

FB701

第一級陸上無線技術士「無線工学 B」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、自由空間に置かれた微小ダイポールを正弦波電流で励振した場合に発生する電界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) 微小ダイポールの長さを l [m]、微小ダイポールを流れる電流を I [A]、角周波数を ω [rad/s]、波長を λ [m]、微小ダイポールの電流が流れる方向と微小ダイポールの中心から距離 r [m] の任意の点 P を見た方向とがなす角度を θ [rad] とすると、放射電界、誘導電界及び静電界の 3 つの成分からなる点 P における微小ダイポールによる電界強度 E_θ は、次式で表される。

$$E_\theta = \frac{j60\pi I l \sin \theta}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{j\lambda}{2\pi r^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2 r^3} \right) e^{j(\omega t - 2\pi r / \lambda)} \text{ [V/m]} \quad \cdots \textcircled{1}$$

- (2) E_θ の放射電界の大きさを $|E_1|$ [V/m]、 E_θ の誘導電界の大きさを $|E_2|$ [V/m]、 E_θ の静電界の大きさを $|E_3|$ [V/m] とすると、 $|E_1|$ 、 $|E_2|$ 、 $|E_3|$ は、式①より微小ダイポールの中心からの距離 r が A [m] のとき等しくなる。
- (3) 微小ダイポールの中心からの距離 $r = \lambda$ [m] のとき、 $|E_1|$ 、 $|E_2|$ 、 $|E_3|$ の比は、式①より $|E_1| : |E_2| : |E_3| =$ B となる。

	A	B
1	λ / π	0.004 : 0.063 : 1
2	λ / π	1 : 0.032 : 0.001
3	$\lambda / (2\pi)$	1 : 0.159 : 0.025
4	$\lambda / (2\pi)$	0.004 : 0.063 : 1
5	$\lambda / (2\pi)$	1 : 0.032 : 0.001

A－2 次の記述は、アンテナの利得及び指向性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。

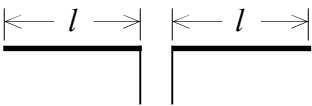
- (1) 受信アンテナの利得及び指向性は、 A により、それを送信アンテナとして使用したときの利得及び指向性と同じである。
- (2) 同じアンテナを直線上で同じ方向に 2 個並べたアンテナの指向性は、アンテナ単体の指向性に B を掛けたものに等しい。
- (3) 等方性アンテナの半波長ダイポールアンテナに対する相対利得は、約 C (真数) である。

	A	B	C
1	バビネの原理	利得係数	1.64
2	バビネの原理	配列指向係数 (アレーファクタ)	0.61
3	可逆定理	利得係数	0.61
4	可逆定理	配列指向係数 (アレーファクタ)	0.61
5	可逆定理	配列指向係数 (アレーファクタ)	1.64

A－3 周波数 6 [GHz]、送信電力 1 [W]、送信アンテナの絶対利得 40 [dB]、送受信点間距離 40 [km]、及び受信入力レベル −45 [dBm] の固定マイクロ波の見通し回線がある。このときの自由空間基本伝送損 L [dB] 及び受信アンテナの絶対利得 G_r [dB] の最も近い値の組合せを下の番号から選べ。ただし、伝搬路は自由空間とし、給電回路の損失及び整合損失は無視できるものとする。また、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、 $\log_{10} \pi = 0.5$ とする。

	L	G_r
1	136	40
2	136	31
3	136	25
4	140	31
5	140	25

A－4 図に示す半波長ダイポールアンテナを周波数 20 [MHz] で使用するとき、アンテナの入力インピーダンスを純抵抗とするためのアンテナ素子の長さ l [m] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の直径を 7.5 [mm]、碍子等による浮遊容量は無視するものとし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。



1	2.42 [m]	2	2.83 [m]	3	3.63 [m]	4	4.85 [m]	5	5.36 [m]
---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------

A-5 次の記述は、パラボラアンテナのサイドローブの低減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。

