

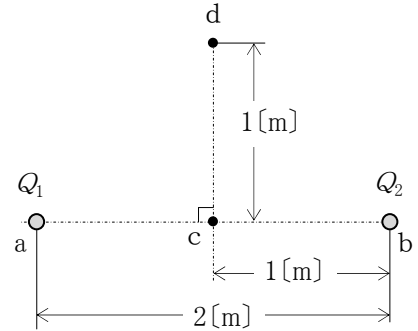
AK・XK003

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

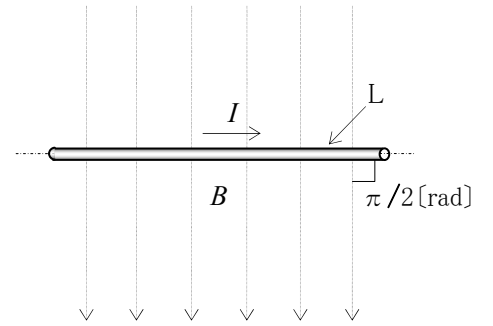
A-1 図に示すように、真空中で2[m]離れた点a及びbにそれぞれ点電荷 $Q_1 = 4 \times 10^{-9}$ [C]及び $Q_2 = -4 \times 10^{-9}$ [C]が置かれているとき、線分abの中心cと、cから線分abに垂直方向に1[m]離れた点dの電界の強さの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]としたとき、 $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \times 10^9$ とする。

- 1 $10\sqrt{2}$ [V/m]
- 2 $12\sqrt{2}$ [V/m]
- 3 $14\sqrt{2}$ [V/m]
- 4 $16\sqrt{2}$ [V/m]
- 5 $18\sqrt{2}$ [V/m]



A-2 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直線導体 L に I [A]の直流電流が流れているときに L に生ずる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、磁界は紙面に平行で、 L は紙面上に置かれ磁界の方向に対して $\pi/2$ [rad]の角度で置かれているものとする。

- (1) L に力が働く。この力を □ A □ という。
- (2) L の1[m]あたりに受ける力の大きさ F は、□ B □ [N/m]である。
- (3) F と B と I の方向は、フレミングの □ C □ の法則で表される。



- | A | B | C |
|-------|--------|----|
| 1 電磁力 | BI^2 | 右手 |
| 2 電磁力 | BI | 左手 |
| 3 電磁力 | BI | 右手 |
| 4 静電力 | BI^2 | 右手 |
| 5 静電力 | BI | 左手 |

A-3 次の記述は、図1に示すように、金属板 M を貫いている磁束 ϕ が時間と共に変化するとき M に電流が流れる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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) ϕ が図1に示す方向で増加しているとき、 M に図2の □ A □ に示す方向の電流 i が流れる。
- (2) i によって M に生ずる熱損失は、□ B □ と呼ばれる。
- (3) ϕ の変化の割合が同じとき、 M の抵抗率が大きいと □ B □ は、□ C □ 。

- | A | B | C |
|-----|---------|-----|
| 1 ア | うず電流損 | 小さい |
| 2 ア | ヒステリシス損 | 大きい |
| 3 イ | うず電流損 | 小さい |
| 4 イ | ヒステリシス損 | 小さい |
| 5 イ | ヒステリシス損 | 大きい |

