

XB203

第一級海上無線通信士「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 自由空間内の電波の電界強度が 3 [mV/m] のときの電力束密度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 $2.4 \times 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 2 $4.8 \times 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 3 $2.4 \times 10^{-7} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 4 $4.8 \times 10^{-7} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 5 $2.4 \times 10^{-6} \text{ [W/m}^2\text{]}$

A - 2 次の記述は、微小ダイポールによる電磁界の三成分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 $\lambda \text{ [m]}$ とする。

- 静電界の大きさは、距離の 2 乗に反比例するので、アンテナの極めて近傍では他の二成分より大きい。
- 2 誘導電磁界は、ビオ・サバルの法則に相当する磁界とそれに対応する電界であり、その大きさは、距離の 2 乗に反比例する。
- 3 放射電磁界の大きさは、距離に反比例して変化する。
アンテナからの距離が $\lambda/(2)$ [m] のところで、三成分の電界の大きさが等しくなる。
- 5 放射電磁界は、三成分のうちで最も遠方まで伝搬することができ、一般に電磁波と呼ばれている。

A - 3 自由空間において、半波長ダイポールアンテナから最大放射方向へ 60 [km] 離れた点における電界強度が 3 [mV/m] のとき、アンテナの給電電流の値として、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実効長 h_e は、波長が $\lambda \text{ [m]}$ のとき、 $h_e = \lambda / 2$ [m] とする。また、半波長ダイポールアンテナの損失は無視するものとする。

- 1 2.0 [A]
- 2 2.5 [A]
- 3 3.0 [A]
- 4 3.5 [A]
- 5 4.0 [A]

A - 4 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) 同じアンテナの利得を相対利得で表すと、絶対利得で表した値より □ A 値となる。
- (2) アンテナに損失があるとき、同じアンテナの絶対利得と指向性利得を比べると、絶対利得の値の方が □ B 。
- (3) 有能利得を $G_0 \text{ [dB]}$ 、反射損を $L \text{ [dB]}$ とすると、動作利得 $G \text{ [dB]}$ は、□ C [dB] である。

	A	B	C
1	大きな	小さい	$G_0 - L$
2	大きな	大きい	$G_0 + L$
3	大きな	大きい	$G_0 - L$
4	小さな	小さい	$G_0 - L$
5	小さな	大きい	$G_0 + L$

A - 特性インピーダンスが $50 \text{ [} \square \text{]}$ 、長さが 1.25 波長の無損失給電線の終端に純抵抗負荷 $25 \text{ [} \square \text{]}$ を接続したとき、給電線の入力端から見たインピーダンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

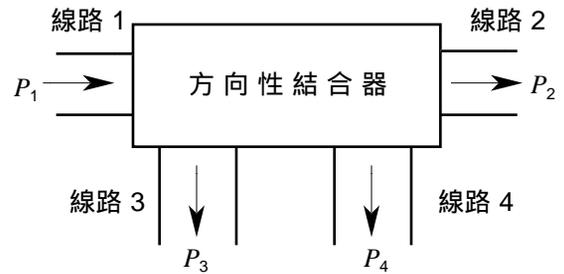
- 1 $20 \text{ [} \square \text{]}$
- 2 $35 \text{ [} \square \text{]}$
- 3 $50 \text{ [} \square \text{]}$
- 4 $75 \text{ [} \square \text{]}$
- 5 $100 \text{ [} \square \text{]}$

A - 同軸ケーブルの内部導体と外部導体の間に充てんされている誘電体の比誘電率が 4 のときの波長短縮率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、同軸ケーブル上の波長は、自由空間の波長を誘電体の比誘電率の平方根で割った値に等しいものとする。

- 1 50 [%]
- 2 55 [%]
- 3 60 [%]
- 4 65 [%]
- 5 70 [%]

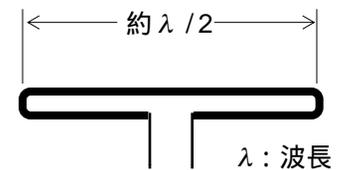
A - 7 図に示す線路 1 と 2 が主伝送路を形成し、線路 3 と 4 が副伝送路を形成する方向性結合器において、線路 1 と 4 との結合度 C_0 及び主伝送路の挿入損 L_0 の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、方向性結合器は理想的なものとし、電力 P_1 [W] を入力したとき、 $P_2 = P_4$ [W]、 $P_3 = 0$ [W] の関係を満足するものとする。また、 $\log 2 = 0.3$ とする。

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



A - 8 図の記述は、図に示す折返し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) 半波長ダイポールアンテナと比べると、入力インピーダンスは、約 □ A となるが、利得及び □ B は変わらない。
- (2) 八木アンテナの □ C として多用されている。



