

AB509

第一級総合無線通信士「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。

- 1 自由空間において、電界の大きさを E [V/m] とすれば、その大きさは、 $E^2/(120\pi)$ [W/m²] である。
- 2 電界ベクトルと磁界ベクトルを含む面に垂直なベクトルである。
- 3 方向は、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、ねじの進む方向になる。
- 4 電磁エネルギーの流れを表すベクトルであって、その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、すなわち電力束密度を表している。
- 5 電界ベクトルと磁界ベクトルの内積である。

A-2 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 20 [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 1.0 [A]
- 2 2.5 [A]
- 3 3.0 [A]
- 4 3.5 [A]
- 5 4.0 [A]

A-3 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。

(1) 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。

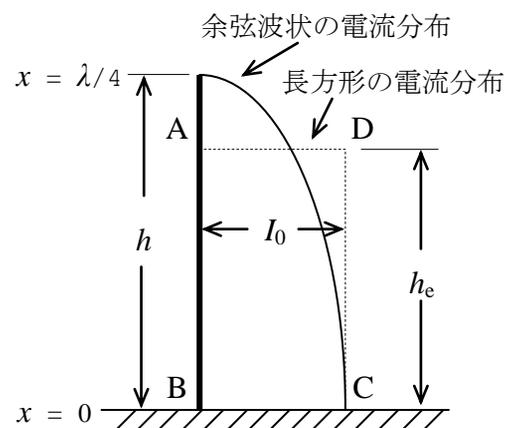
$$S = \int_0^{\lambda/4} I_0 \cos \square A \, dx$$

$$= \frac{\lambda I_0}{2\pi} \square B = \frac{\lambda I_0}{2\pi} \text{ [Am]}$$

(2) 長方形の電流分布では、距離 x によらず電流 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、以下のようになる。

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

- | 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 $\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$ | $\left[\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$ | $\frac{2h}{\pi}$ |
| 5 $\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$ | $\left[\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right]_0^{\lambda/4}$ | $\frac{h}{\pi}$ |



A-4 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。□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) 送信アンテナの放射電界の方向特性を指向性といい、これは、送信アンテナを受信アンテナとして使用するとき、一般に□Aが成り立つので、受信アンテナの□Bの方向特性に等しい。
- (2) アンテナの指向性係数は、アンテナからの距離に□C。

	A	B	C
1	可逆性	誘起電圧	反比例する
2	可逆性	誘起電圧	関係しない
3	可逆性	耐電力	反比例する
4	非可逆性	誘起電圧	反比例する
5	非可逆性	耐電力	関係しない

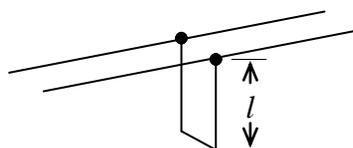
A-5 無損失給電線の位相定数 β [rad/m] と特性インピーダンス Z_0 [Ω] を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を ω [rad/s] とし、単位長さ当たりの静電容量及び自己インダクタンスをそれぞれ C [F/m] 及び L [H/m] とする。

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

A-6 次の記述は、平行二線式給電線に取り付けたトラップ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。

図に示すトラップ回路の終端の短絡部までの長さ l を基本波の波長の□Aにすると、基本波に対して、トラップ回路の入力インピーダンスが□B [Ω] となり、トラップがない状態と同じになる。一方、第2高調波に対しては、入力インピーダンスが□C [Ω] となり、第2高調波を除去□D。

	A	B	C	D
1	1/4	0	0	できる
2	1/4	∞	∞	できない
3	1/4	∞	0	できる
4	1/2	0	∞	できない
5	1/2	∞	0	できない



A-7 終端が短絡されている無損失の平行二線式給電線上で、定在波電圧の最小点のうち、終端に最も近い点から終端までの距離が1.5 [m] であった。このとき使用している周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、平行二線式給電線の線路波長は自由空間波長と同じであるものとする。

1	80 [MHz]	2	100 [MHz]	3	120 [MHz]	4	160 [MHz]	5	200 [MHz]
---	----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------

