

AK・XK803

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 電界の強さが一様な電界中にある電子が、静止状態から電界に沿って移動を開始したとき、 t [s]後の電子の速度 v を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電界の強さを E [V/m]、電子の質量を m [kg]及び電荷の大きさを e [C]とする。また、電子はこの電界からのみ力を受けるものとする。

1 $v = \frac{eEt^2}{m}$ [m/s]

2 $v = \frac{eEt}{m}$ [m/s]

3 $v = \frac{eE^2t}{m}$ [m/s]

4 $v = \frac{E^2t}{em}$ [m/s]

5 $v = \frac{Et}{em}$ [m/s]

A-2 図に示すように、0.2[m]の間隔で平行に置かれた無限長の直線導線X及びYのそれぞれに互いに同じ方向の直流電流4[A]及び10[A]を流したとき、XY間の中間点Pにおける磁界の強さの値として、正しいものを下の番号から選べ。

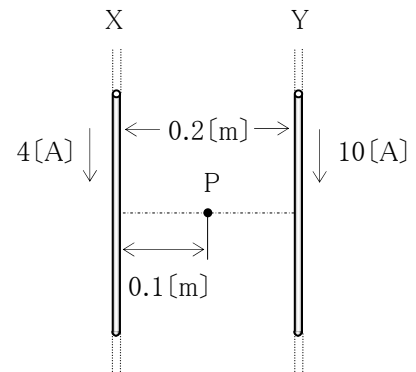
1 $\frac{20}{\pi}$ [A/m]

2 $\frac{30}{\pi}$ [A/m]

3 $\frac{40}{\pi}$ [A/m]

4 $\frac{50}{\pi}$ [A/m]

5 $\frac{60}{\pi}$ [A/m]

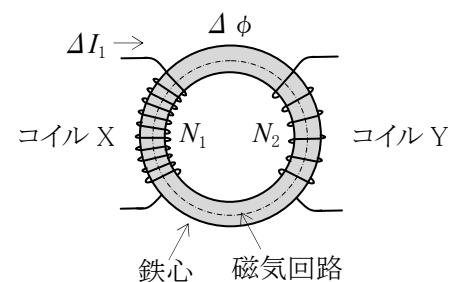


A-3 次の記述は、図に示すような鉄心に巻かれたコイルX及びYの間の相互インダクタンス M について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、X及びYの巻数をそれぞれ N_1 及び N_2 とし、磁気回路には漏れ磁束及び磁気飽和はないものとする。

(1) Xに流れる直流電流が時間 Δt [s]間に ΔI_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に生ずる起電力の大きさ e_2 は、 $e_2 = N_2 \times (\text{A})$ [V]である。

(2) また、 e_2 を M を用いて表すと、 $e_2 = M \times (\text{B})$ [V]である。

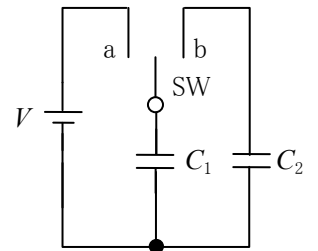
(3) したがって、(1)及び(2)より M は、 $M = N_2 \times (\text{C})$ [H]である。



	A	B	C
1	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t^2}$	$\frac{\Delta I_1^2}{\Delta t}$	$\frac{\Delta \phi^2}{\Delta I_1}$
2	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t^2}$	$\frac{\Delta I_1^2}{\Delta t}$	$\frac{\Delta \phi}{\Delta I_1}$
3	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	$\frac{\Delta I_1^2}{\Delta t}$	$\frac{\Delta \phi}{\Delta I_1^2}$
4	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	$\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$	$\frac{\Delta \phi}{\Delta I_1^2}$
5	$\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	$\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$	$\frac{\Delta \phi}{\Delta I_1}$

A-4 次の記述は、図に示す回路において、スイッチ SW を a に接続した後、b に切り替えたときの動作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、初期状態で C_1 及び C_2 の電荷は零とする。

