

GB307

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

A－1 次の記述は、ポインティングベクトル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 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
- 2 大きさは、電界ベクトルと磁界ベクトルを二辺とする平行四辺形の面積に等しい。
- 3 電界ベクトルと磁界ベクトルのなす面に垂直で、電界ベクトルの方向から磁界ベクトルの方向に右ねじを回したときに、ねじの進む方向に向いている。
- 4 電界ベクトルと磁界ベクトルの内積である。
- 5 大きさは、自由空間における平面波の電力束密度を表す。

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
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、1〔mW〕を 0〔dBm〕、 $\log 2 = 0.3$ 、 $\log \quad = 0.5$ とする。

- 1 -35〔dBm〕
- 2 -30〔dBm〕
- 3 -27〔dBm〕
- 4 -16〔dBm〕
- 5 2〔dBm〕

A－3 次の記述は、アンテナ素子の太さが無視できる半波長ダイポール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) 入力インピーダンスの抵抗分は約 73〔〕、リアクタンス分は約 A である。
- (2) アンテナ素子の長さを変化させたときの抵抗分の変化量は、リアクタンス分の変化量より B 。
- (3) アンテナ素子の長さを半波長より少し C すると、リアクタンス分を零にすることができる。

- | | A | B | C |
|---|----------------------------|-----|----|
| 1 | 43〔 <input type="text"/> 〕 | 少ない | 短く |
| 2 | 43〔 <input type="text"/> 〕 | 多い | 長く |
| 3 | 23〔 <input type="text"/> 〕 | 少ない | 短く |
| 4 | 23〔 <input type="text"/> 〕 | 多い | 長く |
| 5 | 23〔 <input type="text"/> 〕 | 多い | 短く |

A－4 絶対利得が 13〔dB〕のアンテナの指向性利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射効率
を 0.8 とする。

- | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|
| 1 | 14〔dB〕 | 2 | 19〔dB〕 | 3 | 25〔dB〕 | 4 | 30〔dB〕 | 5 | 35〔dB〕 |
|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|

A－5 次の記述は、円形の開口面アンテナの利得とビームの電力半値幅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、開口面の直径は波長に比べて大きく、波長及び開口効率是一定であり、アンテナの損失はなく、開口面上の電磁界分布は一様であるものとする。

- (1) 利得は、開口面の直径が □ A □ ほど大きくなる。
 (2) ビームの電力半値幅は、放射特性の最大放射方向を中心として、電界強度がその最大値の □ B □ になる角度の幅であり、開口面の直径が大きいほど小さくなる。
 (3) 利得は、ビームの電力半値幅が小さいほど □ C □ なる。

	A	B	C
1	小さい	$1/\sqrt{2}$	大きく
2	小さい	$1/2$	小さく
3	大きい	$1/\sqrt{2}$	大きく
4	大きい	$1/2$	小さく
5	大きい	$1/2$	大きく

A－6 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 分布定数回路の伝搬定数の実数部をいう。
 2 高周波では、減衰定数の誘電損を表す項は、周波数に反比例する。
 3 高周波では、減衰定数の抵抗損を表す項は、周波数の平方根に比例する。
 4 高周波では、減衰定数は線路の特性インピーダンスによって変化する。
 5 減衰定数が無視できるとき、その線路は無損失線路として取り扱うことができる。

A－7 方形導波管で周波数が 10〔GHz〕、管内波長が 4〔cm〕であるとき、位相速度 V_p と群速度 V_g の値の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、TE₁₀ モードとする。

	V_p	V_g
1	4.00×10^8 〔m/s〕	2.25×10^8 〔m/s〕
2	4.00×10^8 〔m/s〕	3.00×10^7 〔m/s〕
3	2.25×10^9 〔m/s〕	4.00×10^7 〔m/s〕
4	2.50×10^8 〔m/s〕	7.50×10^9 〔m/s〕
5	7.50×10^7 〔m/s〕	2.25×10^9 〔m/s〕

A－8 次の記述は、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。

- (1) 接地した導体基板の上に大きな比誘電率を持つ誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さが極めて薄い □ A □ を密着させたものである。導波管及び同軸線路に比べて非常に小形、軽量であり、マイクロ波の伝送線路としても使用される。
 (2) 一種の □ B □ 線路であるから、外部雑音が混入するおそれがある。また、誘電体基板の比誘電率を十分 □ C □ 選べば、放射損は非常に小さくなる。

