

FK001

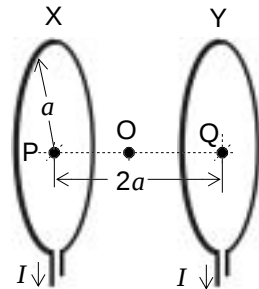
第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

- A - 1 次の記述は、図に示すように、半径が a [m] で中心軸を共有して $2a$ [m] 離して置かれた二つのコイル X 及び Y に I [A] の直流電流を同一方向に流したときの、中心軸上の X Y の中間点 O における磁界の強さ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 の中心をそれぞれ P 及び Q とする。

- (1) X によって O に生ずる磁界は、方向が P から O に向かう方向であり、その強さは、□ [A/m] である。
 (2) X 及び Y によって O に生ずる磁界の方向は □ であるので、その強さは、□ C [A/m] となる。

A	B	C
1 $I/(4\sqrt{2}a)$	同じ	$I/(2\sqrt{2}a)$
2 $I/(4\sqrt{2}a)$	逆	0
3 $I/(2\sqrt{2}a)$	同じ	$I/(\sqrt{2}a)$
4 $I/(4a)$	逆	0
5 $I/(4a)$	同じ	$I/(2a)$



- A - 2 次の記述は、均一な電界中の電子 D の運動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、図に示すように、電界の強さを E [V/m]、D の初速度を V_0 [m/s] 及び V_0 と E の方向との角度 θ を $\pi/4$ [rad] とする。また、D の電荷及び質量を e [C] ($e > 0$ 及び m [kg]) とし、D が運動を始める点を原点 O とする。

- (1) D は x 方向には力を受けないので、 $V_0/\sqrt{2}$ [m/s] の速さで x 方向に等速度運動をする。
 (2) D は y 方向には減速する力を受けるので、O を通ったときから [s] 後の y 方向の速度 V_y は、次式で表される。

$$V_y = V_0/\sqrt{2} \quad \square \text{ - A } \text{ [m/s]}$$

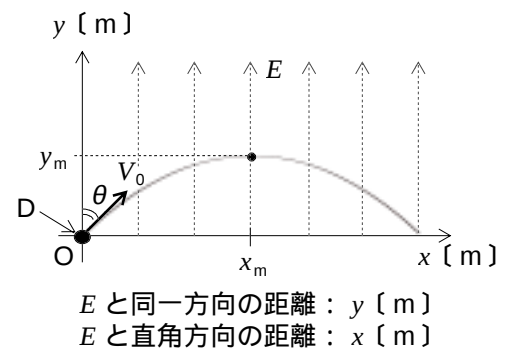
 (3) $V_y = 0$ [m/s] のとき y が最大となり、その値を y_m とすると、 y_m は次式で表される。

$$y_m = \square \text{ B } \text{ [m]}$$

 (4) また、そのときの x を x_m とすると、 x_m は次式で表される。

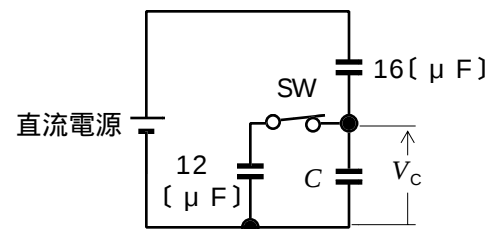
$$x_m = \square \text{ C } \text{ [m]}$$

A	B	C
1 $(eE^2/m)t$	$mV_0^2/(4eE)$	$mV_0^2/(2eE)$
2 $(eE^2/m)t$	$mV_0^2/(2eE)$	$mV_0^2/(4eE)$
3 $(eE/m)t$	$mV_0^2/(4eE)$	$mV_0^2/(4eE)$
4 $(eE/m)t$	$mV_0^2/(2eE)$	$mV_0^2/(4eE)$
5 $(eE/m)t$	$mV_0^2/(4eE)$	$mV_0^2/(2eE)$



- A - 3 図に示す直流回路において、スイッチ SW を接(ON)から断(OFF)にしたとき、静電容量 C の両端電圧 V_C が 10 [V] から 16 [V] に変化した。このとき C の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 V_C は定常状態の値とする。

