

FK807

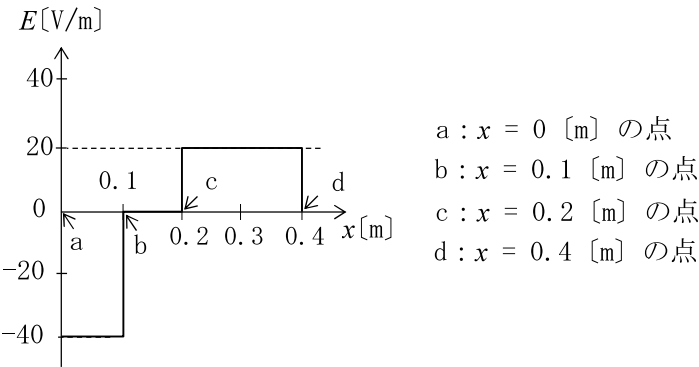
第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、図に示すように x 軸に沿って x 方向に電界 E [V/m] が分布しているとき、 x 軸に沿った各点の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、点 a の電位を 0 [V] とする。

- (1) 点 a と点 b の二点間の電位差は、A [V] である。
- (2) 点 b と点 c の二点間の電位差は、B [V] である。
- (3) 点 a と点 d の二点間の電位差は、C [V] である。

	A	B	C
1	4	0	4
2	4	1	4
3	4	0	0
4	8	1	4
5	8	0	0



A－2 図 1 に示す厚さ $2d$ [m] の平行平板空気コンデンサの空気層が、電圧 V を昇圧中に 300 [V] で破壊された。次に、図 2 に示すように、同じコンデンサの極板の間に厚さが d [m] で面積が平行平板の面積に等しく比誘電率 ϵ_r の値が 5 の誘電体を挿入し、 V を昇圧中にコンデンサの空気層が破壊された。このときの V の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、空気の比誘電率を 1 とする。

- 1 180 [V]
- 2 160 [V]
- 3 120 [V]
- 4 100 [V]
- 5 80 [V]

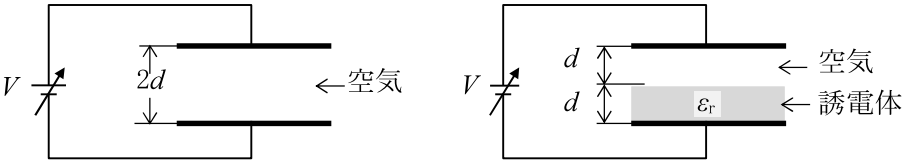
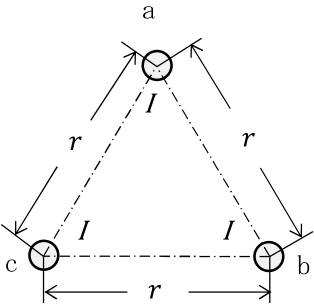


図 1

図 2

A－3 図に示すように、一辺の長さ r [m] の正三角形 abc のそれぞれの頂点に紙面に垂直な無限長導線を置き、それぞれの導線に同じ大きさと同方向の直流電流 I [A] を流した。このとき、一本の導線の 1 [m] 当りに作用する電磁力の大きさ F_0 を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、導線は真空中にあり、真空の透磁率を $4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] とする。

- 1 $F_0 = \frac{3\sqrt{3}I^2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]
- 2 $F_0 = \frac{2\sqrt{3}I^2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]
- 3 $F_0 = \frac{2\sqrt{3}\pi I^2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]
- 4 $F_0 = \frac{\sqrt{3}\pi I^2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]
- 5 $F_0 = \frac{\sqrt{2}\pi I^2}{r} \times 10^{-7}$ [N/m]



A－4 図 1 に示すように、磁石 M の磁極 (NS) 間におかれた金属円板 P を軸 O を中心に一定の速さで回転させたとき、磁極付近の P に流れる電流 i の様子を示した図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、図は、図 1 を上から見た図とし、矢印は i の方向とする。

