

AK・XK909

第一級総合無線通信士
第一級海上無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題

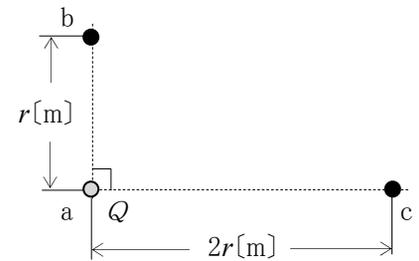
25問 2時間30分

A-1 次の記述は、図に示すように、真空中の点 a に Q [C] の電荷が置かれているときの周囲の電位と電位差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、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

(1) 点 a から r [m] 離れた点 b の電位は、 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times (\text{A})$ [V] である。

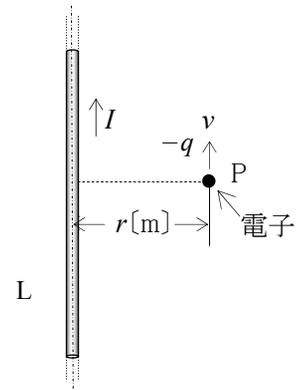
(2) 点 a から直線 ab に対して直角方向に $2r$ [m] 離れた点 c と、点 b との電位差は、 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times (\text{B})$ [V] である。

- | | A | B |
|---|-----------------|------------------|
| 1 | $\frac{Q}{r^2}$ | $\frac{Q}{2r^2}$ |
| 2 | $\frac{Q}{r^2}$ | $\frac{Q}{2r}$ |
| 3 | $\frac{Q}{r}$ | $\frac{Q}{r^2}$ |
| 4 | $\frac{Q}{r}$ | $\frac{Q}{2r^2}$ |
| 5 | $\frac{Q}{r}$ | $\frac{Q}{2r}$ |



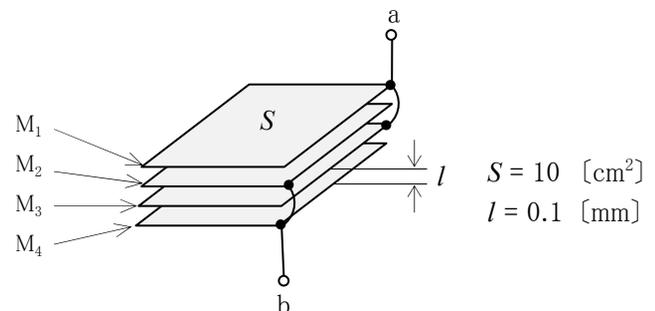
A-2 図に示すように、直流電流 I [A] が流れている無限長の直線導線 L から r [m] 離れた点 P を、 $-q$ [C] ($q > 0$) の電荷の電子が I と同一方向に v [m/s] の速さで移動するとき、その電子に働く力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、L は真空中に置かれており、真空の透磁率を μ_0 [H/m] とする。

- 1 $\frac{\mu_0 q v I}{\pi r}$ [N]
- 2 $\frac{\mu_0 q v^2 I}{\pi r}$ [N]
- 3 $\frac{\mu_0 q v I}{2 \pi r}$ [N]
- 4 $\frac{\mu_0 q v^2 I}{2 \pi r}$ [N]
- 5 $\frac{\mu_0 q v I^2}{4 \pi r}$ [N]



A-3 図に示すように、 l が 0.1 [mm] の間隔で、ずれがないように 4 枚重ねた金属板 $M_1 \sim M_4$ の M_1, M_3 を接続して電極 a とし、 M_2, M_4 を接続して電極 b としたときの電極 ab 間の静電容量の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $M_1 \sim M_4$ の面積 S をそれぞれ 10 [cm²]、電極間の空気の誘電率 ϵ を 8.9×10^{-12} [F/m] とする。また、電束の漏れはないものとする。

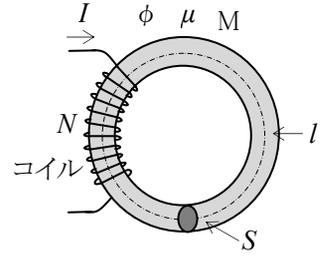
- 1 267 [pF]
- 2 358 [pF]
- 3 536 [pF]
- 4 734 [pF]
- 5 890 [pF]



