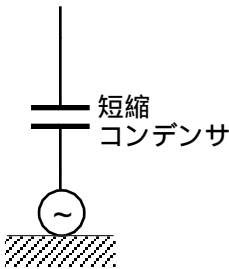


第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 垂直接地アンテナの実効静電容量  $C_e$  が 30 [pF]、実効インダクタンス  $L_e$  が 40 [ $\mu$ H] のアンテナの共振周波数が約 4.6 [MHz] である。このアンテナを 8 [MHz] の共振アンテナとして用いるため、図に示すように直列に挿入する短縮コンデンサの静電容量の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 5 [pF]
- 2 8 [pF]
- 3 12 [pF]
- 4 15 [pF]
- 5 20 [pF]



A - 2 到来電波を受信したとき、有能受信電力が 0.12 [ $\mu$ W]、アンテナの実効面積が 0.314 [ $\text{m}^2$ ] であった。このときの到来電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、空間の特性インピーダンスは 120 [ $\Omega$ ] とする。

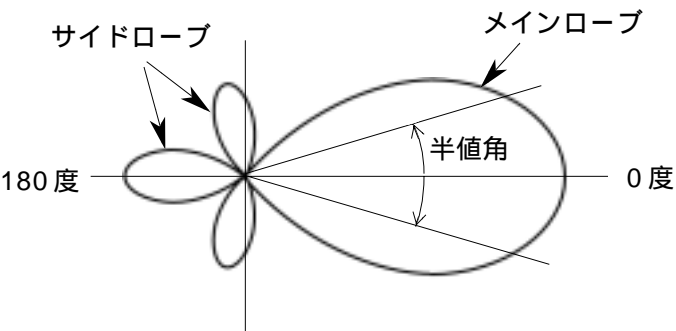
- 1 5 [mV/m]
- 2 8 [mV/m]
- 3 12 [mV/m]
- 4 15 [mV/m]
- 5 21 [mV/m]

A - 3 次の記述は、アンテナの放射パターン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。

パターンは、放射電力密度の指向性の形を、電界パターンは、放射電界強度の指向性の形を図示したものである。半値角は、放射電力密度が最大放射方向の値の □ A □ になる、すなわち放射電界強度が最大放射方向の値の □ B □ になる 2 つの方向のはさむ角をいう。

(2) 図において指定方向 (角度 0 度) の放射電界強度と後方の度の範囲の方向にある最大放射電界強度との比を前後比 (F/B) いう。

	A	B	C
1	1/2	$1/\sqrt{2}$	$180 \pm 60$
2	1/2	$1/\sqrt{2}$	$180 \pm 30$
3	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$180 \pm 60$
4	$1/\sqrt{2}$	1/2	$180 \pm 30$
5	$1/\sqrt{2}$	1/2	$180 \pm 60$



A - 4 次の記述は、電波の平面波と球面波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 電波の進行方向に直交する平面内で、位相も振幅も一様な電界と磁界を持つ電波を平面波という。
- 2 平面波及び球面波は縦波であり、自由空間中では、光波と同じ速さで進む。
- 3 点放射源から放射状に放射された電波の波面が球面状で、進行方向に直角な電波は、球面波である。
- 4 点放射源から遠く離れた球面波は、近似的に平面波とみなすことができる。
- 5 全方向に位相も振幅も一様な強さで伝わる球面波は存在しない。

A - 5次の記述は、アンテナの入力インピーダンス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) 半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンスは、約 73 [ ] の純抵抗分と約  A [ ] のリアクタンス分の和である。素子の長さをわずかに  B すれば、純抵抗にすることができる。
- (2) 垂直接地アンテナの入力インピーダンスの大きさは、素子の長さを変えると変わり、1/4 波長より短いとリアクタンス  は  になる。

	A	B	C
1	50	短く	誘導性
2	50	長く	容量性
3	42	短く	誘導性
4	42	長く	容量性
5	42	短く	容量性

A - 6次の記述は、分布定数回路で表される伝送線の減衰定数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。

