

GB301

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

- A - 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、媒質の誘電率を ϵ [F/m]、媒質の透磁率を μ [H/m] 及び媒質の導電率を σ [S/m] 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。

$$\text{rot } H = \sigma E + \epsilon \frac{\partial E}{\partial t} \quad \dots\dots$$

$$\text{rot } E = -\mu \frac{\partial H}{\partial t} \quad \dots\dots$$

- (2) 式 の右辺は、第 1 項の導電流と、□ A と呼ばれている第 2 項からなる。第 2 項は、空間に流れる □ A が導電流と同様に磁界を発生することを表しているので、この式は、拡張した □ B の法則と呼ばれることがある。
- (3) 式 は、コイルを貫く磁束が変化すると、コイルに電界が発生する物理現象を一般化して表現したものである。マクスウェルはコイルがない空間であっても、そこを貫く磁束が変化すると、その空間に電界が発生することを示したので、この式は、拡張した □ C の法則と呼ばれることがある。

A	B	C
1 変位電流	ファラデー	アンペア
2 変位電流	アンペア	ファラデー
3 対流電流	アンペア	ファラデー
4 対流電流	ファラデー	アンペア
5 対流電流	エルステッド	ファラデー

- A - 2 開口面積が 3 [m²] のパラボラアンテナを周波数 6 [GHz] で使用したとき、絶対利得 40 [dB] が得られた。このときのこ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 0.60 2 0.66 3 0.72 4 0.76 5 0.80

- A - 3 周波数が 600 [kHz]、電界強度が 5 [mV/m] のとき、直径 40 [cm]、巻数 10 の円形ループアンテナに誘起する電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、円形ループアンテナの面と電波の到来方向とのなす角度は 60 度とする。

1 15 [μV] 2 20 [μV] 3 29 [μV] 4 39 [μV] 5 45 [μV]

- A - 4 次の記述は、フリスの伝達公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、図に示すように、送信アンテナに供給される電力を P_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)、送信及び受信アンテナの実効面積をそれぞれ A_t [m²] 及び A_r [m²]、受信アンテナの受信有能電力を P_r [W]、送受信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。

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

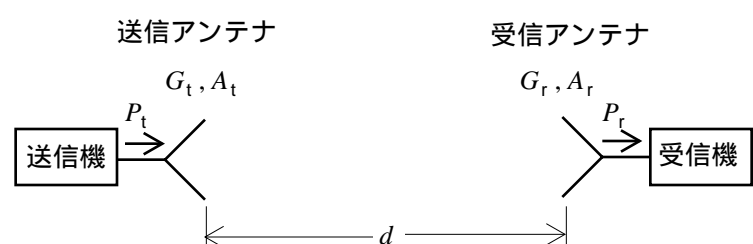
- (2) 受信アンテナの実効面積 A_r は、次式で表される。

$$A_r = \square B \quad [\text{m}^2] \quad \dots\dots$$

- (3) 式 及び より、受信アンテナの受信有能電力 P_r は、次式で表され、この式は、フリスの伝達公式と呼ばれている。

$$P_r = \square C \times P_t G_t G_r \quad [\text{W}]$$

	A	B	C
1	$\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$
2	$\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda G_r}{4\pi}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$
3	$\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$	$\frac{\lambda}{4\pi d}$
4	$\frac{P_t G_t}{4\pi d}$	$\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$	$\frac{\lambda}{4\pi d}$
5	$\frac{P_t G_t}{4\pi d}$	$\frac{\lambda G_r}{4\pi}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$



A - 5 次の記述は、自由空間に置かれた無損失の半波長ダイポールアンテナの絶対利得（真数）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) 基準アンテナとして使用される等方性アンテナから放射される電波の電界強度 E_s は、放射電力を P_s [W]、受信点までの距離を d [m] とすれば、次式で表される。

$$E_s = \frac{\sqrt{30P_s}}{d} \text{ [V/m]} \quad \dots\dots$$

- (2) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向で同じ d [m] における電界強度 E_h は、給電点の電流を I [A] とすれば、次式で表される。

$$E_h = \text{ A} \text{ [V/m]} \quad \dots\dots$$

また、半波長ダイポールアンテナの放射抵抗を 73.13 [] とすると、このアンテナの放射電力 P_h は、次式となる。

$$P_h = 73.13 I^2 \text{ [W]} \quad \dots\dots$$

- (3) 式より求めた I を式へ代入すると、次式となる。

$$E_h = \frac{60\sqrt{P_h}}{d\sqrt{73.13}} \text{ [V/m]} \quad \dots\dots$$

- (4) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得（真数）は、同じ d [m] において $E_s = E_h$ となるときの放射電力の比 B として与えられるから、約 C となる。