- (1) SW を a に接続してから時間が十分経過したとき、 C_1 に蓄えられる電荷 Q_{1a} は、 $Q_{1a} = C_1 V$ [C] である。
- (2) 次に、SW を b に切り替えてから時間が十分経過したとき、 C_1 及び C_2 に蓄えられる電荷を Q_{1b} 及び Q_{2b} [C] とすると、 $Q_{1b}/C_1 = \square A$ [V] である。
- (3) Q_{1a} と Q_{1b} 及び Q_{2b} の間には、 $Q_{1a} = \square B$ [C] が成り立つ。
- (4) したがって、(1)、(2) 及び (3) より Q_{2b} は、 $Q_{2b} = (\square C) \times V$ [C] である。

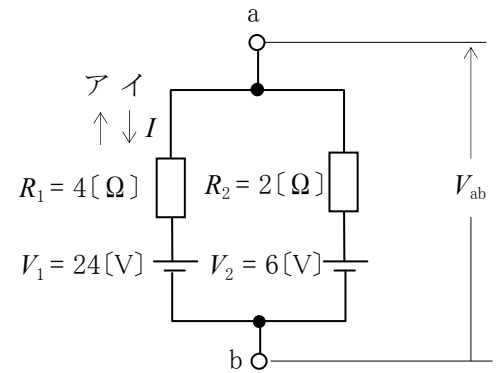


C_1, C_2 : 静電容量 [F]
 V : 直流電圧 [V]

	A	B	C
1	$\frac{Q_{2b}}{C_2}$	$Q_{1b} + Q_{2b}$	$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
2	$\frac{Q_{2b}}{C_2}$	$Q_{1b} - Q_{2b}$	$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
3	$\frac{Q_{2b}}{C_2}$	$Q_{1b} + Q_{2b}$	$\frac{2C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
4	$\frac{Q_{2b}}{C_1 + C_2}$	$Q_{1b} + Q_{2b}$	$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
5	$\frac{Q_{2b}}{C_1 + C_2}$	$Q_{1b} - Q_{2b}$	$\frac{2C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

A-5 次の記述は、図に示す回路の端子 ab 間の電圧 V_{ab} を求める過程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 R_1 に流れる電流 I の大きさは、□ A である。
- (2) I の方向は図の □ B である。
- (3) したがって、 V_{ab} は □ C である。

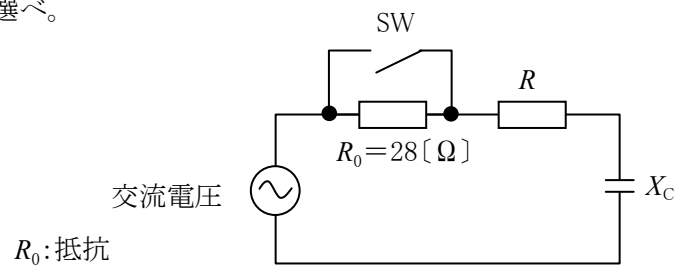


R_1, R_2 : 抵抗
 V_1, V_2 : 直流電圧

	A	B	C
1	2 [A]	ア	10 [V]
2	3 [A]	イ	12 [V]
3	3 [A]	ア	12 [V]
4	4 [A]	イ	10 [V]
5	4 [A]	ア	16 [V]

A-6 図に示す交流回路において、スイッチ SW を断(OFF)から接(ON)にしたとき、回路の力率が 0.8 から 0.6 に変化した。このときの抵抗 R 及び容量リアクタンス X_C の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	R	X_C
1	18 [Ω]	12 [Ω]
2	18 [Ω]	24 [Ω]
3	36 [Ω]	24 [Ω]
4	36 [Ω]	48 [Ω]
5	36 [Ω]	56 [Ω]

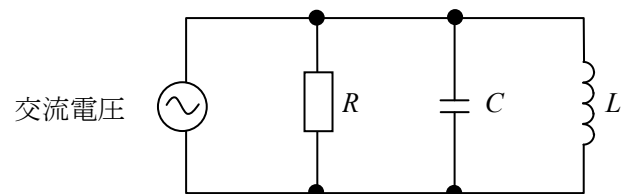


R_0 : 抵抗

A-7 図に示す抵抗 R 、静電容量 C 及び自己インダクタンス L 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 10
- 2 45
- 3 50
- 4 80
- 5 95