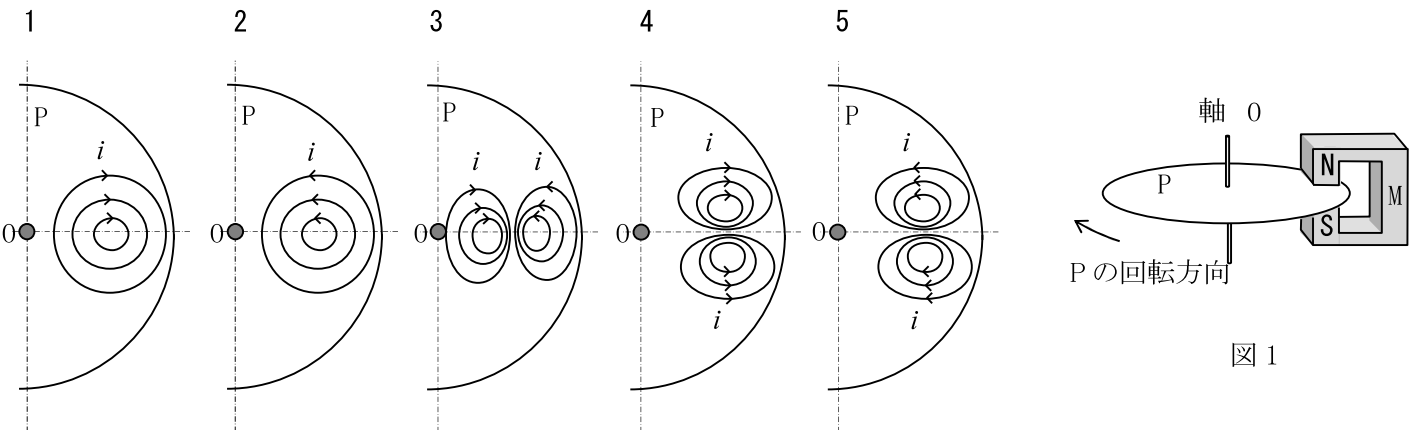
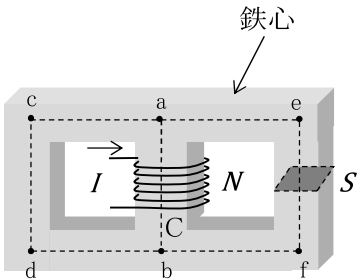


図 1

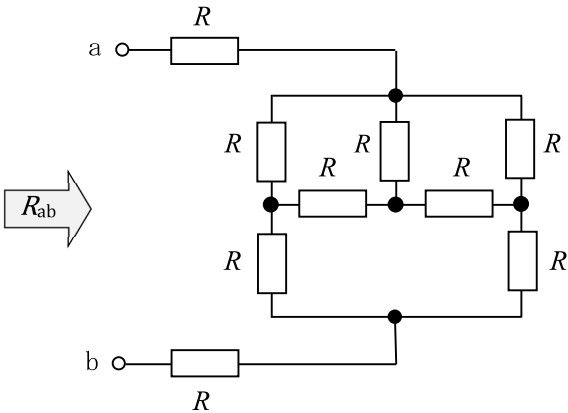
A-5 図に示すような透磁率が μ [H/m] の鉄心で作られた磁気回路の磁路 ab の磁束 ϕ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、磁路の断面積はどこも S [m²] であり、図に示す各磁路の長さ ab、cd、ef、ac、ae、bd、bf は l [m] で等しいものとし、磁気回路に漏れ磁束はないものとする。また、コイル C の巻数を N 、C に流す直流電流を I [A] とする。

- 1 $\phi = \frac{5\mu N^2 l I}{2S}$ [Wb]
- 2 $\phi = \frac{5\mu N I S}{2l}$ [Wb]
- 3 $\phi = \frac{5\mu N I l}{2S}$ [Wb]
- 4 $\phi = \frac{2\mu N I S}{5l}$ [Wb]
- 5 $\phi = \frac{2\mu N^2 I S}{5l}$ [Wb]



A-6 図に示すように R [Ω] の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} [Ω] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

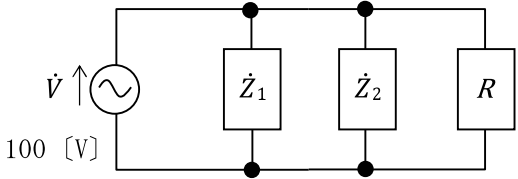
- 1 $\frac{3}{8}R$
- 2 $\frac{5}{8}R$
- 3 $\frac{7}{8}R$
- 4 $\frac{15}{8}R$
- 5 $\frac{23}{8}R$



A-7 図に示すように、交流電源 $\dot{V}=100$ [V] に誘導性負荷 $\dot{Z}_1$ 、 $\dot{Z}_2$ 及び抵抗負荷 R を接続したとき、回路全体の皮相電力及び力率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、 $\dot{Z}_1$ 、 $\dot{Z}_2$ 、 R の有効電力及び力率は表の値とする。

