

FK211

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、図に示す最大値が V_a [V] の正弦波交流を半波整流した電圧 v のフーリエ級数による展開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) v は、 n を 1、2、3・・・∞ の整数とすると、角度 θ [rad] の関数として、
 次式のフーリエ級数で表される。

$$v(\theta) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta) \quad [\text{V}]$$

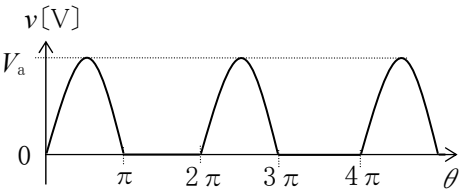
a_0 、 a_n 及び b_n は次式で表される。

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \times \int_0^{2\pi} v \, d\theta \quad [\text{V}] \quad , \quad a_n = \frac{1}{\pi} \times \int_0^{2\pi} v \cos n\theta \, d\theta \quad [\text{V}] \quad , \quad b_n = \frac{1}{\pi} \times \int_0^{2\pi} v \sin n\theta \, d\theta \quad [\text{V}]$$

- (2) a_0 は、 v の直流分であり、 $a_0 = \text{□ A}$ [V] となる。
 (3) a_n は、 n が奇数のとき $a_n = 0$ [V] であり、偶数のとき次式で表される。

$$a_n = - \left(\frac{2V_a}{\pi} \right) \times \text{□ B} \quad [\text{V}]$$

- (4) b_n は、 $n \neq 1$ のとき、 $b_n = 0$ [V] であり、 $n = 1$ のとき、 $b_n = \text{□ C}$ [V] となる。
 (5) したがって、 v は直流分、基本波分及び偶数次の高調波からなる電圧である。

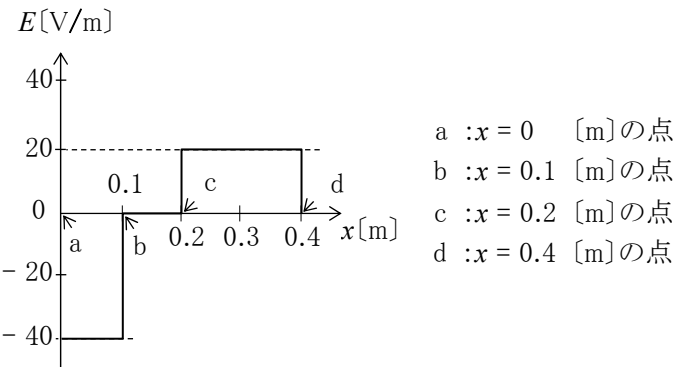


	A	B	C
1	$\frac{V_a}{\pi}$	$\frac{1}{(n-1)(n+1)}$	$\frac{V_a}{2}$
2	$\frac{V_a}{\pi}$	$\frac{1}{(n-1)(n+1)}$	$\frac{V_a}{3}$
3	$\frac{V_a}{\pi}$	$\frac{1}{n(n+1)}$	$\frac{V_a}{3}$
4	$\frac{2V_a}{\pi}$	$\frac{1}{(n-1)(n+1)}$	$\frac{V_a}{2}$
5	$\frac{2V_a}{\pi}$	$\frac{1}{n(n+1)}$	$\frac{V_a}{3}$

A - 2 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。

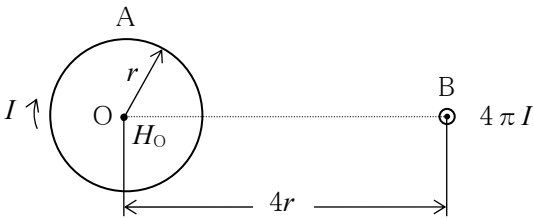
- (1) 点 a と点 b の二点間の電位差は、□ A である。
 (2) 点 b と点 c の二点間の電位差は、□ B である。
 (3) 点 a と点 d の二点間の電位差は、□ C である。

	A	B	C
1	8 [V]	1 [V]	4 [V]
2	8 [V]	0 [V]	0 [V]
3	4 [V]	1 [V]	4 [V]
4	4 [V]	0 [V]	4 [V]
5	4 [V]	0 [V]	0 [V]