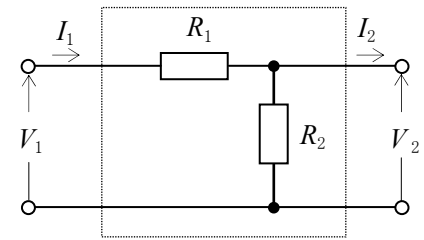
$R = 4$ [kΩ]
 $C = 0.01$ [μF]
 $L = 25$ [μH]



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	2 [kΩ]	0.2 [mS]	0
2 2	4 [kΩ]	0.5 [mS]	1
3 3	4 [kΩ]	0.5 [mS]	1
4 3	4 [kΩ]	0.2 [mS]	0
5 3	2 [kΩ]	0.5 [mS]	1

$V_1 = AV_2 + BI_2$
 $I_1 = CV_2 + DI_2$
 V_1 : 入力電圧 [V] 抵抗
 V_2 : 出力電圧 [V] $R_1 = 4$ [kΩ]
 I_1 : 入力電流 [A] $R_2 = 2$ [kΩ]
 I_2 : 出力電流 [A]



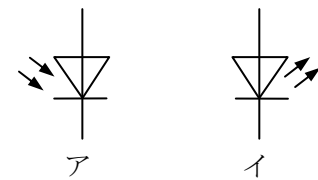
A-9 次の記述は、半導体材料のシリコン(Si)について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 原子は、共有結合をしている。
- 2 結晶構造は、ダイヤモンド構造である。
- 3 原子価は、4 価である。
- 4 アクセプタ(3 価の物質)を混入すると、P 形半導体になる。
- 5 抵抗率は、常温付近では温度が上昇すると大きくなる。

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) 発光ダイオード(LED)は、PN 接合に □ A □ 電流を流したときに光を発生する。
- (2) 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 □ B □ 電圧を加えて用いる。
- (3) ホトダイオードの図記号は、図の □ C □ である。

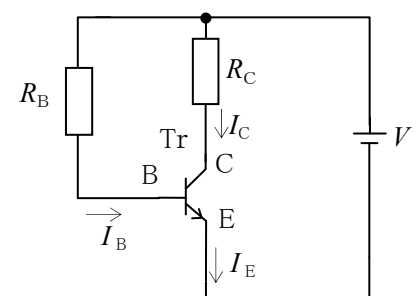
A	B	C
1 順方向	逆方向	ア
2 順方向	逆方向	イ
3 順方向	順方向	ア
4 逆方向	逆方向	イ
5 逆方向	順方向	ア



A-11 図に示すトランジスタ(Tr)回路において、エミッタ電流 I_E の値が 3.5 [mA] であるとき、ベース電流 I_B 及びコレクタ電流 I_C の最も近い値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、トランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 250 とする。

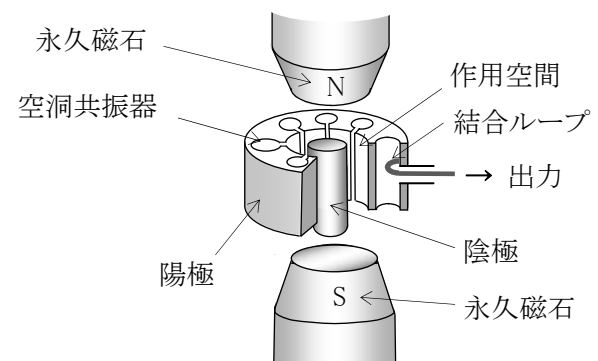
I_B	I_C
1 14 [μA]	1.5 [mA]
2 14 [μA]	3.5 [mA]
3 14 [μA]	7.0 [mA]
4 25 [μA]	3.5 [mA]
5 25 [μA]	7.0 [mA]

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



A-12 次の記述は、図に示す原理的な構造のマグネトロン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 電極の数による分類では、二極管である。
- 2 陽極-陰極間には直流電圧を加える。
- 3 作用空間では、電界と磁界が平行している。
- 4 発振周波数を決める主要要素は、空洞共振器である。
- 5 レーダーや電子レンジなどの発振用として用いられている。

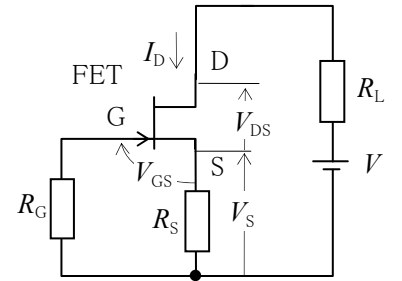


A - 13 次の記述は、図に示す接合形電界効果トランジスタ(FET)のバイアス回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、Gに流れる電流は無視するものとする。

