

GB807

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 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。ただし、アンテナの利得は、すべて真数で表すものとする。

- (1) 相対利得は、絶対利得の約 □ A □ 倍である。
- (2) アンテナの特定方向の電力束密度 p_s [W/m²] とアンテナの全方向で平均した電力束密度 p_m [W/m²] の比 □ B □ を指向性利得という。
- (3) アンテナの放射効率を □ C □ とすれば、□ C □ は、指向性利得の □ C □ 倍である。

	A	B	C
1	0.61	p_s / p_m	絶対利得
2	0.61	p_m / p_s	相対利得
3	1.64	p_s / p_m	絶対利得
4	1.64	p_m / p_s	相対利得
5	2.15	p_s / p_m	絶対利得

A - 2 距離 25 [km] のマイクロ波固定通信回線において、周波数が 12 [GHz] で送信機出力が 36 [dBm] のときの受信機入力値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ 40 [dB] 及び 50 [dB]、送信側及び受信側の給電回路の損失をそれぞれ 5 [dB] 及び 6 [dB] とし、大地及び伝搬路周辺の反射物体からの影響はないものとする。また、自由空間基本伝送損失 Γ (真数) は、送受信アンテナ間の距離を d [m]、波長を λ [m] とすれば、次式で与えられるものとし、1 [mW] を 0 [dBm]、 $\log_{10} 0.50$ とする。

$$\Gamma = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

- 1 -35 [dBm]
- 2 -11 [dBm]
- 3 -27 [dBm]
- 4 2 [dBm]
- 5 43 [dBm]

A - 3 次の記述は、アンテナ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。

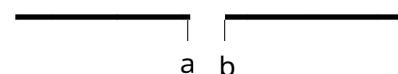
- (1) 給電電流 I [A] のアンテナからの放射電力 P を、 $P = \square A \square$ [W] と表したときの R_r [] をアンテナの放射抵抗という。
- (2) アンテナの放射抵抗は、アンテナの入力インピーダンスの抵抗分から □ B □ を引いたものである。
- (3) 自由空間に置かれた損失のないアンテナの放射抵抗は、□ C □ に比例し、利得に反比例する。

	A	B	C
1	$ I R_r$	損失抵抗	実効長の 2 乗
2	$ I R_r$	放射インピーダンスの抵抗分	実効長
3	$I^2 R_r$	損失抵抗	実効長
4	$I^2 R_r$	放射インピーダンスの抵抗分	実効長
5	$I^2 R_r$	損失抵抗	実効長の 2 乗

A - 4 図に示す長さが半波長程度のダイポールアンテナの給電端子 ab から見たインピーダンス Z_{ab} が次式で与えられるとき、 Z_{ab} を純抵抗とするためのアンテナ素子の短縮率 $\delta \times 100$ [%] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の特性インピーダンス Z_0 は、純抵抗で 450 [] とする。

$$Z_{ab} = 73.1 + j42.6 - j Z_0 \delta \quad []$$

- 1 1.8 [%]
- 2 3.0 [%]
- 3 4.2 [%]
- 4 5.4 [%]
- 5 6.6 [%]



A - 5 次の記述は、自由空間における半波長ダイポールアンテナの相対利得と実効長の関係について述べたものである。□内に入れるべき数式の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とし、アンテナの損失は無視するものとする。また、半波長ダイポールアンテナの放射抵抗を 73.13 [] とする。

(1) 実効長が h_e [m] のアンテナに I [A] の電流を流すとき、最大放射方向の距離 d [m] 離れた地点に生ずる電界強度 E は、次式で表される。

$$E = \square A \text{ [V/m]} \dots\dots$$

(2) 一方、このアンテナの相対利得を G (真数)、放射抵抗を [] とすれば、 E は次式で表される。

$$E = \square B \text{ [V/m]} \dots\dots$$

(3) 式、及び $\sqrt{73.13}$ 8.55 から、 h_e は次式で求められる。

$$h_e \square C \text{ [m]}$$

	A	B	C
1	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{7I\sqrt{GR}}{d}$	$\frac{\lambda\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}}{\pi}$
2	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{I\sqrt{30GR}}{d}$	$\frac{\lambda\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}}{2\pi}$
3	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{I\sqrt{30GR}}{d}$	$\frac{\lambda\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}}{\pi}$
4	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{I\sqrt{30GR}}{d}$	$\frac{\lambda\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}}{2\pi}$
5	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{7I\sqrt{GR}}{d}$	$\frac{\lambda\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}}{\pi}$

