

XB709

第一級海上無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 自由空間内の電波の電界強度が 2 [mV/m] のときの電力密度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 $1.1 \times 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 2 $2.1 \times 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 3 $1.1 \times 10^{-7} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 4 $2.1 \times 10^{-7} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 5 $1.1 \times 10^{-6} \text{ [W/m}^2\text{]}$

A - 2周波数 20 [MHz] の電波を半波長ダイポールアンテナ A_d で受信したとき、受信機入力端子における最大電圧が 45 [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、 A_d と受信入力回路は整合しているものとする。

- 1 7 [mV/m]
- 2 9 [mV/m]
- 3 13 [mV/m]
- 4 19 [mV/m]
- 5 38 [mV/m]

A - 次の記述は、自由空間を伝搬する電波の偏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 電界の向きと電波の伝搬方向が作る偏波面が、時間及び場所によらず一定の場合を直線偏波という。
直線偏波のうち、偏波面が大地に平行な場合を水平偏波という。
- 3 直線偏波のうち、偏波面が大地に直角な場合を垂直偏波という。
- 4 互いに直交する、位相差が $\pi/2 \text{ [rad]}$ で振幅が異なる2つの電界成分を合成すると、だ円偏波が得られる。
- 5 互いに直交する、位相差が $\pi \text{ [rad]}$ で振幅が同じ2つの電界成分を合成すると、円偏波が得られる。

A - 次の記述は、 $1/4$ 波長垂直接地アンテナの受信有能電力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、アンテナと受信入力回路は整合しているものとする。

(1) 実効高 h_e は、波長を $\lambda \text{ [m]}$ とすれば、次式で表される。

$$h_e = \text{[A]} \text{ [m]} \dots$$

(2) 電界強度が $E \text{ [V/m]}$ の電波を受信したとき、アンテナに誘起される電圧 V は、次式で表される。

$$V = \text{[B]} \text{ [V]} \dots$$

(3) 受信有能電力 P は、放射抵抗を $R_r \text{ []}$ とすれば、次式で表される。

$$P = \text{[C]} \text{ [W]} \dots$$

式 (1) を代入すれば、 P は次式で表される。

$$P = \text{[D]} \text{ [W]}$$

	A	B	C	D
1	$\frac{\lambda}{2\pi}$	$\frac{E}{h_e}$	$\frac{V^2}{2R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{2R_r}$
2	$\frac{\lambda}{2\pi}$	Eh_e	$\frac{V^2}{4R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{4R_r}$
3	$\frac{\lambda}{2\pi}$	Eh_e	$\frac{V^2}{2R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{2R_r}$
4	$\frac{\lambda}{\pi}$	$\frac{E}{h_e}$	$\frac{V^2}{4R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{4R_r}$
5	$\frac{\lambda}{\pi}$	Eh_e	$\frac{V^2}{2R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{4R_r}$

A - 5次の記述は、導波管の伝送モードについて述べたものである。誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 TEモードは、エネルギーの伝搬方向に磁界成分があるが、電界成分は無い。
- 2 方形導波管の伝送モードは、TEモードのみである。
- 3 導波管の伝送モードには、 TM_{00} モードと TE_{00} モードは存在しない。
- 4 方形導波管の基本伝送モードは、 TE_{10} モードである。
- 5 基本伝送モードは、他の伝送モードに比べて最も管内波長の長い電波を伝送することができる。

A - 6次の記述は、給電線路の伝搬定数と特性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。ただし、給電線の単位長さ当りのインダクタンスを L 〔H/m〕、静電容量を C 〔F/m〕、抵抗を R 〔 Ω /m〕、コンダクタンスを G 〔S/m〕及び角周波数を ω 〔rad/s〕とする。

(1) 特性インピーダンス Z_0 は、次式で表される。

$$Z_0 = \square A \text{ []}$$

(2) 伝搬定数 γ は、次式で表される。

$$\gamma = \square B \text{ [Np/m]}$$

無損失線路では、位相定数 β は、次式で表される。

$$\beta = \square C \text{ [rad/m]}$$

	A	B	C
1	$\sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}$	$\sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$	$\omega\sqrt{LC}$
2	$\sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}$	$\sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$	$\omega\sqrt{\frac{L}{C}}$
3	$\sqrt{\frac{G+j\omega C}{R+j\omega L}}$	$\sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$	$\omega\sqrt{LC}$
4	$\sqrt{\frac{G+j\omega C}{R+j\omega L}}$	$\sqrt{(R-j\omega L)(G-j\omega C)}$	$\omega\sqrt{\frac{L}{C}}$
5	$\sqrt{\frac{G+j\omega C}{R+j\omega L}}$	$\sqrt{(R-j\omega L)(G-j\omega C)}$	$\omega\sqrt{LC}$