	A	B	C
1	2倍	実効長	放射器
2	2倍	実効長	導波器
3	2倍	指向性	放射器
4	4倍	指向性	放射器
5	4倍	実効長	導波器

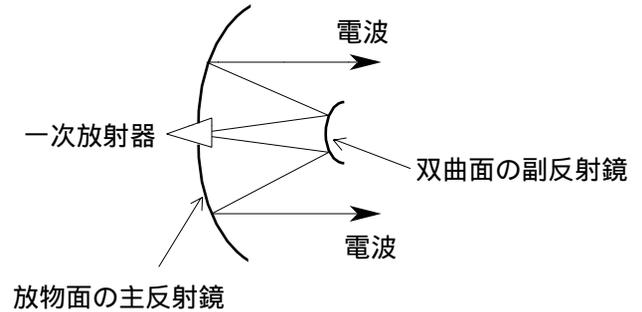
A - 9 図の記述は、円形パラボラアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 金属板や金網などでできた回転放物面反射鏡の焦点に置かれた電磁ホーンなどの一次放射器から放射された球面波を回転放物面反射鏡で反射させ、平面波に変換して放射する。
- 2 利得は、反射鏡の開口面積に比例し、使用波長に反比例する。
- 3 指向性は、最大放射方向が回転放物面の回転軸に一致し、開口方向に向く単一指向性である。
- 4 指向性パターンの半値幅は、開口直径に反比例し、使用波長に比例する。
- 5 高利得で前後比の優れた放射特性を得ることができる。

A - 10 次の記述は、図に示すカセグレ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) 放物面の主反射鏡、双曲面の副反射鏡及び一次放射器で構成されている。副反射鏡の二つの焦点のうち、一方は主反射鏡の□Aと、他方は一次放射器の励振点と一致している。
- (2) 送信における主反射鏡は、□Bの変換器として動作する。
- (3) 一次放射器を主反射鏡の頂点（中心）付近に置くことにより給電線路が□Cで、その伝送損を少なくできる。
- (4) 主放射方向と反対側のサイドローブが少なく、かつ小さいので、衛星通信用地球局のアンテナのように上空に向けて用いる場合、□Dからの熱雑音の影響を受けにくい。

	A	B	C	D
1	焦点	球面波から平面波	短くできる	大地
2	焦点	平面波から球面波	短くできる	自由空間
3	開口面	平面波から球面波	長くなる	大地
4	開口面	球面波から平面波	長くなる	自由空間
5	開口面	球面波から平面波	短くできる	大地



A - 11 次の記述は、超短波（VHF）帯又は極超短波（UHF）帯の電波の電界強度を測定する場合の一般的注意事項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 測定用アンテナは、測定電波の偏波に合わせて設置し、指向性の最大方向で測定する。
- 2 測定用アンテナは、測定の目的に応じた高さか、指定された高さに設定する。
- 3 測定用アンテナとして半波長ダイポールアンテナを用いる場合、その素子の長さを測定周波数ごとに決められている長さに合わせてる。
- 4 測定器等の配置や測定者による影響が無いようにする。
- 5 測定器の受信レベルや受信帯域等の測定範囲の限界付近で測定する方が、その範囲の中央付近で測定するよりも測定誤差の変動が少ないので望ましい。

A - 12 次の記述は、アンテナの水平面内の指向性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。

被測定アンテナを受信アンテナとして測定する場合、送信アンテナから放射された電波が受信点において平面波とみなせる程度に受信点を十分に離し、被測定アンテナの偏波面を送信された電波の偏波面に合わせ、かつ、送信アンテナ及び被測定アンテナをできるだけ反射物の無い開けた場所に置く。

- (1) 被測定アンテナが回転できる場合
送信アンテナを、被測定アンテナ方向に向けて固定し、一定出力の電波を放射する。受信点では、被測定アンテナを適当な角度間隔で360度回転させながら送信電波を受信し、そのつど受信出力強度と□A情報を記録する。
- (2) 被測定アンテナが固定されている場合
送信する電波の出力を一定に保ち、最大放射方向を常に被測定アンテナに向け、被測定アンテナを中心とした水平な□Bを適当な角度間隔で、送信アンテナを360度移動させる。この電波を被測定アンテナで受信し、そのつど受信出力強度と□A情報を記録する。
- (3) (1)又は(2)によって得られたデータを□C上に描くことによって、被測定アンテナの水平面内の指向性を求めることができる。