	A	B	C
1	導体	開放	大きく
2	導体	密閉	小さく
3	導体	開放	小さく
4	絶縁体	密閉	小さく
5	絶縁体	開放	大きく

A-9 図に示すように、特性インピーダンスが Z_0 [] の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 [F] 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。

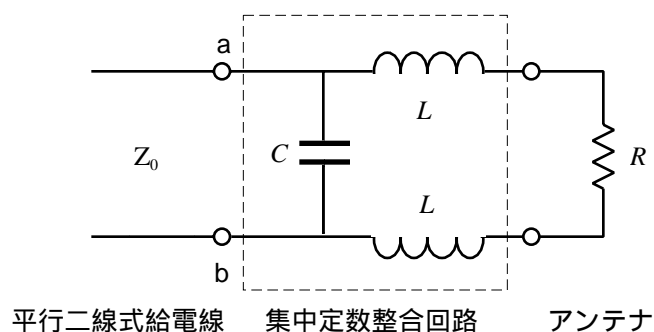
$$C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{Z_0^2 - R}$$

$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{2}}$$

3 $C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$

4 $C = 2\omega Z_0 \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$

5 $C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$



A-10 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 [] とする。

- 1 150 [] 2 250 [] 3 300 [] 4 350 [] 5 400 []

A-11 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。

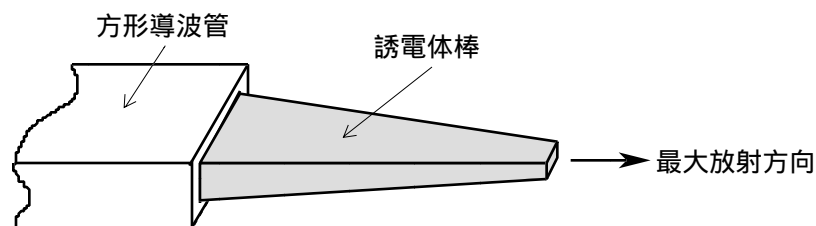
- (1) 最大感度の方向は、到来電波の方向がループ面に [A] ときである。
 (2) 実効高は、ループの面積と巻数の積に [B] する。
 (3) 水平面内の指向性は、 [C] である。

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

A-12 次の記述は、図に示す誘電体棒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) 比誘電率が ϵ_r の誘電体中の電波の速度が自由空間中の電波の速度の [A] 倍になることを利用したマイクロ波のアンテナである。
 (2) 方形導波管の先端に適切な長さの誘電体棒を取り付けると、その中を進んだ電波の位相と、誘電体の外を進んだ電波の位相を伝搬方向に [B] な面上で等しくすることができる。
 (3) 指向性は [C] で、導波管だけの場合よりビームが鋭くなり、利得も大きくなる。

	A	B	C
1	$\frac{1}{\epsilon_r}$	平行	双方向性
2	$\frac{1}{\epsilon_r}$	直角	単一指向性
3	$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$	直角	単一指向性
4	$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$	平行	双方向性
5	$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$	直角	双方向性



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、地上通信回線の電波による干渉や大地からの熱雑音の影響を□C□。

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

A-14 送受信点間の距離が 100 [km] のとき、周波数 75 [MHz] の電波の自由空間基本伝送損 (真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 9.9×10^7 2 2.5×10^8 3 3.1×10^9 4 9.9×10^{10} 5 2.5×10^{11}

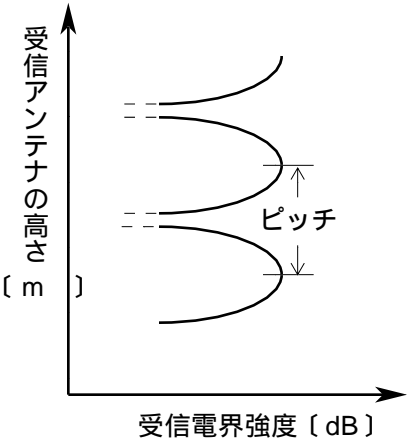
A-15 次の記述は、電波の伝搬形式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 地表波は、周波数が□A□ほど、また、大地の導電率が高い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	短波 (HF)	超短波 (VHF)
2	高い	短波 (HF)	極超短波 (UHF)
3	高い	超短波 (VHF)	極超短波 (UHF)
4	低い	短波 (HF)	超短波 (VHF)
5	低い	超短波 (VHF)	極超短波 (UHF)

