

GB207

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 次の記述は、微小ダイポールを正弦波電流で励振した場合に発生する電磁界の成分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。

- 1 微小ダイポールのごく近傍で支配的な電磁界は、静電界と静磁界の二つである。
- 2 誘導電磁界は、ビオ・サバルの法則に従う磁界とそれに対応する電界で、その大きさは、微小ダイポールからの距離の2乗に反比例する。
- 3 放射電磁界の強度は、微小ダイポールからの距離の2乗に反比例する。
- 4 誘導電磁界と放射電磁界の位相は同相である。
- 5 誘導電磁界と放射電磁界の大きさは、微小ダイポールからの距離が1/波長のとき等しくなる。

A - 2 自由空間において、アンテナへの到来電波の電界強度が24 [mV/m]であった。このときの磁界強度の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、到来電波は平面波とする。

- 1 2×10^{-5} [A/m] 2 3×10^{-5} [A/m] 3 5×10^{-5} [A/m] 4 2×10^{-4} [A/m] 5 3×10^{-4} [A/m]

A - 3 同じアンテナに対して定義されている利得について、値の小さい順に左から並べたものとして、正しいものを下の番号から選べ。

- | | | |
|---------|-------|-------|
| 1 指向性利得 | 絶対利得 | 相対利得 |
| 2 相対利得 | 絶対利得 | 指向性利得 |
| 3 相対利得 | 指向性利得 | 絶対利得 |
| 4 絶対利得 | 相対利得 | 指向性利得 |
| 5 絶対利得 | 指向性利得 | 相対利得 |

A - 4 絶対利得が25（真数）のアンテナの指向性利得（真数）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射効率を0.75とする。

- 1 23 2 27 3 33 4 38 5 45

A - 5 次の記述は、アンテナの放射抵抗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) 自由空間に置かれた損失の無いアンテナの放射抵抗は、実効長の2乗に比例し、利得に A する。
- (2) 微小ダイポールの放射抵抗は、アンテナの長さが一定ならば、波長が B ほど大きい。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの放射抵抗は、ほぼ C [] である。

- | | A | B | C |
|-------|----|------|---|
| 1 比例 | 長い | 36.6 | |
| 2 比例 | 長い | 73.1 | |
| 3 比例 | 短い | 36.6 | |
| 4 反比例 | 長い | 36.6 | |
| 5 反比例 | 短い | 73.1 | |

A - 6 給電線上において、電圧定在波比（VSWR）が3で、負荷への入射波の実効値が80 [V]のとき、反射波の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。

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

A - 7 次の記述は、平行二線式給電線と小電力用同軸ケーブル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 平行二線式給電線は、平衡形の給電線であり、零電位は2本の導線の間隔の垂直二等分面上にある。
- 2 平行二線式給電線は、導線の太さが同じ場合には、導線の間隔が狭いほど小さくなる。
- 3 小電力用同軸ケーブルは、不平衡形の給電線であり、通常、外部導体を接地して使用する。
- 4 小電力用同軸ケーブルは、内部導体の外径 d に対する外部導体の内径 D の比 (D/d) が大きいほど小さくなる。
- 5 小電力用同軸ケーブルは、平行二線式給電線よりも、外部からの誘導妨害の影響を受けにくい。

A - 8 次の記述は、導波管及びマイクロストリップ線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) 導波管は、基本モードの遮断周波数より □ A 周波数の電磁波を伝送することはできない。
- (2) 導波管の基本モードの遮断周波数は、他の高次モードの遮断周波数より □ B 。
- (3) マイクロストリップ線路の伝搬モードは、近似的に □ C モードである。

	A	B	C
1	低い	低い	TEM
2	低い	高い	TM
3	高い	低い	TEM
4	高い	低い	TM
5	高い	高い	TM

A - 9 次の記述は、アンテナと給電線を整合させるための対称形集中定数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、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。また、給電線は無損失とし、その特性インピーダンス Z_0 を $300 [\quad]$ 、アンテナの入力抵抗 R を $73 [\quad]$ とする。

