

FB407

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、自由空間内の平面波を波動方程式から導出す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、自由空間の誘電率を ϵ_0 [F/m]、透磁率を μ_0 [H/m] 及び時間を t [s] として、電界 E [V/m] が角周波数 ω [rad/s] で正弦波的に変化しているものとする。

(1) E については、以下の波動方程式が成立する。ここで、 $k^2 = \omega^2 \mu_0 \epsilon_0$ とする。

$$\nabla^2 E + k^2 E = 0 \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

(2) 直角座標系 (x, y, z) で、 E が y だけの関数とすると、式①より、以下の式が得られる。

$$\square A + k^2 E_z = 0 \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

(3) 式②の解は、 M 、 N を境界条件によって定まる定数とすると、次式で表される。

$$E_z = Me^{-jky} + Ne^{+jky} \quad \dots \dots \textcircled{3}$$

(4) 以下、式③の右辺の第 1 項で表される □ B のみを考える。 ky が 2π の値をとるごとに同一の変化が繰り返されるから、 $ky = 2\pi$ を満たす y が波長 λ となる。すなわち、周波数を f [Hz] とすると、 $\lambda = \square C$ [m] となる。

(5) 式③の右辺の第 1 項に時間項 $e^{j\omega t}$ を掛けると、 E_z は、次式で表される。

$$E_z = Me^{j(\omega t - ky)} \quad \dots \dots \textcircled{4}$$

(6) 式④より、 E_z の等位相面を表す式は、定数を K とおくと、次式で与えられる。

$$\omega t - ky = K \quad \dots \dots \textcircled{5}$$

(7) 式⑤の両辺を時間 t について微分すると、等位相面の進む速度、すなわち、電波の速度 v は以下のように表される。

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{\omega}{k} = \square D \quad [\text{m/s}]$$

	A	B	C	D
1	$\frac{d^2 E_z}{dy^2}$	前進波	$\frac{1}{f\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$	$\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$
2	$\frac{d^2 E_z}{dy^2}$	後退波	$\frac{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}{f}$	$\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$
3	$\frac{d^2 E_z}{dy^2}$	前進波	$\frac{1}{f\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$	$\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$
4	$\frac{dE_z}{dy}$	前進波	$\frac{1}{f\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$	$\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$
5	$\frac{dE_z}{dy}$	後退波	$\frac{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}{f}$	$\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$

A-2 次の記述は、自由空間を伝搬する電波の偏波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。

- 電界の方向が大地に垂直な直線偏波を一般に垂直偏波という。
- 電界の方向が大地に平行な直線偏波を一般に水平偏波という。
- 電波の伝搬方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の電界成分の位相差が $\pi/2$ [rad] で、振幅が異なるとき、一般に楕円偏波という。
- 電波の伝搬方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の電界成分の位相差が 0 [rad] 又は π [rad] で、振幅が異なるとき、一般に円偏波という。
- 楕円偏波の長軸方向の電界強度 E_1 と短軸方向の電界強度 E_2 との比 (E_1/E_2) を軸比といい、軸比 (真数) の大きさが ∞ に近いほど直線偏波に近く、 1 に近いほど円偏波に近い。

A-3 次の記述は、半波長ダイポール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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とする。

(1) 電界強度が E [V/m] の地点での電力束密度 p は、次式で与えられる。

$$p = \square A \quad [\text{W/m}^2] \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

(2) 電界強度が E [V/m] の地点にある半波長ダイポールアンテナの放射抵抗を R [Ω] とすると、最大電力 (受信有能電力) P_r は、次式で表される。

$$P_r = \square B \quad [\text{W}] \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

(3) 半波長ダイポールアンテナの実効面積 A_e は、次式で定義されている。

$$A_e = P_r/p \quad [\text{m}^2]$$

したがって、式①及び②から A_e は、次式で求められる。

$$A_e = \square C \quad [\text{m}^2]$$

	A	B	C
1	$\frac{E^2}{60\pi}$	$\frac{1}{4R} \left(\frac{\lambda}{\pi} E\right)^2$	$\frac{30\lambda^2}{\pi R}$
2	$\frac{E^2}{60\pi}$	$\frac{\lambda E^2}{\pi R}$	$\frac{120\lambda}{R}$
3	$\frac{E^2}{120\pi}$	$\frac{1}{4R} \left(\frac{\lambda}{\pi} E\right)^2$	$\frac{30\lambda^2}{\pi R}$
4	$\frac{E^2}{60\pi}$	$\frac{\lambda E^2}{\pi R}$	$\frac{60\lambda}{R}$
5	$\frac{E^2}{120\pi}$	$\frac{1}{R} \left(\frac{\lambda}{\pi} E\right)^2$	$\frac{15\lambda^2}{\pi R}$

