

XB803

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 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。
- 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
 - 電界ベクトルと磁界ベクトルのなす面に垂直で、電界ベクトルの方向から磁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。
 - 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。
 - 大きさは、単位面積を単位時間に通過する電磁エネルギーを表す。
 - 電界ベクトルと磁界ベクトルの内積である。

- A-2 絶対利得が 33 [dB] のアンテナの指向性利得の値として、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 0.8 とする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。
- 14 [dB]
 - 19 [dB]
 - 24 [dB]
 - 29 [dB]
 - 34 [dB]

- A-3 次の記述は、送信アンテナを受信アンテナに用いたときの可逆関係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。
- 一般に、利得の可逆関係は、成立 A 。
 - 一般に、入力（給電点）インピーダンスの可逆関係は、成立 B 。
 - 一般に、アンテナの電流分布の可逆関係は、成立 C 。

	A	B	C
1	しない	する	しない
2	しない	しない	する
3	する	しない	しない
4	する	する	しない
5	する	しない	する

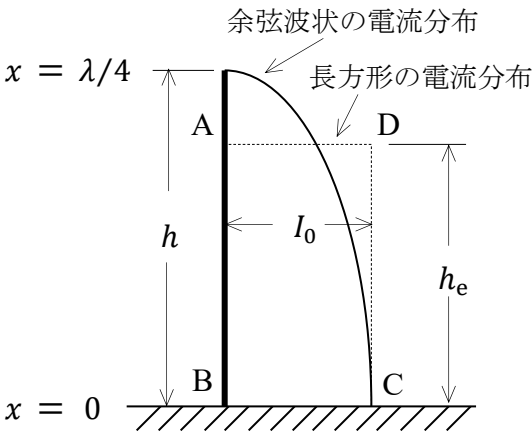
- A-4 次の記述は、図に示す高さが h [m] の 1/4 波長接地アンテナの実効高を求める過程について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、1/4 波長接地アンテナ上における電流は余弦波状に分布しており、実効高は、この電流分布の面積と長方形の電流分布 ABCD の面積とが等しいとして求められるものとする。
- 余弦波状の電流分布に沿って $x = 0$ から $x = \lambda/4$ まで積分して、その面積 S を求めると、次式のようなになる。ただし、波長を λ [m]、電流分布の最大振幅を I_0 [A] とし、アンテナ基部から頂点方向への距離を x [m] とする。

$$\begin{aligned}
 S &= \int_0^{\lambda/4} I_0 \cos \text{ A } dx \\
 &= \frac{\lambda I_0}{2\pi} \text{ B } = \frac{\lambda I_0}{2\pi} \text{ [Am] }
 \end{aligned}$$

- 長方形の電流分布では、距離 x にらず電流 I_0 [A] が一様に分布するものと仮定するので、実効高 h_e [m] を h で表すと、以下のようなになる。

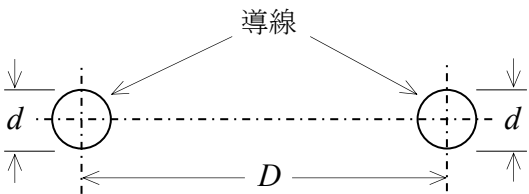
$$h_e = \frac{S}{I_0} = \text{ C } \text{ [m] }$$

	A	B	C
1	$\left(\frac{\pi}{\lambda}x\right)$	$\left[\sin\left(\frac{\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$	$\frac{2h}{\pi}$
2	$\left(\frac{\pi}{\lambda}x\right)$	$\left[\cos\left(\frac{\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$	$\frac{h}{\pi}$
3	$\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$	$\left[\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$	$\frac{h}{\pi}$
4	$\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$	$\left[\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$	$\frac{h}{\pi}$
5	$\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$	$\left[\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$	$\frac{2h}{\pi}$



