

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 - 接地抵抗が 7〔 〕、アンテナの入力抵抗が 32〔 〕、アンテナ導体の等価損失抵抗が 1〔 〕のアンテナの放射効率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、他の損失抵抗は無視するものとする。

- 1 36〔 % 〕
- 2 46〔 % 〕
- 3 68〔 % 〕
- 4 75〔 % 〕
- 5 80〔 % 〕

- A - 次の記述は、真空中における平面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。

- (1) 進行方向に〔 A 〕な平面上のあらゆる点で、一様な電界及び磁界を持つ。
電界と磁界は時間的には、〔 B 〕であり、伝搬速度は真空の透磁率と〔 C 〕で決まる。

- | | A | B | C |
|---|----|-----|-----|
| 1 | 直角 | 同位相 | 誘電率 |
| 2 | 直角 | 逆位相 | 導電率 |
| 3 | 直角 | 同位相 | 導電率 |
| 4 | 平行 | 逆位相 | 導電率 |
| 5 | 平行 | 同位相 | 誘電率 |

- A - 次の記述は、アンテナ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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を λ 〔 m 〕とする。

- (1) 与えられたアンテナの実効面積を A_e 〔 m² 〕、等方性アンテナの実効面積を A_s 〔 m² 〕とすると、与えられたアンテナの絶対利得 G は、次式で表される。

$$G = A_e / A_s \quad \dots \dots$$

与えられたアンテナを微小（電気）ダイポールアンテナとすると、その実効面積は、次式で表さ

$$A_e = \text{〔 A 〕} \text{〔 m}^2 \text{〕} \quad \dots \dots$$

- (2) 式に式及び微小（電気）ダイポールアンテナの絶対利得〔 B 〕（実数）を代入すると、等方性アンテナの実効面積は、次式で表される。

$$A_s = \text{〔 C 〕} \text{〔 m}^2 \text{〕}$$

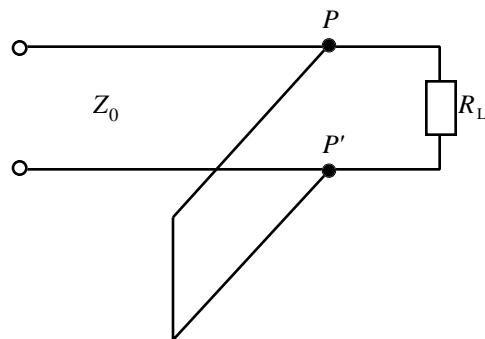
- | | A | B | C |
|---|---------------------------|-----|--------------------------|
| 1 | $\frac{3\lambda^2}{8\pi}$ | 1.5 | $\frac{\lambda^2}{2\pi}$ |
| 2 | $\frac{3\lambda^2}{8\pi}$ | 1.5 | $\frac{\lambda^2}{4\pi}$ |
| 3 | $\frac{3\lambda^2}{8\pi}$ | 1.0 | $\frac{\lambda^2}{4\pi}$ |
| 4 | $\frac{3\lambda^2}{4\pi}$ | 1.5 | $\frac{\lambda^2}{4\pi}$ |
| 5 | $\frac{3\lambda^2}{4\pi}$ | 1.0 | $\frac{\lambda^2}{2\pi}$ |

A - 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外積である。
- 2 電界ベクトルと磁界ベクトルを含む面に垂直である。
- 3 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、ねじの進む方向と反対方向になる。
- 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 その大きさは、真空の媒質中では電界の大きさを E [V/m] とすれば、ほぼ $E^2/(120\pi)$ [W/m²] である。

A - 5 図に示すように、特性インピーダンス Z_0 が 600 [] の平行二線式給電線に純抵抗負荷 R_L が接続されている回路の点 PP' に、短絡スタブを接続して整合をとったとき、点 PP' から負荷側を見た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。ただし、点 PP' から短絡スタブ側を見たインピーダンスは 1,800 [] とする。また、 $Z_0 > R_L$ とする。

