

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 周波数 $300/\pi$ [MHz]、受信電界強度 10 [mV/m] の電波を自由空間に置いた半波長ダイポールアンテナの最大感度方向で受信し、このアンテナの給電点を短絡したときに流れる電流の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、内部インピーダンス(このアンテナを送信アンテナとして用いたときの入力インピーダンス)の大きさを 80 [] とする。

- 1 75 [μA] 2 90 [μA] 3 125 [μA] 4 150 [μA] 5 175 [μA]

A - 自由空間において、微小(電気)ダイポールアンテナから放射電力 P [W] で電波を放射したときの最大放射方向の距離 5 [km] の点における電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.50 [mV/m]
2 0.60 [mV/m]
3 0.85 [mV/m]
4 1.20 [mV/m]
5 1.55 [mV/m]

A - 周波数 10 [MHz]、電界強度 314 [μV/m] の到来電波中に置かれた高さ 7.5 [m] の垂直接地アンテナに誘起する受信開放電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.6 [mV]
2 0.9 [mV]
3 1.2 [mV]
4 1.5 [mV]
5 3.0 [mV]

A - 4次の記述は、自由空間に置かれた半波長ダイポールアンテナの絶対利得(真数)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の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 基準アンテナとして使用される等方性アンテナによる電界強度 E_s は、放射電力を P_s [W]、受信点までの距離を d [m] とすれば次式で表される。

$$E_s = \text{□ A} \text{ [V/m]} \dots\dots$$

(2) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向で同一距離における電界強度 E_h は、給電点の電流を I [A] とすれば、次式で表される。

$$E_h = \text{□ B} \text{ [V/m]} \dots\dots$$

また、半波長ダイポールアンテナの放射抵抗を 73.13 [] とすると、このアンテナの放射電力 P_h は次式となる。

$$P_h = 73.13 I^2 \text{ [W]} \dots\dots$$

(3) 式 を式 へ代入すると次式となる。

$$E_h = \text{□ C} \text{ [V/m]} \dots\dots$$

アンテナが無損失であるとする、絶対利得 G_0 は同じ距離において $E_s = E_h$ となるとき放射電力の比として与えられるから、 $G_0 = 1.64$ となる。

	A	B	C
1	$\frac{\sqrt{30P_s}}{d}$	$\frac{30I}{d}$	$\frac{30\sqrt{P_h}}{\sqrt{73.13}d}$
2	$\frac{\sqrt{30P_s}}{d}$	$\frac{60I}{d}$	$\frac{45\sqrt{P_h}}{\sqrt{73.13}d}$
3	$\frac{\sqrt{30P_s}}{d}$	$\frac{60I}{d}$	$\frac{60\sqrt{P_h}}{\sqrt{73.13}d}$
4	$\frac{\sqrt{45P_s}}{d}$	$\frac{30I}{d}$	$\frac{60\sqrt{P_h}}{\sqrt{73.13}d}$
5	$\frac{\sqrt{45P_s}}{d}$	$\frac{45I}{d}$	$\frac{45\sqrt{P_h}}{\sqrt{73.13}d}$

A - 5 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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 定在波比を測定する装置を用いて、直接測定することが可能な抵抗である。
- 2 自由空間に置かれた損失のないアンテナの場合、実効長の 2 乗に比例し、利得に反比例する。
- 3 一般に、アンテナの入力インピーダンスの抵抗分に等しい。
- 4 通常、1/4 波長垂直地アンテナの放射抵抗は、アンテナへの入力電力を給電点電流の 2 乗で割ったものである。
- 5 微小（電気）ダイポールアンテナの放射抵抗は、アンテナの長さが一定ならば、波長が長いほど大きい。

A - 6 次の記述は、長辺が a [m]、短辺が b [m] の方形導波管を TE₁₀ 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、自由空間における電波の速度を v [m/s]、方形導波管を励振する電波の波長を m とする。

- (1) この導波管の遮断波長を λ_c [m] とすれば、 $\lambda_c =$ A [m] である。
- (2) この導波管内の電波の位相速度は、 B [m/s] であり、群速度は、 C [m/s] である。ただし、 $\lambda < \lambda_c$ とする。