A - 6 次の記述は、無損失給電線上の定在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) 定在波は進行波と反射波とが合成されて給電線上に生ずる電圧又は電流の分布であり、給電線に沿って □ A □ 波長の間隔で繰り返す。

(2) 定在波電圧が最大 (波腹) の点では、定在波電流は □ B □ である。

(3) 給電線と負荷が整合しているときの電圧定在波比は □ C □ である。

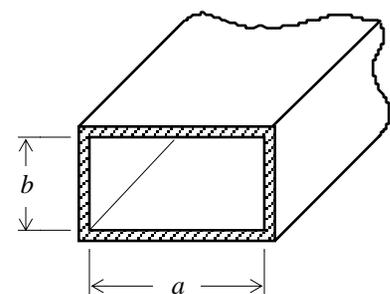
	A	B	C
1	1/4	最小 (波節)	1
2	1/4	最大 (波腹)	0
3	1/2	最小 (波節)	0
4	1/2	最大 (波腹)	0
5	1/2	最小 (波節)	1

A - 7 無損失で特性インピーダンスが 600 []、長さ 50 [cm] の平行二線式給電線を終端で短絡したとき、入力インピーダンスの絶対値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、周波数は 50 [MHz] とし、 $\sqrt{3}$ 1.73 とする。

- 1 346 []
- 2 519 []
- 3 692 []
- 4 1,038 []
- 5 2,079 []

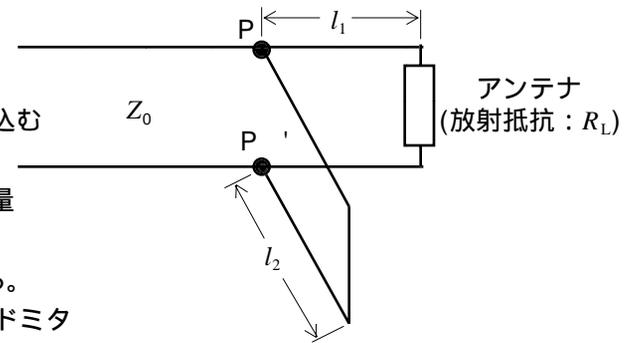
A - 8 図に示す $a = 40$ [mm]、 $b = 20$ [mm] の方形導波管の基本モードの遮断周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.94 [GHz]
- 2 1.88 [GHz]
- 3 2.82 [GHz]
- 4 3.75 [GHz]
- 5 7.50 [GHz]



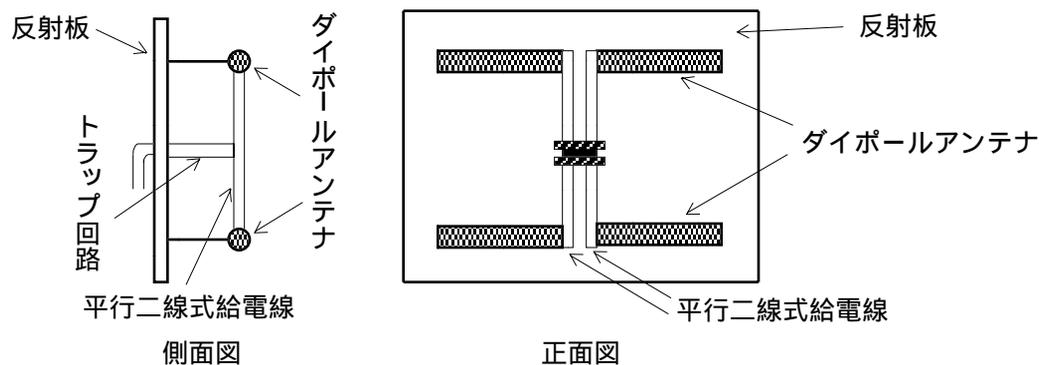
A - 9 次の記述は、特性インピーダンスが Z_0 [] の平行二線式給電線と放射抵抗 R_L [] のアンテナを接続した回路の短絡トラップ(スタブ)による整合について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とし、図のようにアンテナ接続点から距離 l_1 [m] の点 P、P' に、特性インピーダンスが []、長さ l_2 [m] の短絡トラップを接続し整合しているものとする。また、短絡トラップを接続していないときの点 P、P' からアンテナ側を見込むサセプタンスを $+B$ [S] とする。

