

GB007

## 第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

A - 次の記述は、ポインティングベクト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 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
- 2 大きさは、電界ベクトルと磁界ベクトルを二辺とする平行四辺形の面積に等しい。
- 3 電界ベクトルと磁界ベクトルを含む面に垂直で、磁界ベクトルの方向から電界ベクトルの方向に右ねじを回したときに、ねじの進む方向に向いている。
- 4 電界ベクトルと磁界ベクトルの外積である。
- 5 大きさは、自由空間における平面波の電力束密度を表す。

A - 距離 30 [km] のマイクロ波固定通信回線において、周波数が 10 [GHz] で送信機出力が 30 [dBm] のときの受信機入力値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ 30 [dB] 及び 40 [dB]、送信側及び受信側の給電回路の損失をそれぞれ 5 [dB] 及び 6 [dB] とし、大地及び伝搬路周辺の反射物体からの影響は無いものとする。また、自由空間伝搬損失  $L$  (真数) は、送受信アンテナ間の距離を  $d$  [m]、波長を  $\lambda$  [m] とすれば、次式で与えられるものとし、1 [mW] を 0 [dBm]、 $\log 2 = 0.3$ 、 $\lg = 0.5$  とする。

$$L = \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

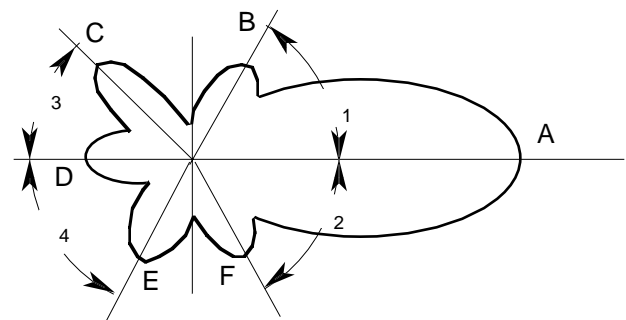
- 1 -53 [dBm]      2 -28 [dBm]      3 -11 [dBm]      4 28 [dBm]      5 53 [dBm]

A - 同じアンテナに対して定義されている利得の大きさを左から小さい順に並べたものとして、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  | 指向性利得 | 絶対利得  |
| 3 相対利得  | 絶対利得  | 指向性利得 |
| 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 - 図に示す電界強度の放射パターンを持つアンテナの前後 (FB) 比の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、メインローブ A の大きさを 0 dB としたとき、B、C、D、E 及び各サイドローブの大きさをそれぞれ -24 [dB]、-30 [dB]、-20 [dB] 及び -22 [dB] とし、また、角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$  及び  $\theta_4$  をそれぞれ 60°、62°、43° 及び 56° とする。

- 1 18 [dB]
- 2 20 [dB]
- 3 22 [dB]
- 4 24 [dB]
- 5 30 [dB]



A - 5 無損失の平行二線式給電線の終端が開放されているとき、終端に最も近い定在波電圧の最小点から終端までの距離  $l_v$  及び終端に最も近い定在波電流の最小点から終端までの距離  $l_i$  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、周波数を 30 [MHz] とし、 $l_v > 0$ 、 $l_i > 0$  とする。

- |            |          |
|------------|----------|
| $l_v$      | $l_i$    |
| 1 2.5 [m]  | 7.5 [m]  |
| 2 2.5 [m]  | 5.0 [m]  |
| 3 5.0 [m]  | 10.0 [m] |
| 4 5.0 [m]  | 2.5 [m]  |
| 5 10.0 [m] | 5.0 [m]  |

- A - 6 次の記述は、円形の開口面アンテナの利得とビームの電力半値幅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、開口面の直径は波長に比べて大きく、波長及び開口効率是一定であり、アンテナの損失はなく、開口面上の電磁界分布は一様であるものとする。

- (1) 利得は、開口面の直径が □ A □ ほど大きくなる。  
 (2) ビームの電力半値幅は、放射特性の最大放射方向を中心として、電界強度がその最大値の □ B □ になる角度の幅であり、開口面の直径が大きいほど小さくなる。  
 (3) 利得は、ビームの電力半値幅が小さいほど □ C □ なる。