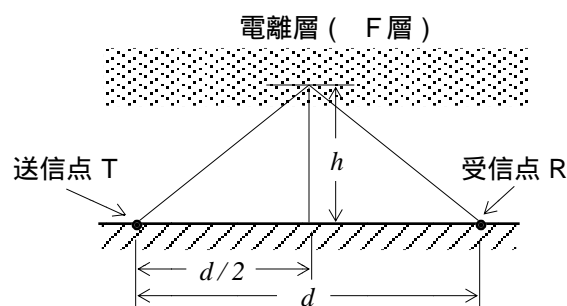
A-16 超短波 (VHF)帯の電波伝搬において、送信アンテナの高さ、送信周波数、送信電力及び通信距離の条件を一定にして、受信アンテナの高さを変化させて、電界強度を測定すると、図に示すハイトパターンが得られる。この現象に関する記述として、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体平面で、反射係数を - 1とする。

- 1 見通し距離内の電波伝搬における受信電界強度は、直接波と大地反射波の合成によって生ずる。
- 2 大地反射波の位相は、直接波の位相より、通路差による位相差と反射の際に生ずる位相差との和の分だけ遅れる。
- 3 大地反射波と直接波の電界強度の大きさを同じとすれば、両者の位相が同位相のときは受信電界強度が極大になり、逆位相のときは零となる。
- 4 受信電界強度が周期的に変化するピッチは、周波数が低くなるほど、広くなる。
- 5 受信電界強度の極大値は、受信地点の自由空間電界強度のほぼ 4 倍となる。



A-17 図に示す電離層伝搬で、電離層（F 層）の臨界周波数が 6〔MHz〕のとき、8〔MHz〕の電波で通信するときの跳躍距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は水平な平面であり、電離層は大地に平行であるものとする。また、F 層の見掛けの高さ h は 300〔km〕で、F 層の電子密度を一定とし、 $\sqrt{f} = 2.65$ とする。

- 1 265〔km〕
- 2 530〔km〕
- 3 620〔km〕
- 4 1,060〔km〕
- 5 1,590〔km〕



A-18 次の記述は、図に示す電界強度測定器を用いて短波（HF）帯の電波の電界強度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、ループアンテナ及びアンテナ回路（給電線を含む）は校正されており、ループアンテナの大きさは波長に比べて十分小さく、アンテナ回路の損失は無視するものとする。また、ループアンテナの実効高は 1〔m〕を、測定する電波の電界強度は 1〔V/m〕を、受信機の入力電圧及び出力計の電圧は 1〔V〕をそれぞれ 0〔dB〕とし、減衰器の読みは正とする。

- (1) スイッチ SW を a 側に接続して、受信機を測定する電波の周波数に同調させた後、ループアンテナを最高感度の方角に向けて固定する。次に受信機の減衰器を調節して出力計の振れを適当な値 V_0 〔dB〕にする。このときの減衰器の読みを D_1 〔dB〕、測定する電波の電界強度を E_x 〔dB〕、受信機の利得を G_r 〔dB〕及びループアンテナの実効高を H_e 〔dB〕とすれば、 V_0 は、次式で表される。

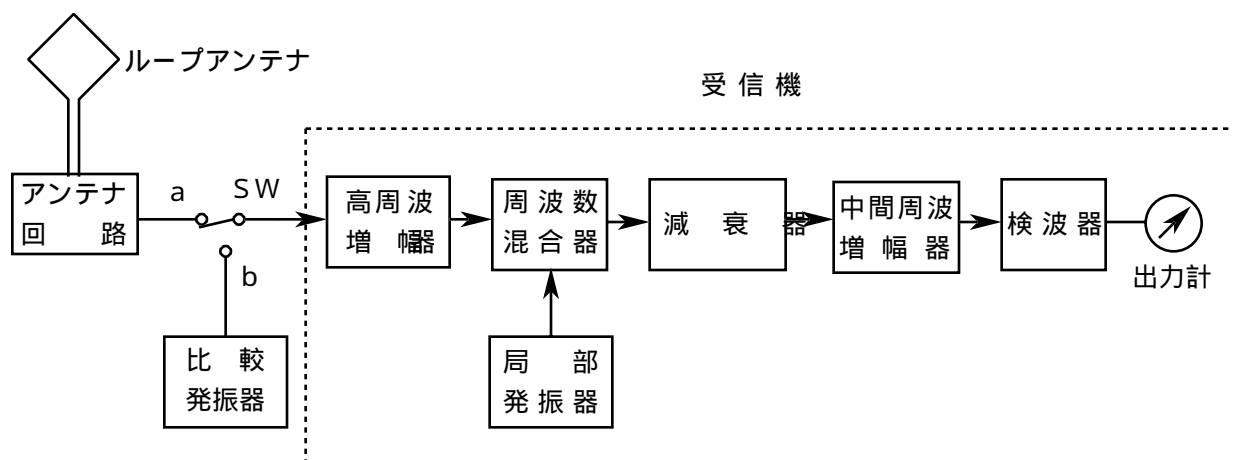
$$V_0 = E_x + H_e + \text{□ A} \text{〔dB〕} \dots\dots$$

