

FB401

第一級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

- A - 次の記述は、マクスウェルの方程式から波動方程式を導出する過程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、媒質は等方性、非分散性、線形、均質として、誘電率を  $\epsilon$  [F/m]、透磁率を  $\mu$  [H/m] 及び導電率を  $\sigma$  [S/m] 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) 電界  $E$  [V/m] と磁界  $H$  [A/m] が共に角周波数  $\omega$  [rad/s] で正弦的に変化しているとき、両者の間には以下のマクスウェルの方程式が成立しているものとする。

A  $E = -j\omega\mu H$  . . . . .

A  $H = (\sigma + j\omega\epsilon)E$  . . . . .

- (2) 式 の両辺の  B をとると、次式が得られる。

A  $\nabla \times E = -j\omega\mu$   A  $H$  . . . . .

- (3) 式 の左辺は、ベクトルの公式により、以下のように表される。

A  $\nabla \times E = \nabla \cdot E - \nabla^2 E$  . . . . .

通常の媒質中では、電子やイオンは存在しないので、

$\nabla \cdot E = 0$  . . . . .

- (5) 式 ~ から、 $H$  を消去して、 $E$  に関する以下の波動方程式が得られる。

C  $\nabla^2 E + \gamma^2 E = 0$

ここで、 $\gamma^2 =$   D であり、 $\gamma$  は伝搬定数と呼ばれている。

同様に、 $H$  に関する以下の波動方程式が得られる。

C  $\nabla^2 H + \gamma^2 H = 0$

	A	B	C	D
1	・	回転	$\nabla^2$	$-j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
2	・	発散	$\nabla^2$	$j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
3	・	回転	・	$j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
4	×	発散	・	$j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
5	×	回転	$\nabla^2$	$-j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$

- A - 2 送信アンテナから距離 40 [km] の地点に設置した受信アンテナによって取り出すことのできる最大電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナの送信電力を 4 [kW]、絶対利得を 30 [dB]、受信アンテナの実効面積を 2 [m<sup>2</sup>] とする。また、送受信アンテナは共に自由空間にあり、給電線の損失及び整合損はないものとする。

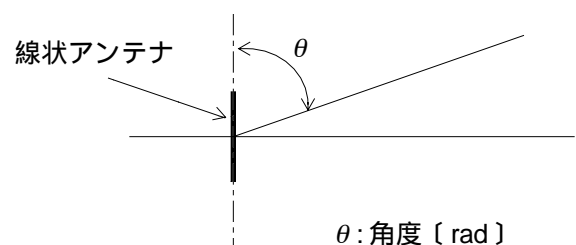
- 1 300 [μW]      2 400 [μW]      3 500 [μW]      4 600 [μW]      5 700 [μW]

- A - 3 次の記述は、図に示すような線状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下の番号から選べ。ただし、電界強度の指向性関数を  $D(\theta)$  とする。

- (1) 十分遠方における電界強度の指向性は、 $D(\theta)$  に比例し、距離に  A 。

- (2) 微小ダイポールの  $D(\theta)$  は、  B と表され、また、半波長ダイポールアンテナの  $D(\theta)$  は、近似的に  C と表される。

	A	B	C
1	関係しない	$\sin^2\theta$	$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\sin\theta\right)}{\sin\theta}$
2	関係しない	$\sin\theta$	$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta}$
3	反比例する	$\sin\theta$	$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\sin\theta\right)}{\sin\theta}$
4	反比例する	$\cos^2\theta$	$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta}$
5	反比例する	$\sin^2\theta$	$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\sin\theta\right)}{\sin\theta}$



A - 4 次の記述は、微小ダイポール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。

- (1) 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、アンテナからの放射によって電力  $P_r$  [W] が消費されることである。これは、アンテナの代わりに負荷として抵抗  $R_r$  を接続したと等価である。したがって、次式が成り立つ。

