

AB803

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の内積である。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 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。

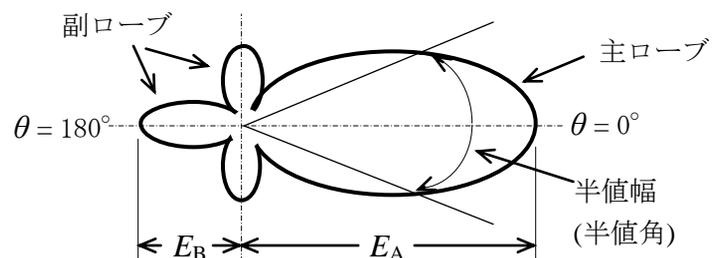
A-2 比誘電率が 9 で、比透磁率が 1 の均一な媒質中における平面波の位相速度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、媒質の導電率は零とする。

- 1 1.0×10^8 [m/s]
- 2 2.0×10^8 [m/s]
- 3 3.5×10^8 [m/s]
- 4 5.5×10^8 [m/s]
- 5 7.0×10^8 [m/s]

A-3 次の記述は、図に示す単一指向性アンテナの放射パタ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) 放射電力束密度が最大放射方向の電力束密度の □ A □ になる二つの方向が挟む角、すなわち、放射電界強度が最大放射方向の電界強度の □ B □ になる二つの方向が挟む角を半値幅又は半値角という。
- (2) $\theta = 0^\circ$ の方向の放射電界強度 E_A [V/m] と □ C □ の範囲にある最大放射電界強度 E_B [V/m] との比 E_A/E_B を前後比という。

	A	B	C
1	$1/\sqrt{2}$	1/2	$180^\circ \pm 60^\circ$
2	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$90^\circ \pm 60^\circ$
3	1/2	1/2	$180^\circ \pm 60^\circ$
4	1/2	$1/\sqrt{2}$	$180^\circ \pm 60^\circ$
5	1/2	$1/\sqrt{2}$	$90^\circ \pm 60^\circ$



A-4 自由空間において、到来電波の電界強度が 2 [V/m] であった。このときの磁界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電波は平面波とする。

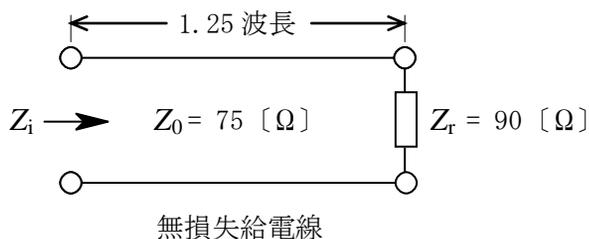
- 1 1.3×10^{-3} [A/m]
- 2 2.6×10^{-3} [A/m]
- 3 3.3×10^{-3} [A/m]
- 4 4.6×10^{-3} [A/m]
- 5 5.3×10^{-3} [A/m]

A-5 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 3 [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 30 [MHz]
- 2 40 [MHz]
- 3 50 [MHz]
- 4 60 [MHz]
- 5 70 [MHz]

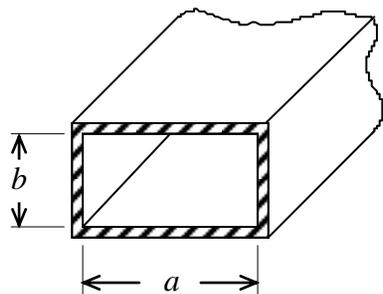
A-6 図に示すように、特性インピーダンス Z_0 が $75 [\Omega]$ 、長さ 1.25 波長の無損失給電線の終端に $90 [\Omega]$ の純抵抗負荷 Z_r が接続されているとき、給電線の入力端から見たインピーダンス Z_i の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 $52 [\Omega]$
- 2 $63 [\Omega]$
- 3 $85 [\Omega]$
- 4 $106 [\Omega]$
- 5 $148 [\Omega]$



A-7 次の記述は、図に示す断面内壁の長辺の寸法が a [m]、短辺の寸法が b [m] の方形導波管を TE_{10} 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、波長を λ [m] 及び光速を 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) 位相速度は、□ C □ [m/s] である。



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

A-8 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。□ 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。

