

GB211

第二級陸上無線技術士「無線工学 B」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 自由空間の固有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、自由空間の誘電率 ϵ_0 を $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$ [F/m] とし、透磁率 μ_0 を $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] とする。

- 1 90π [Ω] 2 120π [Ω] 3 150π [Ω] 4 180π [Ω] 5 210π [Ω]

A－2 次の記述は、微小ダイポールを正弦波電流で励振した場合に発生する電磁界の成分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 微小ダイポールのごく近傍で支配的な電磁界は、静電界と静磁界の二つである。
 2 誘導電磁界は、ビオ・サバルの法則に従う磁界とそれに対応する電界で、その大きさは、微小ダイポールからの距離の 3 乗に反比例する。
 3 誘導電磁界と放射電磁界の大きさは、微小ダイポールからの距離が波長の $(1/2\pi)$ 倍のとき等しくなる。
 4 放射電磁界の強度は、微小ダイポールからの距離の 3 乗に反比例する。
 5 放射電界の位相は、放射磁界の位相より $\pi/2$ [rad] 遅れている。

A－3 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) アンテナから電波が放射されるとき、又はアンテナに電圧が誘起されるとき、電波の方向に関する特性であり、アンテナからの距離に □ A □ 指向性係数によって表される。 | A | B | C |
| (2) 送信アンテナと受信アンテナとの間に □ B □ が成り立つ場合は、同一のアンテナを送信に用いたときの指向性と受信に用いたときの指向性は等しい。 | 1 関係しない | 可逆性 | 電界 |
| (3) 一般に、放射 □ C □ 強度のパターンか、又は放射電力束密度のパターンで表される。 | 2 関係しない | 補対の関係 | 磁界 |
| | 3 反比例する | 補対の関係 | 磁界 |
| | 4 反比例する | 可逆性 | 電界 |
| | 5 反比例する | 可逆性 | 磁界 |

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) 基準アンテナの実効面積を A_{es} [m^2] とすると、実効面積が A_e [m^2] のアンテナの利得は、□ A □ で表される。
 (2) 等方性アンテナに対する利得を □ B □ 利得という。
 (3) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 □ C □ [dB] である。

- | | | | |
|---|--------------|----|-------|
| | A | B | C |
| 1 | A_{es}/A_e | 相対 | 1. 50 |
| 2 | A_{es}/A_e | 絶対 | 2. 15 |
| 3 | A_e/A_{es} | 相対 | 1. 50 |
| 4 | A_e/A_{es} | 絶対 | 2. 15 |
| 5 | A_e/A_{es} | 絶対 | 1. 50 |

A－5 自由空間において、周波数 100 [MHz]、電界強度 10 [mV/m] の到来電波の中に置かれた半波長ダイポールアンテナに誘起する電圧の値として、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最大指向方向は、到来電波の方向に向けられているものとする。また、波長を λ [m] とすれば、半波長ダイポールアンテナの実効長は、 λ/π [m] である。

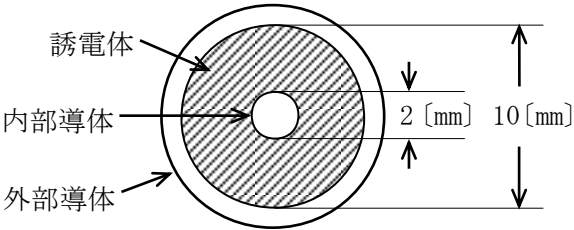
- 1 1. 0 [mV] 2 2. 2 [mV] 3 3. 2 [mV] 4 6. 4 [mV] 5 9. 6 [mV]

A－6 特性インピーダンスが 300〔Ω〕の無損失給電線に純抵抗負荷 75〔Ω〕を接続したときの電圧定在波比(VSWR)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1
- 2 2
- 3 3
- 4 4
- 5 5

A－7 図に示す同軸ケーブルにおいて、外部導体の内径が 10〔mm〕、内部導体の外径が 2〔mm〕及び外部導体と内部導体間に挿入されている誘電体の比誘電率が 4 であるとき、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、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 36〔Ω〕
- 2 48〔Ω〕
- 3 60〔Ω〕
- 4 75〔Ω〕
- 5 96〔Ω〕