- 分布定数回路の伝搬定数の実数部をいう。
- 分布定数回路の直列インピーダンスと並列アドミタンスの比で近似的に表すことができる。
- 単位は  $[m^{-1}]$  であるが、通信などでは  $[Np/m]$  又は  $[dB/m]$  で表すことが多い。
- 高周波における減衰定数は、線路の特性インピーダンスと単位長さ当りの抵抗で表される抵抗（導体）損及び線路の特性インピーダンスと単位長さ当りのコンダクタンスで表される誘電体（漏れ）損の和として表される。
- 減衰定数が無視できるとき、給電線は無損失線路として取り扱うことができる。

A - 7アンテナに接続された無損失給電線上の電圧反射係数が 0.85 であるときの反射損（不整合損）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.18      2 1.80      3 2.43      4 3.60      5 7.21

A - 8単位長さ当たりのインダクタンスが  $L$  及び静電容量が  $C$  の一様な分布定数を持つ無損失線路の負荷に  $60 [ ]$  の純抵抗を接続したとき整合がとれた  $L$  の値が  $5 [ \mu H/m ]$  であるとき、 $C$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 250  $[pF/m]$       2 700  $[pF/m]$       3 1,400  $[pF/m]$       4 1,500  $[pF/m]$       5 1,860  $[pF/m]$

A - 9次の記述は、U形バラン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。

に示すように図 1 同軸線路に  A 波長の長さのU字形のうかい回路を組み合わせたバランである。図 2 に示すように、平衡負荷の中心が接地点にあるとき、接続点 a に加わる電圧は、同軸線路からの出力に等しい。一方、接続点に加わる電圧は、 A 波長の長さのうかい回路によって位相が  B  $[rad]$  遅れて不平衡から平衡に変換される。また、平衡負荷に加わる電圧は  $2 [V]$  となる。

- (2) 同軸線路のインピーダンスを  $Z_0 [ ]$  とした場合、平衡線路のインピーダンスは、同軸線路のインピーダンス  $Z_0$  の  倍であり、平衡負荷の半分のインピーダンスが  D  $[ ]$  となるので、図 2 に示すように、同軸線路からの電流  $I [A]$  は  $I/2 [A]$  ずつに分流してインピーダンスの整合もとれる。

	A	B	C	D
1	1/4		2	$Z_0$
2	1/4	1/2	4	$Z_0/2$
3	1/2		4	$Z_0/2$
4	1/2		2	$Z_0$
5	1/2	1/2	4	$Z_0/2$

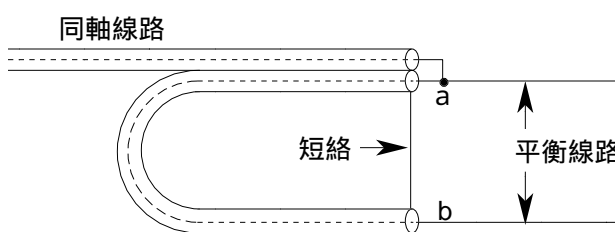


図 1

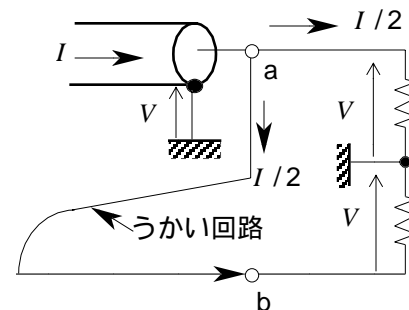
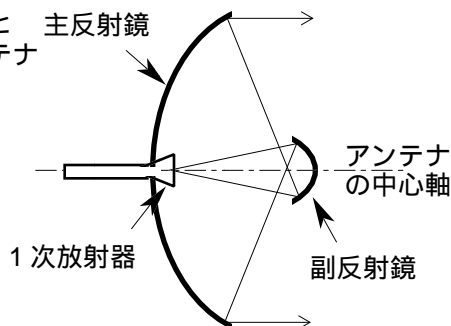


