

XB409

第一級海上無線通信士「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 自由空間において、微小ダイポールに電力 5 [W] を給電して電波を放射した。このときの最大放射方向の距離 25 [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。ただし、電波は平面波とする。

- 1 0.6 [mV/m]
- 2 0.8 [mV/m]
- 3 1.0 [mV/m]
- 4 1.2 [mV/m]
- 5 1.4 [mV/m]

A - 2 自由空間において、相対利得 10 [dB]、アンテナ効率 75 [%] の送信アンテナから電波を放射したとき、最大放射方向へ 20 [km] 離れた点における電界強度が 10 [mV/m] であった。送信アンテナへの供給電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 80 [W]
- 2 160 [W]
- 3 40 [W]
- 4 70 [W]
- 5 200 [W]

A - 3 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) 相対利得は、一般に、基準アンテナとして □ A □ アンテナを用いて表される。
- (2) 同じアンテナの相対利得と絶対利得を比べると、相対利得の方が □ B □ 。
- (3) 有能利得を G_0 [dB]、反射損(不整合損)を L [dB] とすると、動作利得 G [dB] は、□ C □ [dB] である。

	A	B	C
1	角錐ホーン	大きい	$G_0 - L$
2	角錐ホーン	小さい	$G_0 + L$
3	角錐ホーン	大きい	$G_0 + L$
4	半波長ダイポール	大きい	$G_0 + L$
5	半波長ダイポール	小さい	$G_0 - L$

A - 4 自由空間において、周波数 150 [MHz] で使用している線状アンテナの放射抵抗が 97.5 []、相対利得が 1.5 (真数) であるとき、このアンテナの実効長の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 35 [cm]
- 2 50 [cm]
- 3 65 [cm]
- 4 75 [cm]
- 5 90 [cm]

A - 5 アンテナに接続された無損失給電線上の反射損(不整合損) が 1.125 (真数) であるとき、電圧反射係数の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.33
- 2 0.40
- 3 0.55
- 4 0.63
- 5 0.75

A - 6 次の記述は、終端が短絡又は開放された無損失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) 入力端から見たインピーダンスは、給電線が 1/4 波長未満の長さのとき、終端が短絡されている場合は□ A 開放されている場合は□ B であり、その大きさは、給電線の□ C によって変わる。
 (2) 終端を短絡した給電線は、給電回路の整合に用いられ、これを□ D 又はスタブと呼ぶ。

	A	B	C	D
1	誘導性	容量性	長さ	balan
2	誘導性	容量性	長さ	trap
3	誘導性	容量性	定在波比	balan
4	容量性	誘導性	定在波比	trap
5	容量性	誘導性	長さ	balan

A - 7 次の記述は、図1に示すように、コイルとコンデンサを用いて無損失給電線と純抵抗負荷を整合させるための条件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、無損失給電線の特性インピーダンスを Z_0 []、純抵抗負荷を R []、コイルのインダクタンスを L [H]、コンデンサの静電容量を C [F] 及び角周波数を ω [rad/s] とし、 $Z_0 > R$ とする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 図2に示す等価回路において、端子 ab から給電線側を見たインピーダンス[]は、次式で表される。

$$Z = j\omega L + \frac{Z_0}{1 + j\omega CZ_0} \quad [] \dots\dots$$

(2) 給電線の特性インピーダンスと負荷とを整合させるためには、 L 及び C の値を適当に選んで、 $Z = \square A$ とすればよいかから、式を用いて次式のように表される。

$$\square A = j\omega L + \frac{Z_0}{1 + j\omega CZ_0} \dots\dots$$

式 の両辺に、 $(1 + j\omega CZ_0)$ を掛けた式の左辺と右辺の□ B を等しいと置くと、次式が得られる。

$$Z_0(1 - \omega^2 LC) = R \dots\dots$$

また、左辺と右辺の□ C を等しいと置くと、次式が得られる。

$$L = CRZ_0 \dots\dots$$

(3) 式 と から、整合条件は、次式となる。

$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \times \square D \quad [F]$$