	A	B	C
1	$2b$	$\frac{v}{\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_c)^2}}$	$v\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_c)^2}$
2	$2b$	$\frac{v}{\sqrt{1 + (\lambda / \lambda_c)^2}}$	$v\sqrt{1 + (\lambda / \lambda_c)^2}$
3	$2a$	$\frac{v}{\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_c)^2}}$	$v\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_c)^2}$
4	$2a$	$\frac{v}{\sqrt{1 + (\lambda / \lambda_c)^2}}$	$v\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_c)^2}$
5	$2a$	$\frac{v}{\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_c)^2}}$	$v\sqrt{1 + (\lambda / \lambda_c)^2}$

A - 7 図に示すように、特性インピーダンスが Z_0 [] である平行二線式給電線と給電点インピーダンスが R [] のアンテナとを整合させるために、集中定数整合回路を挿入した。この回路の静電容量 C を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $Z_0 > R$ であり、コイルのインダクタンスを L [H]、角周波数を ω [rad/s] とする。

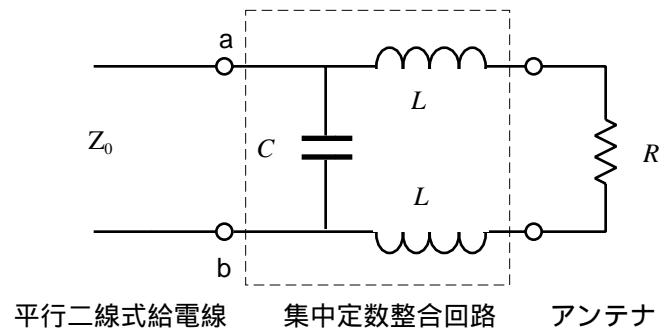
$$C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{Z_0 - R} \quad \text{[F]}$$

$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{Z_0 - R} \quad \text{[F]}$$

$$C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{3R}} \quad \text{[F]}$$

$$4C = 2\omega Z_0 \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}} \quad \text{[F]}$$

$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{5R}} \quad \text{[F]}$$



A - 8 無損失で被ふくの無い平行二線式給電線の終端が短絡されているとき、終端に最も近い定在波電圧の最小点から終端までの距離 l_v 及び定在波電流に対する同様の距離 l_i の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、周波数を 30 [MHz] とする。また、 $l_v, l_i > 0$ とする。

	l_v	l_i
1	2.5 [m]	5.0 [m]
2	2.5 [m]	10.0 [m]
3	5.0 [m]	10.0 [m]
4	5.0 [m]	2.5 [m]
5	10.0 [m]	5.0 [m]

A - 次の記述は、分布定数回路で表される伝送線路の減衰定数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) 分布定数回路の伝搬定数の□Aをいい、その単位は〔m⁻¹〕であるが、通信などでは〔□B〕又は〔dB/m〕で表すことが多い。
- (2) 分布定数回路の単位長さ当りの直列インピーダンスと並列アドミタンスの□Cの平方根から近似的に求めることができる。

	A	B	C
1	実数部	Np/m	積
2	実数部	rad/m	比
3	実数部	Np/m	比
4	虚数部	rad/m	比
5	虚数部	Np/m	積

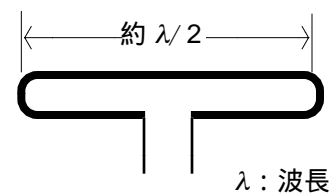
A - 10 次の記述は、航空機の航行援助用地上施設のアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) VOR（VHF全方向無線標識）には、標準VORとドップラVORがある。ドップラVOR用のアンテナは、カウンポイズの中心に1個又は4個のアルホールドループアンテナを置いて搬送波電流を給電し、また、カウンターポイズの中心から一定半径の円周上に48個又は50個のアルホールドループアンテナを置いて、□電流を、アンテナ上部から見て左回りに順次給電している。これらのアルホールドループアンテナの水平面内の指向性は、□Bである。
- (2) DME（距離測定装置）のトランスポンダ用アンテナは、□Cダイポールアンテナを垂直に約9段重ね、各ダイポールアンテナに適切な振幅と位相の電流を給電して必要な垂直面内指向性を得ている。また、水平面内の指向性は、□Bである。

