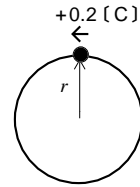


第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

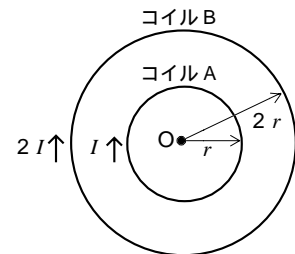
A - 1図に示すように、 $+0.2$ [C] の点電荷が半径 r [m] の円周上を 100 [rad/s] の角速度で回転しているとき、この点電荷の運動による円周上の平均電流の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 10 [A]
- 2 10 [A]
- 3 $10r$ [A]
- 4 20 [A]
- 5 $20r$ [A]



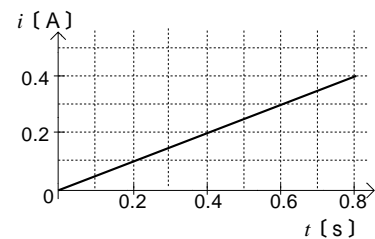
A - 2図に示すように、二つの円形コイルA及びBの中心を重ねOとして同一平面上におき、互いに同じ方向に電流を流したとき、Oにおける合成磁界の強さを表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイルの巻数はA、B共に1回、A、Bの半径はそれぞれ r [m]、 $2r$ [m] 及びA、Bの電流はそれぞれ I [A]、 $2I$ [A] とする。

- 1 $H=0$ [A/m]
- 2 $H=I/(2r)$ [A/m]
- 3 $H=I/r$ [A/m]
- 4 $H=2I/r$ [A/m]
- 5 $H=I/(4r)$ [A/m]



A - 3次の記述は、コイルに流れる電流の変化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。

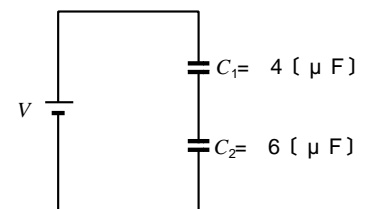
- (1) コイルに流れる電流 i [A] が変化すると、コイルに起電力 e [V] が生じる現象を □A □ という。
- (2) e の大きさは、時間を t [s] とすると、 $e = L \frac{di}{dt}$ [V] で表すことができる。ただし、 L は □B □ であり単位は [H] である。
- (3) 図に示すように i が変化して、 $e = -4$ [V] (直流電圧) のとき、 L は、□C □ [H] である。



- | | A | B | C |
|---|------|-----------|------|
| 1 | 相互誘導 | 自己インダクタンス | 12.5 |
| 2 | 相互誘導 | 相互インダクタンス | 8 |
| 3 | 自己誘導 | 自己インダクタンス | 12.5 |
| 4 | 自己誘導 | 自己インダクタンス | 8 |
| 5 | 自己誘導 | 相互インダクタンス | 12.5 |

A - 4図に示す回路のコンデンサ C_1 に蓄えられている電荷が 12×10^{-5} [C] であるとき、電源電圧 V の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 30 [V]
- 2 50 [V]
- 3 75 [V]
- 4 150 [V]
- 5 500 [V]



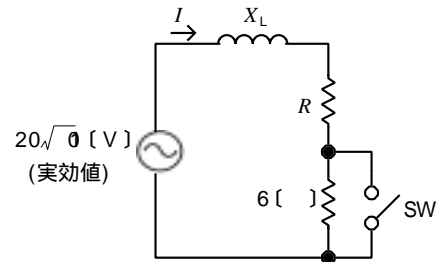
A - 5 正弦波交流電圧 $v = \sin t$ [V] に、次に示す4つの正弦波交流電圧 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 のうちから二つを選んで、合計3つの電圧を加えると瞬時値が常に零となる組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を [rad/s]、時間を t [s] とする。

$$v_1 = \sin(t - 1/3) \text{ [V]} \quad v_2 = \sin(t - 2/3) \text{ [V]} \quad v_3 = \sin(t - \pi) \text{ [V]} \quad v_4 = \sin(t + 2/3) \text{ [V]}$$

