

AK・XK509

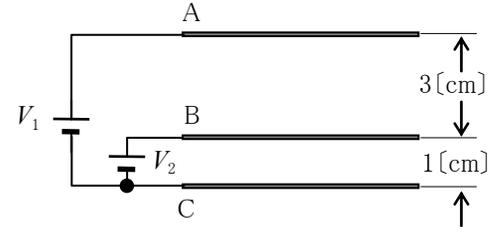
第一級総合無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題  
第一級海上無線通信士

(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

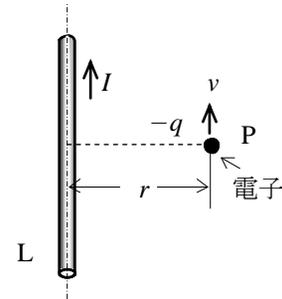
A-1 図に示すように、平行に置かれた3枚の金属板A、B及びCに直流電圧  $V_1$  及び  $V_2$  を与えたとき、AB間の電界の強さが  $200[\text{V/m}]$ 、BC間の電界の強さが  $50[\text{V/m}]$  であった。このとき、 $V_1$  及び  $V_2$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $V_1 > V_2$  とする。また、A、B及びCの外部に電束の漏れはないものとする。

	$V_1$	$V_2$
1	5.5 [V]	0.4 [V]
2	5.5 [V]	0.5 [V]
3	6.5 [V]	0.4 [V]
4	6.5 [V]	0.5 [V]
5	7.5 [V]	0.4 [V]



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  $\mu_0$  [H/m] とする。

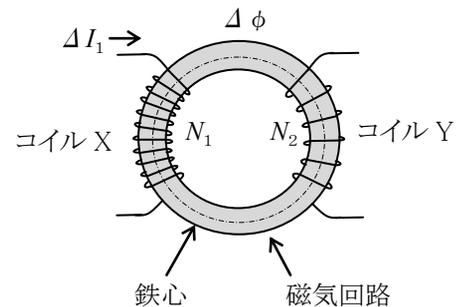
- 1  $\mu_0 q v I / (2\pi r)$  [N]
- 2  $\mu_0 q v I / (2r)$  [N]
- 3  $\mu_0 q v^2 I / (2r)$  [N]
- 4  $\mu_0 q v^2 I / (2\pi r)$  [N]
- 5  $\mu_0 q v I^2 / (2\pi r)$  [N]



A-3 次の記述は、図に示すような鉄心に巻かれたコイル X 及び Y の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、X 及び Y の巻数をそれぞれ  $N_1$  及び  $N_2$  とし、磁気回路には漏れ磁束及び磁気飽和はないものとする。

- (1) X に流れる直流電流が時間  $\Delta t$  [s] 間に  $\Delta I_1$  [A] 変化したとき、鉄心内の磁束が  $\Delta \phi$  [Wb] 変化したとすると、Y に誘導される起電力の大きさ  $e_2$  は、 $e_2 = N_2$  (□ A) [V] である。
- (2) また、 $e_2$  を  $M$  を用いて表すと、 $e_2 = M$  (□ B) [V] である。
- (3) したがって、(1) 及び (2) より  $M$  は、 $M =$  (□ C) /  $\Delta I_1$  [H] である。

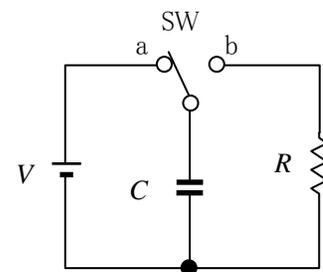
	A	B	C
1	$\Delta \phi / \Delta t$	$\Delta I_1^2 / \Delta t$	$N_1 \Delta \phi$
2	$\Delta \phi / \Delta t$	$\Delta I_1 / \Delta t$	$N_1 \Delta \phi$
3	$\Delta \phi / \Delta t$	$\Delta I_1 / \Delta t$	$N_2 \Delta \phi$
4	$\Delta \phi^2 / \Delta t$	$\Delta I_1 / \Delta t$	$N_2 \Delta \phi$
5	$\Delta \phi^2 / \Delta t$	$\Delta I_1^2 / \Delta t$	$N_2 \Delta \phi$