- 1 短絡トラップを接続していないとき、定在波電圧が最大又は最小となる点からアンテナ側を見込むインピーダンスは純抵抗となる。
- 2 短絡トラップを接続していないとき、点 P、P' からアンテナ側を見込むアドミタンス Y_1 は、 $Y_1 = (1/Z_0) + jB$ [S] である。
- 3 先端を短絡した平行二線式給電線は、その長さを変えると、誘導性又は容量性のインピーダンスを呈する。
- 4 長さ l_2 [m] の短絡トラップのアドミタンス Y_2 は、 $Y_2 = +jB$ [S] である。
- 5 短絡トラップを接続したとき、点 P、P' からアンテナ側を見込むアドミタンス Y は、 $Y = 1/Z_0$ [S] となる。



A - 10 次の記述は、図に示すように大地に垂直に設置された反射板に取り付けた水平偏波用の二ダイポール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 アンテナ素子の長さが半波長より少し長い 2 個のダイポールアンテナを約半波長離して組み合わせ、それらを反射板から約 $1/4$ 波長離して設置した構造である。
- 2 アンテナの水平面内の指向性は、単一指向性である。
- 3 反射板付き半波長ダイポールアンテナに比べて狭帯域で、半値幅がやや狭い。
- 4 ダイポールアンテナの方向を垂直面内で 90 度回転して設置すると、指向性は 90 度回転するが、他の特性は変わらないので、垂直偏波用として使用できる。
- 5 VHF 帯及び UHF 帯のテレビジョン放送の送信アンテナや FM 放送の送信アンテナに用いられている。



A - 11 次の記述は、我が国の地上系アナログ方式の標準テレビジョン放送用アンテナの一般的な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。

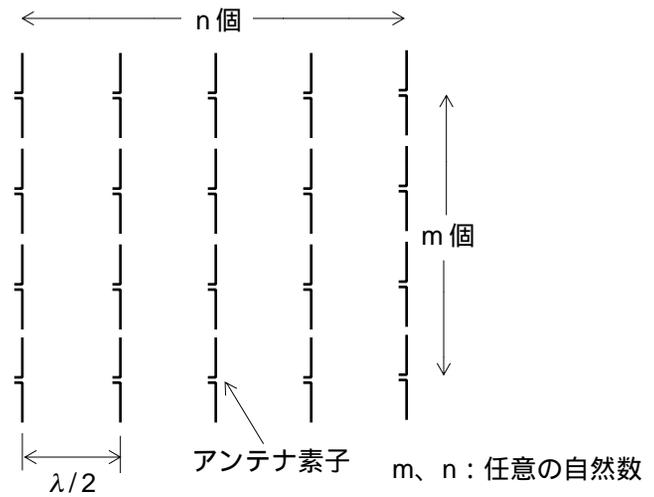
- (1) 水平面内指向性は、広範なサービスエリアの中央から放送する場合は A としている。
- (2) 垂直面内指向性は、サービスエリアが広範な場合、送信所から遠方でも良好なサービスを提供できるように、最大放射方向を下方に傾ける B などの方法が採られている。
- (3) 利得は、サービスエリア内における電界強度が指定されたレベル以上になるように決め、また、偏波は、通常 C を用いている。

	A	B	C
1	全方向性	ビームスプリット	垂直偏波
2	全方向性	ビームチルト	水平偏波
3	全方向性	ビームチルト	垂直偏波
4	単一指向性	ビームチルト	水平偏波
5	単一指向性	ビームスプリット	垂直偏波

