

AK・XK 003

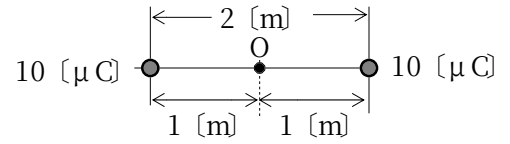
第一級総合無線通信士
第一級海上無線通信士 「無線工学の基礎」 試験問題

25問 2時間30分

- A - 1 図に示すように、真空中に $10 [\mu\text{C}]$ の二つの点電荷が $2 [\text{m}]$ 離れて置かれているとき、点電荷を結ぶ直線上の中間点 O の電界の強さ及び電位の値として、正しいものを下の番号から選べ。

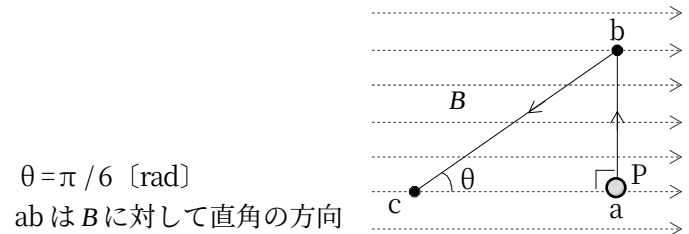
ただし、真空の誘電率を ϵ_0 としたとき、 $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \times 10^9 [\text{m/F}]$ とする。

	電界の強さ	電位
1	0 $[\text{V/m}]$	180 $[\text{kV}]$
2	0 $[\text{V/m}]$	0 $[\text{V}]$
3	90 $[\text{V/m}]$	180 $[\text{kV}]$
4	180 $[\text{V/m}]$	0 $[\text{V}]$
5	180 $[\text{V/m}]$	180 $[\text{kV}]$



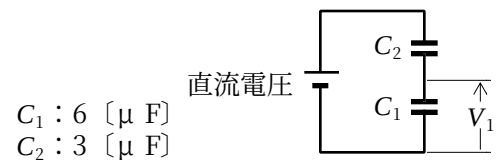
- A - 2 図に示すように、磁束密度 B が $0.2 [\text{T}]$ の磁界中を直線導体 P が、a を始点として $a \rightarrow b \rightarrow c$ へと $5 [\text{m/s}]$ の速さで移動した。このときの ab 間及び bc 間で P に生ずる起電力の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、P は紙面に平行であり、P は長さが $1 [\text{m}]$ で常に紙面に対して垂直を保ち移動するものとする。

	ab 間	bc 間
1	1 $[\text{V}]$	$\sqrt{3}/2 [\text{V}]$
2	1 $[\text{V}]$	0.5 $[\text{V}]$
3	1 $[\text{V}]$	$1/\sqrt{2} [\text{V}]$
4	2 $[\text{V}]$	0.5 $[\text{V}]$
5	2 $[\text{V}]$	$\sqrt{3}/2 [\text{V}]$



- A - 3 図に示す回路において、二つの静電容量 C_1 及び C_2 に蓄えられる静電エネルギーの総和が $36 [\mu\text{J}]$ であるときの C_1 の両端の電圧 V_1 の値として、正しいものを下の番号から選べ。

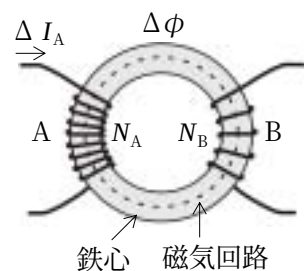
1	0.5 $[\text{V}]$
2	1 $[\text{V}]$
3	2 $[\text{V}]$
4	3.5 $[\text{V}]$
5	6 $[\text{V}]$



- A - 4 次の記述は、図に示すような鉄心に巻かれたコイル A 及び B 間の相互インダクタンス M 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 及び B の巻数をそれぞれ N_A 及び N_B とし、磁気回路には漏れ磁束及び磁気飽和は無いものとする。

- (1) A に流れる直流電流が時間 Δ $[\text{s}]$ 間に ΔI_A $[\text{A}]$ 変化したとき、鉄心内の磁束が $\Delta\phi$ $[\text{Wb}]$ 変化したとすると、B に生ずる起電力の大きさ e_B は、 $e_B = N_B(\square \text{ A})$ $[\text{V}]$ である。
 (2) また、 e_B を M を用いて表すと、 $e_B = M(\square \text{ B})$ $[\text{V}]$ である。
 (3) したがって、(1)及び(2)より M は、 $M = \square \text{ C} / \Delta I_A$ $[\text{H}]$ である。