- (1) ドレイン電流を I_D [A] とすると、抵抗 R_S の両端電圧 V_S は、 $V_S = \square A$ [V] で表される。
 (2) D - S 間電圧 V_{DS} は、 $V_{DS} = V - (\square B) \times I_D$ [V] で表される。
 (3) G - S 間電圧 V_{GS} は、 $V_{GS} = \square C$ [V] で表される。

A	B	C
1 $R_G I_D$	R_L	$-V_S$
2 $R_G I_D$	R_L	$-(V_S + V_{DS})$
3 $R_S I_D$	$R_L + R_S$	$-(V_S + V_{DS})$
4 $R_S I_D$	$R_L + R_S$	$-V_S$
5 $R_S I_D$	$R_L - R_S$	$-V_S$

D:ドレイン
 S:ソース
 G:ゲート
 R_L, R_S, R_G : 抵抗 [Ω]
 V : 直流電源電圧 [V]



A - 14 図に示すように、入力抵抗 R_i 及び負荷抵抗 R_o がそれぞれが同じ $50[\Omega]$ の電力増幅回路 Pa において、Pa の電圧増幅度 A_v を、 $A_v = V_o / V_i = 40$ 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、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

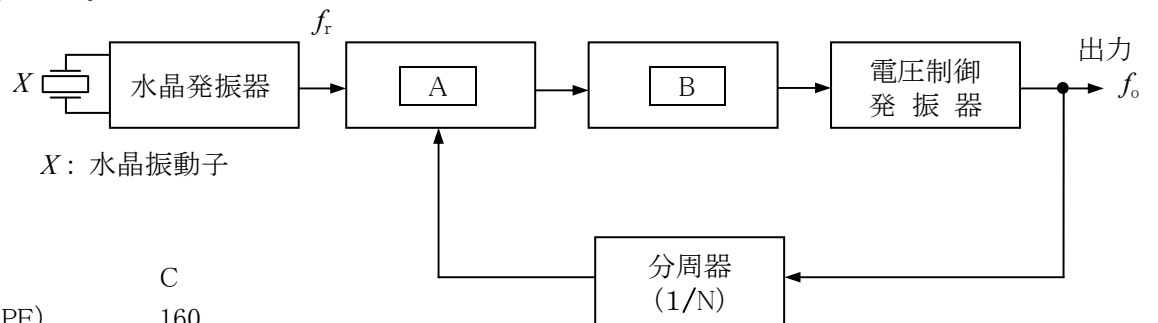
- 24 [dB]
- 28 [dB]
- 32 [dB]
- 36 [dB]
- 38 [dB]

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]



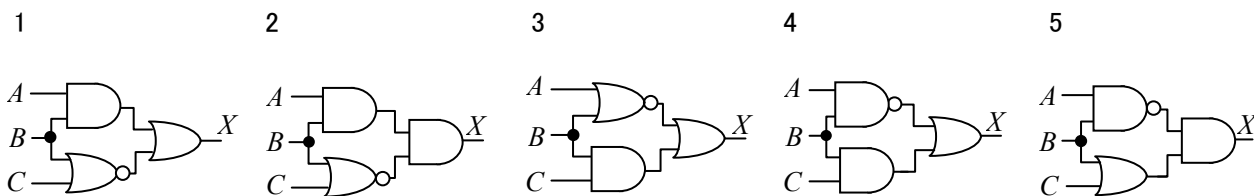
A - 15 次の記述は、図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた発振回路の原理的な構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、水晶発振器の出力周波数 f_r を $10[\text{MHz}]$ 、分周器の分周比の N を 16 とし、回路は発振状態で正常に動作しているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 発振回路は、水晶発振器、□ A □、□ B □、電圧制御発振器、分周器などから構成されている。
 (2) 出力の周波数 f_o は、□ C □ [MHz] である。



A	B	C
1 位相比較器	低域フィルタ(LPF)	160
2 位相比較器	抵抗減衰器	160
3 位相比較器	低域フィルタ(LPF)	320
4 復調器	低域フィルタ(LPF)	160
5 復調器	抵抗減衰器	320