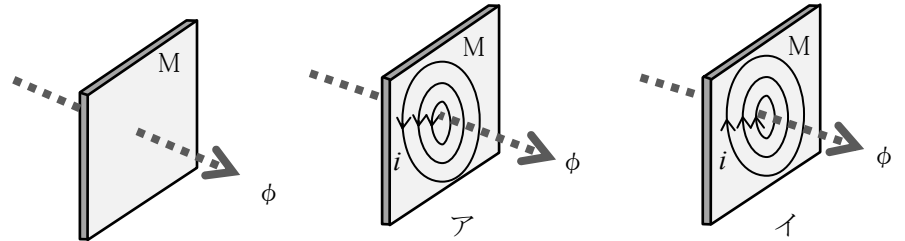
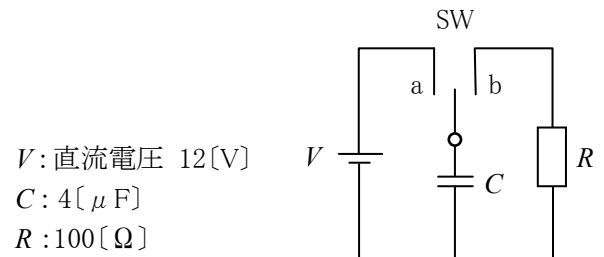


図1

図2

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。

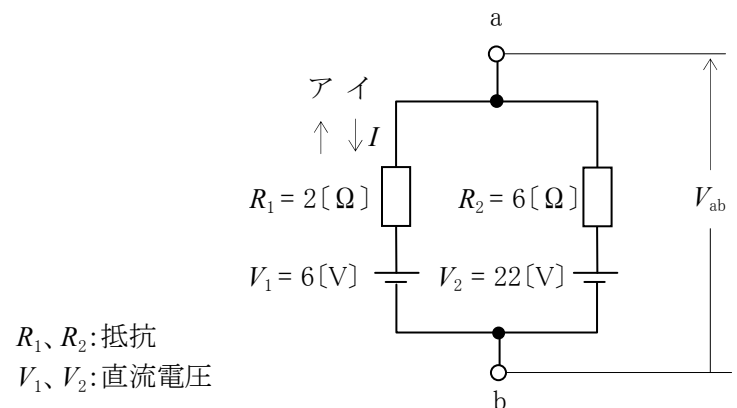
- 1 120 [μ J]
- 2 144 [μ J]
- 3 192 [μ J]
- 4 288 [μ J]
- 5 320 [μ J]



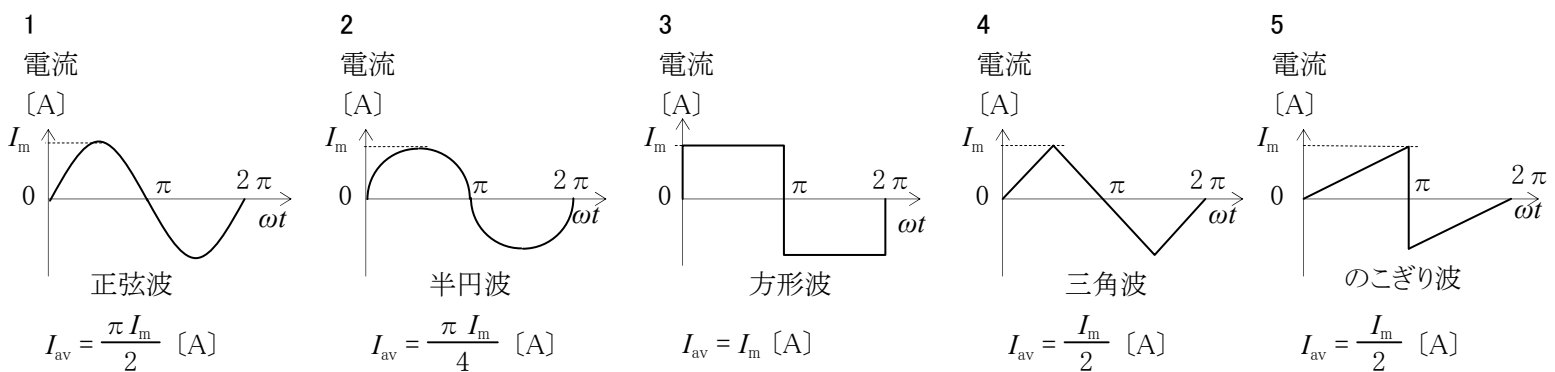
A-5 次の記述は、図に示す回路の端子 ab 間の電圧 V_{ab} を求める過程について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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。