A-4 図に示す抵抗  $R$  と静電容量  $C$  の回路において、スイッチ  $SW$  を a に接続して定常状態になった後 b に切り替えた。b に切り替えてから十分に時間が経過するまでの間に抵抗  $R$  で消費される全エネルギーの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 16 [ $\mu$ J]
- 2 64 [ $\mu$ J]
- 3 70 [ $\mu$ J]
- 4 128 [ $\mu$ J]
- 5 140 [ $\mu$ J]

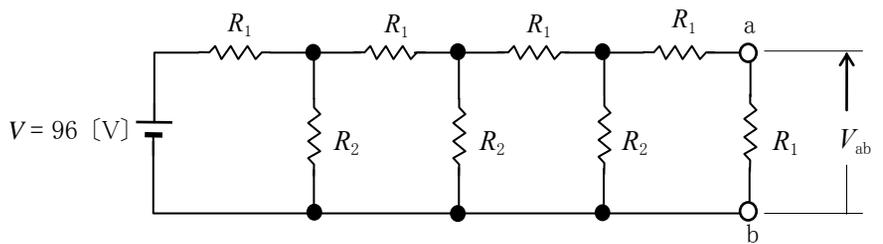
$V$ : 直流電圧 8[V]  
 $C$ : 2 [ $\mu$ F]  
 $R$ : 100 [ $\Omega$ ]



A-5 図に示す直流回路の端子 ab 間の電圧  $V_{ab}$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

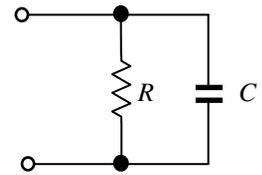
- 1 2 [V]
- 2 4 [V]
- 3 6 [V]
- 4 8 [V]
- 5 10 [V]

抵抗  
 $R_1 = 300[\Omega]$   
 $R_2 = 600[\Omega]$   
 $V$ : 直流電圧



A-6 図に示す抵抗  $R[\Omega]$  及び静電容量  $C[F]$  の並列回路において、合成インピーダンスの大きさの値が  $R/\sqrt{2}[\Omega]$  となる周波数  $f$  [Hz] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1  $f = 1/(\pi CR)$  [Hz]
- 2  $f = 1/(2CR)$  [Hz]
- 3  $f = 1/(\sqrt{2}CR)$  [Hz]
- 4  $f = 1/(\sqrt{2}\pi CR)$  [Hz]
- 5  $f = 1/(2\pi CR)$  [Hz]



A-7 次の記述は、周波数及び実効値がそれぞれ 60[Hz] 及び 200[V] で等しく、位相差が  $\pi/2$ [rad] の二つの正弦波交流電圧  $\dot{V}_a$  及び  $\dot{V}_b$  と、これらの二つの電圧の和  $\dot{V}_0 = \dot{V}_a + \dot{V}_b$  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。

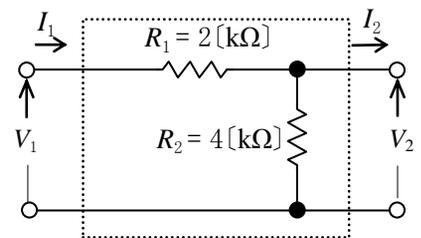
- (1)  $\dot{V}_0$  の周波数は、□ A □ [Hz] である。
- (2)  $\dot{V}_0$  の実効値は、□ B □ [V] である。
- (3)  $\dot{V}_0$  と  $\dot{V}_a$  の位相差は、□ C □ [rad] である。

	A	B	C
1	60	200	$\pi/3$
2	60	$200\sqrt{2}$	$\pi/4$
3	60	200	$\pi/4$
4	120	$200\sqrt{2}$	$\pi/4$
5	120	200	$\pi/3$

A-8 図に示す四端子回路網において、各定数(A、B、C、D) 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、各定数と電圧及び電流の関係式は、図に並記したとおりとする。

	A	B	C	D
1	2/3	2 [k $\Omega$ ]	0.25 [mS]	0
2	2/3	2 [k $\Omega$ ]	0.5 [mS]	1
3	3/2	1 [k $\Omega$ ]	0.25 [mS]	0
4	3/2	2 [k $\Omega$ ]	0.5 [mS]	0
5	3/2	2 [k $\Omega$ ]	0.25 [mS]	1