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

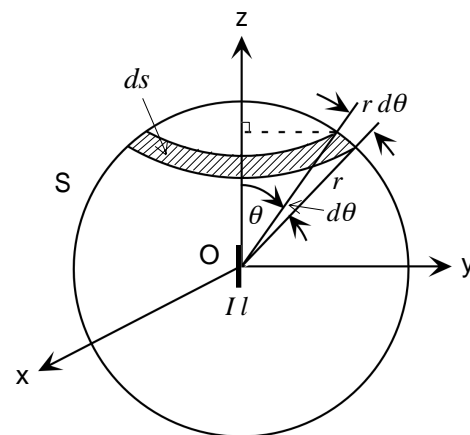
上式で表される仮定の抵抗を放射抵抗と呼ぶ。

- (2) 図に示すように、微小ダイポールから数波長以上離れた半径  $r$  [m] の球面  $S$  を考えたとき、この球面から出て行く電磁エネルギーの平均値  $P_r$  [W] を放射電力といい、これは球面上の電力束密度の面積分として次式で求められる。ただし、微小ダイポールの長さを  $l$  [m]、波長を  $\lambda$  [m]、微小ダイポールの中心  $O$  から任意の方向と微小ダイポールの軸とのなす角を  $\theta$  [rad] とし、 $\theta$  方向における電界強度を  $E_\theta$  [V/m] とする。

$$P_r = \oint \frac{|E_\theta|^2}{120\pi} ds = \square \text{ B } [ \text{ W } ]$$

- (3) (1)及び(2)から、微小ダイポールの放射抵抗は □ C [ ] となる。

	A	B	C
1	$\frac{P_r}{120\pi I ^2}$	$\frac{80\pi^2 I ^2l^2}{\lambda^2}$	$\frac{80\pi^2l^2}{\lambda^2}$
2	$\frac{P_r}{120\pi I ^2}$	$\frac{160\pi^2 I ^2l^2}{\lambda^2}$	$\frac{160\pi^2l^2}{\lambda^2}$
3	$\frac{P_r}{120\pi I ^2}$	$\frac{\pi^2 I ^2l^2}{\lambda^2}$	$\frac{\pi^2l^2}{\lambda^2}$
4	$\frac{P_r}{ I ^2}$	$\frac{\pi^2 I ^2l^2}{\lambda^2}$	$\frac{\pi^2l^2}{\lambda^2}$
5	$\frac{P_r}{ I ^2}$	$\frac{80\pi^2 I ^2l^2}{\lambda^2}$	$\frac{80\pi^2l^2}{\lambda^2}$

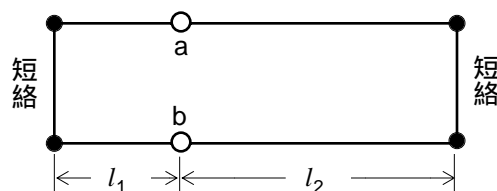


A - 5 次の記述は、開口面アンテナの基本的な特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 開口効率は、アンテナの開口面積と実効面積の比で定義され、開口面上の電磁界の振幅と位相の分布によって決まる。
- ビームの断面が楕円形のアンテナの指向性利得は、楕円の長径、短径それぞれに対応する半値幅の積に反比例する。
- ホーンアンテナは、広い周波数範囲にわたってインピーダンス特性が良い。
- ホーンレフレクタアンテナは、開口部以外は密閉されているので、前後比が良好である。
- オフセットパラボラアンテナは、電波通路をさえぎるものがないため開口効率が良い。

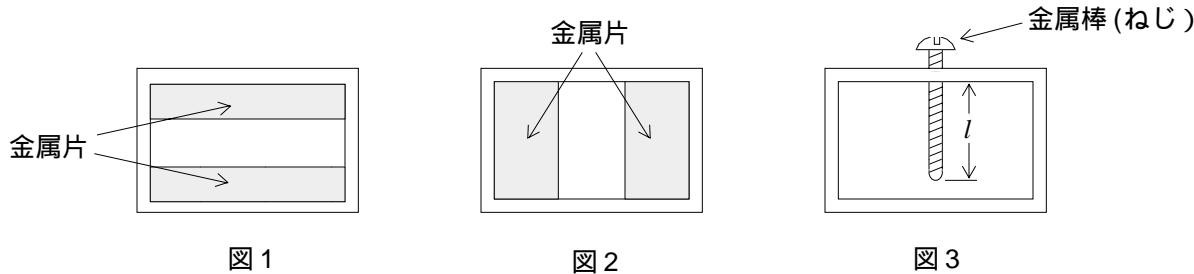
A - 図に示す無損失の平行二線式給電線の点 ab 間のインピーダンス  $Z_{ab}$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、給電線の実効インピーダンスを  $Z_0$  [ ]、波長を  $\lambda$  [m] とする。また、給電線の長さ  $l_1$  [m]、 $l_2$  [m] の間には、 $l_1 + l_2 = \lambda/2$  [m] の関係式が成り立ち、 $l_1 > 0$ 、 $l_2 > 0$  とする。

