

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。

- (1) 完全半波長アンテナに対する相対利得の値は、絶対利得の値と比べると□A。
- (2) アンテナの損失があるとき、絶対利得の値は、指向性利得の値と比べると□B。
- (3) 指向性利得は、特定方向への電力密度の値と全放射電力を□C方向について平均した値との比で表される。

	A	B	C
1	等しい	小さい	全
2	大きい	等しい	特定
3	大きい	大きい	全
4	小さい	小さい	全
5	小さい	大きい	特定

A - 2自由空間において、電界強度が 5 [mV/m]、周波数が 20 [MHz] の到来電波の中に置かれた完全半波長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、完全半波長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  $\lambda$  [m] とすれば、完全半波長アンテナの実効長は、 $\lambda /$  [m] である。

- 1 10 [μV]      2 100 [μV]      3 1.2 [mV]      4 2.4 [mV]      5 11.3 [mV]

A - 3 次の記述は、完全半波長アンテナの実効長（実効高）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。

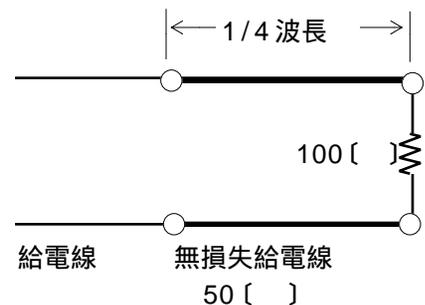
- 1 実際のアンテナ全長より長い。
- 2 周波数が 2 倍になると、実効長は 2 倍になる。
- 3 受信アンテナの誘起電圧の大きさは、実効長に反比例する。
- 4 送信アンテナの放射電界強度は、実効長に関係しない。
- 5 同じアンテナを送信及び受信アンテナに用いたとき、それぞれの実効長は同じである。

A - 4次の記述は、アンテナの放射効率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) アンテナの放射効率は、放射電力と入力電力の比で求められる。入力電力は、放射抵抗と損失抵抗で消費される電力の和であり、損失抵抗で消費されるエネルギーが □A となる。放射効率を改善するには、一般に、損失抵抗を小さくしている。
- (2) 損失抵抗には、接地抵抗や導体抵抗などがある。接地抵抗は、アンテナと大地との接触抵抗であり、周波数が □B ほど大きくなる。導体抵抗は、アンテナ自体の抵抗や延長コイルの抵抗分などであり、周波数が □C ほど大きくなる。

	A	B	C
1	熱損	高くなる	低くなる
2	熱損	低くなる	高くなる
3	熱損	低くなる	低くなる
4	コロナ損	低くなる	高くなる
5	コロナ損	高くなる	低くなる

A - 図に示すように、特性インピーダンスが 50 [ ] で、長さが 1/4 波長の無損失給電線を、純抵抗 100 [ ] の負荷抵抗と給電線の間に入れたところを整合した。このときの給電線の実効インピーダンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。



- 1 25 [ ]    2 50 [ ]    3 75 [ ]    4 250 [ ]    5 500 [ ]

A - 6 次の記述は、平行2線式給電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。

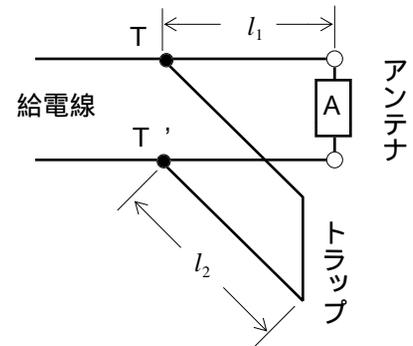
- (1) 直径が等しい 2 本の導線を等間隔に並べたものであり、□給電線である。
- (2) 特性インピーダンスの大きさは、導線の直径が小さいほど、また、導線間の間隔が広いほど □ B なる。
- (3) 伝送特性は、風雨や近接物体などの外部からの影響を □ C 。

	A	B	C
1	不平衡形	大きく	受けにくい
2	不平衡形	大きく	受けやすい
3	平衡形	大きく	受けやすい
4	平衡形	小さく	受けやすい
5	平衡形	小さく	受けにくい

A - 電圧反射係数が  $0.3 j + 0.4$  のとき、電圧定在波比 (VSWR) の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.2    2 1.8    3 2.3    4 3.0    5 4.0

