

XB809

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 次の記述は、アンテナの指向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) 送信アンテナの放射電界の方向特性を指向性といい、これは、送信アンテナを受信アンテナとして使用するとき、一般に□Aが成り立つので、受信アンテナの□Bの方向特性に等しい。
 (2) アンテナの指向性係数（関数）は、アンテナからの距離に□C。

	B	A	C
何逆性	誘起電圧		関係しない
可逆性	受信有能電力		反比例する
可逆性	誘起電圧		反比例する
非可逆性	受信有能電力		関係しない
非可逆性	誘起電圧		反比例する

A - 2 自由空間において、相対利得 10 [dB]、アンテナ効率 75 [%] の送信アンテナから電波を放射したとき、最大放射方向へ 30 [km] 離れた点における電界強度が 7 [mV/m] であった。送信アンテナへの供給電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 18.0 [W]
- 2 20.0 [W]
- 3 20 [W]
- 4 40 [W]
- 5 60 [W]

A - 3 次の記述は、微小ダイポールアンテナ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 λ [m] とする。

- 1 静電界の大きさは、距離の 3 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。
- 4 アンテナからの距離が $\lambda / 4$ [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 - 4 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 50 [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 λ [m] のとき、 $h_e = \lambda / 2$ [m] とし、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 - 5 次の記述は、図 1、図 2 及び図 3 に示す電波が伝搬している導波管の断面に挿入されたリアクタンス素子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、導波管の断面内壁の長辺の寸法を $2a$ [m]、短辺の寸法を a [m] とする。

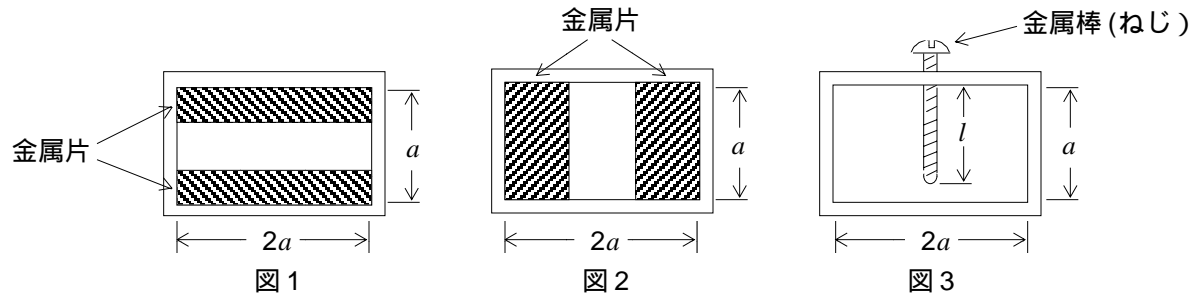
導波管の断面に挿入された金属片又は金属棒は、平行二線式給電線にリアクタンス素子を並列に接続したときのリアクタンス素子と等価な働きをするので、整合をとるときに用いられる。

図 1 に示す容量性窓では、静電エネルギーが蓄えられ、それが平行二線式給電線にキャパシタンスを並列に接続したものと等価な働きをする。

3 図 2 に示す誘導性窓では、磁気エネルギーが蓄えられ、それが平行二線式給電線にインダクタンスを並列に接続したものと等価な働きをする。

容量性窓、誘導性窓どちらも上下または左右の金属片の大きさが対称なものと非対称なものがある。

5 図 3 は導波管内へ電界と平行に細い金属棒（ねじ）を入れたものであり、金属棒の挿入長 l [m] がある長さより短い場合は、インダクタンスと等価に働き、長い場合は、キャパシタンスと等価に働く。



A - 6 次の記述は、方形導波管の伝送モードと遮断波長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 基本モードは、 TE_{10} モードである。

基本モードは、各モードの中で最も低い周波数の電磁波を伝送できる。

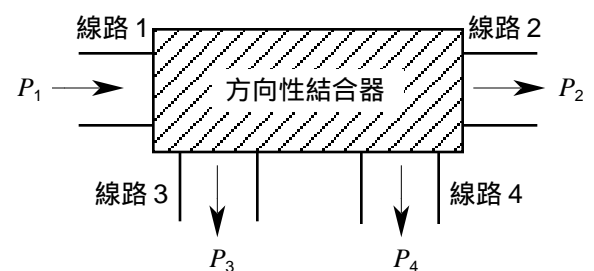
基本モードの遮断波長は、導波管の管軸に直角な断面内壁の長辺の寸法によって決まる。