- [ ]
- $2Z_0$  [ ]
- $Z_0/2$  [ ]
- $Z_0/4$  [ ]
- 0 [ ]



A - 7 次の記述は、図 1、図 2 及び図 3 に示す $T$ 波が伝搬している方形導波管の管内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。□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、導波管の内壁の短辺と長辺の比は 1 対 2 とし、管内波長を $\lambda_g$ 〔m〕とする。

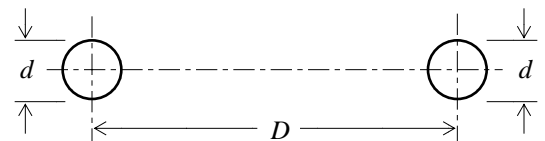
- (1) 導波管の管内に挿入された薄い金属片又は金属棒は、平行二線式給電線にリアクタンス素子を □ A □ に接続したときのリアクタンス素子と等価な働きをするので、整合をとるときに用いられる。
- (2) 図 1 に示すように、導波管内壁の長辺の上下両側又は片側に管軸と直角に挿入された薄い金属片は、□ B □ の働きをする。
- (3) 図 2 に示すように、導波管内壁の短辺の左右両側又は片側に管軸と直角に挿入された薄い金属片は、□ C □ の働きをする。
- (4) 図 3 に示すように、導波管に細い金属棒（ねじ）が電界と平行に挿入されたとき、金属棒の挿入長  $l$ 〔m〕が □ D □〔m〕より長いとインダクタンスとして働き、短いとキャパシタンスとして働く。



	A	B	C	D
1	並列	インダクタンス	キャパシタンス	$\lambda_g / 2$
2	並列	インダクタンス	キャパシタンス	$\lambda_g / 4$
3	並列	キャパシタンス	インダクタンス	$\lambda_g / 4$
4	直列	キャパシタンス	インダクタンス	$\lambda_g / 4$
5	直列	インダクタンス	キャパシタンス	$\lambda_g / 2$

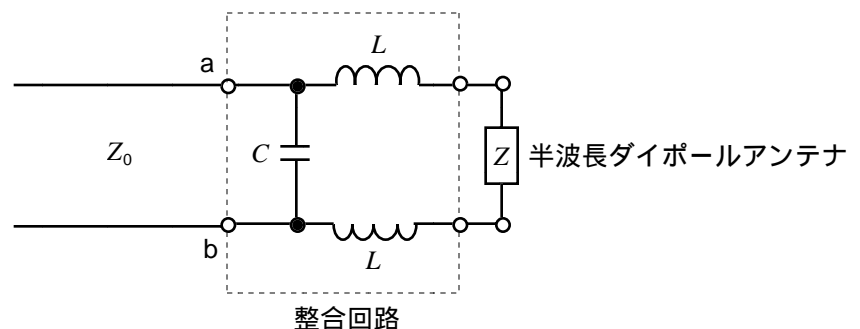
A - 8 図に示す無損失の平行二線式給電線と  $163$ 〔 $\Omega$ 〕の純負荷抵抗を  $1/4$  波長整合回路で整合させるとき、この整合回路の特性インピーダンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、平行二線式給電線の導線の直径  $d$  を  $3$ 〔mm〕、2 本の導線間の間隔  $D$  を  $15$ 〔cm〕とする。

- 1 250〔 $\Omega$ 〕  
 2 300〔 $\Omega$ 〕  
 3 450〔 $\Omega$ 〕  
 4 500〔 $\Omega$ 〕  
 5 550〔 $\Omega$ 〕



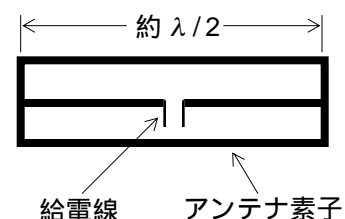
A - 9 図に示す整合回路を用いて、特性インピーダンス  $Z_0$  が  $730$ 〔 $\Omega$ 〕の無損失の平行二線式給電線と入力インピーダンス  $Z$  が  $73$ 〔 $\Omega$ 〕の半波長ダイポールアンテナとを整合させるために必要な静電容量  $C$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、周波数を  $30$ 〔MHz〕とする。

- 1 9〔pF〕  
 2 2〔pF〕  
 3 4〔pF〕  
 4 69〔pF〕  
 5 97〔pF〕



A - 10 図に示す三線式折返し半波長ダイポールアンテナを用いて  $120$ 〔MHz〕の電波を受信したときの実効長の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、3 本のアンテナ素子はそれぞれ平行で、かつ、極めて近接して配置されており、その素材や寸法は同じものとし、波長を  $\lambda$ 〔m〕とする。