図 2

A - 10 次の記述は、図に示すグレゴリア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。

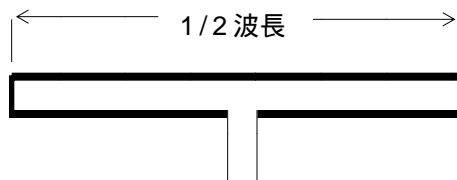
- 1 主反射鏡と副反射鏡の 2 枚の反射鏡をもつアンテナであり、カセグレンアンテナと主反射鏡の違いは、カセグレンアンテナの副反射鏡が双曲面（凸面）を、グレゴリアンアンテナが円面（凹面）を用いていることである。
- 2 2 枚の反射鏡の曲面を修正して、開口効率を向上することができる。
- 3 パラボラアンテナに比べて 1 次放射器と送受信機との間の給電線を短くできる。
- 4 パラボラアンテナに比べて反射鏡で生ずる交差偏波成分が少ないので、偏波共用のアンテナとして用いることができる。
- 5 オフセットパラボラアンテナに比べてサイドローブが小さく、かつその数が少なく、また、利得が小さい。



A - 11 次の記述は、図に示す折返し半波長ダイポールアンテナを半波長ダイポールアンテナと比べたときの特徴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、2 本の素子（導線）は同じ太さ及び材質で、きわめて接近して平行であるものとする。また、アンテナの電流分布は、正弦波状とする。

- (1) 2 本の素子の長さが  $1/2$  波長であるので、両素子の電流分布は、半波長ダイポールアンテナと同じ振幅、位相で等しい分布となる。利得はほぼ同じであるが、放射抵抗は □ A 倍、アンテナの実効長は □ B 倍になる。半波長ダイポールアンテナより □ C である。

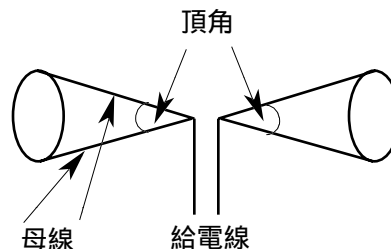
	A	B	C
1	4	2	広帯域
2	4	1.5	広帯域
3	2	2	狭帯域
4	2	1.5	狭帯域
5	2	4	広帯域



A - 12 次の記述は、図に示す双円錐アンテナ（バイコニカルアンテナ）について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 円錐の底の直径と母線の長さの比が一定である自己相似アンテナである。このアンテナを広帯域にするには、頂角を □ したり、母線を □ することに対応している。
- (2) 頂角を変えると周波数帯に対応した入力インピーダンスにすることもできる。また、このアンテナの変形として円錐の代わりに導体平板を三角形に切り取ったもの、あるいは多数の導線を用いた □ があり、テレビジョン放送などの受信アンテナに用いられている。

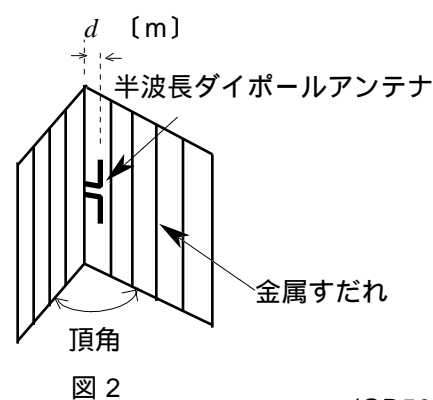
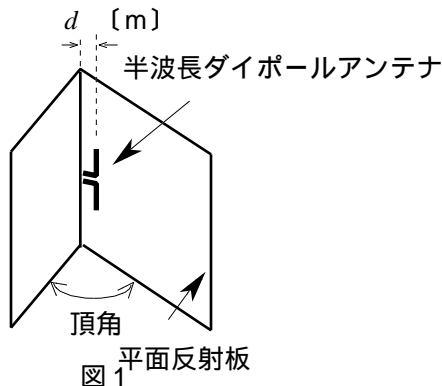
	A	B	C
1	狭く（約 20 から 30 度）	短く	ファンアンテナ
2	狭く（約 20 から 30 度）	長く	スロットアンテナ
3	広く（約 50 から 90 度）	長く	ファンアンテナ
4	広く（約 50 から 90 度）	短く	ファンアンテナ
5	広く（約 50 から 90 度）	長く	スロットアンテナ



