

XB003

第一級海上無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

- A - 1 比誘電率が4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 2.5×10^7 [m/s]
- 2 5.0×10^7 [m/s]
- 3 1.0×10^8 [m/s]
- 4 1.5×10^8 [m/s]
- 5 2.0×10^8 [m/s]

- A - 2 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 電界ベクトルと磁界ベクトルの内積である。
- 2 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。
- 3 ベクトルの方向は、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。
- 4 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。
- 5 自由空間において、磁界の大きさを H [A/m] とすれば、ベクトルの大きさは、 $120\pi H^2$ [W/m²] である。

- A - 3 均一な到来電波の中に置かれた入力抵抗が150 [Ω] の被測定アンテナの受信開放電圧が400 [μV] であり、同一条件で入力抵抗が75 [Ω] の基準アンテナの受信開放電圧が100 [μV] であるとき、基準アンテナに対する被測定アンテナの相対利得（真数）の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、両アンテナとも無損失で、負荷と整合しているものとする。また、受信開放電圧を V_0 [V]、入力抵抗を R_i [Ω] とすれば、受信有能電力 P_a は、次式で与えられるものとする。

$$P_a = \frac{V_0^2}{4R_i} \quad [\text{W}]$$

- 1 3 2 4 3 8 4 10 5 16

- A - 4 次の記述は、開口面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) 電波が一つの面（開口面）から放射されるように作られているアンテナを開口面アンテナといい、基本的には、□A□ アンテナ、レフレクタアンテナ及びレンズアンテナに分類される。
- (2) 一般に、開口面が□B□ に比べて十分大きいとき、開口面以外からの放射は無視できるので、開口面アンテナの指向性は、開口面上の電磁界分布に基づいて求めることができる。
- (3) 開口面を平面とすれば、開口面アンテナの指向性利得は、その面積に比例し、波長の2乗に□C□ する。

	A	B	C	
1	ダイポール		波長	反比例
2	ダイポール	反射面		比例
3	ダイポール		波長	比例
4	ホーン	反射面	比例	
5	ホーン	波長	反比例	

- A - 5 無損失給電線の位相定数 β [rad/m] と特性インピーダンス Z_0 [Ω] を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を ω [rad/s] とし、単位長さ当たりの静電容量及び自己インダクタンスをそれぞれ C [F/m] 及び L [H/m] とする。

- 1 $\beta \equiv 1/\sqrt{LC}$ [rad/m] $Z_0 \equiv \sqrt{L/C}$ [Ω]
- 2 $\beta \equiv \sqrt{L/C}$ [rad/m] $Z_0 \equiv \omega \sqrt{L/C}$ [Ω]
- 3 $\beta \equiv \sqrt{L/C}$ [rad/m] $Z_0 \equiv 1/\sqrt{LC}$ [Ω]
- 4 $\beta \equiv \omega \sqrt{LC}$ [rad/m] $Z_0 \equiv \omega \sqrt{L/C}$ [Ω]
- 5 $\beta \equiv \omega \sqrt{LC}$ [rad/m] $Z_0 \equiv \sqrt{L/C}$ [Ω]

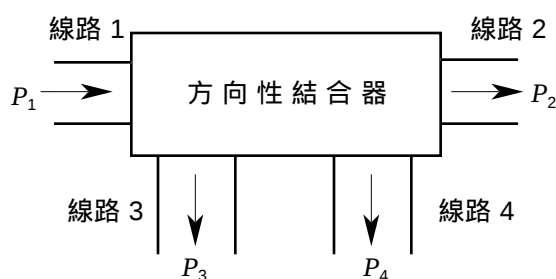
A - 6 次の記述は、終端が短絡又は開放された無損失給電線について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 入力端から見たインピーダンスは、 $1/4$ 波長未満の長さのとき、終端が短絡されている場合は□ A 開放されている場合は□ B であり、その大きさは、給電線の□ C によって変わる。
- (2) 終端を短絡した給電線は、給電回路の整合に用いられ、これを□ D 又はスタブと呼ぶ。

	A	B	C	D
1	誘導性	容量性	長さ	バラン
2	誘導性	容量性	定在波比	バラン
3	誘導性	容量性	長さ	トラップ
4	容量性	誘導性	定在波比	トラップ
5	容量性	誘導性	長さ	バラン