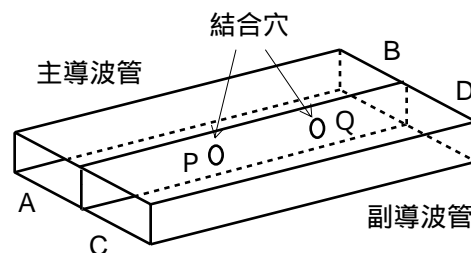
- 1 400 []
- 450 [] 2
- 540 [] 3
- 750 [] 4
- 900 [] 5



A - 次の記述は、図に示す方向性結合器について述べたものである。□ に入るべき字句の正しい組合せ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□ 間隔で 2 個の結合孔 P 及び Q を開けたものである。
- (2) 主導波管の開口 A から開口 B へ向かう電磁波の一部が副導波管の開口 □ B へ現れる。
- (3) この方向性結合器は、電力測定や □ C の測定などに用いられる。

- | | A | B | C |
|---|-----|---|------|
| 1 | 1/4 | D | 反射係数 |
| 2 | 1/4 | C | 利得係数 |
| 3 | 1/2 | D | 反射係数 |
| 4 | 1/2 | C | 利得係数 |
| 5 | 1/2 | D | 利得係数 |



A - 特性インピーダンスが 50 []、長さ 1.25 波長の無損失給電線の終端に 40 [] の純抵抗負荷が接続されているとき、給電線の入力端から見たインピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

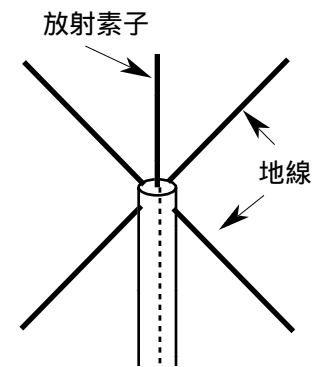
- 1 24.5 []
- 2 32.0 []
- 3 45.0 []
- 4 62.5 []
- 5 73.2 []

A - 8パラアンテナを周波数 2.5 [GHz] で用いるときの絶対利得を 30 [dB] とするために必要な開口面積の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、開口効率を 0.6 とする。

- 1 0.6 [m²]
- 2 0.9 [m²]
- 3 1.9 [m²]
- 4 3.8 [m²]
- 5 7.5 [m²]

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。

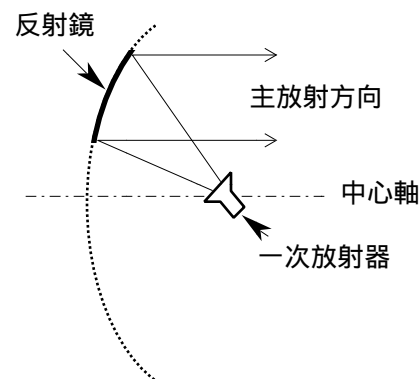
- 1 放射素子を大地に対して垂直に置いたとき、水平面内の指向性は、ほぼ 8 字特性である。
- 2 放射素子と 4 本の地線の長さは、全て約 $1/4$ 波長である。
- 3 入力インピーダンスは、地線の取付け位置及び取付け角度によって変る。
- 4 地線は、同軸ケーブルの外部導体に接続されている。
- 5 地線は、同軸ケーブルの外部導体に漏れ電流が流れ出すのを防ぐ働きをする。



A - 10 次の記述は、図に示すオフセットパラボラ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) 一般に、反射鏡として回転放物面の回転 □ A □ 部分を用い、開口の外に一次放射器を置いたものである。
- (2) 電波の主放射方向に一次放射器のような給電装置やこれを支える支持柱などが無いため、これらによる遮へいが避けられ、また、これらによる電波の反射が無いため、サイドローブが □ B □ なる。
- (3) 衛星放送 (B S) 受信用などとして反射鏡面が大地に □ C □ に近くなるように設置した場合、雪などの付着を少なくできる。

- | | A | B | C |
|---|-------|-----|----|
| 1 | 対称の | 大きく | 垂直 |
| 2 | 対称の | 大きく | 水平 |
| 3 | 対称の | 小さく | 垂直 |
| 4 | 対称でない | 大きく | 水平 |
| 5 | 対称でない | 小さく | 垂直 |