	A	B	C
1	角度	正方形の边上	極図表(ポーラグラフ)
2	角度	正方形の边上	スミスチャート
3	角度	円の円周上	極図表(ポーラグラフ)
4	位相	正方形の边上	スミスチャート
5	位相	円の円周上	極図表(ポーラグラフ)

A - 13 周囲温度が 27 [] 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 1.2 であったとすると、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 - 14 次の記述は、送受信アンテナに半波長ダイポールアンテナを用いたときの自由空間伝送損失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) 自由空間基本伝送損失 Γ_0 (真数) は、波長を λ [m]、送受信点間の距離を d [m] とすれば、次式で表される。

$$\Gamma_0 = \text{A}$$

(2) 送受信アンテナに半波長ダイポールアンテナを用いたときの自由空間伝送損失 Γ (真数) は、半波長ダイポールアンテナの絶対利得を G (真数) とすると、 G Γ_0 であるので、次式で与えられる。

$$\Gamma = \Gamma_0 / G^2 \quad \text{C}$$

	A	B	C
1	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	1.64	$\frac{5.9\pi^2 d^2}{\lambda^2}$
2	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	2.15	$\frac{3.5\pi^2 d^2}{\lambda^2}$
3	$\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)^2$	1.50	$\frac{1.8\pi^2 d^2}{\lambda^2}$
4	$\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)^2$	2.15	$\frac{0.9\pi^2 d^2}{\lambda^2}$
5	$\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)^2$	1.64	$\frac{1.5\pi^2 d^2}{\lambda^2}$

A - 15 次の記述は、短波 (HF) 帯伝搬におけるエコーと対しょ点 (対せき点) 効果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) 短波回線では、電波は大地と電離層との間の反射を繰り返して伝搬する。跳躍距離の 2 倍以上の距離では、その距離に応じて電波通路の異なる多数の電波が受信点に到達する。到達した電波の時間差がある程度大きいと信号がひずんで聞こえる。このような現象を エコーという。

(2) 送信点と受信点が地球の中心に対して B の位置にあるとき、伝搬距離はどの方向に対してもすべて同じになり、受信点にはそのうち最も伝搬条件の C 方向からの電波が主信号となるので、伝搬条件の変化によって電波の到来方向は最大度変動する。このような現象を対しょ点 (対せき点) 効果という。

	A	B	C
1	ポーラ	直角	悪い
2	ポーラ	反対	悪い
3	多重	直角	良い
4	多重	反対	良い
5	多重	反対	悪い

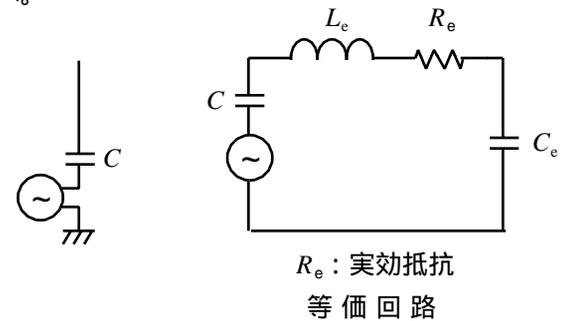
A - 16 次の記述は、降雨による直線偏波の交差偏波特性について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 一つの周波数で、互いに □ A □ 二つの偏波を用いて異なる信号を伝送すれば、周波数を有効に利用できる。しかし、降雨時には、一般に雨滴の形状が球形でないために二つの偏波間の漏れ込み、いわゆる偏波特性劣化が生じ、混信が生ずる場合がある。
- (2) 偏波特性劣化を定量的に表わす量の一つである交差偏波識別度は、□ B □ 偏波と同一の偏波である主偏波とその交差偏波の受信信号の □ C □ で表される。

	A	B	C
1	平行な	送信	和
2	平行な	受信	比
3	直交する	受信	和
4	直交する	受信	比
5	直交する	送信	比

A - 17 垂直接地アンテナの実効静電容量 C_e が 500 [pF]、実効インダクタンス L_e が 40 [μ H] のアンテナの共振周波数が約 1.6 [MHz] である。このアンテナを 3 [MHz] の共振アンテナとして用いるために、図に示すようにアンテナに直列に挿入する短縮コンデンサの静電容量 C の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

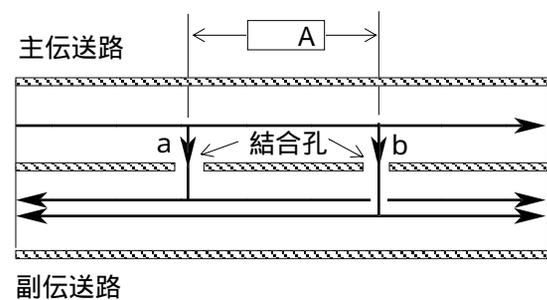
- 1 57 [pF]
- 2 82 [pF]
- 3 125 [pF]
- 4 196 [pF]
- 5 225 [pF]