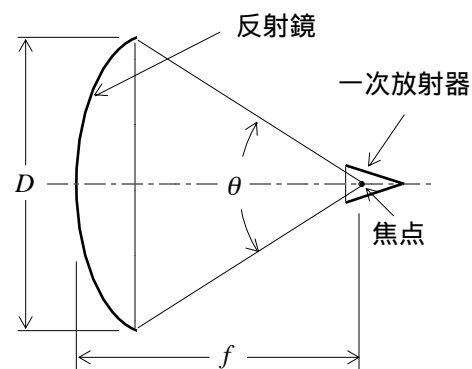
- 1 0.8〔m〕  
 2 1.2〔m〕  
 3 2.4〔m〕  
 4 3.5〔m〕  
 5 4.8〔m〕



A - 11 次の記述は、図に示すパラボラアンテナの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。ただし、パラボラアンテナの開口直径を  $D$  [m]、開口角を  $\theta$  [°]、焦点距離を  $f$  [m]、開口効率を  $\eta$  及び波長を  $\lambda$  [m] とする。

- (1)  $\theta$  と  $D$  と  $f$  の関係は、□ A □ と表される。
- (2) 指向性の半値幅は、近似的に  $70 \times$  □ B □ [°] と表される。
- (3) 絶対利得 (真数) は、□ C □ と表される。

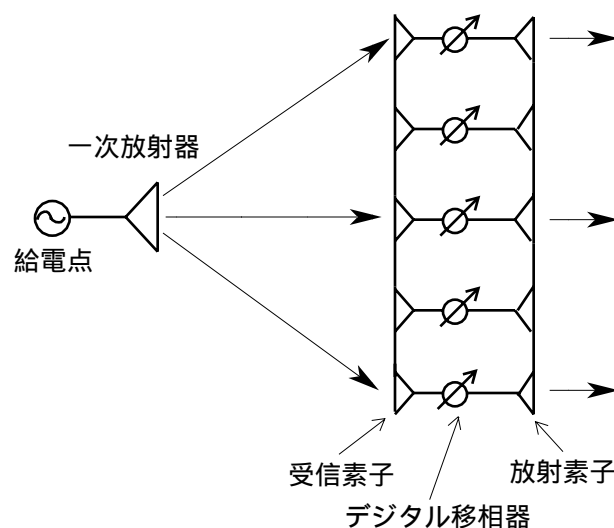
	A	B	C
1	$\tan \frac{\theta}{4} = \frac{D}{4f}$	$\frac{\lambda}{D}$	$\left( \frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \eta$
2	$\tan \frac{\theta}{4} = \frac{D}{4f}$	$\frac{D}{\lambda}$	$\left( \frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \eta$
3	$\tan \frac{\theta}{4} = \frac{D}{4f}$	$\frac{\lambda}{D}$	$\left( \frac{\pi D}{\lambda} \right) \eta$
4	$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{D}{2f}$	$\frac{\lambda}{D}$	$\left( \frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \eta$
5	$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{D}{2f}$	$\frac{D}{\lambda}$	$\left( \frac{\pi D}{\lambda} \right) \eta$



A - 12 次の記述は、図に示す位相走査のフェーズド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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 平面上に複数の放射素子を並べて固定し、それぞれにデジタル移相器を設けて給電電流の位相を変化させて電波を放射し、放射された電波を合成した主ビームが空間のある範囲内の任意の方向に向くように制御されたアンテナである。デジタル移相器は、0 から  $2\pi$  までの位相角を  $2^n$  ( $n = 1, 2, \dots$ ) 分の 1 に等分割しているので、最小設定可能な位相角は  $22^\circ$  [rad] となり、励振位相は、最大 □ A □ [rad] の量子化位相誤差を生ずることになる。
- (2) この量子化位相誤差がアンテナの開口分布に周期的に生ずると、比較的高いレベルの □ B □ が生じ、これを低減するには、デジタル移相器の演算ビット数をできるだけ多くしたり、また、□ C □ 形空間給電方式にするなどして、給電点から各放射素子に至る途中に固定の位相分布を持たせるなどの方法がある。