- 1 v_1 と v_2
- 2 v_2 と v_3
- 3 v_3 と v_4
- 4 v_1 と v_4
- 5 v_2 と v_4

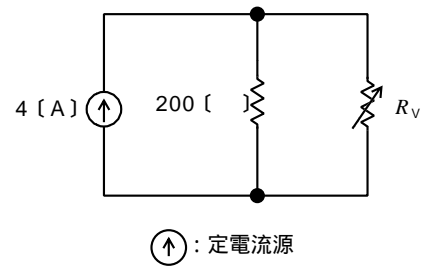
A - 6 図に示す交流回路でスイッチ SW を接 (ON) したとき、電流 I が、 $I = 10$ [A] 流れ、また、SW を断 (OFF) したとき、 $I = 2\sqrt{10}$ [A] の電流が流れた。このときの抵抗値 R と誘導性リアクタンス X_L の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

R	X_L
1 2 []	6 []
2 3 []	5 []
3 4 []	4 []
4 5 []	3 []
5 6 []	2 []



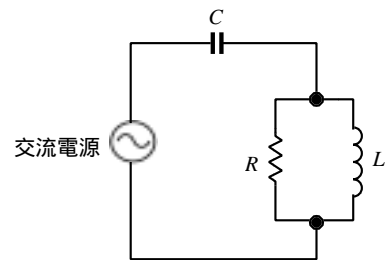
A - 7 図に示す回路で可変抵抗 R_V を変えたとき、 R_V で消費される最大電力 P_m 及びそのときの R_V の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

P_m	R_V
1 400 [W]	20 []
2 800 [W]	10 []
3 800 [W]	20 []
4 1,600 [W]	100 []
5 1,600 [W]	200 []



A - 8 図に示す回路が共振しているとき、コンデンサの静電容量 C [F] の値を表す式として、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 [rad/s] とする。

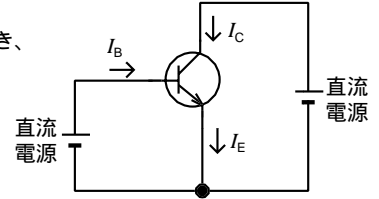
- 1 $C = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{\omega^2 L^2 R^2}$
- 2 $C = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{\omega^2 L R^2}$
- 3 $C = \frac{L R^2}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- 4 $C = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{\omega^2 L^2 R}$
- 5 $C = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{\omega^2 L R}$



R : 抵抗 []
 L : 自己インダクタンス [H]

A-9 次の記述は、図に示すトランジスタに流れる電流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。

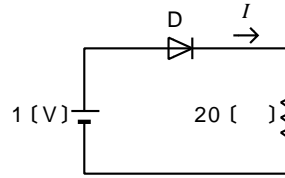
- (1) コレクタ電流を I_C [A]、ベース電流を I_B [A]、エミッタ電流を I_E [A] としたとき、 $I_C = \square A$ [A] である。
- (2) 直流電流増幅率 h_{FE} は、 $h_{FE} = \square B$ である。
- (3) $h_{FE} = 99$ のトランジスタでは、 $I_B = 10$ [μA] のとき、 $I_E = \square C$ [mA] である。



- | | A | B | C |
|---|-------------|-------------|------|
| 1 | $I_E + I_B$ | I_E / I_B | 1 |
| 2 | $I_E + I_B$ | I_C / I_B | 0.99 |
| 3 | $I_E - I_B$ | I_E / I_B | 1 |
| 4 | $I_E - I_B$ | I_C / I_B | 0.99 |
| 5 | $I_E - I_B$ | I_C / I_B | 1 |

A-10 図1に示す回路に流れる電流 I の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオードDの順方向の電圧電流特性は図2とする。

- 1 10 [mA]
- 2 20 [mA]
- 3 30 [mA]
- 4 40 [mA]
- 5 50 [mA]