$$L = \frac{R}{\omega} \times \square D \quad [H]$$

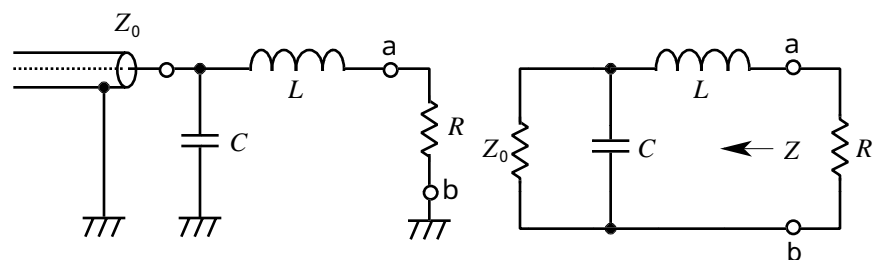


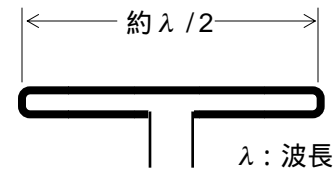
図1

図2

	A	B	C	D
1	Z_0	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
2	Z_0	虚数部	実数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
3	R	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
4	R	虚数部	実数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
5	R	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$

A - 8次の記述は、図に示す折返しダイポー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) 半波長ダイポールアンテナと比べると、入力インピーダンスは、約□Aとなるが、□B及び指向性は変わらない。
 (2) 八木アンテナの□Cとして多用されている。



	A	B	C
	4倍	利得	放射器
	4倍	実効長	導波器
3	2倍	利得	放射器
	2倍	実効長	導波器
	2倍	実効長	放射器

A - 9次の記述は、パラボラ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。

金属板や金網等でできた回転放物面反射鏡の焦点に置かれた電磁ホーンなどの一次放射器から放射された球面波を回転放物面反射鏡で反射させ、平面波に変換して放射する。

利得は、反射鏡の開口面積に比例し、使用波長に反比例する。

指向性は、最大放射方向が回転放物面の回転軸に一致し、開口方向に向く単一指向性である。

指向性パターンの半値幅は、開口直径に反比例し、使用波長に比例する。

高利得で前後比の優れた放射特性を得ることができる。

A - 10 次の記述は、扇形ホー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 方形導波管の終端を開放し、その一対の管壁の幅を徐々に広げて所定の大きさにしたものである。
- 2 H面扇形ホーンとE面扇形ホーンがある。
- 3 ホーンの長さを一定にしたまま、ホーンの開き角を大きくすればするほど利得は大きくなる。
- 4 開口面積を一定にしたまま、ホーンの長さを長くすると利得が変わる。
- 5 放射される電波は、開口面上で球面波である。

A - 11 次の記述は、超短波（VHF）帯又は極超短波（UHF）帯の電波の電界強度を測定する場合の一般的注意事項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 測定用アンテナとして半波長ダイポールアンテナを用いる場合、その素子の長さを測定周波数ごとに決められている長さに合わせる。
- 2 測定用アンテナは、測定の目的に応じた高さか、指定された高さに設定する。
- 3 測定用アンテナは、測定電波の偏波に合わせて設置し、指向性の最大方向で測定する。
- 4 測定器の受信レベルや受信帯域等の測定範囲の限界付近で測定する方が、その範囲の中央付近で測定するよりも測定誤差の変動が少ないので望ましい。
- 5 測定器等の配置や測定者による影響がないようにする。

A - 12 次の記述は、極超短波（UHF）用受信アンテナの水平面内の指向性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。

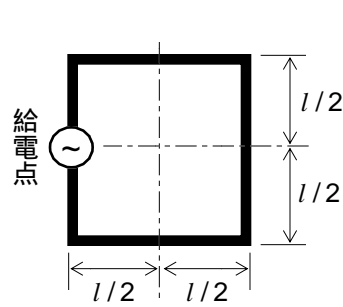
- (1) 被測定アンテナを回転させて測定する場合、発射された電波の到来波が□Aとみなせるまで送受信点間の距離を離し、被測定アンテナを全方向に回転させながら受信して、その回転角に対応する電界の強さを測定する。
 (2) 大地反射波の影響を小さくするために、大地の反射点に□Bなどで作られた□Cを設ける方法などがとられる。