- (1) 特性インピーダンス Z_0 の給電線と入力抵抗 R のアンテナを図に示すリアクタンス X を用いた対称形集中定数回路により整合させるためには、次式が成立しなければならない。

$$Z_0 = jX + \frac{-jX \left(\begin{matrix} \square A \end{matrix} \right)}{\left(\begin{matrix} \square A \end{matrix} \right) - jX}$$

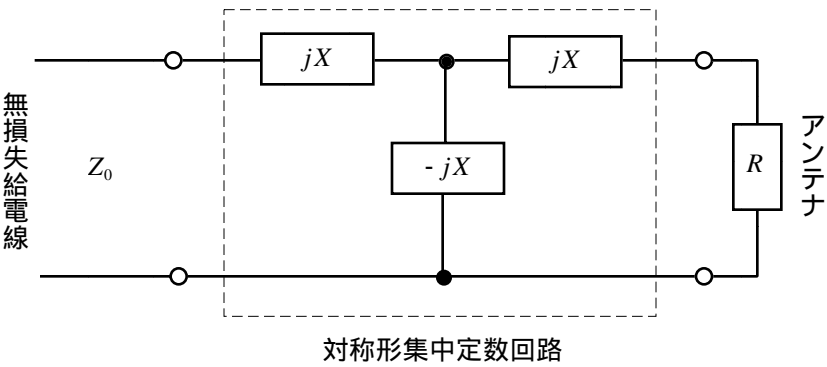
- (2) これより、整合条件は次式で与えられる。

$$X = \begin{matrix} \square B \end{matrix}$$

- (3) 題意の数値を代入すれば、 X は次の値となる。

$$X \cong \begin{matrix} \square C \end{matrix} [\quad]$$

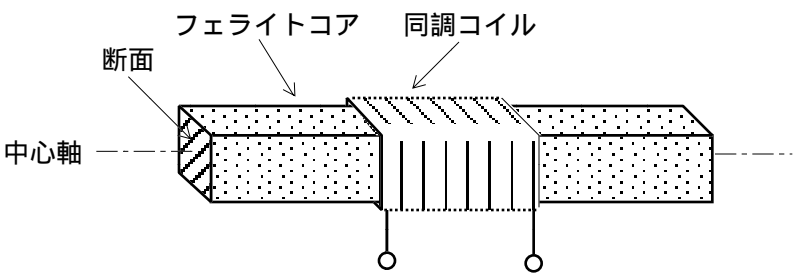
	A	B	C
1	$R + jX$	$\sqrt{RZ_0}$	148
2	$R + jX$	$\sqrt{RZ_0/2}$	105
3	$R + jX$	$\sqrt{2RZ_0}$	210
4	$R - jX$	$\sqrt{RZ_0}$	148
5	$R - jX$	$\sqrt{2RZ_0}$	210



A - 10 次の記述は、図に示すフェライトバーアンテナ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。

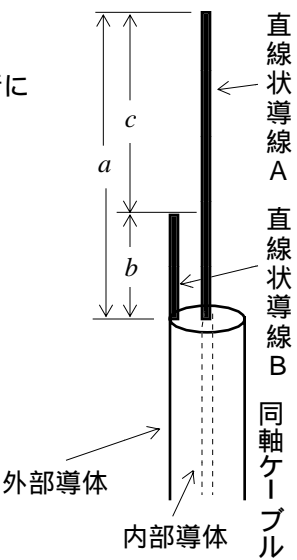
- (1) フェライトコアに同調コイルを巻いたアンテナであり、誘起電圧は、コイルの巻数が多く、フェライトコアの比透磁率が大きく、断面積が □ A ほど大きい。
- (2) フェライトコアの中心軸と電波の磁界の方向が □ B とき、誘起電圧が最大となる。
- (3) フェライトコアを中心軸が水平になるように置いたとき、水平面内の指向性は □ C になる。

	A	B	C
1	小さい	一致した	8 字特性
2	小さい	直角の	全方向性
3	大きい	直角の	8 字特性
4	大きい	一致した	全方向性
5	大きい	一致した	8 字特性