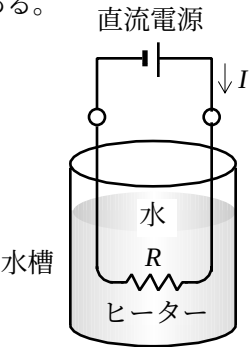
	A	B	C
1	$\Delta\phi^2 / \Delta t$	$\Delta I_A / \Delta t$	$(\Delta\phi / N_B)$
2	$\Delta\phi^2 / \Delta t$	$\Delta I_A^2 / \Delta t$	$N_B \Delta\phi$
3	$\Delta\phi^2 / \Delta t$	$\Delta I_A / \Delta t$	$N_B \Delta\phi$
4	$\Delta\phi / \Delta t$	$\Delta I_A^2 / \Delta t$	$(\Delta\phi / N_B)$
5	$\Delta\phi / \Delta t$	$\Delta I_A / \Delta t$	$N_B \Delta\phi$



A - 5 次の記述は、図に示すように R [Ω] のヒーター(抵抗)を水槽内に入れて直流電流 I [A] を t [s] 間流したときの水温の上昇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、ヒーターで発生する熱は全て水に吸収され外部に逃げないものとする。また、熱量は 1 [cal] = 4.2 [J] とする。

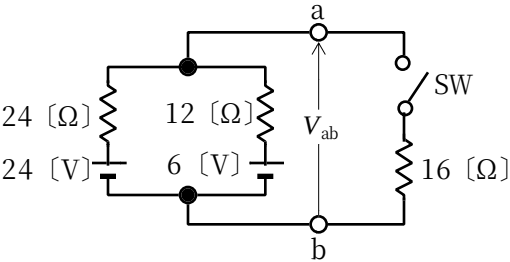
- (1) ヒーターが t [s] 間に発生する熱量は、□A□ [J] である。
 (2) 水の温度を 1 [°C] 上昇させるのに必要な熱量は、水の量を M [cm³] とすると、□B□ [J] である。
 (3) したがって、水槽内の水の温度の上昇は、□C□ [°C] である。

	A	B	C
1	I^2Rt	$M/4.2$	$4.2I^2Rt/M$
2	I^2Rt	$4.2M$	$I^2Rt/(4.2M)$
3	I^2Rt	$4.2M$	$4.2I^2Rt/M$
4	I^2Rt^2	$4.2M$	$I^2Rt/(4.2M)$
5	I^2Rt^2	$M/4.2$	$4.2I^2Rt/M$



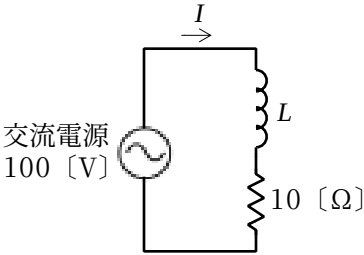
A - 6 図に示す回路において、スイッチ SW を断(OFF)及び接(ON)にしたときの端子 ab 間の電圧_{ab}の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	OFF	ON
1	15 [V]	6 [V]
2	15 [V]	8 [V]
3	12 [V]	6 [V]
4	12 [V]	8 [V]
5	12 [V]	4 [V]



A - 7 図に示す交流回路において、回路に流れる電流 I の値が 8 [A] であるとき、回路の消費電力 P 及び力率 $\cos \theta$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

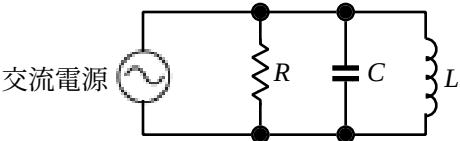
	P	$\cos \theta$
1	640 [W]	0.8
2	640 [W]	0.6
3	720 [W]	0.8
4	800 [W]	0.6
5	800 [W]	0.8



A - 8 図に示す抵抗 R 、自己インダクタンス L 及び静電容量 C の並列共振回路の尖鋭度 Q の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5
- 2 10
- 3 20
- 4 25
- 5 50

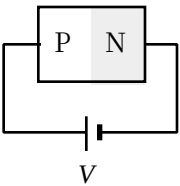
$R = 5$ [kΩ]
 $C = 0.01$ [μF]
 $L = 0.1$ [mH]