- | | 皮相電力 | 力率 |
|---|---------------------|----------------------|
| 1 | $1200\sqrt{2}$ [VA] | $\frac{2}{\sqrt{5}}$ |
| 2 | $1200\sqrt{2}$ [VA] | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |
| 3 | $700\sqrt{2}$ [VA] | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |
| 4 | $700\sqrt{5}$ [VA] | $\frac{2}{\sqrt{5}}$ |
| 5 | $700\sqrt{5}$ [VA] | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ |

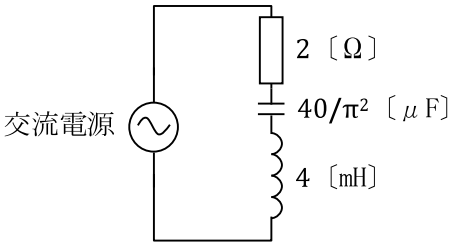
負荷	有効電力	力率
$\dot{Z}_1$	400 [W]	0.8
$\dot{Z}_2$	300 [W]	0.6
R	700 [W]	1.0



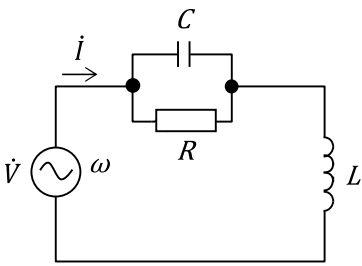
A-8 次の記述は、図に示す直列共振回路について述べたものである。□ 内に入れるべき値の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 共振周波数 f_0 は、 $f_0 = \square \text{ A}$ [Hz] である。
- (2) 尖鋭度 Q は、 $Q = \square \text{ B}$ である。
- (3) f_0 における回路の電流を I_0 [A] としたとき、 $I_0/\sqrt{2}$ [A] になる周波数を f_1 [Hz] 及び f_2 [Hz] ($f_1 < f_2$) とすると、 $f_2 - f_1 = \square \text{ C}$ [Hz] である。

- | | A | B | C |
|---|------|--------|-----------|
| 1 | 2500 | 20 | $250/\pi$ |
| 2 | 2500 | 5π | 125 |
| 3 | 1250 | 5π | $250/\pi$ |
| 4 | 1250 | 20 | $250/\pi$ |
| 5 | 1000 | 20 | 125 |



A-9 次の記述は、図に示す回路の交流電源電圧 $\dot{V}$ [V] と電源から流れる電流 i [A] の位相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。



ω : 角周波数 [rad/s]
 C : 静電容量 [F]
 L : 自己インダクタンス [H]
 R : 抵抗 [Ω]

- (1) 回路の合成インピーダンス $\dot{Z}$ は、 $\dot{Z} = \frac{R}{1+\omega^2 C^2 R^2} + j(\text{□ A})$ [Ω] で表される。
 (2) i [A] と $\dot{V}$ [V] は、 $\dot{Z}$ の虚数部が零のとき、同相になる。そのとき次式が成り立つ。

$$\frac{L}{CR} = \text{□ B} \dots\dots\dots \text{①}$$

 (3) 式①が成り立つときの i を i_r とすると、 $i_r = \dot{V} / \text{□ C}$ [A] で表される。

A	B	C
1 $\omega L - \frac{\omega CR^2}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{R}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{L}{CR}$
2 $\omega L - \frac{\omega CR^2}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{R}{1-\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{L}{CR}$
3 $\omega L - \frac{\omega CR^2}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{R}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	R
4 $\omega L + \frac{\omega CR^2}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{R}{1-\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{L}{CR}$
5 $\omega L + \frac{\omega CR^2}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	$\frac{R}{1+\omega^2 C^2 R^2}$	R

A-10 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯やミリ波(EHF)帯の回路に用いられる電子管及び半導体素子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み合わせを下の番号から選べ。