A - 11 次の記述は、図に示す大地に対して垂直に置かれた J 形アンテナ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 同軸ケーブルの内部導体の先端に長さ a が $3/4$ 波長の直線状導線 A をつなぎ、これに平行に外部導体の先端に長さ b が $1/4$ 波長の直線状導線 B をつないで作られたアンテナである。
- 2 直線状導線 A の長さの部分は、整合器の働きをする。
- 3 直線状導線 A の長さの部分は、 $1/2$ 波長垂直アンテナと同等の放射を行う。
- 4 水平面内の指向性は 8 字特性である。
- 5 主として超短波 (VHF) 帯の移動体通信等に使われている。



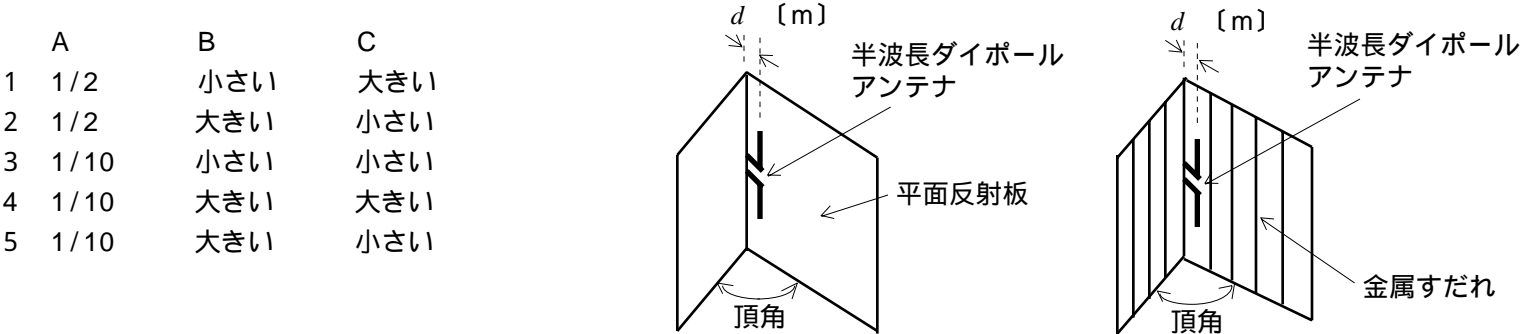
A - 12 次の記述は、波長に比べて直径が十分小さな受信用ループアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、ループの面は、大地に対して垂直とする。

- (1) 到来電波の方向がループ面に □ A □ ときに、誘起電圧が最大になる。
- (2) 実効高は、ループの面積と線の巻数に □ B □ する。
- (3) 水平面内の指向性は、 □ C □ である。

	A	B	C
1	一致した	比例	単一指向性
2	一致した	反比例	単一指向性
3	一致した	比例	8 字特性
4	直角な	反比例	8 字特性
5	直角な	比例	単一指向性

A - 13 次の記述は、図に示すコーナレフレクタアンテナ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、平面反射板又は金属すだれは、電波を理想的に反射する大きさであるものとする。

- (1) 図 1 に示すように、半波長ダイポールアンテナに平面反射板を組み合わせたもの、あるいは図 2 に示すように、半波長ダイポールアンテナの素子に平行な金属すだれを組み合わせたものなどがある。金属すだれの間隔は狭いほど良いが、平面反射板とほぼ同じ働きをさせるために、金属すだれの間隔は、約 □ A □ 波長程度が使われている。このアンテナは、構造が簡単で、得られる利得は半波長ダイポールアンテナより □ B □。
- (2) 図 1 及び図 2 に示す頂角は、通常 60 度から 90 度の範囲の角度が多く用いられているが、頂角を 90 度にしたときに得られる利得は、頂角を 60 度にしたときに比べて □ C □。ただし、二つ折りにした平面反射板の折り目から半波長ダイポールアンテナ素子までの距離 d [m] は、指向性が単一指向性となる $1/2$ 波長程度の値に設定されているものとする。



