

GB607

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。このうち誤っている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、静電界である。
- 2 誘導電磁界は、ビオ・サバー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 3 乗に反比例する。
- 3 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波長の $1/(2\pi)$ 倍のとき等しくなる。
- 4 放射電磁界の強度は、微小ダイポールからの距離に反比例する。
- 5 放射電界の位相は、放射磁界の位相と同相である。

A-2 開口面積が $3 \text{ [m}^2\text{]}$ のパラボラアンテナを周波数 6 [GHz] で使用したとき、絶対利得 40 [dB] が得られた。このときのこのアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.60 2 0.66 3 0.72 4 0.76 5 0.80

A-3 次の記述は、アンテナ素子の太さが無視できる半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンス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) 入力インピーダンスの抵抗分は約 $73 \text{ [}\Omega\text{]}$ 、リアクタンス分は約 A である。
- (2) アンテナ素子の長さを変化させたときの抵抗分の変化量は、リアクタンス分の変化量より B 。
- (3) アンテナ素子の長さを半波長より少し C すると、リアクタンス分を零にすることができる。

	A	B	C
1	$43 \text{ [}\Omega\text{]}$	少ない	短く
2	$43 \text{ [}\Omega\text{]}$	多い	短く
3	$43 \text{ [}\Omega\text{]}$	多い	長く
4	$23 \text{ [}\Omega\text{]}$	少ない	短く
5	$23 \text{ [}\Omega\text{]}$	多い	長く

A-4 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 40 [dB] 及び 50 [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ないものとする。また、自由空間基本伝送損 L (真数) は、送受信アンテナ間の距離を $d \text{ [m]}$ 、波長を $\lambda \text{ [m]}$ とすれば、次式で与えられるものとし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、 $\log_{10} \pi = 0.5$ とする。

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

- 1 -55 [dBm] 2 -50 [dBm] 3 -45 [dBm] 4 -37 [dBm] 5 -33 [dBm]

A-5 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 52 2 40 3 33 4 24 5 15

A-6 同軸線路の長さが 200 [m] のときの信号の伝搬時間の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、同軸線路は、無損失で、内部導体と外部導体との間に充填されている絶縁体の比誘電率の値を 2.25 とする。

- 1 $0.25 \text{ [}\mu\text{s]}$ 2 $0.50 \text{ [}\mu\text{s]}$ 3 $0.75 \text{ [}\mu\text{s]}$ 4 $1.00 \text{ [}\mu\text{s]}$ 5 $1.25 \text{ [}\mu\text{s]}$

A-7 次の記述は、図に示す方形導波管を TE₁₀ モードの電波で励振した場合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、励振する電波の波長を λ [m]、自由空間中の電波の速度を c [m/s] とする。

- (1) 遮断波長は、

A

 [m] である。
- (2) 管内波長は、

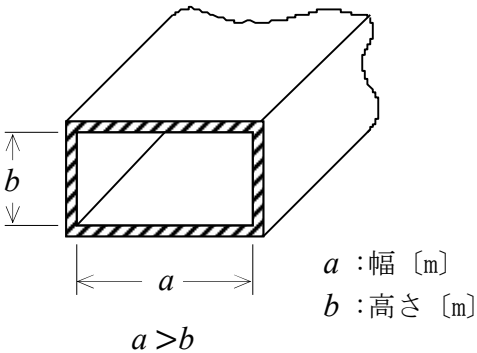
B

 [m] である。
- (3) 群速度は、

C

 [m/s] である。

	A	B	C
1	$2b$	$\lambda/\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
2	$2b$	$\lambda/\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
3	$2a$	$\lambda/\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
4	$2a$	$\lambda/\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
5	$2a$	$\lambda/\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$



A-8 特性インピーダンスが 75 [Ω] の無損失給電線に 50 [Ω] の純抵抗負荷を接続したとき、給電線の電圧定在波の波腹の値が 30 [V] であった。このときの波節の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1
20 [V]
- 2
15 [V]
- 3
12 [V]
- 4
10 [V]
- 5
6 [V]

A-9 次の記述は、分布定数回路で表される伝送線路の減衰定数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
分布定数回路の伝搬定数の実数部をいう。
- 2
高周波では、減衰定数の抵抗損を表す項は、周波数の平方根に比例する。
- 3
高周波では、減衰定数は線路の特性インピーダンスによって変化する。
- 4
高周波では、減衰定数の誘電損を表す項は、周波数に反比例する。
- 5
減衰定数が無視できるとき、その線路は無損失線路として取り扱うことができる。

A-10 次の記述は、図に示す折返し半波長ダイポールアンテナを半波長ダイポールアンテナと比べたとき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。ただし、2本の素子(導線)は同じ太さ及び材質で、きわめて接近して平行であるものとする。また、アンテナの電流分布は、正弦波状とする。