A-3 図に示すように、 I [A] の直流電流が流れている半径 r [m] の円形コイル A の中心 O から、 $4r$ [m] 離れて $4\pi I$ [A] の直流電流が流れている無限長の直線導線 B があるとき、O における磁界の強さ H_0 [A/m] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A の面は紙面上にあり、B は紙面に垂直に置かれているものとする。

- 1 $H_0 = \frac{r}{\sqrt{2}} I$
- 2 $H_0 = \frac{Ir}{\sqrt{2}}$
- 3 $H_0 = \frac{I}{\sqrt{2} r}$
- 4 $H_0 = \frac{I}{2\sqrt{2} r}$
- 5 $H_0 = \frac{Ir}{2\sqrt{2}}$



直線導線 B に流れる電流の方向は、紙面の裏から表の方向とする。

A-4 次の記述は、図 1 に示すように、金属(アルミニウム)円板 P を磁石 M の N 極と S 極で挟み M を P の円周に沿って時計方向に移動させたときの現象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、P は M とは接しないで、軸 O を中心に自由に回転できるものとする。

- (1) 磁極近くの P には、渦電流 i が生じ、その方向は図 2 の □ A に示す方向である。
- (2) 渦電流 i と M による磁界との間には、□ B が働く。
- (3) (2) の結果 P は、M と □ C に回転する。

- | | | | |
|---|---|-----|-----|
| | A | B | C |
| 1 | ア | 保磁力 | 逆方向 |
| 2 | ア | 電磁力 | 同方向 |
| 3 | ア | 電磁力 | 逆方向 |
| 4 | イ | 保磁力 | 逆方向 |
| 5 | イ | 電磁力 | 同方向 |

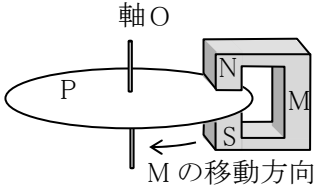


図 1

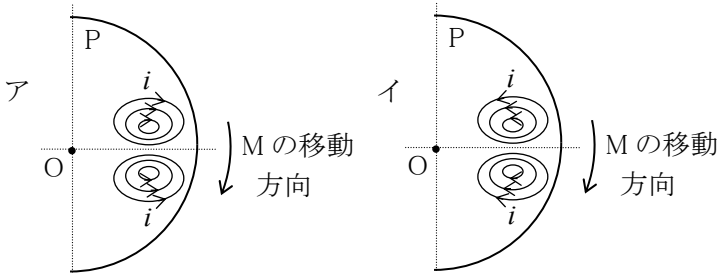
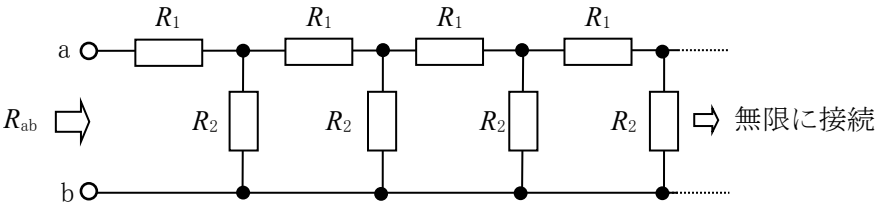


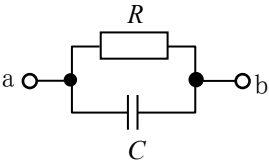
図 2 (P を上から見た図)

A-5 図に示すように、 R_1 と R_2 の抵抗が無限に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} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $R_1 = 100[\Omega]$ 、 $R_2 = 75[\Omega]$ とする。

- 1 150 [Ω]
- 2 140 [Ω]
- 3 130 [Ω]
- 4 120 [Ω]
- 5 110 [Ω]



A-6 図に示す抵抗 R [Ω] 及び静電容量 C [F] の並列回路において、角周波数 ω [rad/s] を零(0)から無限大(∞)まで変化させたとき、端子 ab 間のインピーダンス Z [Ω] のベクトル軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。



