

GB907

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 放射効率が 0.7 のアンテナで生ずる損失電力が 3〔W〕であるとき、このアンテナから放射される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 4〔W〕
- 2 7〔W〕
- 3 10〔W〕
- 4 12〔W〕
- 5 14〔W〕

A - 2 開口面積が 2.5〔m²〕のアンテナを周波数 2〔GHz〕で使用したとき、絶対利得 30〔dB〕が得られた。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 0.60
- 2 0.65
- 3 0.72
- 4 0.80
- 5 0.85

A - 3 次の記述は、アンテナの利得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) 基準アンテナの実効面積を A_{es} 〔m²〕、与えられたアンテナの実効面積を A_e 〔m²〕とすると、□Aで表される。
- (2) 等方性アンテナに対する利得を □B利得という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 □C(真値)である。

	A	B	C
1	A_{es}/A_e	相対	2.15
2	A_{es}/A_e	絶対	1.64
3	A_e/A_{es}	絶対	2.15
4	A_e/A_{es}	絶対	1.64
5	A_e/A_{es}	相対	2.15

A - 4 微小ダイポールによる静電界と放射電界の大きさが等しくなる距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、自由空間内に置かれた微小ダイポールによる任意の点 P の電界強度₀は次式で与えられ、 I 〔A〕は放射電流、 l 〔m〕は微小ダイポールの長さ、 λ 〔m〕は波長、 r 〔m〕は微小ダイポールからの距離、 θ 〔rad〕は微小ダイポールの軸と軸の中心と点 P を結んだ直線とがなす角度、 ω 〔rad/s〕は角周波数とする。また、周波数を 5〔MHz〕とする。

$$E_{\theta} = j \frac{60\pi I l \sin\theta}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{j\lambda}{2\pi r^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2 r^3} \right) e^{j(\omega t - 2\pi r/\lambda)} \quad [\text{V/m}]$$

- 1 4.8〔m〕
- 2 9.6〔m〕
- 3 19.2〔m〕
- 4 55.3〔m〕
- 5 78.6〔m〕

A - 5 次の記述は、受信アンテナの等価回路と受信有能電力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、アンテナは無損失の線状アンテナとする。

- (1) 図1 に示す受信回路において、受信アンテナに誘起される電圧を V [V] とすると、この電圧によって受信アンテナ及び受信機に電流が流れる。このアンテナを等価回路で表したときの内部インピーダンスは、送信アンテナとしての □A□ インピーダンス Z_a [] と等価であるので、入力インピーダンスが Z_1 [] の受信機を接続したときの等価回路は、図2 のようになる。
- (2) Z_1 から受信有能電力を取り出すことができるのは、 Z_a と Z_1 をそれぞれ $R_a + jX_a$ と $R_1 + jX_1$ とすれば、 $R_a = R_1$ 、かつ $X_a =$ □B□ のときであり、このとき、受信機の受信有能電力の値は □C□ [W] となる。

	A	B	C
1	放射	$-X_1$	$\frac{V^2}{4R_1}$
2	放射	X_1	$\frac{V^2}{2R_1}$
3	放射	$-X_1$	$\frac{V^2}{2R_1}$
4	正規化	X_1	$\frac{V^2}{2R_1}$
5	正規化	$-X_1$	$\frac{V^2}{4R_1}$

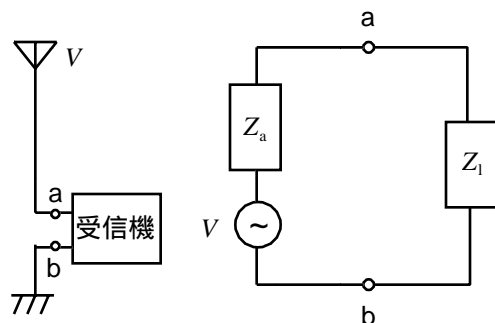


図1 受信回路 図2 等価回路

A - 6 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。ただし、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 に加わる電圧を V [V]、平衡負荷の中心点 o を接地点とすると、点b に加わる電圧は位相が □A□ [rad] 遅れるので、□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。
 $Z_{ab} =$ □C□ Z_0 []
- (3) U形バランを使うと、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。