	A	B	C
1	信号波	全方向性	垂直
2	信号波	8字特性	水平
3	信号波	全方向性	水平
4	側帯波	8字特性	水平
5	側帯波	全方向性	垂直

A - 11 次の記述は、図に示す素子の太さが同じ二線式折返し半波長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 2本の素子に流れる電流の方向は、互いに反対向きである。
- 2 実効長は、半波長ダイポールアンテナの約2倍である。
- 3 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約4倍である。
- 4 通常、半波長ダイポールアンテナより広帯域である。
- 5 同一電波を受信したときの有能受信電力は、半波長ダイポールアンテナと同じである。



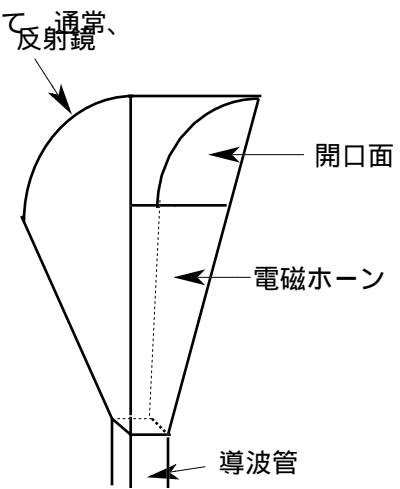
A - 12 次の記述は、波長に比べて直径が十分小さな受信用ループアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、ループの面は、大地に対して垂直とする。

- (1) 最大感度の方向は、到来電波の方向がループ面に□Aときである。
- (2) 実効高は、ループの面積と線の巻数の積に□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	8字特性
2	一致した	反比例	全方向性
3	一致した	比例	全方向性
4	直角な	反比例	8字特性
5	直角な	比例	全方向性

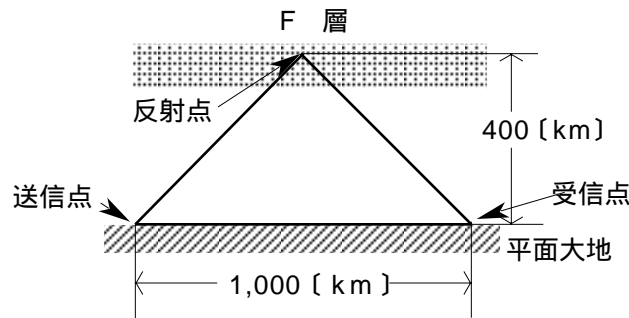
A - 13 次の記述は、図に示すホーンレフレクタアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 電磁ホーンとその近傍に置かれた一枚の反射鏡から構成されていて、通常、反射鏡は、回転□Aの一部が用いられている。
- (2) 電磁ホーン下部の頂点と反射鏡の□Bが一致するように構成されたオフセットアンテナの一種である。
電磁ホーン(か)ら放射された電波は反射鏡によって反射され□Cになり開口面から外部へ放射される。



A	B	C
1 放物面	焦点	球面波
2 放物面	焦点	平面波
3 放物面	反射点	平面波
4 双曲面	反射点	球面波
5 双曲面	焦点	平面波

A - 14 図に示す F 層の見掛けの高さが400 [km] で、最高使用可能周波数 (MUF) が 12 [MHz] のとき、跳躍距離は 1,000 [km] であった。このときの臨界周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、水平大地に平行であるものとする。



- 1 6.00 [MHz]
- 2 7.50 [MHz]
- 3 8.50 [MHz]
- 4 8.75 [MHz]
- 5 9.25 [MHz]

A - 15 次の記述は、UHF帯やSHF帯の電波の伝搬に与える大気の影響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 降雨による減衰は、電波が大気中の水滴に当たり、そのエネルギーの一部が吸収や散乱されることによって生ずる。
- 2 同一周波数帯を共用する二つの通信系がある場合、両局間のアンテナのビームが交差している付近に降雨があると、電波が散乱され、その結果干渉を起こすことがある。
- 3 一般に、霧や雲による減衰は、降雨による減衰より大きい。
- 4 降雨による減衰は、電波の周波数が 10 [GHz] 付近で大きくなり、周波数が高くなるほど大きくなる。
- 5 電波は、晴天時においても大気中の酸素や水蒸気のような気体分子の共鳴吸収により減衰することがある。