- 1

2

3

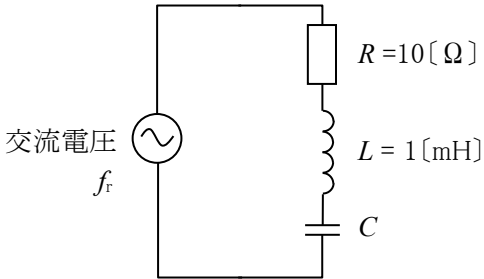
4

5

A - 7 図に示す直列共振回路の尖鋭度 Q 及び半値幅 B 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、回路の共振周波数 f_r を $100[\text{kHz}]$ とする。

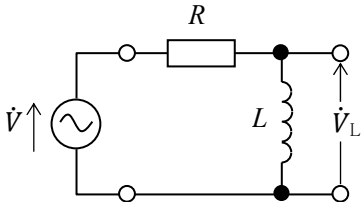
	Q	B
1	25π	$\frac{7}{\pi} [\text{kHz}]$
2	25π	$\frac{5}{\pi} [\text{kHz}]$
3	20π	$\frac{9}{\pi} [\text{kHz}]$
4	20π	$\frac{7}{\pi} [\text{kHz}]$
5	20π	$\frac{5}{\pi} [\text{kHz}]$

R : 抵抗
 L : 自己インダクタンス
 C : 静電容量[F]



A - 8 図に示す抵抗 $R[\Omega]$ 及び自己インダクタンス $L[\text{H}]$ の回路において、交流電圧 $\dot{V}[\text{V}]$ の角周波数 ω が、 $\omega = R/L [\text{rad/s}]$ であるとき、 L の両端電圧 \dot{V}_L と \dot{V} の大きさの比の値 $(|\dot{V}_L|/|\dot{V}|)$ として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $\frac{1}{3}$
- 2 $\frac{1}{\sqrt{3}}$
- 3 $\frac{1}{\sqrt{2}}$
- 4 $\frac{3}{4}$
- 5 1



A - 9 次の記述は、ダイオード又はトランジスタから発生する雑音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 熱雑音は、半導体の自由電子の不規則な熱運動によって生ずる。
- 2 散弾(ショット)雑音は、電界を加えて電流が流れているとき、キャリアの数やドリフト速度のゆらぎによって生ずる。
- 3 分配雑音は、エミッタ電流がベース電流とコレクタ電流に分配される比率のゆらぎによって生ずる。
- 4 フリッカ雑音は、低周波領域で観測される雑音であり、周波数 f に反比例する特性があることから $1/f$ 雑音ともいう。
- 5 白色(ホワイト)雑音は、特定の周波数で発生する雑音である。

A - 10 低周波領域におけるエミッタ接地電流増幅率 h_{fe0} が 200 で、トランジション周波数 f_T が $80[\text{MHz}]$ のトランジスタのエミッタ接地電流増幅率 h_{fe} の遮断周波数 f_c の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、高周波領域の周波数 $f[\text{Hz}]$ における h_{fe} は、 $h_{fe} = h_{fe0} / \{1 + j(f/f_c)\}$ で表せるものとする。また、 f_c は $h_{fe} = h_{fe0}/\sqrt{2}$ になる周波数であり、 f_T は $h_{fe} = 1$ になる周波数である。

- 1 $0.2 [\text{MHz}]$
- 2 $0.4 [\text{MHz}]$
- 3 $0.8 [\text{MHz}]$
- 4 $1.6 [\text{MHz}]$
- 5 $3.2 [\text{MHz}]$

A - 11 次の記述は、図 1 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 □ チャンネル絶縁ゲート形 FET で、エンハンスメント形である。
(2) 原理的な構造は、図 2 の □ B □ である。
(3) 一般に、D-S 間に加える電圧の極性は、D が正(+)、S が負(-)である。
(4) (3)の場合、G-S 間電圧を、G が正(+)、S を負(-)として大きさを増加させると、D に流れる電流は □ C □ する。