A-8 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

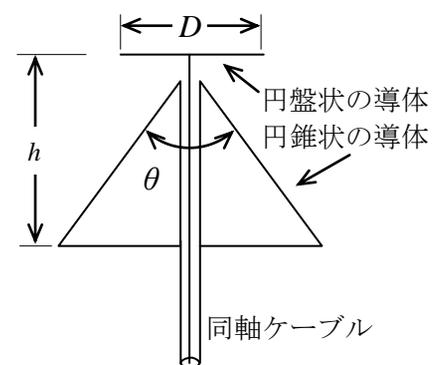
- 1 必要とするアンテナ特性を得るためにアンテナ上の適当な位置（複数可）にインピーダンスを装荷したものである。
- 2 インピーダンスを装荷する位置が給電点に近い場合は底辺装荷、アンテナの先端に近い場合は頂点装荷という。
- 3 インダクタンス装荷の目的は、容量性のダイポールアンテナを共振させて整合をとることである。
- 4 キャパシタンス装荷の目的は、アンテナの小型化である。
- 5 抵抗装荷の目的は、放射効率などの低下を伴わないで、アンテナの広帯域整合をとることである。

A-9 次の記述は、波長に比べて十分小さい寸法の受信用ループ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。ただし、ループ面を水平大地に対して垂直に置くものとする。

- 1 電界強度測定用の標準アンテナや電波の到来方向の測定に用いられている。
- 2 実効高は、ループ面の面積が大きいほど、また、導線の巻数が多いほど大きい。
- 3 受信開放電圧は、受信点における電界強度に比例する。
- 4 最大感度の方向は、ループ面に直角な方向である。
- 5 水平面内の指向性は、8字形である。

A-10 次の記述は、断面が図に示すようなディスクー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。ただし、円盤の直径を D [m]、円錐の高さを h [m] とする。

- 1 ディスクーンアンテナは、バイコニカル(双円錐)アンテナの1つの円錐状の導体を円盤状の導体に置き換えたアンテナである。
- 2 水平面内の指向性は、全方向性である。
- 3 D 、 h の寸法をそれぞれ使用最低周波数に対して適切な長さにする、極めて広帯域のアンテナにすることができる。
- 4 通常、水平偏波のアンテナとして、超短波(VHF)及び極超短波(UHF)帯で多く用いられる。
- 5 円錐状の導体の頂角 θ が約 60 度の場合で、かつ、 D 及び h の寸法を適切な長さにする、給電点のインピーダンスがほぼ 50 [Ω] になり、同軸ケーブルと直接接続できる。



A-11 接地アンテナの放射抵抗が 36 [Ω]、接地抵抗が 1 [Ω] 及び放射効率が 90 [%] であった。このアンテナの導体抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの入力インピーダンスの抵抗分は、放射抵抗、導体抵抗及び接地抵抗とする。

- 1 3 [Ω]
- 2 4 [Ω]
- 3 6 [Ω]
- 4 8 [Ω]
- 5 10 [Ω]

A-12 次の記述は、アンテナの水平面内の指向性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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

被測定アンテナを受信アンテナとして測定する場合、送信アンテナから放射された電波が受信点において平面波とみなせる程度に受信点を十分に離し、被測定アンテナの偏波面を送信された電波の偏波面に合わせ、かつ、送信アンテナ及び被測定アンテナをできるだけ反射物のない開けた場所に置く。

(1) 被測定アンテナが回転できる場合

送信アンテナを、被測定アンテナ方向に向けて固定し、一定出力の電波を放射する。受信点では、被測定アンテナを適当な角度間隔で 360 度回転させながら送信電波を受信し、そのつど受信出力強度と □A□ 情報を記録する。

(2) 被測定アンテナが固定されている場合

送信する電波の出力を一定に保ち、最大放射方向を常に被測定アンテナに向け、被測定アンテナを中心とした水平な □B□ を適当な角度間隔で、送信アンテナを 360 度移動させる。この電波を被測定アンテナで受信し、そのつど受信出力強度と □A□ 情報を記録する。

(3) (1)又は(2)によって得られたデータを □C□ 上に描くことによって、被測定アンテナの水平面内の指向性を求めることができる。

	A	B	C
1	位相	正方形の辺上	スミスチャート
2	位相	円の円周上	極図表(ポーラグラフ)
3	角度	正方形の辺上	極図表(ポーラグラフ)
4	角度	正方形の辺上	スミスチャート
5	角度	円の円周上	極図表(ポーラグラフ)