D : ダイオード

図1

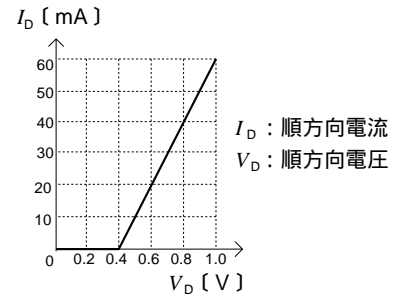
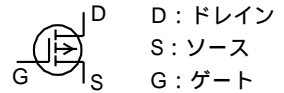


図2

A-11 次の記述は、電界効果トランジスタ (FET) 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 接合形には、デプレッション形とエンハンスメント形がある。
- 2 接合形でNチャンネル形では、主として電子によって電流が流れる。
- 3 絶縁ゲート形には、Pチャンネル形とNチャンネル形がある。
- 4 図に示す図記号は、絶縁ゲート形でPチャンネル形でエンハンスメント形である。
- 5 絶縁ゲート形でNチャンネル形のドレイン-ソース間電圧は、主としてDを +「正」、Sを -「負」で使用する。

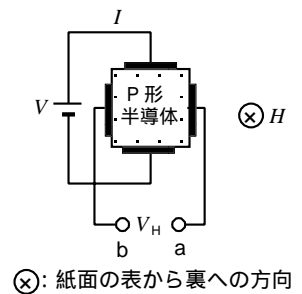


D : ドレイン
S : ソース
G : ゲート

A-12 次の記述は、紙面の表から裏へ向かう方向の磁界 H [A/m] の中に置かれたP形半導体に、図に示す直流電圧 V [V] を加えたときに起きるホール効果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) P形半導体中のホール(正孔)は、 V によって紙面の □A の方向に移動し、電流 I [A] となる。
- (2) そのホールは、 H により、紙面の □B の方向のローレンツ力を受ける。
- (3) このためP形半導体中に電荷の偏りが生じ、図の端子 □C の起電力 V_H [V] が生じる。

- | | A | B | C |
|---|----------|----------|-------------|
| 1 | 「下」から「上」 | 「右」から「左」 | aに「負」、bに「正」 |
| 2 | 「下」から「上」 | 「左」から「右」 | aに「負」、bに「正」 |
| 3 | 「上」から「下」 | 「右」から「左」 | aに「正」、bに「負」 |
| 4 | 「上」から「下」 | 「左」から「右」 | aに「正」、bに「負」 |
| 5 | 「上」から「下」 | 「右」から「左」 | aに「負」、bに「正」 |



⊗: 紙面の表から裏へ方向

A-13 次の記述は、図に示す負帰還増幅回路の原理的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、 V_i 、 V_o 、 V_{iA} 、 V_f [V] は各部の信号電圧の大きさを表し、また、増幅回路の増幅度 (V_o/V_i) を A_o 、帰還回路の帰還率 (V_f/V_o) を β 、負帰還増幅回路の増幅度 (V_o/V_i) を A とする。

(1) 負帰還増幅回路では、 V_i と V_f の位相は逆位相で加わることから次式が成り立つ。

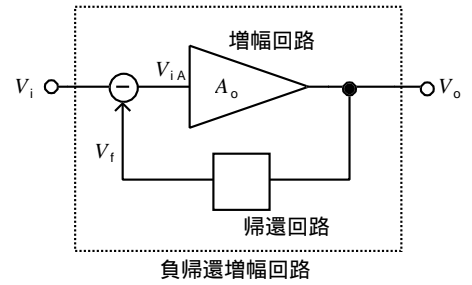
$$V_i = \square A \text{ [V]} \dots\dots\dots$$

(2) V_i と V_o の間には、次式が成り立つ。

$$V_o = \square B \text{ [V]} \dots\dots\dots$$

(3) 式 (1) 及び式 (2) より、 A を β 、 A_o で表すと次式となる。

$$A = \square C$$



- | | A | B | C |
|---|-------------|---------------------|-------------------|
| 1 | $V_o - V_f$ | $A_o \times V_i$ | $A_o / (1 + A_o)$ |
| 2 | $V_o - V_f$ | $A_o \times V_{iA}$ | $A_o / (1 - A_o)$ |
| 3 | $V_i - V_f$ | $A_o \times V_i$ | $A_o / (1 - A_o)$ |
| 4 | $V_i - V_f$ | $A_o \times V_{iA}$ | $A_o / (1 + A_o)$ |
| 5 | $V_i - V_f$ | $A_o \times V_{iA}$ | $A_o / (1 - A_o)$ |