$V_1 = AV_2 + BI_2$      $V_1$ : 入力電圧 [V]  
 $I_1 = CV_2 + DI_2$      $V_2$ : 出力電圧 [V]  
 $I_1$ : 入力電流 [A]  
 $I_2$ : 出力電流 [A]  
 $R_1, R_2$ : 抵抗 [ $\Omega$ ]



A-9 図1に示すように、ダイオード D を 2 個直列に接続したときの電圧電流特性 ( $V-I$  特性) を表すグラフとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、1 個の D の電圧電流特性 ( $V_D - I_D$  特性) を図2とする。

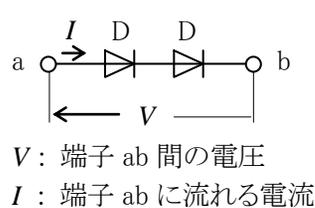


図 1

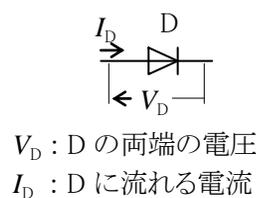
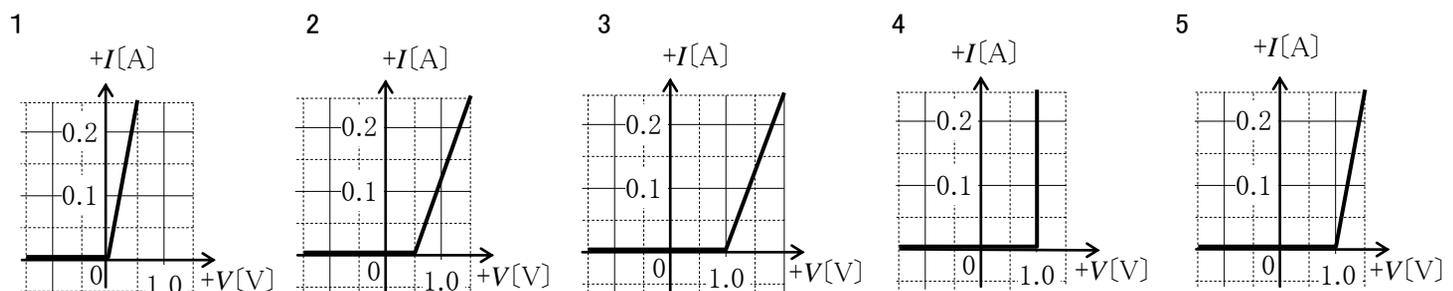
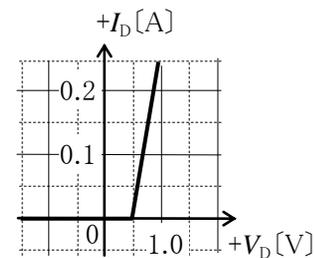


図 2



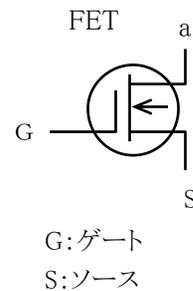
A - 10 次の記述は、半導体材料のシリコン(Si)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 抵抗率は、常温付近で温度が上がると □ A □ なる。
- (2) アクセプタ(第Ⅲ族の物質)を混入すると、□ B □ 半導体になる。
- (3) シリコン(Si)は、周期表では □ C □ の物質である。

	A	B	C
1	小さく	P形	第Ⅴ族(5価)
2	小さく	P形	第Ⅳ族(4価)
3	小さく	N形	第Ⅳ族(4価)
4	大きく	P形	第Ⅴ族(5価)
5	大きく	N形	第Ⅳ族(4価)

A - 11 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。

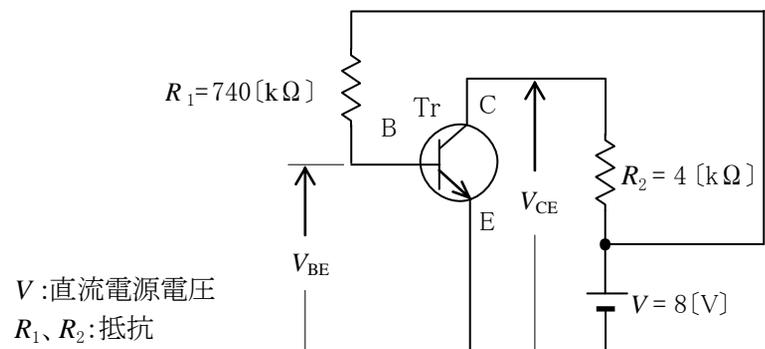
- (1) 図記号は、□ A □ 形の FET を表している。
- (2) a の電極名は、□ B □ である。
- (3) 電極 a-ソース間に形成されるチャンネルは、□ C □ である。