A - 14 周波数 150 [MHz] の電波を高さ h_1 が 20 [m] の送信アンテナから放射したとき、送信点からの距離 d が 10 [km]、高さ h_2 が 10 [m] の地点における電界強度 E の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナの放射電力を 15 [W]、送信アンテナの絶対利得を 3 [dB] とする。また、このときの E は、波長を λ [m]、自由空間電界強度を E_0 [V / m] とすると、次式で表されるものとする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad [\text{V / m}]$$

- | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|---------------------|---|---------------------|---|---------------------|---|-----------------------|
| 1 | 141 [μ V / m] | 2 | 377 [μ V / m] | 3 | 565 [μ V / m] | 4 | 705 [μ V / m] | 5 | 1,130 [μ V / m] |
|---|---------------------|---|---------------------|---|---------------------|---|---------------------|---|-----------------------|

A - 15 自由空間において、到来電波の方向に最大感度方向が向けられた半波長ダイポールアンテナの受信有能電力が 0.1 [mW] であるとき、到来電波の電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、到来電波の周波数を 150 [MHz] とし、 $\sqrt{73}$ 8.54 とする。

- 1 27 [mV/m] 2 54 [mV/m] 3 108 [mV/m] 4 210 [mV/m] 5 270 [mV/m]

A - 16 次の記述は、対流圏伝搬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) 大気屈折率は、□A 前後の値であり、気象状態によるこの値のわずかな変動が電波の伝搬に大きな影響を与える。標準大気中では、大気屈折率は高さとともにほぼ直線的に減少するため、地表面にほぼ平行に放射された電波は上方に凸に曲がり、見通し距離が増大する。
- (2) 標準大気中では、わん曲する電波の通路を直線的に扱うために、等価的に地球の半径を □B するような等価地球半径係数を用いる。
- (3) 大気屈折率の高度分布を示す M 曲線が負の傾きを生じているときには、□C が生成され、超短波 (VHF) 帯からマイクロ波 (SHF 帯) の電波は異常に遠距離まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	1.0003	大きく	ラジオダクト
2	1.0003	小さく	ラジオダクト
3	1.0003	小さく	フレネルゾーン
4	1.3333	大きく	ラジオダクト
5	1.3333	小さく	フレネルゾーン

A - 17 短波 (HF) 帯の電離層伝搬において、送受信点間の距離が 800 [km] F_2 層の反射点における臨界周波数が 8 [MHz] であるとき、最適使用周波数 (FOT) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、反射点の高さ 300 [km] とし、電離層は平面大地に平行であるものとする。

- 1 7.2 [MHz] 2 8.7 [MHz] 3 11.3 [MHz] 4 13.5 [MHz] 5 15.4 [MHz]

A - 18 次の記述は、電波暗室と電波吸収体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) 屋外でアンテナ特性を測定すると、大地や周囲の建造物などからの反射波が直接波とともに受信されるため、良好な測定結果が得られない場合がある。電波暗室は、壁、天井及び床に電波吸収体を張り付けて、室内を □A の状態に近づけ、この中でアンテナ特性などの測定が行えるような構造にしたものである。
- (2) 電波吸収体は、電波がその表面に入射したとき、反射されずに内部へ十分に進入して吸収されることが必要である。誘電材料を用いた電波吸収体の場合には、□B 粉末を誘電体表面に塗布したり、誘電体の内部に混入したりする。その形状には、表面を □C にしたものや、誘電率の異なる平板状の材料を層状に重ねたものなどがある。

	A	B	C
1	自由空間	黒鉛	ピラミッド状など
2	自由空間	フェライト	球状
3	誘導電磁界領域	フェライト	球状
4	誘導電磁界領域	フェライト	ピラミッド状など
5	誘導電磁界領域	黒鉛	ピラミッド状など

A - 19 雑音温度が 160〔K〕のアンテナに給電回路を接続したとき、200〔K〕の雑音温度が測定された。この給電回路の損失 (真数) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、周囲温度を 27〔 〕とする。

- 1 1.2
- 2 1.4
- 3 1.5
- 4 1.6
- 5 1.7

A - 20 次の記述は、自由空間において十分離れた距離に置いた二つのアンテナを用いてアンテナの利得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、波長を λ 〔m〕とする。