A-4 次の記述は、図に示す環状鉄心Mの磁気回路の磁気抵抗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) 磁気回路の起磁力 F_m は、 $F_m = \square \text{ A}$ [A]である。
- (2) M内部の磁界の強さ H は、 $H = F_m / l$ [A/m]である。
- (3) 磁束 ϕ は、 μ 、 H 及び S で表すと、 $\phi = \square \text{ B}$ [Wb]である。
- (4) したがって、磁気抵抗 R_m は、 $R_m = \square \text{ C}$ [H^{-1}]である。

N : コイルの巻数
 I : コイルに流す電流 [A]
 S : Mの断面積 [m^2]
 l : Mの平均磁気回路長 [m]
 μ : Mの透磁率 [H/m]

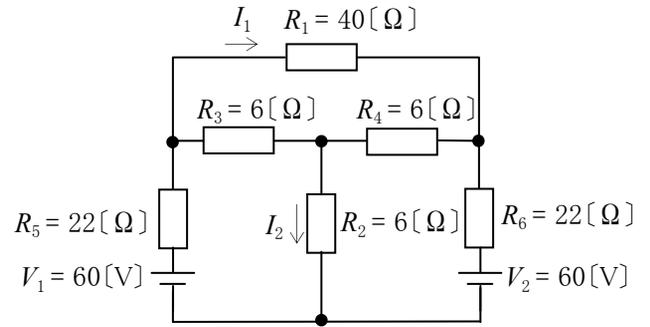


	A	B	C
1	NI	$\frac{\mu H}{S}$	$\frac{l}{\mu S}$
2	NI	μHS	$\frac{l}{\mu S}$
3	$\frac{N}{I}$	$\frac{\mu H}{S}$	$\frac{\mu l}{S}$
4	$\frac{N}{I}$	$\frac{\mu H}{S}$	$\frac{l}{\mu S}$
5	$\frac{N}{I}$	μHS	$\frac{\mu l}{S}$

A-5 図に示す回路において、抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 及び抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

I_1	I_2
1 1 [A]	2 [A]
2 1 [A]	1 [A]
3 0 [A]	3 [A]
4 0 [A]	2 [A]
5 0 [A]	1 [A]

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$: 抵抗
 V_1, V_2 : 直流電圧

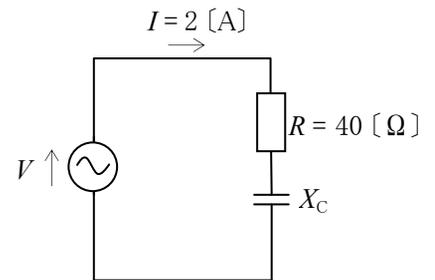


A-6 次の記述は、図に示す回路の各種電力と力率について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電圧 V を 100 [V]、回路に流れる電流 I を 2 [A] とする。

- (1) 皮相電力は、□ A [VA] である。
- (2) 有効電力(消費電力)は、□ B [W] である。
- (3) 力率は、□ C [%] である。

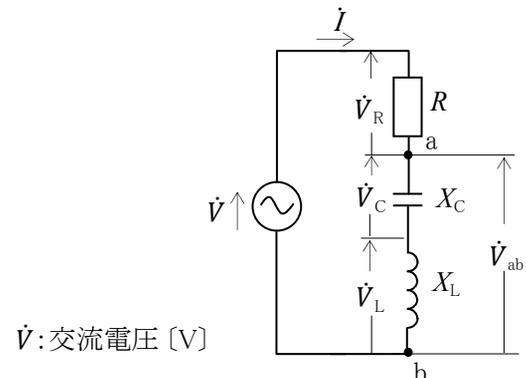
A	B	C
1 160	120	50
2 160	180	80
3 200	120	50
4 200	160	80
5 400	160	80

R : 抵抗 [Ω]
 X_C : 容量リアクタンス [Ω]



A-7 次の記述は、図に示す抵抗 $R[\Omega]$ 、容量リアクタンス $X_C[\Omega]$ 及び誘導リアクタンス $X_L[\Omega]$ の直列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、回路は共振状態にあるものとする。