- 1 反射鏡面の鏡面精度を向上させる。
- 2 一次放射器の特性を変化させ、ビーム効率を高くする。
- 3 電波吸収体を一次放射器外周部やその支持柱に取り付ける。
- 4 オフセットパラボラアンテナにして一次放射器のブロッキングをなくす。
- 5 反射鏡面への電波の照度分布を変えて、開口周辺部の照射レベルを高くする。

A-6 特性インピーダンスが $75\ [\Omega]$ の無損失給電線に、 $25+j50\ [\Omega]$ の負荷インピーダンスを接続したときの電圧透過係数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $0.5-j0.5$
- 2 $0.5+j0.5$
- 3 $0.6+j0.2$
- 4 $0.6-j0.2$
- 5 $0.8+j0.6$

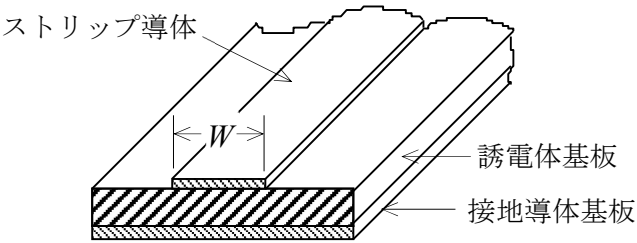
A-7 直径 $4\ [\text{mm}]$ 、線間隔 $20\ [\text{cm}]$ の終端を短絡した無損失の平行二線式給電線において、終端から長さ $1.25\ [\text{m}]$ のところから終端を見たインピーダンスと等価となるコイルのインダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、周波数を $30\ [\text{MHz}]$ とする。

- 1 $2.9\ [\mu\text{H}]$
- 2 $5.1\ [\mu\text{H}]$
- 3 $7.6\ [\mu\text{H}]$
- 4 $10.2\ [\mu\text{H}]$
- 5 $15.2\ [\mu\text{H}]$

A-8 次の記述は、図に示す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) 開放線路の一種であるので、外部雑音の影響や放射損がある。放射損を少なくするために、比誘電率の □ A □ 誘電体基板を用いる。
- (2) 伝送モードは、通常、ほぼ □ B □ モードとして扱うことができる。
- (3) 誘電体基板の比誘電率、ストリップ導体の厚さ及び誘電体基板の厚さが変わらないとき、特性インピーダンスは、ストリップ導体の幅 $W\ [\text{m}]$ が □ C □ なるほど小さくなる。

A	B	C
1 大きい	TEM	狭く
2 大きい	TEM	広く
3 大きい	TE	広く
4 小さい	TE	狭く
5 小さい	TEM	狭く



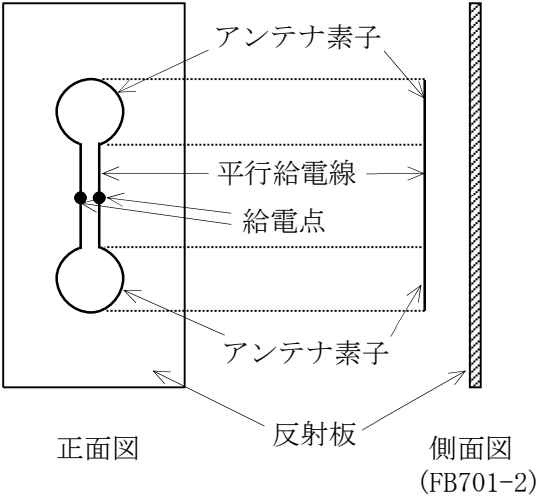
A-9 次の記述は、同軸線路の特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 通常、直流から TEM 波のみが伝搬する周波数帯まで用いられる。
- 2 抵抗損および誘電体損は、周波数が高くなるにつれてともに増加する。
- 3 比誘電率が ϵ_s の誘電体が充填されているときの特性インピーダンスは、比誘電率が 1 の誘電体が充填されているときの特性インピーダンスの $1/\sqrt{\epsilon_s}$ 倍となる。
- 4 比誘電率が ϵ_s の誘電体が充填されているときの位相定数は、比誘電率が 1 の誘電体が充填されているときの位相定数の ϵ_s 倍となる。
- 5 通常、最も遮断波長が長い TE_{11} 波が発生する周波数より高い周波数領域では用いられない。