A - 9 次の記述は、半導体の PN 接合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、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

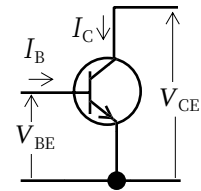
- (1) PN 接合の接合面付近には、キャリアの無い領域ができる。この領域を□A□という。
 (2) □A□の内部には、□B□に向かう方向の内部電界が生ずる。
 (3) 図に示すように PN 接合に外から電圧 V を加えると、内部電界が□C□められて電流が流れやすくなる。

	A	B	C
1	逆転層	NからP	弱
2	逆転層	P からN	強
3	空乏層	NからP	強
4	空乏層	P からN	強
5	空乏層	NからP	弱



A-10 次の記述は、図に示すエミッタ接地トランジスタの h 定数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、 Δ はそれぞれの電圧及び電流の変化分を表す。

- (1) $\Delta I_C / \Delta I_B$ は、記号 □ A □ で表される。
- (2) $\Delta V_{BE} / \Delta I_B$ は、□ B □ と呼ばれる。
- (3) 記号 h_{re} で表す定数は、□ C □ で定義される。



V_{CE} : コレクタ-エミッタ間電圧 [V]
 I_C : コレクタ電流 [A]
 V_{BE} : ベース-エミッタ間電圧 [V]
 I_B : ベース電流 [A]

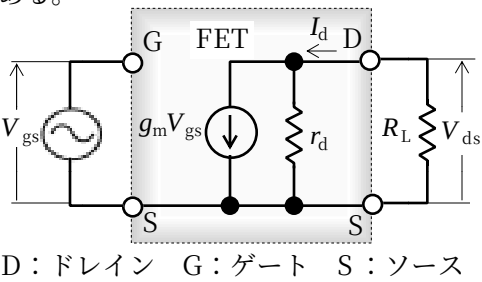
	A	B	C
1	h_{ie}	相互コンダクタンス	$\Delta V_{CE} / \Delta I_C$
2	h_{ie}	入力インピーダンス	$\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$
3	h_{ie}	相互コンダクタンス	$\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$
4	h_{fe}	入力インピーダンス	$\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$
5	h_{fe}	相互コンダクタンス	$\Delta V_{CE} / \Delta I_C$

A-11 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) ドレイン抵抗 r_d [Ω] は、一般に、非常に □ B □ 。
- (3) $r_d \gg R_L$ のとき、回路の電圧増幅度の大きさ A は、 $A = |V_{ds} / V_{gs}| = g_m \times$ □ C □ である。

	A	B	C
1	相互	大きい	R_L
2	相互	小さい	r_d
3	相互	大きい	r_d
4	出力	小さい	r_d
5	出力	大きい	R_L

V_{gs} : GS 間電圧 (入力電圧) [V]
 V_{ds} : DS 間電圧 (出力電圧) [V]
 I_d : ドレイン電流 [A]
 R_L : 負荷抵抗 [Ω]



A-12 次の記述は、光に関するダイオード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 ホトダイオードは、右に示す図記号で表す。
- 2 ホトダイオードは、光を電気に変換する素子として用いる。
- 3 ホトダイオードは、通常 PN 接合に逆方向電圧を加えて用いる。
- 4 発光ダイオードは、逆方向電流が流れたときに発光する。
- 5 発光ダイオードは、可視光線以外の光を発光するものがある。

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、コレクタ-エミッタ間のバイアス電圧 V_{CE} は、3 [V] とする。また、静電容量 C_1 、 C_2 及び Tr の出力アドミタンス h_{oe} の影響は無視するものとする。

- (1) 入力信号が無いときのコレクタ電流 I_C は、 $I_C =$ □ A □ [mA] である。
- (2) 直流負荷線は、図 2 の □ B □ である。
- (3) 交流負荷抵抗の値は、□ C □ [kΩ] である。