A - 12 次の記述は、図に示すビームアンテナ（カーテンアンテナ）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。ただし、波長を λ [m] とする。

- (1) 短波 (HF) 帯において、長さが□Aのアンテナ素子を一つの垂直平面上に、 $\lambda/2$ 間隔で縦横に規則的に多数配列して放射器としたアンテナであり、カーテン状に配列されるのでカーテンアンテナともいう。
- (2) 各素子を同振幅、同位相で励振したとき、アンテナ平面と□Bな方向に鋭いビームを生ずる。
- (3) 放射器のみによる指向性は双方向性であるが、放射器と同一構造のものを放射器の面と平行に適当な距離（通常 $\lambda/4$ ）だけ離して設置して反射器として用いると単一指向性となり、電力利得が約□C [dB] 増加する。

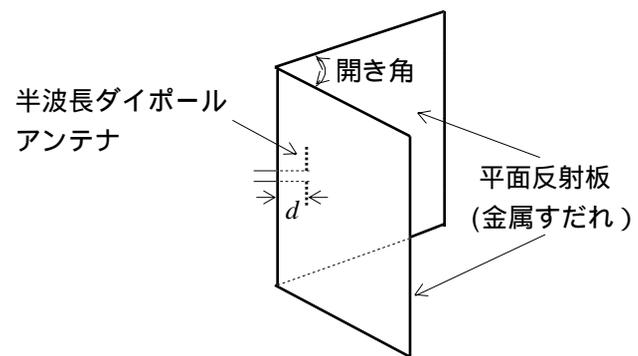
	A	B	C
1	1 波長	垂直	3
2	1 波長	平行	6
3	半波長	垂直	6
4	半波長	平行	6
5	半波長	垂直	3



A - 13 次の記述は、図に示すコーナレフレクタ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、波長を λ [m] とし、平面反射板又は金属すだれは、電波を理想的に反射する大きさであるものとする。

- (1) 半波長ダイポールアンテナに平面反射板又は金属すだれを組み合わせた構造であり、金属すだれは半波長ダイポールアンテナに平行に導体棒を並べたもので、導体棒の間隔は平面反射板と等価な反射特性を得るために約□A以下にする必要がある。
- (2) 開き角は、60度又は90度の場合が多く、半波長ダイポールアンテナとその影像の合計数は、60度では□B、90度では4個であり、これらの複数のアンテナの効果により、半波長ダイポールアンテナ単体の場合よりも鋭い指向性と大きな利得が得られる。
- (3) アンテナパターンは、距離 d [m] によって大きく変わる。開き角が90度するとき、 $d = \lambda$ では指向性が二つに割れて正面方向では零になり、 $d = 1.5\lambda$ では主ビームは鋭くなるがサイドローブを生ずる。一般に、□Cとなるように d を $\lambda/4 \sim 3\lambda/4$ の範囲で調整する。

	A	B	C
1	$\lambda/2$	5個	全方向性
2	$\lambda/2$	6個	単一指向性
3	$\lambda/10$	5個	単一指向性
4	$\lambda/10$	6個	単一指向性
5	$\lambda/10$	5個	全方向性



A - 14 周波数 150 [MHz] の電波を高さ h_1 が 30 [m] の送信アンテナから放射したとき、送信点からの距離 d が 10^4 [m]、高さ h_2 が 10 [m] の地点における電界強度 E の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナの放射電力を 15 [W]、送信アンテナの絶対利得を 3 [dB] とする。また、このときの E は、波長を λ [m]、自由空間電界強度を E_0 [V/m] とすると、次式で与えられるものとする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad [\text{V/m}]$$

- 1 141 [$\mu\text{V/m}$]
- 2 282 [$\mu\text{V/m}$]
- 3 565 [$\mu\text{V/m}$]
- 4 705 [$\mu\text{V/m}$]
- 5 1,130 [$\mu\text{V/m}$]

A - 15 次の記述は、スプラジック E 層 (Es) 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。