高次モードの遮断波長は、基本モードの遮断波長より長い。

高次モードの遮断波長は、伝送する電磁波の電力の大きさによって変わらない。

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の線路 1 と線路 4 との結合度と挿入損 L 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] を線路 1 へ入力したとき、 $P_2 = P_4$ [W]、 $P_3 = 0$ [W] を満足するものとする。また、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

C	L
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 次の記述は、アンテナの付加装置として用いられるレドーム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 雨、雪などによるアンテナの特性劣化を避けるため、アンテナの開口面又は全体を誘電体などで覆う。

2 レドームを装着したときの放射パターンが、装着しないときの放射パターンと変わらないように設計される。

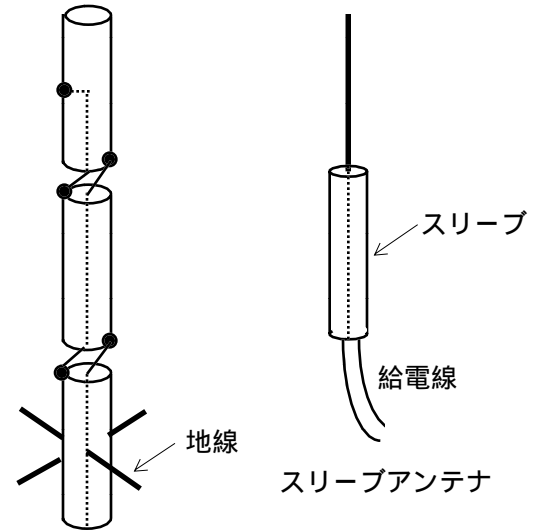
3 レドームが平面の場合は、放射電波の波面と角度をつけて装着し、反射波が給電口に戻って、アンテナのインピーダンスを変化させないようにする。

4 レドームの材料の中に適当な形状の金属網を入れて、レドームによる反射を軽減する方法がある。

5 レドームの性能として、電波の屈折率が高く、機械的に強く、耐気候性があることを要求される。屈折率を高くするには、電気抵抗の大きい材料を選び、反射を小さくする必要がある。

A - 9 次の記述は、図に示すコリニアアレーアンテナとスリーブ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) 水平面指向性は、共に □ である。
 (2) 共に □ 用アンテナである。
 (3) 相対利得は、スリーブアンテナではほぼ □ (dB) であり、コリニアアレーアンテナでは数 [dB] である。



コリニアアレーアンテナ

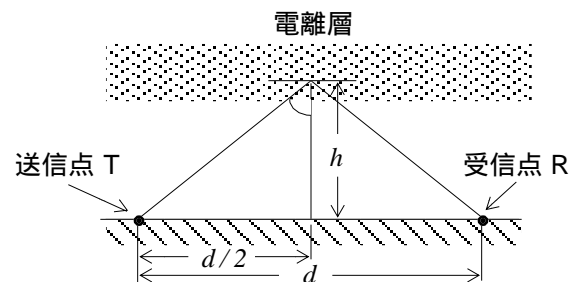
	A	B	C
1	8 字形	垂直偏波	2
2	8 字形	水平偏波	0
3	全方向性	垂直偏波	2
4	全方向性	水平偏波	2
5	全方向性	垂直偏波	0

A - 10 次の記述は、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。

- 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。
 利得は、反射鏡の開口面積に比例し、使用波長の2乗に反比例する。
 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。
 指向性パターンの半値幅は、開口直径に比例し、使用波長に反比例する。
 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 - 11 図に示すように、臨界周波数が 8 [MHz] の電離層の下で、1/4 波長垂直接地アンテナから周波数 16 [MHz] の電波を放射したときの跳躍距離 d の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地及び電離層は平行であり、見掛けの高さ h を 250 [km] とする。また、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

- 1 715 [km]
 2 865 [km]
 3 1,015 [km]
 4 1,165 [km]
 5 1,365 [km]



A - 12 次の記述は、超短波 (VHF) 帯の電波の見通し距離以遠へ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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