- (1) 2本の素子の長さが 1/2 波長であるので、両素子の電流分布は、半波長ダイポールアンテナと同じ振幅、位相で、向きが等しい分布となる。利得はほぼ同じであるが、入力インピーダンスは約

A

 倍、アンテナの実効長は約

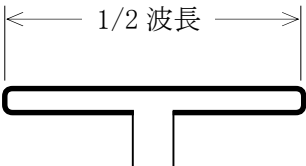
B

 倍になる。
- (2) 半波長ダイポールアンテナより

C

 であり、また、平行二線式給電線との整合がしやすくなる。

	A	B	C
1	2	3	狭帯域
2	2	2	狭帯域
3	4	3	広帯域
4	4	2	広帯域
5	4	2	狭帯域



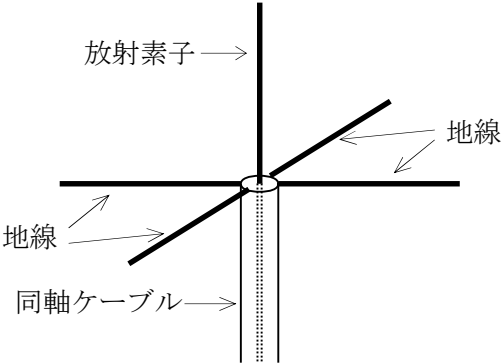
A-11 次の記述は、装荷ダイポールアンテナについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 抵抗装荷は、アンテナの □ A □ を目的として利用される。
- (2) リアクタンス装荷は、長さの短い □ B □ のダイポールアンテナを共振させ、整合をとる目的で利用されるため、帯域が □ C □ なる。

A	B	C
1 信号対雑音比(S/N)の改善	誘導性	広く
2 信号対雑音比(S/N)の改善	容量性	広く
3 広帯域化	誘導性	狭く
4 広帯域化	誘導性	広く
5 広帯域化	容量性	狭く

A-12 次の記述は、図に示すブラウン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 放射素子と4本の地線の長さは、全て約1/4波長である。
- 2 地線は、同軸ケーブルの外部導体に漏れ電流が流れ出すのを防ぐ働きをする。
- 3 入力インピーダンスは、地線の取付け角度(放射素子に対する地線の傾き)によって変化しない。
- 4 放射素子を大地に対して垂直に置いたとき、水平面内の指向性は、ほぼ全方向性である。
- 5 地線は、同軸ケーブルの外部導体に接続されている。



A-13 反射鏡の直径が2[m]の円形パラボラアンテナを周波数20[GHz]で用いたときの絶対利得(真数)が100,000であった。このパラボラアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.47 2 0.57 3 0.63 4 0.72 5 0.86

A-14 次の記述は、電波に対する大気屈折率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 □ に非常に近い値であり、気圧、気温及び湿度の変動によりわずかに変化する。このわずかな変化がマイクロ波(SHF)帯の伝搬に大きな影響を与える。
- (2) 標準大気屈折率は、高さ約1[km]以下では高さとともに直線的に減少するので、地表面に平行に放射された電波は、徐々に □ B □ に凸にわん曲して進む。
- (3) 修正した大気屈折率の高度分布を表す □ C □ が、電波の伝搬状況を把握するために用いられる。

A	B	C
1 1	上方	M 曲線
2 1	下方	M 曲線
3 0	上方	等圧線図
4 0	下方	等圧線図
5 0	下方	M 曲線

A-15 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯やミリ波(EHF)帯の電波の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) 晴天時の大気ガスによる電波の共鳴吸収は、主に酸素及び水蒸気分子によるものであり、100[GHz]以下の周波数では、□ A □ [GHz]付近に水蒸気分子の共鳴周波数が、60[GHz]付近に酸素分子の共鳴周波数がある。
- (2) 降雨による減衰は、雨滴による □ B □ と散乱で生じ、概ね10[GHz]以上で顕著になる。
- (3) 互いに直交する偏波を用いる多重通信では、降雨時に主として雨滴の形状が原因となる両偏波間の結合が生じ、混信を生ずることがある。この場合、一般に雨滴の大きさが □ C □ ほどその影響が強くなる。

A	B	C
1 22	反射	小さくなる
2 22	吸収	大きくなる
3 42	吸収	小さくなる
4 42	吸収	大きくなる
5 42	反射	小さくなる

A-16 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 10^{-3} [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
- 6 [mV/m]
- 2
- 12 [mV/m]
- 3
- 18 [mV/m]
- 4
- 27 [mV/m]
- 5
- 36 [mV/m]

A-17 次の記述は、電離層内を伝搬する電波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)

電波の電離層内における反射に主として影響を及ぼすのは、電波の □ A □、電離層への入射角及び電離層の電子密度である。□ A □ を変えないで、電離層への入射角を変えていくと、電波の反射する高さが変化する。入射角を □ B □ し過ぎると、電波は電離層を突き抜けてしまう。
- (2)