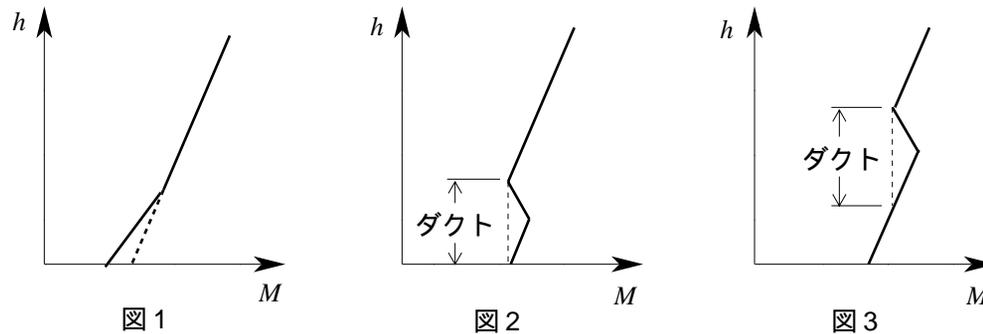
- 1 E層とほぼ同じ高度に現われ、層の厚さは E 層より薄い。
- 2 中緯度地域では冬季よりも夏季に、また、夜間よりも昼間に多く発生する。
- 3 その発生は太陽活動とあまり関係がなく、発生時刻は不規則で予測が難しい。
- 4 電子密度は、時間とともに大きく変動し、F 層の電子密度より大きくなることもある。
- 5 この層が発生すると、極超短波 (UHF) 帯の電波が反射され、1,000 2,000 km の遠方まで伝搬することがある。

A - 16 自由空間において、到来波の方向に最大感度方向が向けられた半波長ダイポールアンテナの有能受信電力が 10^{-3} [mW] であるとき、到来波の電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、周波数を 150 [MHz] とする。また、 $\sqrt{73} \approx 8.54$ とする。

- 1 14 [mV/m]
- 2 27 [mV/m]
- 3 54 [mV/m]
- 4 108 [mV/m]
- 5 216 [mV/m]

A - 17 次の記述は、図に示す M 曲線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 1 の場合には、標準形の M 曲線の場合より見通し距離が □ A □ なる。
- (2) 図 2 の場合には、ダクトの範囲内の高さから、最大放射角度より □ B □ 角度で放射された電波は、ダクト内に閉じ込められることなく上空へ放射される。
- (3) 図 3 の場合には、ダクトの範囲内の高さから放射されて、いったんダクトの外に出た電波は再びダクト内に □ C □ 。



h: 地上高, M: 修正屈折示数

- | | A | B | C |
|---|----|-----|--------------|
| 1 | 長く | 小さい | 閉じ込められる |
| 2 | 長く | 大きい | 閉じ込められることはない |
| 3 | 長く | 大きい | 閉じ込められる |
| 4 | 短く | 大きい | 閉じ込められることはない |
| 5 | 短く | 小さい | 閉じ込められる |

A - 18 次の記述は、電波暗室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 電波暗室は、側壁、天井、床のすべてに電波吸収体を貼り巡らした部屋であり、電磁的なシールドは通常施されていない。
- 2 電波暗室は、使用目的や使用周波数などによって、部屋の大きさや形、電波吸収体などが決められる。
- 3 電波暗室内には、外部からの影響を受けることのない自由空間とほぼ等価な空間を実現でき、また、外部へも影響を与えないので、アンテナの指向性の測定などを能率的に行うことができる。
- 4 不完全な電波暗室であっても、アンテナ測定などに必要な領域を設け、そこへ到来する不要反射電力が決められた値以下になるように設計することができる。
- 5 HF帯以下からミリ波帯までの広い周波数帯にわたって使用できる電波暗室は実用化されていない。