A 18 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、導波管の管内波長を λ_g [m] とする。

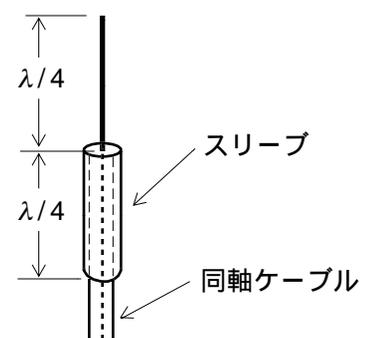
- (1) 2 本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に □ A □ の間隔で 2 個の結合孔 a 及び b を開けたものである。導波管の一方が主伝送路で、もう一方が副伝送路として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、副伝送路の特定の方向に進行させるものである。
- (2) 各伝送路が無反射終端器で終端されている場合、端子 から入力された電磁波は、その一部が結合孔 a 及び b を通ってそれぞれ端子 及び へ等分される。 から へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。一方、 から へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離との経路差による □ B □ [rad] の位相差を持つため、互いに □ C □ 。

	A	B	C
1	$\lambda_g / 8$	/2	加わり合う
2	$\lambda_g / 8$		打ち消し合う
3	$\lambda_g / 4$		加わり合う
4	$\lambda_g / 4$		打ち消し合う
5	$\lambda_g / 4$	/2	打ち消し合う



A - 19 次の記述は、図に示すスリーブ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、スリーブアンテナは大地に垂直に置かれているものとし、波長を λ [m] とする。

- 1 同軸ケーブルの芯線を $1/4$ 波長延ばしたものであり、 $1/4$ 波長接地アンテナと等価な働きをする。
- 2 給電点インピーダンスは、スリーブが一定の太さを持っているので 73 [] より少し小さい。
- 3 利得を上げるために垂直方向にこのアンテナを必要な段数だけ重ねて使用する。
- 4 指向性は、水平面内では全方向性であり、垂直面内ではほぼ 8 字形の指向性である。
- 5 スリーブは外被導体に漏れ電流が流れるのを防止するとともに半波長ダイポールアンテナの素子の半分としても動作する。



A - 20 次の記述は、ラジオダクト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。

海岸付近では、一般に夜間は海上の温度が陸上に比べて高いので陸風が生ずる。そのため □A にダクトが発生する。逆に昼間は、海風が生ずるので、 □B にダクトが発生する。これらのダクトを □C によるダクトという。

高気圧の中では、乾燥した冷たい空気が蒸発の盛んな海面に近づくとき湿度の逆転層を生ずる。これによって生成されるダクトを □D によるダクトという。

	A	B	C	D
	陸上	海上	夜間冷却	前線
	陸上	海上	移流	沈降
3	陸上	海上	夜間冷却	沈降
4	海上	陸上	移流	沈降
5	海上	陸上	夜間冷却	前線

B - 1 次の記述は、アンテナの放射電力と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を下の番号から選べ。ただし、アンテナに損失は無いものとする。

(1) アンテナから放射された電波が、アンテナを中心にして、波長及びアンテナの寸法に比べて十分大きい半径の球面を通過するときの電力の流れは、球面に □ア で外に向かっており、その電力束密度 p [W/m²] は、電界強度を E [V/m] 及び自由空間の特性インピーダンスを Z_0 [] とすれば、 □イ [W/m²] であり、アンテナから放射される全電力 P [W] は、 p を球面全体について □ウ して得られる。

(2) アンテナから電波が放射される現象は、給電点に電流 I [A] が流れて全電力 P [W] が □エ によって消費されるから、アンテナの代わりに負荷抵抗 R [] に電流 I [A] が流れて全電力 P [W] が消費されたことと等価である。この抵抗を放射抵抗といい、直接、測定 □オ 量である。

1 垂直	2 E/Z_0	3 積分	4 放射	5 できる
6 平行	7 E^2/Z_0	8 微分	9 吸収	10 できない

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大きい。

イ 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ともに増加する。

ウ 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。

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、装荷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を下の番号から選べ。

(1) 装荷ダイポールアンテナは、アンテナ上の最適な位置にインピーダンスなどを装荷したもので、アンテナ上の □ア を制御して、所要のアンテナ特性を得るために用いられる。装荷する位置が給電点に近いときには、底辺装荷と呼ばれ、アンテナの先端に近いときには、 □イ と呼ばれる。