A-4 自由空間に置かれた直径 1 [m] のパラボラアンテナの最大放射方向の距離 10 [km] の地点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、周波数を 3 [GHz]、送信電力を 10 [W]、アンテナの開口効率を 0.6 とし、 $\sqrt{1.8} = 1.3$ とする。

- 1 10 [mV/m] 2 22 [mV/m] 3 41 [mV/m] 4 63 [mV/m] 5 85 [mV/m]

A-5 次の記述は、アンテナの利得及び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) 受信アンテナの利得及び指向性は、□ A □ により、それを送信アンテナとして使用したときの利得及び指向性と同じである。
 (2) 同じアンテナを直線上で同じ方向に 2 個並べたアンテナの指向性は、アンテナ単体の指向性に □ B □ を掛けたものに等しい。
 (3) 等方性アンテナの半波長ダイポールアンテナに対する相対利得は、約 □ C □ (真数) である。

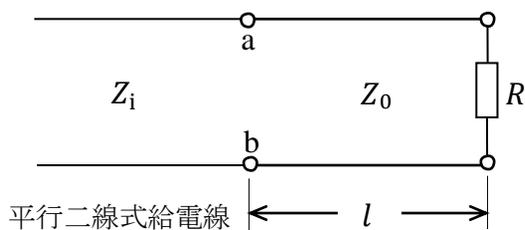
A	B	C
1 可逆定理	利得係数	1.64
2 可逆定理	配列指向係数 (アレーファクタ)	0.61
3 可逆定理	利得係数	0.61
4 バビネの原理	配列指向係数 (アレーファクタ)	0.61
5 バビネの原理	利得係数	1.64

A-6 特性インピーダンスが 75 [Ω] の無損失給電線に、 $15 + j30$ [Ω] の負荷インピーダンスを接続したときの電圧透過係数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $0.5 - j0.5$ 2 $0.5 + j0.5$ 3 $0.6 + j0.2$ 4 $0.6 - j0.2$ 5 $0.8 + j0.6$

A-7 図に示すように、特性インピーダンスが Z_i [Ω] の平行二線式給電線と負荷抵抗 R [Ω] との間に特性インピーダンスが Z_0 [Ω] で、長さが l [m] の給電線挿入して整合させた場合の Z_0 と l の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、端子 ab から負荷側を見たインピーダンス Z_{ab} [Ω] は、波長を λ [m] とすると次式で与えられる。また、各線路は無損失線路とし、 R 、 Z_i 、 Z_0 の値は、それぞれ異なり、 n は 0 又は正の整数とする。

$$Z_{ab} = Z_0 \left(\frac{R \cos(2\pi l/\lambda) + jZ_0 \sin(2\pi l/\lambda)}{Z_0 \cos(2\pi l/\lambda) + jR \sin(2\pi l/\lambda)} \right)$$



	Z_0	l
1	$\sqrt{RZ_i}$ [Ω]	$\lambda/4 + n\lambda/2$ [m]
2	$\sqrt{\frac{RZ_i}{2}}$ [Ω]	$\lambda/8 + n\lambda/2$ [m]
3	$\sqrt{RZ_i}$ [Ω]	$\lambda/2 + n\lambda/4$ [m]
4	$\sqrt{\frac{RZ_i}{2}}$ [Ω]	$\lambda/4 + n\lambda/2$ [m]
5	$\sqrt{\frac{RZ_i}{2}}$ [Ω]	$\lambda/2 + n\lambda/4$ [m]