A - 16 表に示す真理値表の論理回路として、正しい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。



A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

A - 17 次の記述は、整流形計器(電流計)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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 整流形計器は、□ A □ 計器に整流器を付けて交流を測定できるようにしたものである。
 (2) □ A □ 計器は入力電流の □ B □ を指示するが、整流形計器は、一般に、正弦波交流の □ C □ が読み取れるように目盛られている。

A	B	C
1 永久磁石可動コイル形	平均値	実効値
2 永久磁石可動コイル形	最大値	実効値
3 永久磁石可動コイル形	最大値	平均値
4 可動鉄片形	平均値	実効値
5 可動鉄片形	最大値	実効値

A - 18 図1に示す回路に流れる電流 I [A] を測定するために、図2に示すように内部抵抗 R_a [Ω] の直流電流計 A を接続して測定した。このときの誤差率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、誤差は R_a によってのみ生ずるものとする。

- 1 $\frac{R_a}{R}$
- 2 $\frac{R}{R_a}$
- 3 $\frac{R}{R+R_a}$
- 4 $\frac{R_a}{R-R_a}$
- 5 $\frac{R_a}{R+R_a}$

R : 抵抗 [Ω]
 V : 直流電圧 [V]

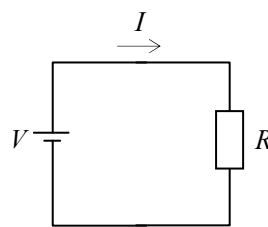


図1

I_M : 測定電流 [A]

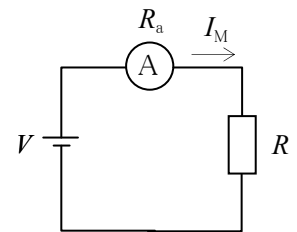
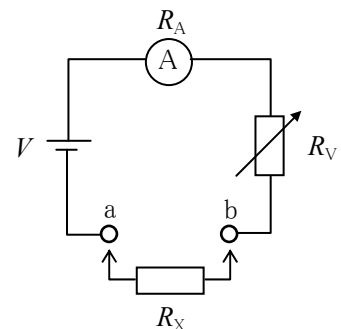


図2

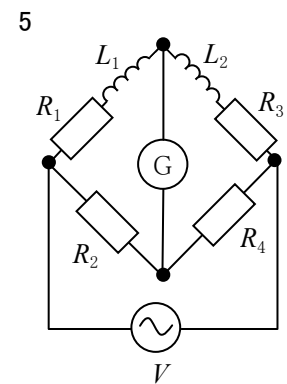
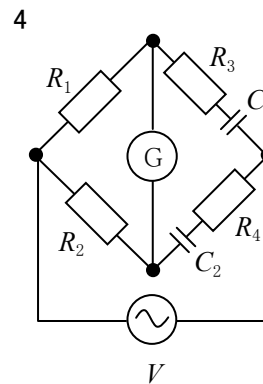
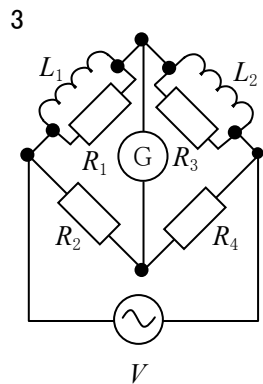
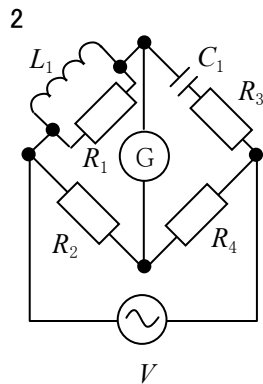
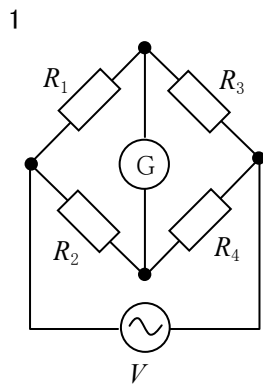
A - 19 図に示す回路において、端子 ab 間を短絡したとき、可変抵抗 R_V が 4,990 [Ω] で永久磁石可動コイル形直流電流計 A が最大目盛値 I_m [A] を指示し、次に R_V を 4,990 [Ω] そのままとし、端子 ab 間に未知抵抗 R_X を接続したとき、A が $I_m/4$ [A] を指示した。このとき R_X の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A の内部抵抗 R_A を 10 [Ω] とする。