A - 11 次の記述は、フェージング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 K形フェージングは、大気屈折率の変化により直接波のわん曲の度合が変動し、大地反射波との間に生ずるフェージングであり、地球等価半径係数が変動するために起こるフェージングである。
- 2 吸収フェージングは、1~3〔GHz〕周波数帯でその影響は最も大きく、一般に、跳躍フェージングに比べて周期の短いフェージングである。
- 3 選択フェージングは、通信周波数帯域の部分によって状態の異なる場合をいい、SSB 通信方式の方が DSB 通信方式に比べて影響が少ない。
 シンチレーションフェージングは、大気の状態の変動や小気団の通過などで、対流圏の屈折率に変動が起き、それと直接波との干渉で生ずるフェージングで周期は速い。
- 5 同期フェージングは、電波の通信周波数帯域全体にわたってほぼ一様に変動するものをいう。

A - 12 次の記述は、ラジオダクトの種類と生成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。

日中、太陽は熱せられた大地が、夜間に天気がよく □ A □ 状態であれば熱を放出して急冷するため、大気中に屈折率の逆転層を生じる。これによって生成されるダクトを □ B □ 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湿度の逆転層を生じる。これによって生成されるダクトを □ C □ によるダクトという。

- | | A | B | C |
|---|--------|------|----|
| 1 | 無風か微風の | 夜間冷却 | 沈降 |
| 2 | 無風か微風の | 移流 | 前線 |
| 3 | 風の強い | 夜間冷却 | 沈降 |
| 4 | 風の強い | 移流 | 沈降 |
| 5 | 風の強い | 夜間冷却 | 前線 |

A - 13 自由空間において、利得 1000 (真数) の送信アンテナから放射電力 10 [W] で放射した電波を、 d [m] 離れた地点で、利得 100 (真数) の受信アンテナを用いて受信したときの有能受信電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、波長を λ [m] としたときの自由空間基本伝送損失 L は、 $L = (4\pi d/\lambda)^2 \times 4 \times 10^{13}$ (真数) とする。

- 1 4×10^{-10} [W]
- 2 4×10^{-9} [W]
- 3 25×10^{-9} [W]
- 4 4×10^{-8} [W]
- 5 25×10^{-8} [W]

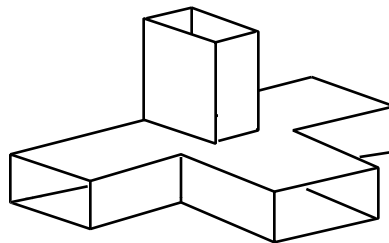
A - 14 2 [MHz] の線状アンテナの放射指向特性を測定するのに必要な送信アンテナと受信アンテナ間の最小距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナと受信アンテナは同じものとし、その最大寸法が波長に比べて十分小さいものとする。

- 1 150 [m]
- 2 225 [m]
- 3 300 [m]
- 4 450 [m]
- 5 900 [m]

A - 15 次の記述は、図に示すマジックTを用いて未知のインピーダンス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) 開口 □ A を接続し、開口 □ B を接続する。
- (2) 開口 □ に未知のインピーダンス、開口 □ に既知の標準インピーダンスを接続し、開口 □ の出力が □ C になるように標準インピーダンスを調整すれば、未知のインピーダンスの値を求めることができる。

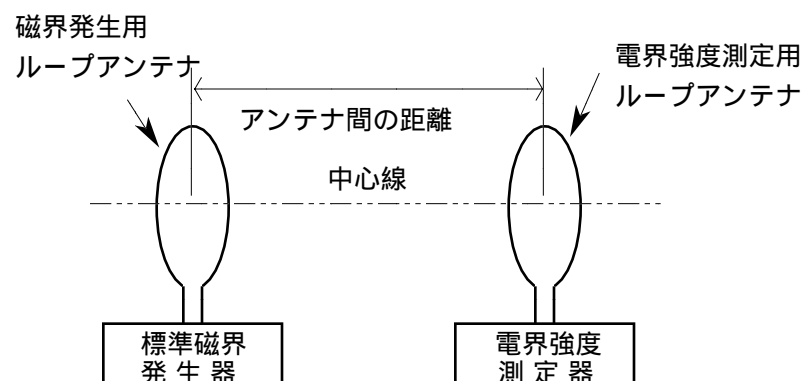
	A	B	C
1	減衰器	変調器	最大
2	減衰器	検波器	零
3	高周波発振器	検波器	最大
4	高周波発振器	変調器	零
5	高周波発振器	検波器	零