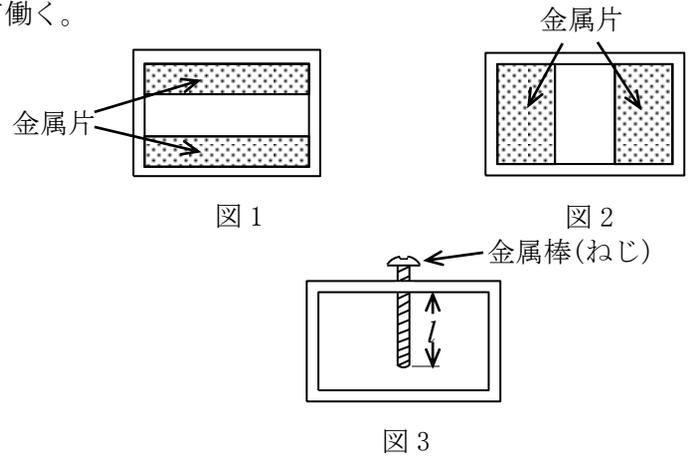
A-8 次の記述は、同軸線路の特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 通常、直流から TEM 波のみが伝搬する周波数帯まで用いられる。
- 抵抗損および誘電体損は、周波数が高くなるにつれてともに増加する。
- 比誘電率が ϵ_s の誘電体が充てんされているときの特性インピーダンスは、比誘電率が 1 の誘電体が充てんされているときの特性インピーダンスの $1/\epsilon_s$ 倍となる。
- 比誘電率が ϵ_s の誘電体が充てんされているときの位相定数は、比誘電率が 1 の誘電体が充てんされているときの位相定数の $\sqrt{\epsilon_s}$ 倍となる。
- 通常、最も遮断波長が長い TE₁₁ 波が発生する周波数より高い周波数領域では用いられない。

A-9 次の記述は、図1、図2及び図3に示すTE₁₀波が伝搬している方形導波管の管内に挿入されたリアクタンス素子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、導波管の内壁の短辺と長辺の比は1対2とし、管内波長をλ_g [m] とする。

- (1) 導波管の管内に挿入された薄い金属片又は金属棒は、平行二線式給電線にリアクタンス素子を □ A □ に接続したときのリアクタンス素子と等価な働きをするので、整合をとるときに用いられる。
- (2) 図1に示すように、導波管内壁の長辺の上下両側又は片側に管軸と直角に挿入された薄い金属片は、□ B □ の働きをする。
- (3) 図2に示すように、導波管内壁の短辺の左右両側又は片側に管軸と直角に挿入された薄い金属片は、□ C □ の働きをする。
- (4) 図3に示すように、導波管に細い金属棒（ねじ）が電界と平行に挿入されたとき、金属棒の挿入長 l [m] が □ D □ [m] より長いとインダクタンスとして働き、短いとキャパシタンスとして働く。

A	B	C	D
1 並列	インダクタンス	キャパシタンス	λ _g /4
2 並列	キャパシタンス	インダクタンス	λ _g /2
3 並列	キャパシタンス	インダクタンス	λ _g /4
4 直列	インダクタンス	キャパシタンス	λ _g /2
5 直列	キャパシタンス	インダクタンス	λ _g /4



A-10 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 半波長ダイポールアンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のコーリニアアレーアンテナは、隣り合う各放射素子を互いに同振幅、同位相で励振する。
- 2 スリーブアンテナのスリーブの長さは、約 1/4 波長である。
- 3 対数周期ダイポールアレーアンテナは、隣り合うアンテナ素子の長さの比及び各アンテナ素子の先端を結ぶ2本の直線の交点（頂点）から隣り合うアンテナ素子までの距離の比を一定とし、隣り合うアンテナ素子ごとに同位相で給電する広帯域アンテナである。
- 4 ブラウンアンテナの放射素子と地線の長さは共に約 1/4 波長であり、地線は同軸給電線の外部導体と接続されている。
- 5 素子の太さが同じ二線式折返し半波長ダイポールアンテナの受信開放電圧は、同じ太さの半波長ダイポールアンテナの受信開放電圧の約2倍である。

A-11 次の記述は、図に示す誘電体レンズの波源 O から誘電体上の点 P までの距離を求める式の算出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、中心線 R'F の延長線上の O からレンズ面上の点 F 及び点 P までの距離を、それぞれ l [m] 及び r [m] とし、OF と OP のなす角を θ 度とする。