A-5 図に示す導線の直径 d が 2 [mm]、線間距離 D が 200 [mm] の無損失の平行二線式給電線の特性インピーダンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 750 [Ω]
- 2 635 [Ω]
- 3 535 [Ω]
- 4 505 [Ω]
- 5 480 [Ω]



A-6 次の記述は、終端が短絡又は開放された無損失給電線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) 入力端から見たインピーダンスは、給電線が 1/4 波長未満の長さのとき、終端が開放されている場合は □ A □、短絡されている場合は □ B □ であり、その大きさは、給電線の □ C □ によって変わる。
- (2) 終端を短絡した給電線は、給電回路の整合に用いられ、これをトラップ、又は □ D □ と呼ぶ。

A	B	C	D
1 容量性	誘導性	定在波比	バラン
2 容量性	誘導性	長さ	スタブ
3 誘導性	容量性	定在波比	バラン
4 誘導性	容量性	長さ	バラン
5 誘導性	容量性	長さ	スタブ

A-7 無損失給電線の位相定数 β [rad/m] と特性インピーダンス Z_0 [Ω] を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を ω [rad/s] とし、単位長さ当たりの静電容量及び自己インダクタンスをそれぞれ C [F/m] 及び L [H/m] とする。

1 $\beta \doteq \omega\sqrt{LC}$ [rad/m]	$Z_0 \doteq \sqrt{L/C}$ [Ω]
2 $\beta \doteq \omega\sqrt{LC}$ [rad/m]	$Z_0 \doteq \omega\sqrt{L/C}$ [Ω]
3 $\beta \doteq \sqrt{L/C}$ [rad/m]	$Z_0 \doteq \omega\sqrt{L/C}$ [Ω]
4 $\beta \doteq \sqrt{L/C}$ [rad/m]	$Z_0 \doteq 1/\sqrt{L/C}$ [Ω]
5 $\beta \doteq 1/\sqrt{LC}$ [rad/m]	$Z_0 \doteq \sqrt{L/C}$ [Ω]

A-8 次の記述は、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 Z は、抵抗分を R [Ω]、リアクタンス分を X [Ω] とすれば、次式で表される。
 $Z = R + jX \doteq$ □ A □ $+ j42.5$ [Ω]
- (2) アンテナの長さを変化させたとき、その長さが半波長より短いほど上式の R と X は、□ B □ なる。また、その変化の割合は、 R より X の方が □ C □。

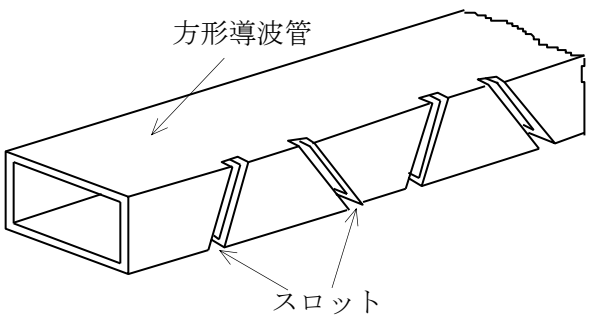
A	B	C
1 22.5	小さく	大きい
2 22.5	大きく	小さい
3 22.5	小さく	小さい
4 73.1	小さく	大きい
5 73.1	大きく	小さい

A-9 周波数 20 [GHz] で絶対利得 2,160 (真数) を得るために必要とする円形パラボラアンテナの直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの開口効率を 0.6 とする。

- 1 0.96 [m]
- 2 0.75 [m]
- 3 0.68 [m]
- 4 0.48 [m]
- 5 0.30 [m]

A-10 次の記述は、図に示すスロットアレーアンテナの一般的な特徴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、方形導波管はH面が大地に平行に置かれており、管内を伝搬する電磁波はTE₁₀モードとする。

- 1 一定の長さの方形導波管の短辺側面に、スロットを数十個から百個程度設けた構造である。
- 2 指向特性は、水平面内で非常に鋭く、垂直面内では広いファンビームとなる。
- 3 スロットの間隔は、管内波長の1/4にした共振形とそれよりやや広くした非共振形とがある。
- 4 交互に斜めに配置したスロットの一对から放射される電波の電界の水平成分は同位相であり、垂直成分は逆位相である。
- 5 アンテナ全体から放射される電波の合成電界の方向は水平であり、水平偏波を放射する。