	A	B	C
1	小さい	$1/\sqrt{2}$	大きく
2	小さい	$1/2$	小さく
3	大きい	$1/2$	大きく
4	大きい	$1/2$	小さく
5	大きい	$1/\sqrt{2}$	大きく

- A - 7 次の記述は、給電回路で用いられる分岐器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) 一つのアンテナ系を2台以上の送信機で給電する場合に □ A □ が使用される。  
 (2) 1次線路上の入射波及び反射波に比例した電力を、それに結合した2次線路側のそれぞれの端子に分離して取り出す場合に □ B □ が使用される。  
 (3) ハイブリッド回路は、方向性を □ C □ 電力の2等分回路であり、電力分配器、可変減衰器、可変移相器などに広く用いられている。

	A	B	C
1	サーキュレータ	アイソレータ	持たない
2	サーキュレータ	方向性結合器	持った
3	ダイプレクサ	アイソレータ	持った
4	ダイプレクサ	方向性結合器	持った
5	ダイプレクサ	アイソレータ	持たない

- A - 8 方形導波管内を伝送する周波数が10〔GHz〕、管内波長が4〔cm〕の電磁波の位相速度  $v_p$  及び群速度  $v_g$  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、電磁波はTE<sub>10</sub>モードとする。

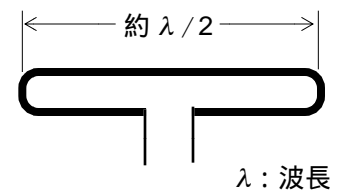
	$v_p$	$v_g$
1	$2.25 \times 10^9$ 〔m/s〕	$4.00 \times 10^7$ 〔m/s〕
2	$4.00 \times 10^8$ 〔m/s〕	$2.25 \times 10^8$ 〔m/s〕
3	$1.20 \times 10^8$ 〔m/s〕	$7.50 \times 10^8$ 〔m/s〕
4	$7.50 \times 10^7$ 〔m/s〕	$1.20 \times 10^9$ 〔m/s〕
5	$4.00 \times 10^7$ 〔m/s〕	$2.25 \times 10^9$ 〔m/s〕

- A - 9 特性インピーダンス  $Z_0$ 〔 〕の平行二線式給電線の線の間隔及び直径をそれぞれ2倍にした。このときの給電線の特性インピーダンスの値として正しいものを下の番号から選べ。

- 1  $Z_0/4$ 〔 〕  
 2  $Z_0/2$ 〔 〕  
 3  $Z_0$ 〔 〕  
 4  $2Z_0$ 〔 〕  
 5  $4Z_0$ 〔 〕

A - 10 次の記述は、図に示す素子の太さが同じ二線式折返し半波長ダイポールアンテナについて述べたものである。□ 内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

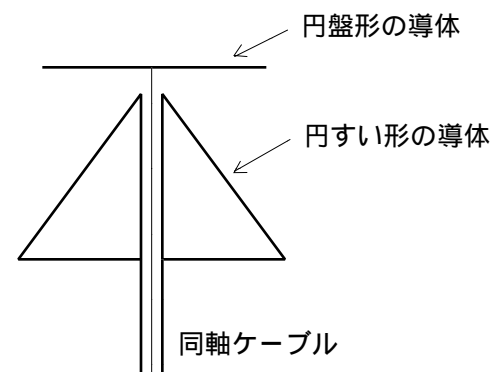
- (1) 2本の素子に流れる電流の方向は、□ A □ である。  
 (2) 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 □ B □ 倍である。  
 (3) 同一電波を受信したときの受信有能電力は、半波長ダイポールアンテナで受信したときの受信有能電力と □ C □ 。



A	B	C
1 反対の向き	4	ほぼ同一である
2 反対の向き	2	大きく異なる
3 同じ向き	2	ほぼ同一である
4 同じ向き	2	大きく異なる
5 同じ向き	4	ほぼ同一である

A - 11 次の記述は、ディスコーン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) 図に示すように、円すい形の導体の頂点に円盤形の導体を置き、円すい形の導体に同軸ケーブルの外部導体を、円盤形の導体に内部導体をそれぞれ接続したものであり、給電点は、円すい形の導体の □ A □ にある。実際には、線状導体を円盤の中心及び円すいの頂点から放射状に配置した構造のことが多い。  
 (2) 水平面内の指向性は、□ B □ あり、垂直偏波の電波の送受信に用いられる。スリーブアンテナやブラウンアンテナに比べて □ C □ 特性である。