	A	B	C
1	接合	コレクタ	N形
2	接合	ドレイン	P形
3	MOS	コレクタ	N形
4	MOS	ドレイン	N形
5	MOS	ドレイン	P形

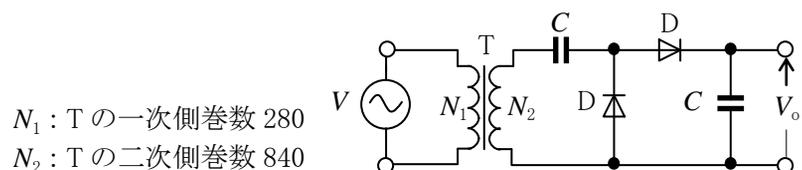
A - 12 図に示すエミッタ接地トランジスタ(Tr)回路のコレクタ(C)－エミッタ(E)間電圧  $V_{CE}$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ベース(B)－エミッタ(E)間電圧  $V_{BE}$  を 0.6[V] とする。また、トランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率  $h_{FE}$  を 100 とする。

- 1 4 [V]
- 2 5 [V]
- 3 6 [V]
- 4 7 [V]
- 5 8 [V]



A - 13 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、最も近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] は十分大きい値とする。

- 1 748 [V]
- 2 764 [V]
- 3 808 [V]
- 4 824 [V]
- 5 848 [V]



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 500[Ω] 及び 50[Ω] の電力増幅回路 Pa において、Pa の電圧増幅度  $A_v$  を、 $A_v = V_o/V_i = 20$  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、 $\log_{10} 4 = 0.6$  とする。

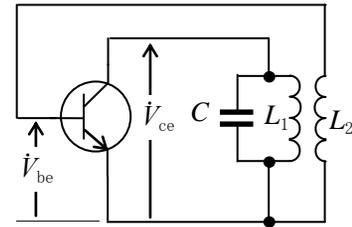
- 1 36 [dB]
- 2 42 [dB]
- 3 46 [dB]
- 4 48 [dB]
- 5 50 [dB]

$V_i$ : 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]



A-15 次の記述は、図に示す原理的なLC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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 $L_1$ と $L_2$ の間の結合は疎であり、回路は発振状態にあるものとする。

- (1) 発振回路の名称は、□ A □ 発振回路である。  
 (2) 発振周波数は、約 □ B □ [Hz]である。  
 (3)  $V_{be}$ と $V_{ce}$ の位相差は □ C □ [rad]である。



C: 静電容量[F]  
 $L_1, L_2$ : 自己インダクタンス[H]  
 $V_{be}$ : ベース-エミッタ間電圧[V]  
 $V_{ce}$ : コレクタ-エミッタ間電圧[V]

A	B	C
1 コルピッツ	$1/\{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}\}$	0
2 コルピッツ	$1/(2\pi\sqrt{L_1C})$	$\pi$
3 コレクタ同調形	$1/(2\pi\sqrt{L_1C})$	$\pi$
4 コレクタ同調形	$1/(2\pi\sqrt{L_1C})$	0
5 コレクタ同調形	$1/\{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}\}$	$\pi$

A-16 次の記述は論理回路と論理式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の回路の論理式は、 $X = \square A \square$  である。  
 (2) 図2の回路の論理式は、 $X = \square B \square$  である。