(2) 装荷の種類には、抵抗を装荷してダイポールアンテナの □ウ をとるもの、インダクタンスを装荷して長さが $1/2$ 波長よりも □エ ため、容量性になっているダイポールアンテナを共振させて整合をとるもの、 □オ を装荷してダイポールアンテナを小形化するものなどがある。

1 電流分布	2 中央装荷	3 広帯域の整合	4 キャパシタンス	5 短い
6 位相分布	7 頂点装荷	8 高効率の整合	9 ダイオード	10 長い

B - 4 次の記述は、図に示すマイクロ波用のアンテナの利得を比較法により測定する方法と測定上の注意事項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]、測定距離を d [m] とし、図中の三つのアンテナはいずれも開口面アンテナとして、受信アンテナ（基準アンテナ及び被測定アンテナ）と受信機は整合がとれているものとする。

(1) スイッチ SW を基準アンテナ側に接続して、受信電力 P_s [W] を測定する。送信アンテナから放射された電波の受信点での電力束密度を P_0 [W/m²]、基準アンテナの利得を G_s (真数) とすれば、 P_s は、次式で表される。

$$P_s = P_0 G_s \times \text{ア} \text{ [W] } \dots\dots$$

(2) SW を被測定アンテナ側に切り替えて、受信電力 P_x [W] を測定する。被測定アンテナの利得を G_x (真数) とすれば、受信電力 P_x は、次式で表される。

$$P_x = P_0 G_x \times \text{ア} \text{ [W] } \dots\dots$$

(3) 式 と から

$$\frac{P_s}{P_x} = \text{イ} \dots\dots$$

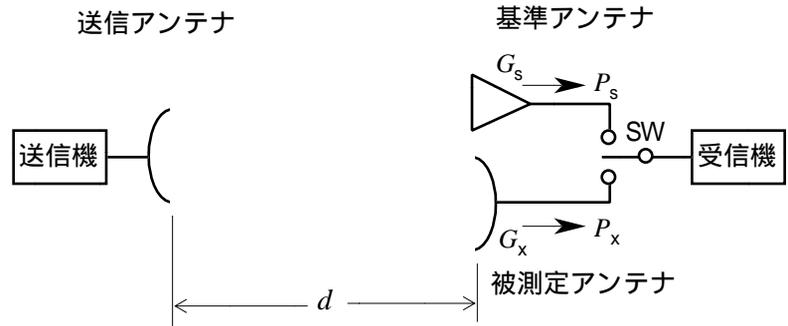
これより、被測定アンテナの利得 G_x は、

$$G_x = \text{ウ} \dots\dots$$

基準アンテナの G_s は既知なので、 P_s と P_x を測定することにより、式 より被測定アンテナの利得 G_x を求めることができる。

(4) d が送信及び受信アンテナの開口直径の大きさに比べて小さいと、測定誤差が **エ** なる。

(5) 測定波長が **オ** 場合には、降雨などの気象の影響を受けないように注意する必要がある。



- | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|---|-------------------|---|------------------------------|---|-----|----|----|
| 1 | $\frac{\lambda^2}{4\pi}$ | 2 | $\frac{G_s}{G_x}$ | 3 | $\frac{P_x}{P_s} \times G_s$ | 4 | 大きく | 5 | 長い |
| 6 | $\frac{\lambda^2}{2\pi}$ | 7 | $\frac{G_x}{G_s}$ | 8 | $\frac{P_s}{P_x} \times G_s$ | 9 | 小さく | 10 | 短い |

B - 5 次の記述は、中波(MF)帯、短波(HF)帯及び超短波(VHF)帯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を下の番号から選べ。

(1) MF 帯では、比較的近距离においては主に **ア** 伝搬であり、遠距離では主に E 層反射の電離層伝搬である。日中は D 層での **イ** が非常に大きくなり、電離層反射波はほとんど無い。

(2) HF 帯では、主に電離層伝搬であり、電離層の電子密度と電波の発射角などにより、使用できる周波数と伝搬距離が決まる。電離層の電子密度は **ウ** や時刻、太陽活動などにより影響を受けて変わる。

(3) 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、通常、電離層反射波は無いが、夏季に **エ** が発生すると、この周波数帯の **オ** の周波数の電波がこの層で反射され、遠距離まで伝搬することがある。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|----|---|----|---|----------------|----|-----|
| 1 | 回折波 | 2 | 減衰 | 3 | 季節 | 4 | スプラジック E 層(Es) | 5 | 高い方 |
| 6 | 地表波 | 7 | 反射 | 8 | 気温 | 9 | F 層 | 10 | 低い方 |