A - 16 次の記述は、電離層と太陽の活動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) 電離層は、地球の上層大気が太陽からの□AやX線などの放射線を吸収して電離することによって作られるもので、太陽の放射線の量により大きく影響を受ける。
- (2) 電離層のF₂層の電子密度は、時刻及び季節によって絶えず変化しているが、日変化を観測すると□B頃に最大となる。
- (3) 太陽の活動は、約□Cの周期で黒点が増加と減少を繰り返しているので、電離層の電子密度も太陽の活動に応じて増加と減少を繰り返す。

A	B	C
1 赤外線	正午	11年
2 赤外線	日没	22年
3 赤外線	正午	22年
4 紫外線	日没	22年
5 紫外線	正午	11年

A - 17 次の記述は、地上波伝搬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 地表波は、周波数が高いほど、また、大地導電率が小さいほど遠くまで伝搬する。
- 2 見通し距離外では、主として干渉波が伝搬する。
- 3 超短波（VHF）帯の見通し距離内における電界強度は、直接波又は直接波と地表波の合成されたものである。
- 4 地表波の垂直偏波の伝搬では、周波数の低い方が減衰が小さい。
- 5 山岳回折による利得は、電波通路上に二つ以上の山がある場合一つの場合より大きくなる。

A - 18 $1/4$ 波長垂直接地アンテナの接地抵抗を測定したとき、周波数 2.5 [MHz] で 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、給電点から見たアンテナ導線の等価損失抵抗 R_L 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、 R_L は、アンテナの波長を λ [m] とすると、次式で表される。

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

- | | |
|--------|---|
| 0.68 | 1 |
| 0.75 | 2 |
| 0.82 | 3 |
| 0.86 | 4 |
| 5 0.92 | |

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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、各アンテナの損失は無視し、基準アンテナと試験アンテナ（被測定アンテナ）は同じ位置に置くものとする。

(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密度 W は、次式で表される。

$$W = \square A [W/m^2] \quad \dots$$

(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 A [m²]、波長を λ [m] とすれば、式 から、 P_s は、次式で表される。

$$P_s = AW = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_s W = \square B \times G_s G_t P_t [W] \quad \dots$$

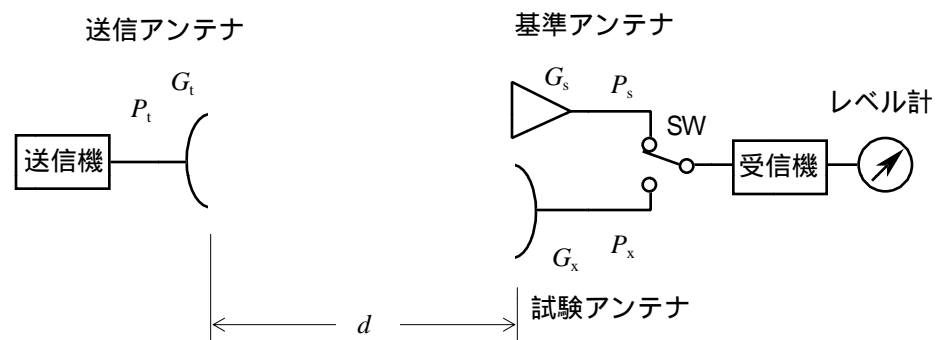
(3) SW を試験アンテナ側にして受信電力 P_x [W] を測定する。試験アンテナの利得を G_x (真数) とすれば、式 と同様に、 P_x は、次式で表される。

$$P_x = \square B \times G_x G_t P_t [W] \quad \dots$$

(4) 式 と から、 G_x は、次式となり試験アンテナの利得が測定できる。

$$G_x = \square C$$

- | 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 $\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$ | $\frac{G_s P_x}{P_s}$ |
| 4 $\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$ | $\frac{G_s}{P_x}$ |
| 5 $\frac{G_t P_t}{d^2}$ | $\frac{1}{4\pi} \left(\frac{\lambda}{d}\right)^2$ | $\frac{G_s P_x}{P_s}$ |



A - 20 次の記述は、アンテナ特性の測定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) 動作利得 G_v (真数) は、有能利得 G (真数) とし、損失としての反射損 M (真数) が支配的なときには、 $G_v = \square A$ で求めることができる。
- (2) 前後比 (F/B) は、最大放射方向の電界強度 E_f と最大放射方向から $\square B$ 方向のサイドローブのうちで最大の電界強度 E_r とを測定し、 E_f/E_r として求める。
- (3) マイクロ波アンテナのように波長に比べて非常に大きな開口面アンテナを測定する場合、送信アンテナ及び受信アンテナのそれぞれの直径を D_1 [m]、 D_2 [m]、波長を λ [m] とすれば、送信アンテナと受信アンテナとの離すべき必要な最小距離は $\square C$ [m] である。