	A	B	C
1	$\pi/2^{n+1}$	サイドローブ	透過
2	$\pi/2^{n+1}$	バックローブ	反射
3	$\pi/2^{n+1}$	バックローブ	透過
4	$\pi/2^n$	バックローブ	反射
5	$\pi/2^n$	サイドローブ	透過



A - 13 次の記述は、開口面アンテナのサイドローブ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 反射鏡アンテナの場合、鏡面の精度を高めることによってサイドローブを低減できる。
- 2 パラボラアンテナの場合、反射鏡の回りに電波吸収体を用いた遮へい板を取り付けることによって広角サイドローブを低減できる。
- 3 カセグレンアンテナの場合、主反射鏡の面積に対する副反射鏡の面積の割合が小さいほど、近軸サイドローブが増加する。
- 4 ホーンレフレクタアンテナの場合、一次放射器及びその支持柱などが電波通路上にないので、サイドローブ特性が良い。
- 5 レンズアンテナの場合、レンズ面における電波の照度分布を周辺にいくほど弱くなるようにすると、広角サイドローブを低減できる。

A - 14 次の記述は、平面大地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) 平面大地の反射係数は、0 度又は 90 度以外の入射角において、水平偏波と垂直偏波とではその値が異なり、□A の方の値が大きい。入射角が 90 度に近いときには、いずれも 1 に近い値となる。
- (2) 垂直偏波では、反射係数が最小となる入射角があり、この角度を □B と呼ぶ。
- (3) 垂直偏波では、□B 以下の入射角のとき、反射波の位相が □C に対して逆位相であるため、円偏波を入射すると反射波は、逆回りの円偏波となる。

	A	B	C
1	垂直偏波	最小入射角	水平偏波
2	垂直偏波	最小入射角	垂直偏波
3	垂直偏波	ブルースター角	水平偏波
4	水平偏波	ブルースター角	水平偏波
5	水平偏波	最小入射角	垂直偏波

A - 15 球面大地における伝搬において、見通し距離が 31.85 [km] であるとき、送信アンテナの高さの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、地球の表面は滑らかで、地球の半径を 6,370 [km] とし、地球の等価半径係数を  $4/3$  とする。また、 $\cos x = 1 - x^2/2$  とする。

1	20 [m]	2	40 [m]	3	50 [m]	4	60 [m]	5	80 [m]
---	--------	---	--------	---	--------	---	--------	---	--------

A - 16 次の記述は、陸上の移動体通信の電波伝搬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) 基地局から送信された電波は、陸上移動局周辺の建物などにより反射、回折され、搬送周波数の約 □A の周期を持つ定在波を伝搬路上に生じ、移動局が移動すると、受信波にフェージングが発生する。この変動を瞬時値変動といい、レイリー分布則に従う。
- (2) 瞬時値変動の数十波長程度の区間での中央値を短区間中央値といい、基地局からほぼ等距離の区間内の短区間中央値は、□B に従い変動し、その中央値を長区間中央値という。長区間中央値は、移動局の基地局からの距離を  $d$  とおくと、一般に  $X d^{-\alpha}$  で近似される。ここで、 $X$  及び  $\alpha$  は、送信電力、周波数、基地局及び移動局のアンテナ高、建物高等によって決まる。
- (3) 一般に、移動局に到来する多数の電波の到来時間に差があるため、帯域内の各周波数の振幅と位相の変動が一樣ではなく、□C フェージングを生ずる。□D 伝送の場合には、その影響はほとんどないが、一般に、高速デジタル伝送の場合には、伝送信号に波形ひずみを生ずることになる。多数の到来波の遅延時間を横軸に、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは伝搬遅延プロファイルと呼ばれ、多重波伝搬理論の基本特性の一つである。

	A	B	C	D
1	1 波長	指数分布則	周波数選択性	広帯域
2	1 波長	対数正規分布則	シンチレーション	狭帯域
3	1 波長	指数分布則	シンチレーション	広帯域
4	半波長	対数正規分布則	周波数選択性	狭帯域
5	半波長	指数分布則	周波数選択性	広帯域

A - 17 次の記述は、電離層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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 電離層の電子密度  $N$  の分布は、高さと共に徐々に増加し、ある高さで最大となり、それ以上の高さでは徐々に減少している。 $N$  が零のとき、電波の屈折率  $n$  は ほぼ 1 でありが最大のとき、 $n$  は □A となる。
- (2)  $N$  が高さと共に徐々に増加している電離層内の  $N$  が異なる隣接した二つの水平な層を考え、地上からの電波が層の境界へ入射するとき、下の層の屈折率を  $n_i$ 、上の層の屈折率を  $n_r$ 、入射角を  $i$ 、屈折角を  $r$  とすれば、 $n_r$  は、 $n_r = n_i \times$  □B で表される。
- (3) このときの  $r$  は  $i$  より □C ので、 $N$  が十分大きいとき、電離層に入射した電波は、高さと共に徐々に下に向かって曲げられ、やがて地上に戻ってくることになる。