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

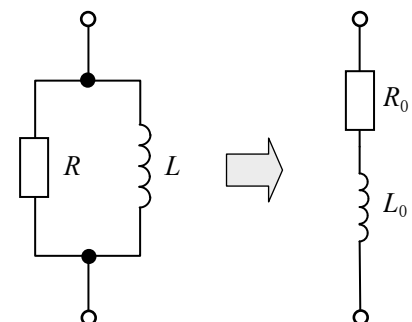


A-6 次に示す各種電流波形とその平均値 I_{av} を表す式の組合せのうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、各波形の電流の最大値を I_m [A]、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とする。また、 I_{av} はそれぞれの波形の半周期 ($0 \sim \pi$ [rad]) の平均とする。



A-7 図に示すように、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] の直列回路に変換したとき、 R_0 及び L_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、角周波数を ω [rad/s] とする。

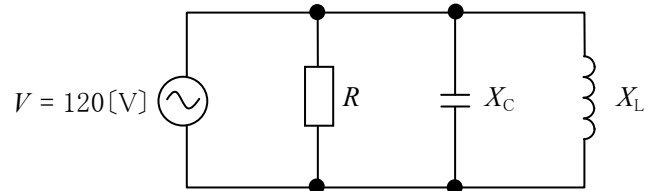
- | | |
|---|---|
| 1 $R_0 = \frac{\omega^2 L^2 R}{R^2 + \omega^2 L^2}$ | $L_0 = \frac{L R^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ |
| 2 $R_0 = \frac{\omega^2 L^2 R}{R^2 + \omega^2 L^2}$ | $L_0 = \frac{\omega L^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ |
| 3 $R_0 = \frac{\omega^2 L^2 R}{R^2 + \omega^2 L^2}$ | $L_0 = \frac{\omega L^2 R}{R^2 + \omega^2 L^2}$ |
| 4 $R_0 = \frac{\omega L R}{R^2 + \omega^2 L^2}$ | $L_0 = \frac{L R^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ |
| 5 $R_0 = \frac{\omega L R}{R^2 + \omega^2 L^2}$ | $L_0 = \frac{\omega L^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$ |



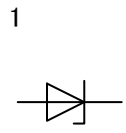
A-8 図に示す抵抗 R 、容量リアクタンス X_C 及び誘導リアクタンス X_L の並列回路において、消費電力(有効電力) P 及び力率 $\cos \theta$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

P	$\cos \theta$
1 500 [W]	0.6
2 500 [W]	0.8
3 720 [W]	0.6
4 720 [W]	0.8
5 720 [W]	1.0

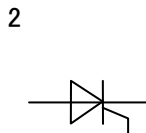
$R = 20[\Omega]$
 $X_C = 60[\Omega]$
 $X_L = 12[\Omega]$
 V : 交流電圧



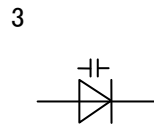
A-9 次の図は、半導体素子名と図記号の組合せを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。



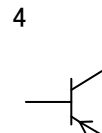
ツェナーダイオード



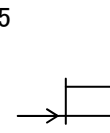
P ゲート逆阻止
3 端子サイリスタ



可変容量ダイオード



PNP トランジスタ



P チャネル接合形
電界効果トランジスタ

A-10 図1に示すように特性の等しい2個のダイオードDを直列に接続した回路において、直流電源から流れる電流 I の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、直流電源の電圧 V を $1.6[V]$ とし、また、1個のダイオードDの電圧電流特性($V_D - I_D$ 特性)を図2に示すものとする。

- 1 0.30 [A]
- 2 0.35 [A]
- 3 0.40 [A]
- 4 0.45 [A]
- 5 0.50 [A]

