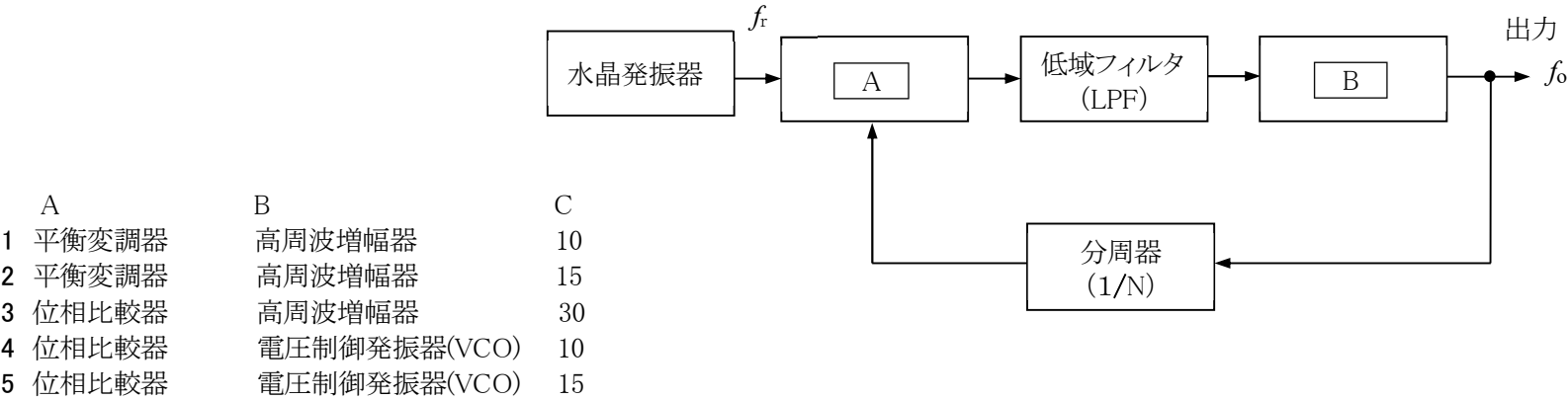
A - 13 次の記述は、図1に示す理想ダイオード D を用いた回路の動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、 v_{ab} を入力電圧、 v_{cd} を出力電圧、 ω を角周波数[rad/s]、 t を時間[s]とする。

- 1 回路は、クランプ回路といわれる。
- 2 $v_{ab} = 0$ [V] のとき、 $v_{cd} = 0$ [V] である。
- 3 $v_{ab} = -3$ [V] のとき、 $v_{cd} = -3$ [V] である。
- 4 $v_{ab} = 3$ [V] のとき、 $v_{cd} = 2$ [V] である。
- 5 $v_{ab} = 4\sin\omega t$ [V] のとき、 v_{cd} の波形は図 2 になる。



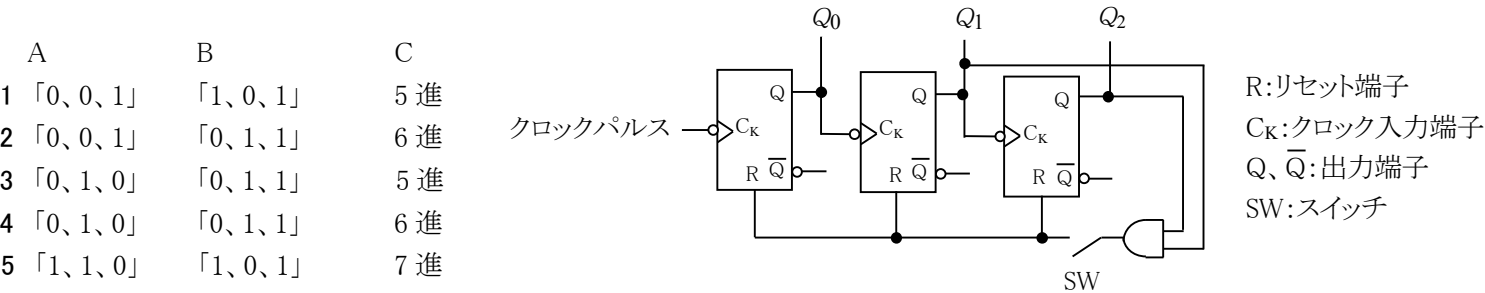
A - 14 次の記述は、図に示す位相同期ループ (PLL) を用いた発振回路の原理的な構成例について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、水晶発振器の出力周波数 f_r を 10 [MHz] とし、回路は発振状態で正常に動作しているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 発振回路は、水晶発振器、□ A □、低域フィルタ (LPF)、□ B □、分周器などから構成されている。
- (2) 出力の周波数 f_o が 150 [MHz] であるとき、分周器 (1/N) の分周比 N は □ C □ となる。