	A	B	C
1	$\pi/2$	$-V$	4
2	$\pi/2$	V	2
3	$\pi/2$	V	4
4	π	V	2
5	π	$-V$	4

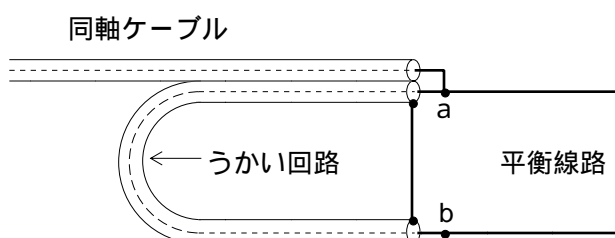


図1 U形バラン

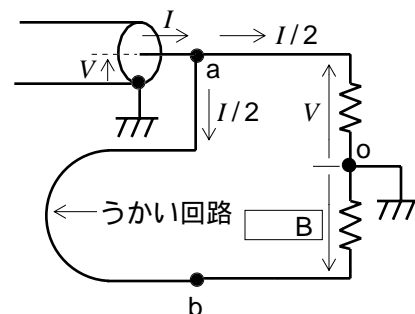


図2 動作説明図

A - 7 次の記述は、導波管及び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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 導波管は、基本モードの遮断周波数より □A□ 周波数の電磁波を伝送することはできない。
- (2) 導波管の基本モードの遮断周波数は、他の高次モードの遮断周波数より □B□ 。
- (3) マイクロストリップ線路の伝搬モードは、近似的に □C□ モードである。

	A	B	C
1	低い	高い	TM
2	低い	低い	TEM
3	高い	低い	TM
4	高い	低い	TEM
5	高い	高い	TM

A - 8 特性インピーダンスが 300 [] の無損失給電線に純抵抗負荷 50 [] 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 2
- 2 3
- 3 4
- 4 6
- 5 8

A - 9 次の記述は、アンテナと給電線を整合させるための対称形集中定数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。ただし、同じ記号の [] 内には、同じ字句が入るものとする。また、給電線は無損失とし、その特性インピーダンス Z_0 を 300 []、アンテナの入力抵抗 R を 73 [] とする。

(1) 特性インピーダンス Z_0 の給電線と入力抵抗 R のアンテナを図に示すリアクタンス X を用いた対称形集中定数回路により整合させるためには、次式が成立しなければならない。

$$Z_0 = jX + \frac{-jX \left(\frac{A}{Z_0} \right)}{\left(\frac{A}{Z_0} \right) - jX}$$

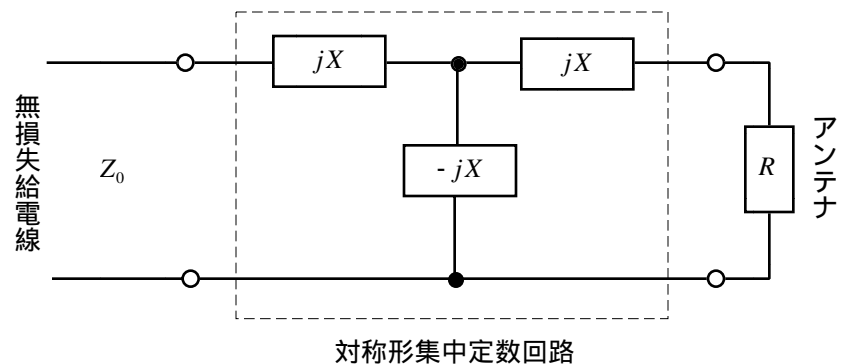
(2) これより、整合条件は次式で与えられる。

$$X = \frac{B}{Z_0}$$

(3) 題意の数値を代入すれば、 X は次の値となる。

$$X = \frac{C}{Z_0} \text{ []}$$

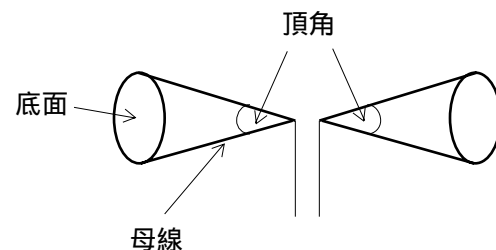
	A	B	C
1	$R + jX$	$\sqrt{2RZ_0}$	210
2	$R + jX$	$\sqrt{RZ_0/2}$	105
3	$R + jX$	$\sqrt{RZ_0}$	148
4	$R - jX$	$\sqrt{RZ_0}$	148
5	$R - jX$	$\sqrt{2RZ_0}$	210



A - 10 次の記述は、図に示す双円錐アンテナ (バイコニカルアンテナ) について述べたものである。[] 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 円錐の底面の直径と母線の長さの比が一定である自己相似アンテナである。このアンテナを広帯域にするには、一般に頂角を [A] したり、母線を [B] することで対応している。
- (2) このアンテナの変形として円錐の代わりに導体平板を三角形に切り取ったもの、あるいは多数の導線を用いた [C] がある。