A - 16 次の記述は、図に示すような構成で、標準磁界発生器を用いて短波帯 (HF) 用の電界強度測定器を校正するための手順及び考慮すべき事項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。また、ループ面の直径は波長に比べて十分小さいものとする。

- (1) この校正における標準電界は、通常 □ A が多く用いられている。校正に必要とする電界強度が得られるように □ B ループアンテナの電流及び両アンテナ間の距離を決める。これを決めるために、アンテナの形状、寸法、アンテナ電流及びある点における電界強度の関係を計算により作成した曲線を用いる。
- (2) 磁界発生用ループアンテナと校正しようとする電界強度測定器の測定用ループアンテナの距離を (1) で決めた距離とし両アンテナの中心を一直線上に置き両アンテナの面が互いに □ になるように配置する。
- (3) 標準磁界発生器の周波数を電界強度測定器の測定しようとする周波数に合わせ、□ B ループアンテナ電流の大きさを必要な値に調整する。電界強度測定器で測定して得られた電界強度と計算により求めた電界強度の値との偏差を求め、電界強度測定器を校正する。

	A	B	C
1	誘導電磁界	磁界発生用	平行
2	誘導電磁界	電界強度測定用	直角
3	誘導電磁界	電界強度測定用	平行
4	静電界	磁界発生用	直角
5	静電界	電界強度測定用	平行



A - 17 自由空間において、周波数 100〔MHz〕で使用している線状アンテナの実効長が 1.65〔m〕、放射抵抗が0〔 Ω 〕であるとき、このアンテナの相対利得（真値）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.0
- 2 2.0
- 3 2.5
- 4 4.6
- 5 5.0

A - 18 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。□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。

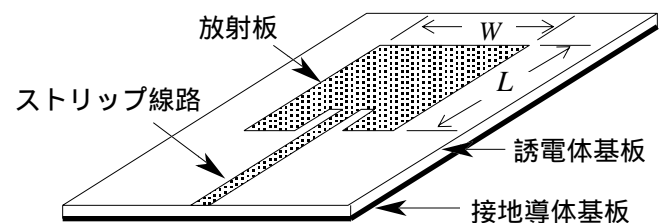
基本モードは、□ A □ モードであり、各モードの中で最も □ B □ 周波数の電磁波を伝送できる。
高次モードの遮断波長は、基本モードの遮断波長より □ C □ 。

- | | A | B | C |
|---|------------------|----|----|
| 1 | TE ₁₁ | 高い | 長い |
| 2 | TE ₁₁ | 低い | 短い |
| 3 | TE ₁₀ | 低い | 長い |
| 4 | TE ₁₀ | 低い | 短い |
| 5 | TE ₁₀ | 高い | 長い |

A - 19 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、この放射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 □ B □ ほど、帯域幅が広くなる。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 □ C □ ほど共振周波数は高くなる。

- | | A | B | C |
|---|-----|----|----|
| 1 | 小さく | 狭い | 短い |
| 2 | 小さく | 広い | 長い |
| 3 | 小さく | 広い | 短い |
| 4 | 大きく | 広い | 短い |
| 5 | 大きく | 狭い | 長い |



A - 20 次の記述は、最高使用可能周波数（MUF）と最低使用可能周波数（LUF）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。