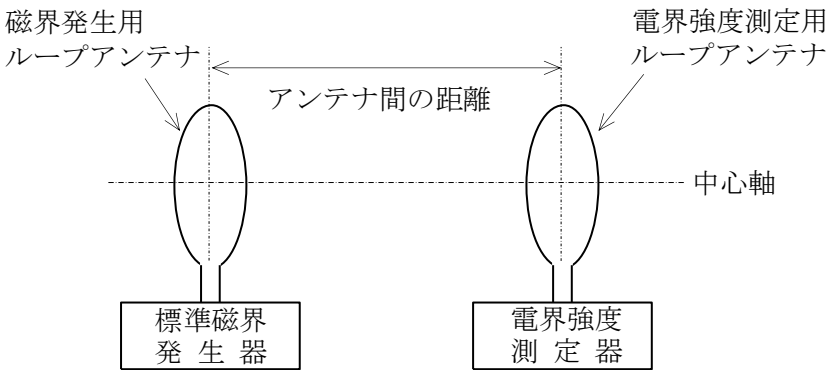
A-11 6 [MHz] の線状アンテナの指向性を測定するために必要な送信アンテナと受信アンテナ間の最小距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナと受信アンテナは同じものとし、その最大寸法は波長に比べて十分小さいものとする。

- 1 100 [m]
- 2 150 [m]
- 3 200 [m]
- 4 250 [m]
- 5 300 [m]

A-12 次の記述は、図に示すような構成で、標準磁界発生器を用いて短波 (HF) 帯用の電界強度測定器を校正するための手順及び考慮すべき事項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、ループ面の直径は波長に比べて十分小さいものとする。

- (1) この校正における標準電界は、通常 □ A □ が多く用いられている。校正に必要とする電界強度が得られるように □ B □ ループアンテナの電流及び両アンテナ間の距離を決める。このとき、アンテナの形状、寸法、アンテナ電流及びある点における電界強度の関係を計算により作成した曲線を用いる。
- (2) 磁界発生用ループアンテナと校正しようとする電界強度測定器の測定用ループアンテナの距離を(1)で決めた距離とし、両アンテナの中心を一直線上に置き、電界強度測定用アンテナのループ面がこの中心軸に対して垂直になるように設置する。このとき両アンテナのループ面が互いに □ C □ になるように配置する。
- (3) 標準磁界発生器の周波数を電界強度測定器の測定しようとする周波数に合わせ、□ B □ ループアンテナの電流の大きさを必要な値に調整する。電界強度測定器で測定して得られた電界強度と計算により求めた電界強度の値との偏差を求め、電界強度測定器を校正する。

A	B	C
1 誘導電磁界	電界強度測定用	平行
2 誘導電磁界	磁界発生用	平行
3 誘導電磁界	電界強度測定用	直角
4 静電界	電界強度測定用	平行
5 静電界	磁界発生用	直角



A-13 次の記述は、平行二線式給電線にトラップ回路を取り付け、給電線に流れる第2高調波電流を抑圧する方法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。ただし、図1は長さ l_1 の終端開放、図2は長さ l_2 の終端短絡のものを示すものとする。

- 1 図1で、長さ l_1 を基本波の波長の1/2にする。
- 2 図1で、長さ l_1 を基本波の波長の1/3にする。
- 3 図1で、長さ l_1 を基本波の波長の1/4にする。
- 4 図2で、長さ l_2 を基本波の波長の1/4にする。
- 5 図2で、長さ l_2 を基本波の波長の1/2にする。