	A	B	C
1	4	ア	2
2	4	イ	1
3	2.5	ア	1
4	2.5	イ	1
5	2.5	ア	2

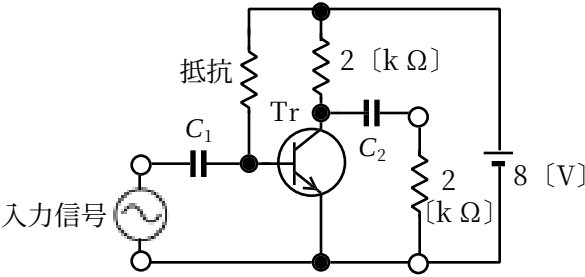


図 1

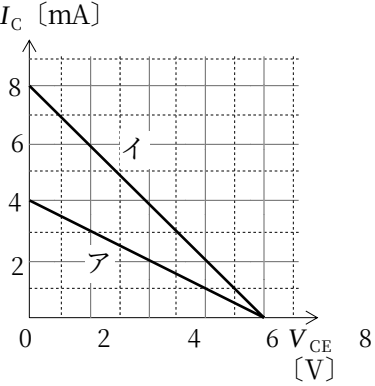
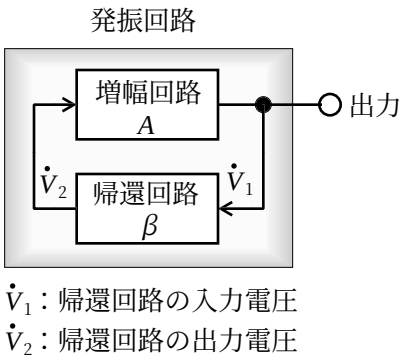


図 2

A-14 次の記述は、図に示す発振回路の原理的な構成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、増幅回路の増幅度の大きさを A 、帰還回路の帰還率の大きさを β とする。

- (1) 回路が発振を始めるには $A\beta$ は、□ A □ なければならない。
 (2) 回路が定常の発振状態にあるとき $A\beta$ は、□ B □ である。
 (3) 増幅回路が逆相増幅回路のとき、 $\dot{V}_1$ と $\dot{V}_2$ の位相差は、□ C □ [rad] である。

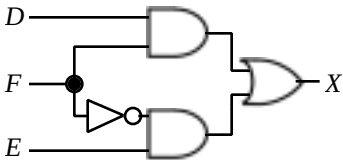
	A		B		C
1	1	より大きく	∞		0
2	1	より大きく	1		π
3	1	より大きく	∞		π
4	1	より小さく	1		0
5	1	より小さく	∞		π



A-15 次の記述は、図に示す論理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、 D 、 E 及び F を入力、 X を出力とする。

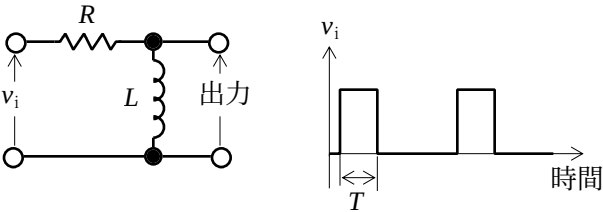
- (1) X を表す論理式は、 $X = \square$ A □ である。
 (2) したがって、 $F = 0$ のとき $X = \square$ B □ であり、 $F = 1$ のとき $X = \square$ C □ である。

	A		B		C
1	$D \cdot F + E \cdot \overline{F}$		E		D
2	$D \cdot F + E \cdot \overline{F}$		D		E
3	$(D \cdot F) + \overline{E \cdot F}$		E		D
4	$(D + F) \cdot (E + \overline{F})$		D		E
5	$(D + F) \cdot (E + \overline{F})$		E		D



A-16 図に示す回路が、微分回路として動作するための抵抗 R 及び自己インダクタンス L の値の組合せとして、適切なものを下の番号から選べ。ただし、入力電圧 v_i のパルス波のパルス幅 T を 0.1 [ms] とする。

	R		L
1	100 [Ω]		100 [mH]
2	100 [Ω]		10 [mH]
3	1,000 [Ω]		100 [mH]
4	1,000 [Ω]		50 [mH]
5	1,000 [Ω]		1 [mH]



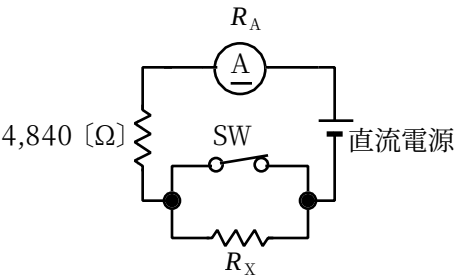
A-17 図に示すように、表に示した二つの直流電流計 A_1 及び A_2 を並列に接続したとき、指示値の和で測定できる電流 I の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 40 [mA]
 2 45 [mA]
 3 50 [mA]
 4 55 [mA]
 5 60 [mA]