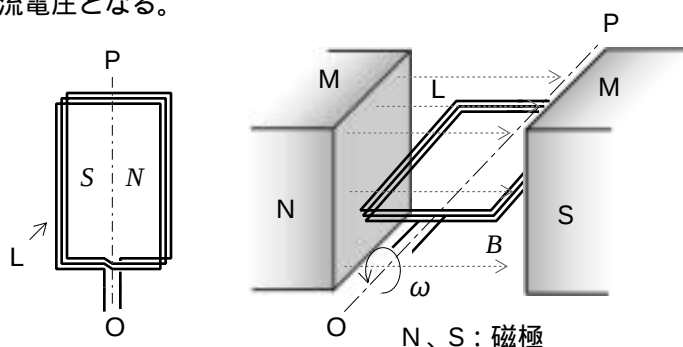
- 1 2 [μF]
 2 3 [μF]
 3 4 [μF]
 4 5 [μF]
 5 6 [μF]



A - 4 次の記述は、図に示すように、磁石 M の磁極間において巻数 N 回、面積 S [m²] の長方形コイル L が、コイルの中心軸 OP を中心として反時計方向に角速度 ω [rad/s] で回転しているときの、L に生ずる起電力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、磁極間の磁束密度 B [T] は均一とし、L の面が B と平行な状態から回転を始めるときの時間 t を $t = 0$ [s] とする。また、OP は、磁極面に平行とする。

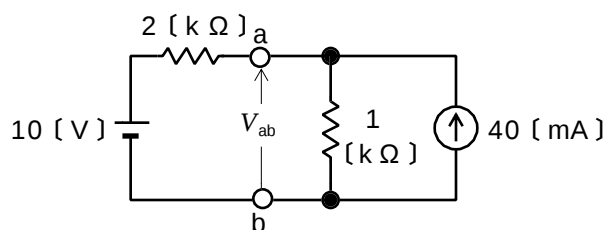
- (1) 任意の時間 t [s] における L の磁束鎖交数は、 $\phi = \square A$ [Wb] で表される。
 (2) L に生ずる誘導起電力は、 ϕ を用いて表すと、 $e = \square B$ [V] である。
 (3) したがって、 e は(1)及び(2)より、最大値が $\square C$ [V] の交流電圧となる。

A	B	C
1 $NBS \sin \omega t$	$\omega d\phi/dt$	$NBS\omega^2$
2 $NBS \sin \omega t$	$d\phi/dt$	$NBS\omega$
3 $NBS \sin \omega t$	$\omega d\phi/dt$	$NBS\omega$
4 $(NB/S) \sin \omega t$	$d\phi/dt$	$NBS\omega^2$
5 $(NB/S) \sin \omega t$	$\omega d\phi/dt$	$NBS\omega$



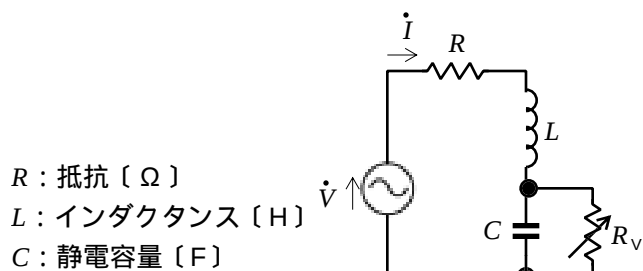
A - 5 図に示す回路において、端子 ab 間の電圧 V_{ab} の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 20 [V]
 2 30 [V]
 3 40 [V]
 4 50 [V]
 5 60 [V]

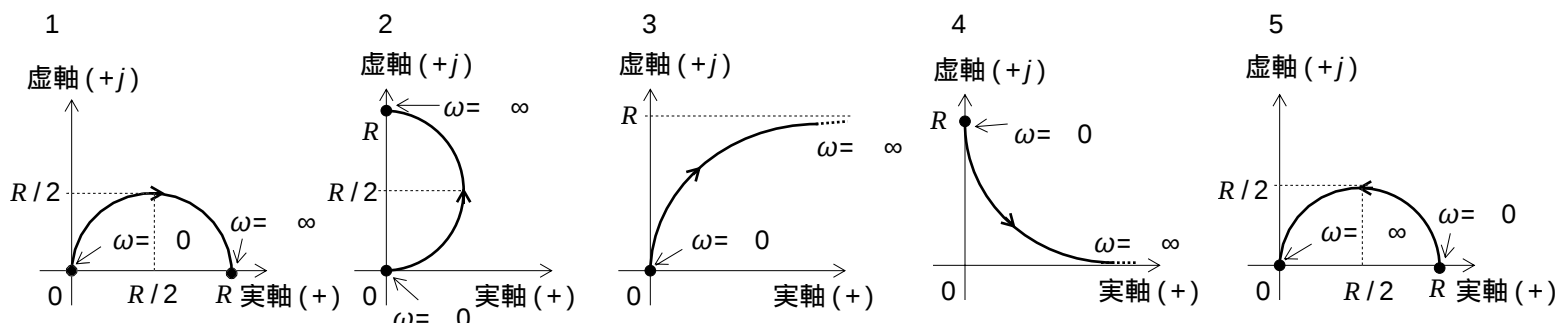
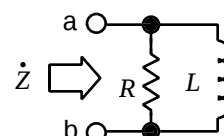