A－8 次の記述は、方形導波管とマイクロストリップ線路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) 方形導波管は、その遮断周波数より □ A □ 周波数の電磁波を伝送できない。また、方形導波管の基本モードの遮断周波数は、他の高次モードの遮断周波数より □ A □。
- (2) マイクロストリップ線路は、□ B □ された構造であり、外部から雑音等が混入することがあるが、回路やアンテナを同一面に構成できる利点がある。
- (3) 方形導波管内を伝搬する電磁波は、TE 波又は TM 波であるのに対して、マイクロストリップ線路を伝搬する電磁波は、近似的に □ C □ である。

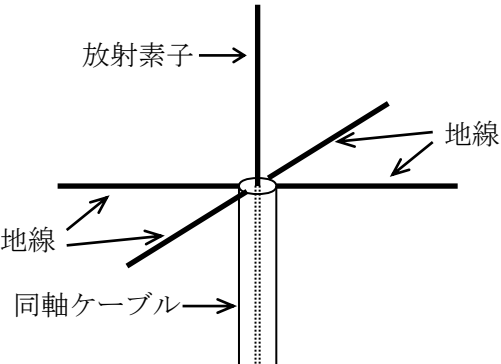
- | | | | |
|---|----|----|-------|
| | A | B | C |
| 1 | 低い | 密閉 | TM 波 |
| 2 | 低い | 開放 | TM 波 |
| 3 | 低い | 開放 | TEM 波 |
| 4 | 高い | 密閉 | TM 波 |
| 5 | 高い | 開放 | TEM 波 |

A－9 方形導波管内の電磁波の位相速度が 3.6×10^8 〔m/s〕であるとき、電磁波の群速度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、導波管の内部は空気とする。

- 1 2.5×10^8 〔m/s〕
- 2 3.6×10^8 〔m/s〕
- 3 4.0×10^8 〔m/s〕
- 4 6.0×10^8 〔m/s〕
- 5 1.2×10^9 〔m/s〕

A－10 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 放射素子と 4 本の地線の長さは、全て約 1/2 波長である。
- 2 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。
- 3 入力インピーダンスは、地線の取付け角度によって変わる。
- 4 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、ほぼ全方向性である。
- 5 地線は、同軸ケーブルの外部導体に接続されている。



A－11 太さの様な導線を用いた二線式折返し半波長ダイポールアンテナの入力抵抗の値として、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入力抵抗を 73 [Ω] とする。

- 1 73 [Ω]
- 2 146 [Ω]
- 3 220 [Ω]
- 4 250 [Ω]
- 5 300 [Ω]

A－12 次の記述は、波長に比べて直径が十分小さな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、ループの面は、大地に対して垂直とする。

- (1) 最小感度の方向は、到来電波の方向がループ面に □ A □ ときである。
- (2) 実効長は、ループの面積と巻数の積に □ B □ する。
- (3) 水平面内の指向性は、□ C □ である。

	A	B	C
1	一致した	比例	全方向性
2	一致した	反比例	8 字特性
3	直角な	反比例	全方向性
4	直角な	反比例	8 字特性
5	直角な	比例	8 字特性

A－13 次の記述は、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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 曲面が □ A □ の反射鏡の一部と、□ A □ の焦点に置かれた一次放射器から構成されている。
- (2) 開口面の正面に一次放射器や給電線路など電波の通路をさえぎるものがないため □ B □ が良く、放射特性が良好である。
- (3) 衛星用の受信アンテナとして用いる場合、同じ仰角で用いる開口径の等しい円形パラボラアンテナに比べて、大地からの熱雑音の影響を □ C □ 。

	A	B	C
1	回転双曲面	開口効率	受けやすい
2	回転双曲面	面精度	受けにくい
3	回転放物面	開口効率	受けやすい
4	回転放物面	面精度	受けやすい
5	回転放物面	開口効率	受けにくい

A－14 自由空間において、絶対利得 10 [dB] のアンテナで電波を放射したとき、最大放射方向の 40 [km] 離れた点における電界強度が 3 [mV/m] であった。このとき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。ただし、アンテナの損失はないものとする。

- 1 24 [W]
- 2 32 [W]
- 3 48 [W]
- 4 64 [W]
- 5 75 [W]