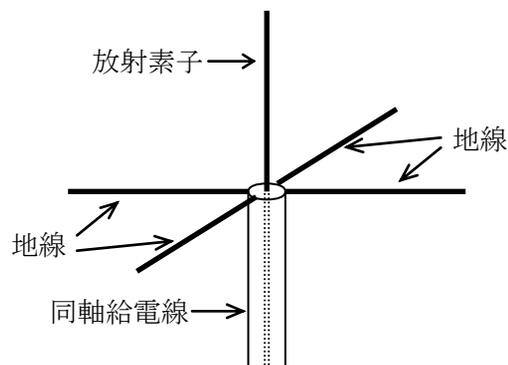
- (1) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 □ A □ [dB] である。
- (2) 二線式折返し半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 □ B □ 倍である。
- (3) グレゴリアンアンテナの副反射鏡は、回転 □ C □ である。

	A	B	C
1	2.15	4	放物面
2	1.64	4	楕円面
3	2.15	4	楕円面
4	1.64	2	放物面
5	2.15	2	楕円面

A-9 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。□ 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) 同軸給電線の内部導体に長さ □ A □ の導線を接続し、これを放射素子とし、同軸給電線の外部導体に長さ □ A □ の地線と呼ばれる導線を放射状に接続し、同軸給電線の外部導体に漏れ電流が流れだすのを防ぐ構造である。
- (2) 利得は、半波長ダイポールアンテナに比べて □ B □ 。
- (3) 4本の地線が放射素子と直角に取り付けられているブラウンアンテナの入力インピーダンスは、通常用いられている同軸給電線の特性インピーダンスより □ C □ が、地線と放射素子との角度を変えたり、地線の取付け位置を移動して入力インピーダンスを変えたりすることにより整合させることができる。

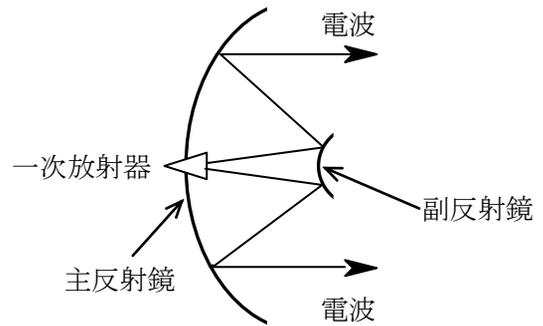
	A	B	C
1	$1/2$ 波長	大きい	高い
2	$1/2$ 波長	小さい	高い
3	$1/4$ 波長	大きい	高い
4	$1/4$ 波長	小さい	低い
5	$1/4$ 波長	大きい	低い



A-10 次の記述は、図に示すカセグレ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) 回転放物面の主反射鏡、回転双曲面の副反射鏡及び一次放射器で構成されている。副反射鏡の二つの焦点のうち、一方は主反射鏡の □ A □ と、他方は一次放射器の励振点と一致している。
- (2) 送信における主反射鏡は、□ B □ への変換器として動作する。
- (3) 一次放射器を主反射鏡の頂点(中心)付近に置くことにより給電線路が □ C □ ので、その伝送損を少なくできる。
- (4) 主放射方向と反対側のサイドローブが少なく、かつ小さいので、衛星通信用地球局のアンテナのように上空に向けて用いる場合、□ D □ からの熱雑音の影響を受けにくい。

A	B	C	D
1 開口面	球面波から平面波	長くなる	自由空間
2 開口面	平面波から球面波	短くできる	大地
3 焦点	平面波から球面波	長くなる	大地
4 焦点	平面波から球面波	短くできる	自由空間
5 焦点	球面波から平面波	短くできる	大地



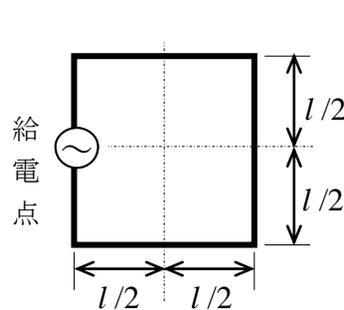
A-11 次の記述は、超短波(VHF)帯又は極超短波(UHF)帯の電波の電界強度を測定する場合の一般的注意事項について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 測定用アンテナとして半波長ダイポールアンテナを用いる場合、その素子の長さを測定周波数ごとに決められている長さに合わせている。
- 2 測定用アンテナは、測定の目的に応じた高さか、指定された高さに設定する。
- 3 測定用アンテナは、測定電波の偏波に合わせて設置し、指向性の最大方向で測定する。
- 4 測定器の受信レベルや受信帯域等の測定範囲の限界付近で測定する方が、その範囲の中央付近で測定するよりも測定誤差の変動が少ないので望ましい。
- 5 測定器等の配置や測定者による影響がないようにする。