A-10 次の記述は、図に示す反射板付きの水平偏波用双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、二つのループアンテナ間の給電線の長さは約 0.5 波長で、反射板とアンテナ素子の間隔は約 0.25 波長とする。

- (1) 二つのループアンテナの円周の長さは、それぞれ約 □ A □ 波長である。
- (2) 指向性は、□ B □ と等価であり、垂直面内で □ C □ となる。

A	B	C
1 0.32	スーパースタイルアンテナ	8 字特性
2 0.32	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	単一指向性
3 1	スーパースタイルアンテナ	8 字特性
4 1	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	単一指向性
5 1	スーパースタイルアンテナ	単一指向性



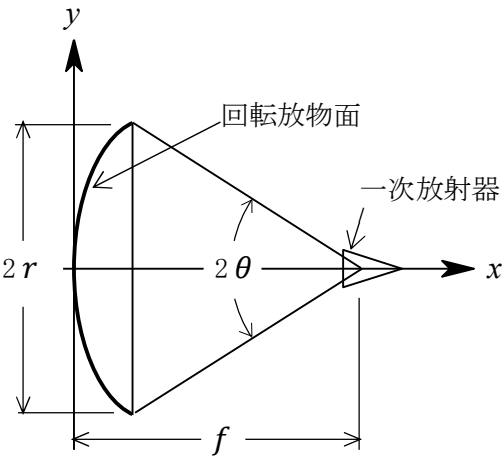
A-11 次の記述は、3素子八木・宇田アンテナの帯域幅に関する一般的事項について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 対数周期ダイポールアレーアンテナの帯域幅より狭い。
- 2 放射器、導波器及び反射器の導体が太いほど、帯域幅が広い。
- 3 導波器の長さが中心周波数における長さよりも短めの方が、帯域幅が広い。
- 4 反射器の長さが中心周波数における長さよりも短めの方が、帯域幅が広い。
- 5 利得が最高になるように各部の寸法を選ぶと、帯域幅が狭くなる。

A-12 図に示す円形パラボラアンテナの断面図の開口角 2θ [rad] と開口面の直径 $2r$ [m] 及び焦点距離 f [m] との関係を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 θ について、次式が成り立つ。

$$\tan \frac{\theta}{2} = (1 + \cot^2 \theta)^{1/2} - \cot \theta$$

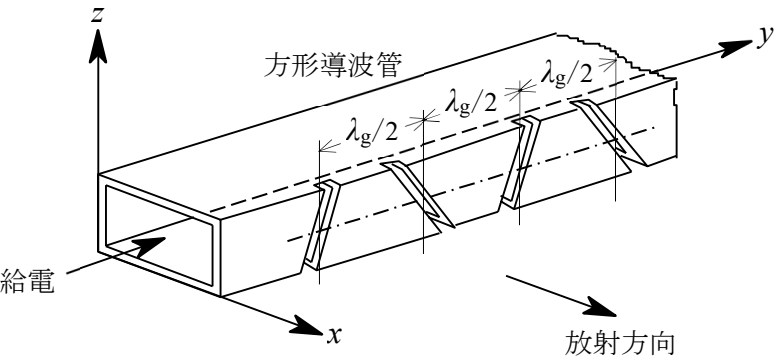
- 1 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{4f}$
- 2 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{f}{r}$
- 3 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{2f}$
- 4 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{2r}{f}$
- 5 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{f-r}$