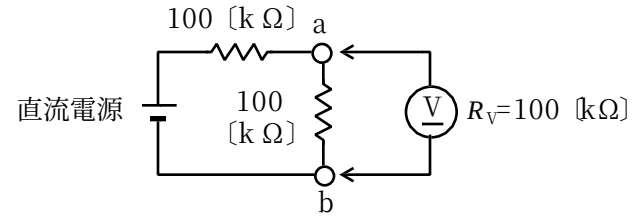
A-18 図に示す回路において、スイッチ SW を接(ON)にしたとき、可動コイル形直流電流計 A が最大目盛値 [A] を指示し、次に SW を断(OFF)にしたとき A が $1/4$ [A] を指示した。このとき抵抗 R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A の内部抵抗 R_A を 160 [Ω] とする。

- 1 7,500 [Ω]
 2 10,000 [Ω]
 3 12,500 [Ω]
 4 15,000 [Ω]
 5 17,500 [Ω]

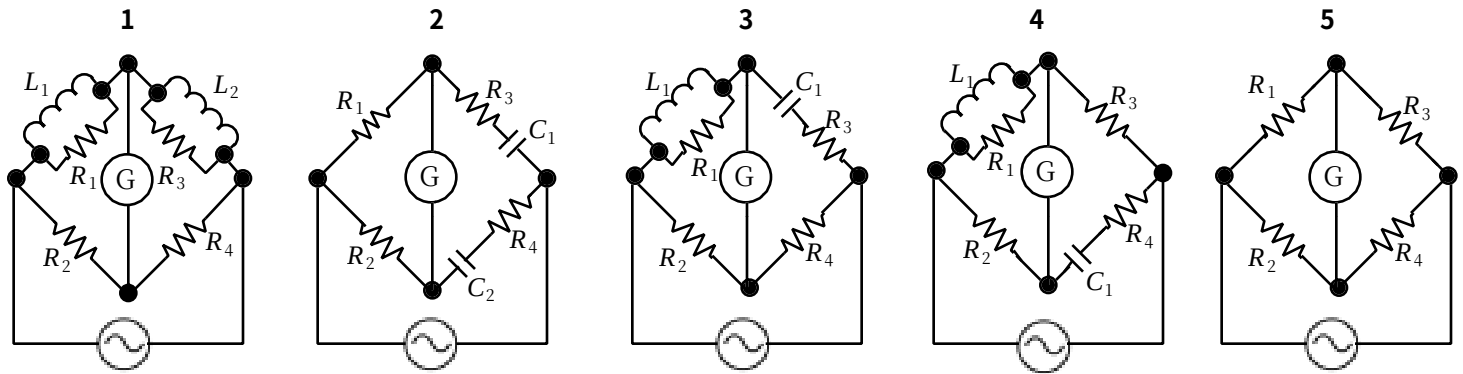


A-19 図に示す回路において、端子 a b 間の電圧を内部抵抗が $100\text{ [k}\Omega\text{]}$ の直流電圧計 V で測定した。このときの百分率誤差の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、誤差は R_V によってのみ生ずるものとする。

- 1 50 [%]
- 2 33.3 [%]
- 3 25 [%]
- 4 16.7 [%]
- 5 12 [%]

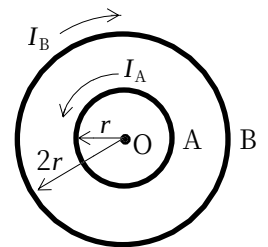


A-20 次に示す交流ブリッジ回路のうち、平衡のとれない回路を下の番号から選べ。ただし、抵抗 $R_1, R_2, R_3, R_4\text{ [}\Omega\text{]}$ 、自己インダクタンス $L_1, L_2\text{ [H]}$ 及び静電容量 $C_1, C_2\text{ [F]}$ は有限の値を持つものとする。



B-1 次の記述は、図に示すように、半径がそれぞれ $r\text{ [m]}$ 及び $2r\text{ [m]}$ の二つの円形コイル A 及び B の中心 O を重ねて紙面上に置き、それぞれに方向が逆向きの直流電流 $I_A\text{ [A]}$ 及び $I_B\text{ [A]}$ を流したときの磁界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。