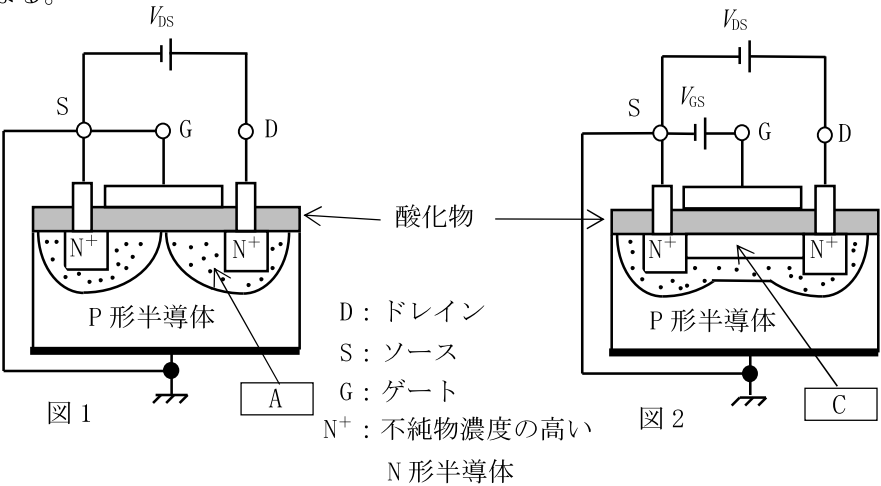
- (1) 進行波管は、界磁コイル内に置かれた □ A の作用を利用し、雑音の少ない広帯域の増幅が可能である。
 (2) インパットダイオードは、PN 接合のなだれ現象とキャリアの走行時間効果による □ B 抵抗特性を利用し発振する。
 (3) ガンダイオードは、GaAs (ガリウムヒ素) 半導体などに強い直流 □ C を加えたときに生じるガン効果により発振する。

A	B	C
1 らせん遅延回路	バイアス	電流
2 らせん遅延回路	負性	電界
3 らせん遅延回路	負性	磁界
4 空洞共振器	バイアス	電界
5 空洞共振器	負荷	電流

A-11 次の記述は、MOS 形電界効果トランジスタ(FET)の動作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。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に示すように、ゲート - ソース(G - S)間電圧 V_{GS} を 0 [V] としたとき、PN 接合部に □ A が存在し、ドレイン - ソース(D - S)間に直流電圧 V_{DS} [V] を加えても D - S 間に電流が流れない FET を □ B 形 FET という。
 (2) 図2に示すように、 V_{GS} を十分な大きさの正電圧としたとき、ゲート電極の直下では多数キャリアがしりぞけられて □ C が形成され、D - S 間に電流が流れるようになる。

A	B	C
1 反転層	デプレッション	空乏層
2 反転層	エンハンスメント	空乏層
3 空乏層	エンハンスメント	反転層
4 空乏層	デプレッション	反転層
5 空乏層	ユニポーラ	反転層

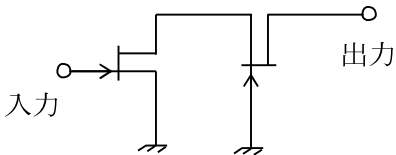


A-12 次の記述は、図に示す電界効果トランジスタ (FET) を用いたカスコード増幅回路の原理的構成について述べたものである。

□ 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。

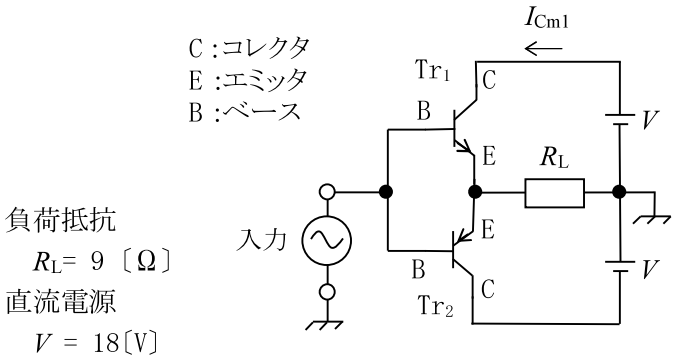
- (1) FET のソース接地増幅器の負荷として、入力インピーダンスの低い □ A □ 接地増幅回路が接続された形である。
 (2) 入出力間の漂遊容量による結合が □ B □ である。
 (3) 全体として安定に動作し、□ C □ 入力インピーダンスと利得を持つ。
 (4) アナログ回路では、□ D □ 増幅回路に多く用いられる。

	A	B	C	D
1	ゲート	疎	高い	高周波
2	ゲート	疎	低い	低周波
3	ゲート	密	高い	低周波
4	ソース	密	高い	高周波
5	ソース	疎	低い	低周波



A-13 図に示す理想的な B 級動作をするコンプリメンタリ SEPP 回路において、トランジスタ Tr_1 のコレクタ電流の最大値 I_{Cm1} 及び負荷抵抗 R_L $[\Omega]$ で消費される最大電力 P_{mo} の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、二つのトランジスタ Tr_1 及び Tr_2 の特性は相補的 (コンプリメンタリ) で、入力は単一正弦波とする。

	I_{Cm1}	P_{mo}
1	2.0 [A]	20 [W]
2	2.0 [A]	18 [W]
3	1.5 [A]	20 [W]
4	1.5 [A]	18 [W]
5	1.0 [A]	8 [W]