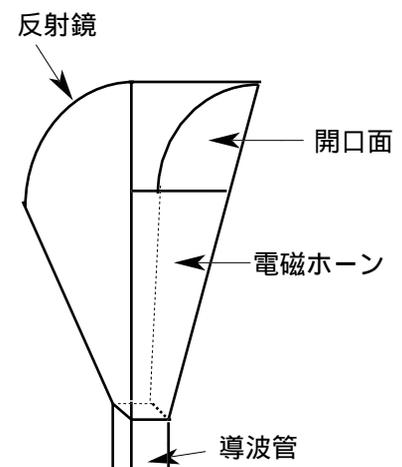
A - 7次の記述は、特性インピーダンスが 75 〔 Ω 〕の無損失の給電線の受端に純抵抗を接続したとき、電圧反射係数が 0.6 であった。接続した純抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 125 〔 Ω 〕
- 2 250 〔 Ω 〕
- 3 300 〔 Ω 〕
- 4 400 〔 Ω 〕
- 5 600 〔 Ω 〕

A - 8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□Aの一部を使った反射鏡から構成されたアンテナである。
- (2) 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、□Bとなって開口面から外部へ放射される。
- (3) アンテナ後方への放射が少なく、□C、かつ高利得である。

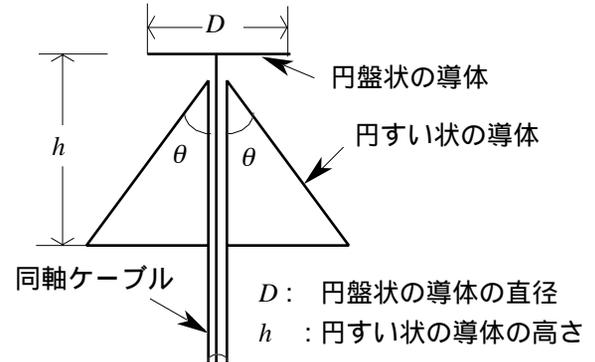
	A	B	C
1	双曲面	球面波	低雑音で
2	双曲面	平面波	低雑音で
3	双曲面	球面波	ビーム幅が広く
4	回転放物面	平面波	低雑音で
5	回転放物面	球面波	ビーム幅が広く



A - 9 次の記述は、図に示すディスコーン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、波長を λ [m] とする。

- (1) ダイポールアンテナのような線状アンテナを構成する素子の形状を工夫して広帯域性を持つようにしたアンテナであり、通常 □A のアンテナとして、超短波 (VHF) 及び極超短波(UHF) 帯で多く用いられる。
- (2) 水平面内の指向性は、□B である。
- (3) 通常円すい状の導体の頂角 θ が約 60 度で、 D が 0.25λ 、 h が 0.35λ のときには、給電点のインピーダンスがほぼ □C () になるので、これに近い値のインピーダンスを持つ同軸ケーブルと直接接続できる。

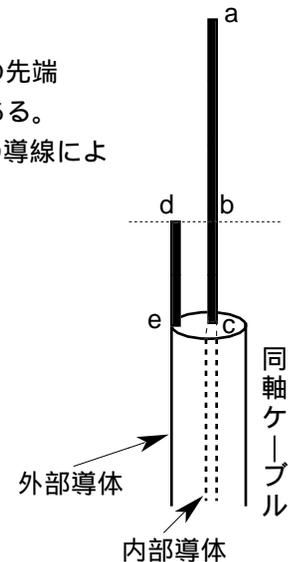
	A	B	C
1	水平偏波	単方向性	150
2	水平偏波	全方向性	50
3	垂直偏波	全方向性	150
4	垂直偏波	単方向性	150
5	垂直偏波	全方向性	50



A - 10 次の記述は、図に示す J 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) 同軸ケーブルの内部導体の先端に垂直に直線状導線 ac をつなぎ、これに平行に外部導体の先端に垂直に長さが □A 波長の直線状導線 de をつないで J の字形に作られたアンテナである。
- (2) 長さ ab の部分は、□B 波長アンテナと同じ放射を行う。bc と de の部分では二つの導線による放射は互いに □C 合う。