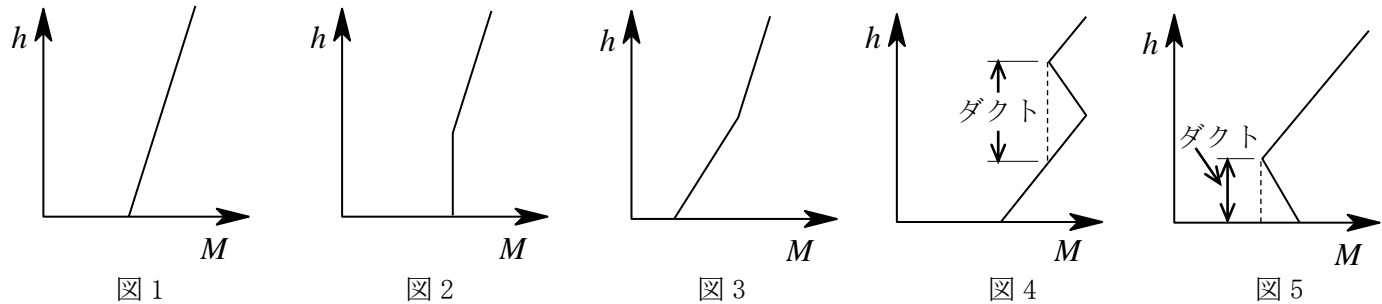
A－15 次の記述は、電波の伝搬形式（伝搬様式）について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 地表波は、周波数が低いほど、また、大地の導電率が □ A □ ほど遠方まで伝搬する。
- (2) F 層反射波は、主に □ B □ 帯で用いられる。
- (3) スポラジック E 層 (Es) 反射波は、□ C □ 帯の通信に混信妨害を与えることがある。

	A	B	C
1	高い	超短波 (VHF)	マイクロ波 (SHF)
2	高い	短波 (HF)	超短波 (VHF)
3	低い	短波 (HF)	超短波 (VHF)
4	低い	短波 (HF)	マイクロ波 (SHF)
5	低い	超短波 (VHF)	マイクロ波 (SHF)

A-16 次の記述は、図 1 から図 5 に示す M 曲線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 図 1 は標準大気の見られる。このとき、等価地球半径係数 K は $4/3$ であり、図 1 は標準形と呼ばれる。
- 2 図 2 は転移形と呼ばれ、ダクトが生じようとする過渡期に見られる。
- 3 図 3 は準標準形と呼ばれている。 h の低い部分では、 M の増加率が標準大気の場合より大きいため等価地球半径係数 K は $4/3$ より大きくなる。
- 4 図 4 のダクトは、上昇 S 形ダクトと呼ばれる。ある高さに温度が上昇するような暖かい空気が地表から離れて横たわっているときに見られる。
- 5 図 5 のダクトは、接地形ダクトと呼ばれている。



h : 地上高、 M : 修正屈折指数

A-17 次の記述は、SHF 帯や EHF 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、□ A □ [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 □ B □ と散乱で生じ、概ね 10 [GHz] 以上で顕著になる。
- (3) 互いに直交する偏波を用いる多重通信では、降雨時に □ C □ 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	42	反射	降雨の強弱
2	42	吸収	雨滴の形状
3	42	吸収	降雨の強弱
4	22	吸収	雨滴の形状
5	22	反射	降雨の強弱

A-18 次の記述は、無損失の平行二線式給電線に接続されたアンテナの入力抵抗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。

- (1) 給電線の実インピーダンスを Z_0 [Ω]、アンテナの入力抵抗を R [Ω] とすれば、 Z_0 と R が等しくないとき給電線上に定在波が生ずる。このときのアンテナの給電点における定在波電圧は、□ A □ であれば電圧最小（波節）、 Z_0 と R の大小関係が逆であれば電圧最大（波腹）となる。
- (2) 電圧定在波比 S は、給電点における反射係数を Γ 、波腹の電圧を V_{\max} [V]、波節の電圧を V_{\min} [V] とすれば、次式でえられる。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \square B \square$$

ただし、 $|\Gamma| = \frac{R-Z_0}{R+Z_0}$ ($Z_0 < R$) 又は $|\Gamma| = \frac{Z_0-R}{R+Z_0}$ ($Z_0 > R$) とする。

