

FB807

第一級陸上無線技術士「無線工学 B」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A-1 次の記述は、電界 E [V/m] と磁界 H [A/m] に関するマクスウェルの方程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。ただし、媒質は均質、等方性、線形、非分散性とし、誘電率を ϵ [F/m]、透磁率を μ [H/m]、導電率を σ [S/m]、印加電流を J_0 [A/m²] 及び時間を t [s] 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) E と H に関するマクスウェルの方程式は、次式で表される。

□ $H = J_0 + \sigma E + \epsilon \frac{\partial E}{\partial t}$ ①

□ $E = -\mu \frac{\partial H}{\partial t}$ ②

(2) 式①は、拡張された □ の法則と呼ばれ、この右辺は、第 1 項の印加電流、第 2 項の導電流及び □ と呼ばれている第 3 項からなる。第 3 項は、□ が印加電流及び導電流と同様に磁界を発生することを表している。

(3) 式②は、□ の法則と呼ばれ、磁界が変化すると、電界が発生することを表している。

A	B	C	D
1 $\nabla \cdot$	ファラデー	対流電流	アンペア
2 $\nabla \cdot$	アンペア	変位電流	ファラデー
3 $\nabla \times$	ファラデー	対流電流	アンペア
4 $\nabla \times$	アンペア	対流電流	ファラデー
5 $\nabla \times$	アンペア	変位電流	ファラデー

A-2 次の記述は、絶対利得が G (真数) のアンテナの実効面積を表す式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。

(1) 微小ダイポールの実効面積 S_s は、波長を λ [m] とすると、次式で表される。

$S_s =$ □ [m²]

(2) 一方、実効面積が S [m²] のアンテナの絶対利得 G (真数) は、等方性アンテナの実効面積を S_i [m²] とすると、次式で定義されている。

$G = S/S_i$

(3) また、微小ダイポールの絶対利得 G_s (真数) は、次式で与えられる。

$G_s =$ □

(4) したがって、絶対利得が G (真数) のアンテナの実効面積 S は、次式で与えられる。

$S =$ □ [m²]

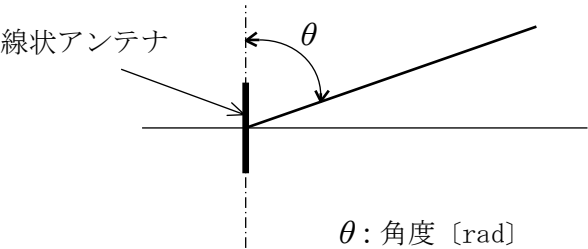
	A	B	C
1	$3\lambda^2/(8\pi)$	3/2	$G\lambda^2/(4\pi)$
2	$3\lambda^2/(8\pi)$	1/2	$G\lambda^2/(4\pi)$
3	$3\lambda^2/(8\pi)$	1/2	$G\lambda^2/(2\pi)$
4	$3\lambda^2/(4\pi)$	3/2	$G\lambda^2/(2\pi)$
5	$3\lambda^2/(4\pi)$	1/2	$G\lambda^2/(4\pi)$

A-3 次の記述は、図に示すような線状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。ただし、電界強度の指向性関数を $D(\theta)$ とする。

(1) 十分遠方における電界強度の指向性は、 $D(\theta)$ に比例し、距離に □ 。

(2) 微小ダイポールの $D(\theta)$ は、□ と表され、また、半波長ダイポールアンテナの $D(\theta)$ は、近似的に □ と表される。

A	B	C
1 反比例する	$\cos \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \sin \theta)}{\sin \theta}$
2 反比例する	$\sin \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \sin \theta)}{\sin \theta}$
3 関係しない	$\sin \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$
4 関係しない	$\cos \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$
5 関係しない	$\cos \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \sin \theta)}{\sin \theta}$