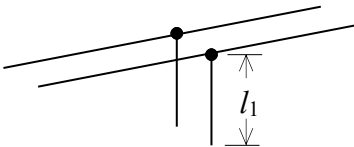


図 1

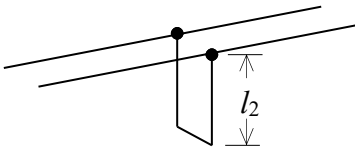


図 2

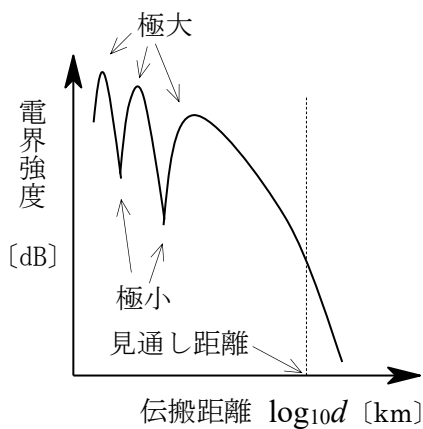
A-14 自由空間において、絶対利得 8,000 (真数) のアンテナに 2 [W] の電力を供給して放射された電波を、絶対利得 8,000 (真数) のアンテナを用いて受信したとき、自由空間基本伝送損が 135 [dB] であった。このときの受信有能電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とし、給電系の損失はないものとする。

- 1 -18 [dBm]
- 2 -21 [dBm]
- 3 -24 [dBm]
- 4 -27 [dBm]
- 5 -30 [dBm]

A-15 次の記述は、図に示す超短波 (VHF) 帯の地上波の球面大地上の電界強度と伝搬距離との関係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、大地は滑らかな完全導体とする。

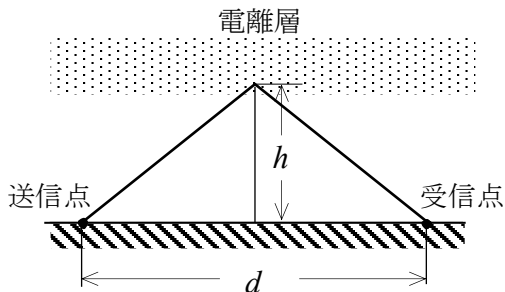
- (1) 見通し距離内の伝搬の場合、電界強度は、主として直接波と大地反射波の合成されたものである。
- (2) 電界強度の極大値のうち最も大きなものは、自由空間電界強度の約 A 倍の値である。
- (3) 電界強度の極小値は、常に自由空間電界強度 B 。
- (4) 送受信条件が同じ場合、見通し距離より遠方の点の超短波 (VHF) 帯の電界強度は、極超短波 (UHF) 帯の電界強度より C 。

	A	B	C
1	2	より小さい	大きい
2	2	とほぼ同じである	小さい
3	1.5	より小さい	小さい
4	1.5	より小さい	大きい
5	1.5	とほぼ同じである	小さい



A-16 図に示すように、臨界周波数が 8 [MHz] の電離層の下で、全方向性アンテナから周波数 16 [MHz] の電波を送信したとき、跳躍距離 d が 1,200 [km] であった。このときの電離層の見掛けの高さ h の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、水平な大地に平行であるものとする。また、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

- 1 154 [km]
- 2 289 [km]
- 3 347 [km]
- 4 729 [km]
- 5 929 [km]



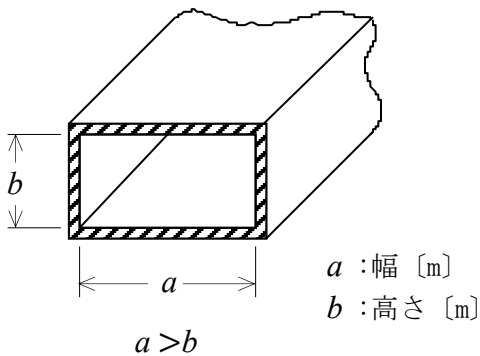
A-17 自由空間において、半波長ダイポールアンテナから最大放射方向へ 60 [km] 離れた点における電界強度が 3 [mV/m] のとき、アンテナの給電電流の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、半波長ダイポールアンテナの実効長 h_e は、波長が λ [m] のとき、 $h_e = \lambda/\pi$ [m] とする。また、半波長ダイポールアンテナの損失は無視するものとする。