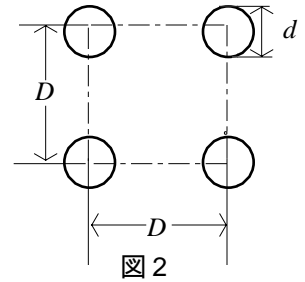
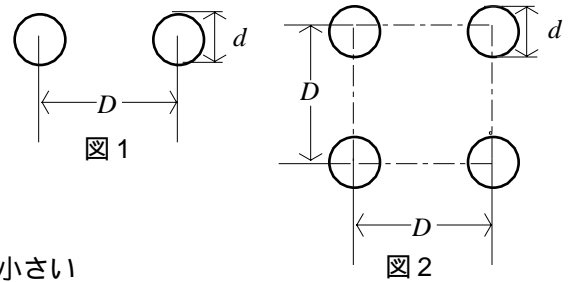
- 1 MUFは、F層にはあるがE層には無い。
- 2 MUFは、電波の電離層への入射角と臨界周波数によって決まる。
- 3 MUFは、送信電力を増加すると高くなる。
- 4 LUFは、正割法則で計算される。
- 5 LUFは、電離層における減衰が増加すると低くなる。

B - 次の記述は、開口面アンテナの一般的特性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 開口効率、幾何学的な開口面積を実効面積で割ったものである。
- イ 放射効率は、放射電力を P_r 〔W〕、入力電力を P_i 〔W〕とすれば、 P_r/P_i である。
- ウ 絶対利得は、指向性利得と放射効率の積である。
- エ 動作利得は、有能利得と反射損の積である。
- オ 放射抵抗は、常にそのアンテナの入力インピーダンスの実数部に等しい。

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) 図 1 に示す平行二線式給電線は、□アの給電線であり、その特性インピーダンス Z 〔 〕は、一般に同軸ケーブルの特性インピーダンスより大きい。
- (2) Z は、図 1 の 2 線間の距離 m 、線の直径 d 〔m〕とすると Z □イ〔 〕である。
- (3) Z は、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□ウただし、材質は同じものとする。
- (4) 放射損失は、使用波長が □エ なるほど大きくなる。
- (5) 同軸ケーブルに比べると、雨や近接物体などの外部の誘導妨害を □オ 。



- | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|---|----|---|------|---|-------|----|-----|
| 1 | $138 \log_{10} \frac{2D}{d}$ | 2 | 短く | 3 | 平衡形 | 4 | 受けにくい | 5 | 小さい |
| 6 | $277 \log_{10} \frac{2D}{d}$ | 7 | 長く | 8 | 不平衡形 | 9 | 受け易い | 10 | 大きい |

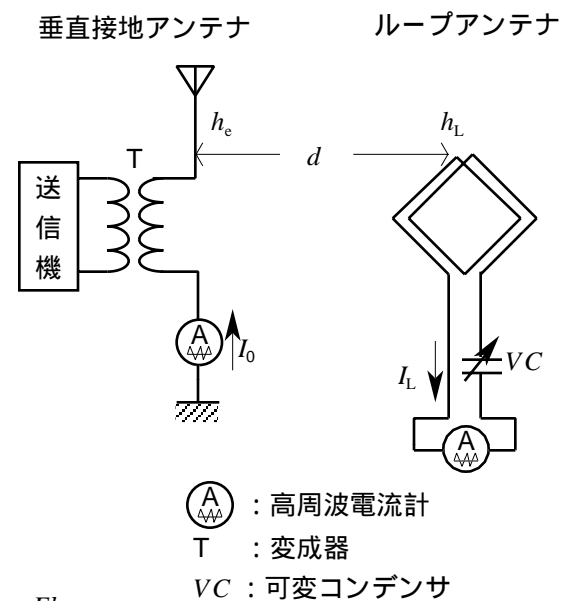
B - 次の記述は、平面大地（海上を除く）における電波の反射について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 周波数が同じとき、平面大地の反射係数の大きさは、水平偏波の方が垂直偏波より □ア。また、入射角が □イ に近いときにはいずれの場合も □ウ に近くなる。
- (2) 垂直偏波では、ブルースター角 □エ の入射角で反射波の位相が水平偏波に対して逆位相になるため、円偏波を入射すると、反射波は入射波と □オ 回りの円偏波となる。

- | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|----|---|---|---|----|----|-----|
| 1 | 小さい | 2 | 同じ | 3 | 0 | 4 | 以上 | 5 | 90度 |
| 6 | 等しいか大きい | 7 | 逆 | 8 | 1 | 9 | 以下 | 10 | 45度 |

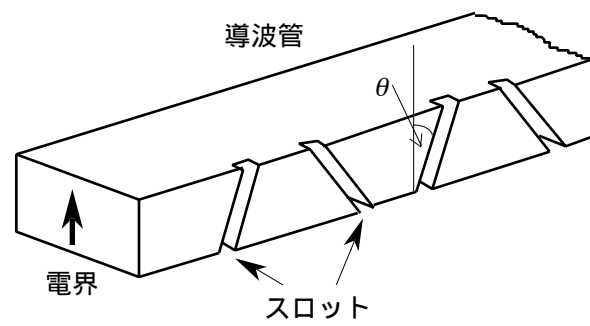
B - 4 次の記述は、垂直接地アンテナの実効高の測定について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体とする。

- (1) 図に示すような構成において、実効高を h_e 〔m〕とし、給電電流を I_0 〔A〕、波長 λ 〔m〕の電波を放射し、既知の実効高 h_L 〔m〕のループアンテナで受信する。ループアンテナでの電界強度 E は、次式で求められる。
ただし、両アンテナ間の距離 d 〔m〕は、 λ に比べて十分長いものとする。
 $E =$ □イ 〔V/m〕 ……
- (2) 受信点のループアンテナを最大感度方向にしたときの誘起電圧を V_L 〔V〕、実効抵抗を R_L 〔 〕とすれば、受信電流 I_L は、次式となる。
 $I_L = V_L / R_L =$ □エ 〔A〕 ……
式、より h_e は、次式で求められる。
 $h_e =$ □ウ 〔m〕 ……
- (3) ループアンテナの実効高 h_L は、ループの面積を A 〔m²〕、巻数を N 〔回〕とすれば、 $h_L =$ □エ 〔m〕であるので、式 に代入すれば、
 $h_e =$ □オ 〔m〕となる。



- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------------------|----|---------------------|
| 1 | $\frac{\lambda^2 d I_0 R_L}{120 \pi^2 I_L A N}$ | 2 | $\frac{2 \pi A N}{\lambda}$ | 3 | $\frac{\lambda d I_0 R_L}{60 \pi h_L I_L}$ | 4 | $\frac{60 \pi h_e I_0}{\lambda d}$ | 5 | $\frac{E h_L}{R_L}$ |
| 6 | $\frac{\pi A N}{2 \lambda}$ | 7 | $\frac{\lambda^2 d I_L R_L}{240 \pi^2 I_0 A N}$ | 8 | $\frac{\lambda d I_L R_L}{120 \pi h_L I_0}$ | 9 | $\frac{120 \pi h_e I_0}{\lambda d}$ | 10 | $\frac{E}{R_L h_L}$ |

B - 5次の記述は、図に示す船舶用レーダーアンテナに用いられるスロットアレー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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。



- (1) スロットアレーアンテナは、電界面と平行になっている導波管の側面（短辺）に導波管の管内波長の約□の間隔でスロットを切り、これをアンテナエレメント列として配列し、必要な特性を得るようにしたアンテナである。
- (2) スロットの傾斜角 θ は □イ度以下で、交互に傾斜角を逆にすると導波管の内壁の電流が □ア波長ごとに反対になるので、この合成電界の水平方向部分は、□ウとなり加え合い、垂直方向部分は □エとなって、打ち消される。
- (3) 船舶用レーダーアンテナとして適している理由としては、水平面内でビーム幅が □オ指向性が鋭いことや、サイドローブが小さいことなどが挙げられる。

- | | | | | | | | | | |
|---|----|---|--------------------|---|-----|---|----|----|-----|
| 1 | 15 | 2 | $\pi/4$ [rad] の位相差 | 3 | 1/4 | 4 | 狭く | 5 | 同位相 |
| 6 | 30 | 7 | $\pi/3$ [rad] の位相差 | 8 | 1/2 | 9 | 広く | 10 | 逆位相 |