A	B	C
1 P	I	減少
2 P	II	増加
3 N	II	増加
4 N	I	増加
5 N	II	減少

D:ドレイン
S:ソース
G:ゲート

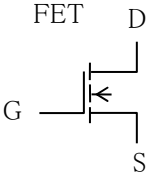


図 1

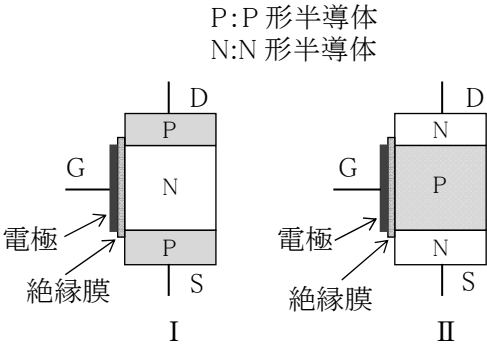


図 2

A - 12 次の記述は、各種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合せを下の番号から選べ。

- (1) バラクタダイオードは、電圧の変化に対して □ A □ が変化する素子である。
(2) サーミスタは、温度の変化に対して □ B □ が変化する素子である。
(3) ホール素子は、磁界の強さの変化に対して □ C □ が変化する素子である。

A	B	C
1 降伏電圧	磁気抵抗	起電力
2 降伏電圧	電気抵抗	起電力
3 降伏電圧	磁気抵抗	起磁力
4 静電容量	電気抵抗	起電力
5 静電容量	電気抵抗	起磁力

A - 13 図 1 に示す整流回路において、端子 ab 間の電圧 v_{ab} の波形及び端子 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、電源電圧 V は、実効値 100[V] の正弦波交流電圧とし、ダイオード D_1 、 D_2 は理想的な特性を持つものとする。

v_{ab} の波形	V_{cd}
1 イ	$200\sqrt{2}\text{ [V]}$
2 イ	$100\sqrt{2}\text{ [V]}$
3 イ	200 [V]
4 ロ	$100\sqrt{2}\text{ [V]}$
5 ロ	$200\sqrt{2}\text{ [V]}$

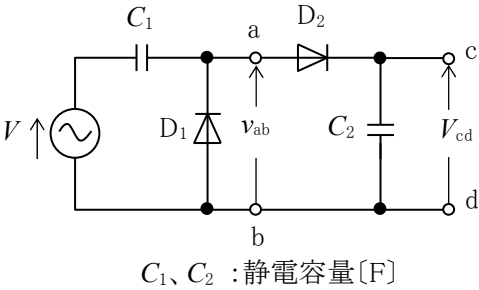
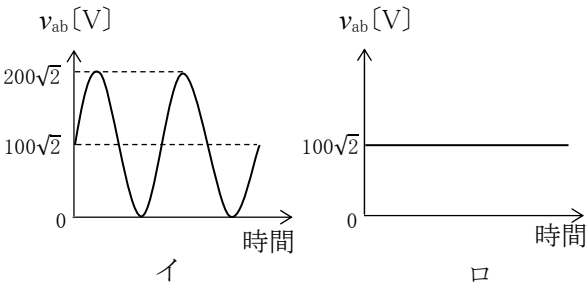


図 1



A - 14 図1に示す電界効果トランジスタ(FET)を用いたドレイン接地増幅回路の原理図において、電圧増幅度 A_V 及び出力インピーダンス (端子cdから見たインピーダンス) $Z_o[\Omega]$ を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、FET の等価回路を図2とし、また、 Z_o は抵抗 $R_S[\Omega]$ を含むものとする。