A-12 次の記述は、アンテナの入力インピーダンスの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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 不平衡系の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インピーダンスを測定する場合、付属の不平衡ケーブルで直接接続するとアンテナ上で電流の不平衡が生じ、ケーブルに不平衡電流が流れて誤差を生ずる。この解決方法の一つとして、□ B □ 法がある。
- (2) 図1に示すような給電点で対称な構造を持つ方形ループアンテナの場合には、図2に示すように、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 □ 効果を利用してアンテナの入力インピーダンスが測定できる。この場合に測定されるインピーダンスは、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、地板の半径は、測定するアンテナの l より少なくとも2波長以上大きいものとする。

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



方形ループアンテナ

図1

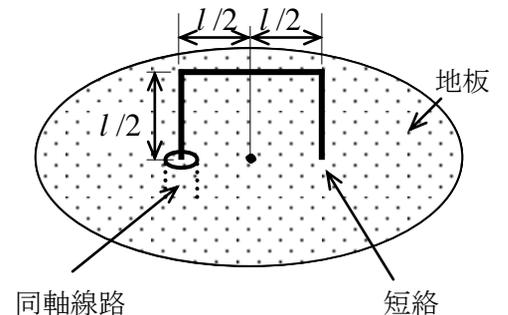
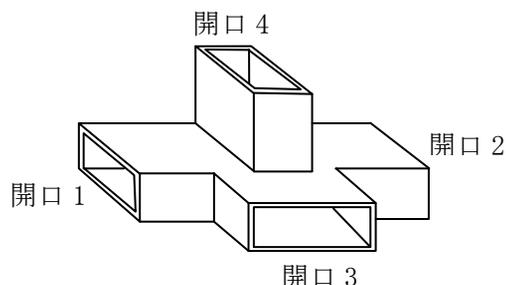


図2

A-13 次の記述は、図に示すマジック T を用いて未知の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の正しい組合せ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) 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を接続し、開口 3 に □ A □、開口 4 に □ B □ を接続する。
- (2) 標準可変インピーダンスを加減して □ B □ への出力が □ C □ 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。

A	B	C
1 高周波発振器	検出器(検波器)	零
2 高周波発振器	終端抵抗	最大
3 抵抗減衰器	終端抵抗	零
4 抵抗減衰器	検出器(検波器)	最大
5 抵抗減衰器	終端抵抗	最大



A-14 次の記述は、 k 形フェージング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 等価地球半径係数 k が時間的に変化するために生ずる。
- 2 干渉 k 形フェージングは、直接波と電離層反射波の干渉が k の変化により変動するために生ずる。
- 3 干渉 k 形フェージングの影響を避けるために、電波の反射点が凹凸の大きい地形となるように、あるいは反射波が途中の山などの地形によって遮へいされるように伝搬路を選定する。
- 4 回折 k 形フェージングは、電波通路と大地との間隔(クリアランス)が不十分で、かつ、 k が小さくなったとき、大地の回折損を受けて生ずる。
- 5 回折 k 形フェージングは、地表付近に霧が発生したときなどに多く生ずる。

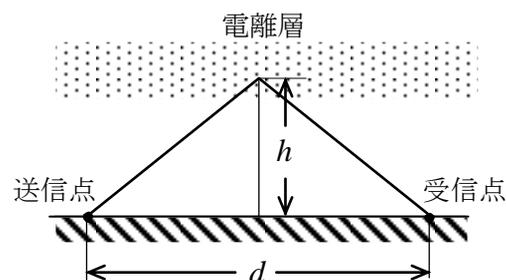
A-15 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯やミリ波(EHF)帯の電波の伝搬について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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 □ C □ 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。

A	B	C
1 42	反射	降雨の強弱
2 42	吸収	雨滴の形状
3 42	吸収	降雨の強弱
4 22	吸収	雨滴の形状
5 22	反射	降雨の強弱

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] の電波を放射したとき、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。

- 1 145 [km]
- 2 245 [km]
- 3 347 [km]
- 4 792 [km]
- 5 992 [km]



A-17 絶対利得が 20,000(真数)のアンテナの実効面積の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、周波数は 6 [GHz] とする。

- 1 1.0 [m²]
- 2 1.9 [m²]
- 3 2.5 [m²]
- 4 3.5 [m²]
- 5 4.0 [m²]