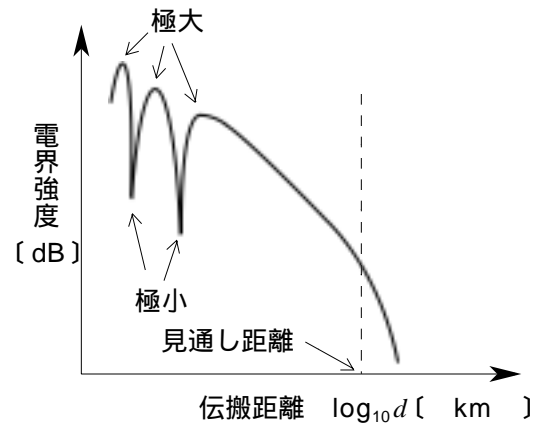
- (1) 大気中に気温の逆転層ができると、□ A が発生して、一般に電波はその中にトラップされて見通し距離外まで伝搬する。
 (2) 標準大気中で受信点が見通し外にある場合には、電波は滑らかな球面大地に沿って進むので伝搬損失は非常に大きくなるが、伝搬途中に高い山があると、電波は山頂付近での □ B 現象により、伝搬損失が小さくなることもある。
 (3) 大気中の気温や水蒸気は絶えず変動しており、これらの関数である誘電率も絶えず変動し、その濃淡が空間的、時間的に生じている。電波がこれらの不規則な誘電率の塊に当たると □ C を起こし、これが □ C 波となって見通し距離外まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	ラジオダクト	回折	散乱
2	ラジオダクト	散乱	屈折
3	跳躍フェーディング	散乱	散乱
4	跳躍フェーディング	散乱	屈折
5	跳躍フェーディング	回折	散乱

A - 13 次の記述は、図に示す超短波（VHF）帯の地上波の球面大地上の電界強度と伝搬距離との関係例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、大地は滑らかな完全導体とする。

電界強度は、主として直接波と大地反射波の合成されたものである。

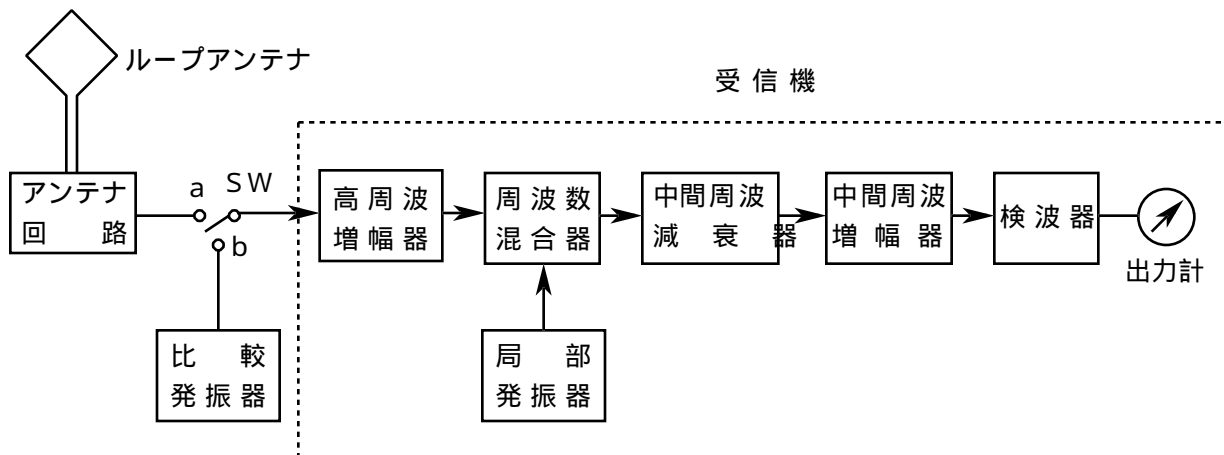
- (1) 電界強度の極大値のうち最も大きなものは、自由空間電界強度の約 A 倍の値である。
- (2) 電界強度の極小値は、常に自由空間電界強度 B 。
- (3) 送受信条件が同じ場合、見通し距離より遠方の点の電界強度は、極超短波（UHF）帯電波の電界強度より C 。