A-4 実効長 1 [m] の直線状アンテナを周波数 20 [MHz] で用いたとき、このアンテナの放射抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、微小ダイポールの放射電力 P は、ダイポールの長さを l [m]、波長を λ [m] 及び流れる電流を I [A] とすれば、次式で表されるものとする。

$$P = 80 \left(\frac{\pi I l}{\lambda} \right)^2 \text{ [W]}$$

- 1 36.5 [Ω] 2 21.5 [Ω] 3 12.6 [Ω] 4 8.0 [Ω] 5 3.5 [Ω]

A-5 自由空間において、放射電力が等しい半波長ダイポールと微小ダイポールアンテナによって最大放射方向の同じ距離の点に生じるそれぞれの電界強度 E_1 及び E_2 [V/m] の比 E_1/E_2 の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{5} = 2.24$ とする。

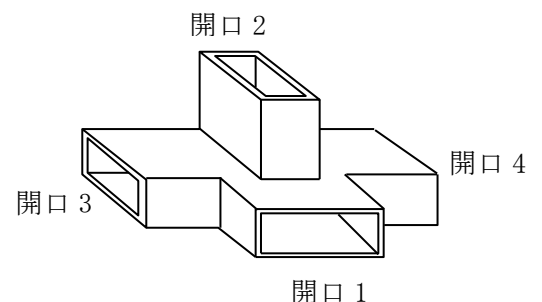
- 1 0.96 2 1.04 3 1.11 4 1.25 5 1.64

A-6 内部導体の外径が 2 [mm]、外部導体の内径が 16 [mm] の同軸線路の特性インピーダンスが 75 [Ω] であった。この同軸線路の内部導体の外径を 2 倍にしたとき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、内部導体と外部導体の間には、同一の誘電体が充填されているものとする。

- 1 25 [Ω]
2 37 [Ω]
3 50 [Ω]
4 75 [Ω]
5 95 [Ω]

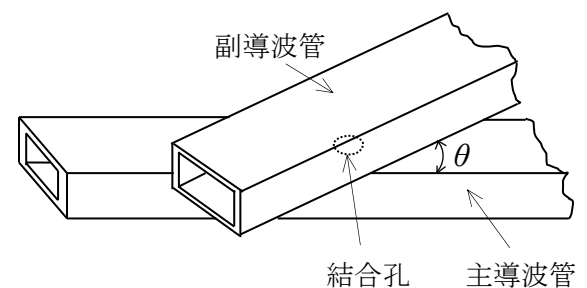
A-7 次の記述は、図に示すマジック T の基本的な動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、マジック T の各開口は整合がとれているものとし、また、導波管内の伝送モードは TE_{10} とする。

- 1 マジック T は、E 分岐と H 分岐を組み合わせた構造になっている。
- 2 開口 1 からの入力、開口 2 には出力されない。
- 3 開口 1 からの入力、開口 3 と 4 へ出力され、このときの開口 3 と 4 の出力は逆相である。
- 4 開口 2 からの入力、開口 1 には出力されない。
- 5 開口 2 からの入力、開口 3 と 4 へ出力され、このときの開口 3 と 4 の出力は逆相である。



A-8 次の記述は、図に示す主導波管と副導波管を交差角 θ を持たせて重ね合わせて結合孔を設けたベータ孔方向性結合器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、導波管内の伝送モードは TE_{10} とし、 θ は 90 度より小さいものとする。

- 1 主導波管と副導波管は、E 面を重ね合わせる。
- 2 磁界結合した電磁波の大きさは、 θ に無関係である。
- 3 磁界結合した電磁波が副導波管内を対称に両方向に進み、また、電界結合した電磁波が副導波管を一方方向に進む性質を利用する。
- 4 電界結合した電磁波の大きさは、 $\cos\theta$ にほぼ比例して変わる。
- 5 θ をある一定値にすることで、電界結合して左右に進む一方の電磁波を磁界結合した電磁波で打ち消すと同時に他方向の電磁波に相加わるようにする。