A-13 次の記述は、図に示すスロットアレーアンテナから放射される電波の偏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。ただし、スロットアレーアンテナは xy 面が大地に平行に置かれ、管内には TE_{10} モードの電磁波が伝搬しているものとし、管内波長は λ_g [m] とする。また、 $\lambda_g/2$ [m] の間隔で交互に傾斜方向を変えてスロットがあけられているものとする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) yz 面に平行な管壁には z 軸に □ A □ な電流が流れており、スロットはこの電流の流れを妨げるので、電波を放射する。
- (2) 管内における y 軸方向の電界分布は、 $\lambda_g/2$ [m] の間隔で反転しているので、管壁に流れる電流の方向も同じ間隔で反転している。交互に傾斜角の方向が変わるように開けられた各スロットから放射される電波の □ B □ の方向は、各スロットに垂直な方向となる。
- (3) 隣り合う二つのスロットから放射された電波の電界をそれぞれ y 成分と z 成分に分解すると、□ C □ は互いに逆向きであるが、もう一方の成分は同じ向きになる。このため、□ C □ が打ち消され、もう一方の成分は加え合わされるので、偏波は □ D □ となる。

A	B	C	D
1 平行	電界	z 成分	水平偏波
2 平行	電界	y 成分	垂直偏波
3 平行	磁界	y 成分	垂直偏波
4 垂直	磁界	y 成分	水平偏波
5 垂直	電界	z 成分	垂直偏波

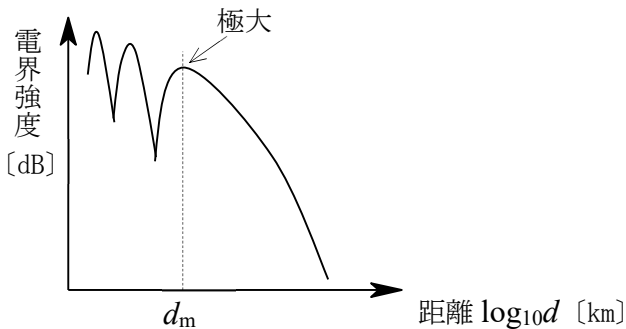


A-14 次の記述は、地上と衛星間の電波伝搬における対流圏及び電離圏の影響について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 大気屈折率は、常時変動しているので電波の到来方向もそれに応じて変動し、シンチレーションの原因となる。
- 2 大気による減衰は、晴天時の水滴を含まない大気の場合には衛星の仰角が低いほど大きくなる。
- 3 電離圏による第1種減衰は、超短波 (VHF) 帯以上の周波数では、周波数が高くなるほど大きくなる。
- 4 電離圏の屈折率は、周波数が高くなると1に近づく。
- 5 電波が電離圏を通過する際、その振幅、位相などに短周期の不規則な変動を生ずる場合があり、これを電離圏シンチレーションという。

A-15 高さ 250 [m] の送信アンテナから周波数 200 [MHz] の電波を放射し、十分遠方で高さ 20 [m] の受信アンテナで受信するときに、図に示す受信電界強度が極大となる点の送信アンテナからの距離の値 d_m [km] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は平面とし、大地の反射係数は、-1 とする。

- 1 5.5 [km]
- 2 7.2 [km]
- 3 8.8 [km]
- 4 10.2 [km]
- 5 13.3 [km]



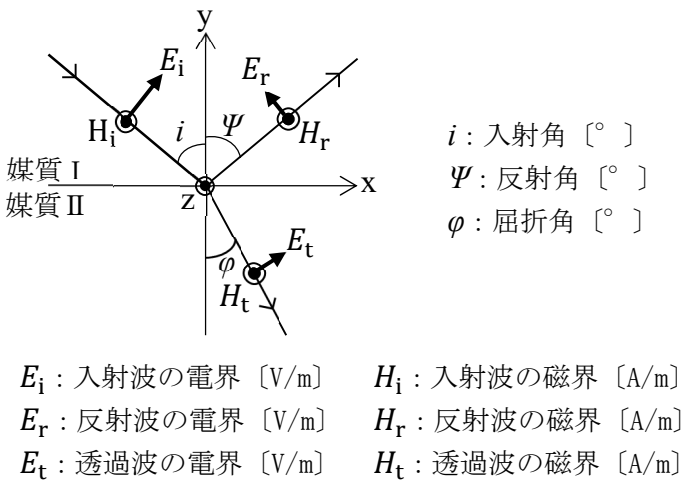
A-16 次の記述は、図に示すように真空中（媒質Ⅰ）から誘電率が ϵ [F/m] の媒質（媒質Ⅱ）との境界に平面波が入射したときの反射について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、境界面は、直角座標の xz 面に一致させ、入射面は xy 面に平行で、電界及び磁界の関係は図に示すとおりとする。また、媒質Ⅱの屈折率を n 、透磁率は真空中と同じとし、媒質Ⅰ及びⅡの導電率は零とする。