A	B	C
1 狭く (約 20 から 30 度)	長く	ファンアンテナ
2 狭く (約 20 から 30 度)	短く	スロットアンテナ
3 広く (約 50 から 90 度)	長く	スロットアンテナ
4 広く (約 50 から 90 度)	短く	スロットアンテナ
5 広く (約 50 から 90 度)	長く	ファンアンテナ



A - 11 次の記述は、半波長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。ただし、波長を λ [m] とする。

- 1 放射抵抗は、約 73 [] である。
- 2 実効長は、 $\lambda/(2\pi)$ [m] である。
- 3 実効面積は、約 $0.13 \lambda^2$ [m²] である。
- 4 相対利得は、0 [dB] である。
- 5 E 面内の指向性パターンは、8 字特性である。

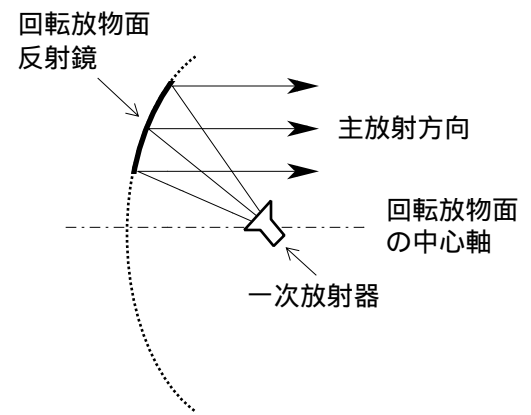
A - 12 次の記述は、航空機援助用地上施設のアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 無指向性無線標識 (NDB) アンテナには、航空機搭載の自動方向探知機 (ADF) 用の電波を発射する垂直アンテナ、
□A又は、かさ形アンテナが使用されており、これらのアンテナの□B面内の指向性はいずれも無指向性である。
- (2) 超短波全方向式無線標識 (VOR) は、航空機に地上局からの磁方位を与える施設であり、標準VOR用アンテナには、
□Cが使用されている。

A	B	C
1 T形アンテナ	水平	コーナレフレクタアンテナ
2 T形アンテナ	垂直	コーナレフレクタアンテナ
3 T形アンテナ	水平	アルホードループアンテナ
4 対数周期アンテナ	垂直	アルホードループアンテナ
5 対数周期アンテナ	水平	コーナレフレクタアンテナ

A - 13 次の記述は、図に示すオフセットパラボラ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。

- 円形パラボラアンテナに比べると、反射鏡の前面に一次放射器や給電線路が無いので、電波の通路が妨害を受けない。
- 一次放射器の最大放射方向は、反射鏡面のほぼ中央付近で、鏡面からの反射エネルギーが目的方向に最大になるような点に向けられている。
- 一次放射器が開口面の正面にないため、反射鏡面からの反射波は、ほとんど一次放射器に戻らないので、一次放射器の指向性を良くすれば、開口効率はほとんど低下しない。
- カセグレンアンテナのように副反射鏡を用いないので、そのブロッキングによる利得の低下がない。
- 衛星用の受信アンテナとして用いる場合、同じ仰角で用いる開口径の等しい円形パラボラアンテナに比べて、地上通信回線の電波による干渉や大地からの熱雑音の影響を受けやすい。



A - 14 次の記述は、人工雑音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。

- 自動車から発生する雑音は、点火装置からの雑音が最も強く、周波数スペクトルは、長波 (LF) 帯から極超短波 (UHF) 帯までの広帯域に及ぶ。
- 小形整流子モーターを使用する機器から発生する雑音の周波数スペクトルは、長波 (LF) 帯から超短波 (VHF) 帯までの広帯域に及ぶ。
- 高圧送配電線におけるコロナ放電から発生する雑音により受信妨害を受けるのは、主としてラジオ放送の中波 (MF) 帯であり、テレビジョン放送や FM 放送はほとんど妨害を受けない。
- コンピュータのクロックパルスによる雑音の周波数スペクトルは、基本波のみで、高調波成分は含まない。
- 電気鉄道から発生する雑音は、パンタグラフ系からの雑音が最も大きく、回転機からの雑音は小さい。

