

GB501

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 - 1 次の記述は、微小ダイポールを正弦波電流で励振した場合に発生する電磁界の成分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。

- 1 微小ダイポールのごく近傍で支配的な電磁界は、静電界と静磁界の二つである。
- 2 誘導電磁界は、ビオ・サバルの法則に従う磁界とそれに対応する電界で、その大きさは、微小ダイポールからの距離に反比例する。
- 3 放射電界の位相は、放射磁界の位相より $\pi/2$ [rad] 遅れている。
- 4 放射電磁界の強度は、微小ダイポールからの距離に反比例する。
- 5 誘導電磁界と放射電磁界の大きさは、微小ダイポールからの距離が $1/\lambda$ 波長のとき等しくなる。

A - 2 自由空間において、アンテナへの到来電波の磁界強度が 4.5×10^{-5} [A/m] であった。このとき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、到来電波は平面波とする。

- 1 120 [μV/m] 2 240 [μV/m] 3 2 [mV/m] 4 17 [mV/m] 5 25 [mV/m]

A - 3 次の記述は、アンテナ素子の太さが無視できる半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンス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) 入力インピーダンスの抵抗分は約 73 []、リアクタンス分は約 □A□ である。
- (2) アンテナ素子の長さを変化させたときの抵抗分の変化量は、リアクタンス分の変化量より □B□。
- (3) アンテナ素子の長さを半波長より少し □C□ すると、リアクタンス分を零にすることができる。

	A	B	C
1	43 []	多い	長く
2	43 []	少ない	短く
3	23 []	少ない	短く
4	23 []	多い	長く
5	23 []	多い	短く

A - 4 次の記述は、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) 電力パターンは、□A□ の指向性を図示したものをいい、これは □B□ の指向性係数の 2 乗を図示したものでもある。
- (2) E 面放射パターンは、電波が □C□ で放射される場合、電界ベクトルを含む面における指向性を図示したものである。

	A	B	C
1	放射電界強度	電界強度	直線偏波
2	放射電界強度	電力	楕円偏波
3	放射電界強度	電界強度	楕円偏波
4	放射電力束密度	電界強度	直線偏波
5	放射電力束密度	電力	楕円偏波

A - 5 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] とすると、実効面積が A_e [m²] のアンテナの利得は、□ 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 [dB] である。

	A	B	C
1	A_e / A_{es}	絶対	2.15
2	A_e / A_{es}	相対	1.64
3	A_e / A_{es}	絶対	1.64
4	A_{es} / A_e	絶対	2.15
5	A_{es} / A_e	相対	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 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	4	3	6	4	8	5	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A - 7 次の記述は、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。

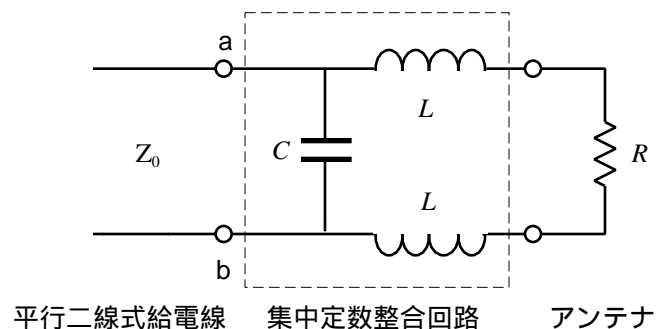
- (1) 接地した導体基板の上に大きな比誘電率を持つ誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さが極めて薄い □ A を密着させたものである。導波管及び同軸線路に比べて非常に小形、軽量であり、マイクロ波の伝送線路としても使用される。
 (2) 一種の □ B 線路であるから、外部雑音が混入するおそれがある。また、誘電体基板の比誘電率を十分 □ C 選べば、放射損は非常に小さくなる。

	A	B	C
1	絶縁体	開放	大きく
2	絶縁体	密閉	小さく
3	導体	開放	小さく
4	導体	密閉	小さく
5	導体	開放	大きく

A - 8 図に示すように、特性インピーダンスが Z_0 [] の平行二線式給電線と給電点インピーダンスが R [] のアンテナを整合させるために、集中定数整合回路を挿入した。この回路の静電容量 C [F] を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $Z_0 > R$ であり、コイルのインダクタンスを L [H]、角周波数を ω [rad/s] とする。