	A	B	C
1	最小	$\cos i / \cos r$	小さい
2	最小	$\sin i / \sin r$	大きい
3	最大	$\sin i / \sin r$	大きい
4	最大	$\sin i / \sin r$	小さい
5	最大	$\cos i / \cos r$	大きい

A - 18 アンテナ利得が 10（真数）のアンテナを無損失の給電線に接続して測定した電圧定在波比（VSWR）の値が3であった。こ  
アンテナの動作利得（真数）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 3.5      2 5.0      3 7.5      4 10.0      5 15.5

A - 19 次の記述は、アンテナ利得の測定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 3基のアンテナを使用した場合は、これらのアンテナの利得が未知であってもそれぞれの利得を求めることができる。
- 2 角錐ホーンアンテナは、その寸法から利得を求めることができるので、標準アンテナとして使用される。
- 3 衛星地球局用大形アンテナの利得の測定には、測定距離がフラウンホーファ領域になり、また、仰角が十分高く地面からの反射波の影響を避けることができるように、カシオペア A などの電波星の電波を受信する方法がある。
- 4 屋外で測定することが困難な場合や精度の高い測定を必要とする場合には、電波暗室内における近傍界の測定と計算により利得を求めることができる。
- 5 円偏波アンテナの利得の測定に、直線偏波アンテナは使用できない。

A - 20 次の記述は、電波暗室で用いられる電波吸収体の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) 誘電材料による電波吸収体は、誘電材料に主に黒鉛粉末の損失材料を混入したり、表面に塗布したものである。混入する黒鉛の量によって吸収材料の誘電率が変わるので、自由空間との□Aのために、図 1 に示すように表面をテーパ形状にした  
り、図 2 に示すように種々の誘電率の材料を層状に重ねて□B特性にしたりしている。層状の電波吸収体の設計にあたっ  
ては、反射係数をできるだけ小さくするように、材料、使用周波数、誘電率などを考慮して各層の厚さを決めている。
- (2) 磁性材料による電波吸収体には、焼結フェライトや焼結フェライトを粉末にしてゴムなどと混合させたものがある。その使  
用周波数は、通常、誘電材料による電波吸収体の使用周波数より□C。

A	B	C
1 整合	広帯域	高い
2 整合	広帯域	低い
3 整合	狭帯域	高い
4 遮断	広帯域	低い
5 遮断	狭帯域	高い

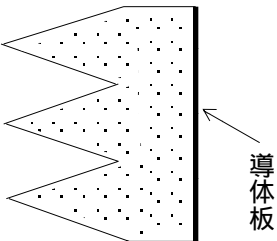


図 1

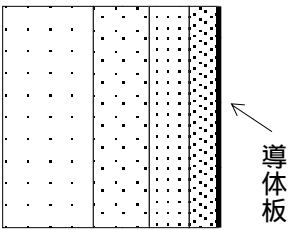


図 2

B - 1 次の記述は、半波長ダイポールアンテナを用いた受信アンテナの散乱断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、アンテナの入力インピーダンスは純抵抗とする。

- (1) アンテナの損失抵抗が零のとき、到来電波によりアンテナに誘導された起電力  $V$ 〔V〕によって、アンテナの放射抵抗  $R_r$ 〔 $\Omega$ 〕を流れる電流を  $I$ 〔A〕とすれば、散乱電力  $P_A$  は、次式で表されるものと考えられる。  
 $P_A = \square \text{ア}$ 〔W〕
- (2) ある点 X における受信電界強度を  $E$ 〔V/m〕、自由空間の固有インピーダンスを  $Z_0$ 〔 $\Omega$ 〕とすると、点 X における電力束密度  $p$  は、次式で表される。  
 $p = \square \text{イ}$ 〔W/m<sup>2</sup>〕
- (3) 点 X における  $E$  及び  $p$  が  $P_A$  によって生じたものとする、散乱断面積  $A_s$  は、次式で表される。  
 $A_s = \square \text{ウ}$ 〔m<sup>2</sup>〕
- (4) アンテナの入力インピーダンスと受信機の入力インピーダンスが整合しているとき、受信電力は最大値となり、また、同じ大きさの電力を受信アンテナが散乱していると考えられるので、 $P_A$  は、次式で表される。  
 $P_A = \square \text{エ}$ 〔W〕
- (5) 式ヘ式及びを代入すると、 $A_s$  は、次式で求められる。  
 $A_s = \square \text{オ}$ 〔m<sup>2</sup>〕