- (1) 自由空間の伝搬速度を V_0 [m/s]、誘電体中の伝搬速度を V_d [m/s] とすれば、O から発射された電波が点 R と点 R' に到達する時間は等しくなければならないので、次式が成り立つ。

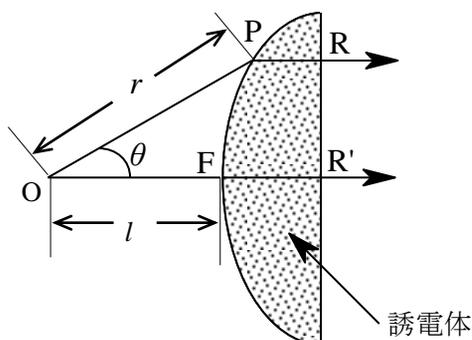
$$\frac{l}{V_0} + \square A = \frac{r}{V_d} \text{ [s]} \dots \textcircled{1}$$

- (2) 誘電体レンズの屈折率を n とすれば、次式の関係がある。

$$n = \square B \dots \textcircled{2}$$

したがって、式②を式①に代入すれば、 r は次式となる。

$$r = \square C \text{ [m]}$$



	A	B	C
1	$\frac{r \cos \theta + l}{V_d}$	$\frac{V_d}{V_0}$	$\frac{(n-1)l}{n - \cos \theta}$
2	$\frac{r \cos \theta + l}{V_d}$	$\frac{V_0}{V_d}$	$\frac{(n+1)l}{1 - n \cos \theta}$
3	$\frac{r \cos \theta - l}{V_d}$	$\frac{V_d}{V_0}$	$\frac{(n-1)l}{n - \cos \theta}$
4	$\frac{r \cos \theta - l}{V_d}$	$\frac{V_0}{V_d}$	$\frac{(n-1)l}{n \cos \theta - 1}$
5	$\frac{r \cos \theta - l}{V_d}$	$\frac{V_d}{V_0}$	$\frac{(n+1)l}{n \cos \theta - 1}$

A-12 次の記述は、グレゴリア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) 主反射鏡に回転放物面、副反射鏡に回転楕円面の □ A □ を用い、副反射鏡の一方の焦点を主反射鏡の焦点と一致させ、他方の焦点を一次放射器の □ B □ 中心と一致させた構造である。
- (2) また、□ C □ によるブロッキングをなくして、サイドローブ特性を良好にするために、オフセット型が用いられる。

A	B	C
1 凹面側	開口端	一次放射器
2 凹面側	位相	副反射鏡
3 凸面側	位相	一次放射器
4 凸面側	開口端	一次放射器
5 凸面側	開口端	副反射鏡

A-13 開口面の縦及び横の長さがそれぞれ7 [cm] 及び10 [cm] の角錐ホーンアンテナを、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0.76及び0.75とする。

- 1 13 [dB] 2 15 [dB] 3 18 [dB] 4 20 [dB] 5 25 [dB]

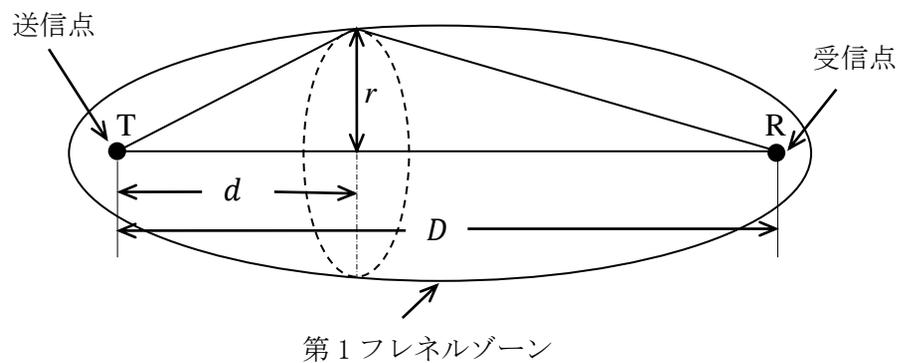
A-14 次の記述は、図に示す第1フレネルゾーンについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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。