- 1 $A_V = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S}$

2 $A_V = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S}$

3 $A_V = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S}$

4 $A_V = g_m R_S$

5 $A_V = g_m R_S$
- $Z_o = \frac{R_S}{2 + g_m}$

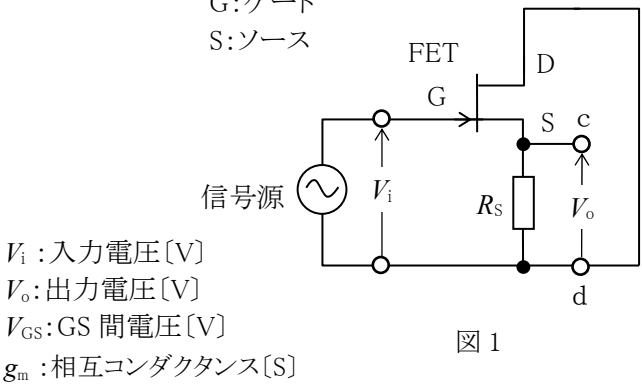
$Z_o = \frac{R_S}{1 + g_m R_S}$

$Z_o = \frac{1 + g_m R_S}{g_m}$

$Z_o = \frac{R_S}{2 + g_m}$

$Z_o = \frac{R_S}{1 + g_m R_S}$

D:ドレイン
G:ゲート
S:ソース



V_i : 入力電圧[V]
 V_o : 出力電圧[V]
 V_{GS} : GS 間電圧[V]
 g_m : 相互コンダクタンス[S]

図 1

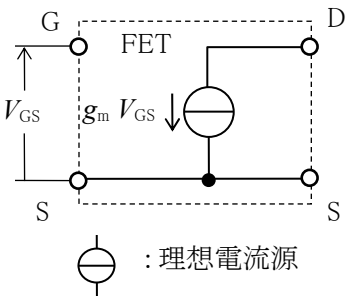


図 2

A - 15 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いた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) 電圧増幅度の大きさ A_V は、 $A_V = V_o / V_i =$ □ A □ である。

(2) V_i と V_o の位相差は、□ B □ [rad] である。

(3) ボルテージホロワとも呼ばれているのは、□ C □ にした回路である。

- A

B

C
- 1 $\frac{R_2}{R_1}$

2 $\frac{R_2}{R_1}$

3 $1 + \frac{R_2}{R_1}$

4 $1 + \frac{R_2}{R_1}$

5 $1 + \frac{R_2}{R_1}$
- 0

π

π

0

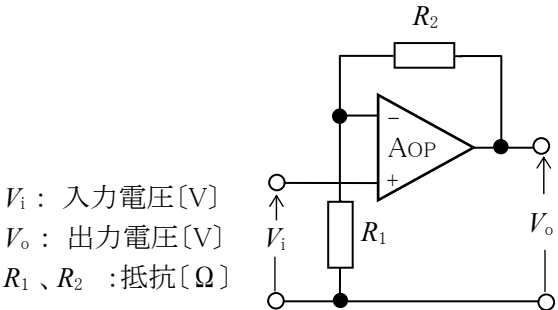
0
- $R_1=0, R_2=\infty$

$R_1=\infty, R_2=0$

$R_1=\infty, R_2=0$

$R_1=\infty, R_2=0$

$R_1=0, R_2=\infty$



V_i : 入力電圧[V]
 V_o : 出力電圧[V]
 R_1, R_2 : 抵抗[Ω]

A - 16 図に示す論理回路の入出力関係を示す論理式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、入力を A, B 及び C とし、出力を X とする。

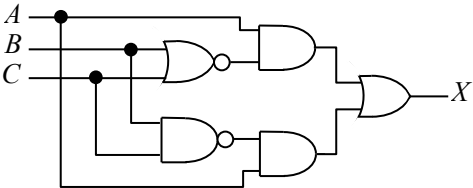
- 1 $X = (A + B) \cdot (A + \overline{C})$

2 $X = A \cdot B + A \cdot C$

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

4 $X = \overline{A} \cdot (B + \overline{C})$

5 $X = A \cdot (\overline{B} + \overline{C})$



A - 17 次の記述は、指示電気計器の特徴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 静電形計器は、直流及び交流の高電圧の測定に用いられる。

2 整流形計器は、整流した電流を永久磁石可動コイル形計器を用いて測定する。

3 熱電対形計器は、波形にかかわらず最大値を指示する。

4 誘導形計器は、移動磁界などによって生ずる誘導電流を利用し、交流専用の指示計器として用いられる。

5 電流力計形計器は、電力計としてよく用いられる。

A - 18 図 1 に示す整流形電圧計を用いて、図 2 に示すような方形波電圧を測定したとき 16[V] を指示した。方形波電圧の最大値 V として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D は理想的な特性とし、また、整流形電圧計は正弦波の実効値で目盛っているものとする。

- 1 8.0 [V]
- 2 10.4 [V]
- 3 12.4 [V]
- 4 14.4 [V]
- 5 16.0 [V]