A - 19 1/4 波長垂直接地アンテナの接地抵抗を、周波数 2.5 [MHz] で測定したとき 1.9 [] であった。このアンテナの放射効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の損失抵抗及び接地抵抗による損失以外の損失は無視できるものとする。また、給電点から見たアンテナ素子の損失抵抗 R_L は、アンテナの使用波長を λ [m] とすると、次式で表されるものとする。

$$R_L = 0.1\lambda/8 []$$

- 1 0.84 2 0.88 3 0.92 4 0.96 5 0.99

A - 20 次の記述は、パラボラアンテナの指向性や利得を測定するときの送受信アンテナ間の距離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) 波長に比べて開口面の直径が A アンテナの測定は、開口面の各部からの通路差による誤差が許容値以内で、かつ、受信点における測定波の電界強度が B になり過ぎないように距離を選ぶ。
 (2) 開口面の各部からの通路差による誤差を 2 [%] 以下に抑えるために必要な最小距離は、送信アンテナ及び受信アンテナの開口面の直径をそれぞれ D_1 [m] 及び D_2 [m] とすれば、 C [m] で求められる。

	A	B	C
1	大きい	大きく	$\frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$
2	大きい	小さく	$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$
3	大きい	小さく	$\frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$
4	小さい	大きく	$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$
5	小さい	小さく	$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$

B - 1 次の記述は、微小 (電気) ダイポールアンテナの実効面積について述べたものである。 内に入れるべき数式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 (電気) ダイポールアンテナの放射抵抗 R_r は、次式で表されるものとする。

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

- (1) 微小 (電気) ダイポールアンテナの実効面積 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。

$$A_e = \text{ア} [\text{m}^2] \quad \dots \dots$$

- (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。

$$P_a = \text{イ} [\text{W}] \quad \dots \dots$$

- (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。

$$V_a = \text{ウ} [\text{V}] \quad \dots \dots$$

- (4) p は、 E と自由空間のインピーダンス (120 []) とから、次式で与えられる。

$$p = \text{エ} [\text{W/m}^2] \quad \dots \dots$$

- (5) 式 、 、 、 より、 A_e は次式で表される。

$$A_e = \text{オ} \times \frac{\lambda^2}{\pi} [\text{m}^2]$$

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

B - 2 次の記述は、導波管の伝送損失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 誘電体損失は、内部が中空の導波管では極めて小さいが、雨水などが管内に浸入した場合は極めて大きくなる。
 イ 同じ導波管どうしを接続する場合、接続部での伝送損失を防ぐため、チョーク接続などの方法を用いる。
 ウ 管壁において電波が反射するとき、管壁に侵入する表皮厚さ (深さ) は、周波数が低くなるほど薄く (浅く) なる。
 エ 遮断周波数より十分高い周波数範囲では、周波数が高くなるほど伝送損失が大きくなる。
 オ 遮断周波数に十分近い周波数範囲では、遮断周波数に近くなるほど伝送損失が小さくなる。

B - 3 次の記述は、アンテナの接地方式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) 深堀接地方式は、銅板を通常、常水面（地下水のあるところ）下に埋設する方式で、□アなアンテナの接地に用いられている。
- (2) 放射状接地方式は、アンテナ基部を中心として、地下 0.3 ～ 0.5 [m] 程度の深さに、アンテナ高以上の長さの銅線放射状に多数埋設する方式で、□イの大規模アンテナなどの接地に用いられている。
- (3) カウンタポイズ方式は、岩山や乾燥大地で大地の□ウが低いときに用いられる接地方式で、大地より数メートル上の高さにアンテナ基部を中心にして、大地と□エした多数の導線をアンテナの水平部の投影面積の 2 ～ 4 倍の範囲にわたって架設するものである。
- (4) 多重接地方式は、長波送信用の大型アンテナのように、一地点だけの接地では不十分なとき、多くの地点に□オに接地する方式であり、各地点の電流が等しくなるように接地コイルで調節されている。

- | | | | | |
|-------|------|----------|-------|----------|
| 1 導電率 | 2 直列 | 3 絶縁 | 4 大規模 | 5 誘電率 |
| 6 並列 | 7 接続 | 8 超短波放送用 | 9 小規模 | 10 中波放送用 |