	A	B	C
1	G/M^2	180度 ± 60度	$\frac{2(D_1+D_2)^2}{\lambda}$
2	G/M^2	180度 ± 30度	$\frac{2(D_1+D_2)^2}{\lambda}$
3	G/M^2	180度 ± 60度	$\frac{2(D_1^2+D_2^2)}{\lambda}$
4	G/M	180度 ± 60度	$\frac{2(D_1+D_2)^2}{\lambda}$
5	G/M	180度 ± 30度	$\frac{2(D_1^2+D_2^2)}{\lambda}$

B - 次の記述は、1/4 波長垂直接地アンテナの放射抵抗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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、大地は完全導体で、アンテナの損失はないものとし、1/4 波長垂直接地アンテナをアンテナA、半波長ダイポールアンテナをアンテナBとする。

- (1) アンテナAの □ア を考慮すると、自由空間に置かれた垂直偏波のアンテナBと等価とみなすことができる。したがって、アンテナAとアンテナBに同一電流 I [A] を給電すると、同一地点に生ずる電界強度は □イ。
- (2) アンテナBの放射電力を [W] とすると、放射抵抗 R_{s1} は、 $R_{s1} = \squareウ$ [] で表される。一方、アンテナAの場合は、放射空間がアンテナBの □エ になるため、放射電力もアンテナBの □エ になる。したがって、アンテナAの放射抵抗 R_{s2} は、 $R_{s2} = \squareオ$ [] になる。

- | | | | | |
|----------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|
| 1 放射パターン | 2 $\frac{2P}{I^2}$ | 3 等しい | 4 $\frac{P}{4I^2}$ | 5 2 倍 |
| 6 異なる | 7 $\frac{P}{2I^2}$ | 8 $\frac{P}{I^2}$ | 9 半分 | 10 電気影像 |

B - 2 次の記述は、U形バランの整合の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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、平衡負荷の midpoint が接地点にあるものとする。

- (1) U形バランは、同軸ケーブルをU字形に曲げ、図 1 に示すうかい回路 ab 間の電氣的長さを □波長にしたもので、点に加わる電圧は同軸ケーブルの出力電圧 [V] に等しい。
- (2) 図 2 に示すように、点 b に加わる電圧はうかい回路を通過するために位相が □度遅れるので、□ウ [V] で表される。したがって、ab 間の電圧 V_{ab} は □エ [V] となる。
- (3) 同軸ケーブルからの電流 [A] は、点 a で 2 分され、平衡線路に平衡電流が流れることになる。したがって、同軸ケーブルの特性インピーダンス Z_0 [] と ab 間のインピーダンス Z_{ab} [] との間には次の関係が成り立つ。

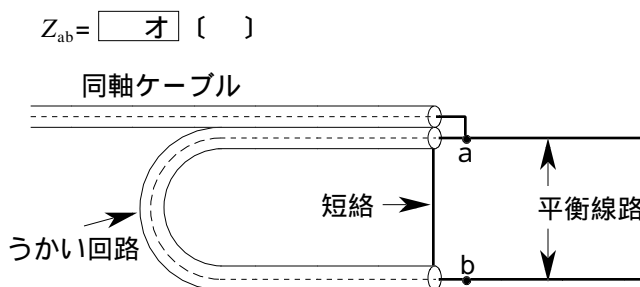


図 1

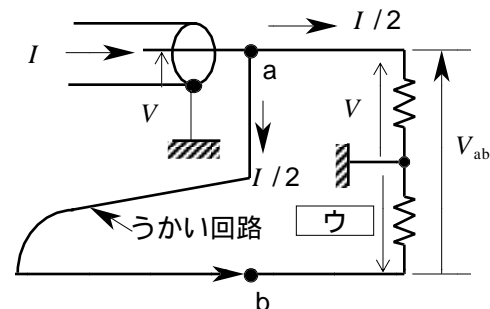


図 2

- | | | | | |
|-------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| 1 90 | 2 2V | 3 1/2 | 4 0.5V | 5 2Z ₀ |
| 6 180 | 7 1.5V | 8 4Z ₀ | 9 1/4 | 10 -V |