	A	B	C
1	1/4	1/4	強め
2	1/4	1/2	打ち消し
3	1/4	1/4	打ち消し
4	1/2	1/2	強め
5	1/2	1/4	打ち消し

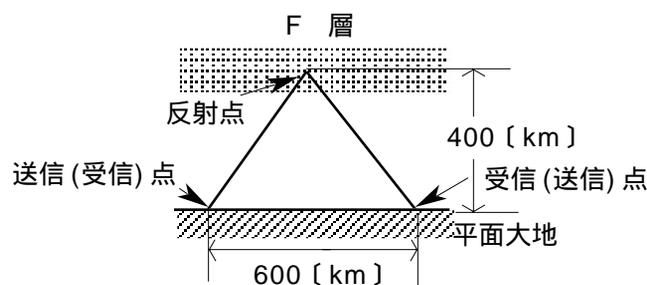


A - 11 自由空間において、絶対利得 800 (真数) のアンテナから 0.1 [W] の電力で放射された電波を、絶対利得 200 (真数) のアンテナを用いて受信したとき、自由空間基本伝送損失が 132 [dB] であった。このときの有能受信電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、1 [W] = 0 [dB] とする。また、 $\log_2 0.3$ とする。

- 1 -70 [dB]
- 2 -80 [dB]
- 3 -90 [dB]
- 4 -110 [dB]
- 5 -140 [dB]

A - 12 図に示すように、F 層の見掛けの高さが 400 [km] で、600 [km] 離れた地点と通信するときの最高使用可能周波数 (MUF) が 10 [MHz] であるとき、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、電離層は大地に平行であるものとする。

- 1 4.0 [MHz]
- 2 5.8 [MHz]
- 3 6.8 [MHz]
- 4 8.0 [MHz]
- 5 8.5 [MHz]



A - 13 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。また、大地の状態が同じ場合には、波長の□ 電波の方が遠方に伝搬しやすい。
- (2) 伝搬路上に山岳がある場合、山岳背後には、地表波、山岳による□ 波及び大地反射波からなる電波が存在する。

	A	B	C
1	垂直偏波	長い	回折
2	垂直偏波	短い	散乱
3	水平偏波	長い	回折
4	水平偏波	短い	回折
5	水平偏波	長い	散乱

A - 14 次の記述は、垂直接地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、切替スイッチSW を a 側に入れ、高周波発振器を角周波数 [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 [H]、 L_2 [H]、アンテナのリアクタンスの大きさを 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。

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

- (2) 次に、SW を b 側に入れ ω 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。

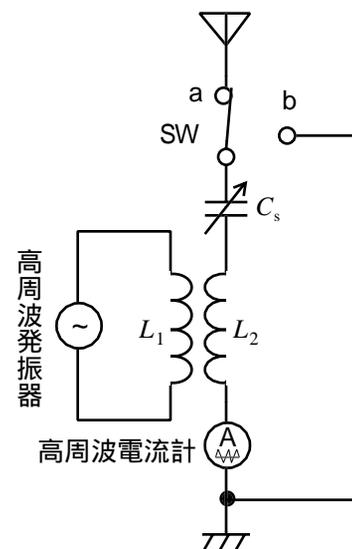
$$\omega L_2 = \square B \text{ []} \dots$$

- (3) 式、より、次式が導かれる。

$$X_A = \square C \text{ []} \dots$$

- (4) 周波数が 3 [MHz] で、 $C_{s1} = 200$ [pF] 及び $C_{s2} = 800$ [pF] のとき、 X_A □ D [] である。

	A	B	C	D
1	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{s1}}$	$\frac{1}{\omega C_{s2}}$	$\frac{1}{\omega C_{s1}} - \frac{1}{\omega C_{s2}}$	100
2	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{s1}}$	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{s2}}$	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{s2}} - \frac{1}{\omega C_{s1}}$	400
3	$\frac{1}{\omega C_{s1}}$	$\frac{1}{\omega C_{s2}}$	$\frac{1}{\omega C_{s1}} - \frac{1}{\omega C_{s2}}$	200
4	$\frac{1}{\omega C_{s1}}$	$\frac{1}{\omega C_{s2}}$	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{s2}} - \frac{1}{\omega C_{s1}}$	400
5	$\frac{1}{\omega C_{s1}}$	$\frac{\omega L_1}{\omega C_{s2}}$	$\frac{1}{\omega C_{s1}} - \frac{1}{\omega C_{s2}}$	200