- 1 5 [kΩ]
- 2 7 [kΩ]
- 3 12 [kΩ]
- 4 15 [kΩ]
- 5 17 [kΩ]

V : 直流電圧 [V]



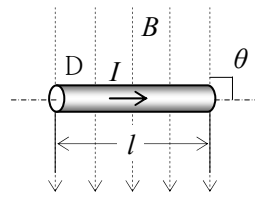
A - 20 次に示す交流ブリッジ回路のうち、平衡のとれない回路を下の番号から選べ。ただし、 R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 は抵抗 [Ω]、 L_1 及び L_2 は自己インダクタンス [H]、 C_1 及び C_2 は、静電容量 [F] とする。



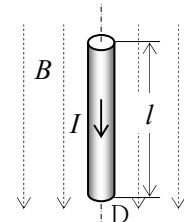
V : 交流電源 [V] G : 交流検流計

B-1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中に置かれた、長さが l [m] で I [A] の直流電流が流れている直線導体 D が受ける電磁力 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。ただし、磁界は紙面に平行で D は紙面上にあるものとし、角度 θ は磁界の方向と D のなす角度とする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

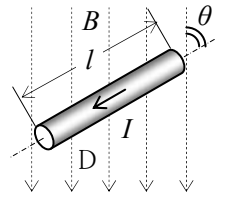
- (1) 図 1 のとき、 F の大きさは、□ [N] である。
 (2) 図 2 のとき、 F の大きさは、□ [N] である。
 (3) 図 3 のとき、 F の大きさは、□ × □ [N] である。
 (4) 図 1 のとき、 F の方向はフレミングの □ の法則に従い、紙面の □ の方向となる。



$\theta = \pi/2$ [rad]
図 1



$\theta = 0$ [rad]
図 2



$\theta = \pi/3$ [rad]
図 3

- 1 裏から表 2 Bll 3 左手 4 BI^2l 5 $\frac{1}{2}$
 6 表から裏 7 $\frac{Bll}{2}$ 8 右手 9 0 10 $\frac{\sqrt{3}}{2}$

B-2 次の記述は、図 1 に示す抵抗 R [Ω] 及び自己インダクタンス L [H] の並列回路を、インピーダンスの等しい図 2 に示す抵抗 R_0 [Ω] 及び自己インダクタンス L_0 [H] の直列回路に変換する過程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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図 1 の回路の合成インピーダンス \dot{Z}_p を R 及び L で表すと、 $\dot{Z}_p =$ □ [Ω] となる。
 (2) (1) の式を整理し実数部と虚数部に分けると、 $\dot{Z}_p =$ □ + j □ [Ω] となる。
 (3) 図 2 の回路の合成インピーダンス \dot{Z}_s を R_0 及び L_0 で表すと、 $\dot{Z}_s =$ □ [Ω] である。
 (4) したがって、 R_0 と L_0 はそれぞれ次式で表される。

$R_0 =$ □ [Ω] , $L_0 =$ □ [H]

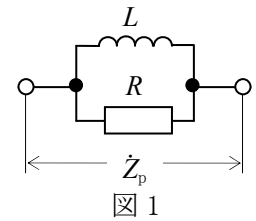


図 1

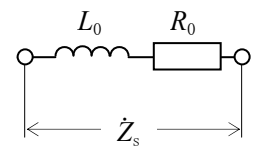
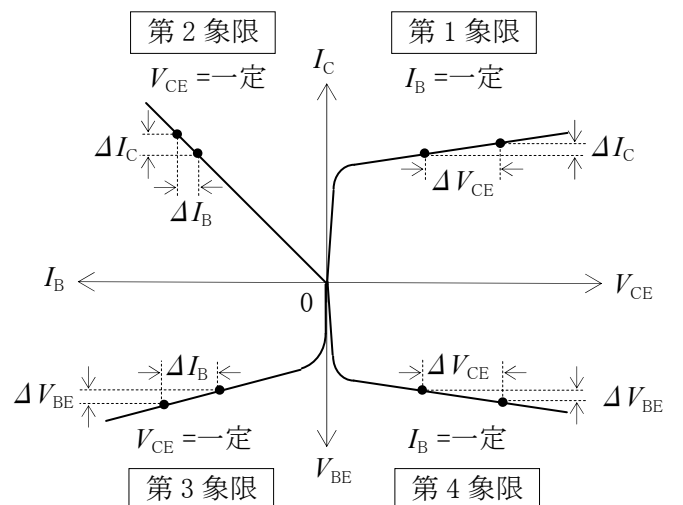