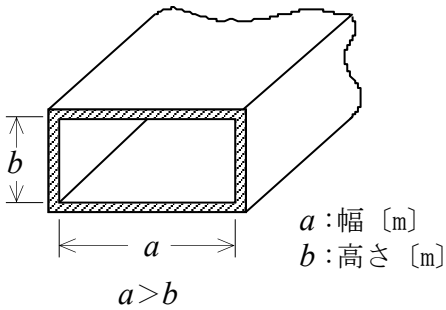
A-9 開口面の縦及び横の長さがそれぞれ 14 [cm] 及び 24 [cm] の角すいホーンアンテナを、周波数 6 [GHz] で使用したときの絶対利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電界 (E) 面及び磁界 (H) 面の開口効率を、それぞれ 0.75 及び 0.80 とする。

- 1 10 [dB] 2 20 [dB] 3 30 [dB] 4 40 [dB] 5 50 [dB]

A-10 次の記述は、図に示す方形導波管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、自由空間波長を λ [m] とする。

- (1) TE_{mn} モードの遮断波長は、□ A □ [m] である。
- (2) 最も遮断波長の長いモードにおける遮断波長は、□ B □ [m] 、管内波長は、□ C □ [m] である。
- (3) 管内を伝搬する電波の群速度は、位相速度より □ D □。

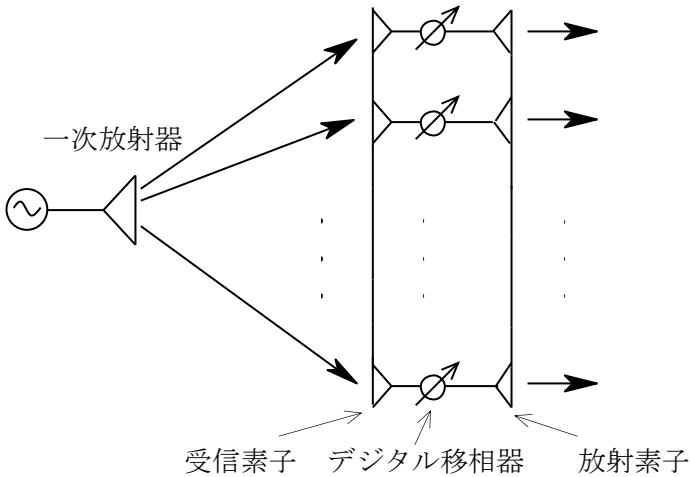
A	B	C	D
1 $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2}}$	$2a$	$\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}}$	速い
2 $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2}}$	$2b$	$\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}$	速い
3 $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2}}$	$2a$	$\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}$	遅い
4 $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{n}{2a}\right)^2 + \left(\frac{m}{2b}\right)^2}}$	$2b$	$\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}}$	速い
5 $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{n}{2a}\right)^2 + \left(\frac{m}{2b}\right)^2}}$	$2b$	$\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}$	遅い



A-11 次の記述は、図に示す位相走査のフェーズドアレーアンテナと量子化位相誤差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) フェーズドアレーアンテナとは、平面上に複数の放射素子を並べて固定し、それぞれにデジタル移相器を設けて給電電流の位相を変化させて電波を放射し、放射された電波を合成した主ビームが空間のある範囲内の任意の方向に向くように制御されたアンテナである。デジタル移相器には、□ A □ が用いられ、0 から 2π までの位相角を 2^n ($n = 1, 2, \dots$) 分の 1 に等分割しているので、最小設定可能な位相角は $2\pi/2^n$ [rad] となり、励振位相は、最大 □ B □ [rad] の量子化位相誤差を生じることになる。
- (2) この量子化位相誤差がアンテナの開口分布に周期的に生じると、比較的高いレベルの □ C □ が生じ、これを低減するには、デジタル移相器のビット数をできるだけ □ D □ する。