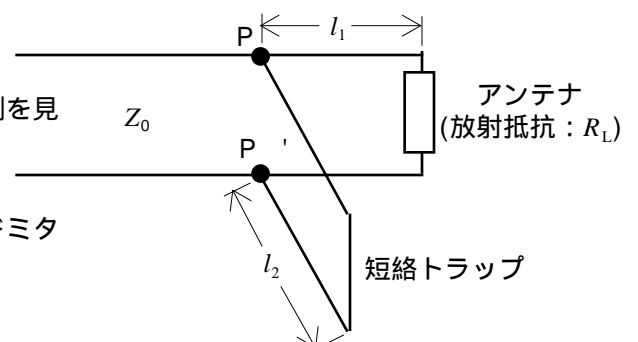
	A	B	C
1	$\frac{30I}{d}$	$\frac{P_h}{P_s}$	1.64
	$\frac{30I}{d}$	$2 \frac{P_h}{P_s}$	0.61
	$\frac{30I}{d}$	$3 \frac{P_s}{P_h}$	0.61
	$\frac{60I}{d}$	$4 \frac{P_s}{P_h}$	0.61
	$\frac{60I}{d}$	$5 \frac{P_s}{P_h}$	1.64

A - 6 特性インピーダンスが 300 [] の無損失給電線に純抵抗負荷 100 [] を接続したときの電圧定在波比（VSWR）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 3
- 2 4
- 3 5
- 4 6
- 5 7

A - 7 次の記述は、図のように特性インピーダンスが Z_0 [] の平行二線式給電線と放射抵抗 R_L [] のアンテナを接続した回路の短絡トラップ（スタブ）による整合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、アンテナ接続点から距離 l_1 [m] の点 P、P' に、特性インピーダンスが []、長さ l_2 [m] の短絡トラップが接続され整合しているものとする。なお、短絡トラップを接続していないとき、点 P、P' からアンテナ側を見たアドミタンスは、 $(1/Z_0) + jB$ [S] とする。

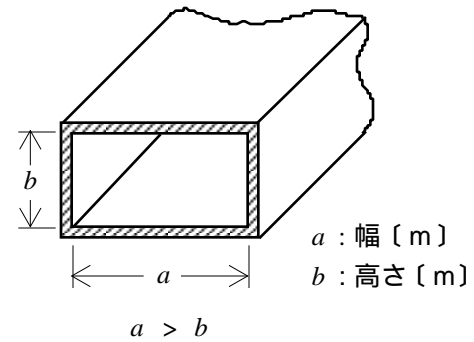
- 1 短絡トラップを接続していないとき、定在波電圧が最大又は最小となる点からアンテナ側を見たインピーダンスは純抵抗である。
- 2 短絡トラップの長さを変えたとき、点 P、P' から短絡トラップ側を見たインピーダンスは、誘導性から容量性まで変化する。
- 3 短絡トラップのアドミタンスは、 $+jB$ [S] である。
- 4 短絡トラップを接続したとき、点 P、P' からアンテナ側を見たアドミタンスは、 $1/Z_0$ [S] である。
- 5 スミスチャートを用いて、 l_1 と l_2 の大きさを求めることができる。



A - 8 次の記述は、図に示す方形導波管を 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、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	$2b$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
2	$2b$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
3	$2a$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
4	$2a$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
5	$2a$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$



A - 9 次の記述は、U形バラ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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) U形バランは、図1 に示すように長さが $1/2$ 波長の同軸ケーブルをU字形に曲げたうかい回路で構成され、図2 に示すように、点 a に加わる電圧 V [V]、平衡負荷の中心点 o を接地点とすると、点 b の位相が □ A □ [rad] 遅れるので、a、b 間の電圧は、□ B □ [V] となる。
 (2) 同軸ケーブルからの電流 I [A] は、点 a で二分され、平衡線路に平衡電流が流れることになる。したがって、ab 間のインピーダンス Z_{ab} [] と同軸ケーブルの特性インピーダンス Z_0 [] との間には、次式が成り立つ。
 $Z_{ab} = \square C \square Z_0$ []
 (3) U形バランを用いると、特性インピーダンスが同軸ケーブルの □ C □ 倍の平衡線路を同軸ケーブルに接続することができる。