- (3) 給電点の定在波電圧が波腹か波節かを確かめた後、 V_{\max} と V_{\min} を測定して、 R を次式により求める。

$$R = Z_0 \times \square C \square \text{ [Ω] } (Z_0 < R)$$
$$R = Z_0 \times \square D \square \text{ [Ω] } (Z_0 > R)$$

	A	B	C	D
1	$Z_0 > R$	$(1 - \Gamma)/(1 + \Gamma)$	V_{\min}/V_{\max}	V_{\max}/V_{\min}
2	$Z_0 > R$	$(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)$	V_{\max}/V_{\min}	V_{\min}/V_{\max}
3	$Z_0 < R$	$(1 - \Gamma)/(1 + \Gamma)$	V_{\min}/V_{\max}	V_{\max}/V_{\min}
4	$Z_0 < R$	$(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)$	V_{\max}/V_{\min}	V_{\min}/V_{\max}
5	$Z_0 < R$	$(1 + \Gamma)/(1 - \Gamma)$	V_{\min}/V_{\max}	V_{\max}/V_{\min}

A-19 次の記述は、図に示す構成によりマイクロ波のアンテナの利得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、各アンテナの損失は無視し、基準アンテナと被測定アンテナは同じ位置に置くものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 絶対利得 G_t (真数) の送信アンテナから送信電力 P_t [W] を送信したとき、距離 d [m] 離れた受信点での電波の電力束密度 p は、次式で表される。

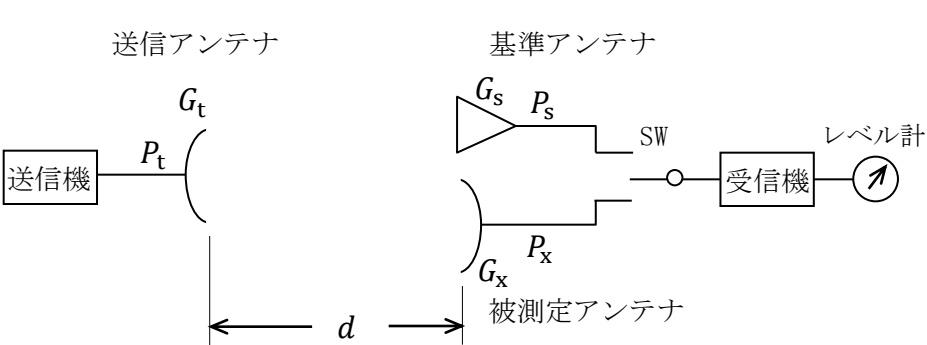
$$p = \text{□ A} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{①}$$
- (2) スイッチ SW を基準アンテナ側にして受信電力 P_s [W] を測定する。基準アンテナの絶対利得及び実効面積をそれぞれ G_s (真数) 及び S [m²]、波長を λ [m] とすれば、式①から、 P_s は、次式で表される。

$$P_s = Sp = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_s p = \text{□ B} \times G_s G_t P_t \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{②}$$
- (3) SW を被測定アンテナ側にして受信電力 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、式②と同様に、 P_x は、次式で表される。

$$P_x = \text{□ B} \times G_x G_t P_t \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{③}$$
- (4) 式②と③から、 G_x は次式となり、被測定アンテナの利得が測定できる。