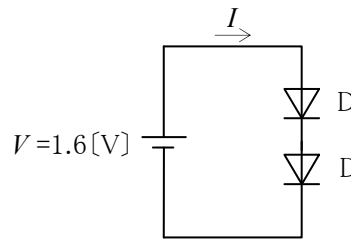


図1

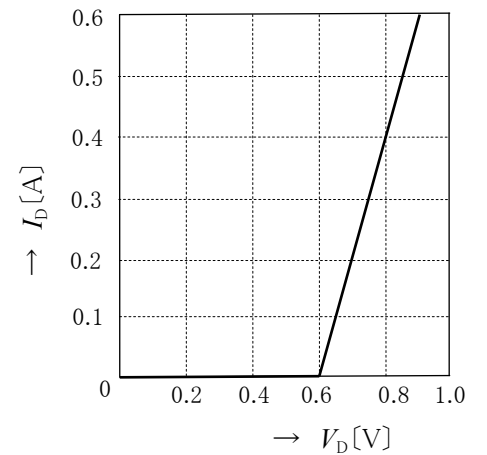
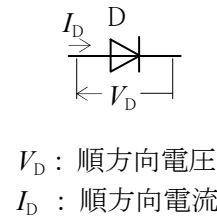


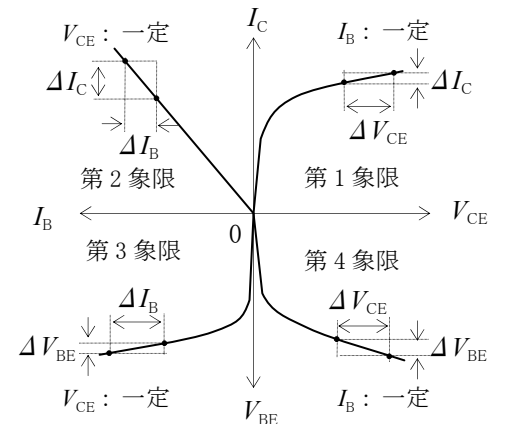
図2

A-11 次の記述は、エミッタ接地で用いるトランジスタの h 定数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、図は、トランジスタの電圧電流特性を示し、また、 Δ はそれぞれの電圧及び電流の微小変化分を表す。

- (1) 第1象限の特性曲線の傾き $\Delta I_C / \Delta V_{CE}$ は、出力アドミタンスで、通常 □ A □ で表される。
- (2) 第2象限の特性曲線の傾き $\Delta I_C / \Delta I_B$ は、□ B □ 増幅率で、通常 h_{fe} で表される。
- (3) 第3象限の特性曲線の傾き $\Delta V_{BE} / \Delta I_B$ は、□ C □ インピーダンスで、通常 h_{ie} で表される。
- (4) 第4象限の特性曲線の傾き $\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$ は、電圧帰還率で、通常 h_{re} で表される。

	A	B	C
1	h_{ie}	電圧	伝達
2	h_{ie}	電流	入力
3	h_{oe}	電圧	伝達
4	h_{oe}	電流	入力
5	h_{oe}	電圧	入力

V_{CE} : コレクタ-エミッタ間電圧[V]
 V_{BE} : ベース-エミッタ間電圧[V]
 I_B : ベース電流[A]
 I_C : コレクタ電流[A]



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) サーミスタは、□ A □ の変化によって、抵抗値が変わる性質を利用した素子である。
- (2) バリスタは、□ B □ の変化によって、抵抗値が変わる性質を利用した素子である。
- (3) ホール素子は、□ C □ によって、起電力が発生する現象(ホール効果)を利用した素子である。

A	B	C
1 温度	加える磁界	加える電圧
2 温度	加える電圧	加える磁界
3 加える電圧	温度	加える磁界
4 加える電圧	加える磁界	温度
5 加える磁界	加える電圧	温度