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

- (2) 周波数が10 [GHz]、 d が15 [km]の地点での r が15 [m]となる時、送受信点間の距離 D は約 □ B □ [km]である。

A	B
1 $\sqrt{\lambda d \left(\frac{D}{d} - 1\right)}$	6
2 $\sqrt{\lambda d \left(\frac{D}{d} - 1\right)}$	12
3 $\sqrt{\lambda d \left(\frac{D}{d} - 1\right)}$	18
4 $\sqrt{\lambda d \left(1 - \frac{d}{D}\right)}$	24
5 $\sqrt{\lambda d \left(1 - \frac{d}{D}\right)}$	30



A-15 次の記述は、平面大地における電波の反射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。

- | | A | B | C |
|---|--------|---------|------|
| (1) 平面大地の反射係数は、0度又は90度以外の入射角において、水平偏波と垂直偏波とではその値が異なり、□ A □ の方が値が大きいが、入射角が90度に近いときには、いずれも1に近い値となる。 | 1 垂直偏波 | ブルースター角 | 水平偏波 |
| (2) 垂直偏波では、反射係数が最小となる入射角があり、この角度を □ B □ と呼ぶ。 | 2 垂直偏波 | 最小入射角 | 垂直偏波 |
| (3) 垂直偏波では、□ B □ 以下の入射角のとき、反射波の位相が □ C □ に対して逆位相であるため、円偏波を入射すると反射波は、逆回りの円偏波となる。 | 3 垂直偏波 | 最小入射角 | 水平偏波 |
| | 4 水平偏波 | 最小入射角 | 垂直偏波 |
| | 5 水平偏波 | ブルースター角 | 水平偏波 |

A-16 周波数10 [GHz] の電波を用いて地球局から3 [kW] の出力で、静止衛星の人工衛星局へ送信したとき、絶対利得が20 [dB] のアンテナを用いた人工衛星局の受信機入力が一84 [dBW]であった。このときの地球局のアンテナ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、給電系の損失及び大気による損失は無視するものとし、静止衛星と地球局との距離を36,000 [km]とする。また、1 [W] = 0 [dBW]、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 及び $\log_{10} 3 = 0.5$ とする。

- 1 60 [dB] 2 65 [dB] 3 70 [dB] 4 75 [dB] 5 80 [dB]

A-17 次の記述は、デリンジャ現象(SID)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 SIDの継続時間は、10数分から数10分の場合が多く、日照半球の太陽直下で最も影響が大きい。
- 2 SIDによるD層とE層の電子密度の急激な増加は、短波(HF)帯の電波を異常に減衰させて通信不能な状態にすることがある。
- 3 SIDが起こる原因は、太陽フレアにより、D層の電子密度が急上昇し、ここで電波が吸収されるためである。
- 4 SIDによるD層の実効反射高度の低下に伴い、超長波(VLF)帯の電波の位相進み及び受信電界強度の減少が引き起こされる。
- 5 SIDによる電波の減衰は、短波(HF)帯では比較的低い方の周波数が最も影響を受ける。

A-18 周波数 20 [GHz]、絶対利得 46 [dB]、開口能率 60 [%] のパラボラアンテナの指向性を測定するために必要な最小測定距離 R_{\min} の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、パラボラアンテナの開口直径を D [m]、波長を λ [m] とすると、 R_{\min} は次式で表されるものとする。また、 $\log_{10}2 \doteq 0.3$ とする。

$$R_{\min} = \frac{2D^2}{\lambda} \text{ [m]}$$

- 1 100 [m] 2 120 [m] 3 150 [m] 4 180 [m] 5 200 [m]

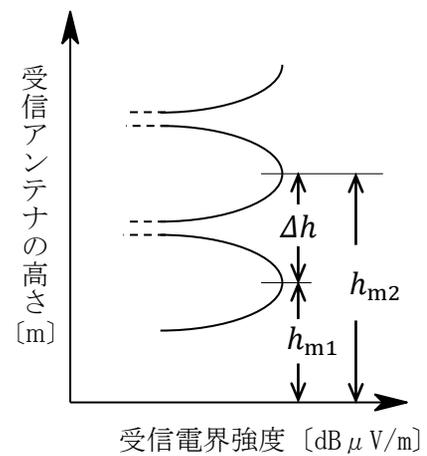
A-19 次の記述は、ハイトパターンの測定について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とし、大地は完全導体平面でその反射係数を -1 とする。