1 $ I ^2 R_r$	2 $\frac{E^2}{2Z_0}$	3 $\frac{P}{P_A}$	4 $\frac{V^2}{4R_r}$	5 $\frac{V^2 Z_0}{2R_r E^2}$
6 $\frac{ I ^2}{4R_r}$	7 $\frac{E^2}{Z_0}$	8 $\frac{P_A}{p}$	9 $\frac{V^2}{2R_r}$	10 $\frac{V^2 Z_0}{4R_r E^2}$

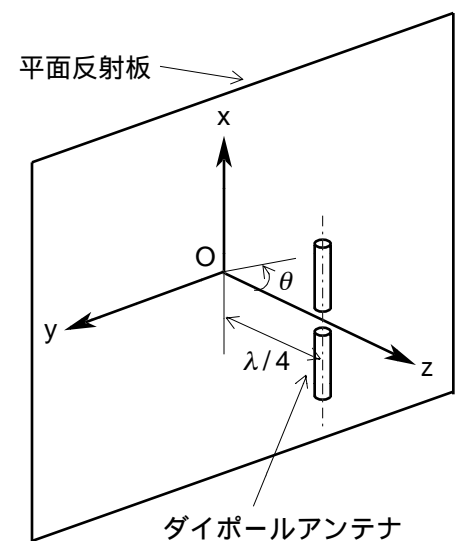
B - 2 次の記述は、TEM波について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 電磁波の伝搬方向に電界及び磁界成分を □ア 横波である。
- (2) 電磁波の伝搬方向に直角な平面内では、電界と磁界が常に □イ で振動している。
- (3) 平行二線式給電線上を伝搬するが、 □ウ 中は伝搬しない。
- (4) 位相速度は、光速度と □エ 。
- (5) TEM波の伝送線路では、伝送信号のひずみが □オ 。

- |        |      |          |       |       |
|--------|------|----------|-------|-------|
| 1 持たない | 2 逆相 | 3 導波管    | 4 異なる | 5 ない  |
| 6 持つ   | 7 同相 | 8 同軸ケーブル | 9 等しい | 10 ある |

B - 3 次の記述は、図に示す平面反射板付き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。ただし、ダイポールアンテナの中心軸は、直交座標の  $x$  軸に平行に、かつ、その給電点を  $z$  軸上に置き、また、平面反射板は  $xy$  平面上に、かつ、その中心を座標の原点  $O$  に置くものとし、波長を  $\lambda$  (m) とする。

- (1) ダイポールアンテナが、平面反射板から  $z$  軸上の  $\lambda/4$  (m) の位置に置かれたときの指向性は、ダイポールアンテナをそのままにして平面反射板を取り除き、 $z$  軸上の □ア (m) の位置に、ダイポールアンテナに流れる電流と □イ の電流が流れるイメージ (影像) アンテナを置いたときの  $z$  軸上の正領域における指向性に等しい。ただし、平面反射板は、波長に比べて十分に大きいものとする。
- (2)  $z$  軸上の正領域の  $yz$  平面上で電波の放射方向と  $z$  軸とのなす角度を  $\theta$  (rad) とすると、指向性係数  $D(\theta)$  の大きさは □ウ となり、 $z$  軸上に最大放射方向を持つ □エ 指向性が得られるが、平面反射板の大きさが波長に比べて小さいと平面反射板の端部で生ずる □オ の影響が無視できなくなる。



- |                |        |  |       |        |
|----------------|--------|--|-------|--------|
| 1 $-\lambda/2$ | 2 逆向き  | 3 $2 \sin\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)$ | 4 単一  | 5 反射波  |
| 6 $-\lambda/4$ | 7 同じ向き | 8 $\sin\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)$   | 9 双方向 | 10 回折波 |

B - 4 次の記述は、地上と衛星間の電波伝搬における大気及び電離圏の影響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 とし解答せよ。