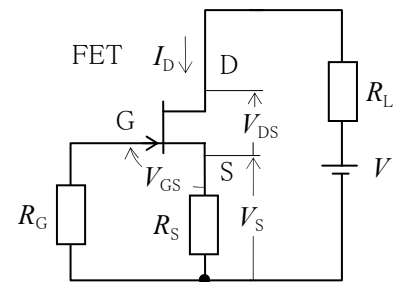
A - 13 次の記述は、図に示す接合形電界効果トランジスタ(FET)のバイアス回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、G に流れる電流は無視するものとする。

- (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、 $V_S = \square A \square$ [V] で表される。
- (2) D - S 間電圧 V_{DS} は、 $V_{DS} = V - \square B \square$ [V] で表される。
- (3) G - S 間電圧 V_{GS} は、 $V_{GS} = \square C \square$ [V] で表される。

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

D: ドレイン
S: ソース
G: ゲート

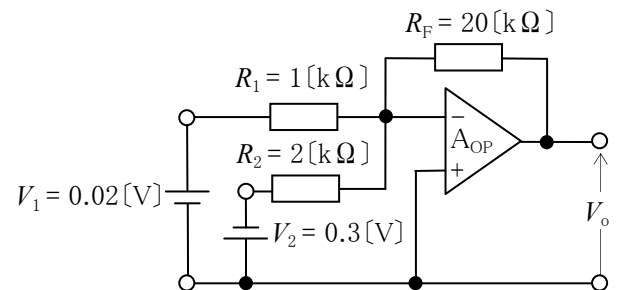
 R_L, R_S, R_G : 抵抗 [Ω]
 V : 直流電源電圧 [V]



A - 14 図に示す理想的な演算増幅器(A_{OP})を用いた回路の出力電圧 V_o の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 2.3 [V]
- 2 2.6 [V]
- 3 3.2 [V]
- 4 3.6 [V]
- 5 3.8 [V]

R_1, R_2, R_F : 抵抗
 V_1, V_2 : 入力電圧

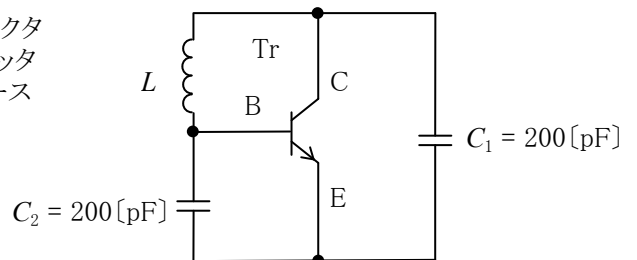


A - 15 図に示すトランジスタ(Tr)を用いた原理的なコルピッツ発振回路が $1/\pi$ [MHz] の周波数で発振しているとき、自己インダクタンス L の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.2 [mH]
- 2 1.5 [mH]
- 3 1.8 [mH]
- 4 2.1 [mH]
- 5 2.5 [mH]

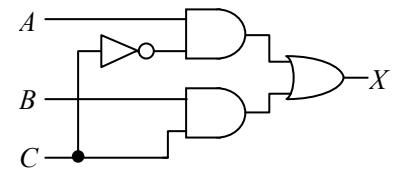
C: コレクタ
E: エミッタ
B: ベース

 C_1, C_2 : 静電容量



A-16 次の記述は、図に示す論理回路について述べたものである。このうち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。

- 1 $C=0$ のとき $X=A$ であり、 $C=1$ のとき $X=B$ である。
- 2 $C=0$ のとき $X=B$ であり、 $C=1$ のとき $X=A$ である。
- 3 $C=0$ のとき $X=A+B$ であり、 $C=1$ のとき $X=A \cdot B$ である。
- 4 $C=0$ のとき $X=A+B$ であり、 $C=1$ のとき $X=B$ である。
- 5 $C=0$ のとき $X=A \cdot B$ であり、 $C=1$ のとき $X=A+B$ である。