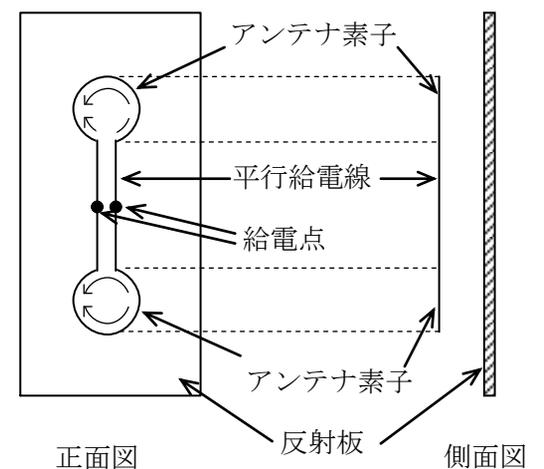
A-18 次の記述は、給電回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) インピーダンスが異なる 2 つの給電回路を接続するときには、反射損(不整合損)を防ぎ、効率よく伝送するために □ A □ 回路を用いる。また、インピーダンスが同じでも平衡回路と不平衡回路を接続するときには、漏れ電流を防ぐために □ B □ を用いる。
- (2) 給電線への入力電力 P_1 [W] に対する給電線に接続されている負荷で消費される電力 P_2 [W] の □ C □ を伝送効率といい、反射損や給電線中での損失が少ないほど伝送効率は良い。

	A	B	C
1	インピーダンス整合	バラン	比(P_2/P_1)
2	インピーダンス整合	バラン	差(P_2-P_1)
3	インピーダンス整合	トラップ	差(P_2-P_1)
4	アンテナ共用	バラン	差(P_2-P_1)
5	アンテナ共用	トラップ	比(P_2/P_1)

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し、二つのループアンテナの間隔は約 0.5 波長で、反射板とアンテナ素子の間隔は約 0.25 波長とする。

- (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	垂直	双方向性
2	1/2	垂直	双方向性
3	1	水平	双方向性
4	1/2	水平	単一指向性
5	1	水平	単一指向性

A-20 周波数 10 [GHz] の電波の送受信間の距離 15 [km] における自由空間基本伝送損(真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.2×10^{12}
- 2 3.9×10^{13}
- 3 2.6×10^{14}
- 4 5.6×10^{15}
- 5 7.6×10^{16}

B-1 次の記述は、フリスの伝達公式の誘導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、図に示すように、送信アンテナに供給される電力を W_t [W]、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ G_t (真数)及び G_r (真数)、受信アンテナから取り出し得る受信有能電力を W_r [W]、アンテナ間の距離を d [m]、波長を λ [m]とする。

(1) 送信アンテナから d [m]の点における電波の電力束密度 p は、次式で表される。

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

(2) この電波を実効面積 A_r [m²]の受信アンテナで受けたとき、 W_r は、次式で表される。

$$W_r = \frac{G_t W_t A_r}{4\pi d^2} \text{ [W]} \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

(3) A_r と受信アンテナの絶対利得 G_r の間には、次式が成り立つ。

$$A_r = \text{イ} \text{ [m}^2\text{]} \quad \dots\dots\dots \text{③}$$

(4) 式③を式②へ代入すると、 W_r は、 G_t と G_r を用いて次式で表される。

$$W_r = \text{ウ} \text{ [W]} \quad \dots\dots\dots \text{④}$$

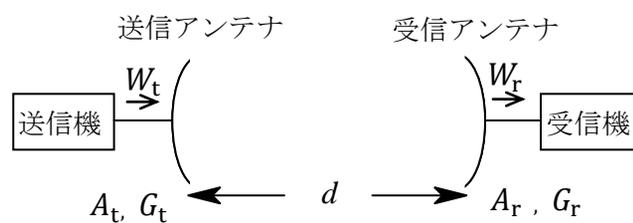
(5) 一般に送信アンテナの絶対利得 G_t と実効面積 A_t [m²]の間にも、次式が成り立つ。