- (2) スイッチ SW を b 側に接続して、比較発振器の周波数を測定する電波の周波数に合わせ、減衰器を調節して出力計の振れが V_0 〔dB〕になるようにする。このときの減衰器の読みを D_2 〔dB〕、比較発振器の出力電圧を V_s 〔dB〕とすれば、 V_0 は、次式で表される。

$$V_0 = V_s + \text{□ B} \text{〔dB〕} \dots\dots$$

- (3) 式 及び より、 E_x は、次式から計算できる。

$$E_x = V_s - H_e + \text{□ C} \text{〔dB〕}$$

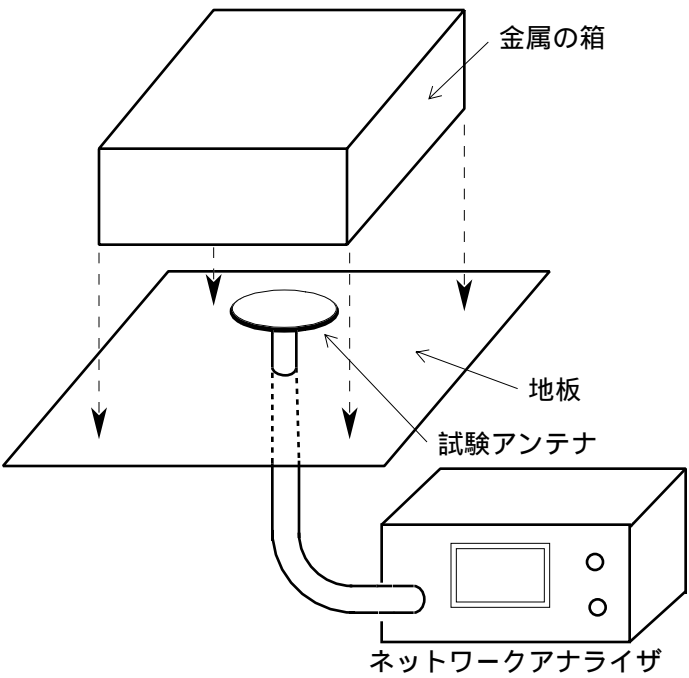


- | | A | B | C |
|---|-------------|-------------|-------------|
| 1 | $G_r + D_1$ | $G_r + D_2$ | $D_1 - D_2$ |
| 2 | $G_r + D_1$ | $G_r - D_2$ | $D_2 - D_1$ |
| 3 | $G_r - D_1$ | $G_r - D_2$ | $D_2 - D_1$ |
| 4 | $G_r - D_1$ | $G_r + D_2$ | $D_2 - D_1$ |
| 5 | $G_r - D_1$ | $G_r - D_2$ | $D_1 - D_2$ |

A-19 次の記述は、小型アンテナの放射効率を測定する Wheeler cap（ウィラ - ・ キャップ）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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、地板の上に置いた試験アンテナに、アンテナ電流の分布を乱さないよう適当な形及び大きさの金属の箱をかぶせて隙間がないように密閉し、試験アンテナの入力インピーダンスの □ A □ を測定する。この値は、アンテナからの放射がないので、アンテナの □ B □ とみなせる。
- (2) 次に金属の箱を取り除いて、同様に、試験アンテナの入力インピーダンスの □ A □ を測定する。この値はアンテナの □ B □ と □ C □ の和である。
- (3) 放射効率は、(1)と(2)の測定値の差から求められる □ C □ を(2)で測定した □ A □ で割った値で表される。