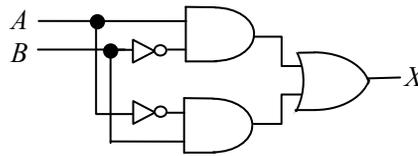


図1

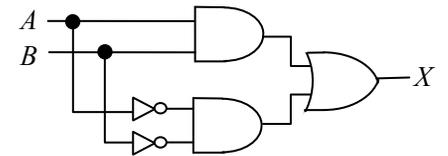
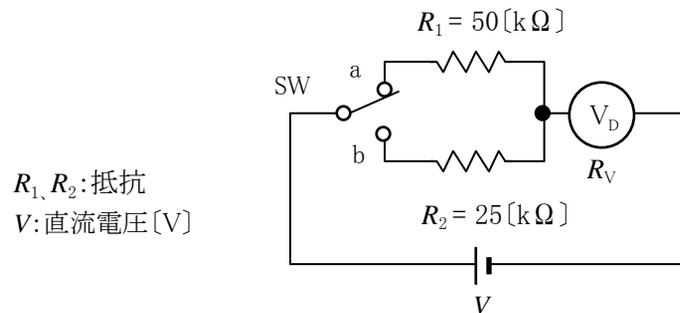


図2

A	B
1 $(\bar{A} \cdot B) + (A + \bar{B})$	$(A+B) + (\bar{A} \cdot \bar{B})$
2 $(A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$	$(A \cdot B) + (\bar{A} \cdot \bar{B})$
3 $(A + \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$	$(A \cdot B) + (A \cdot \bar{B})$
4 $(A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$	$(\bar{A} + B) + (A \cdot \bar{B})$
5 $(\bar{A} \cdot B) + (A \cdot \bar{B})$	$(A+B) + (\bar{A} \cdot \bar{B})$

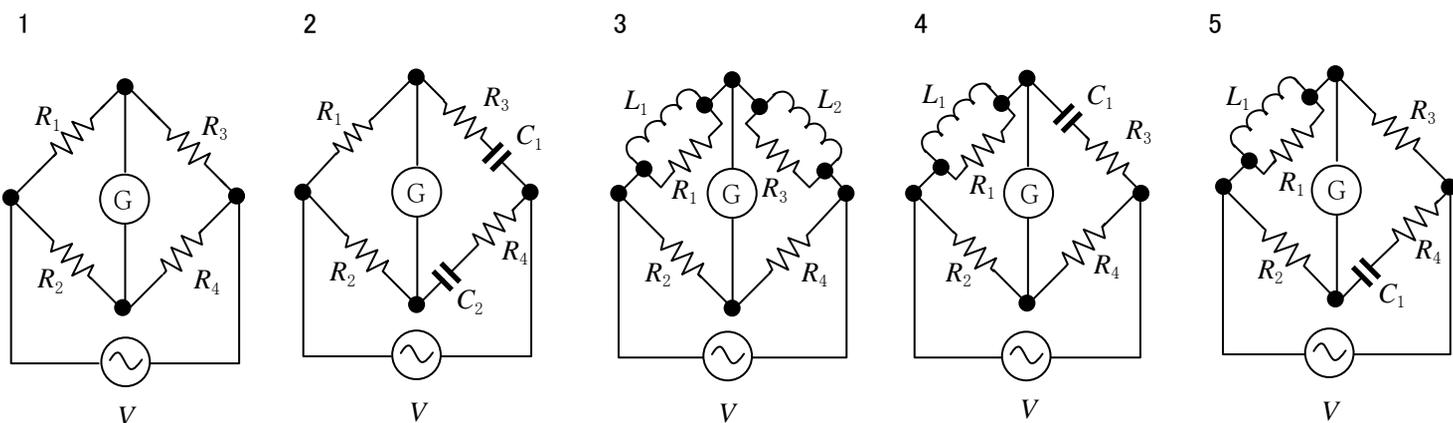
A-17 図に示す回路において、スイッチSWをaに接続したとき直流電圧計 $V_D$ の指示値が100[V]であった。次に、SWをbに切り替えたとき $V_D$ の指示値が150[V]であった。このとき $V_D$ の内部抵抗 $R_V$ の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 15 [k $\Omega$ ]  
 2 25 [k $\Omega$ ]  
 3 35 [k $\Omega$ ]  
 4 45 [k $\Omega$ ]  
 5 55 [k $\Omega$ ]



$R_1, R_2$ : 抵抗  
 $V$ : 直流電圧[V]

A-18 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、 $R_1, R_2, R_3$ 及び $R_4$ は抵抗[ $\Omega$ ]、 $L_1$ 及び $L_2$ は自己インダクタンス[H]、 $C_1$ 及び $C_2$ は、静電容量[F]とする。



