

XB003

## 第一級海上無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A-1 自由空間の固有インピーダンス  $Z_0$  [Ω] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、自由空間中の誘電率及び透磁率をそれぞれ  $\epsilon_0$  [F/m]、 $\mu_0$  [H/m] とする。

$$1 \ Z_0 = \frac{\epsilon_0}{\mu_0} \quad 2 \ Z_0 = \left( \frac{\mu_0}{\epsilon_0} \right)^2 \quad 3 \ Z_0 = \left( \frac{\epsilon_0}{\mu_0} \right)^2 \quad 4 \ Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \quad 5 \ Z_0 = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$$

A-2 次の記述は、アンテナの指向性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 送信アンテナの放射電界の方向特性、又は受信アンテナの誘起電圧の方向特性を示す。
- 2 放射電力束密度で表したものと電力パターンという。
- 3 放射電界強度で表したものと電界パターンという。
- 4 可逆性が成立する場合は、同じアンテナを送信に用いたときと受信に用いたときの指向性は等しい。
- 5 アンテナの指向性係数(関数)は、アンテナからの距離に反比例する。

A-3 次の記述は、アンテナの実効面積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  $\lambda$  [m] とする。

(1) アンテナの実効面積を  $S_e$  [m<sup>2</sup>]、等方性アンテナの実効面積を  $S_s$  [m<sup>2</sup>] とすると、アンテナの絶対利得  $G$  は、次式で表される。

$$G = S_e/S_s \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

(2) ここで、アンテナを微小ダイポールとすると、その実効面積は、次式で表される。

$$S_e = \boxed{A} [\text{m}^2] \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

(3) 式①に式②及び微小ダイポールの絶対利得  $\boxed{B}$  (真数)を代入すると、等方性アンテナの実効面積は、次式で表される。

$$S_s = \boxed{C} [\text{m}^2]$$

	A	B	C
1	$\frac{3\lambda^2}{8\pi}$	1.5	$\frac{\lambda^2}{4\pi}$
2	$\frac{3\lambda^2}{8\pi}$	1.0	$\frac{\lambda^2}{4\pi}$
3	$\frac{3\lambda^2}{4\pi}$	1.5	$\frac{\lambda^2}{2\pi}$
4	$\frac{3\lambda^2}{4\pi}$	1.0	$\frac{\lambda^2}{4\pi}$
5	$\frac{3\lambda^2}{8\pi}$	1.5	$\frac{\lambda^2}{2\pi}$

A-4 自由空間において、周波数 100 [MHz] で使用している線状アンテナの放射抵抗が 240 [Ω]、絶対利得が 2 (真数) であるとき、このアンテナの実効長の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの損失はないものとする。

- 1 178 [cm]
- 2 191 [cm]
- 3 217 [cm]
- 4 238 [cm]
- 5 256 [cm]

A-5 同軸ケーブルの内部導体と外部導体の間に充填されている誘電体の比誘電率が4のときの波長短縮率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、同軸ケーブル上の波長は、自由空間の波長を誘電体の比誘電率の平方根で割った値に等しいものとする。

- 1 28 [%]
- 2 35 [%]
- 3 50 [%]
- 4 67 [%]
- 5 80 [%]

A-6 次の記述は、図1に示すように、コイルとコンデンサを用いて無損失給電線と純抵抗負荷を整合させるための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、無損失給電線の特性インピーダンスを $Z_0$  [Ω]、純抵抗負荷を $R$  [Ω]、コイルのインダクタンスを $L$  [H]、コンデンサの静電容量を $C$  [F]及び角周波数を $\omega$  [rad/s]とし、 $Z_0 > R$ とする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図2に示す等価回路において、端子abから給電線側を見たインピーダンス $Z$  [Ω]は、次式で表される。

$$Z = j\omega L + \frac{Z_0}{1+j\omega CZ_0} \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

- (2) 給電線の特性インピーダンスと負荷とを整合させるためには、 $L$ 及び $C$ の値を適当に選んで、 $Z = \boxed{\text{A}}$ とすればよいから、式①を用いて次式のように表される。

$$\boxed{\text{A}} = j\omega L + \frac{Z_0}{1+j\omega CZ_0} \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

式②の両辺に、 $(1+j\omega CZ_0)$ を掛けた式の左辺と右辺の□Bを等しいと置くと、次式が得られる。

$$Z_0(1 - \omega^2 LC) = R \quad \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