A - 15 次の記述は、図に示す T フリップフロップ及び AND 回路を用いたカウンタ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、正論理とし、T フリップフロップはクロック (カウント) パルスの立ち下がりで動作し、AND 回路の出力パルスの立ち上がりでリセットされ、カウントを開始するときに全ての T フリップフロップは「0」にリセットされているものとする。また、回路動作の遅延による影響は無視するものとする。

- (1) スイッチ SW が断 (OFF) のとき、カウンタは 3 ビット 2 進カウンタとして動作する。したがって、クロックパルスが 2 個入力したときの出力 Q_0 、 Q_1 及び Q_2 は □ A □ となる。
- (2) SW を接 (ON) にして、クロックパルスのカウントを開始し、出力 Q_0 、 Q_1 及び Q_2 が □ B □ になったとき、AND 回路の出力が「0」から「1」になり、全ての T フリップフロップは「0」にリセットされるので、カウンタは 3 ビット □ C □ カウンタとして動作する。
- (3) この回路は、周波数シンセサイザにおける位相同期ループ (PLL) の分周器にも応用される。

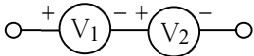


A - 16 図に示す定電圧ダイオード D_T を用いた回路において、負荷抵抗 R_L を 500 [Ω] または 100 [Ω] としたとき、 R_L の両端電圧 V_L の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 D_T は理想的な特性とし、抵抗 R_1 を 100 [Ω]、 D_T のツェナー電圧を 9 [V] とする。



A - 17 図に示すように、二つの直流電圧計 V_1 及び V_2 を直列に接続したとき、指示値の和として測定できる電圧の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、表は V_1 及び V_2 の最大目盛値及び内部抵抗を示したものである。

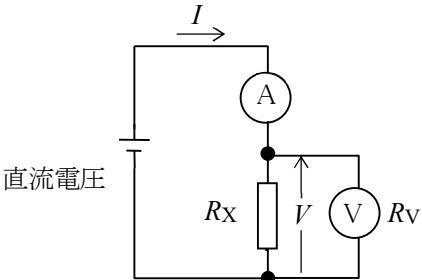
- 1 100 [V]
- 2 175 [V]
- 3 250 [V]
- 4 350 [V]
- 5 400 [V]



	最大目盛値	内部抵抗
V_1	100 [V]	100 [kΩ]
V_2	300 [V]	150 [kΩ]

A - 18 図に示す回路において、未知抵抗 R_X を直流電圧計 V の指示値 V [V] 及び直流電流計 A の指示値 I [A] から V/I [Ω] として求めるとき、百分率誤差を 5 [%] 以下にするための V の内部抵抗 R_V の最小値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $R_X \leq 20$ [kΩ] とし、また、誤差は R_V によってのみ生ずるものとする。