A-14 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器 AOP で構成する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) 5 [k] の抵抗に流れる電流 I_1 は、入力電圧を V_1 [V] とすると、次式で表される。

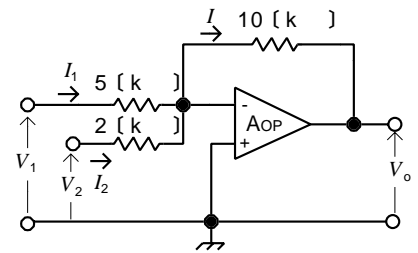
$$I_1 = \square A \text{ [mA]} \dots\dots\dots$$

(2) 同様に求めた 2 [k] に流れる電流を I_2 [mA] とすると、10 [k] の抵抗に流れる電流 I は、次式で表される。

$$I = \square B \text{ [mA]} \dots\dots\dots$$

(3) 出力電圧 V_o は、式 (1) 及び式 (2) より、次式で表される。

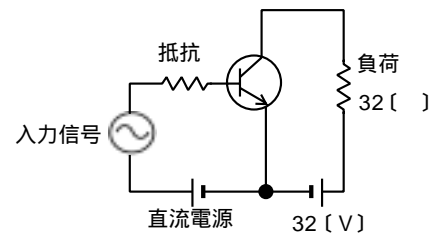
$$V_o = \square C \text{ [V]} \dots\dots\dots$$



- | | A | B | C |
|---|-------------------|-------------|------------------|
| 1 | $(V_1 + V_2) / 7$ | $I_1 + I_2$ | $-(2I_1 + 5V_2)$ |
| 2 | $(V_1 + V_2) / 7$ | $I_1 - I_2$ | $-(2I_1 - 5V_2)$ |
| 3 | $V_1 / 5$ | $I_1 + I_2$ | $-(2I_1 - 5V_2)$ |
| 4 | $V_1 / 5$ | $I_1 - I_2$ | $-(2I_1 + 5V_2)$ |
| 5 | $V_1 / 5$ | $I_1 + I_2$ | $-(2I_1 + 5V_2)$ |

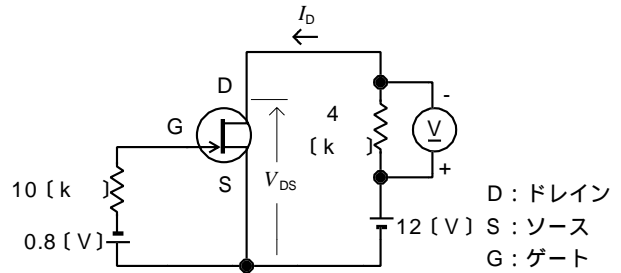
A-15 図に示す A 級増幅回路において、負荷で消費される交流最大出力電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は理想的な A 級増幅として動作し、入力信号は単一の正弦波交流とする。

- 1 2 [W]
- 2 4 [W]
- 3 8 [W]
- 4 16 [W]
- 5 32 [W]



A-16 図に示す電界効果トランジスタ (FET) 回路において、電圧計 V の値が 6 [V] であるとき、ドレイン電流 I_D 及びドレイン-ソース間電圧 V_{DS} 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、 V の内部抵抗は 4 [k] とする。

	I_D	V_{DS}
1	2.5 [mA]	2 [V]
2	2 [mA]	8 [V]
3	2 [mA]	4 [V]
4	1.5 [mA]	6 [V]
5	1.5 [mA]	4 [V]

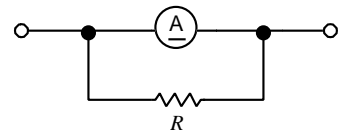


A-17 内部抵抗を持つ直流電源の端子電圧を、内部抵抗 5.6 [k] 及び 2.6 [k] の二種類の電圧計で測定したとき、それぞれ 11.2 [V] と 10.4 [V] であった。直流電源の内部抵抗 r 及び開放電圧 V の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。

	r	V
1	200 [Ω]	12 [V]
2	200 [Ω]	24 [V]
3	400 [Ω]	12 [V]
4	400 [Ω]	24 [V]
5	600 [Ω]	12 [V]