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、平面反射板又は金属すだれの大きさは、電波を理想的に反射する大きさであるものとする。

- (1) 図 1 に示すように、半波長ダイポールアンテナに平面反射板を組み合わせたもの、あるいは図 2 に示すように、長半波ダイポールアンテナの素子に平行な金属すだれを組み合わせたものなどがある。金属すだれの間隔は狭いほどよいが、平面反射板とほぼ同じ働きをするようにするには、金属すだれの間隔を約 □ A 波長以下にする必要がある。このアンテナは、構造が簡単で、得られる利得は半波長ダイポールアンテナより □ B 。
- (2) 反射板の頂角は、通常 60 度から 90 度の範囲の角度が多く用いられているが、頂角を 90 度にしたときに得られる利得は、頂角を 60 度にしたときに比べて □ 。ただし、2 つ折りにした平面反射板の折り目から半波長ダイポールアンテナ素子までの距離  $d$  (m) を指向性が単向性となる  $1/4$  から  $3/4$  波長の範囲で設定するものとする。

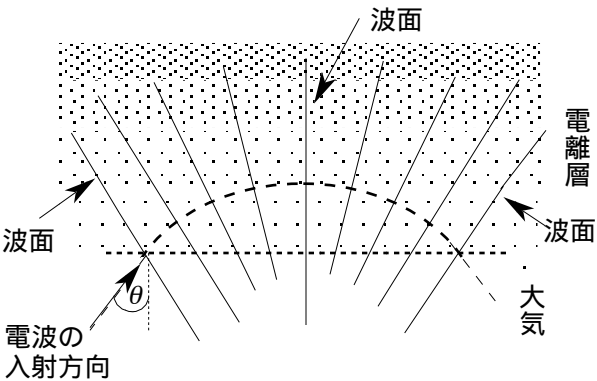
	A	B	C
1	$1/2$	小さい	大きい
2	$1/2$	大きい	小さい
3	$1/10$	小さい	小さい
4	$1/10$	大きい	小さい
5	$1/10$	大きい	大きい



A - 14 次の記述は、F層反射波の電離層内における電波の屈折と減衰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) 電離層内の屈折率は、電子密度や電波の周波数によって変わる。電子密度が大きいほど小さくなるので、電波が F 層に入ると屈折率が小さくなる。また、位相速度は屈折率が小さいほど□なる。図に示すように、電波が入射角  $\theta$  で電離層に入ると、波面は電離層の内部でわん曲する。電磁エネルギーはわん曲した面に直角に進行するので、電波の通路はわん曲する。通路が最大電子密度の層で水平になるとそれ以後も下方にわん曲するので、結果として電波は電離層で反射することになる。しかし、入射角があまり□と電波は電離層を突き抜けてしまうことがある。
- (2) 電離層内では、電磁エネルギーが電子に移り、電子が分子、原子に衝突してこのエネルギーが熱に変わることによって電波が減衰する。電波が□するとき生ずる減衰を第 1 種減衰といい、□するとき生ずる減衰を第 2 種減衰という。

	A	B	C	D
1	遅く	小さい	電離層を通過	電離層で反射
2	遅く	大きい	電離層を通過	電離層で反射
3	速く	小さい	電離層で反射	電離層を通過
4	速く	大きい	電離層で反射	電離層を通過
5	速く	小さい	電離層を通過	電離層で反射



A - 15 自由空間において、半波長ダイポールアンテナから電波を放射したとき、最大放射方向の 25〔km〕離れた受信点における電界強度が□〔mV/m〕であった。このときの放射電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 225〔W〕
- 225〔W〕
- 230〔W〕
- 368〔W〕
- 425〔W〕

A - 16 次の記述は、マイクロ波からミリ波までの周波数帯における降雨による減衰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。