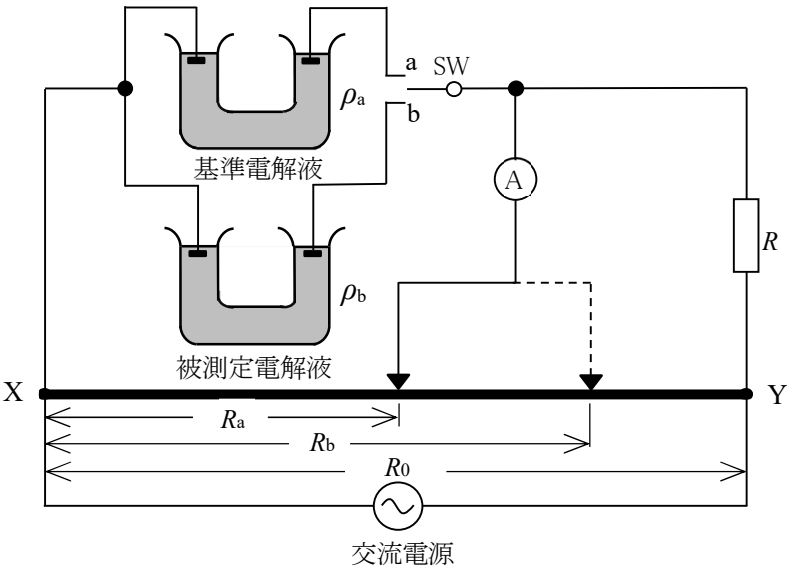
- 1 600 [kΩ]
- 2 580 [kΩ]
- 3 480 [kΩ]
- 4 420 [kΩ]
- 5 380 [kΩ]



A - 19 図に示すコールラウシュブリッジ回路において、被測定電解液の抵抗率 ρ_b を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、スイッチ SW を a 側に接(ON)にして抵抗率が ρ_a [Ω・m] の基準電解液を接続したとき、すべり抵抗線 XY (R_0 [Ω]) の点 X から R_a [Ω] の点で平衡がとれ、スイッチ SW を b 側に接(ON)にして被測定電解液を接続したとき、点 X から R_b [Ω] の点で平衡がとれたものとする。また、二つの U 字容器の大きさ及び電解液の量は同じものとする。

- 1 $\rho_b = \frac{R_b(R_0 - R_a)\rho_a}{R_a(R_0 - R_b)}$ [Ω・m]
- 2 $\rho_b = \frac{R_a(R_0 - R_b)\rho_a}{R_b(R_0 - R_a)}$ [Ω・m]
- 3 $\rho_b = \frac{(R_0 - R_b)\rho_a}{(R_0 - R_a)}$ [Ω・m]
- 4 $\rho_b = \frac{R_a\rho_a}{R_b}$ [Ω・m]
- 5 $\rho_b = \frac{R_b\rho_a}{R_a}$ [Ω・m]

R : 抵抗 [Ω]
 (A): 交流電流計



A - 20 次の記述は、オシロスコープによる正弦波交流電圧の位相差の測定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、水平軸入力電圧 v_x 及び垂直軸入力電圧 v_y は、角周波数を ω [rad/s]、位相差を θ [rad]、時間を t [s] としたとき、 $v_x = V_m \sin \omega t$ [V]、 $v_y = V_m \sin (\omega t + \theta)$ [V] で表され、それぞれ図 1 に示すように加えられるものとする。また、画面上には、図 2 のリサージュ図形が得られるものとする。

- (1) 画面上の a は、 v_y の最大値であるから、 $a = \square A$ [V] である。
- (2) 画面上の b は、 $v_x = 0$ [V] のときの v_y であるから、 $b = V_m \times \square B$ [V] である。
- (3) したがって、 v_x と v_y の位相差 θ は、 $\theta = \square C$ [rad] から求めることができる。

- | | | |
|----------|---------------|--------------------------|
| A | B | C |
| 1 $2V_m$ | $\sin \theta$ | $\tan^{-1}(\frac{b}{a})$ |
| 2 V_m | $\sin \theta$ | $\sin^{-1}(\frac{b}{a})$ |
| 3 $2V_m$ | 1 | $\sin^{-1}(\frac{b}{a})$ |
| 4 V_m | 1 | $\tan^{-1}(\frac{b}{a})$ |
| 5 V_m | 1 | $\sin^{-1}(\frac{b}{a})$ |