(1) 図に示すように電界が入射面に平行である場合の反射係数 R は、次式で表される。

$$R = \frac{E_r}{E_i} = \frac{n^2 \cos i - \sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n^2 \cos i + \sqrt{n^2 - \sin^2 i}}$$

(2) 上式において、 $n = \square A$ の時、反射係数 R が零となり、反射波がないことになる。このときの入射角を $\square B$ とい、このときの入射角と屈折角の和は $\square C$ [°] である。

A	B	C
1 $\tan i$	ブルースター角	120
2 $\tan i$	グレイジング角	120
3 $\tan i$	ブルースター角	90
4 $\cot i$	グレイジング角	90
5 $\cot i$	ブルースター角	90



A-17 次の記述は、太陽フレア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) 太陽フレアとは、太陽の表面の爆発現象で、これにより □ A などの電磁波、高エネルギー粒子、プラズマなどが □ B から数日間で地球に到達し、停電、通信障害、人工衛星などへ影響を及ぼすことが知られている。
- (2) 太陽フレアは、太陽の黒点の活動と大きな関連性があり、黒点周期の極大期には大黒点や黒点群の近くで毎日のように起こっている。黒点の活動周期は、概ね □ C であることも知られている。
- (3) 太陽フレアが起きると、大量の電磁波だけでなく、電子や陽子・重イオンなどの高エネルギーの粒子も放出される。高エネルギーの陽子が増加する現象は、□ D 現象と呼ばれる。

A	B	C	D
1 X線	8分	11年	プロトン
2 X線	2秒	80年	デリンジャ
3 X線	8分	11年	デリンジャ
4 ミリ波	2秒	11年	プロトン
5 ミリ波	8分	80年	デリンジャ

A-18 次の記述は、アンテナ利得の測定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 3基のアンテナを使用した場合は、これらのアンテナの利得が未知であってもそれぞれの利得を求めることができる。
- 2 角すいホーンアンテナは、その寸法から利得を求めることができるので、標準アンテナとして使用される。
- 3 屋外で測定することが困難な場合や精度の高い測定を必要とする場合には、電波暗室内における近傍界の測定と計算により利得を求めることができる。
- 4 開口面アンテナの利得を測定する際の送受信アンテナ間の離すべき最小距離は、両アンテナの開口面直径が使用波長に比べて大きい場合には、使用波長の二乗に比例し、両アンテナの開口面直径の和に反比例する。
- 5 円偏波アンテナの利得の測定をする場合には、一般に円偏波によって測定するが、直線偏波アンテナをビーム軸のまわりに回転させて測定することもできる。

A-19 次の記述は、実効長が既知のアンテナを接続した受信機において、所要の信号対雑音比 S/N (真数) を確保して受信することができる最小受信電界強度を受信機の雑音指数から求め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番号から選べ。ただし、受信機の等価雑音帯域幅を B [Hz] とし、アンテナの放射抵抗を R_r [Ω]、実効長を l_e [m]、最小受信電界強度を $E_{\min}$ [V/m] 及び受信機の入力インピーダンスを R_i [Ω] とすれば、等価回路は図のように示されるものとする。また、アンテナの損失はなく、アンテナ、給電線及び受信機はそれぞれ整合しているものとし、外来雑音は無視するものとする。