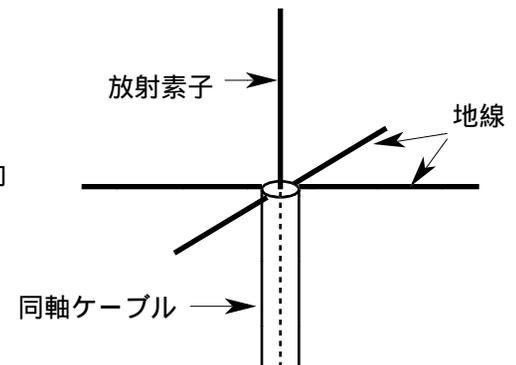
A - 8 次の記述は、図に示すようなトラップ (スタブ) により、給電線とアンテナを整合する方法について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ A の端子からトラップの取付け点 T T' までの長さを  $l_1$  [m]、トラップの長さを  $l_2$  [m] とする。



- 1 トラップには、終端を短絡したものと開放したものがある。
- 2 トラップは、分布定数回路による整合方法の一つである。
- 3  $l_1$ 、 $l_2$  を固定したまま使用周波数を変えても、整合している。
- 4 T T' 点からアンテナ側を見たインピーダンスは、 $l_1$ 、 $l_2$  を適当に選べば純抵抗にできる。
- 5 一つの広帯域アンテナに、2 波又は 3 波で給電する場合には、トラップを二つ以上設けて整合することがある。

A - 9 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 放射素子と地線の長さは、共に約 1/4 波長である。
- 2 地線は、同軸ケーブルの内部導体に接続されている。
- 3 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。
- 4 入力インピーダンスは、地線の取付け位置及び取付け角度によって変わる。
- 5 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。



A - 10 次の記述は、中波 (MF) の放送用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) 一般に、大地に □ A な直線状のアンテナで、その型式として多いのは、頂部負荷型やかさ型アンテナなどである。
- (2) アンテナの効率は、アンテナの利得とアンテナ近傍の大地の □ に左右されるので、接地場所や接地方法を工夫している。

	A	B
1	垂直	透磁率
2	垂直	透過率
3	垂直	導電率
4	水平	透過率
5	水平	導電率

A - 11 周波数 1 [GHz] で絶対利得 60 (真数) を得るために必要とする円形パラボラアンテナの直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの開口効率を 0.6 とする。また、波長 [m]、実効面積が  $A_e$  [m<sup>2</sup>] のアンテナの絶対利得  $G$  (真数) は、次式で表される。

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e$$

- 1 0.7 [m]    2 1 [m]    3 1.4 [m]    4 2 [m]    5 2.8 [m]

A - 12 次の記述は、航空援助装置である DME (距離測定装置) 用の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。

この航空機に搭載されたインタロゲータ (質問器) と地上に設置されたトランスポンダ (応答器) とで構成され、960 ~ 1,215 [MHz] の周波数帯で運用されている。

- 1 インタロゲータ及びトランスポンダからの電波は、共に垂直偏波を用いている。
- 2 インタロゲータのアンテナは、ブレード形のモノポール (ユニポール) アンテナが多く用いられている。
- 3 トランスポンダのアンテナは、大地反射波の影響を少なくするため、水平面から上方への放射を抑制している。
- 4 トランスポンダのアンテナは、垂直ダイポールアンテナを垂直一列に複数個配置している。
- 5 トランスポンダのアンテナは、水平面内の指向性が全方向性である。

A - 13 次の記述は、大気中におけるマイクロ波の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。

気体分子による減衰は、電波の周波数が気体分子のもつ双極子の固有周波数と一致すると、分子の □ A が生じ、電波のエネルギーの一部がこれらの気体分子に吸収されることによって生ずる。

2) 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 □ B や散乱されることによって生ずる。その減衰量は、降雨量が多いほど大きい。

氷片でできた雲や十分に乾いた雪による減衰は、ほとんど無視できるが、霧や細かい雨による減衰は、周波数が □ C になると増加し、単位体積中に含まれる水分の量に比例する。