A-17 図1に示す回路の抵抗 R_2 に流れる電流の測定のために、図2に示すように内部抵抗 R_A が $4[\Omega]$ の直流電流計 A を接続して電流を測定した。このときの百分率誤差の大きさの値として、最も近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 4.2 [%]
- 2 5.5 [%]
- 3 8.3 [%]
- 4 9.0 [%]
- 5 9.9 [%]

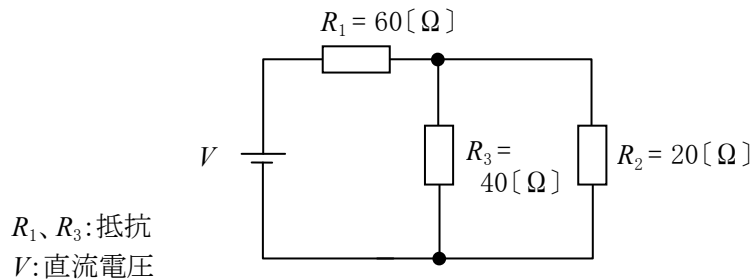


図1

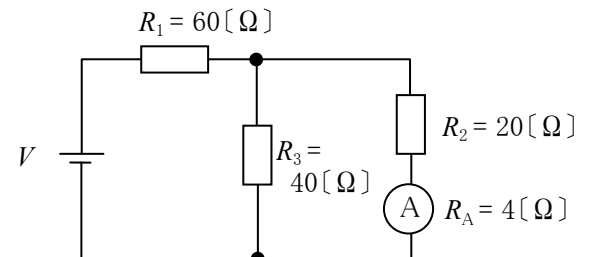
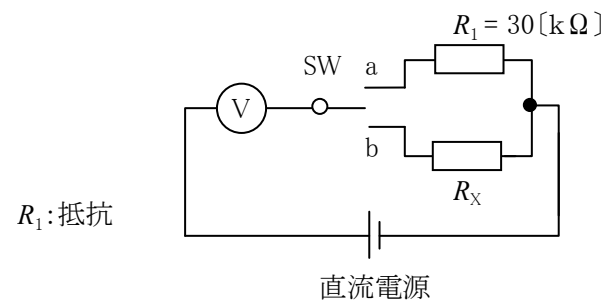


図2

A-18 図に示す回路において、スイッチ SW を a 側にしたとき、直流電圧計 V の指示値は $100[V]$ で、SW を b 側にしたとき、V の指示値は $40[V]$ であった。このときの抵抗 R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、V の内部抵抗は $50[k\Omega]$ とし、直流電源の内部抵抗は零 (0) とする。

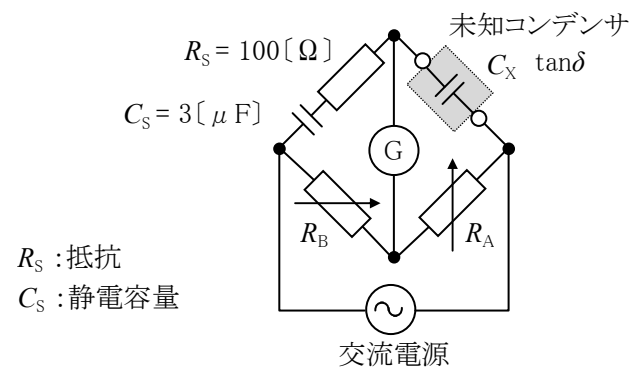
- 1 160 [$k\Omega$]
- 2 150 [$k\Omega$]
- 3 135 [$k\Omega$]
- 4 120 [$k\Omega$]
- 5 110 [$k\Omega$]



直流電源

A-19 図に示す容量ブリッジ回路において、抵抗 R_A 及び R_B がそれぞれ $1,000[\Omega]$ 及び $100[\Omega]$ のとき検流計 G の振れが零になった。このとき、未知コンデンサの静電容量 C_x 及び誘電正接 $\tan\delta$ 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、交流電源の周波数を $400[Hz]$ とする。