図 2

- 1 $\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{R^2 L}$ 2 $\frac{LR^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ 3 $\frac{R + j\omega L}{j\omega LR}$ 4 $\frac{j\omega LR}{R + j\omega L}$ 5 $R_0 + j\omega L_0$
 6 $\frac{R^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ 7 $\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{\omega^2 L^2}$ 8 $\frac{j\omega L_0 R_0}{R_0 + j\omega L_0}$ 9 $\frac{\omega LR^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ 10 $\frac{R\omega^2 L^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$

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-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 $\frac{\Delta I_C}{\Delta V_{CE}}$ は、出力アドミタンスであり、一般に記号 h_{oe} で表す。
 イ 第 2 象限で $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ は、電流増幅率であり、一般に記号 h_{fe} で表す。
 ウ 第 3 象限で $\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}$ は、電圧増幅率であり、一般に記号 h_{ie} で表す。
 エ 第 4 象限で $\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta V_{CE}}$ は、電流帰還率であり、一般に記号 h_{re} で表す。
 オ $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ 及び $\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta V_{CE}}$ 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)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を下の番号から選べ。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。

- (1) a点の電圧の値は、□ア [V]である。
- (2) b点の電流の値は、□イ [mA]である。
- (3) 動作点Pのコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} の値は、□ウ [V]である。
- (4) 交流負荷抵抗は、□エ [kΩ]である。
- (5) c点の電流の値は、□オ [mA]である。

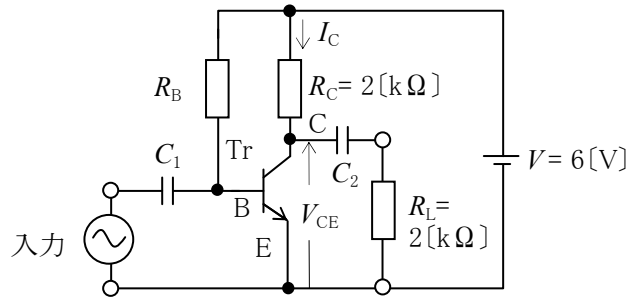


図1

C:コレクタ
E:エミッタ
B:ベース
 R_B, R_C, R_L : 抵抗
 C_1, C_2 : 静電容量[F]
V: 直流電源電圧

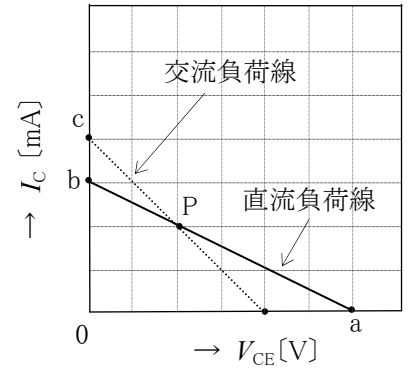


図2

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 1 | 2 2 | 3 3 | 4 4 | 5 5 |
| 6 6 | 7 7 | 8 8 | 9 9 | 10 10 |

B-5 次の表は、電気磁気量の単位を他のSI単位を用いて表したものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

電気磁気量	電気抵抗	インダクタンス	磁束密度	電力	エネルギー
単位	[Ω]	[H]	[T]	[W]	[J]
他のSI単位表示	□ア	□イ	□ウ	□エ	□オ

- | | | | | |
|---------|-----------------------|---------|----------|-------------------------|
| 1 [N] | 2 [N·m] | 3 [S] | 4 [J/s] | 5 [Wb] |
| 6 [V/A] | 7 [N/m ²] | 8 [W/A] | 9 [Wb/A] | 10 [Wb/m ²] |