A - 6 図に示す回路において、可変抵抗 R_V を変えて電源電圧 $\dot{V}$ と回路に流れる電流 $\dot{I}$ を同位相にしたときの R_V を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の角周波数を ω [rad/s] とし、 $\omega L < 1/(\omega C)$ とする。

- 1 $R_V = \sqrt{L/C}$ [Ω]
 2 $R_V = \sqrt{L/C}/\omega$ [Ω]
 3 $R_V = \sqrt{L/(1-\omega^2 C^2 L^2)}$ [Ω]
 4 $R_V = \sqrt{L/C}/(1-\omega^2 CL)$ [Ω]
 5 $R_V = \sqrt{L/C}/(1-\omega CL)$ [Ω]

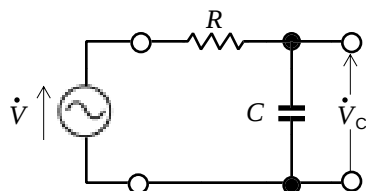


A - 7 図に示す抵抗 R [Ω] 及び自己インダクタンス L [H] の並列回路において、角周波数 ω [rad/s] を零(0) から無限大(∞)まで変化させたとき、端子 ab 間のインピーダンス $\dot{Z}$ [Ω] のベクトル軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。



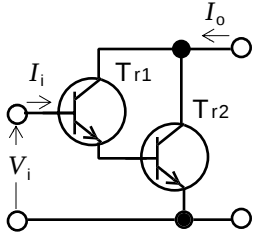
A - 8 図に示す抵抗 R [Ω] 及び静電容量 C [F] の回路において、電源電圧 $\dot{V}$ [V] の角周波数 ω が、 $\omega = 1/RC$ [rad/s] であるとき、 C の両端電圧 $\dot{V}_C$ と $\dot{V}$ の大きさの比の値 ($|\dot{V}_C|/|\dot{V}|$) として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $2/3$
 2 $1/2$
 3 $2/\sqrt{3}$
 4 $1/\sqrt{2}$
 5 $1/(2\sqrt{2})$



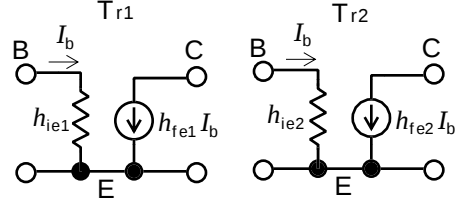
A - 9 図 1 に示すように、二つのトランジスタ T_{r1} 及び T_{r2} からなる回路を構成した。この回路の電流増幅率 $A_i = I_o / I_i$ 及び入力抵抗 $R_i = V_i / I_i$ を h パラメータで表した式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 T_{r1} 及び T_{r2} は図 2 に示す等価回路で表すものとする。

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | $A_i = h_{fe1} + h_{fe2} + h_{fe1} h_{fe2}$ | $R_i = h_{ie1} + h_{ie2} \text{ [} \Omega \text{]}$ |
| 2 | $A_i = h_{fe1} + h_{fe2} + h_{fe1} h_{fe2}$ | $R_i = h_{ie1} + h_{ie2} + h_{fe1} h_{ie2} \text{ [} \Omega \text{]}$ |
| 3 | $A_i = h_{fe1} + h_{fe2} + h_{fe1} h_{fe2}$ | $R_i = 2(h_{ie1} + h_{ie2}) \text{ [} \Omega \text{]}$ |
| 4 | $A_i = h_{fe1} + h_{fe2}$ | $R_i = h_{ie1} + h_{ie2} + h_{fe1} h_{ie2} \text{ [} \Omega \text{]}$ |
| 5 | $A_i = h_{fe1} + h_{fe2}$ | $R_i = h_{ie1} + h_{ie2} \text{ [} \Omega \text{]}$ |