電離層内では、電磁エネルギーが電子に移り、電子が分子、原子に衝突してこのエネルギーが熱に変わることによって電波が減衰する。電波が電離層を通過するときに生ずる減衰を □ C □ という。

A	B	C
1 周波数	大きく	第 2 種減衰
2 周波数	大きく	第 1 種減衰
3 周波数	小さく	第 1 種減衰
4 電界強度	大きく	第 1 種減衰
5 電界強度	小さく	第 2 種減衰

A-18 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] で給電線の実特性インピーダンスと等しい内部抵抗 Z_0 [Ω] 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 [Ω] 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 [Ω] 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。

$$P_t = I^2 Z_m = \text{□ A □} \times Z_m \text{ [W]} \cdots \cdots \text{①}$$

- (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①は、次式となる。

$$P_t = \frac{V_0^2}{Z_0} \times \text{□ B □} \text{ [W]} \cdots \cdots \text{②}$$

- (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②から P_0 は、次式となる。

$$P_0 = \text{□ C □} \text{ [W]} \cdots \cdots \text{③}$$

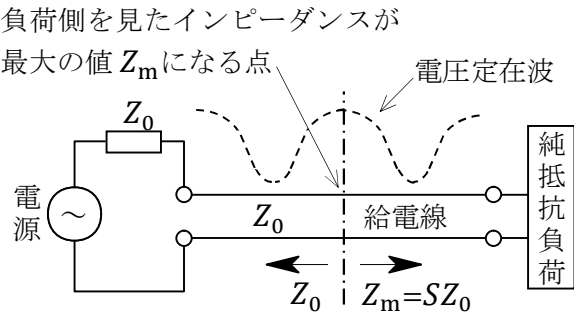
- (4)

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②と③から次式となる。

$$M = \frac{P_0}{P_t} = \text{□ D □}$$

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。

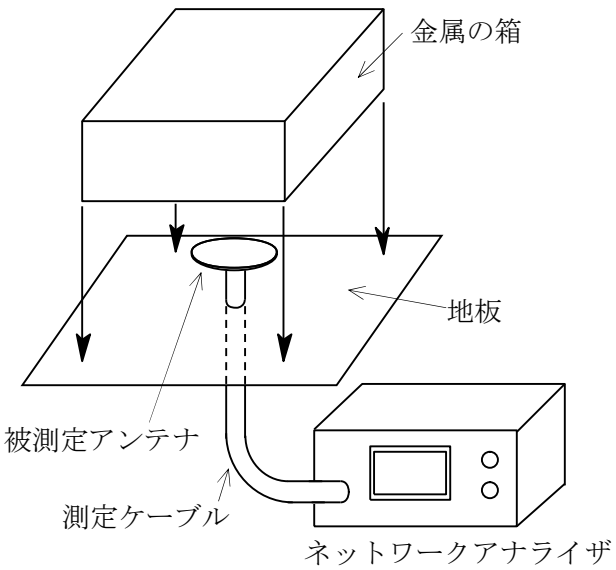
A	B	C	D
1 $\left(\frac{V_0}{2Z_0+Z_m}\right)^2$	$\left(\frac{2}{1+S}\right)^2$	$\frac{V_0^2}{Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4}$
2 $\left(\frac{V_0}{2Z_0+Z_m}\right)^2$	$\frac{S}{(1+S)^2}$	$\frac{V_0^2}{4Z_0}$	$\frac{(1+S)^2}{4S}$
3 $\left(\frac{V_0}{Z_0+Z_m}\right)^2$	$\left(\frac{2}{1+S}\right)^2$	$\frac{V_0^2}{Z_0}$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



A-19 次の記述は、図に示す小形アンテナの放射効率を測定する Wheeler cap（ウィーラー・キャップ）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、金属の箱及び地板の大きさ及び材質は、測定条件を満たしており、アンテナの位置は、箱の中央部に置いて測定するものとする。また、金属の箱の有無にかかわらず、アンテナ電流を一定とし、被測定アンテナは直列共振形とする。なお、同じ記号の 内には、同じ字句が入るものとする。

- 図に示すように、地板の上に置いた被測定アンテナに、アンテナ電流の分布を乱さないよう適当な形及び大きさの金属の箱をかぶせて地板との間に隙間がないように密閉し、被測定アンテナの入力インピーダンスの A を測定する。この値は、アンテナからの放射がないので、アンテナの B とみなせる。
- 次に金属の箱を取り除いて、同様に、被測定アンテナの入力インピーダンスの A を測定する。この値はアンテナの B と C の和である。
- 放射効率は、(1)と(2)の測定値の差から求められる C を(2)で測定した A で割った値で表される。