(1) 受信機の入力端の有能雑音電力 N_i は、ボルツマン定数を k [J/K]、絶対温度を T [K] とすれば、次式で表される。

$$N_i = kTB \quad [\text{W}] \quad \dots\dots\dots \text{①}$$

アンテナからの有能信号電力 S_i は、次式で表される。

$$S_i = \text{□ A} \quad [\text{W}] \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

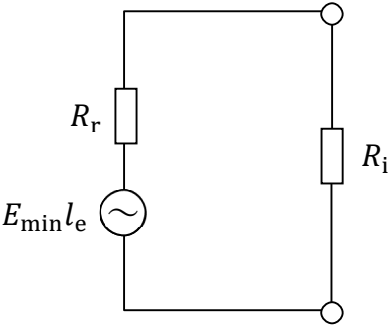
(2) 受信機の実出力端における S/N は、受信機の雑音指数 F (真数) と式①を用いて表すことができるので、 S_i は、次式のようにになる。

$$S_i = \text{□ B} \quad [\text{W}] \quad \dots\dots\dots \text{③}$$

(3) 式②と③から、 $E_{\min}$ は次式で表されるので、 F を測定することにより、受信可能な最小受信電界強度が求められる。

$$E_{\min} = \text{□ C} \quad [\text{V/m}]$$

A	B	C
1 $(E_{\min} l_e)^2 \frac{1}{R_r}$	$\frac{kTB}{F} (S/N)$	$l_e \sqrt{\frac{4kTB R_r (S/N)}{F}}$
2 $(E_{\min} l_e)^2 \frac{1}{R_r}$	$FkTB (S/N)$	$\frac{1}{l_e} \sqrt{4FkTB R_r (S/N)}$
3 $(E_{\min} l_e)^2 \frac{1}{R_r}$	$\frac{kTB}{F(S/N)}$	$l_e \sqrt{\frac{4kTB R_r}{F(S/N)}}$
4 $(E_{\min} l_e)^2 \frac{1}{4R_r}$	$FkTB (S/N)$	$\frac{1}{l_e} \sqrt{4FkTB R_r (S/N)}$
5 $(E_{\min} l_e)^2 \frac{1}{4R_r}$	$\frac{kTB}{F(S/N)}$	$l_e \sqrt{\frac{4kTB R_r}{F(S/N)}}$



A-20 長さ l [m] の無損失給電線の終端を開放及び短絡して入力端から見たインピーダンスを測定したところ、それぞれ $-j128$ [Ω] 及び $+j50$ [Ω] であった。この給電線の特性インピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 50 [Ω] 2 60 [Ω] 3 65 [Ω] 4 75 [Ω] 5 80 [Ω]

B-1 次の記述は、図に示すように、同一の半波長ダイポールアンテナ A 及び B で構成したアンテナ系の利得を求め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番号から選べ。ただし、アンテナ系の相対利得 G (真数) は、アンテナ系に電力 P [W] を供給したときの十分遠方の点 O における電界強度を E [V/m] とし、このアンテナと置き換えた基準アンテナに電力 P_0 [W] を供給したときの点 O における電界強度を E_0 [V/m] とすれば、次式で与えられるものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

$$G = \frac{|E|^2}{P} / \frac{|E_0|^2}{P_0} = M/M_0 \quad \dots\dots\dots \text{①} \quad \text{ただし、} M = \frac{|E|^2}{P}, M_0 = \frac{|E_0|^2}{P_0} \text{ とする。}$$

(1) アンテナ A 及び B の入力インピーダンスは等しく、これを Z_i [Ω]、自己インピーダンスと相互インピーダンスも等しく、これらをそれぞれ Z_{11} [Ω]、 Z_{12} [Ω] とすれば、 Z_i は、次式で表される。

$$Z_i = \text{□ ア} \quad [\Omega] \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