	A	B	C
1	1.5	より小さい	大きい
2	1.5	とほぼ同じである	大きい
3	1.5	より小さい	小さい
4	2	とほぼ同じである	小さい
5	2	より小さい	大きい

A - 14 図に示す短波用電界強度測定器を用いて、以下の手順 1 及び手順 2 に従って、電界強度の測定を行った場合の電界強度 E_x [dB] の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、測定周波数におけるループアンテナ（アンテナ回路を含む）の実効高 H は 3 [dB] であり、中間周波減衰器の値を 0 [dB] としたときの受信機の利得 G は 40 [dB] であった。また、電界強度及び比較発振器出力は、1 [μV] を 0 [dB] とし、 H は 1 [m] を基準とした [dB] 値とする。

- 手順 1：スイッチ SW を a 側に入れて、周波数を測定周波数に合わせ、アンテナを最大感度で受信できる方向に向け、出力計が適当な値となるように、中間周波減衰器を調整する。このときの中間周波減衰器の読み D_1 が 75 [dB] であった。
- 手順 2：スイッチ SW を b 側に入れて、比較発振器の発振周波数を測定周波数に合わせ、その出力を 20 [dB] とした。出力計の指示が手順 1 のときと同じ値になるように中間周波減衰器を調整する。このときの中間周波減衰器の読み D_2 が 50 [dB] であった。



39 [dB] 2 42 [dB] 3 45 [dB] 4 48 [dB] 5 51 [dB]

A - 15 次の記述は、極超短波（UHF）用受信アンテナの水平面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。

- (1) 試験アンテナを回転させて測定する場合、発射された電波の到来波が A とみなせるまで送受信点間の距離を離し、試験アンテナを全方向に回転させながら受信して、その回転角に対応する電界の強さを測定する。
- (2) 大地反射波の影響を小さくするために、大地の反射点に B などで作られた C を設ける方法などがとられる。

A	B	C
平面波	電波吸収体	反射防止板
平面波	電波吸収体	回折板
平面波	アクリル板	回折板
球面波	アクリル板	反射防止板
球面波	電波吸収体	回折板

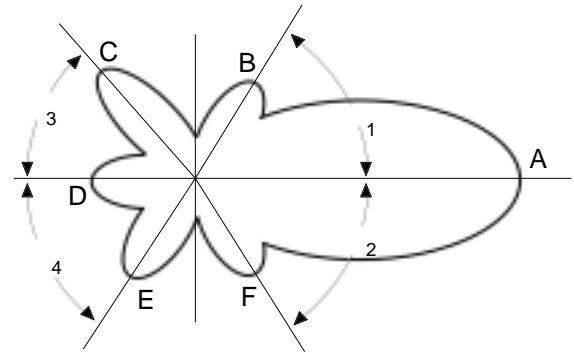
A - 16 次の記述は、電波暗室について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 室内の壁面などに貼りつける電波吸収材は、壁面などからの □ A □ をできるだけ小さくし、室内を自由空間の状態に近づけるため、一般にくさび状に加工したり、多層構造にしてある。
- (2) 室内でアンテナの特性を測定するとき、被測定アンテナは、通常、 □ B □ に置かれる。
- (3) 波長が長くなるほど、一定の反射係数を持たせるための電波吸収材の厚さは厚くなるので、室内の壁などの厚さは、測定に用いる □ C □ の周波数で決まる。

	A	B	C
1	反射波	クワイエットゾーン	最高
2	反射波	2 フレネルゾーン	最低
3	反射波	クワイエットゾーン	最低
4	回折波	4 フレネルゾーン	最低
5	回折波	5 クワイエットゾーン	最高

A - 17 図に示す電界強度の放射パターンを持つアンテナの前後 (FB) 比の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、メインローブ A の電界強度の最大値を 0 [dB] としたとき、B、C、D、E 及び F の各サイドローブの電界強度の最大値をそれぞれ -20 [dB]、-14 [dB]、-26 [dB]、-16 [dB] 及び -18 [dB] とし、また、角度 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 及び θ_4 をそれぞれ 60 度、62 度、43 度及び 56 度とする。