	A	B	C
1	実数部	損失抵抗	放射抵抗
2	実数部	絶縁抵抗	損失抵抗
3	虚数部	絶縁抵抗	損失抵抗
4	虚数部	損失抵抗	放射抵抗
5	虚数部	放射抵抗	損失抵抗



A-20 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。

- 給電線の特性インピーダンスを Z_0 [Ω]、アンテナの入力抵抗を R [Ω] 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 であれば電圧最大（波腹）、 Z_0 と R の大小関係が逆であれば電圧最小（波節）となる。
- 電圧定在波比 S は、給電点における反射係数を Γ 、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。

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

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

- 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。
 $R = Z_0 \times \text{ C$ [Ω] ($Z_0 < R$)
 $R = Z_0 \times \text{ D$ [Ω] ($Z_0 > R$)

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

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。
 $E =$ ア 〔V/m〕 ①
- (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。
 $l_e =$ イ 〔m〕 ②
- (3) アンテナからの放射電力を P_t 〔W〕、放射抵抗を R_r 〔 Ω 〕とすれば、給電点の電流 I_0 は、次式で表される。
 $I_0 =$ ウ 〔A〕 ③
- (4) 式①に式②及び③を代入すると、 E は、次式で表される。
 $E =$ エ 〔V/m〕 ④
- (5) 式④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。
 $E \doteq$ オ 〔V/m〕

1 $\frac{45\pi I_0 l_e}{\lambda d}$
2 $\frac{2\lambda}{\pi}$
3 $\sqrt{\frac{P_t}{R_r}}$
4 $\frac{1}{d} \sqrt{\frac{8,100 P_t}{R_r}}$
5 $\frac{7\sqrt{P_t}}{d}$

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

B-2 次の記述は、方形導波管と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を下の番号から選べ。

- (1) 方形導波管は、その遮断周波数より低い周波数の電磁波を ア 。また、方形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 イ 。
- (2) マイクロストリップ線路は、導体基板の上に大きな比誘電率を持つ厚さが薄い誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さが極めて薄い ウ を密着させたものである。 エ された線路であり、外部から雑音等が混入することがあるが、回路やアンテナを同一面に構成できる利点がある。
- (3) 方形導波管内を伝搬する電磁波は、TE波又はTM波であり、マイクロストリップ線路を伝搬する電磁波は、近似的に オ である。
- 1 伝送できる 2 伝送できない 3 絶縁体 4 導体 5 TE波
6 高い 7 低い 8 開放 9 密閉 10 TEM波

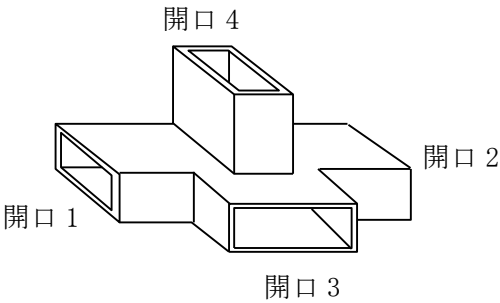
B-3 次の記述は、扇形ホーンアンテナについて述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 方形導波管の終端を開放し、その断面の片方の幅のみを徐々に広げて所定の大きさにしたものである。
- イ H面扇形ホーンとE面扇形ホーンがある。
- ウ 開口面積を一定にしたまま、ホーンの長さを長くしても利得は変化しない。
- エ 放射される電波は、開口面上で平面波である。
- オ ホーンの長さを一定にしたまま、ホーンの開き角を大きくすればするほど利得は大きくなる。

- B-4 次の記述は、各周波数帯における電波の伝搬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 長波(LF)帯では、日の出及び日没のときに受信電界強度が急に強くなる日出日没現象がある。
- イ 中波(MF)帯では、昼間は電離層(D層)で吸収されるので地表波のみが伝搬するが、夜間はD層が消滅するため電離層(E層)反射波も伝搬する。
- ウ 短波(HF)帯は、主に電離層伝搬であり、電離層による吸収及び反射の影響が大きく、昼夜、季節、太陽活動などの変化により最適の伝搬周波数が異なる。
- エ 超短波(VHF)帯では、一年を通じて電離層を突き抜けるので、電離層からの反射波はない。
- オ マイクロ波(SHF)帯及びミリ波(EHF)帯では、降雨により地上系固定通信の交差偏波識別度が劣化することがある。

- 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、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) 図において、開口1及び2に任意のインピーダンスを接続して、開口3からマイクロ波を入力すると、等分されて開口1及び2へ進むが、両開口からの反射波があると、開口4へ出力される。その大きさは、開口1及び2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、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、開口3に高周波発振器及び開口4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 可変移相器 | 3 最大 | 4 無反射終端 | 5 位相 |
| 6 和 | 7 検出器 | 8 最小 | 9 短絡板 | 10 大きさ |