- |   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| 1 | 散乱 | 増幅 | 高く |
| 2 | 散乱 | 吸収 | 低く |
| 3 | 回折 | 増幅 | 高く |
| 4 | 共鳴 | 増幅 | 低く |
| 5 | 共鳴 | 吸収 | 高く |

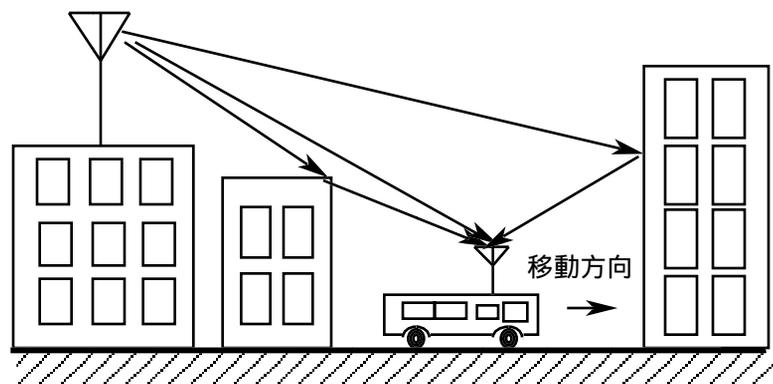
A - 14 次の記述は、市街地の陸上移動通信における電波伝搬について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 図のように、市街地において自動車電話などの移動体が移動することにより受信電界強度が変化するのは、伝送路の減衰量が場所によって異なるとともに、建造物などによる反射波などの多重波が互いに □ A して空間に定在波を生ずるからである。

(2) 一般に移動体のアンテナ高が低いいため、□ B の減衰が大きい。また、指向性が全方向性のアンテナを用いることが多いので、多重波の影響を受けやすくなる。

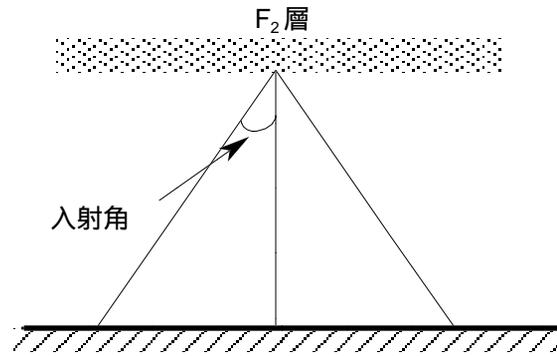
受信場所に(3)る電界強度の変化は、移動体の移動に伴う時間的な変動、すなわちマルチパスフェージングとなり、その周期は □ C 及び移動速度に関係する。

- |   | A  | B    | C   |
|---|----|------|-----|
| 1 | 干渉 | 直接波  | 周波数 |
| 2 | 干渉 | 電離層波 | 振幅  |
| 3 | 回折 | 電離層波 | 周波数 |
| 4 | 回折 | 直接波  | 振幅  |
| 5 | 反射 | 電離層波 | 周波数 |



A - 15 短波 (HF) 帯の電離層伝搬において、F<sub>2</sub> 層への電波の入射角が 30 度及び 60 度するとき、それぞれの入射角における最適使用周波数 (FOT) の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、F<sub>2</sub> 層の臨界周波数を 8 [MHz] とする。また、FOT は、最高使用可能周波数 (MUF) の 85 % とする。

	30 度	60 度
1	3.9 [MHz]	3.4 [MHz]
2	5.8 [MHz]	8.5 [MHz]
3	6.9 [MHz]	12.1 [MHz]
4	7.9 [MHz]	13.6 [MHz]
5	9.2 [MHz]	18.8 [MHz]



A - 16 次の記述は、標準大気中における電波の屈折率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 気温の変化によって変る。
- 2 気圧の変化によって変る。
- 3 湿度の変化によって変る。
- 4 1 に非常に近い値である。
- 5 高さとともに増加する。

A - 17 次の記述は、図に示す構成により給電線の実効インピーダンス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、線路波長を  $\lambda$  [m] とし、給電線の損失は無視できるものとする。

(1) 終端 cd を開放した給電線に、変成器を介して高周波発振器から角周波数 [rad/s] の高周波電圧を加え、高周波 [A] の指示が最大になるように可変コンデンサ C<sub>1</sub> を調節する。次に、cd から ef までの長さ  $\lambda/8$  [m] を切り離し、ef の位置に標準可変コンデンサ C<sub>2</sub> を接続し、高周波 [A] の指示が最大になるように C<sub>2</sub> を調節する。このときの C<sub>2</sub> の値を C<sub>s</sub> [F] とする。