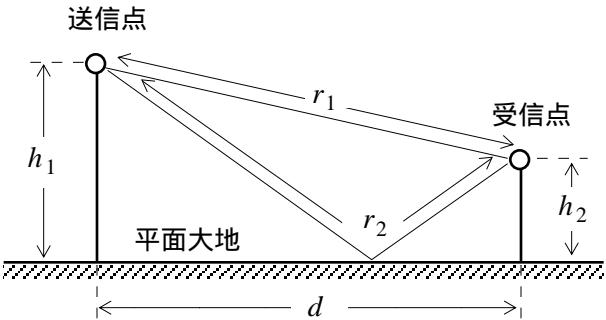
降雨による減衰は、約 □ A □〔GHz〕で顕著になり、周波数が高くなるとともに増大するが、約 □ B □〔GHz〕以上でほぼ一定になる。  
 降雨による減衰の主な要因は、電波の吸収又は □ C □である。

	A	B	C
1	3	200	回折
2	3	80	散乱
3	10	50	回折
4	10	200	散乱
5	10	50	散乱

A - 17 図に示す平面大地上にある送受信点間の伝搬において、地上高  $h_1$  が 40〔m〕の送信点から地上高  $h_2$  が 15〔m〕の受信点に至る直接波の伝搬通路長  $r_1$  と大地反射波の伝搬通路長  $r_2$  との通路差による位相差が  $2 \times 10^{-2}$ 〔rad〕であった。このときの地表距離  $d$ 〔m〕の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、周波数を 200〔MHz〕とし、 $h_1 \ll d$  及び  $h_2 \ll d$  とする。また、 $r_1$  及び  $r_2$  は次式で与えられるものとする。

$$r_1 \doteq d \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{h_1 - h_2}{d} \right)^2 \right\} \text{〔m〕} \quad r_2 \doteq d \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{h_1 + h_2}{d} \right)^2 \right\} \text{〔m〕}$$

- 1 80〔km〕
- 100〔km〕
- 120〔km〕
- 140〔km〕
- 200〔km〕



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 3〔MHz〕で 3.75〔 $\Omega$ 〕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、アンテナ素子の単位長さ当たりの高周波抵抗は 0.1〔 $\Omega$ /m〕で、大地は完全導体、アンテナは理想的な線状アンテナで導線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の損失抵抗  $R_L$ 〔 $\Omega$ 〕は、アンテナの波長を  $\lambda$ 〔m〕、アンテナ素子の単位長さ当たりの高周波抵抗を  $r$ 〔 $\Omega$ /m〕とすると、次式で表される。

$$R_L = r\lambda/8 \quad [\Omega]$$

- |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |
|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
| 1 | 0.60 | 2 | 0.75 | 3 | 0.80 | 4 | 0.88 | 5 | 0.94 |
|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|

A - 19 次の記述は、各種アンテナの測定法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。

- アンテナの近傍界測定法は、アンテナ近傍の電磁界を測定し、その測定値から計算により、遠方における誘導電磁界で測定したものと同等の特性を求める。
- アンテナの近傍界を測定するときのプロープの走査法は、全て試験アンテナを水平軸と垂直軸に対し 360 度回転させて走査する。  
屋外で測定するためには、大地反射波の影響を軽減するために、通常アンテナを低くして反射点に金属板や電波吸収体などを設ける。  
一般の測定設備を用いた測定ができない大型の可動アンテナの諸特性を測定するには、電波星が放射する強度が既知の電波を用いて測定することがある。
- 航空機などで用いられるアンテナの特性は、その物体とアンテナを縮小した模型を用いて測定することがあり、そのときの測定周波数は実際の使用周波数と同じである。

A - 20 次の記述は、2 個のアンテナを用いて利得を求め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。