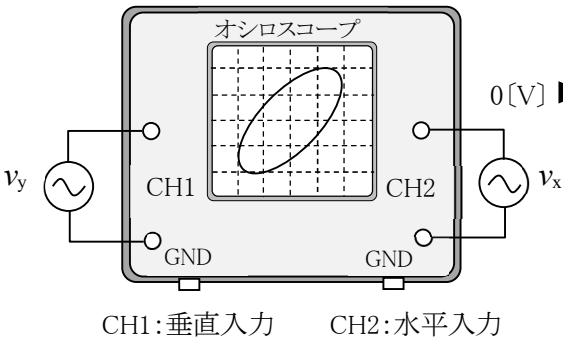


図 1

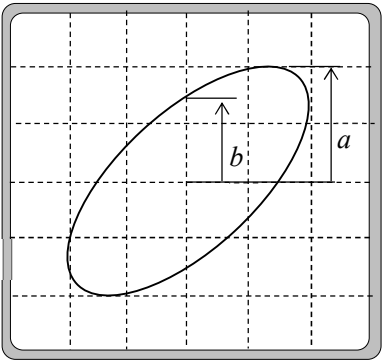
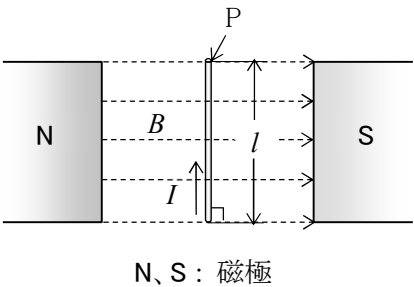


図 2

B－1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T]の一様な磁界中に磁界の方向に対して直角に置かれた、 I [A]の直流電流の流れている長さ l [m]の直線導体Pに生ずる力 F 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。

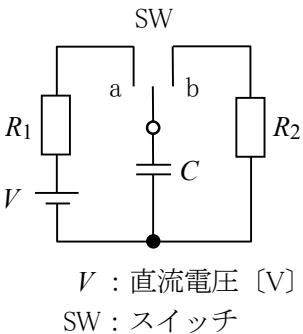
- (1) この力 F は、□アといわれる。
(2) F の大きさは、 $F =$ □イ [N]である。
(3) B の磁界の方向、 I の方向及び F の方向の関係はフレミングの □ウ の法則で求められる。
(4) (3)の法則では、 B の磁界の方向と I の方向に定められた指を向けると、□エ が F の方向を示す。
(5) この力 F は、□オ に利用する。



- | | | | | |
|---------|-----------|------|------|--------|
| 1 誘導起電力 | 2 BI^2l | 3 左手 | 4 中指 | 5 電動機 |
| 6 電磁力 | 7 BIl | 8 右手 | 9 親指 | 10 発電機 |

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、静電容量 C [F]の初期電荷は0(零)とする。また、自然対数の底を e としたとき、 $1/e = 0.37$ とする。

- (1) SW を a に入れた直後、抵抗 R_1 [Ω]に流れる電流は、□ア [A]である。
(2) SW を a に入れてから十分に時間が経過し定常状態になったとき、 C の両端の電圧は、□イ [V]である。
(3) (2)の後、SW を b に切り替えた直後、抵抗 R_2 [Ω]に流れる電流は、□ウ [A]である。
(4) SW を b に切り替えた直後から CR_2 [s]後に R_2 に流れる電流は、約 □エ [A]である。
(5) SW を b に切り替えてから十分に時間が経過し定常状態になったとき、 R_2 の両端の電圧は、□オ [V]である。



- | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 $\frac{V}{R_1}$ | 2 $\frac{V}{2}$ | 3 $\frac{V}{R_2}$ | 4 $0.63 \times \frac{V}{R_2}$ | 5 0(零) |
| 6 $\frac{V}{R_1+R_2}$ | 7 V | 8 $\frac{R_1}{R_2} \times V$ | 9 $0.37 \times \frac{V}{R_2}$ | 10 $\frac{R_2}{R_1} \times V$ |