$$G_t = \text{エ} \quad \dots\dots\dots \text{⑤}$$

(6) 式③より求めた G_r と式⑤を式④へ代入すると、次式が得られる。

$$W_r = \text{オ} \text{ [W]} \quad \dots\dots\dots \text{⑥}$$

式⑥の関係を一般にフリスの伝達公式という。



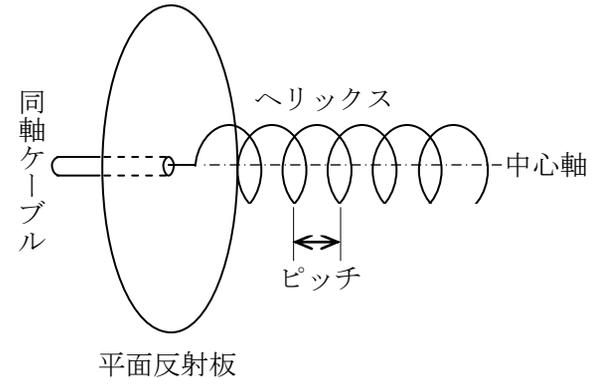
- | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---|------------------------------|---|---|---|------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | $\frac{4\pi G_t W_t}{d^2}$ | 2 | $\frac{\lambda^2 G_r}{2\pi}$ | 3 | $\frac{\lambda^2 G_t G_r W_t}{16\pi^2 d^2}$ | 4 | $\frac{4\pi A_t}{\lambda^2}$ | 5 | $\frac{A_t A_r W_t}{\lambda d^3}$ |
| 6 | $\frac{G_t W_t}{4\pi d^2}$ | 7 | $\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$ | 8 | $\frac{\lambda^2 G_t G_r W_t}{8\pi^2 d^2}$ | 9 | $\frac{2\pi A_t}{\lambda^2}$ | 10 | $\frac{A_t A_r W_t}{\lambda^2 d^2}$ |

B-2 次の記述は、各種の給電線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 平行二線式給電線の特性インピーダンスの大きさは、導線の直径が大きいほど、また、導線間の間隔が狭いほど大きくなる。
- イ 平行二線式給電線は、太さの等しい導線を一定間隔で平行に配置した平衡形の給電線であり、同軸ケーブルに比べて雨風や近接物体などの外部からの影響を受けやすい。
- ウ 同軸ケーブルによって伝送される電磁波は、一般に TEM 波である。
- エ 同軸ケーブルの特性インピーダンスは、一般に平行二線式給電線の特性インピーダンスより大きい。
- オ 導波管は、その管軸に直角な断面が長方形や円形などの導体の管であり、電磁波は、導波管の内部に閉じ込められて伝送され、導波管とその外部との間の電磁的結合はほとんどない。

B-3 次の記述は、図に示すエンドファイヤ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、平面反射板は十分大きいものとし、ヘリックスの全長は、十分長いものとする。

- (1) ヘリックスの1巻きの長さを約1波長として、中心軸方向に位相が合うようにピッチを調整すると、ヘリックス上に□ア波電流が流れ、ほぼ□イ偏波の電波が中心軸方向に放射される。この場合のモードを軸モード(アクシャルモード)という。
- (2) 指向性は、□ウである。
- (3) 周波数特性は□エであり、主に□オ帯で用いられる。



- | | | | | |
|------|------|---------|-------|-----------------------|
| 1 進行 | 2 直線 | 3 全方向性 | 4 広帯域 | 5 超短波(VHF)～マイクロ波(SHF) |
| 6 定在 | 7 円 | 8 単一指向性 | 9 狭帯域 | 10 中波(MF)～短波(HF) |

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。

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

- (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。

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

- (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。

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

- (4) $R < Z_0$ のときには、式③より、 $S = \square \text{エ}$ であるから、 Z_0 は次式となる。

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

$R > Z_0$ のときにも同様に、 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 $\frac{Z_0}{R}$ | 5 $\frac{V_{\min}}{V_{\max}}$ |
| 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 $\frac{R}{Z_0}$ | 10 $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ |

B-5 次の記述は、超短波(VHF)帯以上の電波の対流圏伝搬における屈折率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) 標準大気において、大気の屈折率 n は地表からの高さとともに □ア するから、標準大気中の電波通路は、送受信点間を結ぶ直線に対して □イ わん曲する。
- (2) 実際の大地は球面であるが、これを平面大地上の伝搬として等価的に取り扱うために、 $m = n + (h/R)$ で与えられる修正屈折率 m が定義されている。ここで、 h [m] は地表からの高さ、 R [m] は地球の □ウ である。
- (3) m は □エ に極めて近い値で不便なので、修正屈折示数 M を用いる。
- (4) M は、 $M = \square \text{オ} \times 10^6$ で与えられ、標準大気では地表からの高さとともに増加する。

- | | | | | |
|---------|---------|--------|-----------|-----------|
| 1 減少 | 2 増加 | 3 等価半径 | 4 半径 | 5 $(m+1)$ |
| 6 上方に凸に | 7 下方に凸に | 8 1 | 9 $(m-1)$ | 10 0 |