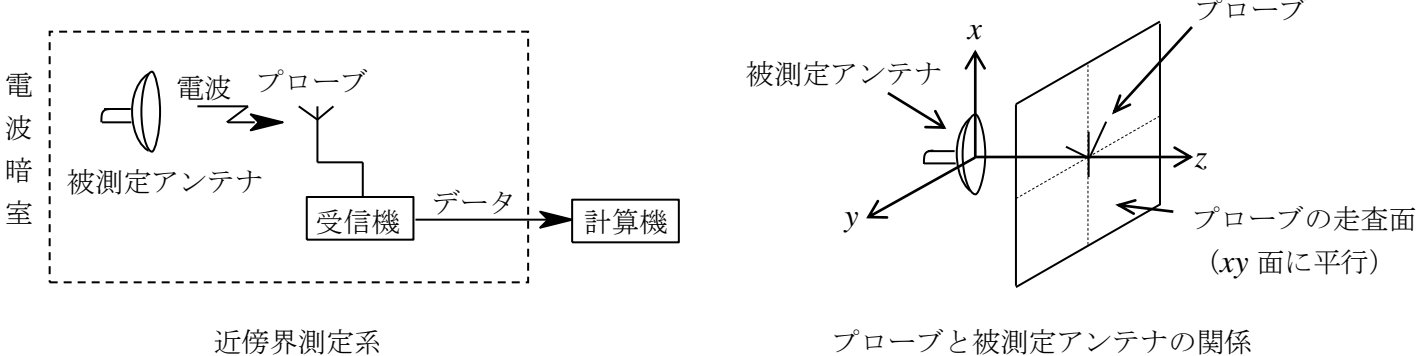
$$G_x = \text{□ C}$$

A	B	C
1 $\frac{G_t P_t}{4\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$
2 $\frac{G_t P_t}{4\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$
3 $\frac{G_t P_t}{d^2}$	$\frac{1}{4\pi} \left(\frac{\lambda}{d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$
4 $\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$
5 $\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$



A-20 次の記述は、図に示すアンテナの近傍界を測定するプローブの平面走査法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 プローブには、半波長ダイポールアンテナやホーンアンテナなどが用いられる。
- 2 被測定アンテナを回転させないでプローブを上下左右方向に走査して測定を行うので、鋭いビームを持つアンテナや回転不可能なアンテナの測定に適している。
- 3 高精度の測定には、受信機の直線性を校正しておかなければならない。
- 4 数値計算による近傍界から遠方界への変換が、円筒面走査法や球面走査法に比べて難しい。
- 5 多重反射による誤差は、プローブを極端に大きくしたり、被測定アンテナに接近させ過ぎたりすることで生ずる。



B－1 次の記述は、微小ダイポール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を下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とし、長さ l [m] の微小ダイポールの放射抵抗 R_r は、次式で表されるものとする。

$$R_r=80\left(\frac{\pi l}{\lambda}\right)^2\left[\Omega\right]$$

- (1) 微小ダイポールの実効面積 A_e は、受信有能電力を P_a [W] 、到来電波の電力束密度を p [W/m²] とすれば、次式で与えられる。
 $A_e = \text{ア}$ [m²] ①
- (2) P_a は、アンテナの誘起電圧 V_a [V] 及び R_r を用いて、次式で与えられる。
 $P_a = \text{イ}$ [W] ②
- (3) V_a は、到来電波の電界強度 E [V/m] と l [m] から、次式で与えられる。
 $V_a = \text{ウ}$ [V] ③
- (4) p は、 E と自由空間の固有インピーダンスから、次式で与えられる。
 $p = \text{エ}$ [W/m²] ④
- (5) 式①、②、③、④より、 A_e は次式で表される。
 $A_e = \text{オ}$ $\times \frac{\lambda^2}{\pi}$ [m²]

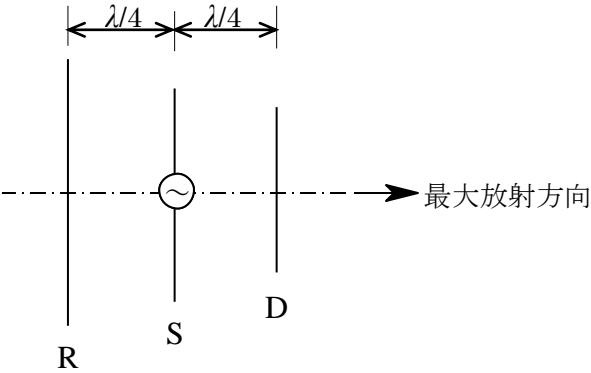
1	$\frac{P_a}{p}$	2	$\frac{V_a^2}{2R_r}$	3	$2El$	4	$\frac{E^2}{120\pi}$	5	$\frac{8}{3}$
6	$\frac{p}{P_a}$	7	$\frac{V_a^2}{4R_r}$	8	El	9	$120\pi E^2$	10	$\frac{3}{8}$

B－2 次の記述は、給電線の諸定数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 一般に用いられている平衡形給電線の特性インピーダンスは、不平衡形給電線の特性インピーダンスより大きい。
- イ 平衡形給電線の特性インピーダンスは、導線の間隔を一定とすると、導線の太さが細くなるほど小さくなる。
- ウ 無損失給電線の場合、特性インピーダンスは周波数に関係しない。
- エ 不平衡形給電線上の波長は、一般に、同じ周波数の自由空間の電波の波長より長い。
- オ 伝搬定数の実数部を減衰定数、虚数部を位相定数という。