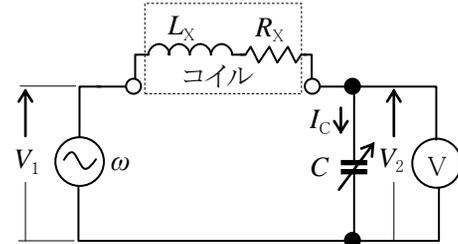
V: 交流電源  
 G: 検流計

A-19 次の記述は、図に示す原理的な Qメータによるコイルの尖鋭度 Q の測定原理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、回路は静電容量が C [F] で共振状態にあるものとし、交流電圧計 V の内部抵抗は無無限大とする。

- (1)  $R_X$  は、C を流れる電流の大きさを  $I_C$  [A] とすると、 $R_X = \square \text{ A}$  [ $\Omega$ ] である。
- (2)  $V_2$  は、交流電源の角周波数を  $\omega$  [rad/s] とすると、 $V_2 = I_C \times \square \text{ B}$  [V] である。
- (3) コイルの Q は、 $Q = \omega L_X / R_X$  であるから、(1)、(2) より Q は、 $Q = \square \text{ C}$  である。
- (4) (3) より、 $V_1$  を一定電圧とし、交流電圧計 V の目盛を  $V_1$  の倍数で表示すれば、V の目盛から Q を直読することができる。

	A	B	C
1	$V_2/I_C$	$\omega L_X$	$V_1/V_2$
2	$V_2/I_C$	$\omega C$	$V_2/V_1$
3	$V_1/I_C$	$\omega L_X$	$V_1/V_2$
4	$V_1/I_C$	$\omega C$	$V_2/V_1$
5	$V_1/I_C$	$\omega L_X$	$V_2/V_1$

$L_X$ : コイルの自己インダクタンス [H]  
 $R_X$ : コイルの抵抗 [ $\Omega$ ]  
 $V_1$ : 交流電源の電圧 [V]  
 $V_2$ : C の両端の電圧 (V の指示値) [V]



A-20 次の記述は、電気磁気量とその単位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。

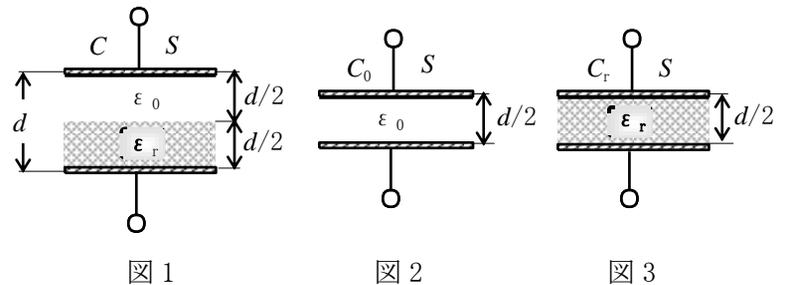
- (1) 有効電力の単位は [W] であるが、他の単位で表すと、□ A である。
- (2) 電界の強さの単位は [V/m] であるが、他の単位で表すと、□ B である。
- (3) 磁束密度の単位は [T] であるが、他の単位で表すと、□ C である。

	A	B	C
1	[J/s]	[N/C]	[Wb/m <sup>2</sup> ]
2	[J/s]	[N/C]	[Wb]
3	[J/s]	[C/N]	[Wb]
4	[Js]	[N/C]	[Wb/m <sup>2</sup> ]
5	[Js]	[C/N]	[Wb]

B-1 次の記述は、図1に示すように電極間の距離が d [m] の平行平板コンデンサの電極間の半分 d/2 [m] を誘電率が  $\epsilon_0$  [F/m] の空気、残りの半分 d/2 [m] を誘電率が  $\epsilon_r$  [F/m] の誘電体としたときの静電容量 C [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。ただし、電極の面積を S [m<sup>2</sup>] とする。

- (1) C は、図2及び図3に示す二つのコンデンサの静電容量  $C_0$  [F] 及び  $C_r$  [F] の □ ア 合成静電容量と等しい。
- (2)  $C_0$  は、□ イ [F]、 $C_r$  は、□ ウ [F] である。
- (3) したがって、C は、次式で表される。  

$$C = (2S/d) \times \{ \square \text{ エ} \} \text{ [F]}$$
- (4) 一般に  $\epsilon_r > \epsilon_0$  であるから、C は電極間全体が空気の場合の静電容量よりも □ オ なる。