A - 7 図に示す線路 1 と 2 が主伝送路を形成し、線路 3 と 4 が副伝送路を形成する方向性結合器において、線路 1 と 4 との結合度 C_0 及び主伝送路の挿入損 L_0 の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、方向性結合器は理想的なものとし、電力 P_1 [W] を入力したとき、 $P_2 = P_4$ [W]、 $P_3 = 0$ [W] を満足するものとする。また、 $\log 2 = 0.3$ とする。

	C_0	L_0
1	0 [dB]	0 [dB]
2	-3 [dB]	0 [dB]
3	-3 [dB]	3 [dB]
4	-6 [dB]	3 [dB]
5	-6 [dB]	6 [dB]

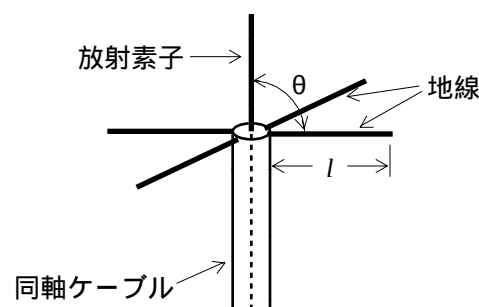


A - 8 次の記述は、装荷ダイポールアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 必要とするアンテナ特性を得るためにアンテナ上の適当な位置（複数可）にインピーダンスを装荷したものである。
- インピーダンスを装荷する位置が給電点に近い場合は底辺装荷、アンテナの先端に近い場合は頂点装荷という。
- 抵抗装荷は、アンテナの広帯域整合を目的にしているが、アンテナ効率などの低下を伴う。
- インダクタンス装荷は、誘導性のダイポールアンテナを共振させて整合をとることを目的にしている。
- キャパシタンス装荷は、アンテナの小型化を目的にしている。

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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 放射素子の長さは、約 $1/4$ 波長である。
- 地線の長さ l は、約 $1/2$ 波長である。
- 地線は、同軸ケーブルの外部導体に漏れ電流が流れ出すのを防ぐ働きをする。
- 入力インピーダンスは、放射素子と地線とのなす角 θ によって変る。
- 放射素子を大地に対して垂直に置いたとき、水平面内の放射特性は、ほぼ全方向性である。



A - 10 周波数 600 [kHz] において、一辺の長さが 50 [cm] の正方形ループアンテナの実効高を 1.57 [cm] とするためのループの巻数として、最も近いものを下の番号から選べ。

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| 1 | 5 | 2 | 10 | 3 | 20 | 4 | 30 | 5 | 40 |
|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|

A - 11 次の記述は、対流圏伝搬の電波通路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。

- 標準大気中では、上方にふくらむような弧を描く電波通路となる。
- 等価地球半径を用いて作られた地形断面図（見通し図）の上では、電波通路を直線として描くことができる。
- 標準大気中で、ある高さから放射された直接波の球面大地上における最も長い伝搬距離は、同じ高さから見た幾何光学的な見通し距離より短い。
- 接地形ラジオダクトが発生したとき、電波がラジオダクト内で屈折し大地方向へ曲げられ、大地で反射されることを繰り返すような電波通路が生ずる。
- 伝搬路の途中に山がある場合、電波が尾根や頂上付近で大地方向に曲げられる電波通路がある。

A - 12 次の記述は、マイクロ波やミリ波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、□〔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 □と散乱で生じ、10〔GHz〕以上で顕著になる。
- (3) 互いに直交する偏波を用いた通信では、降雨時に □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	22	反射	降雨の強弱
2	22	吸収	雨滴の形状
3	42	吸収	降雨の強弱
4	42	吸収	雨滴の形状
5	42	反射	降雨の強弱

A - 13 次の記述は、電離層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) 地上約 □〔km〕に比較的に層の厚さが薄いE層、その下部に D 層、約□〔km〕に層の厚さが厚く電子密度が最も大きいF層がある。
- (2) F層の電子密度は、赤道付近の上空で最も □、極地方の上空に近づくほど □なる。

	A	B	C	D
1	100	300	大きく	小さく
2	100		小さく	大きく
3	100		小さく	大きく
4	200		小さく	大きく
5	200		大きく	小さく