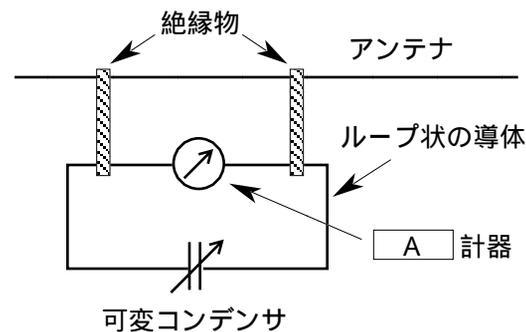
A - 15 次の記述は、超短波 (VHF) 帯又は極超短波 (UHF) 帯の電波の電界強度を測定する場合の一般的注意事項について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 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。
- 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合わせる。
- 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 測定系の配置や測定者による影響がないようにする。

A - 16 次の記述は、短波 (HF) 送信用線状アンテナの電流分布を測定する原理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) 図に示すように、ループ状の導体と □ A □ 計器と感度調節用の可変コンデンサからなる電流分布の測定器を作り、この測定器にかぎ型の絶縁物を付けてアンテナに掛ける。
- (2) アンテナに電力を供給すると、アンテナに流れる電流によって磁束が生じ、ループ面を通るので、アンテナの分布電流に □ B □ した誘導電流がループ状の導体に流れる。
- (3) この測定器をアンテナに沿って移動し、 □ C □ と計器の測定値からアンテナ上の電流分布を求める。

A	B	C
1 熱電(対)形	比例	給電点からの距離
2 熱電(対)形	反比例	給電点からの距離
3 熱電(対)形	比例	可変コンデンサの値
4 静電形	比例	可変コンデンサの値
5 静電形	反比例	給電点からの距離



A - 17 次の記述は、損失の無いアンテナの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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、アンテナの実効長を h_e [m]、利得を G (真数) とする。

- (1) アンテナに給電電流 I [A] が流れると、電波の放射により電力 P_r [W] が消費される。これは、抵抗 R_r [] によって電力 P_r が消費されたことと等価であり、次式の関係が成り立つ。

$$P_r = |I|^2 R_r \quad [W]$$

この R_r を放射抵抗といい、□ A □ 抵抗である。

- (2) その大きさは □ B □ に比例し、 G は □ C □ する。

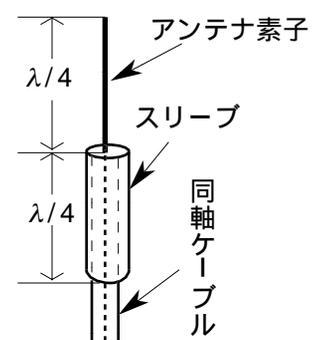
A	B	C
1 実存する	h_e^2	比例
2 実存する	h_e	比例
3 実存する	h_e^2	反比例
4 仮想的な	h_e	比例
5 仮想的な	h_e^2	反比例

A - 18 方形導波管の管軸に直角な断面内壁の長辺の長さが 5 [cm]、短辺の長さが 2.5 [cm] のとき、 TE_{10} モードの遮断周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.5 [GHz]
- 2 2.0 [GHz]
- 3 3.0 [GHz]
- 4 4.5 [GHz]
- 5 5.0 [GHz]

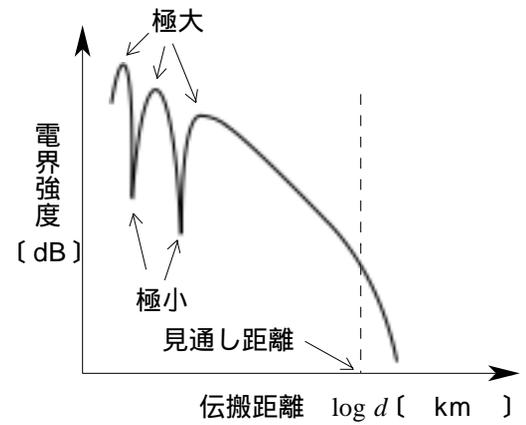
A - 19 次の記述は、図に示すスリーブアンテナについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 同軸ケーブルの芯線を $1/4$ 波長延ばして放射素子としたものであり、 $1/4$ 波長垂直アンテナと等価な働きをする。
2 給電点インピーダンスは、スリーブが一定の太さを持っているので $3Z_0$ より少し小さい。
3 相対利得は 0 [dB] であるが、利得を上げるために、このアンテナをリング状に必要な数だけ取付けて使用することがある。
4 指向性は、水平面内では 8 字形であり、垂直面内は全方向性である。
- 5 スリーブを取付けるのは、同軸ケーブルの外被導体に漏れ電流が流れるのを防止するためであり、電波の放射には影響を与えない。