A - 15 次の記述は、SHF 帯以上の電波の減衰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) 気体分子による減衰は、電波の周波数が気体分子の持つ双極子の固有振動数と一致すると、分子の □A が起こり、電波のエネルギーの一部がこれらの気体分子に吸収されることによって生ずる。SHF 帯以上の電波では酸素や □B などによる減衰が起こる。
- (2) 降雨による減衰は、電波が雨滴にあたり、そのエネルギーの一部が吸収や □C されることによって生ずる。
- (3) 霧や細かい雨による減衰は、周波数が □D になると増加し、単位体積中に含まれる水分の量に比例する。

A	B	C	D
1 共鳴	水蒸気	散乱	高く
2 共鳴	水素	散乱	低く
3 散乱	水蒸気	散乱	低く
4 散乱	水素	回折	高く
5 散乱	水蒸気	回折	低く

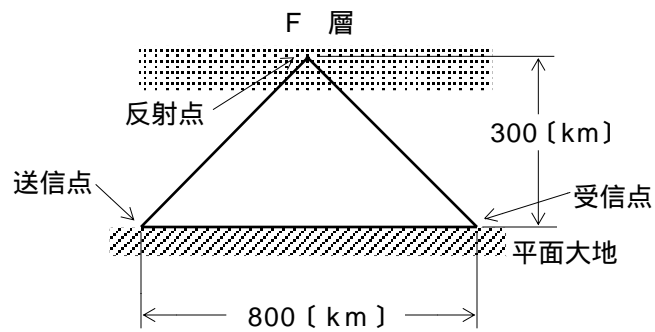
A - 16 次の記述は、電離層内における電波の反射と減衰について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (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□C□するときに生ずる減衰を第 1 種減衰といい、□□するときに生ずる減衰を第 2 種減衰という。

	A	B	C	D
1	周波数	小さく	電離層で反射	電離層を通過
2	周波数	大きく	電離層を通過	電離層で反射
3	周波数	小さく	電離層を通過	電離層で反射
4	電界強度	大きく	電離層を通過	電離層で反射
5	電界強度	小さく	電離層で反射	電離層を通過

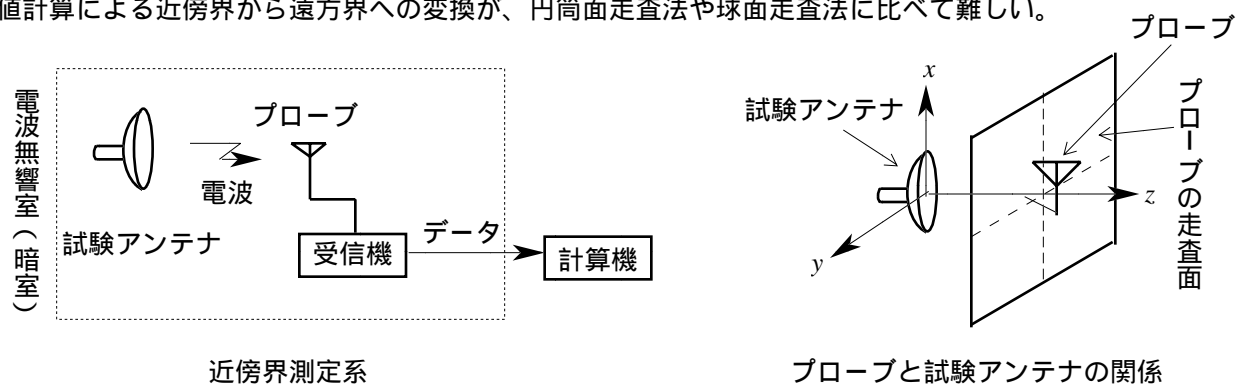
A - 17 図に示すように、送受信点間の距離が 800〔km〕の電離層伝搬において、F 層の見掛けの高さが300〔km〕で、最高使用可能周波数 (MUF) が 10〔MHz〕であった。このときの臨界周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、平面大地に平行であるものとする。

- 1 6.0〔MHz〕
2 6.5〔MHz〕
3 7.0〔MHz〕
4 7.5〔MHz〕
5 8.0〔MHz〕



A - 18 次の記述は、図に示すアンテナの近傍界を測定するプローブの平面走査法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 プローブには、半波長ダイポールアンテナやホーンアンテナなどが用いられる。
2 試験アンテナを回転させないでプローブを上下左右方向に走査して測定を行うので、鋭いビームを持つアンテナや回転不可能なアンテナの測定に適している。
3 多重反射による誤差は、プローブを極端に大きくしたり、試験アンテナに接近させ過ぎたりすることで生ずる。
4 高精度の測定には、受信機の直線性を校正しておかなければならない。
5 数値計算による近傍界から遠方界への変換が、円筒面走査法や球面走査法に比べて難しい。