D : ダイオード
V : 直流電圧計

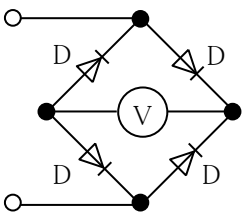


図 1

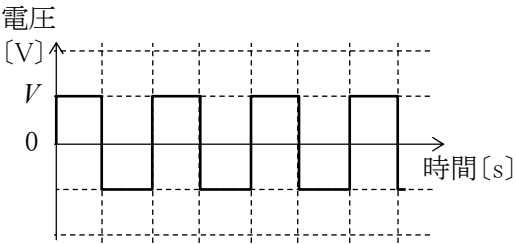
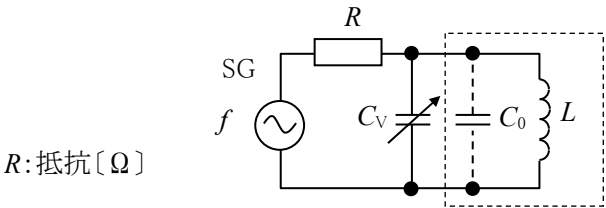


図 2

A - 19 図に示す回路において、発振器 SG の周波数 f を 200[kHz] にしたとき可変静電容量 C_v が 457[pF] で回路が共振し、 f を 400[kHz] にしたとき C_v が 112[pF] で回路が共振した。このとき自己インダクタンスが L [H] のコイルの分布容量 C_0 の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 3 [pF]
- 2 6 [pF]
- 3 9 [pF]
- 4 12 [pF]
- 5 15 [pF]



A - 20 次の記述は、図 1 に示すオシロスコープのプロープ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、オシロスコープの入力抵抗 R_0 は 1[MΩ]、プロープの等価回路は図 2 で表されるものとし、静電容量 C_2 を 90[pF] とする。なお、同じ記号の □ には同じ字句が入るものとする。

- (1) C_1 及び C_2 を無視するとき、プロープの減衰比 $V_1 : V_2$ を 10 : 1 にする抵抗 R_1 の値は、□ A である。
- (2) C_1 及び C_2 を考慮し、 R_1 の値が、□ A であるとき、周波数に無関係に $V_1 : V_2$ を 10 : 1 にする C_1 の値は、□ B である。

- | A | B |
|-----------|---------|
| 1 9 [MΩ] | 8 [pF] |
| 2 9 [MΩ] | 10 [pF] |
| 3 9 [MΩ] | 12 [pF] |
| 4 10 [MΩ] | 10 [pF] |
| 5 10 [MΩ] | 12 [pF] |

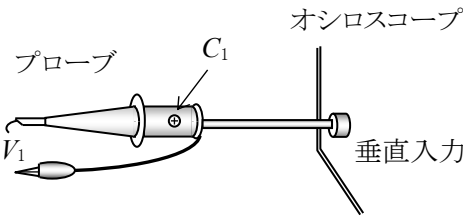


図 1

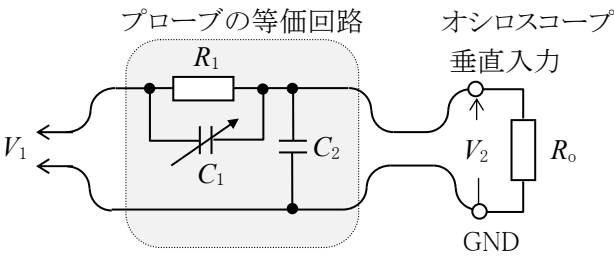


図 2

R_1 : 抵抗
 C_1 : 静電容量

B - 1 次の記述は、磁束密度が B [T] の一様な磁界中に、磁界の方向に対して直角に電子が v [m/s] の速度で進入したときの電子の運動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、電子の電荷を q [C]、質量を m [kg] 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。