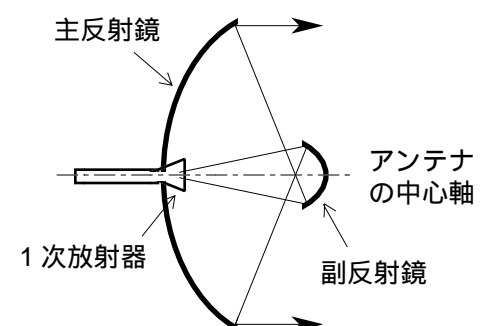
A	B	C
1 頂点	全方向性	広帯域
2 頂点	単方向性	狭帯域
3 底辺	全方向性	狭帯域
4 底辺	単方向性	狭帯域
5 底辺	全方向性	広帯域

A - 12 次の記述は、コリニヤアレー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 垂直半波長ダイポールアンテナを構成単位としたアレーアンテナである。
- 2 構成単位のアンテナを垂直方向に一直線上に等間隔に並べて、隣り合う各素子を互いに同振幅、逆位相の電流で励振する。
- 3 使用可能な周波数範囲を広くするためには、素子の直径  $D$  と長さ  $L$  の比  $(D/L)$  を大きくする。
- 4 水平面内の指向性は、全方向性である。
- 5 構成単位のアンテナの数を増やすと、垂直面内の指向性が鋭くなる。

A - 13 次の記述は、図に示すグレゴリアン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。

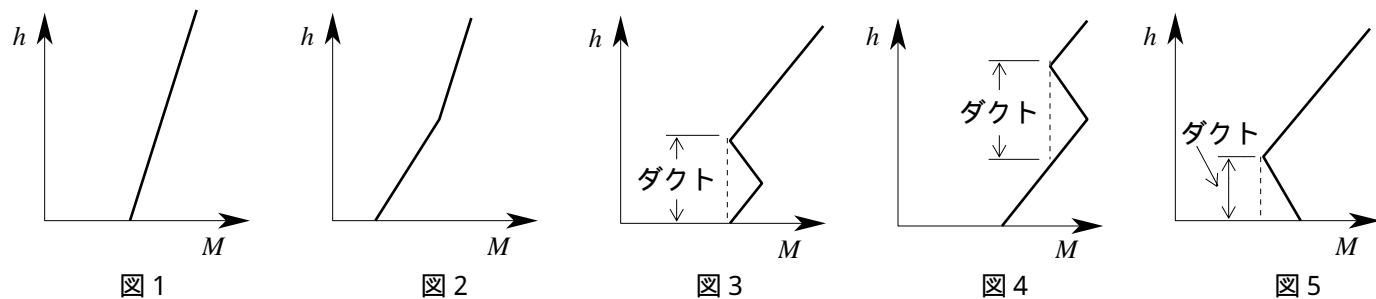
- (1) 図に示すように、主反射鏡に回転放物面、副反射鏡に回転 □ A □ の凹面側を用い、主反射鏡の曲面の焦点と副反射鏡の曲面の一方の焦点を一致させ、他方の焦点と 1 次放射器の励振点（位相中心）を一致させた構造である。  
 (2) パラボラアンテナに比べて反射鏡で生ずる交差偏波成分が □ B □ 。  
 (3) オフセットパラボラアンテナよりもサイドローブが □ C □ 。



A	B	C
1 だ円面	少ない	小さい
2 だ円面	多い	大きい
3 だ円面	少ない	大きい
4 双曲面	多い	大きい
5 双曲面	少ない	小さい

A - 14 次の記述は、図 1 から図 5 は折曲線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。