B - 4 次の記述は、各周波数帯における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) 長波 (LF) 帯では、南北方向の伝搬路で日の出及び日没のときに受信電界強度が急に□アなる日出日没現象がある。
- (2) 中波 (MF) 帯では、昼間は□イが電離層 (D 層) で吸収されてしまうので地表波のみが伝搬するが、夜間は D 層が消滅するため電離層 (E 層) 反射波も伝搬する。
- (3) 短波 (HF) 帯は、主に電離層伝搬であり、電離層による吸収及び□ウの影響が大きく、昼夜、季節、太陽活動などの変化により伝搬する周波数が変わる。
- (4) 超短波 (VHF) 帯及び極超短波 (UHF) 帯では、通常、直接波による□エ伝搬となる。
- (5) SHF 帯及び EHF 帯では、酸素及び□オによる共鳴吸収及び降雨による減衰が大きくなる。

- | | | | | |
|-------|-------|------|------|---------|
| 1 反射 | 2 空間波 | 3 強く | 4 回折 | 5 水蒸気 |
| 6 散乱波 | 7 弱く | 8 散乱 | 9 X線 | 10 見通し内 |

B - 5 次の記述は、図に示す構成により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。□内に入れるべき数式を下の番号から選べ。ただし、給電線特性インピーダンスを Z_0 [] とし、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。

- (1) 標準信号発生器により基準アンテナに P_S [W] の電力を供給したときのレベル計の読みを V_{SA} [V] とする。次に被測定アンテナに P_T [W] の電力を供給したときのレベル計の読みを V_{TA} [V] とすると、被測定アンテナの基準アンテナに対する利得 G (真数) は、次式で求められる。

$$G = \square \text{ア} \dots \dots$$

- (2) $V_{SA} = V_{TA}$ となるように標準信号発生器の出力を調整すれば、式より G は、次式となる。

$$G = \square \text{イ} \dots \dots$$

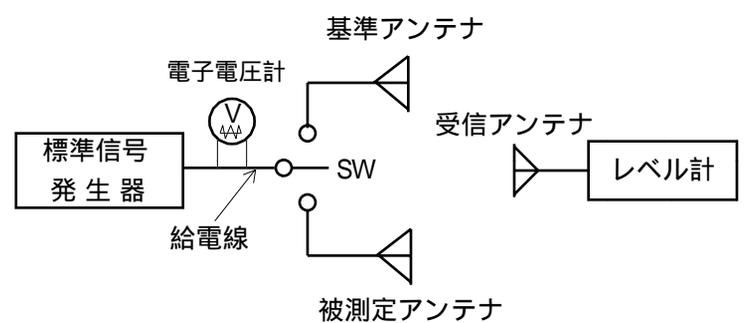
- (3) また、(2)において、 P_S を供給したときに電子電圧計で測定された給電線上の定在波電圧の最大値を V_{SBmax} [V]、最小値を V_{SBmin} [V]、 P_T を供給したときに電子電圧計で測定された給電線上の定在波電圧の最大値を V_{TBmax} [V]、最小値を V_{TBmin} [V] とすると、 P_S 及び P_T は、それぞれ次式で表される。

$$P_S = \square \text{ウ} \text{ [W]} \dots \dots$$

$$P_T = \square \text{エ} \text{ [W]} \dots \dots$$

式、式より G は、定在波電圧を用いて次式で求められる。

$$G = \square \text{オ}$$



- | | | | | |
|--|---|---|--------------------------------------|---|
| 1 $\frac{V_{TBmax} V_{TBmin}}{Z_0}$ | 2 $\frac{P_T}{P_S}$ | 3 $\frac{V_{TA}^2 / P_T}{V_{SA}^2 / P_S}$ | 4 $\frac{V_{TBmax} V_{TBmin}}{2Z_0}$ | 5 $\frac{V_{SBmax} V_{SBmin}}{V_{TBmax} V_{TBmin}}$ |
| 6 $\frac{V_{SBmax} V_{SBmin}}{4V_{TBmax} V_{TBmin}}$ | 7 $\frac{V_{SA}^2 / P_S}{V_{TA}^2 / P_T}$ | 8 $\frac{V_{SBmax} V_{SBmin}}{2Z_0}$ | 9 $\frac{P_S}{P_T}$ | 10 $\frac{V_{SBmax} V_{SBmin}}{Z_0}$ |