A-13 周囲温度が 27 [°C] のとき、給電系を含めたアンテナ系の雑音温度を測定して 200 [K] の値を得た。このときの給電系の損失 L (真数) が 1.2 であったとすると、アンテナの雑音温度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの雑音温度を T_a [K]、周囲温度を T_e [K] としたとき、給電系を含めたアンテナ系の雑音温度 T_A は、次式で表される。

$$T_A = \frac{T_a}{L} + \left(1 - \frac{1}{L}\right) T_e \text{ [K]}$$

- 1 156 [K] 2 166 [K] 3 180 [K] 4 190 [K] 5 196 [K]

A-14 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。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d}$$

E_0 : 自由空間の電界強度 [V/m]、 λ : 波長 [m]
 h_1, h_2 : 送信並びに受信アンテナの地上高 [m]、 d : 送受信点間の距離 [m]

- 1 60 [m] 2 120 [m] 3 280 [m] 4 300 [m] 5 360 [m]

A-15 次の記述は、中緯度地域における電離層の F 層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) F 層は電離層で最も高いところに存在し、地上から約 200~400 [km] の上空にある。この層は冬季を除いて、□A□ においては F_1 層と F_2 層に分れ、□B□ は一つにまとまる。
(2) 電子密度は、 F_1 層、 F_2 層ともに □C□ 頃が最大となる。

	A	B	C
1	夜間	昼間	正午
2	夜間	昼間	日出・日没
3	昼間	夜間	正午
4	昼間	夜間	日出・日没
5	昼間	夜間	深夜

A-16 次の記述は、対流圏伝搬の電波通路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。

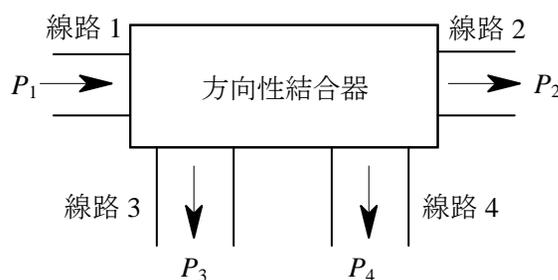
- 1 標準大気中で、ある高さから放射された直接波の球面大地上における最も長い伝搬距離は、同じ高さから見た幾何光学的な見通し距離より短い。
- 2 標準大気中では、上方にふくらむような弧を描く電波通路となる。
- 3 等価地球半径を用いて作られた地形断面図（見通し図）の上では、電波通路を直線として描くことができる。
- 4 接地形ラジオダクトが発生したとき、電波がラジオダクト内で屈折し大地方向へ曲げられ、大地で反射されることを繰り返すような電波通路が生ずる。
- 5 伝搬路の途中に山がある場合、電波が尾根や頂上付近で大地方向に曲げられる電波通路がある。

A-17 周波数 10 [GHz] で開口面積 12 [m²] のパラボラアンテナの絶対利得(真数)を測定したところ、100,000 であった。このとき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 0.5 2 0.6 3 0.7 4 0.8 5 0.9

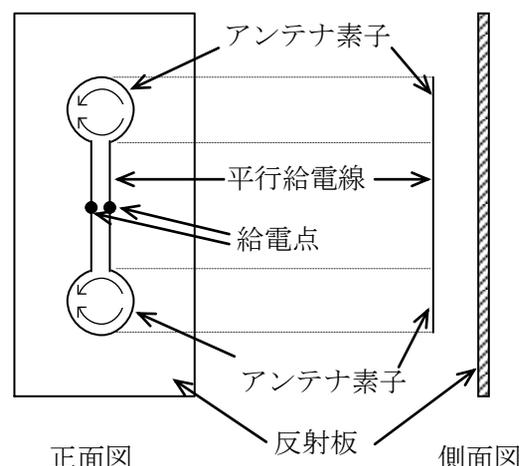
A-18 図に示す線路 1 と 2 が主伝送路を形成し、線路 3 と 4 が副伝送路を形成する方向性結合器において、線路 1 と 4 との結合度 C_0 及び主伝送路の挿入損 L_0 の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、方向性結合器は理想的なものとし、電力 P_1 [W] を入力したとき、 $P_2 = P_4$ [W]、 $P_3 = 0$ [W] を満足するものとする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