- 利得がそれぞれ  $G_1$  (真数)、 $G_2$  (真数) の 2 個のアンテナを、距離  $d$ 〔m〕だけ離して偏波面をそろえて対向させ、その一方のアンテナから送信電力  $P_t$ 〔W〕の電波を送信し、他方のアンテナで受信したときの受信電力が  $P_r$ 〔W〕であると、次式の関係が得られる。ただし、波長を  $\lambda$ 〔m〕とする。

$$P_r = \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \times \square A$$

- $G_1$  が既知であれば、利得  $G_2$  は次式によって求められる。

$$G_2 = \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \times \square B$$

- したがって、 $G_1$  と  $G_2$  が等しいアンテナであれば、次式から  $P_t$  と  $P_r$  の測定値だけで利得を求めることができる。

$$G_1 = G_2 = \frac{4\pi d}{\lambda} \times \square C$$

	A	B	C
1	$G_1 G_2 P_t$	$\frac{P_r}{P_t G_1}$	$\sqrt{P_t P_r}$
2	$G_1 G_2 P_t$	$\frac{P_r}{P_t G_1}$	$\sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
3	$G_1 G_2 P_t$	$\frac{P_t P_r}{G_1}$	$\sqrt{P_t P_r}$
4	$\frac{G_1 G_2}{P_t}$	$\frac{P_t P_r}{G_1}$	$\sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
5	$\frac{G_1 G_2}{P_t}$	$\frac{P_t P_r}{G_1}$	$\sqrt{P_t P_r}$

B - 1 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 内部が中空の導波管では誘電体損失は極めて小さいが、雨水などが管内に侵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 表皮厚さ (深さ) は、周波数が高くなるほど 厚く (深く) なる。
- エ 遮断周波数より十分高い周波数では、周波数が高くなるほど伝送損失が小さくなる。
- 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大きくなる。

B - 2 次の記述は、等方性アンテナの放射電界強度の計算式の誘導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) 等方性アンテナの放射電力を  $P_0$  [W]、アンテナから半径  $d$  [m] における電界強度を  $E_0$  [V/m] とすると、この点の□電力  $W$  は、次式で表される。ただし、自由空間の固有インピーダンスを  $120\pi$  [ ] とする。

$$W = \frac{E_0^2}{120\pi} = \text{□イ} \quad [\text{W/m}^2]$$

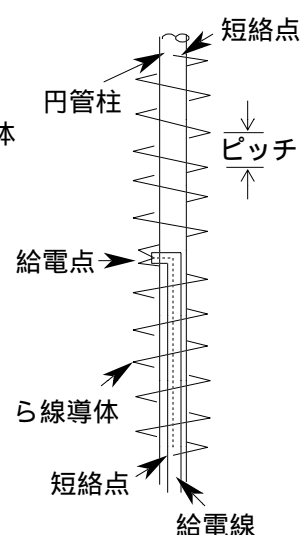
上式から、 $E_0 = \text{□ウ}$  [V/m] となる。

- (2) 任意のアンテナの絶対利得  $G$  (真数) は、等方性アンテナを基準アンテナとしたときの利得であり、等方性アンテナ及び任意のアンテナからそれぞれ電力  $P_0$  [W] 及び  $P$  [W] を放射したとき、遠方における両電波の電界強度が等しければ、 $G = \text{□エ}$  (真数) となる。
- (3) したがって、絶対利得 (真数) のアンテナから電力  $P$  [W] を放射したとき、距離  $d$  [m] における電界強度  $E$  は、□オ [V/m] となる。

- |                           |           |                             |                            |                               |
|---------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 $\frac{\sqrt{30GP}}{d}$ | 2 ポインティング | 3 $\frac{2\sqrt{30P_0}}{d}$ | 4 $\frac{P_0}{4\pi d^2}$   | 5 $\frac{P}{P_0}$             |
| 6 $\frac{P_0}{\pi d^2}$   | 7 ポテンシャル  | 8 $\frac{P_0}{P}$           | 9 $\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$ | 10 $\frac{2\sqrt{30GP_0}}{d}$ |

B - 3 次の記述は、図に示す UHF 放送用の円筒形サイドファイアヘリカ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。