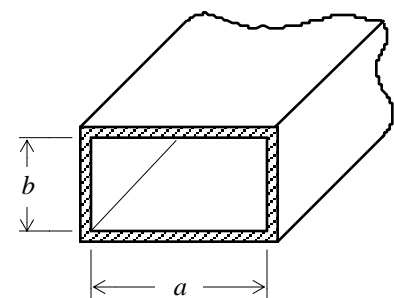
- 1 14 [dB]
 2 6 [dB]
 3 18 [dB]
 4 20 [dB]
 5 26 [dB]



A - 18 次の記述は、図に示す断面内壁の長辺の寸法が a [m]、短辺の寸法が b [m] の方形導波管を TE_{10} 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、波長を λ [m] 及び光速を 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) 位相速度は、 □ C □ [m/s] である。

	A	B	C
1	$2b$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
2	$2b$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
3	$2a$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$
4	$2a$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$	$c / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$
5	$2a$	$\lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}$	$c / \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}$



A - 19 次の記述は、波長に比べて十分小さい寸法の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、ループ面を大地に対して垂直に置くものとする。

- (1) ループ面の □ A □ ほど、実効高は大きくなる。
 (2) 水平面指向性は、 □ B □ である。
 (3) 最大感度の方向は、ループ面に □ C □ な方向である。

	A	B	C
1	中心の高さが高い	全方向性	垂直
2	中心の高さが高い	8 字形	平行
3	面積が大きい	全方向性	平行
4	面積が大きい	8 字形	平行
5	面積が大きい	全方向性	垂直

A - 20 波長 λ [m] の電波による通信において送受信点間の距離が d [m] のときの自由空間基本伝送損失 L (真数) を表す式と、周波数 75 [MHz] の電波の自由空間基本伝送損失 L が 36×10^8 (真数) になる送受信点間の距離 [m] の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

1	$L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	14,300 [m]
2	$L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	16,700 [m]
3	$L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	19,100 [m]
4	$L = \frac{4\pi d}{\lambda}$	14,300 [m]
5	$L = \frac{4\pi d}{\lambda}$	16,700 [m]

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/m^2] 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/m^2] 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。

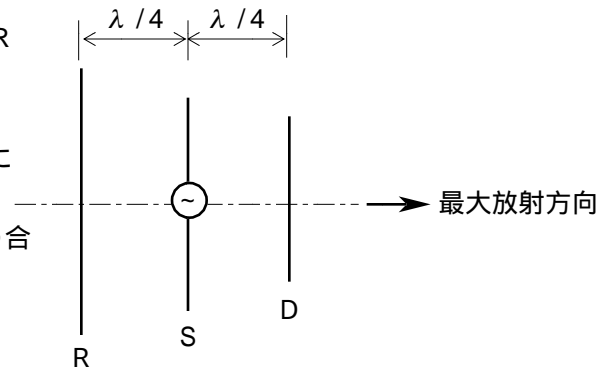
1	できる	2	平行	3	E^2/Z_0	4	吸収	5	積分
6	垂直	7	できない	8	E/Z_0	9	微分	10	放射

B - 2 次の記述は、各周波数帯の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 中波 (MF) 帯では、昼間は D 層を通過する際の減衰が大きいため地上波のみの伝搬となるが、夜間は D 層の消滅により減衰が小さくなるため、E 層反射波も伝搬する。
 イ 短波 (HF) 帯では、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いため、昼夜、季節、太陽活動などの変化に応じた最適な使用周波数を選定する必要がある。
 ウ 超短波 (VHF) 帯の電波は、あらゆる電離層を突き抜けてしまうため、電離層の影響を全く受けない。
 エ 極超短波 (UHF) 帯及び SHF 帯の見通し距離内の通信には、直接波、大地反射波及び対流圏散乱波が用いられている。
 オ EHF 帯の電波による二つの通信回線のアンテナビームが交差している領域に雨が降ると、雨滴による散乱のために通信回線相互間に干渉を起こすことがある。

B - 次の記述は、図に示す 3 素子八木アンテナの動作原理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、素子 S の長さは $\lambda/2$ 、素子 R の長さは $\lambda/2$ より少し長く、また、素子 D の長さは $\lambda/2$ より少し短いものとする。