- ア 大気による減衰は、晴天時の水滴を含まない大気の場合には衛星の仰角が低いほど小さくなる。
- イ 大気の屈折率は、常時変動しているので電波の到来方向もそれに応じて変動し、シンチレーションの原因となる。
- ウ 電離圏による減衰は、超短波 (VHF) 帯の高い方の周波数以上の周波数帯ではほとんど無視できる。
- エ 電波が電離層を通過する際、その振幅、位相などに短周期の不規則な変動を生ずる場合があり、これを電離層シンチレーションという。
- オ 電離圏の屈折率は、周波数が低くなると 1 に近づく。

B - 5次の記述は、アンテナ利得などの測定において、送信又は受信アンテナの一方の開口の大きさが波長に比べて大きいときの測定距離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、任意の角度を $\alpha$ とすれば、 $\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \pm \sqrt{(1 + \cos\alpha)/2}$ であり、三角形ABCの頂角をA、B、Cとし、その対辺の長さをそれぞれa、b、cとすれば、 $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ の関係がある。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図1に示すように、アンテナ間の測定距離を□、寸法が大きい方の円形開口面アンテナ1の直径を[m]、その縁Pから小さい方のアンテナ2までの距離を[m]とすれば、LとL'の距離の差 $\Delta L$ は、次式で表される。ただし、 $L > D$ とし、アンテナ2の大きさは無視できるものとする。

$$\Delta L = L' - L = \text{ア} \quad L$$

$$\approx L \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{D}{2L} \right)^2 \right\} - L = \frac{D^2}{8L} \quad [\text{m}] \quad \dots\dots$$

波長を $\lambda$  [m] とすれば、 $\Delta L$ による電波の位相差 $\Delta\theta$ は、次式となる。

$$\Delta\theta = \text{イ} \quad [\text{rad}] \quad \dots\dots$$

- (2) アンテナ1の中心からの電波の電界 $\dot{E}_0$  [V/m]とその縁からの電波の電界 $\dot{E}'_0$  [V/m]は、アンテナ2の点において、その大きさが等しく位相のみが異なるものとし、その大きさをいずれも $E_0$  [V/m]とすれば、 $\dot{E}_0$ と $\dot{E}'_0$ との間に位相差がないときの受信点での合成電界強度の大きさE [V/m]は、□ [V/m]である。また、位相差が $\Delta\theta$ のときの合成電界強度の大きさE'は、図2のベクトル図から、次式で表される。

$$E' = \text{エ} = \text{ウ} \times \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right) \quad [\text{V/m}] \quad \dots\dots$$

したがって、次式が得られる。

$$E' / E = \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right) \quad \dots\dots$$

- (3) 式 $\Delta\theta = \pi/8$  [rad]を代入すると、 $E' / E$  0.98 となり、誤差は 2 [%] 程度となる。したがって、誤差が 2 [%] 程度となる最小の測定距離 $L_{\min}$ は、式 から次式となる。

$$L_{\min} = \text{オ} \quad [\text{m}]$$

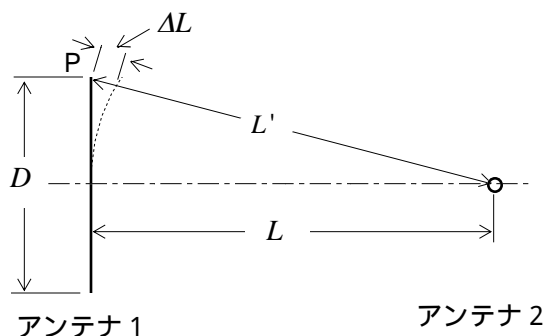


図1

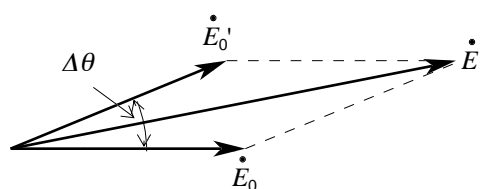


図2

- |   |                                |                 |  |                          |
|---|--------------------------------|-----------------|--|--------------------------|
| 1 $\sqrt{L^2 + D^2}$                        | 2 $\frac{\pi D^2}{8\lambda L}$ | 3 $\sqrt{2}E_0$ | 4 $\sqrt{2}E_0\sqrt{1 + \cos\Delta\theta}$ | 5 $\frac{2D^2}{\lambda}$ |
| 6 $\sqrt{L^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}$ | 7 $\frac{\pi D^2}{4\lambda L}$ | 8 $2E_0$        | 9 $\sqrt{2}E_0\sqrt{1 - \cos\Delta\theta}$ | 10 $\frac{D^2}{\lambda}$ |