- (1) 超短波(VHF)の電波伝搬において、送信アンテナの地上高、送信周波数、送信電力及び送受信点間距離を一定にして、受信アンテナの高さを上下に移動させて電界強度を測定すると、図に示すようなハイトパターンが得られる。電界強度は、図のように周期的に大小を繰り返し、その周期は、周波数が低いほど □A□ なる。
- (2) 直接波と大地反射波との通路差 Δl は、送信及び受信アンテナの高さをそれぞれ h_1 [m]、 h_2 [m]、送受信点間の距離を d [m] とし、 $d \gg (h_1 + h_2)$ とすると、次式で表される。

$$\Delta l \doteq \text{□B□ [m]}$$

- (3) ハイトパターンの受信電界強度が極大になる受信アンテナの高さ h_{m2} と h_{m1} の差 Δh は、□C□ [m] である。

	A	B	C
1 短く		$\frac{2h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$
2 短く		$\frac{4h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
3 短く		$\frac{4h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$
4 長く		$\frac{4h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
5 長く		$\frac{2h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$



A-20 次の記述は、模型を用いて行う室内でのアンテナ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。

短波(HF)帯のアンテナのような大きいアンテナや航空機、船舶、鉄塔などの大きな建造物に取り付けられるアンテナの特性を縮尺した模型を用いて室内で測定を行うことがある。

- (1) 模型の縮尺率は、アンテナ材料の導電率に □A□、測定する空間の誘電率及び透磁率に □B□。
- (2) 実際のアンテナの使用周波数を f [Hz]、模型の縮尺率を p ($p < 1$) とすると、測定周波数 f_m [Hz] は、次式で求められる。

$$f_m = \text{□C□ [Hz]}$$

	A	B	C
1 依存するが		依存しない	$f/(1+p)$
2 依存するが		依存しない	f/p
3 依存しないが		依存する	f/p^2
4 依存しないが		依存する	f/p
5 依存しないが		依存する	$f/(1+p)$

B-1 次の記述は、パラボラアンテナの開口面から放射される電波が平面波となる理由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) 図に示すように、回転放物面の焦点を F 、中心を O 、回転放物面上の任意の点を P とすれば、 F から P までの距離 \overline{FP} と P から準線 g に下ろした垂線の足 Q との距離 \overline{PQ} との間には、次式の関係がある。

$$\overline{PQ} = \text{ア} \dots\dots\dots \text{①}$$

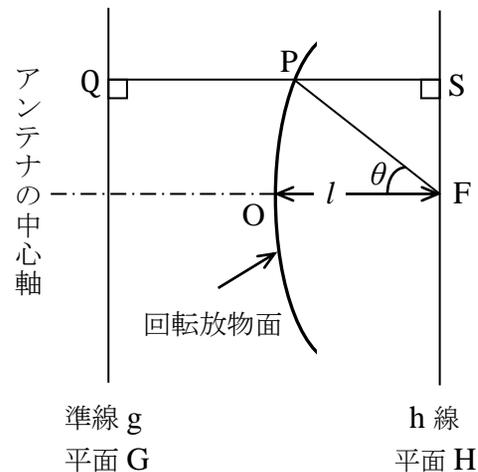
(2) F を通り g に平行な直線を h 線とし、 P から h に下ろした垂線の足を S とすれば、 F から P を通って S に至る距離 $\overline{FP} + \overline{PS}$ は、式①の関係から、次式で表される。

$$\overline{FP} + \overline{PS} = \text{イ}$$

(3) 焦点 F に置かれた等方性波源より放射され、回転放物面で反射されたすべての電波は、アンテナの中心軸に垂直で g を含む平面 G を見掛け上の □ウ□ として、アンテナの中心軸に平行に、 G に平行で h を含む平面 H へ □エ□ の平面波として到達する。

(4) F から放射され回転放物面で反射されて H に至る電波通路の長さはすべて等しいから、放射角度 $\theta = 0$ のときの電波通路の長さ $\overline{FP} + \overline{PS}$ と $\theta \neq 0$ のときの電波通路の長さも等しく、 $\overline{FP} + \overline{PS}$ を焦点距離 l で表すと、次式が成り立つ。