- (1) 利得がそれぞれ G_1 (真数)、 G_2 (真数) の二つのアンテナを、距離 d 〔m〕だけ離して偏波面を揃えて対向させ、その一方のアンテナへ電力 P_t 〔W〕を加えて電波を送信し、他方のアンテナで受信したときのアンテナの受信電力が P_r 〔W〕であると、次式が成り立つ。

$$P_r = G_1 G_2 P_t \times \text{ A }$$

- (2) 一方のアンテナの利得が既知のとき、例えば、 G_1 が既知であれば、 G_2 は、次式によって求められる。

$$G_2 = \frac{P_r}{P_t G_1} \times \text{ B }$$

- (3) 両方のアンテナの利得が等しいときには、それらを P_t と P_r の測定値から、次式によって求めることができる。

$$G_1 = G_2 = \frac{4\pi d}{\lambda} \times \text{ C }$$

	A	B	C
1	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$
2	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$
3	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
4	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$
5	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$

B - 1 次の記述は、自由空間において、半波長ダイポールアンテナの最大放射方向における電界強度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を下の番号から選べ。

- (1) 半波長ダイポールアンテナの実効長を l_e 〔m〕、給電点の電流を I_0 〔A〕及び波長を λ 〔m〕とすれば、アンテナの最大放射方向における距離 d 〔m〕の点の電界強度 E は、次式で表される。

$$E = \text{ ア } \text{〔V/m〕} \dots\dots$$

- (2) 半波長ダイポールアンテナの実効長 l_e は、次式で表される。

$$l_e = \text{ イ } \text{〔m〕} \dots\dots$$

- (3) アンテナからの放射電力を P_t 〔W〕、放射抵抗を R_r 〔 〕とすれば、給電点の電流 I_0 は、次式で表される。

$$I_0 = \text{ ウ } \text{〔A〕} \dots\dots$$

- (4) 式 に式 及び を代入すると、 E は、次式で表される。

$$E = \text{ エ } \text{〔V/m〕} \dots\dots$$

- (5) 式 の R_r に半波長ダイポールアンテナの放射抵抗の値を代入すると、 E は、次式で表される。

$$E \text{ オ } \text{〔V/m〕}$$

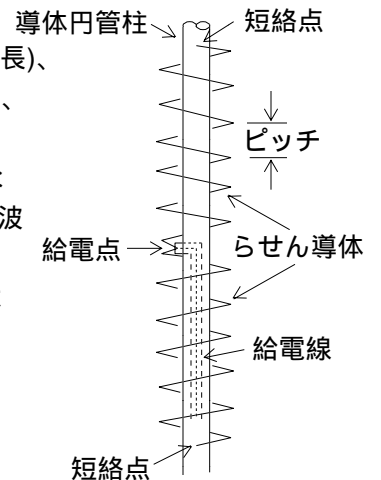
1	$\frac{60\pi I_0 l_e}{\lambda d}$	2	$\frac{\lambda}{\pi}$	3	$\frac{P_t}{R_r}$	4	$\frac{1}{d} \sqrt{\frac{3,600 P_t}{R_r}}$	5	$\frac{\sqrt{30 P_t}}{d}$
6	$\frac{45\pi I_0 l_e}{\lambda d}$	7	$\frac{2\lambda}{\pi}$	8	$\sqrt{\frac{P_t}{R_r}}$	9	$\frac{1}{d} \sqrt{\frac{8,100 P_t}{R_r}}$	10	$\frac{7\sqrt{P_t}}{d}$

B - 2次の記述は、給電線の諸定数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 一般に用いられている平衡形給電線の特性インピーダンスは、不平衡形給電線の特性インピーダンスより小さい。
イ 平衡形給電線の特性インピーダンスは、導線の間隔を一定とすると、導線の太さが細くなるほど小さくなる。
ウ 一般に、特性インピーダンスは周波数に関係しないものとして扱うことができる。
エ 給電線上の波長は、一般に、同じ周波数の電波の空間波長より長い。
オ 伝搬定数の実数部を減衰定数、虚数部を位相定数という。