A-18 図に示す最大目盛値が 500 [mA] の直流電流計 A を 1.5 [A] の電流計にするための分流器の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A の内部抵抗は 5 [Ω] とする。

- 1 1.0 [Ω]
- 2 1.5 [Ω]
- 3 2.5 [Ω]
- 4 3.0 [Ω]
- 5 5.0 [Ω]



A-19 次の記述は、図に示すブリッジ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、交流電源の角周波数を $\omega \text{ [rad/s]}$ とし、コンデンサ C_A 、 $C_X \text{ [F]}$ の損失は無いものとする。

R_A と C_A の直列合成インピーダンス \dot{Z}_A は、 $\dot{Z}_A = R_A + \frac{1}{j\omega C_A}$ であり、
 R_X と C_X の直列合成インピーダンス \dot{Z}_X は、 $\dot{Z}_X = R_X + \frac{1}{j\omega C_X}$ である。

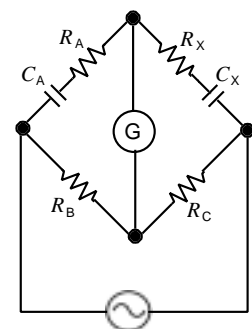
ブリッジが平衡しているとき、次式が成り立つ。

$$R_B R_X + \frac{R_B}{j\omega C_X} = R_A R_C + \square \text{ A}$$

式 の両辺の実数部と虚数部が互いに等しいので、次式が得られる。

$$R_X = R_A \times \square \text{ B [Ω]} \quad C_X = C_A \times \square \text{ C [F]}$$

	A	B	C
1	$\frac{R_C}{j\omega C_A}$	$\frac{R_C}{R_B}$	$\frac{R_B}{R_C}$
2	$\frac{R_C}{j\omega C_A}$	$\frac{R_B}{R_C}$	$\frac{R_C}{R_B}$
3	$\frac{R_C}{j\omega C_A}$	$\frac{R_C}{R_B}$	$\frac{R_C}{R_B}$
4	$\frac{R_A}{j\omega C_A}$	$\frac{R_B}{R_C}$	$\frac{R_C}{R_B}$
5	$\frac{R_A}{j\omega C_A}$	$\frac{R_C}{R_B}$	$\frac{R_B}{R_C}$



R_A 、 R_B 、 R_C 、 R_X : 抵抗 $[\Omega]$

G : 交流検流計

\sim : 交流電源

A-20 精度(階級)が0.5級で最大目盛値150〔V〕の可動コイル形直流電圧計の目盛値45〔V〕における電圧計の百分率誤差として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.5〔%〕
- 2 0.75〔%〕
- 3 0.84〔%〕
- 4 1.0〔%〕
- 5 1.67〔%〕

B - 1次の記述は、熱電現象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 ペルチェ効果により熱の吸収が起きている二種類の金属の接点は、流れている電流の方向を逆にすると熱の発生が起きる。
- イ ゼーベック効果による起電力の大きさは、導体の材質が均質であるならば、導体の長さには影響されない。
- ウ トムソン効果による熱の発生又は吸収の現象は、温度勾配がある均質な金属線に電流を流すときに生じる。
- エ 温度測定に利用される熱電対は、ペルチェ効果を利用している。
- オ 電子冷却は、ゼーベック効果を利用している。