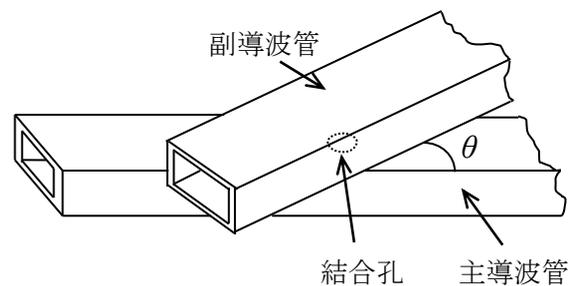
$$\overline{FP} + \overline{PS} = \overline{FP} \times (\text{オ}) = 2l$$



- | | | | | |
|--------------------|--------------------|-------|-------|---------------------|
| 1 \overline{FP} | 2 $2\overline{PQ}$ | 3 波源 | 4 同位相 | 5 $1 + \cos\theta$ |
| 6 $2\overline{FP}$ | 7 \overline{QS} | 8 反射点 | 9 逆位相 | 10 $1 + \sin\theta$ |

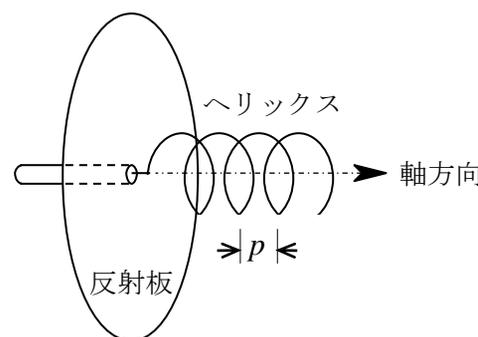
B-2 次の記述は、図に示す主導波管と副導波管を交差角 θ を持たせて重ね合わせて結合孔を設けたベータ孔方向性結合器について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。ただし、導波管内の伝送モードは、 TE_{10} とし、 θ は90度より小さいものとする。

- ア 主導波管と副導波管は、H面を重ね合わせる。
- イ 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。
- ウ 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。
- エ 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。
- オ 磁界結合した電磁波の大きさは、 θ に無関係である。



B-3 次の記述は、図に示す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、ヘリックスのピッチ p は、数分の1波長程度とする。

- (1) 図に示すアンテナは、一般に □ア□ ヘリカルアンテナという。
- (2) ヘリックスの1巻きの長さが1波長に近くなると、電流はヘリックスの軸に沿った □イ□ となる。
- (3) ヘリックスの1巻きの長さが1波長に近くなると、偏波は、□ウ□ 偏波になる。
- (4) ヘリックスの巻数を □エ□ すると、主ビームの半値角が大きくなる。
- (5) ヘリックスの全長を2.5波長以上にすると、入力インピーダンスがほぼ一定になるため、使用周波数帯域が □オ□ 。



- | | | | | |
|-------|-----------|------|-------|---------|
| 1 進行波 | 2 サイドファイヤ | 3 円 | 4 少なく | 5 狭くなる |
| 6 定在波 | 7 エンドファイヤ | 8 直線 | 9 多く | 10 広くなる |

B-4 次の記述は、SHF 帯及び 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。

- (1) 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。
- (2) 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 □ になると増加する。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 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ずる。

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

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、給電線の実効インピーダンスを 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。

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

$$I = I_L \cos \beta l + j (V_L / Z_0) \sin \beta l \quad [A] \quad \dots \dots \dots \text{②}$$

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。

$$Z = V / I = \square \text{ア} \quad [\Omega] \quad \dots \dots \dots \text{③}$$

- (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。

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

$$I_{\max} = \square \text{ウ} \quad [A] \quad \dots \dots \dots \text{⑤}$$

- (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。

$$Z_{\min} = (\square \text{エ}) \times Z_0 = Z_0 / S \quad \dots \dots \dots \text{⑥}$$

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。

$$Z_L = \square \text{オ} \quad [\Omega]$$

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 $Z_0 \left(\frac{S - j \tan \beta l_{\min}}{1 - j S \tan \beta l_{\min}} \right)$