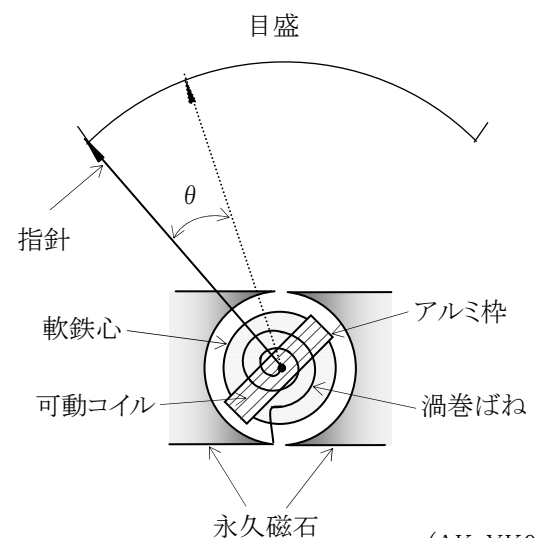
- | C_x | $\tan\delta$ |
|-------------------|--------------|
| 1 0.2 [μF] | 0.16 π |
| 2 0.2 [μF] | 0.24 π |
| 3 0.3 [μF] | 0.08 π |
| 4 0.3 [μF] | 0.16 π |
| 5 0.3 [μF] | 0.24 π |



交流電源

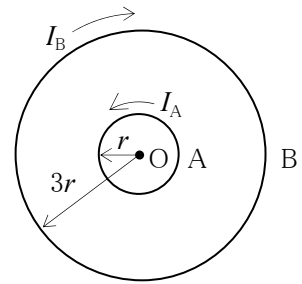
A-20 次の記述は、図に示す永久磁石可動コイル形計器の動作原理について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 永久磁石による磁界と可動コイルに流れる測定電流との間に生ずる電磁力が、指針の駆動トルクとなる。
- 2 可動コイルに流れる電流が直流の場合、指針の振れの角度 θ は、電流値に比例する。
- 3 渦巻ばねによる弾性力が、指針の制御トルクとなる。
- 4 指針の駆動トルクと制御トルクは、方向がそれぞれ同一方向である。
- 5 指針が静止するまでに生ずるオーバーシュート等の複雑な動きを抑えるために、アルミ枠に流れる誘導電流を利用する。



(AK・XK003-5)

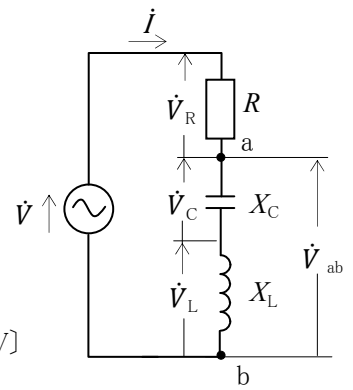
B-1 次の記述は、図に示すように、半径がそれぞれ r [m] 及び $3r$ [m] の二つの円形コイル A 及び B の中心 O を重ねて紙面上に置き、それぞれに方向が逆向きの直流電流 I_A 及び I_B [A] を流したときの磁界について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、コイルの巻数は A、B ともに 1 回とする。



- (1) 電流の流れている導線の周囲に生ずる磁界の方向は、アンペアの □ ア □ ねじの法則で求められる。
- (2) A によって、O に生ずる磁界 H_A の方向は、紙面の □ イ □ の方向である。
- (3) B によって、O に生ずる磁界 H_B の方向は、 H_A の方向と逆の方向である。
- (4) H_A の強さは、□ ウ □ [A/m] であり、 H_B の強さは、□ エ □ [A/m] である。
- (5) したがって、O に生ずる磁界の強さは、 $I_B =$ □ オ □ $\times I_A$ [A] のときに零 (0) になる。