また、左辺と右辺の□Cを等しいと置くと、次式が得られる。

$$L = CRZ_0 \quad \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

- (3) 式③と④から、整合条件は、次式となる。

$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \times \boxed{\text{D}} \quad [\text{F}]$$

$$L = \frac{R}{\omega} \times \boxed{\text{D}} \quad [\text{H}]$$

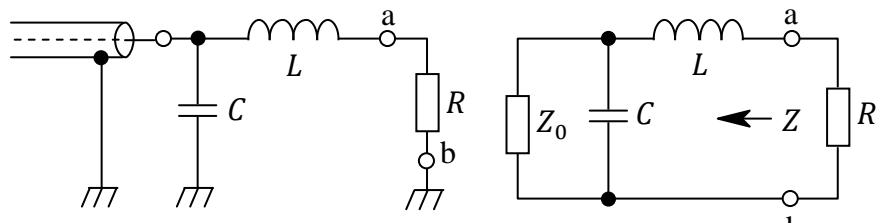
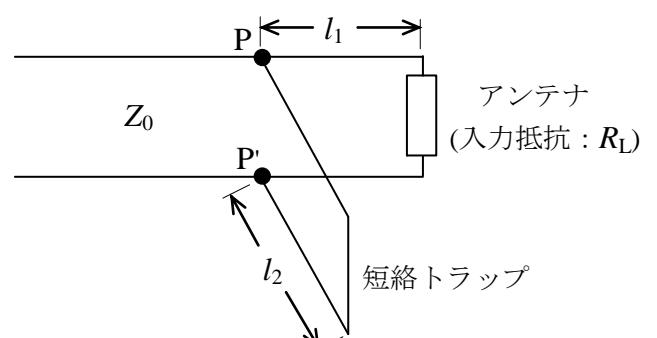


図1

	A	B	C	D
1	$Z_0$	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
2	$Z_0$	虚数部	実数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
3	$R$	虚数部	実数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
4	$R$	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
5	$R$	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$

A-7 次の記述は、図のように特性インピーダンスが $Z_0$  [Ω]の平行二線式給電線と入力抵抗 $R_L$  [Ω]のアンテナを接続した回路の短絡トラップ（スタブ）による整合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。ただし、アンテナ接続点から距離 $l_1$  [m]の点P、P'に、特性インピーダンスが $Z_0$  [Ω]、長さ $l_2$  [m]の短絡トラップが接続され整合しているものとし、給電線は無損失とする。なお、短絡トラップを接続していないとき、点P、P'からアンテナ側を見たアドミタンスは、 $(1/Z_0) + jB$  [S]とする。

- 1 短絡トラップを接続していないとき、定在波電圧が最大又は最小となる点からアンテナ側を見たインピーダンスは、純抵抗である。
- 2 短絡トラップの長さを変えたとき、点P、P'から短絡トラップ側を見たインピーダンスは、変化する。
- 3 短絡トラップが接続され整合しているとき、短絡トラップのアドミタンスは、 $+jB$  [S]である。
- 4 短絡トラップが接続され整合しているとき、点P、P'からアンテナ側を見たアドミタンスは、 $1/Z_0$  [S]である。
- 5 スミスチャートを用いて、 $l_1$ と $l_2$ の大きさを求めることができる。



A-8 次の記述は、各種アンテナの特徴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) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 □ A [dB] である。
- (2) 二線式折返し半波長ダイポールアンテナの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) グレゴリアンアンテナの副反射鏡は、回転 □ C である。

	A	B	C
1	2.15	4	放物面
2	1.64	2	放物面
3	2.15	2	楕円面
4	1.64	4	楕円面
5	2.15	4	楕円面

A-9 半波長ダイポールアンテナを共振状態で用いるために必要な短縮率  $\delta \times 100 [\%]$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射抵抗を  $R [\Omega]$  、アンテナ素子の特性インピーダンスを  $300 [\Omega]$  とすれば、アンテナの入力インピーダンス  $Z_{in}$  は、次式で表されるものとする。

$$Z_{in} = R + j43 - j300\pi\delta [\Omega]$$

- 1 3.3 [%]      2 4.6 [%]      3 6.5 [%]      4 8.8 [%]      5 10.7 [%]