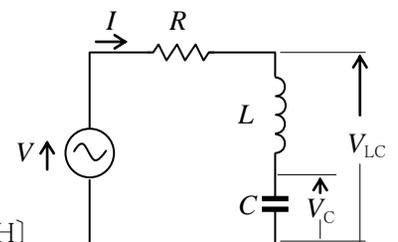


- |      |                     |                     |       |  |
|------|---------------------|---------------------|-------|--|
| 1 並列 | 2 $2\epsilon_0 S/d$ | 3 $2\epsilon_r d/S$ | 4 小さく | 5 $\epsilon_0 + \epsilon_r$                            |
| 6 直列 | 7 $2\epsilon_r S/d$ | 8 $2\epsilon_0 d/S$ | 9 大きく | 10 $\epsilon_0 \epsilon_r / (\epsilon_0 + \epsilon_r)$ |

B-2 次の記述は、図に示す交流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。ただし、回路の電流 I は 0.2 [A] で、共振状態にあるものとする。

- (1) 共振周波数は、□ ア である。
- (2) 電源電圧 V は、□ イ である。
- (3) 静電容量の両端の電圧  $V_C$  は、□ ウ である。
- (4) 図の電圧  $V_{LC}$  は、□ エ である。
- (5) 電源電圧 V と電流 I の位相差は、□ オ である。

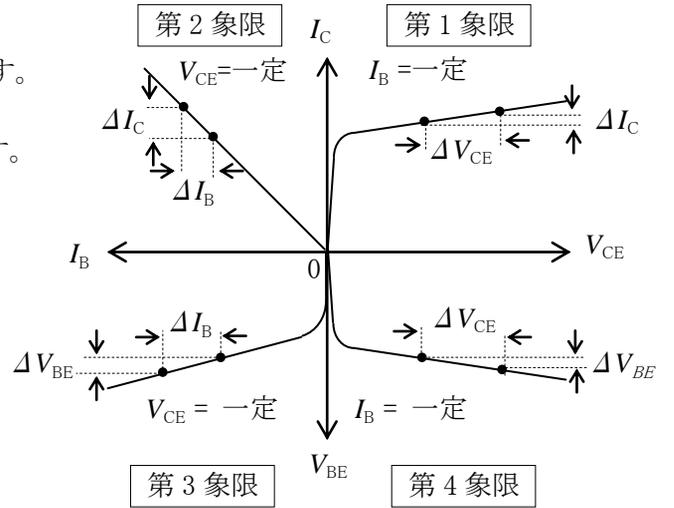
R: 抵抗 100 [ $\Omega$ ]  
C: 静電容量 10 [ $\mu$ F]  
L: 自己インダクタンス  $10/\pi^2$  [H]



- |            |                |                 |           |                  |
|------------|----------------|-----------------|-----------|------------------|
| 1 500 [Hz] | 2 50 [Hz]      | 3 10 [V]        | 4 20 [V]  | 5 50 [V]         |
| 6 0 [V]    | 7 $100\pi$ [V] | 8 $200/\pi$ [V] | 9 0 [rad] | 10 $\pi/2$ [rad] |

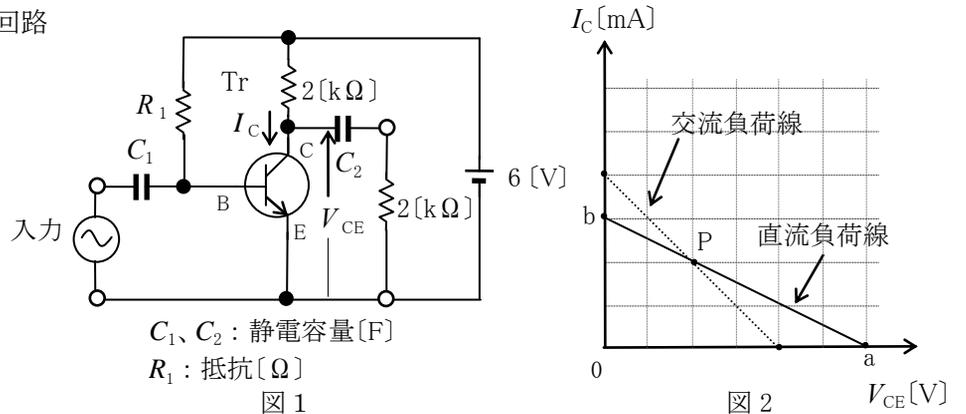
B-3 次の記述は、トランジスタをエミッタ接地で用いるときの  $h$  定数と図に示す電圧電流特性について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。ただし、コレクター-エミッタ間電圧、ベース-エミッタ間電圧、ベース電流及びコレクタ電流をそれぞれ  $V_{CE}$ 、 $V_{BE}$ 、 $I_B$  及び  $I_C$  とする。