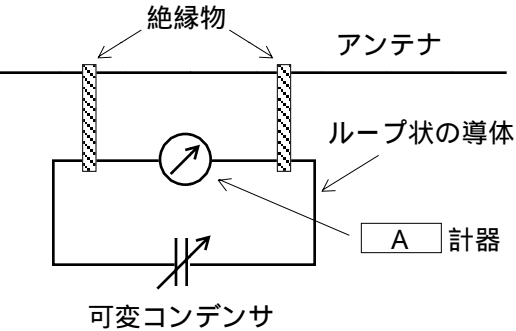
A - 14 開口面アンテナの利得の測定を基準とする開口面アンテナと対向させて行うとき、両アンテナの開口面上の任意の点の間の行程差によって生ずる誤差を2〔%〕以下にするために必要な最小の測定距離（アンテナ間の距離）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、被測定及び基準アンテナの開口面は円形とし、それらの直径をそれぞれ2〔m〕及び1〔m〕とする。また、周波数を1〔GHz〕とする。

- 1 40〔m〕 2 50〔m〕 3 60〔m〕 4 70〔m〕 5 80〔m〕

A - 15 次の記述は、短波（HF）送信用線状アンテナの電流分布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。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、ループ状の導体と □計器と感度調節用の可変コンデンサからなる測定器を作り、かぎ形の絶縁物を付けてアンテナに掛ける。
- (2) アンテナに電力を供給すると、アンテナに流れる電流によって磁束が生じてループ面を通過するので、アンテナの分布電流に □した誘導電流がループ状の導体に流れる。
- (3) この測定器をアンテナに沿って移動し、□と計器の測定値からアンテナ上の電流分布が求められる。

	A	B	C
1	静電形	反比例	給電点からの距離
2	静電形	比例	可変コンデンサの値
3	熱電(対)形	比例	可変コンデンサの値
4	熱電(対)形	比例	給電点からの距離
5	熱電(対)形	反比例	給電点からの距離



A - 16 周囲温度が 25 [] のとき、給電系を含めたアンテナ系の雑音温度を測定して 190 [K] の値を得た。このときの給電系の損失 L (真数) が 1.3 であるときのアンテナの雑音温度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの雑音温度を T_a [K]、周囲温度を T_e [K] としたとき、給電系を含めたアンテナ系の雑音温度 T_A は、次式で表される。

$$T_A = \frac{T_a}{L} + \left(1 - \frac{1}{L}\right) T_e \quad [\text{K}]$$

- 1 158 [K] 2 168 [K] 3 178 [K] 4 188 [K] 5 198 [K]

A - 17 次の記述は、自由空間に置かれた損失の無いアンテナの放射抵抗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、アンテナの実効高を h_e [m]、相対利得を G (真数) とする。

- (1) アンテナに給電電流 I [A] が流れると、電波の放射により電力 P_r [W] が消費される。これは、抵抗 R_r [Ω] によって電力 P_r が消費されたことと等価であり、次式の関係が成り立つ。この R_r を放射抵抗という。

$$R_r = \text{[A]} \quad [\Omega]$$

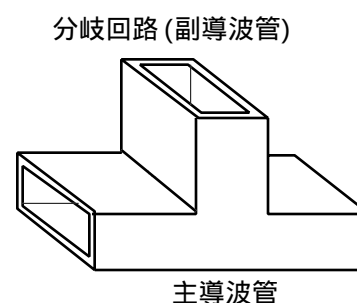
- (2) R_r の大きさは [B] に比例し、 G に [C] する。

	A	B	C
1	$\frac{P_r}{ I ^2}$	h_e	比例
2	$\frac{P_r}{ I ^2}$	h_e^2	反比例
3	$\frac{P_r}{ I ^2}$	h_e^2	比例
4	$\frac{P_r}{120\pi I ^2}$	h_e^2	反比例
5	$\frac{P_r}{120\pi I ^2}$	h_e	比例

A - 18 次の記述は、図に示す導波管の分岐器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、伝送モードは TE_{10} モードとする。

- (1) 方形の主導波管にこれと直角に方形の副導波管を分岐回路として T 字形に接続したものを [A] という。
 (2) 図に示す分岐器は、主導波管の広い方の面に分岐回路を接続したものであり、分岐回路が主導波管内の電界と平行な面内にあり、[B] と呼ばれている。分岐回路から電磁波を入力すると、主導波管の両端の方向へそれぞれ同振幅、[C] の電磁波が伝搬する。

	A	B	C
1	マジック T	E 面分岐	逆位相
2	マジック T	H 面分岐	同位相
3	T 分岐	E 面分岐	同位相
4	T 分岐	H 面分岐	同位相
5	T 分岐	E 面分岐	逆位相