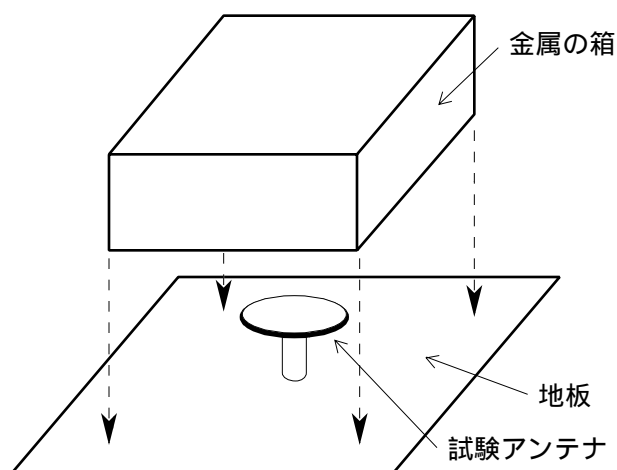
A - 19 雑音温度が 160〔K〕のアンテナに給電回路を接続したとき、200〔K〕の雑音温度が測定された。この給電回路の損失 (真数) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、周囲温度を 27〔 〕とする。

- 1 1.1
2 1.2
3 1.3
4 1.4
5 1.5

A - 20 次の記述は、小型アンテナの放射効率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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、地板の上に置いた試験アンテナに、アンテナ電流の分布を乱さないよう適当な形及び大きさの金属の箱をかぶせて隙間がないように密閉し、試験アンテナの入力インピーダンスの□Aを測定する。この値は、アンテナからの放射がないので、アンテナの□Bとみなせる。
- (2) 次に金属の箱を取り除いて、同様に、試験アンテナの入力インピーダンスの□Aを測定する。この値はアンテナの□Bと□Cの和である。
- (3) 放射効率は、(1)と(2)の測定値の差から求められる□Cを(2)で測定した□Aで割った値で表される。

	A	B	C
1	実数部	損失抵抗	放射抵抗
2	実数部	導体抵抗	損失抵抗
3	虚数部	損失抵抗	導体抵抗
4	虚数部	導体抵抗	損失抵抗
5	虚数部	損失抵抗	放射抵抗



B - 1 次の記述は、自由空間内におけるアンテナの放射電界強度の計算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。

- (1) 等方性アンテナの放射電力を P_0 [W]、アンテナから距離 d [m] 離れた点における電界強度を E_0 [V/m] とすると、この点の□ア W [W/m²] は、次式で表される。

$$W = \frac{P_0}{4\pi d^2} = \text{□イ} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

上式から、 E_0 は、次式で表される。

$$E_0 = \text{□ウ} \text{ [V/m]}$$

- (2) 等方性アンテナ及び任意のアンテナに、それぞれ電力 P_0 [W] 及び P [W] を入力したとき、両アンテナから十分離れた同一地点における両電波の電界強度が等しければ、任意のアンテナの絶対利得 G (真数) は、次式で与えられる。

$$G = \text{□エ}$$

- (3) したがって、絶対利得 G の任意のアンテナに電力 P [W] を入力したとき、このアンテナから距離 d [m] 離れた点における電界強度 E [V/m] は、次式で表される。

$$E = \frac{\text{□オ}}{d} \text{ [V/m]}$$

1	$2\sqrt{30GP}$	2	有効電力	3	$\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$	4	$\frac{E_0^2}{120\pi}$	5	$\frac{P}{P_0}$
6	$\frac{E_0^2}{60\pi}$	7	ポインティング電力	8	$\frac{P_0}{P}$	9	$\frac{2\sqrt{30P_0}}{d}$	10	$\sqrt{30GP}$

B - 2 次の記述は、給電回路及び平衡又は不平衡回路のインピーダンス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) 給電線の実特性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	反射効率	2	伝送効率	3	アイソレータ	4	平衡電流	5	平衡回路
6	等しい	7	異なる	8	バラン	9	不平衡回路	10	不平衡電流

B - 3 次の記述は、スロット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、導体平板は極めて大きいものとする。