B - 3次の記述は、図に示す極超短波（UHF 帯）の放送用の円筒形サイドファイヤヘリカルアンテナ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) 円管柱のまわりに、らせん導体 1 巻きの長さを波長の整数倍（通常、2 波長あるいは 3 波長）、ピッチを約 □ア 波長として、給電点から上下にそれぞれ 5、6 回程度互いに逆巻きにして、らせん導体の終端を円管柱に短絡したものである。
(2) 図のように給電すると、らせん導体から放射される電波の電界の方向は、給電点の上下で異なり、円管柱の軸と直交する方向の成分は強め合い、平行する成分は弱め合うので、□イ 偏波のアンテナとして動作する。軸と直交する水平面内の指向性は、□ウ である。
(3) らせん導体上の電流は、□エ による影響と放射に伴う減衰があるため、短絡点からの反射はほとんどなく、動作原理は、□オ アンテナと同じである。



- | | | | | |
|-------|------|---------|----------------|--------|
| 1 1/4 | 2 水平 | 3 全方向性 | 4 らせん導体と円管柱の間隔 | 5 定在波 |
| 6 1/2 | 7 垂直 | 8 単一指向性 | 9 給電線の長さ | 10 進行波 |

B - 4次の記述は、フェージングの軽減法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) 空間ダイバーシティは、□ア 置した複数のアンテナの受信信号を合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなるアンテナに切り替えて受信する方式である。
(2) 周波数ダイバーシティは、異なった周波数ではフェージングの状態が □イ ことを利用して、同一内容の信号を周波数の異なる複数の搬送周波数で送信し、受信側ではこれらを別々に受信して復調後に合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなる周波数に切り替えて受信する方式である。
(3) 偏波ダイバーシティは、偏波面が互いに □ウ 度異なる二つの受信アンテナの受信信号を合成するか、あるいは受信出力が大きくなる方の偏波のアンテナに切り替えて受信する方式である。
(4) □エ ダイバーシティは、複数の鋭い指向性を持つアンテナの主ビームが別々の方向を向くように設置された複数のアンテナの受信信号を合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなるアンテナに切り替えて受信する方式である。
(5) 受信機の AGC 回路あるいは AVC 回路は、□を軽減するために有効である。

- | | | | | |
|--------------|-------|------|------|-------------|
| 1 できるだけ接近させて | 2 同じ | 3 90 | 4 位相 | 5 同期フェージング |
| 6 間隔を適切に離して | 7 異なる | 8 45 | 9 角度 | 10 選択フェージング |

B - 5次の記述は、アンテナ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。

- (1) 給電線及びアンテナの入力インピーダンスの測定では、□ア やアドミタンスブリッジなどが用いられる。
(2) 給電線とアンテナは、整合が完全にとれていない状態で使うことがある。この状態で測定した利得を □イ という。
(3) マイクロ波（SHF）帯で利得を測定する場合の基準アンテナには、一般に □アンテナが用いられる。
(4) 波長に比べて直径の大きな円形の開口面アンテナを測定する場合、測定誤差を小さくするために、送信アンテナ及び受信アンテナ間の距離を □エ [m] 以上とする。ただし、送信アンテナ及び受信アンテナの直径をそれぞれ D_t [m] 及び D_r [m] とし、波長を λ [m] とする。
(5) 前後比 (F/B) は、最大放射方向の電界強度 E_r [V/m] と最大放射方向から □オ 度の範囲内の最大の電界強度 E_f [V/m] とを測定し、 $20 \log E_f / E_r$ [dB] で表されることが多い。

- | | | | | |
|---------------|---------|---------|--------------------------------|--------------|
| 1 ケルビンダブルブリッジ | 2 動作利得 | 3 八木 | 4 $2(D_t + D_r)^2 / \lambda$ | 5 (180 ± 60) |
| 6 ネットワークアナライザ | 7 指向性利得 | 8 角錐ホーン | 9 $2(D_t^2 + D_r^2) / \lambda$ | 10 (90 ± 60) |