B - 2次の記述は、図に示す交流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) 抵抗 R 〔 Ω 〕と静電容量 C 〔F〕のコンデンサの合成インピーダンス \dot{Z} は、次式で表される。

$$\dot{Z} = \square \text{ア} \text{〔 } \square \text{ 〕}$$

(2) C の両端電圧 \dot{V}_C は、回路に流れる電流を \dot{i} 〔A〕とすると、次式で表される。

$$\dot{V}_C = \dot{i} \times \square \text{イ} \text{〔V〕}$$

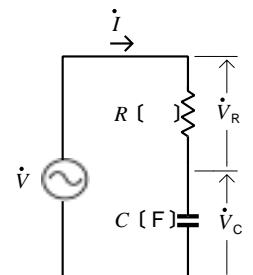
同様に、 R の両端電圧 \dot{V}_R は、次式で表される。

$$\dot{V}_R = \dot{i} \times \square \text{ウ} \text{〔V〕}$$

(3) $|\dot{V}_C| = |\dot{V}_R|$ となる電源〔V〕の周波数 f は、式 及び式 より、次式で表される。

$$f = \square \text{エ} \text{〔Hz〕}$$

(4) 式 の周波数では、 $|\dot{V}_C| / |\dot{V}| = \square \text{オ}$ となる。



: 角周波数〔rad/s〕



- | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 1 R | 2 $\frac{1}{2} \frac{1}{CR}$ | 3 $R + \frac{1}{j} C$ | 4 $R - \frac{1}{j} C$ | 5 $\frac{1}{R}$ |
| 6 $\frac{j}{C}$ | 7 $\frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{CR}}$ | 8 $\frac{1}{j} C$ | 9 $\frac{1}{2}$ | 10 $\frac{1}{2}$ |

B - 3次の記述は、ダイオード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 ツェナーダイオード は、PN接合に逆方向電圧を加えその電圧がある値を超えると降伏現象により一定電流が流れることを利用した定電流素子である。
- イ ショットキーバリアダイオードは、金属と半導体との接触によって生ずる電位障壁を利用した素子で、高速スイッチや高周波整流に適している。
- ウ インパットダイオードは、なだれ増倍現象とキャリアの走行時間効果を利用した負性抵抗素子で、マイクロ波やミリ波の発振に用いられる。
- エ ガンダイオードは、ガリウム・ひ素(GaAs)などの金属化合物結晶に高電圧の直流電圧を加えると、マイクロ波の周波数で電流振動することを利用した素子である。
- オ トンネルダイオードは、PN接合に逆方向電圧を加えることで障壁容量を変化させることを利用した可変リアクタンス素子である。

B - 4次の記述は、論理式 $X = A + \bar{A} \cdot B$ を簡略化して論理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、ドット(・)は論理積(AND)を、プラス(+)は論理和(OR)を表す。

- (1) $H(\square \text{ア} \bar{B}) = 1$ であるから、与式に代入すると次式が得られる。
 $X = A + \bar{A} \cdot B = A \cdot (B + \bar{B}) + \bar{A} \cdot B$
- (2) 式 を展開して整理すると、次式が得られる。
 $X = A \cdot B + \square \text{イ} + \bar{A} \cdot B$
- (3) $A \cdot B = A \cdot B + A \cdot B$ であるから、この性質を利用して式 を整理すると、次式が得られる。
 $X = A \cdot (B + \bar{B}) + B \cdot (\square \text{ウ})$
- (4) さらに式 を整理すると、次式が得られる。
 $X = \square \text{エ}$
- (5) したがって、図記号で表した論理回路は、□オ となる。

1 ・ 2 + 3 $\bar{A} \cdot B$ 4 $A \cdot \bar{B}$ 5 $A + \bar{A}$ 6 $A + \bar{B}$ 7 $A + B$ 8 $A \cdot B$ 9  10 

B - 5次の記述は、測定器と測定項目について述べたものである。□内に入れるべき字句として、最も適しているものを下の番号から選べ。

- (1) 低抵抗の測定に用いられるのは、□ア である。
- (2) コイルのインダクタンスや分布容量の測定に用いられるのは、□イ である。
- (3) 交流電圧の波形測定に用いられるのは、□ウ である。
- (4) 直流の電圧計や電流計の較正に用いられるのは、□エ である。
- (5) マイクロ波の電力測定に用いられるのは、□オ である。

1 ボロメータブリッジ 2 ファンクションジェネレータ 3 回路計 4 ケルビンダブルブリッジ
 5 ガウスメータ 6 コウラウシュブリッジ 7 ブラウン管オシロスコープ
 8 Qメータ 9 レベルメータ 10 直流電位差計