- (1) S から放射された電波が S から $\lambda/4$ [m] 離れた R に到達すると、その位相は、S における位相より $\pi/2$ [rad] □ア。この電波によって R に電波と同相の誘起電圧が発生する。R に流れる電流の位相は、R が誘導性リアクタンスであるため、誘起電圧より $\pi/2$ [rad] 遅れる。
- (2) R に流れる電流は、その電流より位相が □イ [rad] 遅れた電波を再放射する。再放射された電波が S に到達すると、その位相は、S における位相より $\pi/2$ [rad] 遅れる。
- (3) 結果的に、S から出て R を経て S に戻って来た電波の位相遅れの合計が □ウ [rad] となり、S から放射される電波と同相になるため、R で再放射された電波は、矢印の方向へ向かう電波を強めることになる。
- (4) 一方、から放射された電波により、S から $\lambda/4$ [m] だけ離れた D に流れる電流の位相は、D が □エ リアクタンスであるため、その誘起電圧より進み、この電流によって電波が再放射される。
- から再放射される電波は、S から放射された電波が $\lambda/4$ [m] の距離だけ伝搬した電波を □オ ことになる。



- 1 強める 2 遅れる 3 4 容量性 5 進む
6 2 7 $\pi/4$ 8 誘導性 9 $\pi/2$ 10 弱める

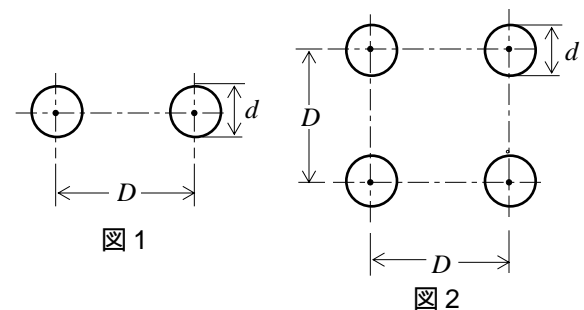
B - 次の記述は、パラボラアンテナの指向性の測定の際の送受信アンテナ間の距離による測定誤差への影響について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、波長を λ [m] とする。

- (1) 送信アンテナ及び受信アンテナの最大寸法がともに λ に比べて十分小さい場合には、□ア の強度が十分小さいとみなせる距離だけ両アンテナを離せば、測定誤差への影響は無視できる。
- 送信アンテナまたは受信アンテナのいずれか一方の最大寸法が λ に比べて十分大きい場合には、最大寸法が大きい方のアンテナの端と小さい方のアンテナの中心との距離は、送受信アンテナの中心間距離より長くなり、受信電波に □イ を生じ、誤差の原因となる。
- (3) この □イ を小さくするには、送受信アンテナの中心間距離を大きくする必要がある。誤差を 2 [%] 以下に抑えるには、最大寸法が □ウ 方のアンテナの最大寸法を D [m] とすれば、両アンテナの中心間距離 l を l □エ [m] に選ばばよい。
- (4) 送信アンテナ及び受信アンテナの最大寸法がともに λ に比べて十分大きい場合には、それぞれの最大寸法を D_1 [m] 及び D_2 [m] とすれば、誤差を 2 [%] 以下に抑えるには、 l □オ [m] に選ばばよい。

- 1 周波数変動 2 $\frac{2D^2}{\lambda}$ 3 誘導電界 4 $\frac{2(D_1+D_2)^2}{\lambda}$ 5 小さい
6 放射電界 7 大きい 8 $\frac{D^2}{2\lambda}$ 9 $\frac{2(D_1^2+D_2^2)}{\lambda}$ 10 位相差

B - 次の記述は、平行二線式給電線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) 同軸ケーブルに比べると一般に、特性インピーダンスが □ア 、雨や近接物体などの外部の誘導妨害を □イ 。
- (2) 自由空間に置かれた図 1 に示す平行二線式給電線の特性インピーダンス Z_0 は、 Z_0 □ウ [] で表される。また、材質が同じものとするとき、 Z_0 は自由空間に置かれた図 2 に示す平行四線式給電線の特性インピーダンスより □エ 。
- (3) 放射損失は、比較的小さいが、周波数が □オ 大きくなる。



- 1 大きい 2 受けやすい 3 $138 \log_{10} \frac{2D}{d}$ 4 高くなるほど 5 小さく
6 大きく 7 $277 \log_{10} \frac{2D}{d}$ 8 受けにくい 9 低くなるほど 10 小さい