A - 19 次の記述は、対流圏伝搬における電波の見通し距離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。

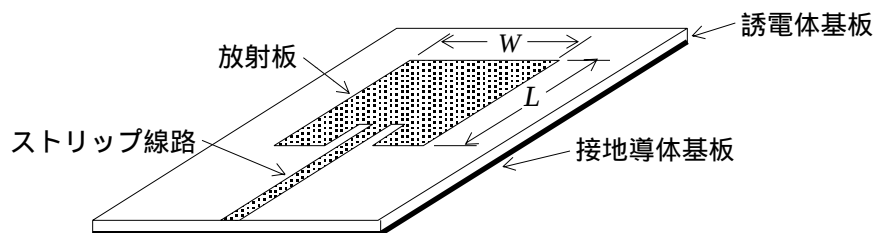
- (1) 送信用アンテナの高さを h_1 [m]、受信用アンテナの高さを h_2 [m] としたとき、電波が直進するものとする、二つのアンテナ間の最大の距離は、近似的に □ A □ と地球の半径の 2 倍の平方根との □ B □ で表される。通常、この距離は見通し距離又は幾何光学的な見通し距離と呼ばれている。
- (2) 標準大気における地球の等価半径係数は、約 □ C □ であり、これを用いると、大気の屈折率の □ D □ 方向の変化を考慮しなくてもよくなり、電波通路を描くときに便利である。この場合の二つのアンテナ間の最大の距離は、電波の見通し距離と呼ばれている。

A		B C	D
1	h_1 と h_2 の積の平方根	和	3/4
2	h_1 と h_2 の積の平方根	積	4/3
3	h_1 及び h_2 それぞれの平方根の和	積	3/4
4	h_1 及び h_2 それぞれの平方根の和	積	4/3
5	h_1 及び h_2 それぞれの平方根の和	和	3/4

A - 20 次の記述は、方形マイクロストリッ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。

- (1) 図に示すように、マイクロストリップは薄い基板の上に特定の形状の平板を形成した開放形平面回路である。一般に、これを共振器とした場合、放射によって損失を生じ、共振器のせん鋭度 Q が □ A □ なる。方形マイクロストリップアンテナは、この損失を積極的に利用したアンテナである。
- (2) 基板の厚さが厚く、幅 W [m] が広いほど、帯域幅が □ B □ なる。また、長さ L [m] と誘電体の比誘電率で共振周波数が決まり、 L が短いほど共振周波数は □ C □ なる。

A	B	C
1	小さく	狭く
2	小さく	広く
3	小さく	広く
4	大きく	広く
5	大きく	狭く



B - 1 次の記述は、線状アンテナの実効面積を求める過程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、アンテナの実効長を l [m]、放射抵抗を R [Ω] とし、アンテナの損失は無いものとする。

- (1) 受信アンテナに入射する電波の電力束密度を p [W/m²]、受信有能電力を P_r [W] とすれば、そのアンテナの実効面積 A_e は、次式で表される。

$$A_e = \text{□ ア □} \text{ [m}^2\text{]} \dots\dots$$

- (2) 電波の電界強度を E [V/m] とすれば、 p は、次式で表される。

$$p = \text{□ イ □} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots$$

- (3) アンテナに誘起する電圧 V は、次式で与えられる。

$$V = \text{□ ウ □} \text{ [V]} \dots\dots$$

- (4) P_r は受信機に取り込むことのできる最大電力であるから、次式で表される。

$$P_r = \text{□ エ □} \text{ [W]} \dots\dots$$

- (5) 式 ~ を式へ代入すると、次式となる。

$$A_e = \text{□ オ □} \text{ [m}^2\text{]}$$

1	$\frac{P_r}{p}$	2	$\frac{30\pi l^2}{R}$	3	$\frac{V^2}{2R}$	4	$\frac{E^2}{120\pi}$	5	$\frac{V^2}{4R}$
6	$\frac{E}{l}$	7	$120\pi l^2$	8	El	9	$\frac{E^2}{30\pi}$	10	$\frac{p}{P_r}$