V_i : 入力電圧 [V]
 I_i : 入力電流 [A]
 I_o : 出力電流 [A]

図 1



h_{fe1} 、 h_{fe2} : 電流増幅率
 h_{ie1} 、 h_{ie2} : 入力抵抗 [Ω]
 I_b : ベース電流 [A]
 B: ベース
 E: エミッタ
 C: コレクタ

図 2

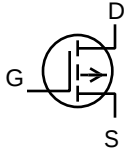
A - 10 次の記述は、ダイオード又はトランジスタから発生する雑音について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 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。
- 2 白色(ホワイト)雑音は、広い周波数帯域内で一様に分布する雑音であり、主として熱雑音及び散弾(ショット)雑音からなる。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 フリッカ雑音は、高周波領域で観測される雑音であり、その大きさは高周波領域で周波数 f [Hz] に比例する。

A - 11 次の記述は、図に示す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。

構造は □ A □ 形で、特性は □ B □ 形である。また、チャネルは □ C □ 形である。

- | | | | |
|---|-----|----------|---|
| | A | B | C |
| 1 | MOS | エンハンスメント | P |
| 2 | MOS | デプレッション | N |
| 3 | MOS | エンハンスメント | N |
| 4 | 接合 | デプレッション | P |
| 5 | 接合 | エンハンスメント | N |



D: ドレイン
 G: ゲート
 S: ソース

A - 12 次の記述は、図 1 に示すダイオード D を用いた回路に流れる電流及び D の両端の電圧 V_D の値を求める方法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 の順方向特性は、図 2 に示すものとする。

- (1) D の順方向特性は、 $V_D = 0.4$ [V] のとき、次式で表される。
 $I_D = \text{□ A □} - 0.05$ [A]
 (2) 式 及びキルヒホッフの法則により、 I_D は □ B □ [A]、 V_D は □ C □ [V] となる。

- | | | | |
|---|-----------|-------|------|
| | A | B | C |
| 1 | $V_D / 8$ | 0.075 | 0.75 |
| 2 | $V_D / 8$ | 0.05 | 1 |
| 3 | $V_D / 8$ | 0.075 | 1 |
| 4 | $V_D / 4$ | 0.05 | 0.75 |
| 5 | $V_D / 4$ | 0.075 | 1 |

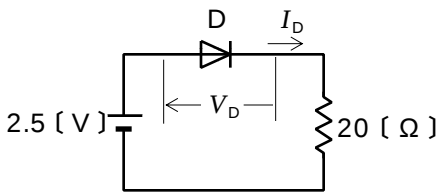


図 1

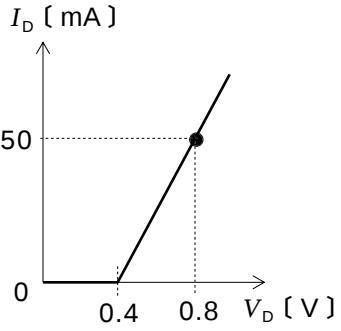
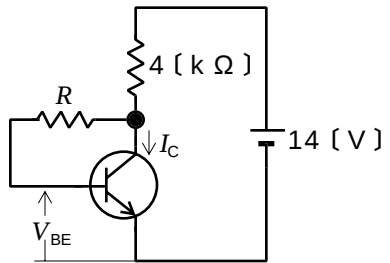


図 2

A - 13 図に示す自己バイアス回路で、コレクタ電流 I_C を 2 [mA] にするための抵抗 R の値として、最も近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 100、回路のベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を 0.6 [V] とする。

- 1 184 [k Ω]
- 2 212 [k Ω]
- 3 228 [k Ω]
- 4 266 [k Ω]
- 5 344 [k Ω]



A - 14 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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、増幅回路は、入力抵抗が無大で出力抵抗は零とする。