	C_0	L_0
1	0 [dB]	0 [dB]
2	-3 [dB]	0 [dB]
3	-3 [dB]	3 [dB]
4	-6 [dB]	3 [dB]
5	-6 [dB]	6 [dB]



A-19 次の記述は、図に示す反射板付き双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、反射板付き双ループアンテナは大地に垂直に置かれているものとする。

- (1) このアンテナの構造は、反射板の前方に配置した二つのループの周囲長がそれぞれ約 □ A □ 波長のアンテナを平行給電線で直列に接続し、その中央から給電したものである。
- (2) ループには、矢印で示す電流が流れるので、電波はこの電流の □ B □ 成分によって放射される。
- (3) 水平面内の指向性は、□ C □ である。



	A	B	C
1	1	水平	双方向性
2	1	水平	単一指向性
3	1	垂直	双方向性
4	1/2	垂直	双方向性
5	1/2	水平	単一指向性

A-20 次の記述は、送受信点間に伝搬通路を横切る山岳があるとき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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 超短波 (VHF) 帯以上の周波数の伝搬で、伝搬通路を横切る山岳があり、送受信点を互いに直接見通すことができないとき、山岳の反対側へ回り込む□Aがあるため、この電波を用いた通信が可能である。
- (2) 平面大地の場合、送受信点間が自由空間のときの受信点における電界強度を E_0 [V/m]、山岳があるときの□Aの電界強度を E_r [V/m] とすれば、これらの比 E_r/E_0 を回折係数といい、山岳の高さが□Bほど、また、周波数が□Cほど小さくなる。

	A	B	C
1	山岳回折波	高い	高い
2	山岳回折波	高い	低い
3	山岳回折波	低い	低い
4	地表波	低い	低い
5	地表波	高い	高い

B-1 次の記述は、線状アンテナの実効面積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を下の番号から選べ。ただし、アンテナの実効長を l [m]、放射抵抗を R [Ω]とし、アンテナの損失はないものとする。

- (1) 受信アンテナに入射する電波の電力束密度を p [W/m²]、受信有能電力を P_r [W] とすれば、そのアンテナの実効面積 A_e は、次式で表される。

$$A_e = \text{ア} \text{ [m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{①}$$

- (2) 電波の電界強度を E [V/m] とすれば、 p は、次式で表される。

$$p = \text{イ} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{②}$$

- (3) アンテナに誘起する電圧 V は、次式で与えられる。

$$V = \text{ウ} \text{ [V]} \dots\dots\dots \text{③}$$

- (4) P_r は受信機に取り込むことのできる最大電力であるから、次式で表される。

$$P_r = \text{エ} \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{④}$$

- (5) 式②～④を式①へ代入すると、次式となる。

$$A_e = \text{オ} \text{ [m}^2\text{]}$$

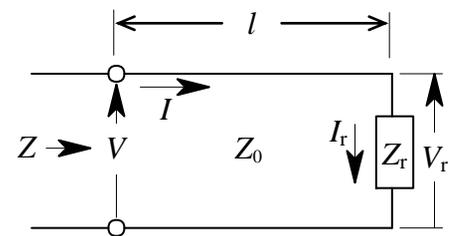
1	$\frac{p}{P_r}$	2	$120\pi l^2$	3	$\frac{V^2}{4R}$	4	$\frac{E^2}{30\pi}$	5	$\frac{P_r}{p}$
6	$E l$	7	$\frac{30\pi l^2}{R}$	8	$\frac{E}{l}$	9	$\frac{E^2}{120\pi}$	10	$\frac{V^2}{2R}$

B-2 次の記述は、図に示すように、無損失給電線の終端から l [m]の距離にある入力端から負荷側を見たインピーダンス Z [Ω]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、終端における電圧を V_r [V]、電流を I_r [A]、負荷インピーダンスを Z_r [Ω]とし、無損失給電線の特性インピーダンスを Z_0 [Ω]、位相定数を β [rad/m]、波長を λ [m] とすれば、入力端における電圧 V と電流 I は、次式で表されるものとする。

$$V = V_r \cos \beta l + j Z_0 I_r \sin \beta l \quad \text{[V]}$$

$$I = I_r \cos \beta l + j (V_r / Z_0) \sin \beta l \quad \text{[A]}$$

- (1) Z は V と I から $Z = \text{ア}$ [Ω]で表される。 $Z_r = Z_0$ のとき、任意の l に対して入力インピーダンスは変化□イ。
- (2) 終端が開放されているとき、 Z_r は□ウ [Ω]となり、 Z は□エ [Ω]となる。
- (3) Z は l の増加に伴って、容量性と誘導性を繰り返す。 $l = \text{オ}$ [m] (n は整数)のとき、並列共振となり、 Z は ∞ となる。