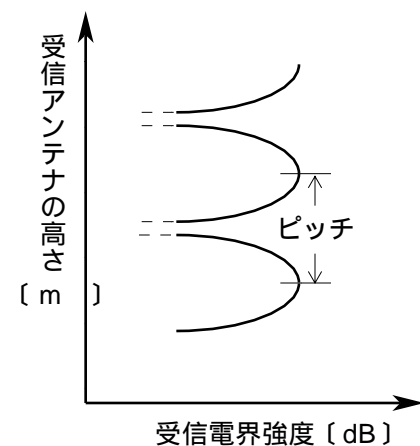
- 1 図1は標準形と呼ばれている。このような大気状態においては、電波通路は高さにかかわらず直線で描くことができる。
- 2 図2は準標準形と呼ばれている。このような大気状態では標準形の場合よりも見通し距離が短くなる。
- 3 図3は接地 S 形ダクトと呼ばれている。このダクトの範囲内の高さから、最大放射角より大きい角度で放射された電波は、ダクト内に閉じ込められて遠方まで到達する。
- 4 図4は上昇 S 形ダクトと呼ばれている。このダクトの範囲内の高さから放射されていったんダクトの外に出た電波は再びダクト内に閉じ込められることはない。
- 5 図5は接地形ダクトと呼ばれている。



$h$ : 地上高、 $M$ : 修正屈折示数

A - 15 超短波 ( VHF ) 帯の電波伝搬において、送信アンテナの高さ、送信周波数、送信電力及び通信距離の条件を一定にして、受信アンテナの高さを変化させて、電界強度を測定すると、図に示すハイトパターンが得られる。この現象に関する記述として、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体平面で、反射係数を  $-1$  とする。

- 1 見通し距離内の電波伝搬における受信電界強度の変化は、直接波と大地反射波の合成によって生ずる。
- 2 大地反射波の位相は、直接波の位相より、通路差による位相差と反射の際に生ずる位相差との和の値だけ遅れる。
- 3 大地反射波と直接波の電界強度の大きさを同じとすれば、両者の位相が同位相のとき、受信電界強度が極大になり、逆位相のときは零となる。
- 4 受信電界強度の極大値は、受信地点の自由空間電界強度のほぼ 4 倍となる。
- 5 ハイトパターンのピッチは、周波数が高くなるほど、狭くなる。



A - 16 次の記述は、電波の伝搬形式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) 対流圏波には、対流圏散乱波、□ A □ などがある。
- (2) □ B □ は、主に短波 ( HF 帯) で用いられる。
- (3) スポラジック E 層反射波は、□ C □ 帯のうち低い周波数帯の通信に混信妨害を与えることがある。

A	B	C
1 回折波	F 層反射波	超短波 ( VHF )
2 回折波	対流圏散乱波	極超短波 ( UHF )
3 回折波	F 層反射波	極超短波 ( UHF )
4 ラジオダクト波	対流圏散乱波	極超短波 ( UHF )
5 ラジオダクト波	F 層反射波	超短波 ( VHF )

A - 17 次の記述は、短波（ HF ）帯の電波伝搬におけるフェージング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) 電離層の臨界周波数は時々刻々変化するので、跳躍距離に対応する電離層の反射点では電波が反射したり突き抜けたりする現象を繰り返し、跳躍距離付近では電界強度が激しく変動する。このようにして発生するフェージングを □ A □ フェージングという。
- (2) 直線偏波で放射された電波は、電離層を通過すると □ B □ となり、電離層の変動によって偏波面が変動する。この電波を一つの直線状アンテナで受信すると誘起電圧が変動する。このようにして発生するフェージングを □ C □ フェージングという。

	A	B	C
1	臨界性	だ円偏波	偏波性
2	臨界性	垂直偏波	$k$ 形
3	臨界性	だ円偏波	$k$ 形
4	跳躍性	垂直偏波	$k$ 形
5	跳躍性	だ円偏波	偏波性

A - 18 次の記述は、電波無響室（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。電波無響室は、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 □ 糝を誘電体表面に塗布したり、誘電体の内部に混入したりしたりする。その形状には、表面を □ C □ にしたものや、平面状で誘電率の異なる材料を層状に重ねたものなどがある。