- 1 回路に流れる電流 \dot{I} は、 \dot{V}/R [A] である。
- 2 回路の点 ab 間の電圧 \dot{V}_{ab} は、0 [V] である。
- 3 R の電圧 \dot{V}_R [V] と X_C の電圧 \dot{V}_C [V] の位相差は、0 [rad] である。
- 4 X_C の電圧 \dot{V}_C と X_L の電圧 \dot{V}_L [V] との位相差は、 π [rad] である。
- 5 X_L の電圧 \dot{V}_L の大きさは、 \dot{V} の大きさの X_L/R 倍である。



\dot{V} : 交流電圧 [V]

A-8 次の記述は、図1に示す回路に流れる電流 \dot{I} 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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、ベクトル軌跡は、図2に示すように、交流電源の角周波数 ω [rad/s] を0から無限大(∞)まで変化させたときに得られるものとする。

- (1) 点aの \dot{I} の値は、 $\dot{I} = \square A$ [A] である。
 (2) 点bの ω の値は、 $\omega = \square B$ [rad/s] である。
 (3) 点bの $|\dot{I}|$ の値は、 $|\dot{I}| = \square C$ [A] である。

	A	B	C
1	$\frac{\dot{V}}{2R}$	$\frac{R}{2L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{3}R}$
2	$\frac{\dot{V}}{2R}$	$\frac{R}{2L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{2}R}$
3	$\frac{\dot{V}}{R}$	$\frac{R}{2L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{2}R}$
4	$\frac{\dot{V}}{R}$	$\frac{R}{L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{3}R}$
5	$\frac{\dot{V}}{R}$	$\frac{R}{L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{2}R}$

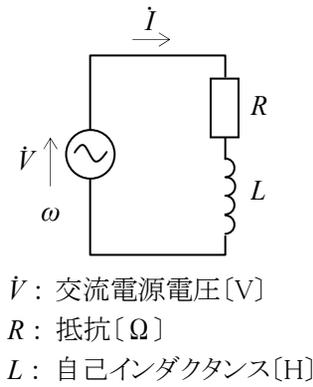


図1

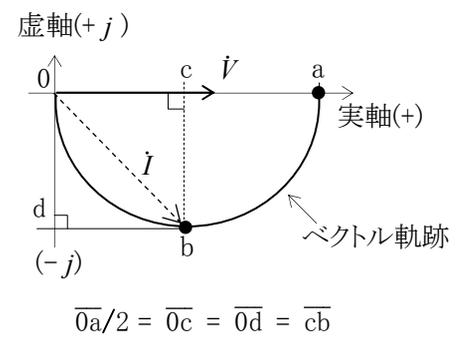


図2

A-9 次の記述は、半導体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。

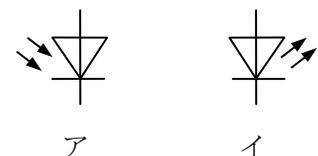
- (1) 真性半導体の正孔と自由電子の数は、□ A □。
 (2) 常温付近では、半導体の温度が高くなると導電率は、□ B □ なる。
 (3) N形半導体の多数キャリアは、□ C □ である。

	A	B	C
1	同じである	小さく	自由電子
2	同じである	大きく	自由電子
3	同じである	小さく	正孔
4	異なる	小さく	自由電子
5	異なる	大きく	正孔

A-10 次の記述は、光に関係するダイオード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、光を電気信号に変換する素子であり、一般にPN接合に □ A □ 電圧を加えて用いる。
 (2) 発光ダイオード(LED)は、PN接合に □ B □ 電流を流したときに光を発生する。
 (3) 発光ダイオード(LED)の図記号は、図の □ C □ である。

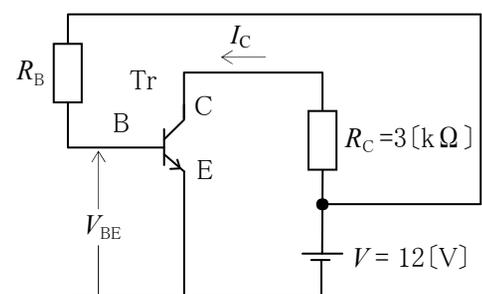
	A	B	C
1	順方向	順方向	ア
2	順方向	逆方向	イ
3	逆方向	順方向	ア
4	逆方向	順方向	イ
5	逆方向	逆方向	ア