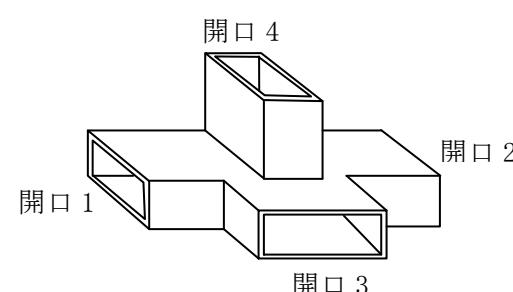
A-10 円形パラボラアンテナを周波数  $12 [\text{GHz}]$  で用いるときの絶対利得を  $40 [\text{dB}]$  とするために必要な開口径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、開口効率を  $0.64$  とする。

- 1 1.0 [m]      2 1.5 [m]      3 2.0 [m]      4 2.8 [m]      5 3.5 [m]

A-11 次の記述は、図に示すマジック T を用いて未知のインピーダンス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、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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 未知のインピーダンスを測定するには、開口 1 に標準可変インピーダンス、開口 2 に被測定インピーダンスを接続し、開口 3 に □ A 、開口 4 に □ B を接続する。
- (2) 標準可変インピーダンスを加減して □ B への出力が □ C 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。

	A	B	C
1	抵抗減衰器	終端抵抗	零
2	抵抗減衰器	検出器(検波器)	最大
3	抵抗減衰器	終端抵抗	最大
4	高周波発振器	検出器(検波器)	零
5	高周波発振器	終端抵抗	最大



A-12 1/4 波長垂直接地アンテナの放射効率を 85 [%] 以上にしたいとき、許容できる接地抵抗の最大値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の高周波抵抗を測定した値は 1 [Ω] であるものとする。また、この高周波抵抗と接地抵抗による損失以外の損失は無視できるものとする。

- 1 3.0 [Ω]      2 5.4 [Ω]      3 8.0 [Ω]      4 12.4 [Ω]      5 15.5 [Ω]

A-13 次の記述は、図に示す電界強度測定器を用いて短波(HF)帯の電波の電界強度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、ループアンテナ及びアンテナ回路(給電線を含む。)は校正されており、ループアンテナの大きさは波長に比べて十分小さく、アンテナ回路の損失は無視するものとする。また、ループアンテナの実効高は 1 [m] を、測定する電波の電界強度は 1 [ $\mu\text{V}/\text{m}$ ] を、受信機の入力電圧及び出力計の電圧は 1 [ $\mu\text{V}$ ] をそれぞれ 0 [dB] とし、減衰器の値を正とする。

- (1) スイッチ SW を a 側に接続して、受信機を測定する電波の周波数に同調させた後、ループアンテナを最高感度の方向に向けて固定する。次に受信機の減衰器を調節して出力計の指示値を適当な値(例えば  $V_0$  [dB])にする。このときの減衰器の読みを  $D_1$  [dB]、測定する電波の電界強度を  $E_x$  [dB]、受信機の利得を  $G_r$  [dB] 及びループアンテナの実効高を  $H_e$  [dB] とすれば、 $V_0$  は、次式で表される。

$$V_0 = E_x + H_e + \boxed{A} [\text{dB}] \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

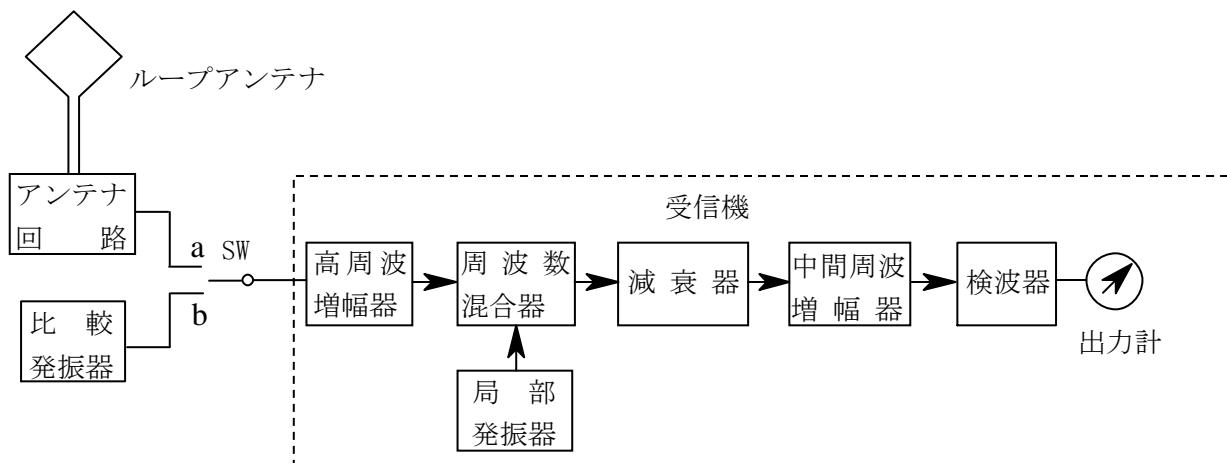
- (2) スイッチ SW を b 側に接続して、比較発振器の周波数を測定する電波の周波数に合わせ、減衰器を調節して出力計の指示値が  $V_0$  [dB] になるようにする。このときの減衰器の値を  $D_2$  [dB]、比較発振器の出力電圧を  $V_s$  [dB] とすれば、 $V_0$  は、次式で表される。

$$V_0 = V_s + \boxed{B} [\text{dB}] \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

