

GB007

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 次の記述は、電波の平面波と球面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。

- 1 電波の進行方向に直交する平面内で、一様な電界と磁界を持つ電波を平面波という。
- 2 波面が球面の電波を球面波という。
- 3 凸面の誘電体レンズにより、球面波を平面波に変換することができる。
- 4 平面波と球面波は、いずれも縦波であり、光波と同じ速さで進む。
- 5 アンテナから放射された電波は、アンテナから十分離れた距離においては平面波とみなすことができる。

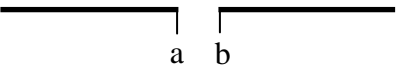
A－2 次の記述は、微小ダイポールを正弦波電流で励振した場合に発生する電磁界の成分について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 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の 2 乗に反比例する。
- 3 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 $1/\pi$ 波長のとき等しくなる。
- 4 放射電磁界の強度は、微小ダイポールからの距離の 3 乗に反比例する。
- 5 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。

A－3 図に示す長さが半波長程度のダイポールアンテナの給電端子 **ab** から見たインピーダンス Z_{ab} が次式で与えられるとき、 Z_{ab} を純抵抗とするためのアンテナ素子の短縮率 $\delta \times 100$ [%] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の特性インピーダンス Z_0 は、純抵抗で 315 [Ω] とする。

$$Z_{ab} \doteq 73.1 + j42.6 - j\pi Z_0 \delta \text{ } [\Omega]$$

- 1 1.0 [%]
- 2 2.5 [%]
- 3 4.3 [%]
- 4 5.9 [%]
- 5 8.1 [%]



A－4 周波数が 600 [kHz]、電界強度が 5 [mV/m] のとき、直径 50 [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 62 [μ V]
- 2 73 [μ V]
- 3 82 [μ V]
- 4 93 [μ V]
- 5 102 [μ V]

A－5 絶対利得が 30 (真数) のアンテナの指向性利得 (真数) 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 0.75 とする。

- 1 18
- 2 23
- 3 28
- 4 35
- 5 40

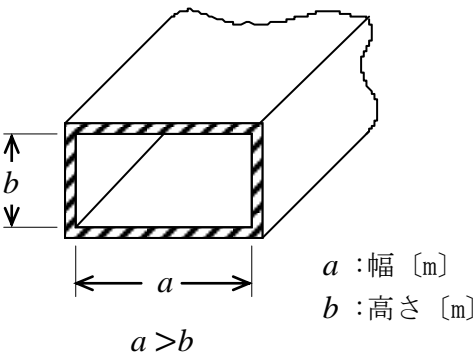
A－6 次の記述は、無損失給電線上の定在波について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 負荷と整合していない給電線に高周波電圧を加えると、負荷の接続されている受端（終端）で反射波が発生し、入射波と合成され給電線上に定在波が生ずる。
- 2 受端開放の給電線では、定在波の電圧波腹は受端及び受端から 1/4 波長の偶数倍の点に、電圧波節は受端から 1/4 波長の奇数倍の点に生ずる。
- 3 受端短絡の給電線では、定在波の電圧波節は受端及び受端から 1/4 波長の偶数倍の点に、電圧波腹は受端から 1/4 波長の奇数倍の点に生ずる。
- 4 反射波がなく、定在波が生じていない給電線上の電圧定在波比 (VSWR) は、零である。
- 5 定在波の電圧波腹と電流波腹は、給電線上の 1/4 波長ずれた位置に生ずる。

A－7 次の記述は、図に示す方形導波管を TE₁₀ 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	2a	$\lambda/\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2b})^2}$	$c\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2a})^2}$
2	2a	$\lambda/\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2a})^2}$	$c\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2a})^2}$
3	2a	$\lambda/\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2b})^2}$	$c\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2b})^2}$
4	2b	$\lambda/\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2b})^2}$	$c\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2b})^2}$
5	2b	$\lambda/\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2a})^2}$	$c\sqrt{1-(\frac{\lambda}{2a})^2}$