A-11 図に示すトランジスタ(Tr)回路において、コレクタ電流 I_C を2[mA]にしたい。このとき、ベースに接続された抵抗 R_B の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を0.6[V]、エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を100とする。

- 1 470 [kΩ]
 2 570 [kΩ]
 3 680 [kΩ]
 4 780 [kΩ]
 5 870 [kΩ]

C: コレクタ
 B: ベース
 E: エミッタ
 R_C : 抵抗 [Ω]
 V : 直流電源電圧 [V]



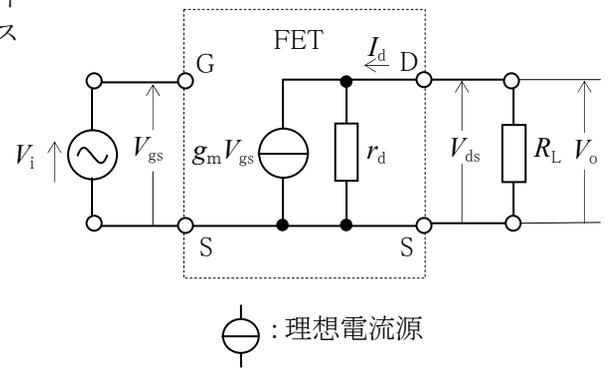
A - 12 次の記述は、図に示す等価回路を用いた電界効果トランジスタ(FET)のソース接地増幅回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) g_m [S] は、□ A □ コンダクタンスである。
 (2) $r_d \gg R_L$ のとき、回路の電圧増幅度 V_o/V_i の大きさは、 $g_m \times$ □ B □ である。
 (3) 入力電圧 V_i と出力電圧 V_o の位相は、□ C □ である。

	A	B	C
1 入力	R_L	R_L	同位相
2 入力	r_d	r_d	同位相
3 出力	R_L	R_L	逆位相
4 相互	R_L	R_L	逆位相
5 相互	r_d	r_d	逆位相

D : ドレイン
 G : ゲート
 S : ソース

V_{gs} : G-S 間電圧 [V]
 V_{ds} : D-S 間電圧 [V]
 I_d : ドレイン電流 [A]
 r_d : ドレイン抵抗 [Ω]
 R_L : 負荷抵抗 [Ω]
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]



A - 13 次の記述は、図 1 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。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、バイアスは A 級増幅をする最適な値に設定されているものとし、Tr の等価回路は図 2 で表されるものとする。また、静電容量 C_1, C_2 [F] 及び抵抗 R_1 [Ω] の影響は無視するものとする。

- (1) 回路の入力抵抗 R_i は、 $R_i =$ □ A □ [Ω] である。
 (2) 交流負荷 R_L は、 $R_L =$ □ B □ [Ω] である。
 (3) 電圧増幅度の大きさ A_v は、 $A_v =$ □ C □ である。

	A	B	C
1 h_{ie}	$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{fe} R_L}{h_{ie}}$
2 h_{ie}	$\frac{R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{fe} h_{ie}}{R_L}$
3 $\frac{h_{ie}}{h_{fe}}$	$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{fe} h_{ie}}{R_L}$
4 $\frac{h_{ie}}{h_{fe}}$	$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{fe} R_L}{h_{ie}}$
5 $\frac{h_{ie}}{h_{fe}}$	$\frac{R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{R_3}{R_2 + R_3}$	$\frac{h_{fe} h_{ie}}{R_L}$

C : コレクタ
 E : エミッタ
 B : ベース

R_2, R_3 : 抵抗 [Ω]
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 V : 直流電源電圧 [V]
 I_b : ベース電流 [A]
 I_c : コレクタ電流 [A]
 h_{ie} : 入力インピーダンス [Ω]
 h_{fe} : 電流増幅率