- (3) 式①及び②より、 $E_x$  は、次式から計算できる。

$$E_x = V_s - H_e + \boxed{C} [\text{dB}]$$

	A	B	C
1	$G_r + D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$
2	$G_r + D_1$	$G_r + D_2$	$D_1 - D_2$
3	$G_r - D_1$	$G_r - D_2$	$D_1 - D_2$
4	$G_r - D_1$	$G_r + D_2$	$D_2 - D_1$
5	$G_r - D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$



A-14 次の記述は、各周波数帯における電波の伝搬の特徴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) 中波(MF)帯では、主に地表波による伝搬となるが、夜間は  $\boxed{A}$  の消滅により減衰が小さくなるため、電離層反射波も伝搬する。
- (2) 短波(HF)帯では、主に電離層反射波による伝搬であり、電離層の電子密度と電波の発射角などにより、使用できる周波数が決まる。電離層の電子密度は  $\boxed{B}$  や時刻、太陽活動などにより影響を受けて変わる。
- (3) 超短波(VHF)帯では、主に  $\boxed{C}$  による伝搬であり、これに大地反射波が加わる。この周波数帯では、スポラジック E 層(Es)反射により遠距離へ伝搬したり、対流圏散乱波により見通し外へ伝搬することがある。

A	B	C
1 D 層	季節	直接波
2 D 層	気温	地表波
3 D 層	季節	地表波
4 F 層	気温	直接波
5 F 層	季節	地表波

A-15 次の記述は、ラジオダクト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) 海岸付近では、一般に夜間は海上の温度が陸上に比べて高いので陸風が生ずる。そのため A にダクトが発生する。逆に昼間は、海風が生ずるので、B にダクトが発生する。これらのダクトを C によるダクトという。
- (2) 高気圧の中では、乾燥した冷たい空気が蒸発の盛んな海面に近づくと湿度の逆転層を生ずる。これによって生成されるダクトを D によるダクトという。

	A	B	C	D
1	陸上	海上	夜間冷却	前線
2	陸上	海上	移流	沈降
3	海上	陸上	夜間冷却	沈降
4	海上	陸上	夜間冷却	前線
5	海上	陸上	移流	沈降

A-16 次の記述は、ダイバーシティ方式の一つ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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一つの電波を異なる受信点で観測したときの電界強度の変動（フェージング）の相関関係は、一般に受信点間の距離が大きいほど A なる。
- (2) フェージングの影響を軽減するには、相関関係が十分 A なるように相互に離れた複数個の受信点にアンテナを設置し、それらに接続した受信機のうちで最も受信状態の B 受信機に切り換えるか、又は各受信機の出力を合成する。
- (3) 離れた複数個の受信点で同じ信号及び周波数の電波を受信し、フェージングの影響を軽減する方式を C ダイバーシティ方式という。

	A	B	C
1	小さく	良い	スペース（空間）
2	小さく	不安定な	周波数
3	大きく	不安定な	周波数
4	大きく	不安定な	スペース（空間）
5	大きく	良い	周波数

A-17 送受信点間の距離が 50 [km] のとき、周波数 300 [MHz] の電波の自由空間基本伝送損(真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1  $9.9 \times 10^8$       2  $2.5 \times 10^9$       3  $9.9 \times 10^{10}$       4  $3.9 \times 10^{11}$       5  $5.9 \times 10^{12}$

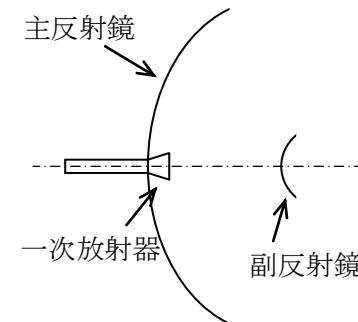
A-18 次の記述は、方形導波管の伝送モードと遮断波長について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 高次モードの遮断波長は、基本モードの遮断波長より短い。
- 2 高次モードの遮断波長は、伝送する電磁波の電力の大きさによって変わる。
- 3 基本モードの遮断波長は、導波管の管軸に直角な断面内壁の長辺の寸法によって決まる。
- 4 基本モードは、TE<sub>10</sub> モードである。
- 5 基本モードは、各モードの中で最も低い周波数の電磁波を伝送できる。