(1) 増幅回路の入力電圧 $\dot{V}_1$ と出力電圧 $\dot{V}_2$ の位相は、同位相である。また、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 $\dot{Z}_s [\Omega]$ 及び $\dot{Z}_p [\Omega]$ とすると、次式で表される。

$$\beta = \frac{\dot{V}_3}{\dot{V}_2} = \frac{\dot{Z}_p}{\dot{Z}_s + \dot{Z}_p} \quad \text{□ A □}$$

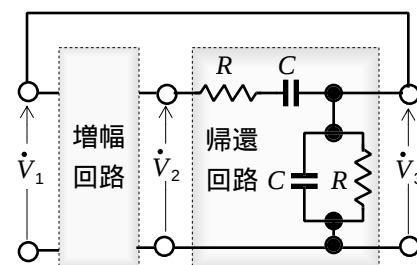
(2) 式 □ A □ に C と R を代入して計算すると、次式が得られる。

$$\beta = 1 / [3 - j \frac{R}{\omega C}] \quad \text{□ B □}$$

(3) 発振状態では、式 □ B □ の分母の虚数部は零である。したがって発振周波数 f は、□ C □ [Hz] であり、増幅回路の増幅度 A は、 $A\beta = 1$ の条件から $A = 3$ である。

A	B	C
1 $\dot{Z}_s / (\dot{Z}_s + \dot{Z}_p)$	$\{\omega CR - 1 / (\omega CR)\}$	$1 / (2\pi CR)$
2 $\dot{Z}_s / (\dot{Z}_s + \dot{Z}_p)$	$\{(\omega CR)^2 - \omega CR\}$	$2\pi / (CR)$
3 $\dot{Z}_s / (\dot{Z}_s + \dot{Z}_p)$	$\{\omega CR - 1 / (\omega CR)\}$	$2\pi / (CR)$
4 $\dot{Z}_p / (\dot{Z}_s + \dot{Z}_p)$	$\{(\omega CR)^2 - \omega CR\}$	$2\pi / (CR)$
5 $\dot{Z}_p / (\dot{Z}_s + \dot{Z}_p)$	$\{\omega CR - 1 / (\omega CR)\}$	$1 / (2\pi CR)$

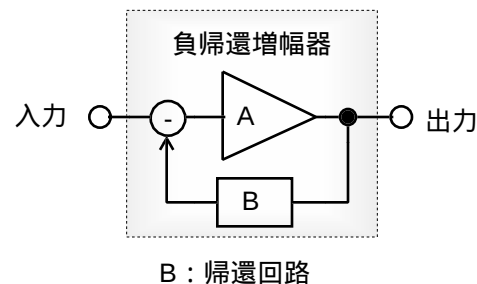
$\dot{V}_3$: 電圧 [V]
 C : 静電容量 [F]
 R : 抵抗 [Ω]



A - 15 図に示すように、低域での電圧利得が 60 [dB] で高域遮断周波数が 800 [Hz] の増幅器 A に負帰還をかけて電圧利得が 40 [dB] の負帰還増幅器にしたとき、負帰還増幅器の高域遮断周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、高域周波数 f [Hz] における増幅器の電圧増幅度 $\dot{A}_f$ は、高域遮断周波数を f_H [Hz]、低域での電圧増幅度を A_0 としたとき、 $\dot{A}_f = A_0 / (1 + j f / f_H)$ で表されるものとする。

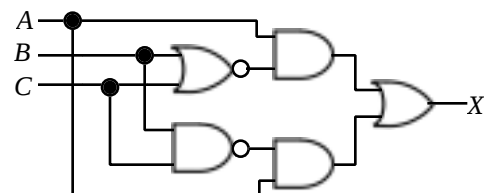
- 1 2 [kHz]
- 2 4 [kHz]
- 3 6 [kHz]
- 4 8 [kHz]
- 5 10 [kHz]



B : 帰還回路

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、入力を A 、 B 及び C とし、出力を X とする。

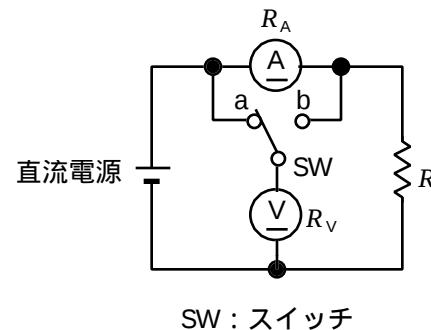
- 1 $X = A \cdot (B + C)$
- 2 $X = \overline{A} \cdot (B + C)$
- 3 $X = A \cdot (\overline{B} + \overline{C})$
- 4 $X = A \cdot (B + C)$
- 5 $X = \overline{A} \cdot (B + C)$