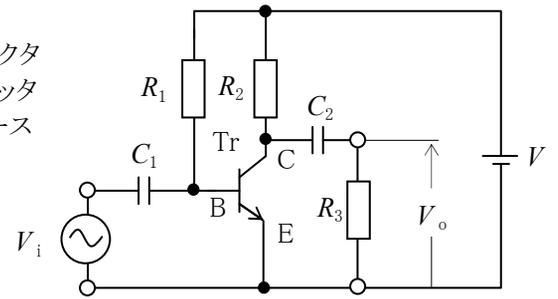


図 1

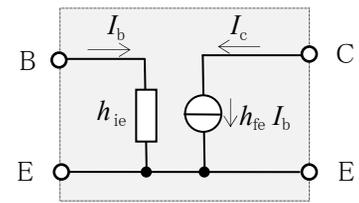


図 2

A - 14 図に示すように、入力抵抗 R_i 及び負荷抵抗 R_o がそれぞれが同じ 50 [Ω] の電力増幅回路 Pa において、Pa の電圧増幅度 A_v を、 $A_v = V_o/V_i = 50$ としたとき、Pa の電力利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電力増幅度 A_p は、電流増幅度 A_i を $A_i = I_o/I_i$ としたとき、 $A_p = A_v A_i$ とする。また、常用対数は表の値とする。

- 1 34 [dB]
 2 30 [dB]
 3 28 [dB]
 4 24 [dB]
 5 20 [dB]

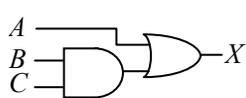
V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 I_i : 入力電流 [A]
 I_o : 出力電流 [A]



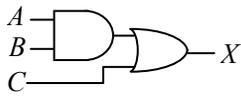
x	$\log_{10} x$
2	0.30
3	0.48
4	0.60
5	0.70

A - 15 次に示す論理式と論理回路の組合せのうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、A、B 及び C を入力、X を出力とする。

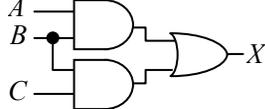
1 $X = A + B \cdot C$



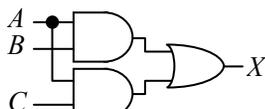
2 $X = A \cdot B + C$



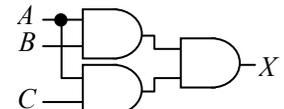
3 $X = B \cdot (A + C)$



4 $X = A \cdot C + B$



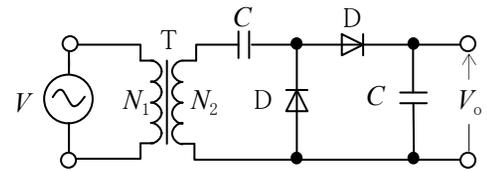
5 $X = A \cdot B \cdot C$



A-16 図に示す整流電源回路の無負荷時における出力電圧 V_o 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 V の電圧は、 $100[V]$ (実効値) とし、変成器 T 及びダイオード D は理想的な特性とする。また、静電容量 $C[F]$ は十分大きな値とする。

- 1 $200\sqrt{2}$ [V]
- 2 $250\sqrt{2}$ [V]
- 3 $300\sqrt{2}$ [V]
- 4 $350\sqrt{2}$ [V]
- 5 $400\sqrt{2}$ [V]

N_1 : T の一次側巻数 100
 N_2 : T の二次側巻数 200

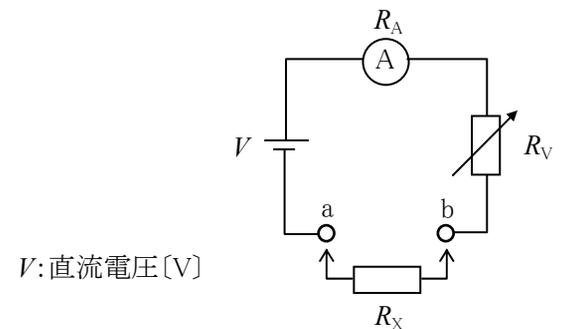


A-17 次の記述は、熱電対形の電流計について述べたものである。このうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 熱電対と静電形計器を組み合わせている。
- 2 指示値は、入力電流の実効値に比例する。
- 3 目盛は、ほぼ二乗目盛である。
- 4 高周波電流の測定に適している。
- 5 直流電流の測定にも使用できる。