- ア 第1象限で  $\Delta I_C / \Delta V_{CE}$  は、出力インピーダンスであり、一般に記号  $h_{oe}$  で表す。
- イ 第2象限で  $\Delta I_C / \Delta I_B$  は、電流帰還率であり、一般に記号  $h_{fe}$  で表す。
- ウ 第3象限で  $\Delta V_{BE} / \Delta I_B$  は、入力インピーダンスであり、一般に記号  $h_{ie}$  で表す。
- エ 第4象限で  $\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$  は、電圧増幅率であり、一般に記号  $h_{re}$  で表す。
- オ  $\Delta I_C / \Delta I_B$  及び  $\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$  を表す  $h$  定数には、単位がない。



B-4 次の記述は、図1に示すトランジスタ(Tr)の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。ただし、回路の直流負荷線と交流負荷線を図2に示す。また、動作点Pのコレクタ電流  $I_C$  は、2[mA]とする。

- ア 図1のトランジスタの増幅回路は、ベース接地増幅回路である。
- イ 図2のa点の電圧の値は、6[V]である。
- ウ 図2のb点の電流の値は、6[mA]である。
- エ 動作点Pのコレクタ(C)-エミッタ(E)間電圧  $V_{CE}$  の値は、2[V]である。
- オ 交流負荷抵抗は、1[k $\Omega$ ]である。



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、三つの交流電流計  $A_1$ 、 $A_2$  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、各電流計の内部抵抗は無視するものとする。また、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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 負荷で消費される電力  $P$  は、次式で表される。  

$$P = |\dot{V}| \times |\dot{I}_2| \times \cos\theta [W] \dots\dots\dots \text{①}$$
- (2)  $|\dot{V}| = \text{□}$  [V]、 $|\dot{I}_2| = I_2$  [A] であるから、式①は次式で表される。  

$$P = \text{□} \times I_2 \times \cos\theta [W] \dots\dots\dots \text{②}$$
- (3)  $I_1$ 、 $I_2$  及び  $I_3$  の間には、図2より次式が成り立つ。  

$$I_1^2 = (\overline{oa} + \overline{ab})^2 + (\overline{bc})^2$$

$$= (I_2 \times \text{□} + I_3)^2 + (I_2 \sin\theta)^2$$

$$= \text{□} + 2I_2 I_3 \cos\theta \dots\dots\dots \text{③}$$
- (4) 式③より次式が得られる。  

$$I_2 I_3 \cos\theta = (\text{□}) / 2 \dots\dots\dots \text{④}$$
- (5) 式②を式④を用いて整理すると、次式が得られる。  

$$P = (\text{□}) \times (\text{□}) [W]$$

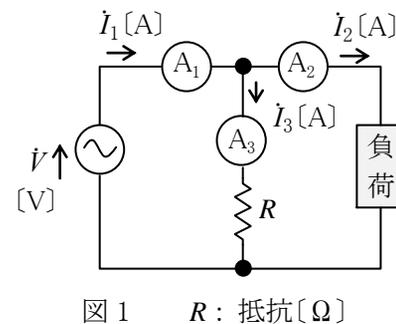


図1 R: 抵抗[ $\Omega$ ]

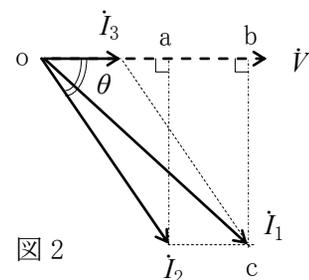


図2

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