A	B	C	D
1 バラン	$\pi/2^{n+1}$	バックローブ	多く
2 バラン	$\pi/2^n$	バックローブ	少なく
3 バラン	$\pi/2^{n+1}$	サイドローブ	多く
4 スタブ	$\pi/2^{n+1}$	バックローブ	少なく
5 スタブ	$\pi/2^n$	サイドローブ	多く



A-12 次の記述は、マイクロ波中継回線などで用いられる無給電アンテナの一種である平面反射板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。

- 1 平面反射板と入射波の波源となる励振アンテナとの距離がフレネル領域にあるものを近接形平面反射板という。
- 2 平面反射板は、給電線を用いないので給電線で生じる損失がなく、ひずみの発生なども少ない。
- 3 平面反射板により電波通路を変えて通信回線を構成する場合、熱雑音の増加、偏波面の調整、他回線への干渉などに注意する必要がある。
- 4 遠隔形平面反射板の受信利得は、電波の入射方向より見た平面反射板の有効開口面積で決まり、使用波長には依存しない。
- 5 励振アンテナに近接して平面反射板を設けて電波通路を変える場合、この複合アンテナ系の利得は、励振アンテナと平面反射板との距離、平面反射板の面積と励振アンテナの開口面積との比などで決まる。

A-13 送信アンテナから距離 50 [km] の地点に設置した受信アンテナによって取り出すことのできる最大電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信電力を 2 [W]、送信アンテナの絶対利得を 50 [dB]、受信アンテナの実効面積を 4 [m²] とする。また、送受信アンテナは共に自由空間にあり、給電線の損失及び整合損はないものとする。

- 1
- 4.0×10^{-8} [W]
- 2
- 9.4×10^{-7} [W]
- 3
- 4.0×10^{-6} [W]
- 4
- 9.8×10^{-6} [W]
- 5
- 2.5×10^{-5} [W]

A-14 地上高が 30 [m] のアンテナから周波数 300 [MHz] の電波を送信したとき、送信点から 15 [km] 離れた地上高 10 [m] の受信点における電界強度として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信点における自由空間電界強度を 500 [μV/m] とし、大地は完全導体平面でその反射係数を−1 とする。

- 1
- 126 [μV/m]
- 2
- 102 [μV/m]
- 3
- 63 [μV/m]
- 4
- 57 [μV/m]
- 5
- 38 [μV/m]

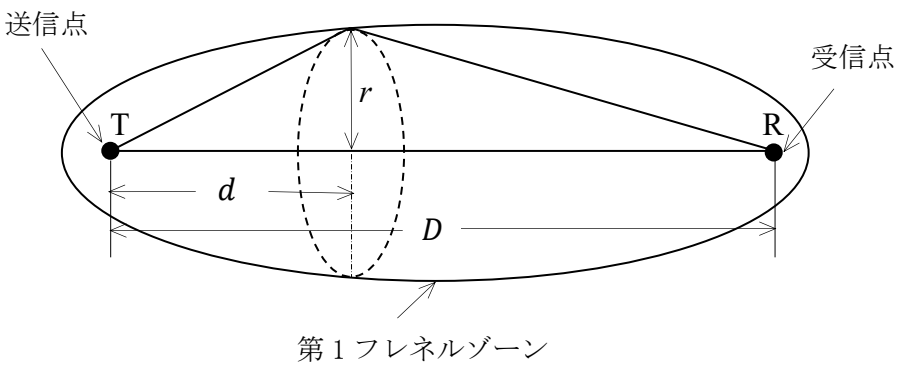
A-15 次の記述は、図に示す第 1 フレネルゾーンについて述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 送信点 T から受信点 R 方向に測った距離 d [m] の地点における第 1 フレネルゾーンの回転楕円体の断面の半径 r [m] は、送受信点間の距離を D [m]、波長を λ [m] とすれば、次式で与えられる。