(2) 最初の状態 (cd からの長さ  $\lambda/8$  [m] を切り離してない状態) で、入力端 ab から給電線側を見たインピーダンス Z<sub>i</sub> は、線路の長さを l [m]、位相定数を  $\beta$  [rad/m]、特性インピーダンスの大きさを Z<sub>0</sub> [ ] とすれば、次式で表される。

$$Z_i = \text{□ B} \quad [ \quad ]$$

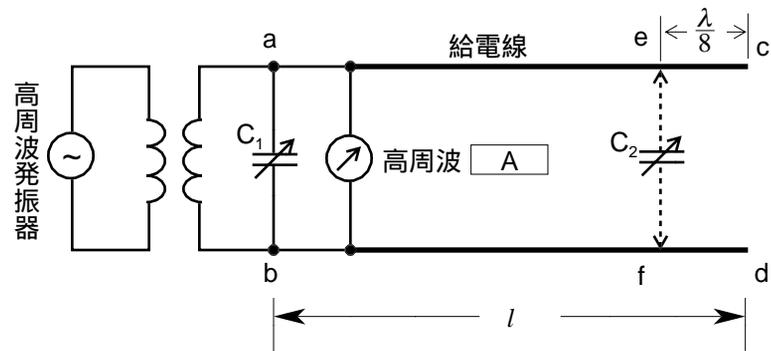
したがって、ef から開放端を見たインピーダンス Z <sub>$\lambda/8$</sub>  は、上式に  $l = \lambda/8$  を代入して、次式で表される。

$$Z_{\lambda/8} = \text{□ C} \quad [ \quad ]$$

(3) (1) から Z <sub>$\lambda/8$</sub>  と C<sub>2</sub> のリアクタンスは等しいので、Z<sub>0</sub> は、次式で表される。

$$Z_0 = \text{□ D} \quad [ \quad ]$$

	A	B	C	D
1	電圧計	$-j Z_0 \cot \beta l$	$-j Z_0$	$\frac{1}{\omega C_s}$
2	電圧計	$-j Z_0 \sin \beta l$	$-j \frac{Z_0}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\omega C_s}$
3	電流計	$-j Z_0 \cot \beta l$	$-j Z_0$	$\frac{1}{\omega C_s}$
4	電流計	$-j Z_0 \sin \beta l$	$-j \frac{Z_0}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{2}}{\omega C_s}$
5	電流計	$-j Z_0 \cot \beta l$	$-j Z_0$	$\frac{\sqrt{2}}{\omega C_s}$



A - 18 自由空間において、電波の電力密度が  $p$  [W/m<sup>2</sup>] であるときの電界強度の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、自由空間の固有インピーダンスを 120 [ ] とする。

- 1  $\frac{p}{120\pi}$  [V/m]
- 2  $\frac{p^2}{120\pi}$  [V/m]
- 3  $\sqrt{30\pi p}$  [V/m]
- 4  $2\sqrt{15\pi p}$  [V/m]
- 5  $2\sqrt{30\pi p}$  [V/m]

A - 19 次の記述は、アンテナのリアクタンスの値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。

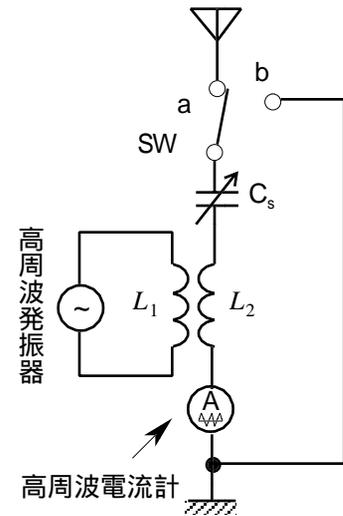
(1) 図において、スイッチSWを a 側に入れ、高周波発振器の角周波数を [ rad/s ] で動作させ、可変コンデンサ  $C_s$  を調整してアンテナ回路を共振させる。このときの  $C_s$  の値を  $C_{S1}$  [ F ]、結合コイルの 1 次側及び 2 次側の自己インダクタンスをそれぞれ  $L_1$ 、 $L_2$  [ H ]、アンテナのリアクタンスを  $X_A$  [ ] とすれば、次式が成り立つ。ただし、結合コイルの相互インダクタンス及びアンテナ回路の損失抵抗は、無視できるものとする。