A - 17 次の記述は、図に示す回路を用いて抵抗 R [Ω] で消費される電力を測定したときの誤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、直流電流計 A の指示値が I [A]、直流電圧計 V の指示値が V [V] のときの電力の測定値 P は、 VI [W] とする。また、 A の内部抵抗を R_A [Ω]、 V の内部抵抗を R_V [Ω] とする。

(1) SW を a に入れたときには □ A □ で消費される電力が含まれるので、 P の百分率誤差の値は、□ B □ $\times 100$ [%] である。
 (2) SW を b に入れたとき P の百分率誤差の値は、□ C □ $\times 100$ [%] である。

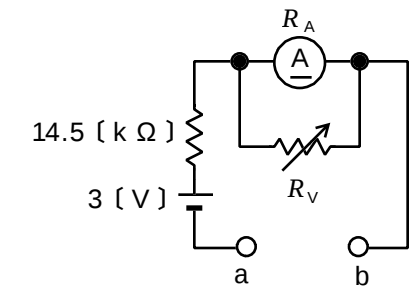
A	B	C
1 R_A	R / R_A	R_V / R
2 R_A	R_A / R	R / R_V
3 R_A	R / R_A	R / R_V
4 R_V	R_A / R	R_V / R
5 R_V	R / R_A	R / R_V



SW : スイッチ

A - 18 図に示すように、最大目盛値 I_M が 0.1 [mA] の可動コイル形直流電流計 A を用いて抵抗の測定回路を構成した。この回路の端子 ab 間に抵抗 R_{x1} 及び R_{x2} を接続したとき、A はそれぞれ $I_M/2$ 及び $I_M/4$ を指示した。このときの R_{x1} 及び R_{x2} 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、A の内部抵抗 R_A は 1 [kΩ] で、可変抵抗 R_V は、端子 ab 間を短絡したとき、A は I_M が流れるように調整してあるものとする。

	R_{x1}		R_{x2}
1	7.5 [Ω]	14.5	[kΩ]
2	15 [kΩ]	30	[kΩ]
3	15 [kΩ]	45	[kΩ]
4	22.5 [kΩ]	60	[kΩ]
5	22.5 [kΩ]	67.5	[kΩ]



A - 19 次の記述は、図 1 に示すように三つの交流電流計 A₁、A₂及び A₃ の測定値 I_1 [A]、 I_2 [A] 及び I_3 [A] を用いて負荷の交流電力 P を測定する方法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、各電流計の内部抵抗は無視するものとし、また、図 2 に示すように、 I_1 、 I_2 及び I_3 のベクトルを $\dot{I}_1$ 、 $\dot{I}_2$ 及び $\dot{I}_3$ で表し、負荷の力率を $\cos \varphi$ とする。

- (1) P 及び電源電圧 V は、次式で表される。
 $P = V \times \square \text{ A} \times \cos \varphi \text{ [W]}$
 $V = RI_3 \text{ [V]}$
- (2) 図 2 より I_1 、 I_2 及び I_3 の間には次式が成り立つ。
 $I_1^2 = I_2^2 + I_3^2 + \square \text{ B}$
- (3) 式 を式 、 を用いて整理すると、次式が得られる。
 $P = R(2) \times (\square \text{ C}) \text{ [W]}$

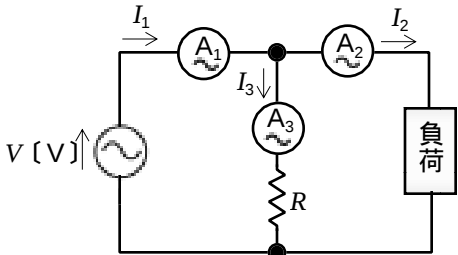


図 1 R : 抵抗 [Ω]

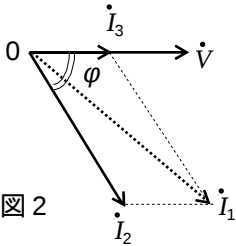
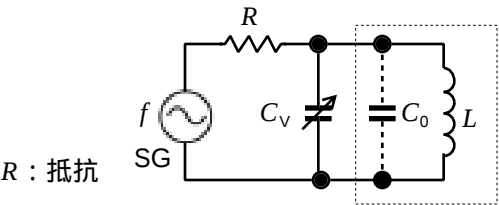