$$r = \text{ A } \text{ [m]}$$

(2) 周波数が 15 [GHz]、 D が 30 [km] であるとき、 d が 12 [km] の地点での r は、約 B [m] である。

- | | |
|---|--|
| A | B |
| 1 | $\sqrt{\lambda d \left(1 - \frac{d}{D}\right)}$ 6 |
| 2 | $\sqrt{\lambda d \left(1 + \frac{d}{D}\right)}$ 12 |
| 3 | $\sqrt{\lambda d \left(1 - \frac{d}{D}\right)}$ 24 |
| 4 | $\sqrt{\lambda d \left(\frac{D}{d} - 1\right)}$ 36 |
| 5 | $\sqrt{\lambda d \left(\frac{D}{d} + 1\right)}$ 48 |



A-16 次の記述は、電離層における電波の反射機構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) 電離層の電子密度 N の分布は、高さと共に徐々に増加し、ある高さで最大となり、それ以上の高さでは徐々に減少している。 N が零のとき、電波の屈折率 n はほぼ 1 であり、 N が最大るとき、 n は A となる。
- (2) N が高さと共に徐々に増加している電離層内の N が異なる隣接した二つの水平な層を考え、地上からの電波が層の境界へ入射するとき、下の層の屈折率を n_i 、上の層の屈折率を n_r 、入射角を i 、屈折角を r とすれば、 n_r は、 $n_r = n_i \times$ B で表される。
- (3) このときの r は i より C ので、 N が十分大きいとき、電離層に入射した電波は、高さと共に徐々に下に向かって曲げられ、やがて地上に戻ってくることになる。

- | | | | |
|---|----|-------------------|-----|
| A | B | C | |
| 1 | 最大 | $\sin r / \sin i$ | 大きい |
| 2 | 最大 | $\cos i / \cos r$ | 小さい |
| 3 | 最小 | $\sin i / \sin r$ | 大きい |
| 4 | 最大 | $\sin i / \sin r$ | 大きい |
| 5 | 最小 | $\sin r / \sin i$ | 小さい |

A-17 次の記述は、地上と衛星間の電波伝搬における対流圏及び電離圏の影響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。

- 大気屈折率は、常時変動しているので電波の到来方向もそれに応じて変動し、シンチレーションの原因となる。
- 大気による減衰は、晴天時の水滴を含まない大気の場合には衛星の仰角が低いほど大きくなる。
- 電離圏による第 1 種減衰は、超短波 (VHF) 帯以上の周波数では、周波数が高くなるにつれて減少する。
- 電離圏の屈折率は、周波数が低くなると 1 に近づく。
- 電波が電離圏を通過する際、その振幅、位相などに短周期の不規則な変動を生じる場合があり、これを電離圏シンチレーションという。

A-18 次の記述は、アンテナの測定をするときに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。

- (1) 被測定アンテナを、送信アンテナとして使用した場合と受信アンテナとして使用した場合のアンテナ利得及び指向性は、アンテナの □ A □ から等しい。
- (2) 送受信アンテナ間の距離が短すぎるとアンテナ利得や指向性の測定値に誤差が生じる。測定誤差を小さくするため、送信アンテナからの電波が受信アンテナの近傍で □ B □ とみなせるように送受信アンテナ間の距離を大きくとる必要がある。
- (3) 屋外で測定する場合、周囲の建造物や樹木からの反射波による誤差が発生することがあるので、□ C □ で実施する。

A	B	C
1 非可逆性	球面波	ボアサイト
2 非可逆性	球面波	オープンサイト
3 非可逆性	平面波	オープンサイト
4 可逆性	球面波	ボアサイト
5 可逆性	平面波	オープンサイト