A-19 次の記述は、図に示すカセグレ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。

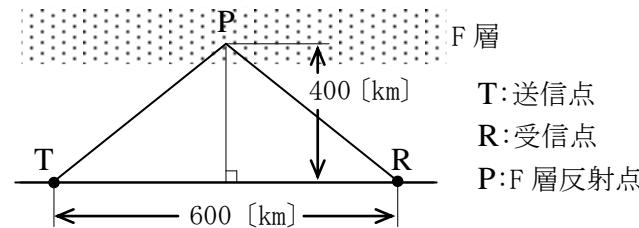
- (1) 回転放物面の主反射鏡、回転 A の副反射鏡及び一次放射器で構成されている。副反射鏡の二つの焦点のうち、一方は主反射鏡の B と、他方は一次放射器の励振点と一致している。
- (2) 一次放射器を主反射鏡の中心付近に置くことができるので、C を短くできる。

A	B	C
1 楕円面	焦点	給電回路
2 楕円面	焦点	焦点距離
3 楕円面	開口面	焦点距離
4 双曲面	開口面	焦点距離
5 双曲面	焦点	給電回路



A-20 図に示すように、F 層の見掛けの高さが 400 [km] で、600 [km] 離れた地点と通信するときの最高使用可能周波数(MUF)が 10 [MHz] であるとき、臨界周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層は大地に平行であるものとする。

- 1 2.5 [MHz]
- 2 5.0 [MHz]
- 3 8.0 [MHz]
- 4 11.0 [MHz]
- 5 13.0 [MHz]



B-1 次の記述は、アンテナの放射電力と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を下の番号から選べ。ただし、アンテナに損失はないものとする。

- (1) アンテナから放射された電波が、アンテナを中心にして、波長及びアンテナの寸法に比べて十分大きい半径の球面を通過するときの電力の流れは、球面に □ ア □ で外に向かっており、その電力束密度  $p$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] は、電界強度を  $E$  [ $\text{V}/\text{m}$ ] 及び自由空間の固有インピーダンスを  $Z_0$  [ $\Omega$ ] とすれば、□ イ □ [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] であり、アンテナから放射される全電力  $P$  [ $\text{W}$ ] は、 $p$  を球面全体について □ ウ □ して得られる。
- (2) アンテナから電波が放射される現象は、給電点に電流  $I$  [ $\text{A}$ ] が流れ全電力  $P$  [ $\text{W}$ ] が □ エ □ によって消費されるから、アンテナの代わりに負荷抵抗  $R$  [ $\Omega$ ] に電流  $I$  [ $\text{A}$ ] が流れ全電力  $P$  [ $\text{W}$ ] が消費されたことと等価である。この抵抗を放射抵抗といい、直接、測定 □ オ □ 量である。

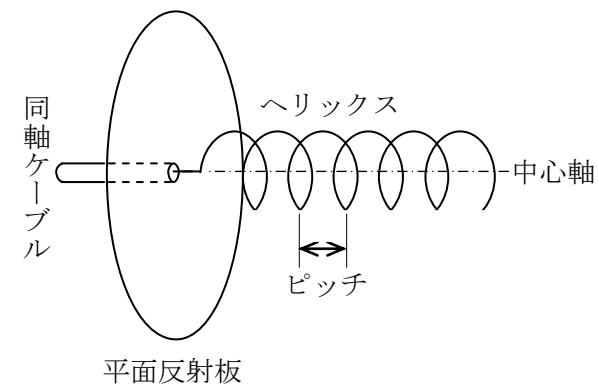
- |      |             |      |      |        |
|------|-------------|------|------|--------|
| 1 平行 | 2 $E/Z_0$   | 3 微分 | 4 放射 | 5 できない |
| 6 垂直 | 7 $E^2/Z_0$ | 8 積分 | 9 吸收 | 10 できる |