(2) アンテナ A と同一の半波長ダイポールアンテナを基準アンテナとして、給電点の電流を I [A]、 Z_{11} の抵抗分を R_{11} [Ω] とすれば、 M_0 は、次式で表される。

$$M_0 = \text{□ イ} \quad \dots\dots\dots \text{③}$$

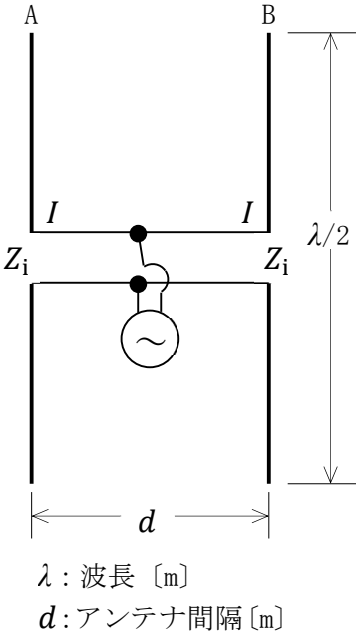
(3) アンテナ A 及び B にそれぞれ I を供給すれば、 M は、次式で表される。ただし、 Z_{12} の抵抗分を R_{12} [Ω] とする。

$$M = \text{□ ウ} \quad \dots\dots\dots \text{④}$$

(4) 式③と④を式①へ代入すれば、アンテナ系の相対利得 G は、次式によって求められる。

$$G = \text{□ エ} \quad \dots\dots\dots \text{⑤}$$

(5) 式⑤において、 R_{11} は一定値であるから、 G は R_{12} のみの関数となる。 R_{12} の値は □ オ によって変わるので、□ オ の大きさにより G を変えることができる。



1 $\frac{ E_0 ^2}{R_{11} I }$	2 $Z_{11} + Z_{12}$	3 $\frac{R_{11}}{2(R_{11}+R_{12})}$	4 I	5 $\frac{ 2E_0 ^2}{2(R_{11}+R_{12}) I ^2}$
6 $2(Z_{11} + Z_{12})$	7 $\frac{ E_0 ^2}{R_{11} I ^2}$	8 $\frac{2R_{11}}{R_{11}+R_{12}}$	9 d	10 $\frac{ E_0 ^2}{2(R_{11}+R_{12})^2 I ^2}$

B-2 次の記述は、TEM 波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) 電磁波の伝搬方向に電界及び磁界成分を □ ア □ 横波である。
- (2) 電磁波の伝搬方向に直角な平面内では、電界と磁界が常に □ イ □ で振動する。
- (3) 導波管中を伝搬 □ ウ □ 。
- (4) 真空の固有インピーダンスは、約 □ エ □ [Ω] である。
- (5) 位相速度は、光の速度と □ オ □ 。

- | | | | | |
|-------|------|---------|--------|-------|
| 1 異なる | 2 逆相 | 3 120 π | 4 持たない | 5 できる |
| 6 等しい | 7 同相 | 8 90 π | 9 できない | 10 持つ |

B-3 次の記述は、角すいホ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を下の番号から選べ。

- (1) 方形導波管の終端を角すい状に広げて、導波管と自由空間の固有インピーダンスの整合をとり、□ ア □ を少なくして、導波管で伝送されてきた電磁波を自由空間に効率よく放射する。
- (2) 導波管の電磁界分布がそのまま拡大されて開口面上に現れるためには、ホーンの長さが十分長く開口面上で電磁界の □ イ □ が一様であることが必要である。この条件がほぼ満たされたときの正面方向の利得 G (真数) は、波長を λ [m]、開口面積を A [m²] とすると、次式で与えられる。

$G = \square \text{ウ} \square$

- (3) ホーンの □ エ □ を大きくし過ぎると利得が上がらない理由は、開口面の中心部の位相が、周辺部より □ オ □ ためである。位相を揃えて利得を上げるために、パラボラ形反射鏡と組み合わせて用いる。