A - 20 次の記述は、図に示す 超短波 (VHF) 帯電波の球面地球上における送信点からの伝搬距離 d [km] に対する電界強度の変化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) 極大点の電界強度と自由空間電界強度の差が最も大きくなる時、極大点の電界強度は自由空間電界強度の約 □ A 倍の大きさとなる。また、極小点電界強度は、自由空間電界強度より □ B 値である。 の
- (2) 見通し距離より遠方の点で受信される地上波の電界強度は、送受信条件が同じとき、極超短波 (UHF) 帯電波の電界強度より □ C 。



	A	B	C
1	1.5	小さい	大きい
2	1.5	大きい	小さい
3	2	小さい	大きい
4	2	小さい	小さい
5	2	大きい	小さい

B - 1 次の記述は、フリスの伝送公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。ただし、図に示すように、送信アンテナに供給される電力を W_t [W]、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ G_t (真数) 及び G_r (真数)、受信アンテナから取り出し得る有能受信電力 (受信最大有効電力) W_r [W]、アンテナ間の距離を d [m]、波長を λ [m] とする。

- (1) 送信アンテナから d [m] の点における電波の電力密度 p は、次式で表される。

$$p = \square \text{ア} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots$$

- (2) 送信アンテナの絶対利得 G_t と実効面積 A_t [m²] の間には、次式が成り立つ。

$$G_t = \square \text{イ} \dots$$

- (3) 式 を用いると式 は、次式で表される。

$$p = \square \text{ウ} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots$$

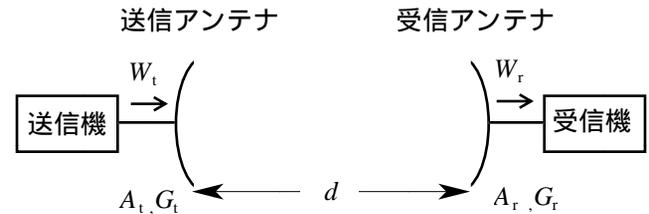
- (4) この電波を実効面積 A_r [m²] の受信アンテナで受けたとき、 W_r は、 A_t と A_r を用いて次式で表される。

$$W_r = \square \text{エ} \text{ [W]} \dots$$

式 の関係をフリスの伝送公式という。

また、 G_t と G_r を用いると式 は、次のように表すことができる。

$$W_r = \square \text{オ} \text{ [W]} \dots$$



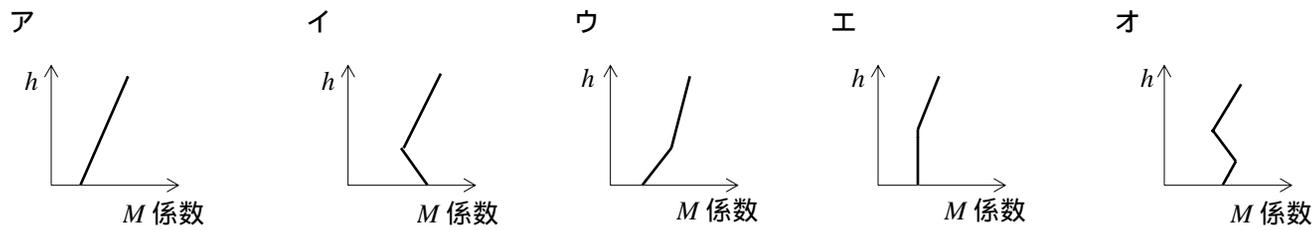
- | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|------------------------------|---|-------------------------------------|----|---------------------------------|
| 1 | $\frac{\lambda^2 G_t G_r W_t}{8\pi^2 d^2}$ | 2 | $\frac{A_t A_r W_t}{\lambda d^3}$ | 3 | $\frac{A_t}{4\pi \lambda^2}$ | 4 | $\frac{A_t A_r W_t}{\lambda^2 d^2}$ | 5 | $\frac{A_t W_t}{\lambda^2 d^2}$ |
| 6 | $\frac{G_t W_t}{4\pi d^2}$ | 7 | $\frac{\lambda^2 G_t G_r W_t}{16\pi^2 d^2}$ | 8 | $\frac{4\pi G_t W_t}{d^2}$ | 9 | $\frac{4\pi A_t}{\lambda^2}$ | 10 | $\frac{A_t W_t}{\lambda d^3}$ |