A-14 図 1 に示す回路と図 2 に示す回路の伝達関数 $(\dot{V}_o/\dot{V}_i)$ が等しくなる条件を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を ω $[\text{rad/s}]$ とし、演算増幅器 A_{OP} は理想的な特性を持つものとする。

- 1 $L = \frac{C}{R^2}$
 2 $L = \frac{R}{C^2}$
 3 $C = \frac{L^2}{R}$
 4 $C = \frac{R}{L^2}$
 5 $C = \frac{L}{R^2}$
- R : 抵抗 $[\Omega]$
 C : 静電容量 $[F]$
 L : 自己インダクタンス $[H]$
 $\dot{V}_i$: 入力電圧 $[V]$
 $\dot{V}_o$: 出力電圧 $[V]$

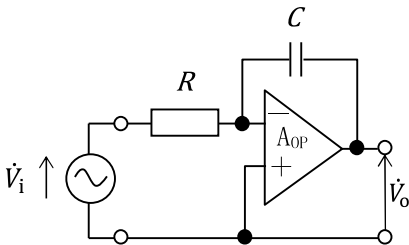


図 1

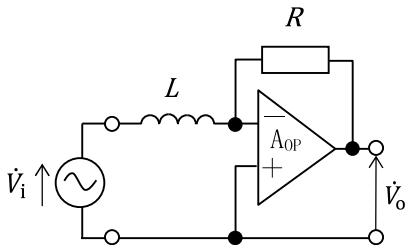
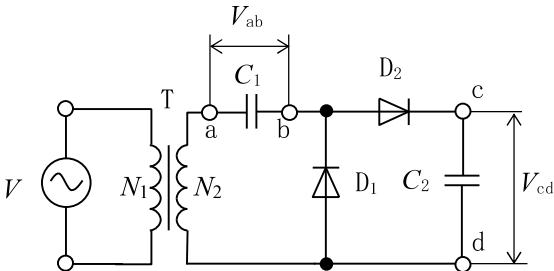


図 2

A-15 図に示す整流回路において、端子 ab 間の電圧 V_{ab} (最大値) 及び端子 cd 間の電圧 V_{cd} 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、交流電源 V の電圧は、実効値 100 $[V]$ の正弦波交流電圧とし、変成器 T 及びダイオード D_1 、 D_2 は理想的な特性をもち、静電容量 C_1 、 C_2 $[F]$ は十分大きい値とする。

	V_{ab}	V_{cd}
1	$400\sqrt{2}$ $[V]$	$800\sqrt{2}$ $[V]$
2	$400\sqrt{2}$ $[V]$	$400\sqrt{2}$ $[V]$
3	$200\sqrt{2}$ $[V]$	$800\sqrt{2}$ $[V]$
4	$200\sqrt{2}$ $[V]$	$400\sqrt{2}$ $[V]$
5	$200\sqrt{2}$ $[V]$	$200\sqrt{2}$ $[V]$

N_1 : T の一次側巻数 280
 N_2 : T の二次側巻数 560



A-16 次に示す真理値表と異なる動作をする論理回路を下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A 及び B をそれぞれ入力、 S 及び C をそれぞれ出力とする。

真理値表

入力		出力	
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

1

2

3

4

5

A-17 次の記述は、図に示す整流形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。ただし、ダイオード D は理想的な特性を持つものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 整流形電流計は、永久磁石可動コイル形電流計 A_a とダイオード D を図に示すように組み合わせて、交流電流を測定できるようにしたものである。

(2) 永久磁石可動コイル形電流計 A_a の指針の振れは整流された電流の □ A を指示するが、整流形電流計の目盛は一般に正弦波交流の □ B が直読できるように、□ A に正弦波の □ C を乗じた値となっている。

整流形電流計

A	B	C
1 最大値	実効値	波高率
2 最大値	平均値	波形率
3 平均値	実効値	波形率
4 平均値	実効値	波高率
5 平均値	最大値	波高率

A-18 図に示すように、直流電圧計 V_1 、 V_2 及び V_3 を直列に接続したとき、それぞれの電圧計の指示値 V_1 、 V_2 及び V_3 の和の値から測定できる端子 ab 間の電圧 V_{ab} の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、それぞれの電圧計の最大目盛値及び内部抵抗は、表の値とする。

1 200 [V]

2 215 [V]

3 230 [V]

4 245 [V]

5 260 [V]

電圧計	最大目盛値	内部抵抗
V_1	50 [V]	20 [k Ω]
V_2	100 [V]	200 [k Ω]
V_3	300 [V]	300 [k Ω]