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

A - 19 次の記述は、無損失の平行二線式給電線に接続されたアンテナの入力抵抗を測定する原理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) 給電線の特性インピーダンスを  $Z_0$  [ ]、アンテナの入力抵抗を  $R$  [ ] とすれば、 $Z_0$  と  $R$  が等しくないと給電線上に定在波が生ずる。このときのアンテナの給電点における定在波電圧は、□ A □ であれば電圧最小（波節）、 $Z_0$  と  $R$  の大小関係が逆であれば電圧最大（波腹）となる。
- (2) 電圧定在波比  $S$  は、給電点における反射係数を  $\Gamma$ 、波腹の電圧を  $V_{\max}$  [ V ]、波節の電圧を  $V_{\min}$  [ V ] とすれば、次式で与えられる。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \square B \square$$

$$\text{ただし、} |\Gamma| = \frac{R - Z_0}{R + Z_0} \quad (Z_0 < R) \quad \text{又は} \quad |\Gamma| = \frac{Z_0 - R}{R + Z_0} \quad (Z_0 > R) \quad \text{とする。}$$

- (3) 給電点の定在波電圧が波腹か波節かを確かめた後、 $V_{\max}$  と  $V_{\min}$  を測定して、 $R$  を次式により求める。

$$R = Z_0 \times \square C \square \quad [ ] \quad (Z_0 < R)$$

$$R = Z_0 \times \square D \square \quad [ ] \quad (Z_0 > R)$$

	A	B	C	D
1	$Z_0 > R$	$(1 +  \Gamma )/(1 -  \Gamma )$	$V_{\max}/V_{\min}$	$V_{\min}/V_{\max}$
2	$Z_0 > R$	$(1 -  \Gamma )/(1 +  \Gamma )$	$V_{\min}/V_{\max}$	$V_{\max}/V_{\min}$
3	$Z_0 < R$	$(1 +  \Gamma )/(1 -  \Gamma )$	$V_{\min}/V_{\max}$	$V_{\max}/V_{\min}$
4	$Z_0 < R$	$(1 -  \Gamma )/(1 +  \Gamma )$	$V_{\min}/V_{\max}$	$V_{\max}/V_{\min}$
5	$Z_0 < R$	$(1 +  \Gamma )/(1 -  \Gamma )$	$V_{\max}/V_{\min}$	$V_{\min}/V_{\max}$

A - 20 次の記述は、図に示す構成例により、電圧定在波比を測定して反射損を求める原理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、電源は、起電力が  $V_0$  [V] で給電線の特性インピーダンスと等しい内部抵抗  $Z_0$  [ ] を持ち、また、無損失の平行二線式給電線の終端には純抵抗負荷が接続されているものとする。

- (1) 給電線上の任意の点から電源側を見たインピーダンスは、常に  $Z_0$  [ ] であるので、負荷側を見たインピーダンスが最大の値  $Z_m$  [ ] となる点に流れる電流を  $I$  [A] とすれば、この点において負荷側に伝送される電力  $P_t$  は、次式となる。

$$P_t = I^2 Z_m = \boxed{A} \times Z_m \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (2) 電圧定在波比を  $S$  とすれば、 $Z_m = S Z_0$  の関係があるから、式 は、次式となる。

$$P_t = \frac{V_0^2}{Z_0} \times \boxed{B} \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (3) 負荷と給電線が整合しているとき  $S=1$  であるから、このときの  $P_t$  を  $P_0$  とすれば、式 から  $P_0$  は、次式となる。

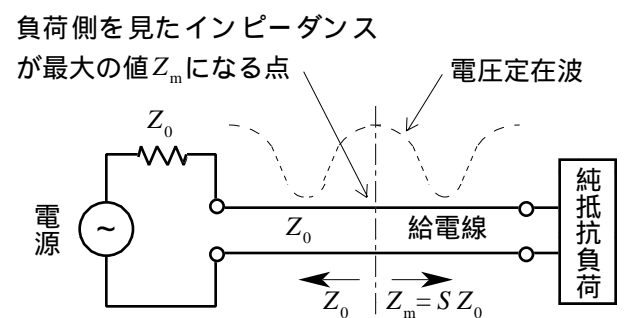
$$P_0 = \boxed{C} \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (4) 負荷と給電線が整合していないときに生ずる反射損  $M$  は、 $P_0$  と  $P_t$  の比であり、式 と から次式となる。

$$M = \frac{P_0}{P_t} = \boxed{D}$$

すなわち、電圧定在波比を測定すれば、反射損を求めることができる。

	A	B	C	D
1	$\left(\frac{V_0}{Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\left(\frac{2}{1+S}\right)^2$	$\frac{V_0^2}{Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
2	$\left(\frac{V_0}{Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4S}$
3	$\left(\frac{V_0}{2Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
4	$\left(\frac{V_0}{2Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\left(\frac{2}{1+S}\right)^2$	$\frac{V_0^2}{Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
5	$\left(\frac{V_0}{2Z_0 + Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4S}$