A	B	C
球面波	電波吸収体	回折板
球面波	アクリル板	反射防止板
平面波	電波吸収体	回折板
平面波	電波吸収体	反射防止板
平面波	アクリル板	回折板

A - 13 次の記述は、アンテナの入力インピーダンス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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 不平衡系のネットワークアナライザで □ A □ アンテナのような平衡給電のアンテナのインピーダンスを測定する場合、付属の不平衡ケーブルで直接接続するとアンテナ上で電流の不平衡が生じ、ケーブルに不平衡電流が流れて誤差を生ずる。この解決方法の一つとして、□ B □ 法がある。
- (2) 図 1 に示すような給電点で対称な構造を持つ方形ループアンテナの場合には、図 2 に示すように、方形ループアンテナの縦方向の長さ l [m] の上半分 ($l/2$) を地板の上に設置すれば、地板の □ B □ 効果を利用してアンテナの入力インピーダンスが測定できる。この場合に測定されるインピーダンスは、自由空間に方形ループアンテナがある場合の測定値の □ C □ 倍になる。ただし、地板の半径は、測定するアンテナの l より少なくとも 2 波長以上大きいものとする。

A	B	C
1 J 形	反射	2
2 J 形	反射	1/2
3 半波長ダイポール	イメージ(影像)	2
4 半波長ダイポール	イメージ(影像)	1/2
5 半波長ダイポール	反射	2



方形ループアンテナ

図 1

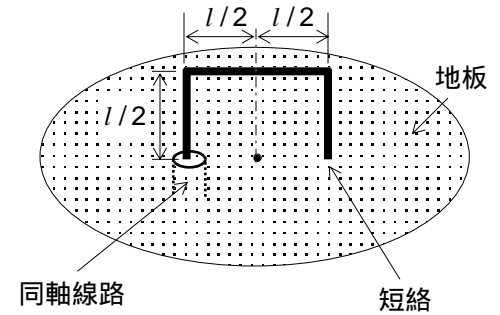


図 2

A - 14 次の記述は、地上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) 大地面に沿って伝搬する地表波を通信に用いるには、大地の影響による減衰が少ない □ A □ が有効である。
- (2) 大地の状態が同じ場合には、周波数の □ B □ 電波の方が遠方に伝搬しやすい。
- (3) 伝搬路上に山岳がある場合、山岳の背後には、地表波、山岳による □ C □ 波などからなる電波が到達する。

A	B	C
1 垂直偏波	低い	回折
2 垂直偏波	高い	散乱
3 垂直偏波	高い	回折
4 水平偏波	低い	回折
5 水平偏波	高い	散乱

A - 15 短波 (HF) 帯の F 層 2 回反射伝搬において、第一種減衰及び第二種減衰をそれぞれ 8 [dB] 及び 3 [dB] 受大地反ける減衰を 4 [dB] としたとき、伝搬通路全体の減衰の値として、正し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 33 [dB]
- 2 42 [dB]
- 3 48 [dB]
- 4 53 [dB]
- 5 60 [dB]

A - 16 次の記述は、マイクロ波 (SHF) 帯やミリ波 (EHF) 帯の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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 晴天時の大気ガスによる電波の共鳴吸収は、主に酸素及び水蒸気分子によるものであり、100 [GHz] 以下の周波数では、□ A □ GHz] 付近に水蒸気分子の共鳴周波数が、60 [GHz] 付近に酸素分子の共鳴周波数がある。
- (2) 降雨による減衰は、雨滴による □ B □ と散乱で生じ、10 [GHz] 以上で顕著になる。
- (3) 互いに直交する偏波を用いる多重通信では、降雨時に □ C □ が原因となる両偏波間の結合が生じ、混信を生ずることがある。