A-19 次の記述は、図 1 に示すリサージュ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、図 1 は、図 2 に示すようにオシロスコプの垂直入力及び水平入力に最大値が V [V] で等しく、周波数の異なる正弦波交流電圧 v_x 及び v_y [V] を加えたときに得られたものとする。

- (1) v_x の周波数が 1 [kHz] のとき、 v_y の周波数は □ A [kHz] である。

(2) 図 1 の点 a における v_y の値は、約 □ B [V] である。

A	B
1 0.5	$-V/\sqrt{2}$
2 0.5	$-V/\sqrt{3}$
3 2	$-V/\sqrt{3}$
4 2	$-V/\sqrt{2}$
5 2	$-2V/\sqrt{2}$

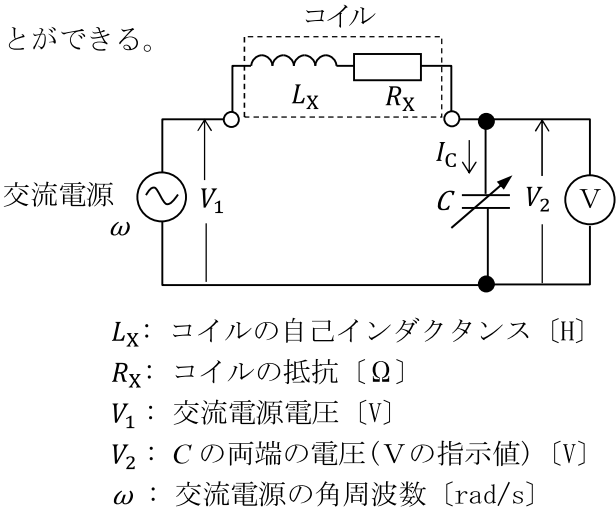
図 1

図 2

A-20 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の内部抵抗は無限大とする。

- (1) C を流れる電流の大きさを I_C [A] とすると、 $I_C = \square \text{ A}$ [A] である。
- (2) 交流電源の角周波数を ω [rad/s] とすると、 $V_2 = (\square \text{ A} \times \square \text{ B})$ [V] である。
- (3) コイルの尖鋭度 Q は、 $Q = \square \text{ C}$ である。
- (4) (3) より、 V_1 を一定電圧とすると、V の目盛から Q を直読することができる。

	A	B	C
1	$\frac{V_2}{R_X}$	$\frac{1}{\omega C}$	$\frac{V_1}{V_2}$
2	$\frac{V_2}{R_X}$	ωC	$\frac{V_1}{V_2}$
3	$\frac{V_2}{R_X}$	ωC	$\frac{V_2}{V_1}$
4	$\frac{V_1}{R_X}$	$\frac{1}{\omega C}$	$\frac{V_2}{V_1}$
5	$\frac{V_1}{R_X}$	ωC	$\frac{V_1}{V_2}$



B-1 次の記述は、図1に示すように、面が直交した半径 r [m] の円形コイルA及びBのそれぞれに直流電流 I [A] を流したときのA及びBの中心点Oにおける合成磁界 H_0 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) 図2に示すように、Aの面を紙面上に置いて電流 I を流したとき、Aによる点Oの磁界 H_A の方向は、紙面の □ ア □ の方向である。
- (2) H_A の強さは、□ イ □ [A/m] である。
- (3) H_A の方向とBによる点Oの磁界 H_B の方向は、□ ウ □ [rad] 異なる。
- (4) したがって、 H_0 の強さは、□ エ □ [A/m] である。
- (5) また、 H_A の方向と H_0 の方向は、□ オ □ [rad] 異なる。

1	表から裏	2	$\frac{I}{2\pi r}$	3	$\frac{\pi}{3}$	4	$\frac{I}{\sqrt{2}r}$	5	$\frac{\sqrt{2}I}{\pi r}$
6	裏から表	7	$\frac{I}{2r}$	8	$\frac{\pi}{2}$	9	π	10	$\frac{\pi}{4}$