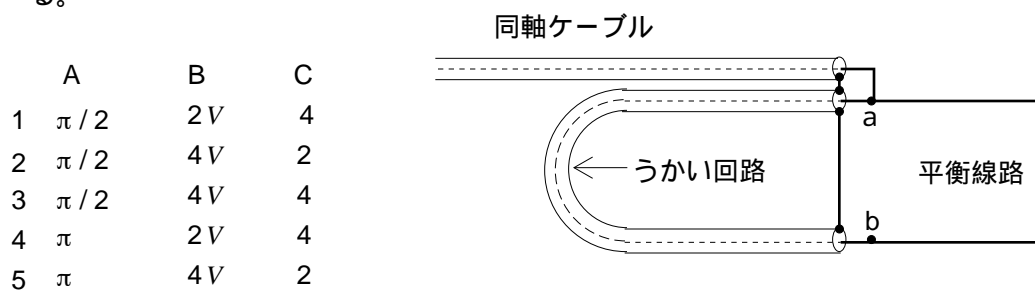


図1 U形バラン

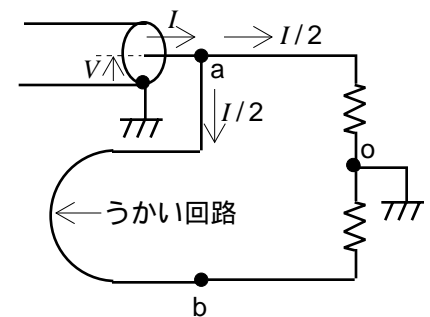
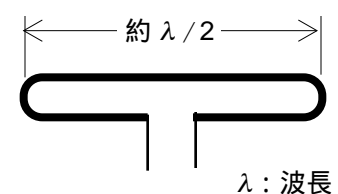


図2 動作説明図

A - 10 次の記述は、図に示す素子の太さが同じ折返し半波長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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 2本の素子に流れる電流の方向は、□ A □ である。
 (2) 1本の素子の入力インピーダンスが約 75 [] のとき、このアンテナの入力インピーダンスは、約 □ B □ [] である。
 (3) 同一電波を受信したときの受信有能電力は、半波長ダイポールアンテナで受信したときの受信有能電力と □ C □ 。



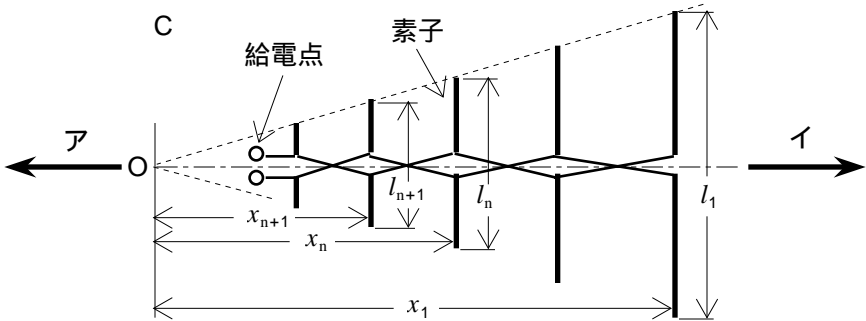
	A	B	C
1	同じ向き	300	ほぼ同一である
2	同じ向き	150	大きく異なる
3	同じ向き	150	ほぼ同一である
4	反対の向き	150	大きく異なる
5	反対の向き	300	ほぼ同一である

A - 11 次の記述は、図に示す対数周期ダイポールアレー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。

電气的特性が使用周波数の対数に対応して周期的に変化する □ A アンテナである。

- (2) 隣り合う素子の長さの比 □ B と隣り合う素子の頂点 O からの距離の比 x_n/x_{n+1} は等しい。
 (3) 主放射の方向は矢印 □ C の方向である。