A-18 図に示す回路において、端子 ab 間を短絡したとき、可変抵抗 R_V が $9,990[\Omega]$ で直流電流計 A が最大目盛値 $I_m[A]$ を指示し、次に R_V を $9,990[\Omega]$ そのままとし、端子 ab 間に未知抵抗 R_X を接続したとき、 A が $I_m/3[A]$ を指示した。このとき R_X の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A の内部抵抗 R_A を $10[\Omega]$ とする。

- 1 10 [k Ω]
- 2 12 [k Ω]
- 3 15 [k Ω]
- 4 17 [k Ω]
- 5 20 [k Ω]

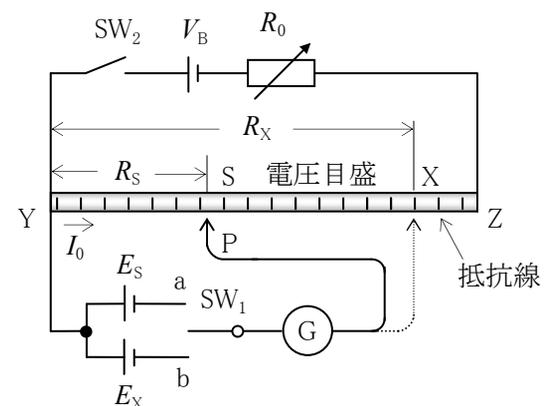


A-19 次の記述は、図に示す原理的な直流電位差計を用いた被測定電池の起電力 $E_X[V]$ の測定について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、抵抗線 YZ 上には、 YZ に定められた電流 $I_0[A]$ を流したときの各点の電圧目盛 (Y 点が $0[V]$) が付けられているものとする。

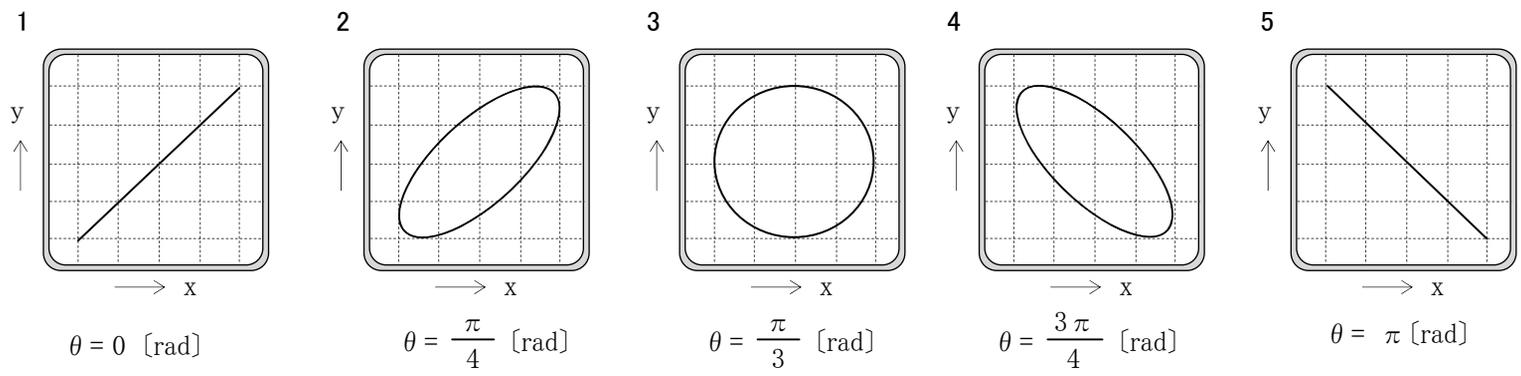
- (1) YZ 上の接点 P を標準電池の起電力 $E_S[V]$ と同じ目盛の位置 S にする。
- (2) スイッチ SW_1 を標準電池の a 側に、スイッチ SW_2 を接 (ON) にして可変抵抗 $R_0[\Omega]$ を調整し、直流検流計 G の振れを零にする。このとき、 YS 間の抵抗を $R_S[\Omega]$ とすると、 $E_S = \square A$ [V] が成り立ち、 YZ に電流 I_0 が流れていることになる。
- (3) 次に R_0 を (2) で調整した値のまま SW_1 を被測定電池の b 側にして、 P を YZ 上で G の振れが零になる位置 X まで移動させる。このとき、 YX 間の抵抗を $R_X[\Omega]$ とすると、 $E_X = \square B$ [V] が成り立つ。 YZ には、 I_0 が流れており、また被測定電池から流れる電流は $\square C$ [A] であるので、 E_X は X の目盛の値より求められる。