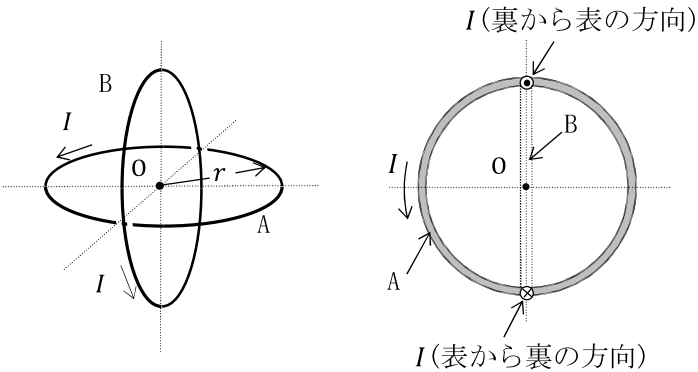
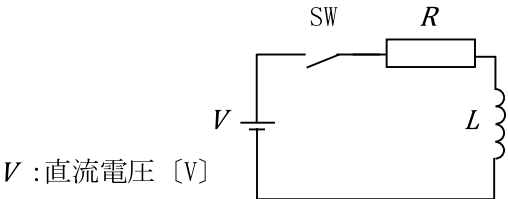


図1 図2

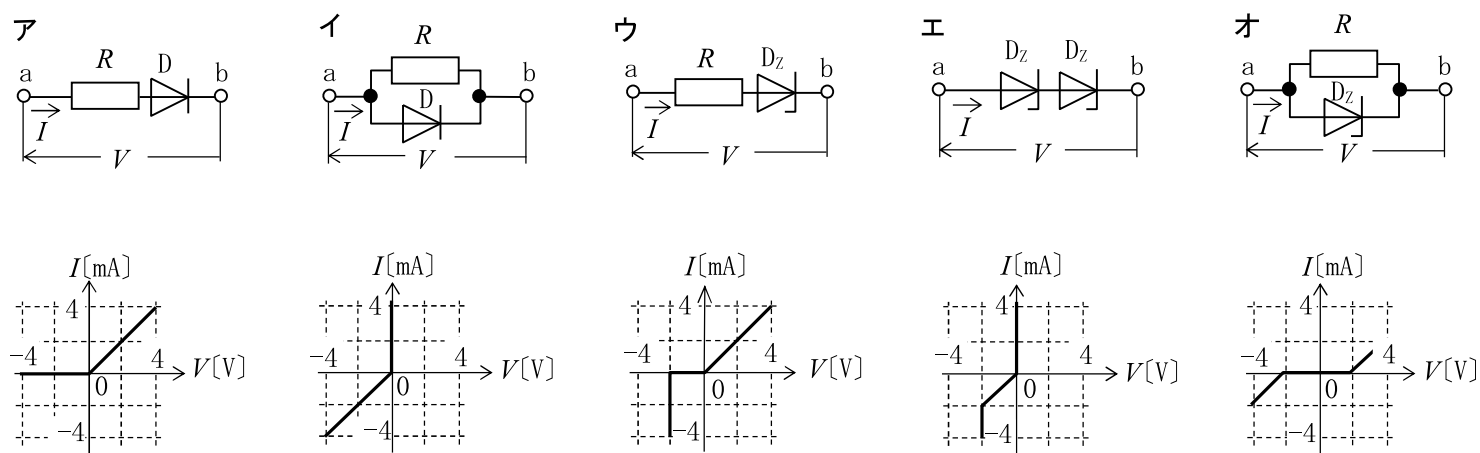
B-2 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω] と自己インダクタンス L [H] を直列に接続した回路の過渡現象について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。また、時間を t [s] とし、自然対数の底を e とする。

- (1) SW を断(OFF)から接(ON)にした瞬間 ($t = 0$ [s]) に回路に流れる電流 i は、□ ア □ [A] である。
- (2) SW を接(ON)にしてから十分長い時間が経過したとき ($t = \infty$ [s]) の i は、□ イ □ [A] である。
- (3) t [s] 後の i は、□ イ □ $\times$ □ ウ □ [A] である。
- (4) $t = L/R$ [s] のときの i は、□ イ □ $\times$ □ エ □ [A] である。
- (5) L/R [s] を □ オ □ という。

1	$\frac{1}{e}$	2	$\frac{V}{R}$	3	$(1 - e^{-Rt/L})$	4	$(1 - \frac{1}{e})$	5	位相定数
6	0	7	$\frac{V}{2R}$	8	$e^{Lt/R}$	9	$e^{-Rt/L}$	10	時定数

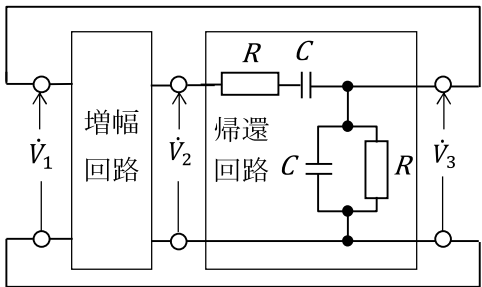


B-3 次の図は、理想的なダイオードD、ツェナー電圧2[V]の定電圧ダイオードD_Z及び1[kΩ]の抵抗Rを組み合わせた回路とその回路の電圧電流特性を示したものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。ただし、端子ab間に加える電圧をV、流れる電流をIとする。