図 2

A	B	C
1 I_2	$2I_2I_3 \cos \varphi$	$I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$
2 I_2	$I_2 \cos \varphi$	$I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$
3 I_2	$2I_2I_3 \cos \varphi$	$I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$
4 I_3	$I_2 \cos \varphi$	$I_1^2 - I_2^2 + I_3^2$
5 I_3	$2I_2I_3 \cos \varphi$	$I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$

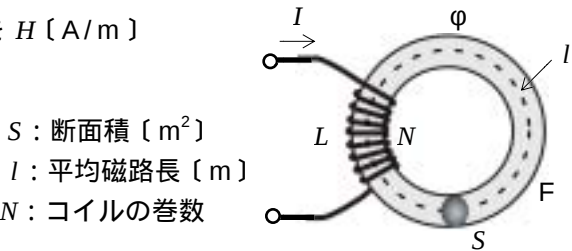
A - 20 図に示す回路において、発振器 SG の周波数を 100 [kHz] にしたとき可変静電容量 C_V が 480 [pF] で回路が共振し、 f を 200 [kHz] にしたとき C_V が 114 [pF] で回路が共振した。このとき自己インダクタンス L のコイルの分布容量 C_0 の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 24 [pF]
2 20 [pF]
3 16 [pF]
4 12 [pF]
5 8 [pF]



B - 1 次の記述は、図に示す磁気回路に蓄えられるエネルギー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、磁気回路は、漏れ磁束及び磁気飽和がないものとする。

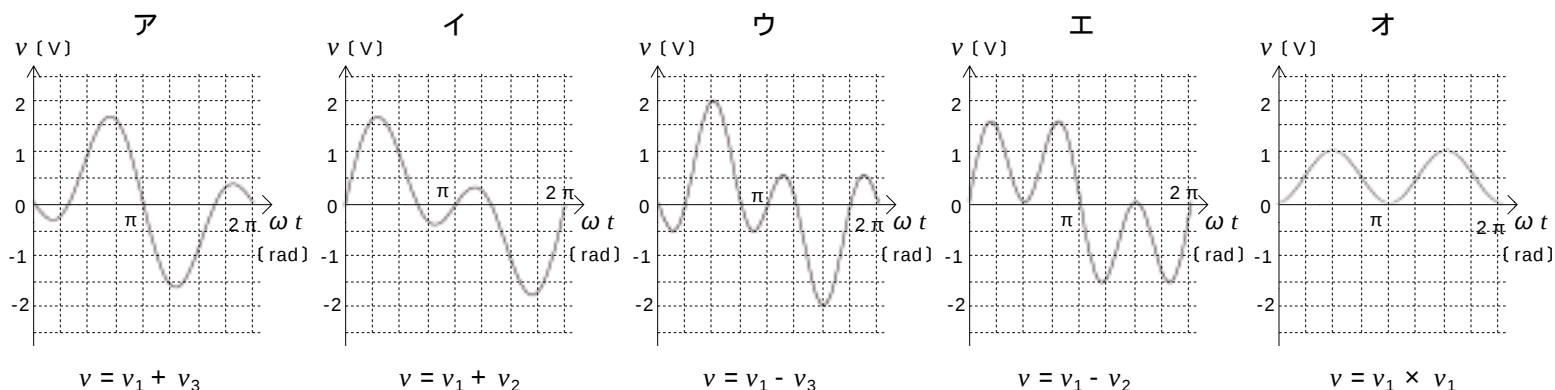
- (1) 自己インダクタンス L [H] のコイルに直流電流 I [A] が流れているとき、蓄えられるエネルギー W は、次式で表される。
 $W = \square \text{ ア} \text{ [J]}$
- (2) 環状鉄心 F の中の磁束を φ [Wb]、磁束密度を B [T]、磁界の強さを H [A/m] とすると、それぞれ次式が成り立つ。
 $\varphi = \square \text{ イ} \text{ [Wb]}$
 $H = \square \text{ ウ} / l \text{ [A/m]}$
 $L = N\varphi / I \text{ [H]}$
- (3) 式 、 、 を式 に代入すると、次式が得られる。
 $W = \square \text{ エ} \text{ [J]}$
- (4) したがって、磁路の単位体積あたりに蓄えられるエネルギー w は、 $w = \square \text{ オ} \text{ [J/m}^3\text{]}$ である。