A	B	
1 自己相似	l_n/l_{n+1}	イ
2 自己相似	l_{n+1}/l_n	イ
3 自己相似	l_n/l_{n+1}	ア
4 進行波	l_n/l_{n+1}	ア
5 進行波	l_{n+1}/l_n	イ



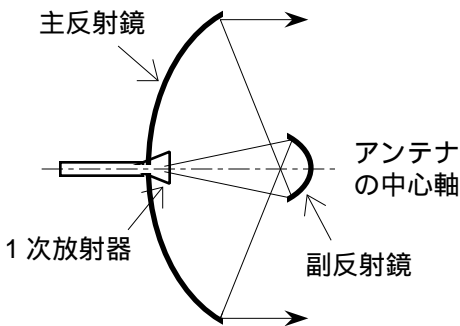
A - 12 周波数 10〔MHz〕用の半波長ダイポールアンテナの実効面積の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 45〔m²〕 2 58〔m²〕 3 77〔m²〕 4 95〔m²〕 5 117〔m²〕

A - 13 次の記述は、図に示す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) 図に示すように、主反射鏡に回転放物面を、副反射鏡に回転 □ A の凹面側を用い、主反射鏡の曲面の焦点と副反射鏡の曲面の一方の焦点を一致させ、他方の焦点と 1 次放射器の励振点（位相中心）を一致させた構造である。
 (2) パラボラアンテナに比べて反射鏡で生ずる交差偏波成分が □ B 。
 (3) オフセットパラボラアンテナよりもサイドローブが □ C 。

A	B	C
1 双曲面	少ない	小さい
2 双曲面	多い	大きい
3 楕円面	多い	大きい
4 楕円面	少ない	小さい
5 楕円面	少ない	大きい



A - 14 1/4 波長垂直地アンテナは800〔W〕の電力を供給したとき、アンテナから水平方向に 28〔km〕離れた地点における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、アンテナの放射効率を 1 とし、大地は完全導体平面とする。

- 1 2〔mV/m〕 2 4〔mV/m〕 3 8〔mV/m〕 4 10〔mV/m〕 5 20〔mV/m〕

A - 15 次の記述は、電波の地上波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) 地表波は、周波数が □ A ほど、また、大地の導電率が □ B ほど遠くまで伝搬する。
 (2) 山岳回折による利得は、電波通路上に二つ以上の山がある場合は、山が一つの場合より □ C なる。

A	B	C
1 低い	小さい	小さく
2 低い	小さい	大きく
3 低い	大きい	小さく
4 高い	小さい	大きく
5 高い	大きい	小さく

A - 16 次の記述は、電波に対する大気の屈折率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) 大気屈折率は、1に非常に近い値であり、気圧、気温及び□Aの変動によりわずかに変化する。このわずかな変化がマイクロ波（SHF）の伝搬に大きな影響を与える。
- (2) 標準大気屈折率は、高さ約1〔km〕以下では高さとともに直線的に減少するので、地表面に平行に放射された電波は、徐々に□Bに曲げられて進む。
- (3) 修正した大気屈折率の高度分布を表す□Cが、電波の伝搬状況を把握するために用いられる。

	A	B	C
1	湿度	上方	等圧線図
2	湿度	下方	M 曲線
3	湿度	下方	等圧線図
4	風向	上方	等圧線図
5	風向	下方	M 曲線

A - 17 次の記述は、電離層内を伝搬する電波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) 電波の電離層内における反射に主として影響を及ぼすのは、電波の□A、電離層への入射角及び電離層の電子密度である。□Aを変えないで、電離層への入射角を変えていくと、電波の反射する高さが変化する。入射角を□Bし過ぎると、電波は電離層を突き抜けてしまう。
- (2) 電離層内では、電磁エネルギーが電子に移り、電子が分子、原子に衝突してこのエネルギーが熱に変わることによって電波が減衰する。電波が電離層を通過するとき生ずる減衰を□Cという。

	A	B	C
1	周波数	小さく	第2 種減衰
2	周波数	大きく	第1 種減衰
3	周波数	小さく	第1 種減衰
4	電界強度	大きく	第1 種減衰
5	電界強度	小さく	第2 種減衰