A-19 次の記述は、アンテナの利得の測定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。

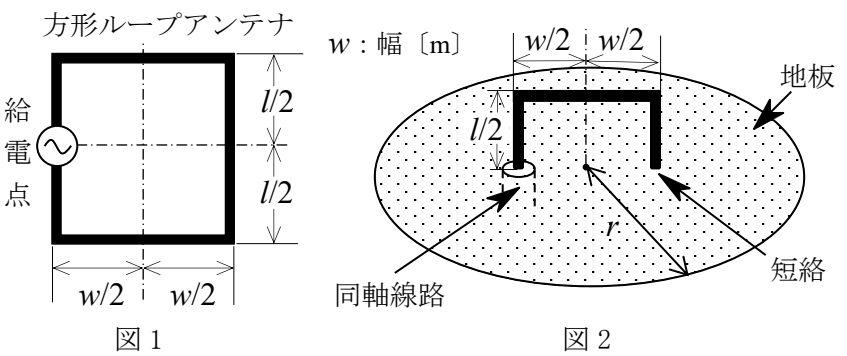
- (1) 三つのアンテナを用いる場合、これらのアンテナの利得が未知であるとき、それぞれの利得を求めることが □ A □ 。
- (2) 寸法から利得を求めることができる □ B □ は、標準アンテナとして多く用いられる。
- (3) 円偏波アンテナの測定をする場合、測定アンテナとして直線偏波のアンテナを用いることが □ C □ 。

A	B	C
1 できる	ロンビックアンテナ	できる
2 できる	角すいホーンアンテナ	できる
3 できない	角すいホーンアンテナ	できない
4 できない	ロンビックアンテナ	できない
5 できない	ブラウンアンテナ	できない

A-20 次の記述は、平衡給電のアンテナの入力インピーダンス測定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。

- (1) 一般にネットワークアナライザは不平衡系であり、ネットワークアナライザで □ A □ アンテナのような平衡給電のアンテナの入力インピーダンスを測定する場合、付属の不平衡ケーブルを直接接続するとアンテナ上で電流の不平衡が生じ、測定ケーブルに漏洩電流が流れて誤差を生じる。このためバランを用いて対応しているが、バランの周波数特性により適用範囲が限定されたり、その効果を定量的に把握するのが難しいので、バランを測定周波数帯毎に変えて繰り返し測定する必要がある。
- (2) バランを用いないで測定する場合は、測定するアンテナを地板の上に構成すればよい。図 1 に示す給電点对称な構造をもつ方形ループアンテナの場合は、図 2 に示すように、図 1 の方形ループアンテナの縦方向の長さ l [m] の上半分 ($l/2$) を地板の上に設置すれば、地板の □ B □ 効果を利用して測定できる。この状態で測定したインピーダンスは、自由空間に方形ループアンテナがある場合の測定値の □ C □ 倍になる。ただし、地板の半径 r [m] を少なくとも 2 波長以上にする。

A	B	C
1 半波長ダイポール	イメージ(影像)	2
2 半波長ダイポール	イメージ(影像)	1/2
3 半波長ダイポール	回折	2
4 逆 L 形	イメージ(影像)	2
5 逆 L 形	回折	1/2



B-1 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯及びミリ波(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。

- 晴天時の大気ガスによる電波の共鳴吸収は、主に□ア□及び水蒸気分子によるものであり、100 [GHz] 以下では、60 [GHz] 付近に□ア□分子の共鳴周波数がある。
- 霧や細かい雨などのように波長に比べて十分小さい直径の水滴による減衰は、主に吸収によるものであり、周波数が□イ□と増加する。
- 降雨による減衰は、雨滴による吸収と□ウ□で生じ、概ね 10 [GHz] 以上で顕著になり、ほぼ 200 [GHz] までは周波数が高いほど、降雨強度が大きいほど、減衰量が大きくなる。
- 降雨による減衰は、雨滴の半径が大きいと、垂直偏波に比べ水平偏波のほうが若干□エ□なる。
- 降雨による交差偏波識別度の劣化は、形状が□オ□雨滴に進入する電波の減衰及び位相回転の大きさが偏波の方向によって異なることが原因で生じる。

- | | | | | |
|------|--------|------|-------|--------|
| 1 酸素 | 2 高くなる | 3 散乱 | 4 球状の | 5 小さく |
| 6 窒素 | 7 低くなる | 8 回折 | 9 扁平な | 10 大きく |