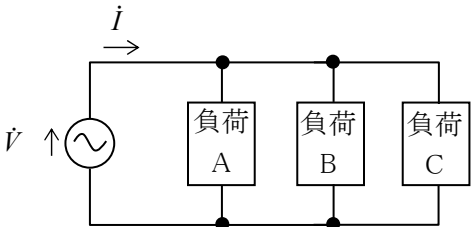
- (1) 磁界に対して直角に進入した電子は、常に v の方向と □ ア □ 方向のローレンツ力(電磁力)を受けるので、円運動をする。
- (2) ローレンツ力の大きさは、□ イ □ [N] であり、電子が円運動で受ける □ ウ □ 力の大きさと等しくなる。
- (3) □ ウ □ 力の大きさは、円運動の半径を r [m] とすると □ エ □ [N] となるので、 r は、 $r =$ □ オ □ [m] となる。

- 1 平行
2 $\frac{mv^2}{qB}$
3 遠心
4 $\frac{mv^2}{r}$
5 qvB^2
- 6 直角
7 qvB
8 静電
9 $\frac{mv}{r}$
10 $\frac{mv}{qB}$

B - 2 次の記述は、図に示す交流回路の電流と電力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、負荷 A、B 及び C の特性は、表に示すものとする。また、交流電源電圧 \dot{V} は、 $\dot{V} = 100$ [V] とする。

- (1) \dot{V} から流れる電流 \dot{I} の大きさは、□ ア □ [A] である。
- (2) 回路の有効電力は、□ イ □ [W] である。
- (3) 回路の力率は、□ ウ □ である。
- (4) 回路の皮相電力は、□ エ □ [VA] である。
- (5) \dot{I} は \dot{V} より位相が、□ オ □ いる。

- 1 10
2 1,200
3 $\frac{7}{12}$
4 1,000
5 遅れて
- 6 13
7 1,500
8 $\frac{12}{13}$
9 1,300
10 進んで

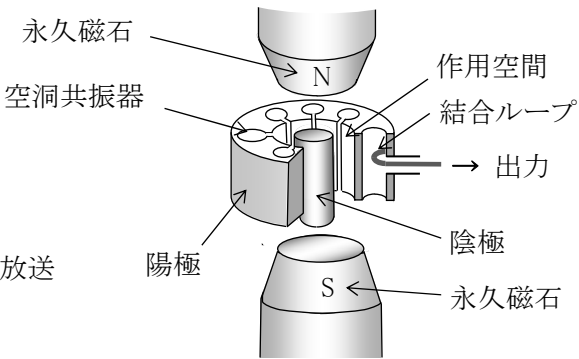


負 荷	A	B	C
性 質	容量性	誘導性	純抵抗
有効電力	400 [W]	600 [W]	200 [W]
力 率	0.8	0.6	1.0

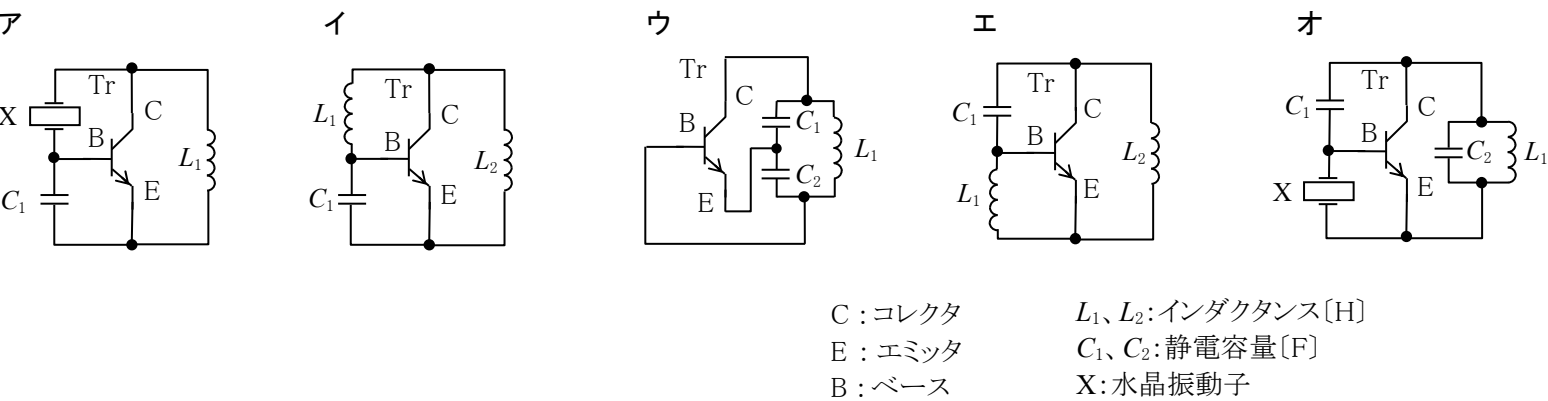
B - 3 次の記述は、図に示す原理的な構造のマグネトロンについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 電極の数による分類では、□ ア □ である。
- (2) 陽極-陰極間には □ イ □ を加える。
- (3) 作用空間では、電界と磁界の方向は互いに □ ウ □ 。
- (4) 発振周波数を決める主な要素は、□ エ □ である。
- (5) □ オ □ や調理用電子レンジなどの高周波発振用として広く用いられている。