A - 18 次の記述は、無損失の平行二線式給電線に接続されたアンテナの入力抵抗を測定する原理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) 給電線の特性インピーダンスを Z_0 〔 〕、アンテナの入力抵抗を R 〔 〕とすれば、 Z_0 と R が等しくないと給電線上に定在波が生ずる。このときのアンテナの給電点における定在波電圧は、□Aであれば電圧最小（波節）、 Z_0 と R の大小関係が逆であれば電圧最大（波腹）となる。
- (2) 電圧定在波比 S は、給電点における反射係数を Γ 、波腹の電圧を V_{\max} 〔V〕、波節の電圧を V_{\min} 〔V〕とすれば、次式で与えられる。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \square B$$

$$\text{ただし、} |\Gamma| = \frac{R - Z_0}{R + Z_0} \quad (Z_0 < R) \quad \text{又は} \quad |\Gamma| = \frac{Z_0 - R}{R + Z_0} \quad (Z_0 > R) \quad \text{とする。}$$

- (3) 給電点の定在波電圧が波腹か波節かを確かめた後、 V_{\max} と V_{\min} を測定して、 R を次式により求める。

$$R = Z_0 \times \square C \quad (Z_0 < R)$$

$$R = Z_0 \times \square D \quad (Z_0 > R)$$

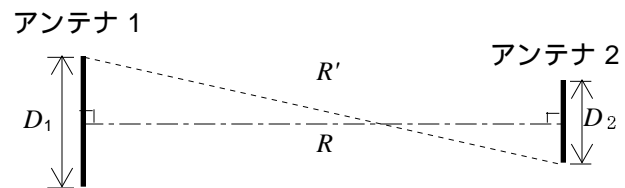
	A	B	C	D
1	$Z_0 < R$	$(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)$	V_{\max}/V_{\min}	V_{\min}/V_{\max}
2	$Z_0 < R$	$(1 - \Gamma)/(1 + \Gamma)$	V_{\min}/V_{\max}	V_{\max}/V_{\min}
3	$Z_0 < R$	$(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)$	V_{\min}/V_{\max}	V_{\max}/V_{\min}
4	$Z_0 > R$	$(1 - \Gamma)/(1 + \Gamma)$	V_{\min}/V_{\max}	V_{\max}/V_{\min}
5	$Z_0 > R$	$(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)$	V_{\max}/V_{\min}	V_{\min}/V_{\max}

A - 19 次の記述は、電波吸収体と電波暗室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 電波吸収体には導電性材料、誘電性材料及び磁性材料が使われている。
- 2 磁性材料による電波吸収体は、表面をくさび形にして、吸収特性を良くしている。
- 3 誘電性材料と磁性材料を組み合わせることにより、ある程度広い周波数帯で良好な吸収特性を持つ電波吸収体を構成することができる。
- 4 電波暗室は、側壁、天井、床のすべてに電波吸収体を貼り巡らした部屋であり、通常、電磁的なシールドが施されている。
- 5 電波暗室内には、外部からの影響を受けることのない自由空間とほぼ等価な空間を実現でき、その室内でアンテナの指向性の測定などを能率的に行うことができる。

A - 20 図は、使用する電波の波長 λ [m] に比べて大きなアンテナ直径 D_1 [m] 又は D_2 [m] を持つ2つの開口面アンテナの利得や指向性を測定する場合の最小測定距離 R [m] を求めるための幾何学的な関係を示したものである。 $D_1 = 0.6$ [m]、 $D_2 = 0.4$ [m] 及び測定周波数が 30 [GHz] のときの R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、通路差 R は、 $R = R' - R \quad (D_1 + D_2)^2 / (8R)$ [m] とし、 R が $\lambda / 16$ [m] 以下であれば適切な測定ができるものとする。

- 1 200 [m]
- 2 250 [m]
- 3 300 [m]
- 4 350 [m]
- 5 400 [m]



B - 1 次の記述は、自由空間を伝搬する平面波と球面波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) 平面波と球面波は、いずれも □ア□ であり、光と同じ速度で進む。
- (2) 平面波は、進行方向に □イ□ な平面上のいたるところで様な電界及び磁界を持った電磁波である。
- (3) 点放射源から遠く離れた球面波は、近似的に平面波とみなすこと □ウ□。
- (4) 平面波の電界と磁界は、時間的には □エ□ 位相であり、空間的には互いに直角である。
- (5) 平面波の電界と磁界の大きさの比は、 □オ□。