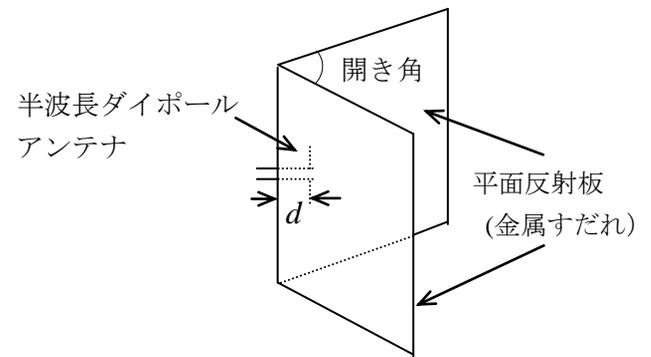


1	$z_0 \frac{Z_r + j z_0 \tan \beta l}{z_0 + j Z_r \tan \beta l}$	2	しない	3	0	4	$-j z_0 \cot \beta l$	5	$\frac{(2n+1)\lambda}{4}$
6	$z_0 \frac{z_0 + j Z_r \tan \beta l}{Z_r + j z_0 \tan \beta l}$	7	する	8	∞	9	$j z_0 \tan \beta l$	10	$\frac{n\lambda}{2}$

B-3 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度の場合が多く、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度するとき、 $d =$ □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大きなサイドローブを生ずる。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 λ | 5 単一指向性 |
| 6 $\lambda/4$ | 7 60度 | 8 4個 | 9 $\lambda/2$ | 10 全方向性 |



B-4 次の記述は、給電線の特性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を下の番号から選べ。ただし、給電線は波長に比べて非常に長く、損失は無視できるものとする。

- (1) 給電線の終端に既知抵抗 R [Ω] を接続し、給電線上の電圧分布の最大値及び最小値を測定して、それぞれ V_{\max} [V] 及び V_{\min} [V] を得たとする。このときの電圧定在波比 S は、電圧反射係数 Γ を用いて次式で表される。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \text{□ア} \dots\dots\dots \text{①}$$

- (2) Γ は R と給電線の特性インピーダンス Z_0 [Ω] を用いて次式で表される。

$$\Gamma = \text{□イ} \dots\dots\dots \text{②}$$

- (3) 式①及び②より Γ を消去し、 S を R と Z_0 で表せば、次式となる。

$$S = \text{□ウ} \dots\dots\dots \text{③}$$

- (4) $R < Z_0$ のときには、式③より、 $S =$ □エであるから、 Z_0 は次式となる。

$$Z_0 = R \times \text{□オ} \text{ [}\Omega\text{]}$$

$R > Z_0$ のときにも同様にして、 Z_0 を求めることができる。

また、定在波が現れないときには、 $Z_0 = R$ である。

したがって、給電線上の電圧分布の最大値と最小値を測定すれば、給電線の特性インピーダンスを求めることができる。

- | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|---|-------------------|--------------------------------|
| 1 $\frac{1+ \Gamma }{1- \Gamma }$ | 2 $\frac{R+Z_0}{R-Z_0}$ | 3 $\frac{ R+Z_0 + R-Z_0 }{ R+Z_0 - R-Z_0 }$ | 4 $\frac{R}{Z_0}$ | 5 $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ |
| 6 $\frac{1- \Gamma }{1+ \Gamma }$ | 7 $\frac{R-Z_0}{R+Z_0}$ | 8 $\frac{ R+Z_0 - R-Z_0 }{ R+Z_0 + R-Z_0 }$ | 9 $\frac{Z_0}{R}$ | 10 $\frac{V_{\min}}{V_{\max}}$ |

B-5 次の M 曲線のうち、ラジオダクトを生成する場合は1、生成しない場合は2として解答せよ。ただし、 h は地上からの高さとする。