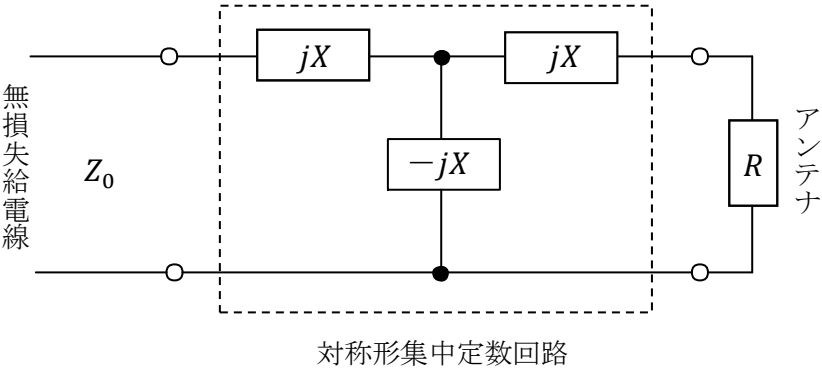


A－8 次の記述は、アンテナと給電線を整合させるための対称形集中定数回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。また、給電線は無損失とし、その特性インピーダンス Z₀ を 300 [Ω]、アンテナの入力抵抗 R を 73 [Ω] とする。

- (1) 特性インピーダンス Z₀ 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。

$$Z_0 = jX + \frac{-jX \left(\begin{smallmatrix} \square A \square \end{smallmatrix} \right)}{\left(\begin{smallmatrix} \square A \square \end{smallmatrix} \right) - jX}$$

- (2) これより、整合条件は次式で与えられる。
 $X = \begin{smallmatrix} \square B \square \end{smallmatrix}$
- (3) 題意の数値を代入すれば、X は次の値となる。
 $X \asymp \begin{smallmatrix} \square C \square \end{smallmatrix} \text{ [}\Omega\text{]}$



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

A-9 特性インピーダンス Z_0 [Ω] の平行二線式給電線の線の直径及び間隔をそれぞれ 3 倍にした。このときの給電線の特性インピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 Z_0 [Ω]
- 2 $2Z_0$ [Ω]
- 3 $4Z_0$ [Ω]
- 4 $Z_0/2$ [Ω]
- 5 $Z_0/4$ [Ω]

A-10 次の記述は、波長に比べて直径が十分小さな受信用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、ループの面は、大地に対して垂直とする。

- (1) 最大感度の方向は、到来電波の方向がループ面に A ときである。
- (2) 実効長は、ループの面積と巻数の積に B する。
- (3) 水平面内の指向性は、 C である。

	A	B	C
1	一致した	反比例	全方向性
2	一致した	比例	全方向性
3	一致した	比例	8 字特性
4	直角な	比例	全方向性
5	直角な	反比例	8 字特性

A-11 太さの様な導線を用いた二線式折返し半波長ダイポールアンテナの入力抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、半波長ダイポールアンテナの入力抵抗を 73 [Ω] とする。

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
| 1 | 190 [Ω] | 2 | 260 [Ω] | 3 | 300 [Ω] | 4 | 420 [Ω] | 5 | 500 [Ω] |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|

A-12 次の記述は、コリニアアレー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 垂直半波長ダイポールアンテナ等を構成単位としたアレーアンテナである。
- 2 構成単位のアンテナを垂直方向に一直線上に等間隔に並べて、隣り合う各素子を互いに同振幅、逆位相の電流で励振する。
- 3 構成単位のアンテナの数を増やすと、垂直面内の指向性が鋭くなる。
- 4 使用可能な周波数範囲を広くするためには、素子の直径 D と長さ L の比 (D/L) を大きくする。
- 5 水平面内の指向性は、全方向性である。

A-13 次の記述は、扇形ホーン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 方形導波管の終端を開放し、その一对の管壁の幅を徐々に広げて所定の大きさにしたものである。
- 2 H 面扇形ホーンと E 面扇形ホーンがある。
- 3 開口面積を一定にしたまま、ホーンの長さを長くすると利得が変わる。
- 4 ホーンの長さを一定にしたまま、ホーンの開き角を大きくすればするほど利得は大きくなる。
- 5 放射される電波は、開口面上で球面波である。