B - 次の記述は、給電回路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。

- (1) インピーダンスが異なる二つの給電回路を接続するときには、□ ア 損を防ぎ、効率よく電力を伝送するためにインピーダンス整合回路を用いる。また、インピーダンスが同じでも平衡回路と不平衡回路を接続するときには、□ イ 電流を防ぐために □ ウ を用いる。
- (2) 給電線に入力される電力 P_1 [W] に対する給電線に接続されている □ エ で消費される電力 P_2 [W] の比 P_2/P_1 を □ オ といい、□ ア 損や給電線中での損失が少ないほど □ オ はよい。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|------|---|--------|----|----|
| 1 | 進行波 | 2 | パラン | 3 | 反射 | 4 | 通路利得係数 | 5 | 負荷 |
| 6 | スタブ | 7 | 誘電体 | 8 | 接地抵抗 | 9 | 伝送効率 | 10 | 漏れ |

B - 3 次のM曲線のうち、ラジオダクトを生成する場合は 1、生成しない場合は 2 として解答せよ。ただしは地上からの高さとする。



B - 4 次の記述は、図に示す構成により、標準可変コンデンサを用いて平行二線式給電線の特性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、波長を λ [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 ω [rad/s] の高周波電圧を加え、高周波電圧計の指示が □ア になるように可変コンデンサ C_1 [F] を調節する。入力端 ab から見た給電線のインピーダンス Z_i は、線路の長さを l [m]、位相定数を β [rad/m]、特性インピーダンスの大きさを Z_0 [] とすれば、次式で表される。

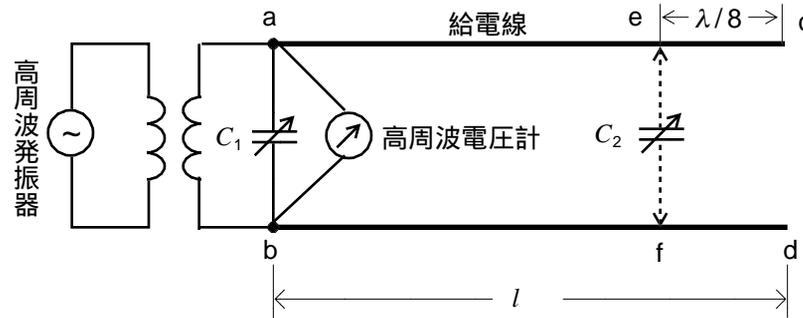
$$Z_i = \square \text{イ} []$$

したがって、ef 端から開放端を見た長さ $\lambda/8$ [m] の給電線のインピーダンス Z_{ef} は、 $Z_{ef} = \square \text{ウ} []$ となる。

(2) 次に、終端 cd から ef 端までの長さ $\lambda/8$ [m] の給電線を切り離し、ef 端の位置に標準可変コンデンサ C_2 [F] を接続し、高周波電圧計の指示が □ア になるように C_2 を調節する。

C_2 のリアクタンスの大きさが Z_{ef} の大きさ □エ ので、 Z_0 は、次式で表される。

$$Z_0 = \square \text{オ} []$$



- | | | | | |
|------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|------------|
| 1 $-jZ_0 \cot \beta l$ | 2 最大 | 3 $j \frac{Z_0}{\sqrt{2}}$ | 4 $\frac{\sqrt{2}}{\omega C_2}$ | 5 と等しい |
| 6 $-jZ_0 \sin \beta l$ | 7 の $\sqrt{2}$ 倍となる | 8 $\frac{1}{\omega C_2}$ | 9 最小 | 10 $-jZ_0$ |

B - 5 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。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

(1) ラジアルアースは、主に □ア 帯のアンテナに多く用いられ、多数の銅線を □イ に、通常約 30~50 [cm] の深さに埋設する方式である。大地の □ウ が高い、広い場所を必要とする。

(2) カウンタポイズは、乾燥地や岩石などの土質で接地困難な場所に、アンテナ基部付近を中心にして多数の導線を架設する方式である。アンテナ基部の近くでは電流が □エ ので太い導線を用いる。また、大地とは □オ させなければならない。

- | | | | | |
|--------|-------|-------|-------------|------------|
| 1 リング状 | 2 絶縁 | 3 大きい | 4 超短波 (VHF) | 5 放射状 |
| 6 小さい | 7 導電率 | 8 誘電率 | 9 導通 | 10 中波 (MF) |