B - 次の記述は、各種アンテナの特徴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 逆L形アンテナやT形アンテナの頂上負荷は、大地との間の実効インダクタンスを高め、実効高をあまり減少させないで、実際の高さを低くする効果がある。
- イ カセグレンアンテナは、副反射鏡の二つの焦点の一方と主反射鏡の焦点を一致させ、他方の焦点と一次放射器の励振点とを一致させてある。
- ウ J 形アンテナは、同軸ケーブルの中心導線の先端にまっすぐに 3/4 波長の導線をつなぐとともに、これに平行に同軸ケーブルの外部導体に 1/4 波長の導線をつないで J の字形に作られたアンテナである。
- エ ホイップアンテナの指向性は水平面、垂直面とも全方向性である。
- オ カーテンアンテナは、ビームアンテナの一種で、多数の半波長アンテナを同一平面内同一方向に規則的に縦、横に配列したアンテナである。このアンテナ素子を同じ大きさ、同じ位相の電流で励振すると指向性の向きは配列の面に平行な方向に集中する。

B - 次の記述は、マイクロ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) マイクロ波の伝搬では、地理的な条件による例外を除いて一般に □ア□ の日の深夜又は早朝に顕著なフェージングが多く生ずる。
- (2) 見通し距離の海上伝搬路と山岳伝搬路を比較した場合、大地反射波によるフェージングの影響が小さい □イ□ の方が安定している。
- (3) 伝搬路が長いほど、フェージングの発生頻度、□ウ□ とともに大きくなる。また、伝搬路の平均地上高が □エ□ ほどフェージングは大きくなる。
- (4) 大気の状態の変化により、電波があたかも導波管内に閉じ込められて反射を繰り返しながら伝搬するように遠距離まで伝搬するのは、□オ□ による伝搬である。

- 1 周波数変動 2 晴天 3 高い 4 変動幅 5 海上伝搬路
- 6 散乱 7 曇天 8 低い 9 ラジオダクト 10 山岳伝搬路

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。□内に入れるべき字句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 [] とする。また、各アンテナの損失は無視し、基準アンテナと試験アンテナ (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。次に試験アンテナに 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、試験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。

$$G = \frac{V_{SA}^2}{V_{TA}^2} \dots \dots$$

- (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。

$$G = \frac{P_S}{P_T} \dots \dots$$

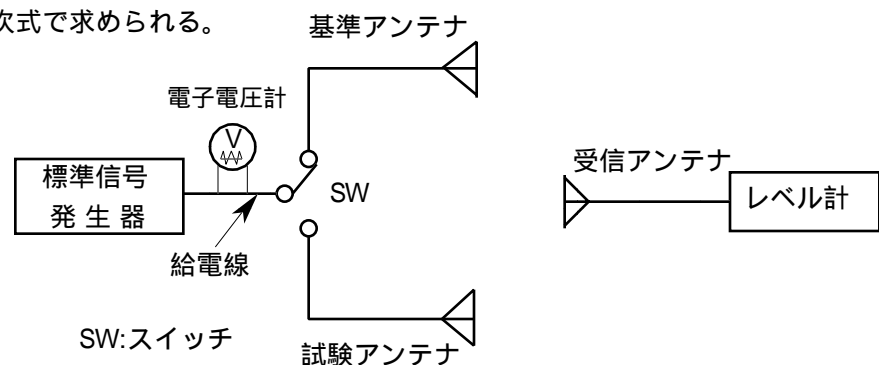
- (3) また、(2)において、 P_S を供給したときの電子電圧計で測定された給電線上の定在波電圧の最大値を V_{SBmax} [V]、最小値を V_{SBmin} [V]、 P_T を供給したときの最大値を V_{TBmax} [V]、最小値を V_{TBmin} [V] とすると、 P_S 、 P_T はそれぞれ次式で表される。

$$P_S = \frac{V_{SBmax} V_{SBmin}}{4Z_0} \dots \dots$$

$$P_T = \frac{V_{TBmax} V_{TBmin}}{4Z_0} \dots \dots$$

式、よ、より G は、定在波電圧を用いて次式で求められる。

$$G = \frac{V_{TBmax} V_{TBmin}}{V_{SBmax} V_{SBmin}} \dots \dots$$



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