$$\omega L_2 + X_A = \text{□ A} [ ] \dots\dots\dots$$

(2) 次に、SWを b 側に入れ、 $\omega$  をそのままにして  $C_s$  を変化させ、回路を共振させる。このときの  $C_s$  の値を  $C_{S2}$  [ F ] とすれば、次式が成り立つ

$$\omega L_2 = \text{□ B} [ ] \dots\dots\dots$$

3) 周波数を 1 [ MHz ] としたときの測定値が  $C_{S1} = 500$  [ pF ]、 $C_{S2} = 1000$  [ pF ] であった。したがって、式、 から  $X_A$  を求め、及び  $C_{S1}$ 、 $C_{S2}$  を代入すれば、 $X_A = \text{□ C} [ ]$  である。



	A	B	C
1	$\frac{1}{\omega C_{S1}}$	$\frac{1}{\omega C_{S2}}$	160
2	$\frac{1}{\omega C_{S1}}$	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{S2}}$	160
3	$\frac{1}{\omega C_{S1}}$	$\frac{1}{\omega C_{S2}}$	480
4	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{S1}}$	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{S2}}$	480
5	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{S1}}$	$\frac{1}{\omega C_{S2}}$	55

A - 20 次の記述は、給電線上の定在波電圧を測定してアンテナに供給される電力の計算式を誘導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。

1) 送信機からアンテナ側に向かう入射波電力の大きさを  $P_t$  [ W ]、アンテナ側からの反射波電力の大きさを  $P_r$  [ W ] とすれば、アンテナへ送りだされる電力の大きさ  $P$  は、次式で表される。

$$P = \text{□ A} [ W ] \dots\dots\dots$$

2) 送信機からアンテナ側に向かう入射波電圧の大きさ  $V_t$  [ V ] とアンテナ側からの反射波電圧の大きさ  $V_r$  [ V ] により式を書き換えると、次式となる。ただし、給電線の特性インピーダンスの大きさを  $Z_0$  [ ] とする。

$$P = \frac{1}{Z_0} \times (\text{□ B}) [ W ] \dots\dots\dots$$

式を書き換えると次式となる。

$$P = \frac{1}{Z_0} \times \text{□ C} [ W ] \dots\dots\dots$$

(3) 定在波電圧の最大値  $V_{max}$  [ V ] と最小値  $V_{min}$  [ V ] により式を書き換えると、次式となる。

$$P = \frac{1}{Z_0} \times \text{□ D} [ W ]$$

	A	B	C	D
1	$P_t + P_r$	$V_t^2 + V_r^2$	$(V_t + V_r)^2$	$V_{max} V_{min}$
2	$P_t + P_r$	$V_t^2 + V_r^2$	$(V_t + V_r)^2$	$V_{max}^2$
3	$P_t + P_r$	$V_t^2 + V_r^2$	$(V_t + V_r)(V_t - V_r)$	$V_{max} V_{min}$
4	$P_t - P_r$	$V_t^2 - V_r^2$	$(V_t + V_r)(V_t - V_r)$	$V_{min}^2$
5	$P_t - P_r$	$V_t^2 - V_r^2$	$(V_t + V_r)(V_t - V_r)$	$V_{max} V_{min}$

B - 次の記述は、非同調給電線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。

送信機からアンテナに電力を供給するときには、アンテナ及び送信機ともに給電線の □ア と整合をとるので、給電線の長さ和使用波長とは □イ になり、また、給電線上に □ウ は生じない。

整合をとらな(2)同調給電線に比べて伝送損が少ないので、 □エ 電力を伝送するときや給電線が □オ ときに有効である。

- |             |     |       |       |          |
|-------------|-----|-------|-------|----------|
| 1 負荷インピーダンス | 2 小 | 3 定在波 | 4 長い  | 5 反比例の関係 |
| 6 特性インピーダンス | 7 大 | 8 短い  | 9 無関係 | 10 進行波   |