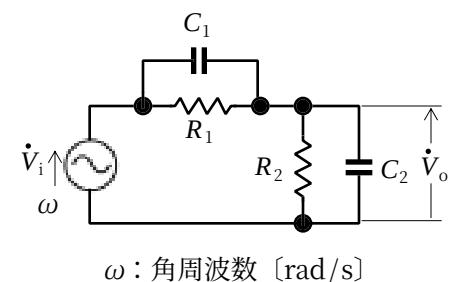
- (1) 電流の流れている導線の周囲に生ずる磁界の方向は、アンペアの □ ア □ ねじの法則で求められる。
- (2) A によって、O に生ずる磁界の方向は、紙面の □ イ □ の方向である。
- (3) B によって、O に生ずる磁界の方向は、 H_A の方向と反対の方向である。
- (4) H_A の強さは、□ ウ □ [A/m] であり、 H_B の強さは、□ エ □ [A/m] である。
- (5) したがって、O に生ずる磁界の強さは、 H_A と H_B の合成磁界となるので、 $I_B = \text{□ オ □} \times I_A\text{ [A]}$ のときに零になる。



- 1 右 2 表から裏 3 $I_A/(2r)$ 4 $I_B/(4r)$ 5 $I_A/(2\pi r)$
- 6 左 7 裏から表 8 $I_B/(4\pi r)$ 9 2 10 4

B-2 次の記述は、図に示す回路の入力電圧 $\dot{V}_i\text{ [V]}$ と出力電圧 $\dot{V}_o\text{ [V]}$ の関係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、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。また、抵抗 $R_1, R_2\text{ [}\Omega\text{]}$ と静電容量 $C_1, C_2\text{ [F]}$ との間には、 $R_1 C_1 = R_2 C_2 = T\text{ [s]}$ の関係があるものとする。

- (1) C_1 と R_1 の並列合成インピーダンス $\dot{Z}_1$ 及び C_2 と R_2 の並列合成インピーダンス $\dot{Z}_2$ は、それぞれ次式で表される。
 $\dot{Z}_1 = R_1 / (\text{□ ア □})\text{ [}\Omega\text{]}$ ①
 $\dot{Z}_2 = R_2 / (\text{□ ア □})\text{ [}\Omega\text{]}$ ②
- (2) $\dot{V}_i / \dot{V}_o$ を $\dot{Z}_1$ 及び $\dot{Z}_2$ で表すと、次式で表される。
 $\dot{V}_i / \dot{V}_o = \text{□ イ □} + \dot{Z}_1 / \dot{Z}_2$ ③
- (3) 式①及び②を用いて式③を整理すると、次式が得られる。
 $\dot{V}_i / \dot{V}_o = \text{□ イ □} + \text{□ ウ □}$
- (4) よって、 $\dot{V}_i / \dot{V}_o$ は、 ω に □ エ □ 。
- (5) また、 $\dot{V}_i$ と $\dot{V}_o$ の位相差は、□ オ □ [rad] である。



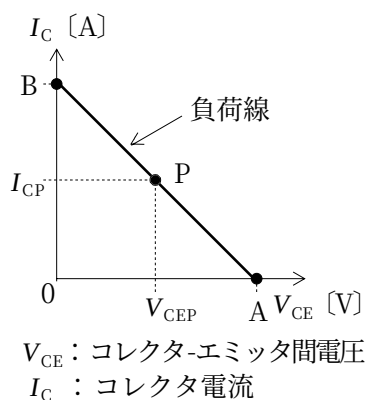
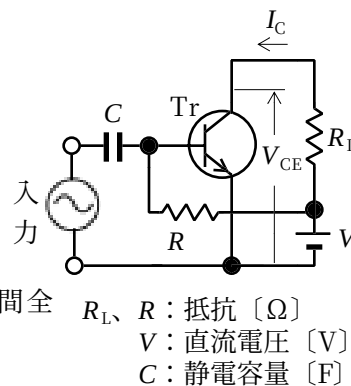
- 1 0 2 1 3 R_1/R_2 4 $1+j\omega T$ 5 無関係である
- 6 $1/2$ 7 $\pi/2$ 8 $\omega(R_1/R_2)$ 9 $1-j\omega T$ 10 比例する