- | | | | | |
|------|------|---------|-----|----------|
| 1 縦波 | 2 平行 | 3 ができる | 4 同 | 5 一定である |
| 6 横波 | 7 垂直 | 8 はできない | 9 逆 | 10 一定でない |

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) 給電線の特異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、定在波が発生して電力の □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を生ずる。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 異なる | 2 伝送効率 | 3 平衡回路 | 4 平衡電流 | 5 バラン |
| 6 等しい | 7 反射効率 | 8 不平衡回路 | 9 不平衡電流 | 10 アイソレータ |

B - 3 次の記述は、各種アンテナ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。

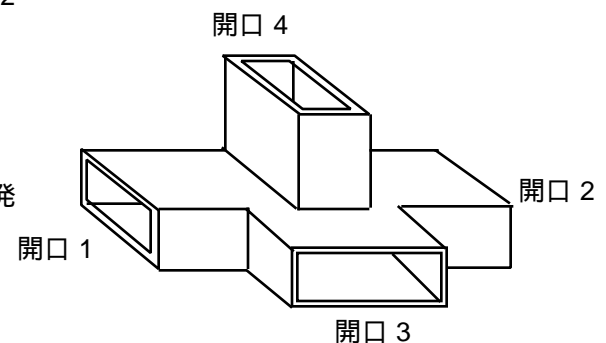
- ア 逆 L 形アンテナや T 形アンテナの頂部負荷は、大地との間の静電容量を高め、実効高をあまり減少させないで、アンテナの実際の高さを低くする効果がある。
- イ ホイップアンテナの指向性は、水平面、垂直面とも全方向性である。
- ウ ブラウンアンテナは、同軸ケーブルの中心導線の先端にまっすぐに $1/2$ 波長の導線を接続するとともに、同軸ケーブルの外部導体に $2 \sim 4$ 本の $1/2$ 波長の導線からなる地線を接続したアンテナである。
- エ スリーブアンテナは、同軸ケーブルの中心導線の先端にまっすぐに $1/4$ 波長の導線を接続したアンテナであり、 $1/4$ 波長接地アンテナと等価な働きをする。
- オ カセグレンアンテナは、副反射鏡の二つの焦点の一方と主反射鏡の焦点を一致させ、他方の焦点と一次放射器の励振点とを一致させてある。

B - 4 次の記述は、各周波数帯における電波の伝搬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 長波（LF 帯）では、南北方向の伝搬路で日の出及び日没のときに受信電界強度が急に強くなる日出日没現象がある。
- イ 中波（MF 帯）では、昼間は空間波が電離層（D 層）で吸収されるので地表波のみが伝搬するが、夜間は D 層が消滅するため電離層（E 層）反射波も伝搬する。
- ウ 短波（HF 帯）は、主に電離層伝搬であり、電離層による吸収及び反射の影響が大きく、昼夜、季節、太陽活動などの変化により最適の伝搬周波数が異なる。
- エ 超短波（VHF 帯）では、電離層を突き抜けるので、一年を通じて電離層からの反射波はない。
- オ マイクロ波（SHF 帯）及びミリ波 HF 帯では、酸素及び水蒸気による共鳴吸収及び降雨による減衰が大きくなる。

B - 5 次の記述は、マジック T によるインピーダンスの測定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、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) 図において、開口 1 及び 2 に任意のインピーダンスを接続して、開口 3 からマイクロ波を入力すると、等分されて開口 1 及び 2 へ進むが、両開口からの反射波があると、開口 4 へ出力される。その大きさは、開口 1 及び 2 からの反射波の大きさの □ である。
- (2) 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、開口 3 に高周波発振器及び開口 4 □ を接続し、標準可変インピーダンスを加減して □ イ への出力が □ ウ 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。
- (3) 標準可変インピーダンスに換えて □ エ を接続し、被測定インピーダンスからの反射電力を測定して、その値から計算により被測定インピーダンスの □ オ を求めることもできる。



- | | | | | |
|-----|---------|------|---------|--------|
| 1 差 | 2 可変移相器 | 3 最大 | 4 無反射終端 | 5 位相 |
| 6 和 | 7 検出器 | 8 最小 | 9 短絡板 | 10 大きさ |