B - 次の記述は、自由空間を伝搬する平面波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) 平面波は、□ ア □ である。  
 (2) 平面波の速度は真空中の □ イ □ と透磁率によって決まる。  
 (3) 平面波は、進行方向に □ ウ □ な平面上のいたるところで一様な電界及び磁界を持った電磁波である。  
 (4) 平面波の電界と磁界は、時間的には □ エ □ であり、空間的には互いに直角である。  
 (5) 平面波の電界と磁界の大きさの比は、□ オ □ 。

1 一定である	2 垂直	3 横波	4 導電率	5 同位相
6 一定ではない	7 平行	8 縦波	9 誘電率	10 逆位相

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大きい。  
 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、八木アンテナについて述べたものである。□内に入るべき字句を下の番号から選べ。ただし、波長を $\lambda$ 〔m〕とする。

- (1) 放射器として半波長ダイポールアンテナ又は□アが用いられ、反射器は1本、導波器は利得を上げるために複数本用いられることが多い。
- (2) 三素子のときには、素子の長さは、反射器が最も長く、□イが最も短い。
- (3) 通常、放射器と反射器の間隔を□ウ〔m〕程度にして用いる。
- (4) 素子の太さを太くすると、帯域幅がやや□エなる。
- (5) 放射される電波が水平偏波のとき、水平面内の指向性は□オである。

- |             |               |        |                   |        |
|-------------|---------------|--------|-------------------|--------|
| 1 放射器       | 2 $\lambda/4$ | 3 全方向性 | 4 折返し半波長ダイポールアンテナ | 5 狭く   |
| 6 水平ビームアンテナ | 7 導波器         | 8 広く   | 9 $\lambda/2$     | 10 単向性 |

B - 4次の記述は、フェージング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) 同一送信点から放射された電波がいくつかの異なる通路を通過して受信点に到来し、各電波の位相関係が変化するために、それらが合成されて受信されるため起こるフェージングは、□アフェージングと呼ばれ、互いに□イのとき受信電界強度が最大となる。
- (2) 近距離フェージングは、地表波と電離層反射波との干渉により生じ、主として□ウ帯で起こることが多い。
- (3) 伝搬通路がオーロラ帯域に近い場合、電離層の散乱反射が著しいために、伝搬通路がわずかに異なる多数の電波を生じ、これが干渉して周期が非常に□エフェージングが生ずる。このようなフェージングを□オという。

- |              |       |       |             |       |
|--------------|-------|-------|-------------|-------|
| 1 跳躍性フェージング  | 2 同位相 | 3 吸収性 | 4 中波 ( MF ) | 5 遅い  |
| 6 フラッタフェージング | 7 逆位相 | 8 干渉性 | 9 短波 ( HF ) | 10 速い |

B - 5 次の記述は、マジック T によるインピーダンス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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、測定器相互間の整合はとれているものとし、接続部からの反射は無視できるものとする。

- (1) 図において、端子 及び に任意のインピーダンスを接続して、端子 からマイクロ波を入力すると、等分されて端子 及び へ進むが、両端子からの反射波があると、端子 へ出力される。その大きさは、端子 及び からの反射波の大きさの□アである。
- (2) 未知のインピーダンスを測定するには、端子 に標準可変インピーダンス、端子 に被測定インピーダンス、端子 に高周波発振器及び端子 に□イを接続し、標準可変インピーダンスを加減して□イへの出力が□ウになるようにする。このときの標準可変インピーダンスの値が被測定インピーダンスの値である。
- (3) 標準可変インピーダンスに換えて□エを接続し、被測定インピーダンスからの反射電力を測定して、その値から計算により被測定インピーダンスの□オを求めることもできる。

- |       |      |       |      |          |
|-------|------|-------|------|----------|
| 1 差   | 2 最大 | 3 検出器 | 4 位相 | 5 無反射終端  |
| 6 短絡板 | 7 和  | 8 大きさ | 9 零  | 10 可変移相器 |