A	B	C
1 $I_0 R_S$	$I_0 R_X + E_S$	I_0
2 $I_0 R_S$	$I_0 R_X$	零 (0)
3 $I_0 (R_S + R_0)$	$I_0 R_X + E_S$	I_0
4 $I_0 (R_S + R_0)$	$I_0 R_X$	I_0
5 $I_0 (R_S + R_0)$	$I_0 R_X + E_S$	零 (0)

V_B : 直流電圧 [V]

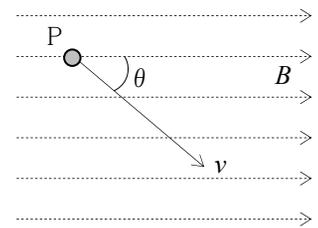


A-20 次の図は、リサージュ図とその図形に対応する位相差の組合せを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、リサージュ図は、オシロスコープの垂直(y)入力及び水平(x)入力に周波数と大きさが等しく位相差が θ [rad] の正弦波交流電圧を加えたときに観測されたものとする。



B-1 次の記述は、図に示すように、1[m]の長さの導体棒 P が一様な磁束密度 B [T] の磁界中を速さが v [m/s] で磁界の方向に対して θ [rad] ($0 \leq \theta \leq \pi/2$) の角度で移動したときに生ずる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、 B は紙面に平行であり、P は常に紙面に対して直角を保って移動するものとする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) P に起電力 e が生じる。この現象を □ア 誘導という。
- (2) e の大きさを表す式は、 $e =$ □イ [V] である。
- (3) e の方向は、 $\theta = \pi/2$ [rad] のとき、□ウ の法則で求められる。
- (4) □ウ の法則では、 e の方向は、□エ が示す方向になる。
- (5) したがって、 $\theta = \pi/2$ [rad] のとき、P には紙面の □オ の方向の e が生じる。

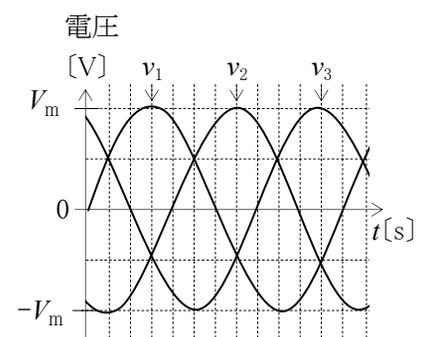


- | | | | | |
|--------------------|------|------------|--------|-------|
| 1 $Bv \sin \theta$ | 2 磁気 | 3 フレミングの右手 | 4 表から裏 | 5 親指 |
| 6 $Bv \cos \theta$ | 7 電磁 | 8 フレミングの左手 | 9 裏から表 | 10 中指 |

B-2 次の記述は、図に示す3つの正弦波交流電圧 v_1 、 v_2 及び v_3 の合成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、 v_1 、 v_2 及び v_3 は次式で表されるものとし、その最大値を V_m [V]、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とする。

$$v_1 = V_m \sin \omega t \text{ [V]}, \quad v_2 = V_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) \text{ [V]}, \quad v_3 = V_m \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \text{ [V]}$$