B - 2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絶対利得を誘導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を下の番号から選べ。

(1) 等方性アンテナから電力 $P_s$ 〔W〕を送信したとき、遠方の距離 $d$ 〔m〕における電界強度 $E_s$ は、次式で表される。

$$E_s = \text{ア} \quad \text{〔V/m〕} \dots\dots$$

(2) 半波長ダイポールアンテナに給電電流 $I_0$ 〔A〕を加えたとき、最大放射方向の $d$ における電界強度 $E_h$ は、次式で表される。

$$E_h = \frac{60 I_0}{d} \quad \text{〔V/m〕} \dots\dots$$

半波長ダイポールアンテナの放射抵抗は、約73〔 $\Omega$ 〕であるので、このアンテナに $I_0$ を加えたとき放射される電力 $P_h$ は、次式で表される。

$$P_h = \text{イ} \quad \text{〔W〕} \dots\dots$$

式 の $I_0$ を式へ代入すると、 $E_h$ は、次式となる。

$$E_h = \text{ウ} \quad \text{〔V/m〕} \dots\dots$$

(3) 半波長ダイポールアンテナが無損失であれば、このアンテナの絶対利得 $G_0$ は、同じ距離において $E_s = \text{エ}$ となるとき $P_s$ と $P_h$ の比であり、式及びから、次式で表される。

$$G_0 = \frac{P_s}{P_h} = \text{オ} \quad (\text{真数})$$

- |   |              |   |                                   |   |       |   |                            |    |                          |
|---|--------------|---|-----------------------------------|---|-------|---|----------------------------|----|--------------------------|
| 1 | 1.64         | 2 | $\frac{60\sqrt{P_h}}{\sqrt{73}d}$ | 3 | $E_h$ | 4 | $60I_0^2$                  | 5  | $\frac{\sqrt{30P_s}}{d}$ |
| 6 | $\sqrt{E_h}$ | 7 | $\frac{7\sqrt{P_s}}{d}$           | 8 | 2.15  | 9 | $\frac{\sqrt{73P_h}}{60d}$ | 10 | $73I_0^2$                |

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。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 深堀方式は、地下水のあるところ（常水面）まで掘り下げ、鉄板を埋設する方式である。

イ 放射状銅線埋設方式は、多数の導線を放射状に浅く埋設する方式である。

ウ 放射状銅線埋設方式は、広い設置場所が必要である。

エ カウンタポイズは、例えば、乾燥地や岩石などの土質で接地困難な場所などに、適当な高さに多数の導線を放射状に架設する方式である。

オ カウンタポイズは、架設導線を接地する。

B - 4次の記述は、太陽雑音と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、太陽表面の□アが放射する□イ、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、□エのころの数日間に□オのアンテナの主ビームが太陽に向かうときがあり、そのとき極端に太陽雑音が大きくなり、受信機の信号対雑音比 $(S/N)$ が低下することがある。

- |   |        |   |        |   |      |   |      |    |     |
|---|--------|---|--------|---|------|---|------|----|-----|
| 1 | 電波バースト | 2 | 夏至及び冬至 | 3 | 大気雑音 | 4 | プラズマ | 5  | 地球局 |
| 6 | 極冠じょう乱 | 7 | 春分及び秋分 | 8 | 熱雑音  | 9 | X線   | 10 | 固定局 |

B - 5 次の記述は、電波無反射室（電波暗室）で用いられる電波吸収体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) アンテナ特性を□アで測定すると、大地や周囲の構造物などからの反射波が直接波とともに受信されるため、測定結果に□イ影響を与える。

(2) 電波無反射室は、壁、天井及び床に電波吸収体を取り付け、□ウなどの不要な電波を減らし、良好な測定結果が得られるようにしている。電波吸収体は、電波がその表面に入射したとき、反射されずに内部へ十分に進入して□エされることが必要である。このため、誘電材料の粉末を均等に含んだ電波吸収体の場合、その表面は、□オにしている。

- |   |     |   |     |   |     |   |    |    |          |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|----|----|----------|
| 1 | 球面  | 2 | 直接波 | 3 | 吸収  | 4 | 悪い | 5  | 四角錐などの形状 |
| 6 | 反射波 | 7 | 良い  | 8 | 再放射 | 9 | 屋外 | 10 | 吸音室      |