B-2 次の記述は、各種の給電線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 平行二線式給電線の特性インピーダンスの大きさは、導線の直径が大きいほど、また、導線間の間隔が狭いほど大きくなる。
- イ 平行二線式給電線は、太さの等しい導線を一定間隔で平行に配置した平衡形の給電線であり、同軸ケーブルに比べて雨風や近接物体などの外部からの影響を受けやすい。
- ウ 同軸ケーブルによって伝送される電磁波は、主に TE 波と TM 波である。
- エ 同軸ケーブルの特性インピーダンスは、一般に平行二線式給電線の特性インピーダンスより大きい。
- オ 導波管は、その管軸に直角な断面が長方形や円形などの導体の管であり、電磁波は、導波管の内部に閉じ込められて伝送され、導波管とその外部との間の電磁的結合はほとんどない。

B-3 次の記述は、図に示すエン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。ただし、平面反射板は十分大きいものとし、ヘリックスの全長は、十分長いものとする。

- (1) ヘリックスの1巻きの長さを約1波長として、中心軸方向に位相が合うようにピッチを調整すると、ヘリックス上に□ア□波電流が流れ、ほぼ□イ□偏波の電波が中心軸方向に放射される。この場合のモードを軸モード（アクシャルモード）という。
- (2) 指向性は、□ウ□である。
- (3) 周波数特性は□エ□であり、主に□オ□帯で用いられる。

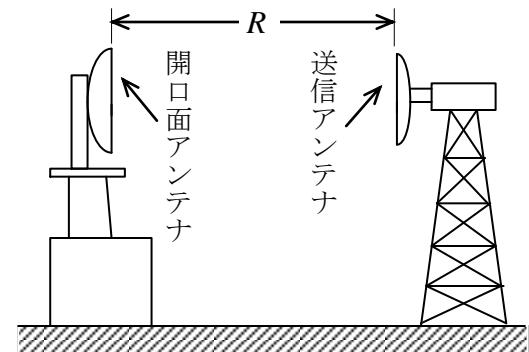


- |      |      |         |       |                        |
|------|------|---------|-------|------------------------|
| 1 進行 | 2 円  | 3 単一指向性 | 4 狹帯域 | 5 中波(MF)～短波(HF)        |
| 6 定在 | 7 直線 | 8 全方向性  | 9 広帯域 | 10 超短波(VHF)～マイクロ波(SHF) |

B-4 次の記述は、図に示す構成例を用いて屋外で開口面アンテナの諸特性を測定する場合の注意事項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) 送信アンテナからの電波が□ア□となるように、開口面アンテナまでの距離R[m]を選ぶ。
- (2) 波長に比べて開口が□イ□ときには、送信及び受信アンテナの開口面の各部からの通路差が誤差の原因となるので、Rは、この誤差が1~2[%]程度以下になる最小測定距離以上で、かつ、電界強度が弱くなりすぎない範囲にする。
- (3) 開口面の各部からの電波の通路差によって生ずる誤差を1~2[%]程度以下にするために必要とする最小測定距離は、両アンテナの開口面の直径をそれぞれD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>[m]、波長をλ[m]とすれば、□ウ□[m]である。
- (4) 大地反射波があるときには、その対策として反射防止板を電波の反射点に立てる。この場合、反射防止板のエッジで□エ□が、エッジに凹凸をつけることでその影響を軽減できる。また、アンテナの高さを□オ□したり、反射角が大きくなるようにして反射波の影響を軽減する。



- |       |       |                          |           |       |
|-------|-------|--------------------------|-----------|-------|
| 1 近傍界 | 2 小さい | 3 $(D_1+D_2)^2/\lambda$  | 4 回折波を生ずる | 5 高く  |
| 6 遠方界 | 7 大きい | 8 $2(D_1+D_2)^2/\lambda$ | 9 吸收される   | 10 低く |

B-5 次の記述は、大気雑音の一つである空電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) 空電は、雷雲中に蓄積された電荷が雲と雲の間及び雲と□ア□の間などで放電する際に生ずる雑音であり、その周波数成分は、約20[MHz]以下が多い。
- (2) 近距離空電と呼ばれる雷放電による空電は、□イ□雑音として、また、遠距離空電と呼ばれる無数の雷放電による空電は、□ウ□雑音として受信される。
- (3) 空電の発生が最も多い地域は□エ□であり、緯度の□オ□地域ほど発生が少ない。

- |        |       |       |           |           |
|--------|-------|-------|-----------|-----------|
| 1 赤道地帯 | 2 衝撃性 | 3 吸収性 | 4 電離層(F層) | 5 低い      |
| 6 高い   | 7 干渉性 | 8 連続性 | 9 極地帯     | 10 地表(海面) |