- 1 4.0 [A]
- 2 3.5 [A]
- 3 3.0 [A]
- 4 2.5 [A]
- 5 2.0 [A]

A-18 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	$2a$	$\lambda/\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
4	$2a$	$\lambda/\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
5	$2a$	$\lambda/\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$



A-19 次の記述は、角すいホ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) 方形導波管の終端を角すい状に広げて、導波管と自由空間の固有インピーダンスの整合をとり、□A□を少なくして、導波管で伝送されてきた電磁波を自由空間に効率よく放射する。
- (2) 角すいホーンの開口面積を一定にしたまま、ホーンの長さを□B□すると、利得が増加する。
- (3) 角すいホーンの長さを一定にしたまま、開き角を変えると、ある開き角で利得が□C□となる。

	A	B	C
1	屈折	長く	最大
2	屈折	短く	最小
3	反射	長く	最大
4	反射	長く	最小
5	反射	短く	最小

A-20 送信電力 30〔W〕、周波数 150〔MHz〕の電波を絶対利得 20〔dB〕の送信アンテナから放射したとき、送信点から 15〔km〕離れた地上高 10〔m〕の点における電界強度が 10〔mV/m〕であった。このときの送信アンテナの地上高の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、直接波と大地反射波による位相差は 0.5〔rad〕より小さいものとし、電界強度 E は、次式で表されるものとする。また、アンテナの損失はないものとする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \text{〔V/m〕}$$

E_0 :自由空間の電界強度〔V/m〕、 λ :波長〔m〕
 h_1, h_2 :送信及び受信アンテナの地上高〔m〕、 d :送受信点間の距離〔m〕

1 150〔m〕 2 120〔m〕 3 90〔m〕 4 60〔m〕 5 30〔m〕

B-1 次の記述は、送信点から十分遠方における電界強度の計算式を誘導する過程を述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 等方性アンテナの放射電力を P_0 〔W〕とすると、そのアンテナから半径 d 〔m〕の球面を通過する電波の単位面積当たりの電力 w は次式によって表される。
 $w = \square{\text{ア}} \text{〔W/m}^2\text{〕} \cdots \cdots \text{①}$
- (2) 一方、ポインティング電力(電力束密度) p は、電界強度 E 〔V/m〕、磁界強度 H 〔A/m〕を用いて、次式で表すことができる。
 $p = \square{\text{イ}} \text{〔W/m}^2\text{〕} \cdots \cdots \text{②}$
自由空間の固有インピーダンスを Z_0 〔 Ω 〕とすれば、 E と H との間には $E = Z_0 H$ の関係がある。 $Z_0 = \square{\text{ウ}} \text{〔}\Omega\text{〕}$ を代入して、式②は次式となる。
 $p = \square{\text{エ}} \text{〔W/m}^2\text{〕} \cdots \cdots \text{③}$
- (3) 等方性アンテナから距離 d の点における E は、式①と③から、次式となる。
 $E = \square{\text{オ}} \text{〔V/m〕}$

1	$\frac{P_0}{4\pi d^2}$	2	EH	3	60π	4	$\frac{E^2}{30\pi}$	5	$\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$
6	$\frac{\sqrt{P_0}}{4\pi d^2}$	7	$\frac{H}{E}$	8	120π	9	$\frac{E^2}{120\pi}$	10	$\frac{\sqrt{45P_0}}{d}$

B-2 次の記述は、整合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) 給電線の実性インピーダンスと給電線に接続されているアンテナや送受信機の入力又は出力インピーダンスが□ア□と、これらの接続点から反射波が生じ、電力の□イ□が低下する。これを防ぐため、これらの接続点にインピーダンス整合回路を挿入して整合をとる。
- (2) 同軸給電線のような□ウ□とダイポールアンテナのような平衡回路を直接接続すると、平衡回路に□エ□が流れ、送信や受信に悪影響が生じる。これを防ぐため、二つの回路の間に□オ□を挿入して、整合をとる。