- 1 $LI^2/2$ 2 LI^2 3 $BS/2$ 4 BS 5 N^2I 6 NI 7 $HB/2$ 8 HBS/l 9 HBS 10 $HBSl/2$

B - 2 次の図は、正弦波交流電圧を合成したときの式と波形の組合せ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、正弦波交流電圧は、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] としたとき、次式で表されるものとする。

$$v_1 = \sin \omega t \text{ [V]} \quad v_2 = \sin 2\omega t \text{ [V]} \quad v_3 = \sin 3\omega t \text{ [V]}$$



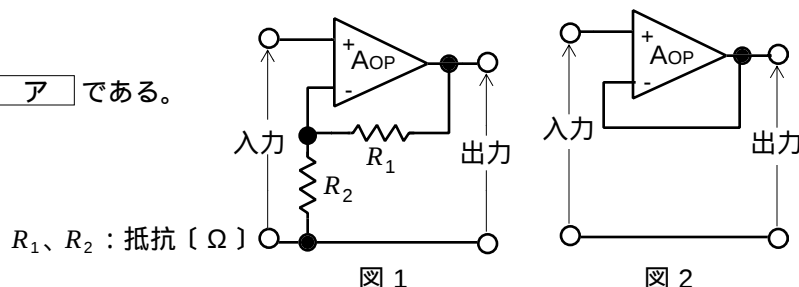
B - 3 次の記述は、各種半導体素子について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) サ - ミスタは、温度によって □ア□ が変化する素子である。
- (2) ホール素子は、□イ□ に応じて起電力を発生する素子である。
- (3) サイリスタは、□ウ□ の安定状態を持つスイッチング素子である。
- (4) ホトダイオードは、□エ□ を電気エネルギーに変換する素子である。
- (5) バリスタは、□オ□ によって電気抵抗が変化する素子である。

- | | | | | |
|--------|------|----------|-------------|-------|
| 1 電気抵抗 | 2 二つ | 3 磁界の強さ | 4 自己インダクタンス | 5 長さ |
| 6 静電容量 | 7 三つ | 8 光エネルギー | 9 熱エネルギー | 10 電圧 |

B - 4 次の記述は、理想的な演算増幅器(AOP)を用いた負帰還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。

- (1) 帰還率が β のとき、負帰還増幅回路の電圧増幅度は、□ア□ である。
- (2) 図 1 の回路の帰還率は、□イ□ である。
- (3) 図 1 の回路の電圧増幅度は、□ウ□ である。
- (4) 図 2 の回路の帰還率は、□エ□ である。
- (5) 図 2 の回路は、□オ□ ともいわれる。



- | | | | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|------------|------|
| 1 $1/\beta$ | 2 $1+R_1/R_2$ | 3 $R_1/(R_1+R_2)$ | 4 ボルテージホロワ | 5 0 |
| 6 $1/(1+\beta)$ | 7 $R_2/(R_1+R_2)$ | 8 $1+R_2/R_1$ | 9 ソースホロワ | 10 1 |

B - 5 次の記述は、ひずみ波交流電流 $i = I_m \sin \omega t + I_m/3 \sin 3\omega t$ [A] を熱電(対)形電流計 A_1 と整流器形電流計 A_2 を用いて測定したときの指示値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、 A_2 は全波整流形で、目盛は正弦波交流の実効値を指示するように校正されているものとする。

- (1) i は、基本波に、最大値が基本波の $1/3$ で周波数が基本波の □ア□ 倍の高調波が加わった電流である。
- (2) A_1 は、 i の □イ□ を指示し、その値は □ウ□ [A] である。
- (3) i の平均値は □エ□ [A] である。
- (4) A_2 は、 i の平均値の □オ□ 倍の値を指示する。

- | | | | | |
|----------------|---------------------|-----|-------------------|------------------|
| 1 最大値 | 2 実効値 | 3 4 | 4 $\sqrt{5}I_m/3$ | 5 $20I_m/(9\pi)$ |
| 6 $1/\sqrt{2}$ | 7 $\pi/(2\sqrt{2})$ | 8 3 | 9 $I_m^2/2$ | 10 $8I_m/(3\pi)$ |