B－3 次の記述は、電子素子の主な用途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) 光感知器などの受光素子として用いるのは、□ア である。
(2) 同調回路などの可変静電容量素子として用いるのは、□イ である。
(3) 磁束計などの磁気検出素子として用いるのは、□ウ である。
(4) ボロメータ電力計の温度検出素子として用いるのは、バレット(白金線)や □エ である。
(5) 定電圧電源などの基準電圧素子として用いるのは、□オ である。

- | | | | | |
|------------|--------------|---------|------------|--------------|
| 1 フォトダイオード | 2 アバランシダイオード | 3 ホール素子 | 4 サーミスタ | 5 バリスタ |
| 6 発光ダイオード | 7 バラクタダイオード | 8 サイリスタ | 9 ストレインゲージ | 10 ツェナーダイオード |

B-4 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いたブリッジ形 CR 発振回路の発振条件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、角周波数を ω [rad /s] とする。

(1) R と C の直列インピーダンス \dot{Z}_S 及び並列インピーダンス \dot{Z}_P は、それぞれ次式で表される。

$$\dot{Z}_S = R + \text{ア} \text{ } [\Omega] \cdots \cdots \text{①}$$

$$\dot{Z}_P = \frac{R}{1 + j\omega CR} \text{ } [\Omega] \cdots \cdots \text{②}$$

(2) 入力電圧 \dot{V}_i と出力電圧 \dot{V}_o との関係は、 \dot{Z}_S 及び \dot{Z}_P で表すと次式となる。

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = 1 + \text{イ} \text{ } \cdots \cdots \text{③}$$

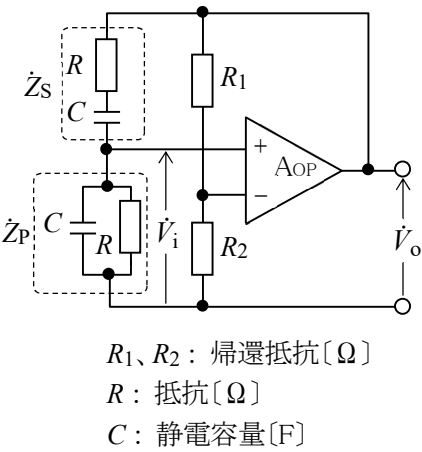
(3) 式③に式①②を代入し、整理すると、次式が得られる。

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = 3 - j(\text{ウ}) \cdots \cdots \text{④}$$

(4) 回路が発振状態にあるとき、 \dot{V}_o と \dot{V}_i の位相は、□ エ □ である。

(5) したがって、発振周波数 f は、 $f = \text{オ}$ □ [Hz] である。

- | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|------------------------------|
| 1 $\frac{1}{j\omega C}$ | 2 $\dot{Z}_S + \dot{Z}_P$ | 3 $\frac{1}{\omega CR} - 2\omega CR$ | 4 同位相 | 5 $\frac{1}{2\pi\sqrt{6}CR}$ |
| 6 $j\omega CR$ | 7 $\frac{\dot{Z}_S}{\dot{Z}_P}$ | 8 $\frac{1}{\omega CR} - \omega CR$ | 9 逆位相 | 10 $\frac{1}{2\pi CR}$ |



B-5 次の記述は、図に示す永久磁石可動コイル形計器の一般的特徴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 駆動トルクは、永久磁石による磁界と可動コイルに流れる測定電流との間に生じる電磁力である。
- イ 制御トルクは、方向が駆動トルクとは逆方向であり、渦巻ばねによる弾性力である。
- ウ 制動装置は、指針が停止するまでの複雑な運動を抑える役割を持ち、アルミ枠が回転することによって生じる渦電流による制動力を主に利用している。
- エ 分流器や直列抵抗器を接続すると、直流電流、直流電圧、交流電流が測定できる。
- オ 目盛は、対数目盛となる。