B－3 次の記述は、図に示す3素子八木・宇田アンテナ（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] □ 。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 □ [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、**R** 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 □ [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、**S** 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 □ 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。
- (5) **D** から再放射される電波は、**S** から矢印の方向へ放射された電波が $\lambda/4$ [m] の距離だけ伝搬した電波を □ ことになる。



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

B－4 次の記述は、太陽雑音とその通信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。

- (1) 太陽雑音には、太陽のコロナ領域などの □ ア □ が静穏時に主に放射する □ イ □ 及び太陽爆発などにより突発的に生ずる □ ウ □ などがある。
- (2) 静止衛星からの電波を受信する際、□ エ □ の頃に地球局のアンテナの主ビームが太陽に向くときがあり、そのとき極端に受信雑音温度が □ オ □ し、受信機の信号対雑音比(S/N)が低下することがある。

- | | | | | |
|--------|--------|----------|----------|-------|
| 1 水蒸気 | 2 大気雑音 | 3 極冠じょう乱 | 4 春分及び秋分 | 5 上昇 |
| 6 プラズマ | 7 熱雑音 | 8 電波バースト | 9 夏至及び冬至 | 10 低下 |

B－5 次の記述は、方向性結合器を用いて同軸給電回路の反射係数及び定在波比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を下の番号から選べ。ただし、方向性結合器の主線路と副線路は、図に示すように静電容量 C [F] 及び相互インダクタンス M [H] によって結合されているものとし、主線路は特性インピーダンス Z_0 [Ω] の同軸給電線で高周波発振器とアンテナに接続され、副線路は電流を測定する検出器と終端抵抗 R [Ω] に接続されているものとする。また、検出器の内部抵抗と終端抵抗は等しく、副線路の自己インダクタンスを L [H]、角周波数を ω [rad/s] とすると、 $\omega L \ll R$ 及び $R \ll 1/(\omega C)$ のとき、 $M = CRZ_0$ の関係があるものとする。

- (1) 主線路上の電圧を V [V]、電流を I [A] とすると、副線路に流れる電流は、 V に比例し、静電結合により静電容量 C を通り検出器と終端抵抗に二分されるので、その一つを i_c とすると、 i_c は、次式で表される。

$$i_c \doteq \square \text{ ア } \text{ [A]} \quad \cdots \cdots \cdots \text{ ①}$$

また、誘導結合により副線路に流れる電流 i_M は、 I に比例し次式で表される。ここで、 i_M の向きは誘導結合の方向により検出器側又は終端抵抗側のいずれかの方向になる。

$$i_M \doteq \square \text{ イ } \text{ [A]} \quad \cdots \cdots \cdots \text{ ②}$$

- (2) i_c と i_M の合成電流は、 i_M の向きによりそれらの和又は差となるが、ここでは、検出器側の電流 i_f [A] が和、終端抵抗側の電流 i_r [A] が差となるように回路が構成されているものとする、 i_f は、次式で表される。

$$i_f = i_c + i_M \doteq \square \text{ ウ } \text{ [A]} \quad \cdots \cdots \cdots \text{ ③}$$

- (3) 入射波のみのときは、 $V/I = Z_0$ であり、条件から $M = CRZ_0$ であるから、式③は次式となる。

$$i_f \doteq \square \text{ エ } \text{ [A]}$$

また、負荷側(アンテナ)からの反射波のみのときには I の符号が変わるから、 $i_f = 0$ となる。この場合、方向性結合器に接続されている検出器と終端抵抗を入れ替えると、この反射波電圧に比例した電流を測定できる。このようにして、入射波電圧と反射波電圧を測定し、それらの □ オ □ から反射係数を求め、定在波比を算出する。

- | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--|----------------|---------------------------|
| 1 $\frac{j\omega MI}{2}$ | 2 $\frac{j\omega CV}{2R}$ | 3 $j\omega \left(\frac{CV}{2} + \frac{MI}{2R} \right)$ | 4 比 | 5 $\frac{j\omega MI}{2R}$ |
| 6 $\frac{j\omega CV}{2}$ | 7 積 | 8 $j\omega \left(\frac{CV}{2R} + \frac{MI}{2R} \right)$ | 9 $j\omega CV$ | 10 $j\omega MI$ |