A-14 次の記述は、対流圏伝搬における等価地球半径係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。ただし、大気は標準大気とする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 大気の屈折率は、高さと共にほぼ直線的に □ A □ なるので、地表面にほぼ平行に発射された電波の通路は上方に □ B □ に
わん曲する。
- (2) 大気の屈折率の高さに対する傾きに応じ、地球の半径を等価的に □ C □ すると、電波の通路を直線として表すことができ
る。
- (3) 地球の半径を a [m]、等価的に □ C □ した地球の半径を r [m] とすれば、 r と a の比 (r/a) を等価地球半径係数といい、
標準大気では約 □ D □ である。

	A	B	C	D
1	小さく	凸	大きく	4/3
2	小さく	凹	大きく	5/2
3	小さく	凸	小さく	3/4
4	大きく	凹	大きく	4/3
5	大きく	凸	小さく	3/4

A-15 周波数 150 [MHz] の電波を高さ h_1 が 35 [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。

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

- 1 454 [μ V/m]
- 2 542 [μ V/m]
- 3 660 [μ V/m]
- 4 756 [μ V/m]
- 5 830 [μ V/m]

A-16 次の記述は、マイクロ波 (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	散乱	水蒸気	散乱	低く
2	散乱	水素	回折	高く
3	散乱	水蒸気	回折	低く
4	共鳴	水素	散乱	低く
5	共鳴	水蒸気	散乱	高く

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に生ずる減衰を □Cという。

	A	B	C
1	周波数	小さく	第1種減衰
2	周波数	小さく	第2種減衰
3	周波数	大きく	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、アンテナの諸特性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。

- (1) 一般に □AがVHF帯用アンテナの利得を測定する場合の基準アンテナとして用いられる。
- (2) 測定するアンテナの前後比(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 □B方向の範囲内の最大の電界強度 E_r [V/m] を測定し、 E_f/E_r として求める。
- (3) 開口面アンテナの測定では、測定周波数が一定の場合、開口面の面積が □Cほど送信アンテナと受信アンテナとの距離を大きくする必要がある。

	A	B	C
1	半波長ダイポールアンテナ	90度±60度	小さい
2	半波長ダイポールアンテナ	180度±60度	大きい
3	ホーンアンテナ	90度±60度	小さい
4	ホーンアンテナ	180度±60度	大きい
5	ホーンアンテナ	180度±60度	小さい

A-19 次の記述は、電波暗室と電波吸収体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) 屋外でアンテナ特性を測定すると、大地や周囲の建造物などからの反射波が直接波とともに受信されるため、良好な測定結果が得られない場合がある。電波暗室は、壁、天井及び床に電波吸収体を張り付けて、室内を □Aの状態に近づけ、この中でアンテナ特性などの測定が行えるような構造にしたものである。
- (2) 電波吸収体は、電波がその表面に入射したとき、反射されずに内部へ十分に進入して吸収されることが必要である。誘電材料を用いた電波吸収体の場合には、□B粉末を誘電体表面に塗布したり、誘電体の内部に混入したりする。その形状には、表面を □Cにしたものや、誘電率の異なる平板状の材料を層状に重ねたものなどがある。

	A	B	C
1	誘導電磁界領域	黒鉛	ピラミッド状など
2	誘導電磁界領域	フェライト	ピラミッド状など
3	誘導電磁界領域	フェライト	球状
4	自由空間	黒鉛	ピラミッド状など
5	自由空間	フェライト	球状

A-20 1/4 波長垂直接地アンテナの接地抵抗を測定したとき、周波数 3 [MHz] で 3 [Ω] であった。このアンテナの放射効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体とし、アンテナ導線の損失抵抗及び接地抵抗による損失以外の損失は無視できるものとする。また、波長を λ [m] とすると、給電点から見たアンテナ導線の損失抵抗 R_L は、次式で表されるものとする。

$$R_L = 0.1\lambda/8 \text{ [}\Omega\text{]}$$

- 1 0.58
- 2 0.68
- 3 0.72
- 4 0.81
- 5 0.90

B-1 次の記述は、微小ダイポールの実効面積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] とし、長さ l [m] の微小ダイポールの放射抵抗 R_r は、次式で表されるものとする。