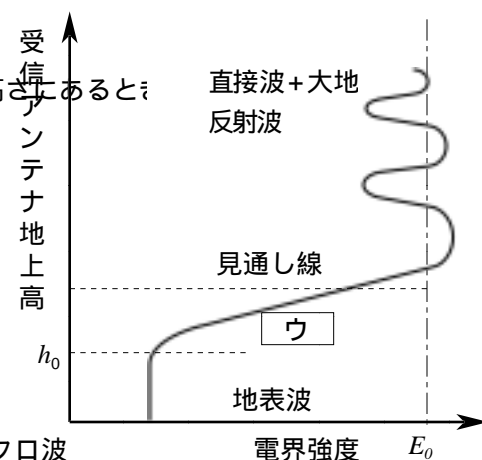
- (1) 円管柱のまわりに、らせ線導体 1 巻きの長さを波長の整数倍 (通常、2 波長あるいは 3 波長) で、ピッチを約 □ア 波長で給電点から上下にそれぞれ 5 ~ 6 回程度互いに逆巻きにし、らせ線導体の終端を円管柱に短絡したものである。
- (2) 図のように給電すると、らせ線導体から放射される電波の電界の方向は、給電点の上下で異なり、円管柱の軸と直交する方向の成分は強め合い、平行する成分は弱め合うので、□イ 偏波のアンテナとして動作する。軸と直交する水平面内の指向性は、□ウ である。
- (3) らせ線導体上の放射電流は、□による影響と放射に伴う減衰があるため、短絡点からの放射はほとんどなく、□オアンテナとして動作する。



- |       |      |       |       |                 |
|-------|------|-------|-------|-----------------|
| 1 単向性 | 2 垂直 | 3 進行波 | 4 1/2 | 5 給電線の長さ        |
| 6 1/4 | 7 水平 | 8 一樣  | 9 定在波 | 10 らせ線導体と円管柱の間隔 |

B - 4 次の記述は、地上波の伝搬における周波数と受信アンテナの関係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、 $E_0$  [V/m] は自由空間の電界強度とする。

- (1) 図に示すように、地上波の伝搬において受信点に到達する電波の主成分が地表波となるのは、受信点が見通し距離外の地表にごく近い高さにあるとき、また、地表波の減衰は、周波数が □ア ほど、大地の □イ ほど大きくなる。
- (2) 見通し距離外では、地表波は受信点の高さが地表から離れるにつれて弱まり、□ウ が強まるので、受信点の電界強度は最小有効高さ  $h_0$  [m] まで一定となる。それ以上の高さでは、□ウ が主成分となる。 $h_0$  は、周波数、偏波面及び大地の状態で変わるが、海上の □エ 偏波の伝搬の場合は大きくなる。このため海上では □オ の周波数帯での遠距離通信や電波航法が可能となる。



- |      |       |      |          |                      |
|------|-------|------|----------|----------------------|
| 1 垂直 | 2 空間波 | 3 高い | 4 導電率が高い | 5 長波 (LF) 及び中波 (MF)  |
| 6 水平 | 7 回折波 | 8 低い | 9 導電率が低い | 10 超短波 (VHF) 及びマイクロ波 |

B - 5 次の記述は、電波無反射室 (電波暗室) 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) 電波無反射室内の壁面や天井などすべてに電波吸収体を張り付けて自由空間と同等の空間を実現したり、あるいは、床に □ 敷き詰め オープンサイトと同等の試験室を実現したりする。また、外部から電波無反射室に入る妨害電波を防ぐために、通常、部屋全体が電磁的に □ されている。
- (2) 電波無反射室内で、測定するアンテナを設置する場所を □ ゾーンといい、そこへ到来する散乱波の電力が決められた値 □ になるように設計されている。
- くさび状や角 3/4 円状に成形した電波吸収材を用いると、広帯域にわたって大きな □ オ を得ることができる。

- |       |        |        |          |         |
|-------|--------|--------|----------|---------|
| 1 反射波 | 2 以下   | 3 モールド | 4 クワイエット | 5 電波吸収体 |
| 6 導体板 | 7 吸収特性 | 8 以上   | 9 シールド   | 10 フレネル |