B-4 次の記述は、図に示すターマン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、増幅回路は、入力抵抗及び出力抵抗を無限大及び0（零）とし、入出力間に位相差はないものとする。また、角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) 帰還回路の帰還率 $\beta = \dot{V}_3/\dot{V}_2$ は、 C と R の直列インピーダンス及び並列インピーダンスをそれぞれ $\dot{Z}_S$ [Ω] 及び $\dot{Z}_P$ [Ω] とすると、次式で表される。
 $\beta =$ ア ①
- (2) 式①に C と R を代入して整理すると、次式が得られる。
 $\beta =$ イ ②
- (3) 発振状態においては、 β は実数である。したがって発振周波数 f は、次式で表される。
 $f =$ ウ [Hz] ③
- (4) また、発振状態においては、増幅回路の増幅度 $A_V = \dot{V}_2/\dot{V}_1$ は、エ である。
- (5) この回路は、主に オ の発振に適している。



$\dot{V}_1, \dot{V}_2, \dot{V}_3$: 電圧 [V]
 C : 静電容量 [F]
 R : 抵抗 [Ω]

- | | | | | |
|---|--|--------------------------|-----|---------------------|
| 1 $\frac{\dot{Z}_P}{\dot{Z}_S + \dot{Z}_P}$ | 2 $\frac{1}{6 - j\{\omega CR - 1/(\omega CR)\}}$ | 3 $\frac{1}{2\pi CR}$ | 4 1 | 5 低周波 |
| 6 $\frac{\dot{Z}_S}{\dot{Z}_S + \dot{Z}_P}$ | 7 $\frac{1}{3 + j\{\omega CR - 1/(\omega CR)\}}$ | 8 $\frac{1}{\sqrt{2}CR}$ | 9 3 | 10 高周波（数百 [MHz] 以上） |

B-5 次の記述は、図1及び図2に示す二つの回路による未知抵抗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。ただし、図1及び図2において、電流計Aの指示値をそれぞれ I_1 及び I_2 [A]、電圧計Vの指示値をそれぞれ V_1 及び V_2 [V] とする。

- (1) 図1に示す回路で、未知抵抗を V_1/I_1 として求めたときの値を R_{x1} [Ω] とすれば、 R_{x1} は、未知抵抗の真値 R_S より ア なる。このとき、電圧計Vの内部抵抗を R_V [Ω] とすれば、真値 R_S は、 $R_S = V_1 / ($ イ $)$ [Ω] で表される。
- (2) 図2に示す回路で、電流計Aの内部抵抗を R_A [Ω] とすれば、未知抵抗の真値 R_S は、 $R_S = (V_2/I_2) -$ ウ [Ω] で表される。
- (3) 一般に、未知抵抗が高抵抗のときには エ の方法が使われる。
- (4) この方法による抵抗測定は、一般に オ と呼ばれる。

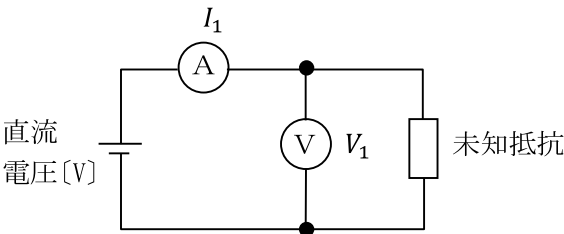


図1

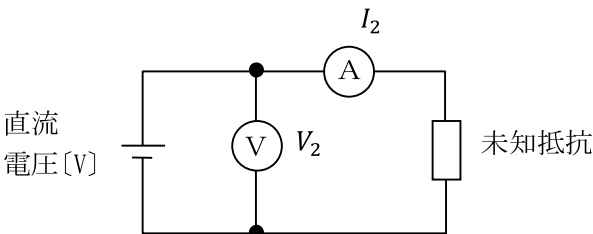


図2

- | | | | | |
|-------|---------------------------|---------------------|------|---------|
| 1 小さく | 2 $I_1 + \frac{V_1}{R_V}$ | 3 R_A | 4 図2 | 5 電位降下法 |
| 6 大きく | 7 $I_1 - \frac{V_1}{R_V}$ | 8 $\frac{V_2}{R_A}$ | 9 図1 | 10 置換法 |