- | | | | | |
|--------|-----|------------------------|------------------------|------|
| 1 裏から表 | 2 左 | 3 $\frac{I_B}{6r}$ | 4 $\frac{I_A}{2r}$ | 5 3 |
| 6 表から裏 | 7 右 | 8 $\frac{I_B}{2\pi r}$ | 9 $\frac{I_A}{6\pi r}$ | 10 6 |

B-2 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω]、容量リアクタンス X_C [Ω] 及び誘導リアクタンス X_L [Ω] の直列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、回路は共振状態にあるものとする。



- (1) 回路に流れる電流 i は、□ ア □ [A] である。
- (2) 回路の点 ab 間の電圧 \dot{V}_{ab} は、□ イ □ [V] である。
- (3) R の電圧 \dot{V}_R [V] と X_C の電圧 \dot{V}_C [V] の位相差は、□ ウ □ [rad] である。
- (4) X_C の電圧 \dot{V}_C と X_L の電圧 \dot{V}_L [V] との位相差は、□ エ □ [rad] である。
- (5) X_L の電圧 \dot{V}_L の大きさは、 \dot{V} の大きさの □ オ □ 倍である。

- | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1 \dot{V} | 2 零 (0) | 3 $\frac{\pi}{2}$ | 4 $\frac{\pi}{3}$ | 5 $\frac{R}{X_L}$ |
| 6 $\frac{\dot{V}}{R}$ | 7 $2\dot{V}$ | 8 $\frac{\pi}{4}$ | 9 π | 10 $\frac{X_L}{R}$ |

B-3 次の記述は、マイクロ波電子管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。

- ア マグネトロンは、電界と磁界の作用で電子流を制御する。
- イ マグネトロンは、周波数変調が容易である。
- ウ 進行波管には、電子を放出する電子銃がない。
- エ 進行波管には、らせん遅延回路がある。
- オ 進行波管には、発振周波数を決める固有の共振回路がある。

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) 図2のa点の電圧の値は、□アである。
- (2) 図2のb点の電流の値は、□イである。
- (3) 交流負荷抵抗は、□ウである。
- (4) 動作点Pのコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} の値は、□エである。
- (5) 図2のc点の電流の値は、□オである。

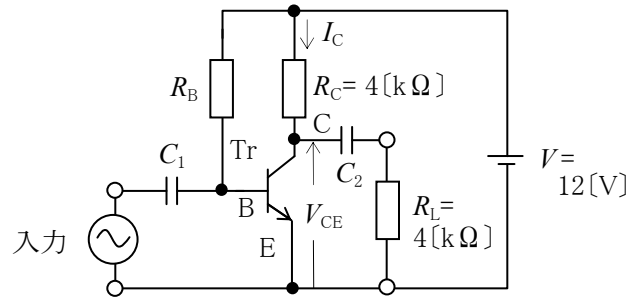


図1

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

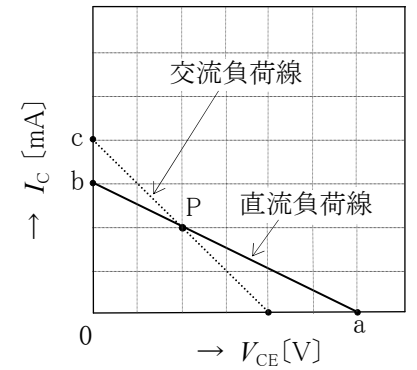


図2

- | | | | | |
|---------|----------|----------|----------|-----------|
| 1 4 [V] | 2 8 [V] | 3 2 [mA] | 4 4 [mA] | 5 2 [kΩ] |
| 6 6 [V] | 7 12 [V] | 8 3 [mA] | 9 5 [mA] | 10 4 [kΩ] |

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	静電容量	インダクタンス	磁束	電力
単位	[Ω]	[F]	[H]	[Wb]	[W]
他のSI単位表示	□ア	□イ	□ウ	□エ	□オ

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