$$R_r=80\left(\frac{\pi l}{\lambda}\right)^2 \text{ [}\Omega\text{]}$$

- (1) 微小ダイポールの実効面積 A_e は、受信有能電力を P_a [W]、到来電波の電力束密度を p [W/m²] とすれば、次式で与えられる。
 $A_e =$ ア [m²] ①
- (2) P_a は、アンテナの誘起電圧 V_a [V] 及び R_r を用いて、次式で与えられる。
 $P_a =$ イ [W] ②
- (3) V_a は、到来電波の電界強度 E [V/m] と l [m] から、次式で与えられる。
 $V_a =$ ウ [V] ③
- (4) p は、 E と自由空間の固有インピーダンスから、次式で与えられる。
 $p =$ エ [W/m²] ④
- (5) 式①、②、③、④より、 A_e は次式で表される。

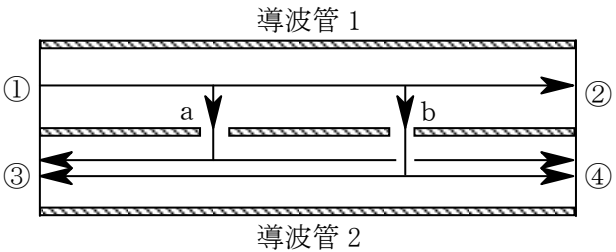
$$A_e =$$
 オ $\times \frac{\lambda^2}{\pi}$ [m²]

- 1 $\frac{p}{P_a}$
- 2 $\frac{V_a^2}{4R_r}$
- 3 El
- 4 $120\pi E^2$
- 5 $\frac{3}{8}$
- 6 $\frac{P_a}{p}$
- 7 $\frac{V_a^2}{2R_r}$
- 8 $2El$
- 9 $\frac{E^2}{120\pi}$
- 10 $\frac{8}{3}$

B-2 次の記述は、図に示す 2 結合孔方向性結合器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) 2 本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に管内波長の ア の間隔で 2 個の結合孔 a 及び b を開けたものである。導波管の一方が主伝送路で、他方が副伝送路として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、それを副伝送路に移して特定の方向に進行させるものである。
- (2) 各伝送路が無反射終端されている場合、端子①から入力された電磁波は、その一部が a 及び b を通ってそれぞれ端子③及び④へ等分される。このとき④へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。また、③へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離との間に 1/2 波長の経路差があるので、 イ [rad] の位相差があり、互いに ウ 。
- (3) この方向性結合器は、原理的に周波数特性が エ であるので、通常、多数の結合孔を設けて周波数特性を改善する。このときの各結合孔の面積は、結合孔の オ によって決まる。

- 1 広帯域
- 2 加わり合う
- 3 数
- 4 1/4
- 5 1/8
- 6 打ち消し合う
- 7 π
- 8 $\pi/4$
- 9 狭帯域
- 10 間隔



B-3 次の記述は、基本的な八木・宇田アンテナ（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、反射器が最も長く、□ イ □ 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。

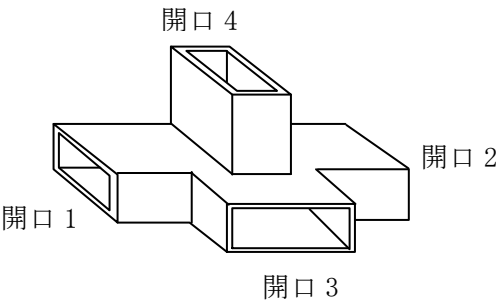
- | | | | | |
|-------------------|-------|---------------|------|----------|
| 1 折返し半波長ダイポールアンテナ | 2 導波器 | 3 $\lambda/2$ | 4 広く | 5 全方向性 |
| 6 水平ビームアンテナ | 7 放射器 | 8 $\lambda/4$ | 9 狭く | 10 単一指向性 |

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、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、夜間は電離層(D層)で吸収されるので地表波のみが伝搬するが、昼間は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、主に直接波による伝搬であり、これに大地反射波が加わる。この周波数帯では、スポンジック E 層(Es) 反射により遠距離へ伝搬したり、対流圏散乱波により見通し外へ伝搬することがある。
- オ マイクロ波(SHF)帯及びミリ波(EHF)帯では、降雨により地上系固定通信の交差偏波識別度が劣化することがある。

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