B-2 次の記述は、散乱断面積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。

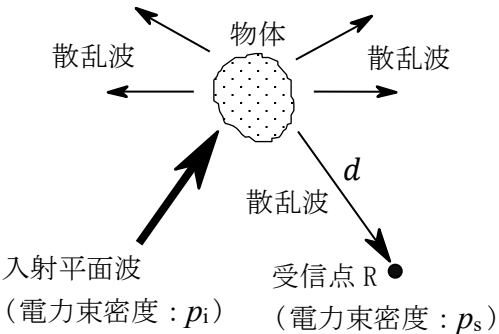
- 均質な媒質中に置かれた媒質定数の異なる物体に平面波が入射すると、その物体が導体の場合には導電電流が生じ、また、誘電体の場合には□ア□が生じ、これらが二次的な波源になり、電磁波が再放射される。
- 図に示すように、自由空間中の物体へ入射する平面波の電力束密度が p_i [W/m²] で、物体から距離 d [m] の受信点 R における散乱波の電力束密度が p_s [W/m²] であったとき、物体の散乱断面積 σ は、次式で定義される。

$$\sigma = \lim_{d \rightarrow \infty} \{ 4\pi d^2 (\square \text{イ} \square) \} \quad [\text{m}^2]$$

上式は、受信点における散乱電力が、入射平面波の到来方向に垂直な断面積 σ 内に含まれる入射電力を□ウ□で散乱する仮想的な等方性散乱体の散乱電力に等しいことを意味している。

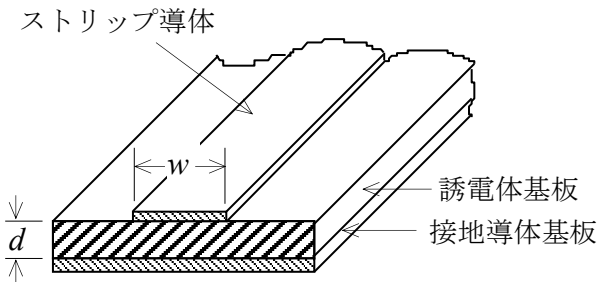
- 散乱方向が入射波の方向と一致するときの σ をレーダー断面積又は□エ□散乱断面積という。金属球のレーダー断面積 σ は、球の半径 r [m] が波長に比べて十分大きい場合、□オ□ [m²] にほぼ等しい。

- | | | | | |
|------|-------------|------------------|------|---------------|
| 1 磁化 | 2 p_i/p_s | 3 全方向に無指向性 | 4 後方 | 5 πr^2 |
| 6 分極 | 7 p_s/p_i | 8 受信点方向に対して単一指向性 | 9 前方 | 10 $4\pi r^2$ |



B-3 次の記述は、図に示す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。

- 接地導体基板の上にアルミナやフッ素樹脂などの厚さの薄い誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さの極めて薄いストリップ導体を密着させた□ア□の線路である。
- 本線路は、開放線路の一種であり、外部雑音の影響や放射損がある。放射損を少なくするために、比誘電率□イ□誘電体基板を用いる。
- 特性インピーダンスは、ストリップ導体の幅を w 、誘電体基板の厚さを d 、誘電体基板の比誘電率を ϵ_r とすると、□ウ□が小さいほど、また ϵ_r が小さいほど、□エ□なる。
- 伝送モードは、通常、ほぼ□オ□モードとして扱うことができる。



- | | | | | |
|--------|--------|--------------------|---------|--------|
| 1 不平衡形 | 2 の大きい | 3 TE ₁₁ | 4 d/w | 5 大きく |
| 6 平衡形 | 7 の小さい | 8 TEM | 9 w/d | 10 小さく |

B-4 次の記述は、ASR（空港監視レーダー）の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、アンテナの位置から見た仰角を θ [rad] とする。