1 等しい	2 伝送効率	3 不平衡回路	4 平衡電流	5 アイソレータ
6 異なる	7 反射効率	8 平衡回路	9 不平衡電流	10 バラン

B-3 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) 装荷ダイポールアンテナは、必要とするアンテナ特性を得るためにアンテナ上の適当な位置（複数可）にインピーダンスなどを装荷したアンテナであり、アンテナ上の □ア□ を制御して、所要のアンテナ特性を得るために用いられる。装荷する位置が給電点に近いときには、 □イ□ と呼ばれ、アンテナの先端に近いときには、先端装荷と呼ばれる。
- (2) 装荷ダイポールアンテナは、容量性になっているダイポールアンテナに □ウ□ を装荷し共振させて整合をとる □ウ□ 装荷、主としてアンテナの先端の近くに □エ□ を装荷しダイポールアンテナを小形化する □エ□ 装荷などがある。
- (3) 抵抗装荷は、ダイポールアンテナの □オ□ を目的としている。

- | | | | | |
|--------|--------|---------|---------|------------|
| 1 電流分布 | 2 中央装荷 | 3 広帯域整合 | 4 抵抗 | 5 インダクタンス |
| 6 位相分布 | 7 底辺装荷 | 8 高効率整合 | 9 ダイオード | 10 キャパシタンス |

B-4 次の記述は、超短波 (VHF) 帯の電波が見通し外まで伝搬する場合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) 球面大地上の電波の回り込み現象及びナイフエッジ状の地形などによる □ア□ により、見通し外まで伝搬する。
- (2) 電離層において夏季に発生することのある □イ□ による反射により、見通し外まで伝搬する。
- (3) 大気や電離層の組成の局所的な乱れによる □ウ□ により、見通し外まで伝搬する。
- (4) 大気中に発生する □エ□ の異常な分布により M 曲線が負の傾斜をもつとき、これにより形成される □オ□ 内を電波が見通し外まで伝搬する。

- | | | | | |
|------|-------------------|------|-------|----------|
| 1 吸収 | 2 フレネルゾーン | 3 海面 | 4 屈折率 | 5 ラジオダクト |
| 6 回折 | 7 スポラジック E 層 (Es) | 8 散乱 | 9 導電率 | 10 磁気嵐 |

B-5 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を下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とし、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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 半波長ダイポールアンテナに平面反射板又は金属すだれを組み合わせた構造であり、金属すだれは半波長ダイポールアンテナ素子に平行に導体棒を並べたもので、導体棒の間隔は平面反射板と等価な反射特性を得るために約 □ア□ 以下にする必要がある。
- (2) 開き角は、 □イ□ 又は 90 度の場合などがあり、半波長ダイポールアンテナとその影像の合計数は、 □イ□ では 6 個、90 度では □ウ□ であり、これらの複数のアンテナの効果により、半波長ダイポールアンテナ単体の場合よりも鋭い指向性と大きな利得が得られる。
- (3) アンテナパターンは、2 つ折りにした平面反射板又は金属すだれ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] によって大きく変わる。理論的には、開き角が 90 度のとき、 $d =$ □エ□ では指向性が二つに割れて正面方向では零になり、 $d = 3\lambda/2$ では主ビームは鋭くなるがサイドローブを生じる。一般に、 □オ□ となるように d を $\lambda/4 \sim 3\lambda/4$ の範囲で調整する。

- | | | | | |
|----------------|--------|-------|---------------|----------|
| 1 $\lambda/10$ | 2 45 度 | 3 8 個 | 4 $\lambda/2$ | 5 全方向性 |
| 6 λ | 7 60 度 | 8 4 個 | 9 $\lambda/4$ | 10 単一指向性 |