- $$C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{Z_0 - R}$$

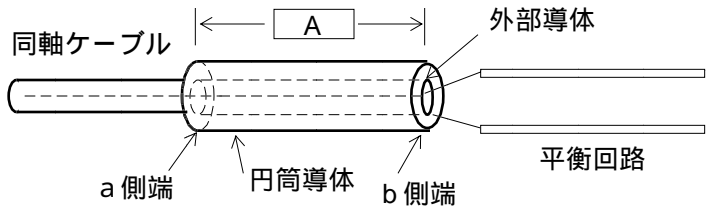
$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{2R}}$$
 3
$$C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$$
 4
$$C = 2\omega Z_0 \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$$
 5
$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{Z_0 - R}$$



A - 9 次の記述は、バランの一種であるシュベルトップ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。

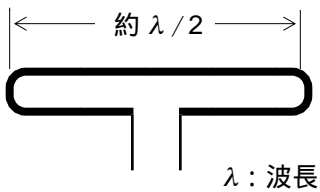
- (1) 図に示すように、同軸ケーブルの終端に長さが□A□の円筒導体をかぶせ、そのa側端を同軸ケーブルの外部導体に短絡したものである。
- (2) 円筒導体のb側端では、分布電圧が最大で分布電流が最小であるため、インピーダンスは非常に□B□。このため、不平衡回路と平衡回路を直接接続したときに生ずる□C□電流が、同軸ケーブルの外部導体に沿って流れ出すのを防止することができる。

	A	B	C
1	1/2 波長	大きい	不平衡
2	1/2 波長	小さい	平衡
3	1/4 波長	小さい	平衡
4	1/4 波長	小さい	不平衡
5	1/4 波長	大きい	不平衡



A - 10 次の記述は、図に示す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 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 4 倍である。
- 2 実効長は、半波長ダイポールアンテナの約 2 倍である。
- 3 指向性は、半波長ダイポールアンテナとほぼ同じである。
- 4 半波長ダイポールアンテナに比べて広帯域特性を持つ。
- 5 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の約 2 倍である。



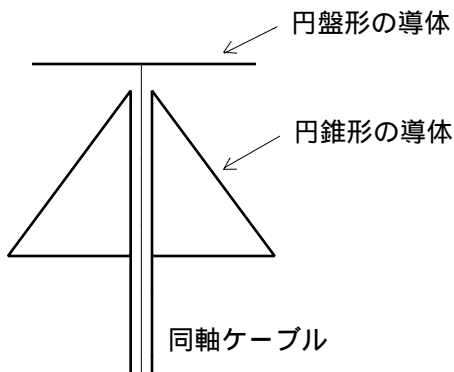
A - 11 次の記述は、各種アンテナの特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 垂直接地アンテナと逆L型接地アンテナの大地からの高さが同じ場合、その実効高は逆L型接地アンテナの方が小さい。
- 2 八木アンテナでは、利得を上げるために、通常、1個の反射器と数個の導波器を放射器の前後に約1/4波長の間隔で置く。
- 3 対数周期ダイポールアレ-アンテナは、隣り合うアンテナ素子の長さの比及び各素子の先端を結ぶ2本の直線の交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た広帯域アンテナである。
- 4 パラボラアンテナは、開口面近傍で放射される電波がほぼ平面波になるように設計される。
- 5 カセグレンアンテナの指向性利得は、同じ開口面積を持つパラボラアンテナの指向性利得にほぼ等しい。