A	B	C
1 実数部	導体抵抗	損失抵抗
2 実数部	損失抵抗	放射抵抗
3 虚数部	損失抵抗	導体抵抗
4 虚数部	導体抵抗	損失抵抗
5 虚数部	損失抵抗	放射抵抗



A-20 次の記述は、アンテナの特性の測定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) アンテナの近傍界測定法は、アンテナの近傍の電磁界の分布を測定し、その測定値から計算により、遠方における □ A □ 電磁界の分布を測定したものと等価であるとして、アンテナの特性を求めるものである。
- (2) 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特性を測定するために、放射する電波の □ B □ が既知の電波星を用いることがある。
- (3) 航空機などに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、アンテナの実際の使用周波数より □ C □ 。

A	B	C
1 誘導	偏波	高い
2 誘導	偏波	低い
3 放射	強度	低い
4 放射	偏波	低い
5 放射	強度	高い

B-1 次の記述は、平行二線式給電線と小電力用同軸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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 平行二線式給電線は、平衡形の給電線であり、零電位は2本の導線の □ ア □ にある。特性インピーダンスは、導線の太さが細いほど、また、導線の間隔が □ イ □ ほど大きい。裸導線の場合、線路波長は □ ウ □ の波長とほぼ同じである。
- (2) 小電力用同軸給電線は、不平衡形の給電線であり、通常、零電位は □ エ □ 導体にある。特性インピーダンスは、内部導体の外径に対する外部導体の内径の比が大きいほど □ オ □ 、一般に、線路波長は □ ウ □ の波長より短い。

1 二等分面上	2 広い	3 方形導波管内	4 内部	5 小さく
6 一方の導線上	7 狭い	8 自由空間中	9 外部	10 大きく

B－2 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。

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

(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。

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

(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 と自由空間の固有インピーダンスから、次式で与えられる。

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

(5) 式、 $\dots\dots$ 、 $\dots\dots$ 、 $\dots\dots$ より、 A_e は次式で表される。

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

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

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

B－3 次の記述は、基本的な八木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。ただし、波長を λ [m] とする。

(1) 放射器として半波長ダイポールアンテナ又は □ア が用いられ、反射器は 1 本、導波器は利得を上げるために複数本用いられることが多い。

(2) 三素子のときには、素子の長さは、反射器が最も長く、 □イ が最も短い。

(3) 放射器と反射器の間隔を □ウ [m] 程度にして用いる。

(4) 素子の太さを太くすると、帯域幅がやや □エ なる。

(5) 放射される電波が水平偏波のとき、水平面内の指向性は □オ である。

1 折返し半波長ダイポールアンテナ	2 導波器	3 $\lambda/2$	4 狭く	5 単一指向性
6 水平ビームアンテナ	7 放射器	8 $\lambda/4$	9 広く	10 全方向性

B－4 次の記述は、超短波(VHF)帯及び極超短波(UHF)帯の電波の見通し外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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 電波は、障害物があると □ア によりその裏側にも回り込んで伝搬する。そのために球面大地上の見通し外伝搬において、伝搬路の途中に □イ がある場合、それがない場合に比べて □ア により受信電界強度が上がることもある。

(2) 大気は乱流により絶えず変動しているため、 □ウ が周囲とは違った領域が生じている。この領域で電波が散乱され、見通し外にも伝搬する。この現象を利用する対流圏散乱通信において受信される電波は、多くの散乱体によって散乱されて到来した振幅及び □エ が異なる多くの波の合成波であるので、 □オ フェージングを生ずる。

1 反射	2 河川	3 屈折率	4 位相	5 レイリー
6 回折	7 山岳	8 導電率	9 周期	10 ダクト形

B－5 次の記述は、電波暗室について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

ア 電波暗室内の壁面や天井及び床に電波吸収体を張り付けて自由空間とほぼ同等の空間を実現したもので、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。

イ 電波暗室には、電磁的なシールドは施されていない。

ウ 電波吸収体は、使用周波数に適した材質、形状のものを用いる。

エ 電波暗室内で、測定するアンテナを設置する場所をフレネルゾーンといい、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されている。

オ 電波暗室の性能は壁面や天井及び床などからの反射電力の大小で評価され、評価法にはアンテナパターン比較法や空間定在波法などがある。