B - 3 次の記述は、マイクロ波電子管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 マグネトロンは、二極管である。
- イ マグネトロンは、電界と磁界の作用で電子流を制御する。
- ウ マグネトロンは、周波数変調が容易である。
- エ 進行波管には、遅延回路がない。
- オ 進行波管には、発振周波数を決める固有の共振回路がない。

B - 4 次の記述は、図 1 に示すトランジスタ (甲) を用いた A 級増幅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を下の番号から選べ。ただし、図 2 は、負荷線と動作点 P を示したものである。また、入力は正弦波交流で、回路は理想的な A 級動作とする。

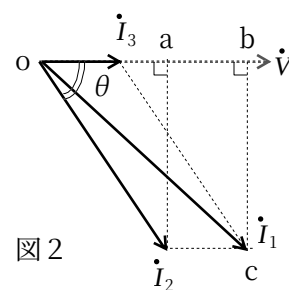
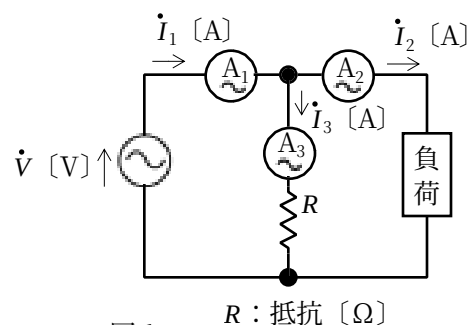
- (1) 負荷線の点 A の電圧は、□ ア [V] である。
- (2) 負荷線の点 B の電流は、□ イ [A] である。
- (3) 負荷線の傾きは、□ ウ [S] である。
- (4) P のコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CEP} は、 $V/2$ [V] であり、コレクタ電流 I_{CP} は、□ エ [A] である。
- (5) R_L で消費される交流最大出力電力 P_{om} は、負荷線上の AB 間全体を V_{CE} と I_C が変化するときを得られるから、次式で表される。
 $P_{om} =$ □ オ [W]



- | | | | | | | | | | |
|---|----|---|-------------|---|----------|---|-------------------|----|--------------|
| 1 | V | 2 | $-1/(2R_L)$ | 3 | V/R_L | 4 | $V/(\sqrt{2}R_L)$ | 5 | $V^2/(8R_L)$ |
| 6 | 2V | 7 | $-1/R_L$ | 8 | $2V/R_L$ | 9 | $V/(2R_L)$ | 10 | $V^2/(2R_L)$ |

B - 5 次の記述は、図 1 に示す回路による負荷の消費電力の測定(三電流計法)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、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。また、三つの電流計 A_1 、 A_2 及び A_3 の指示値をそれぞれ I_1 [A]、 I_2 [A] 及び I_3 [A] とし、負荷の力率を $\cos \theta$ としたときの交流電源電圧 $\dot{V}$ [V] と各電流 $\dot{I}_1$ 、 $\dot{I}_2$ 及び $\dot{I}_3$ のベクトル図を図 2 に示す。

- (1) 負荷で消費される電力 P は、次式で表される。
 $P = |\dot{V}| \times |\dot{I}_2| \times \cos \theta$ [W] ①
- (2) $|\dot{V}| =$ □ ア [V]、 $|\dot{I}_2| = I_2$ [A] であるから、式①は次式で表される。
 $P =$ □ ア $\times I_2 \times \cos \theta$ [W] ②
- (3) I_1 、 I_2 及び I_3 の間には、図 2 より次式が成り立つ。
 $I_1^2 = (\overline{oa})^2 + (\overline{bc})^2$
 $= I_2^2 \times$ □ イ $+ I_3^2 + I_2^2 \sin^2 \theta$
 $=$ □ ウ $+ 2I_2 I_3 \cos \theta$ ③
- (4) 式③より次式が得られる。
 $I_2 I_3 \cos \theta = (\text{□ エ}) / 2$ ④
- (5) 式②を式④を用いて整理すると、次式が得られる。
 $P = (\text{□ エ}) \times (\text{□ オ})$ [W]



- | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|---------|---|-----------------|---|-------------------------|----|---------------|
| 1 | 2R | 2 | $I_3 R$ | 3 | $I_2^2 + I_3^2$ | 4 | $I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$ | 5 | $\cos \theta$ |
| 6 | $R/2$ | 7 | $I_1 R$ | 8 | $I_2^2 - I_3^2$ | 9 | $I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$ | 10 | $\sin \theta$ |