A - 12 次の記述は、ディスコー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。

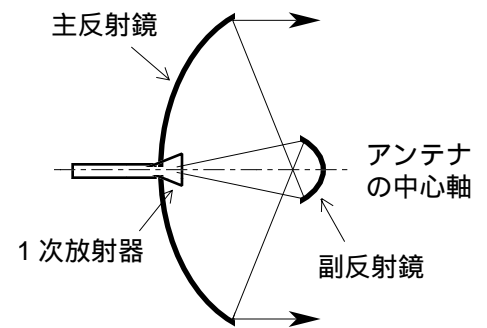
- (1) 図に示すように、円錐形の導体の頂点に円盤形の導体を置き、円錐形の導体に同軸ケーブルの外部導体を、円盤形の導体に内部導体をそれぞれ接続したものであり、給電点は、円錐形の導体の□A□にある。実際には、線状導体を円盤の中心及び円錐の頂点から放射状に配置した構造のことが多い。
- (2) 水平面内の指向性は、□B□あり、垂直偏波の電波の送受信に用いられる。スリーブアンテナやブラウンアンテナに比べて□C□特性を持つ。

	A	B	C
1	頂点	単一指向性	狭帯域
2	頂点	全方向性	広帯域
3	底辺	全方向性	狭帯域
4	底辺	全方向性	広帯域
5	底辺	単一指向性	狭帯域



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	少ない	大きい
4	楕円面	少ない	小さい
5	楕円面	多い	大きい

A - 14 自由空間において、到来電波の方向に最大感度方向が向けられた半波長ダイポールアンテナの受信有能電力が 10^{-3} [mW] であるとき、到来電波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、到来電波の周波数を 150 [MHz] とし、 $\sqrt{3}$ 8.54 とする。

- 1 3 [mV/m] 2 6 [mV/m] 3 11 [mV/m] 4 21 [mV/m] 5 27 [mV/m]

A - 15 周波数 150 [MHz] の電波を高さ h_1 が 30 [m] の送信アンテナから放射したとき、送信点からの距離 d が 10 [km]、高さ h_2 が 10 [m] の地点における電界強度 E の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナの放射電力を 15 [W]、送信アンテナの絶対利得を 3 [dB] とし、アンテナ等の損失はないものとする。また、このときの E は、波長を λ [m]、自由空間電界強度を E_0 [V/m] とすると、次式で表されるものとし、 $\log_{10} 2$ 0.3 とする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad [\text{V/m}]$$

- 1 141 [μV/m] 2 377 [μV/m] 3 565 [μV/m] 4 705 [μV/m] 5 1,130 [μV/m]

A - 16 方形導波管内の電磁波の位相速度が 3.6×10^8 [m/s] であるとき、電磁波の群速度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、導波管の内部は空気とする。

- 1 8.2×10^6 [m/s] 2 1.2×10^7 [m/s] 3 2.5×10^7 [m/s] 4 1.2×10^8 [m/s] 5 2.5×10^8 [m/s]

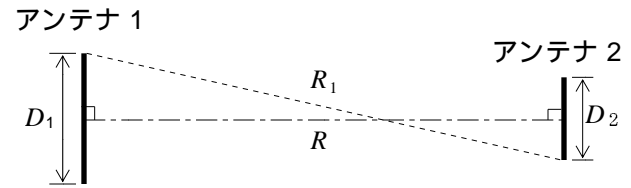
A - 17 次の記述は、電波に対する大気の屈折率について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 大気の屈折率は、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) 標準大気の屈折率は、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) 修正した大気の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	下方	M 曲線
2	湿度	上方	等圧線図
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 - 18 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。 $D_1 = 0.55$ [m]、 $D_2 = 0.45$ [m] 及び測定周波数が 20 [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、 $R = R_1 - R_2 = (D_1 + D_2)^2 / (8R)$ [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 70 [m]
- 2 100 [m]
- 3 135 [m]
- 4 200 [m]
- 5 270 [m]



A - 19 次の記述は、アンテナのインピーダンス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) 周囲からの反射波の影響を受けない場所で測定することが必要であり、電波暗室を用いる方法が良いとされている。屋外で測定するときは、特にアンテナの □ A □ 方向に反射物体がないようにする。
- (2) 被測定アンテナの使用周波数に応じてネットワークアナライザ、インピーダンスブリッジ、□ B □ などが用いられる。
- (3) 直接測定できない場合は、反射係数の絶対値 $|Γ|$ 又は電圧定在波比 (VSWR) を測定し、計算によって求める。このとき給電線の特性インピーダンスを Z_0 [] とすれば、 $|Γ|$ とアンテナのインピーダンス Z [] は、次式の関係にある。

$$|Γ| = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

	A	B	C
1	主放射	ダイプレクサ	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $
2	主放射	スロット線路	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $
3	主放射	スロット線路	$ Z + Z_0 / Z - Z_0 $
4	最小放射	ダイプレクサ	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $
5	最小放射	スロット線路	$ Z + Z_0 / Z - Z_0 $