A	B	C
1 22	反射	降雨の強弱
2 22	吸収	雨滴の形状
3 42	吸収	降雨の強弱
4 42	吸収	雨滴の形状
5 42	反射	降雨の強弱

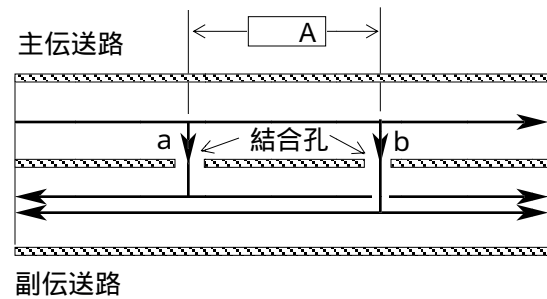
A - 17 周波数 30 [MHz] の電波を半波長ダイポールアンテナで受信したとき、受信機入力端子における最大電圧が 30 [mV] であった。このときの受信した電波の電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、半波長ダイポールアンテナと受信機入力回路は整合しているものとする。

- 1 7 [mV/m]
- 2 10 [mV/m]
- 3 14 [mV/m]
- 4 19 [mV/m]
- 5 25 [mV/m]

A - 18 次の記述は、図に示す 2 結合孔方向性結合器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、導波管の管内波長を λ_g [m] とする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 2 本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に □ A の間隔で 2 個の結合孔 a 及び b を開けたものである。導波管の一方が主伝送路で、もう一方が副伝送路として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、副伝送路の特定の方向に進行させるものである。
- (2) 各伝送路が無反射終端器で終端されている場合、端子 から入力された電磁波は、その一部が結合孔 a 及び b を通って、それぞれ端子 及び へ等分される。 から へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。一方、 から へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離との経路差による □ B [rad] の位相差を持つため、互いに □ C 。

	A	B	C
1	$\lambda_g / 8$	/2	加わり合う
2	$\lambda_g / 8$		打ち消し合う
3	$\lambda_g / 4$		打ち消し合う
4	$\lambda_g / 4$		加わり合う
5	$\lambda_g / 4$	/2	打ち消し合う



A - 19 次の記述は、逆 L 形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) 固有波長は、垂直部の高さと同じ高さの垂直接地アンテナより □ A 。
- (2) 実効高は、垂直部の高さと同じ高さの垂直接地アンテナより □ B 。
- (3) 水平面内の指向性は、垂直部が水平部より十分長い場合、ほぼ □ C である。

	A	B	C
1	長い	高い	全方向性
2	長い	低い	8 字形特性
3	短い	低い	全方向性
4	短い	低い	8 字形特性
5	短い	高い	全方向性

A - 20 次の記述は、最低使用可能周波数 (LUF) と最高使用可能周波数 (MUF) 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 LUF は、正割法則で計算される。
- 2 LUF は、電離層における減衰が増加すると低くなる。
- 3 MUF は、F 層にはあるが E 層にはない。
- 4 MUF は、電波の電離層への入射角と臨界周波数によって決まる。
- 5 MUF は、送信電力を増加すると高くなる。

B - 1 次の記述は、アンテナの放射電力と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を下の番号から選べ。ただし、アンテナに損失はないものとする。

(1) アンテナから放射された電波が、アンテナを中心にして、波長及びアンテナの寸法に比べて十分大きい半径の球面を通過するときの電力の流れは、球面に□アで外に向かっており、その電力束密度 p [W/m²] は、電界強度を E [V/m] 及び自由空間の固有インピーダンスを Z_0 [] とすれば、□イ [W/m²] であり、アンテナから放射される全電力 P [W] は、 p を球面全体について□ウして得られる。

(2) アンテナから電波が放射される現象は、給電点に電流 I [A] が流れて全電力 P [W] が□エによって消費されるから、アンテナの代わりに負荷抵抗 R [] に電流 I [A] が流れて全電力 P [W] が消費されたことと等価である。この抵抗を放射抵抗といい、直接、測定□オ量である。

- | | | | | |
|------|-------------|------|------|--------|
| 1 平行 | 2 E^2/Z_0 | 3 微分 | 4 吸収 | 5 できない |
| 6 垂直 | 7 E/Z_0 | 8 積分 | 9 放射 | 10 できる |