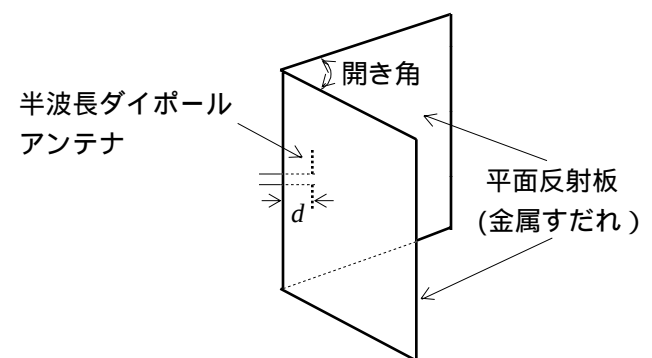
B - 2 次の記述は、同軸ケーブルと導波管について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 同軸ケーブルは、誘電体が充てんされているため、一般に導波管に比べて単位長さ当たりの伝送損が小さい。
イ 同軸ケーブルは、低い周波数の使用制限はないが、高い周波数には制限がある。
ウ 同軸ケーブルは、使用周波数が高くなると導体損と誘電損が共に増加する。
エ 導波管の管内波長は、自由空間の波長よりも短い。
オ 導波管は、遮断周波数以上の周波数の電磁波は伝送できない。

B - 3 次の記述は、図に示すコーナレフレクタ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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、波長を λ 〔m〕とし、平面反射板又は金属すだれは、電波を理想的に反射する大きさであるものとする。

- (1) 半波長ダイポールアンテナに平面反射板又は金属すだれを組み合わせた構造であり、金属すだれは半波長ダイポールアンテナに平行に導体棒を並べたもので、導体棒の間隔は平面反射板と等価な反射特性を得るために約□ア以下にする必要がある。
(2) 開き角は、60 度又は□イの場合が多く、半波長ダイポールアンテナとその影像の合計数は、60 度では□ウ、□イでは4 個であり、これらの複数のアンテナの効果により、半波長ダイポールアンテナ単体の場合よりも鋭い指向性と大きな利得が得られる。
(3) アンテナパターンは、距離 d 〔m〕によって大きく変わる。開き角が□イのとき、 $d = \lambda$ では指向性が二つに割れて正面方向では零になり、 $d =$ □エでは主ビームは鋭くなるがサイドローブを生ずる。一般に、□オとなるように d を $\lambda/4 \sim 3\lambda/4$ の範囲で調整する。

- | | | | |
|----------------|---------------|----------------|---------|
| 1 90 度 | 2 $\lambda/2$ | 3 5 個 | 4 単一指向性 |
| 5 $3\lambda/2$ | 6 45 度 | 7 $\lambda/10$ | 8 6 個 |
| 9 全方向性 | 10 2λ | | |



B - 4 次の記述は、アンテナ利得の測定におけるそれぞれの周波数帯に応じた利得の表し方や用いられるアンテナなど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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一般に、超短波（VHF）帯の電力利得は、損失のないアンテナに対する利得で表され、マイクロ波における電力利得は、絶対利得の基準アンテナである□イアンテナに対する利得で表される。また、指向性利得は、アンテナの絶対利得とアンテナの□ウの比で表すことができる。
(2) 通常、測定には、送信アンテナ、標準アンテナ、受信装置及び校正された□エなどが必要である。標準アンテナには、30〔MHz〕以下ではループアンテナが、30〔MHz〕を超え1〔GHz〕までは□アアンテナが、マイクロ波では□オアンテナが用いられている。

- | | | | | |
|------------|-----------|---------|--------|------------|
| 1 可変減衰器 | 2 等方性 | 3 ブラウン | 4 反射損 | 5 角錐ホーン |
| 6 半波長ダイポール | 7 微小ダイポール | 8 モノポール | 9 放射効率 | 10 可変コンデンサ |

B - 5 次の記述は、短波（HF）帯通信における最高使用可能周波数（MUF）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) 特定の回線で特定の時刻に使用できる最高の周波数をMUFという。MUFは□アの電離層観測網によって得られたデータから求められ、特定の回線の運用時刻における1 か月の□が月ごとに予報されている。
(2) MUFのみによる通信では、統計的に1 か月間のほぼ□の日数は電離層を突き抜けてしまい通信不能になると予想される。そのため、通常は、MUFの約□エパーセントの□オをも使用して通信が行われる。

- | | | | | |
|-------|---------|-------|-------|------------------|
| 1 最大値 | 2 中央値 | 3 85 | 4 全世界 | 5 最低使用可能周波数（LUF） |
| 6 70 | 7 特定の地域 | 8 1/2 | 9 1/5 | 10 最適使用周波数（FOT） |