A - 20 次の記述は、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下の番号から選べ。

- 1 電波暗室内の壁面や天井及び床に電波吸収体を張り付けて自由空間とほぼ同等の空間を実現したもので、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。
- 2 電波暗室には、電磁的なシールドが施されている。
- 3 電波吸収体は、使用周波数に適した材質、形状のものを用いる。
- 4 電波暗室内で、測定するアンテナを設置する場所をフレネルゾーンといい、そこへ到来する不要反射電力が決められた値以下になるように設計されている。
- 5 電波暗室の性能は壁面や天井及び床などからの反射電力の大小で評価され、評価法にはアンテナパターン比較法や空間定在波法などがある。

B - 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、□ ア □ やアドミタンスブリッジなどが用いられる。
- (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) マイクロ波 (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、 $20 \log_{10} (E_f / E_r)$ [dB] で表されることが多い。

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	ネットワークアナライザ	7	動作利得	8	八木	9	$2(D_t + D_r)^2 / \lambda$	10	(90 ± 60)

B - 2 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。ただし、アンテナ等の損失はないものとする。

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

B - 3 次の記述は、導波管の伝送損失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 誘電体損失は、内部が中空の導波管では極めて小さいが、雨水などが管内に浸入した場合は極めて大きくなる。
 イ 同じ導波管どうしを接続する場合、接続部での伝送損失を防ぐため、チョーク接続などの方法を用いる。
 ウ 管壁において電波が反射するとき、管壁に侵入する表皮厚さ(深さ)は、周波数が高くなるほど薄く(浅く)なる。
 エ 遮断周波数より十分高い周波数では、周波数が高くなるほど伝送損失が小さくなる。
 オ 遮断周波数に十分近い周波数範囲では、遮断周波数に近くなるほど伝送損失が小さくなる。

B - 4 次の記述は、基本的な八木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、波長を λ [m] とする。

- (1) 放射器として半波長ダイポールアンテナ又は □ア□ が用いられ、反射器は 1 本、導波器は利得を上げるために複数本用いられることが多い。
 (2) 三素子のときには、素子の長さは、□イ□ が最も長く、導波器が最も短い。
 (3) 放射器と反射器の間隔を □ウ□ [m] 程度にして用いる。
 (4) 素子の太さを太くすると、帯域幅がやや □エ□ なる。
 (5) 放射される電波が水平偏波のとき、水平面内の指向性は □オ□ である。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|---|-----|---|-------------|---|----|----|-------|
| 1 | 水平ビームアンテナ | 2 | 反射器 | 3 | $\lambda/4$ | 4 | 狭く | 5 | 全方向性 |
| 6 | 折返し半波長ダイポールアンテナ | 7 | 放射器 | 8 | $\lambda/2$ | 9 | 広く | 10 | 単一指向性 |

B - 5 次の記述は、フェージング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) 同一送信点から放射された電波がいくつかの異なる通路を通過して受信点に到来し、各電波の位相関係が変化するために、それらが合成されて受信されるため起こるフェージングは、□ア□ フェージングと呼ばれ、互いに □イ□ のとき受信電界強度が最大となる。
 (2) 近距離フェージングは、地表波と電離層反射波との干渉により生じ、主として □ウ□ 帯で起こることが多い。
 (3) 伝搬通路がオーロラ帯域に近い場合、電離層の散乱反射が著しいために、伝搬通路がわずかに異なる多数の電波を生じ、これが干渉して周期が非常に □エ□ フェージングが生ずる。このようなフェージングを □オ□ という。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----------|---|----|----|------------|
| 1 | 干渉性 | 2 | 逆位相 | 3 | 短波 (HF) | 4 | 速い | 5 | フラッタフェージング |
| 6 | 吸収性 | 7 | 同位相 | 8 | 中波 (MF) | 9 | 遅い | 10 | 跳躍性フェージング |