B - 2 次の記述は、各種の給電線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 平行二線式給電線は、太さの等しい導線を一定間隔で平行に配置した平衡形の給電線であり、同軸ケーブルに比べて雨風や近接物体などの外部からの影響を受けやすい。

イ 平行二線式給電線の特性インピーダンスの大きさは、導線の直径が大きいほど、また、導線間の間隔が狭いほど大きくなる。

ウ 同軸ケーブルの特性インピーダンスは、一般に平行二線式給電線の特性インピーダンスより小さい。

エ 同軸ケーブルによって伝送される電磁波は、主に TE 波と TM 波である。

オ 導波管は、その管軸に直角な断面が長方形や円形などの導体の管であり、電磁波は、導波管の内部に閉じ込められて伝送され、導波管とその外部との間の電磁的結合はほとんどない。

B - 3 次の記述は、装荷ダイポー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) 装荷ダイポールアンテナは、アンテナ上の最適な位置にインピーダンスなどを装荷したもので、アンテナ上の□アを制御して、所要のアンテナ特性を得るために用いられる。装荷する位置が給電点に近いときには、底辺装荷と呼ばれ、アンテナの先端に近いときには、□イと呼ばれる。

(2) 装荷の種類には、抵抗を装荷してダイポールアンテナの□ウをとるもの、インダクタンスを装荷して長さが $1/2$ 波長よりも□エため、容量性になっているダイポールアンテナを共振させて整合をとるもの、□オを装荷してダイポールアンテナを小形化するものなどがある。

- | | | | | |
|--------|--------|---------|------|-----------|
| 1 電流分布 | 2 頂点装荷 | 3 高効率整合 | 4 長い | 5 キャパシタンス |
| 6 位相分布 | 7 中央装荷 | 8 広帯域整合 | 9 短い | 10 ダイオード |

B - 4 次の記述は、アンテナ利得の測定におけるそれぞれの周波数帯に応じた利得の表し方や用いられるアンテナなど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) 一般に、超短波 (VHF) 帯の相対利得は、損失のない□アアンテナに対する利得で表され、マイクロ波帯における絶対利得は、□イアンテナに対する利得で表される。また、アンテナに損失がある場合、アンテナの絶対利得 (真数) は、アンテナの指向性で決まる指向性利得に□ウを掛けたもので表される。

(2) 通常、測定には、送信アンテナ、標準アンテナ、受信装置のほか校正された□エなどが必要である。一般に、標準アンテナには、超短波 (VHF) 帯及び極超短波 (UHF) □エ帯では□オアンテナが用いられている。

- | | | | | |
|------------|-----------|--------|-----------|----------|
| 1 半波長ダイポール | 2 等方性 | 3 放射効率 | 4 可変コンデンサ | 5 モノポール |
| 6 ブラウン | 7 微小ダイポール | 8 反射損 | 9 可変減衰器 | 10 角錐ホーン |

B - 5 次の記述は、中波(MF)帯、短波(HF)帯及び超短波(VHF)帯の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) MF 帯では、比較的近距离においては主に 伝搬であり、遠距離では主に E 層反射の電離層伝搬である。日中は D 層での が非常に大きくなり、電離層反射波はほとんどない。
- (2) HF 帯では、主に電離層伝搬であり、電離層の電子密度と電波の発射角などにより、使用できる周波数と伝搬距離が決まる。電離層の電子密度は や時刻、太陽活動などにより影響を受けて変わる。
- (3) VHF 帯では、主に直接波による伝搬であり、これに大地反射波が加わる。この周波数帯では、通常、電離層反射波はないが、夏季に が発生すると、この周波数帯の の周波数の電波がこの層で反射され、遠距離まで伝搬することがある。

- | | | | | |
|-------|------|------|--------------------|--------|
| 1 地表波 | 2 反射 | 3 気温 | 4 F 層 | 5 低い方 |
| 6 回折波 | 7 減衰 | 8 季節 | 9 スポラジック E 層(Es) | 10 高い方 |