- (1) レーダーから見た航空機の高度を H [m] とすると、レーダーと航空機の距離は、□ [m] となる。
- (2) 垂直面内の指向性は、□であり、航空機が等高度で飛行していれば、航空機からの反射波の強度は、航空機までの距離に□。
- (3) 水平面内のビーム幅は、方位分解能をよくするため非常に□。
- (4) 用いられる周波数帯は、□である。

- 1 セカント2乗特性 2 $H \sec \theta$ 3 無関係にほぼ一定となる 4 広い 5 Sバンド
- 6 コセカント2乗特性 7 $H \operatorname{cosec} \theta$ 8 反比例する 9 狭い 10 Cバンド

B-5 次の記述は、無損失給電線上の定在波の測定により、アンテナの給電点インピーダンス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、給電線の実インピーダンスを Z_0 [Ω] とする。

- (1) 給電点から l [m] だけ離れた給電線上の点の電圧 V 及び電流 I は、給電点の電圧を V_L [V]、電流を I_L [A]、位相定数を β [rad/m] とすれば、次式で表される。

$$V = V_L \cos \beta l + j Z_0 I_L \sin \beta l \quad \text{[V]} \quad \dots\dots\dots \text{①}$$

$$I = I_L \cos \beta l + j (V_L / Z_0) \sin \beta l \quad \text{[A]} \quad \dots\dots\dots \text{②}$$
したがって、給電点インピーダンスを Z_L [Ω] とすると、給電点から l [m] だけ離れた給電線上の点のインピーダンス Z は、式①と②から次式で表される。

$$Z = V / I = \text{□} \text{ [Ω]} \quad \dots\dots\dots \text{③}$$
- (2) 電圧定在波の最小値を $V_{\min}$ 、電流定在波の最大値を $I_{\max}$ 、入射波電圧を V_f [V]、反射波電圧を V_r [V] 及び反射係数を Γ とすれば、 $V_{\min}$ と $I_{\max}$ は、次式で表される。

$$V_{\min} = \text{□} \text{ [V]} \quad \dots\dots\dots \text{④}$$

$$I_{\max} = \text{□} \text{ [A]} \quad \dots\dots\dots \text{⑤}$$
- (3) 給電点からの電圧定在波の最小点までの距離 $l_{\min}$ の点は、電流定在波の最大になる点でもあるから、この点のインピーダンス $Z_{\min}$ [Ω] は、 Z_0 と $|\Gamma|$ を用いて、次式で表される。

$$Z_{\min} = (\text{□}) \times Z_0 = Z_0 / S \quad \dots\dots\dots \text{⑥}$$
ここで、 S は電圧定在波比である。
- (4) 式③の l に $l_{\min}$ を代入した式と式⑥が等しくなるので、 Z_L は、次式で表される。

$$Z_L = \text{□} \text{ [Ω]}$$
上式から、 S と $l_{\min}$ が分かれば、 Z_L を求めることができる。

- 1 $Z_0 \left(\frac{Z_0 + j Z_L \tan \beta l}{Z_L + j Z_0 \tan \beta l} \right)$ 2 $|V_f| (1 + |\Gamma|)$ 3 $\frac{|V_f| (1 + |\Gamma|)}{Z_0}$ 4 $\frac{1 - |\Gamma|}{1 + |\Gamma|}$ 5 $Z_0 \left(\frac{1 - j S \tan \beta l_{\min}}{S - j \tan \beta l_{\min}} \right)$
- 6 $Z_0 \left(\frac{Z_L + j Z_0 \tan \beta l}{Z_0 + j Z_L \tan \beta l} \right)$ 7 $|V_f| (1 - |\Gamma|)$ 8 $\frac{|V_f| (1 - |\Gamma|)}{Z_0}$ 9 $\frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$ 10 $Z_0 \left(\frac{S - j \tan \beta l_{\min}}{1 - j S \tan \beta l_{\min}} \right)$