- 1 二極管
2 交流電圧
3 直交している
4 陰極
5 AM ラジオ放送
- 6 四極管
7 直流電圧
8 平行である
9 空洞共振器
10 レーダー



B - 4 次の図は、トランジスタ(Tr)を用いた発振回路の原理的構成例を示したものである。このうち発振が可能なものを 1、不可能なものを 2 として解答せよ。



B - 5 次の記述は、交流ブリッジ回路によるコンデンサ C の誘電損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、角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) 図 1 に示すように、コンデンサ C に誘電損があるとき、加えた正弦波交流電圧 \dot{V} [V] と流れる電流 i [A] との位相差は $\pi/2$ [rad] より δ [rad] 小さくなる。
- (2) このため、一般に、コンデンサの良否を表す指標として $\tan\delta$ を求めている。この $\tan\delta$ を □ア □ という。
- (3) したがって、 $\tan\delta$ が □イ □ ほど損失の少ないコンデンサとなる。
- (4) コンデンサ C の静電容量を C_x 、誘電損を表す抵抗を R_x とすると、図 2 に示す交流ブリッジ回路が平衡したとき C_x 、 R_x 及び $\tan\delta$ は、それぞれ次式で求められる。

$C_x =$

□ウ□

[F]

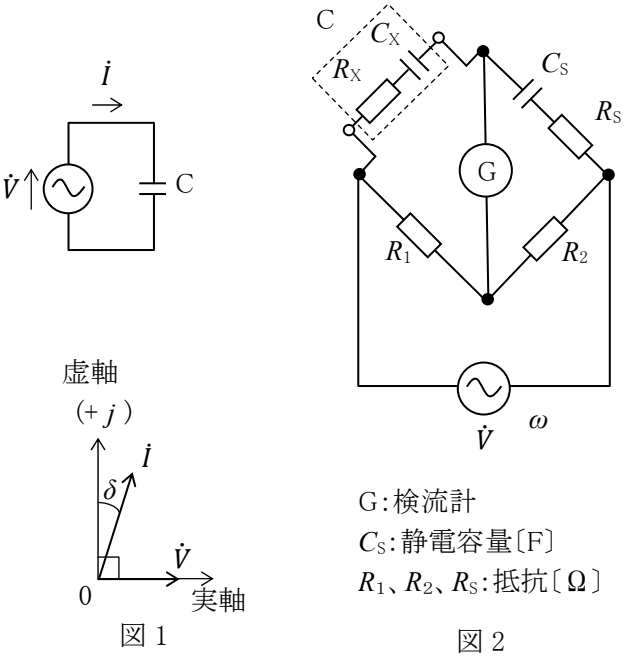
$R_x =$

□エ□

[Ω]

$\tan\delta =$

□オ□



- | | | | | |
|--------|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 誘電正接 | 2 小さい | 3 $\frac{C_s R_1}{R_2}$ | 4 $\frac{R_s R_1}{R_2}$ | 5 $\omega R_s C_s$ |
| 6 誘電分極 | 7 大きい | 8 $\frac{C_s R_2}{R_1}$ | 9 $\frac{R_2 R_1}{R_s}$ | 10 $\frac{\omega C_s}{R_s}$ |