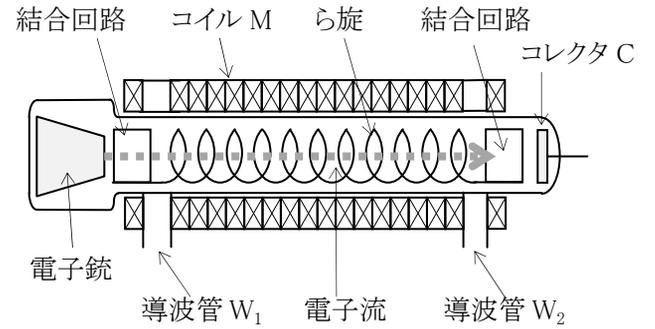
- (1) v_1 は v_2 よりも位相が $\frac{2\pi}{3}$ [rad] □ア いる。
- (2) v_1 と v_3 の位相差は、□イ [rad] である。
- (3) $v_{23} = v_2 + v_3$ としたとき、 v_{23} の最大値は、□ウ [V] である。
- (4) v_{23} と v_1 の位相差は、□エ [rad] である。
- (5) $v_0 = v_1 + v_2 + v_3$ としたとき、 v_0 は、常に □オ [V] である。



- | | | | | |
|-------------------|--------------------|-------|-------------------|-----------|
| 1 $\frac{\pi}{3}$ | 2 $\frac{2\pi}{3}$ | 3 遅れて | 4 $\frac{V_m}{2}$ | 5 0 |
| 6 π | 7 $\frac{\pi}{2}$ | 8 進んで | 9 V_m | 10 $2V_m$ |

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。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。

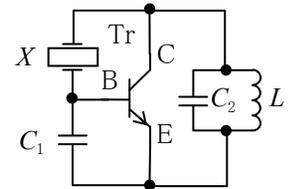
- ア 電子銃から放出された電子流は、コレクタ C に加えられた高電圧で加速されコレクタ C に達する。
- イ 電子流は、コイル M による電磁石の働きで集束される。
- ウ ら旋は、マイクロ波の速度(位相速度)を電子流の速度の 10 倍以上に加速する役割がある。
- エ 内部に同調回路のような周波数帯域を制限する回路がある。
- オ マイクロ波は、導波管 W_2 から入力し導波管 W_1 から出力させる。



B-4 次の記述は、図に示すトランジスタ(Tr)を用いた原理的な水晶発振回路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) この回路は、□ア□ 発振回路の一種である。
- (2) 回路は、 X のリアクタンスが □イ□ 性で L と C_2 の共振回路のリアクタンスが □ウ□ 性の時に発振する。
- (3) X のリアクタンスが □イ□ 性の周波数の範囲は非常に □エ□ ので、周波数の安定した発振が可能である。
- (4) L と C_2 の共振回路をコンデンサに置きかえた回路も発振し、□オ□ 形発振回路と言われる。

C : コレクタ
E : エミッタ
B : ベース



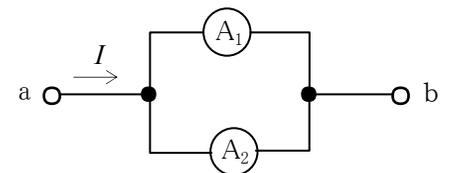
X : 水晶発振子
 L : インダクタンス[H]
 C_1, C_2 : 静電容量[F]

- 1 ブリッジ形 2 広い 3 コルピッツ形 4 容量 5 無調整
- 6 ターマン形 7 狭い 8 ハートレー形 9 誘導 10 抵抗

B-5 次の記述は、表に示す二つの直流電流計 A_1 及び A_2 による電流の測定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) A_1 が最大目盛値を指示するとき A_1 の両端の電圧は、□ア□ である。
- (2) A_2 が最大目盛値を指示するとき A_2 の両端の電圧は、□イ□ である。
- (3) よって、図に示すように、 A_1 と A_2 を並列に接続して端子 ab 間に流れる電流 I を増加させたとき、先に □ウ□ が最大目盛値を指示する。
- (4) □ウ□ が最大目盛値を指示しているとき、他方の電流計は □エ□ を指示する。
- (5) したがって、 A_1 と A_2 の指示値の和の値として測定できる I の最大値は □オ□ である。

直流電流計	A_1	A_2
最大目盛値	30[mA]	50[mA]
内部抵抗	2[Ω]	1[Ω]



- 1 25[mA] 2 50[mV] 3 70[mV] 4 75[mA] 5 A_1
- 6 35[mA] 7 60[mV] 8 80[mV] 9 85[mA] 10 A_2