- (1) 図 1 に示すように、スロットの長さを l [m]、横幅を w [m]、波長を λ [m] とすれば、通常 □ア の関係を満足するように作られている。
- (2) 図 1 に示すように置かれたスロットアンテナからの放射電波は、大地面を紙面に垂直な面とすると、□イ となり、その指向性は、図 2 に示す補対の関係にある □ウ アンテナの電界と磁界を入れ替えたときの指向性にほぼ等しい。
- (3) 同軸給電線を用いて給電するときには、スロットアンテナの中央における入力インピーダンスが同軸給電線のインピーダンスに比べて非常に □エ ので、給電 □オ を変化させて、同軸給電線と整合をとる。

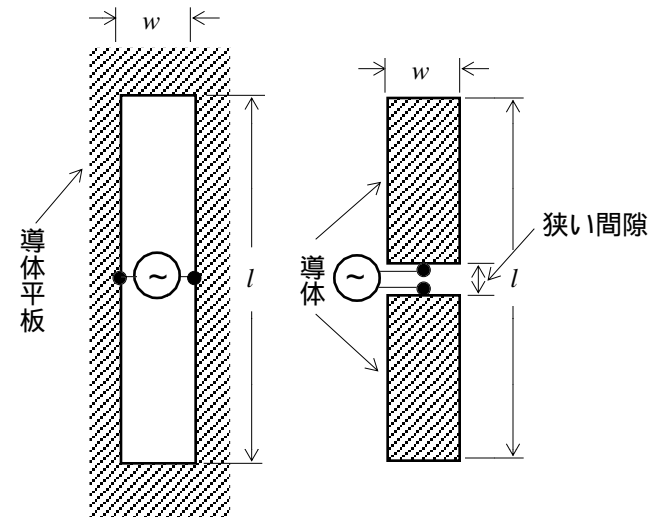


図 1 スロットアンテナ

図 2

- | | | | | |
|----------|-------------------------|--------|-------|-------|
| 1 ダイポール | 2 $w \quad \lambda < l$ | 3 垂直偏波 | 4 小さい | 5 大きい |
| 6 四角形ループ | 7 $w \quad l < \lambda$ | 8 水平偏波 | 9 位置 | 10 電圧 |

B - 4 次の記述は、フェージングの軽減法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 空間ダイバーシティは、物理的にできるだけ接近させて設置した複数のアンテナの受信信号を合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなるアンテナに切り替えて受信する方式である。
- イ 周波数ダイバーシティは、同一内容の信号を複数の異なる搬送周波数で送信し、受信側ではこれらを別々に受信して復調後に合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなる周波数に切り替えて受信する方式である。
- ウ 偏波ダイバーシティは、偏波面が互いに 180 度異なる 2 つの受信アンテナの受信信号を合成するか、あるいは受信出力が大きくなる偏波のアンテナに切り替えて受信する方式である。
- エ 角度ダイバーシティは、複数の鋭い指向性を持つアンテナの主ビームが別々の方向を向くように設置された複数のアンテナの受信信号を合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなるアンテナに切り替えて受信する方式である。
- オ 受信機の AVC 回路あるいは AGC 回路は同期フェージングを軽減するために有効である。また、SSB 通信方式は選択フェージングを軽減するために有効である。

B - 5 次の記述は、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を下の番号から選べ。

- (1) 給電線及びアンテナの入力インピーダンスの測定では、ネットワークアナライザや □ア などを用いられる。
- (2) 給電線とアンテナは、整合が完全にとれていない状態で使うことがある。この状態で測定した利得を □イ という。
- (3) SHF 帯で利得を測定する場合の基準アンテナには、一般に □ウ アンテナが用いられる。
- (4) 波長に比べて直径の大きな円形の開口面アンテナを測定する場合、測定誤差を小さくするために、送信アンテナ及び受信アンテナ間の距離を □エ [m] 以上とする。ただし、送信アンテナ及び受信アンテナの直径をそれぞれ D_t [m] 及び D_r [m] とし、波長を λ [m] とする。
- (5) 前後比 (F/B) は、最大放射方向の電界強度 E_f [V/m] と最大放射方向から □オ 度の範囲内の最大の電界強度 E_r [V/m] とを測定し、 E_f/E_r (真値) として求める。

- | | | | | |
|---------------|---------|---------|--------------------------------|------------------|
| 1 ケルビンダブルブリッジ | 2 指向性利得 | 3 角錐ホーン | 4 $2(D_t^2 + D_r^2) / \lambda$ | 5 (180 ± 60) |
| 6 アドミタンスブリッジ | 7 動作利得 | 8 八木 | 9 $2(D_t + D_r)^2 / \lambda$ | 10 (90 ± 60) |