- | | | | | |
|------|------|-------------------------------|-------|--------|
| 1 反射 | 2 振幅 | 3 $\frac{32\lambda^2}{\pi A}$ | 4 長さ | 5 進む |
| 6 屈折 | 7 位相 | 8 $\frac{32A}{\pi\lambda^2}$ | 9 開き角 | 10 遅れる |

B-4 次の記述は、超短波 (VHF) 帯の地上伝搬において、伝搬路上に山岳がある場合の電界強度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) 図において、送信点 A から山頂の点 M を通って受信点 B に到達する通路は、①AMB、②AP₁MB、③AMP₂B、④AP₁MP₂B の 4 通りある。この各通路に対応して、それぞれの □ ア □ を、 $\dot{S}_1$ 、 $\dot{S}_2$ 、 $\dot{S}_3$ 、 $\dot{S}_4$ とすれば、受信点 B における電界強度 $\dot{E}$ は、次式で表される。ただし、山岳がない場合の受信点の自由空間電界強度を $\dot{E}_0$ [V/m]、大地の反射点 P₁ 及び P₂ における大地反射係数をそれぞれ $\dot{R}_1$ 、 $\dot{R}_2$ とする。

$\dot{E} = \dot{E}_0 (\dot{S}_1 + \dot{R}_1 \dot{S}_2 + \dot{R}_2 \dot{S}_3 + \square \text{イ} \square) \text{ [V/m] } \dots\dots\dots \text{①}$

- (2) 送信点 A から山頂の点 M までの直接波と大地反射波の位相差を ϕ_1 [rad] 及び山頂の点 M から受信点 B までの直接波と大地反射波の位相差を ϕ_2 [rad] とし、 $\dot{R}_1 = \dot{R}_2 = -1$ 、 $|\dot{S}| = |\dot{S}_1| = |\dot{S}_2| = |\dot{S}_3| = |\dot{S}_4|$ とすれば、式①は、次式で表される。

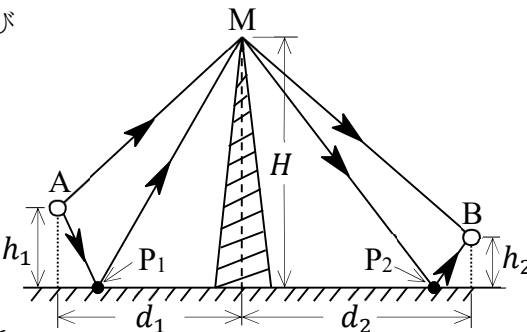
$\dot{E} = \dot{E}_0 \times |\dot{S}| \times \{1 - e^{-j\phi_1} - e^{-j\phi_2} + \square \text{ウ} \square\} \text{ [V/m] } \dots\dots\dots \text{②}$

式②を書き換えると次式で表される。

$\dot{E} = \dot{E}_0 \times |\dot{S}| \times (1 - e^{-j\phi_1}) (\square \text{エ} \square) \text{ [V/m] } \dots\dots\dots \text{③}$

- (3) 式③を、電波の波長 λ [m]、送受信アンテナ高 h_1 [m]、 h_2 [m]、山頂の高さ H [m]、送受信点から山頂直下までのそれぞれの水平距離 d_1 [m] 及び d_2 [m] を使って書き直すと、受信電界強度の絶対値 E は、近似的に次式で表される。

$E \cong |\dot{E}_0| \times |\dot{S}| \times \left| 2 \sin \left(\frac{2\pi h_1 H}{\lambda d_1} \right) \right| \times \square \text{オ} \square \text{ [V/m] }$



- | | | | | |
|--------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------|--|
| 1 回折係数 | 2 $\dot{R}_1 \dot{R}_2 \dot{S}_4^2$ | 3 $e^{-j(\phi_1 - \phi_2)}$ | 4 $1 - e^{-j\phi_2}$ | 5 $\left 2 \sin \left(\frac{2\pi h_2 H}{\lambda d_2} \right) \right $ |
| 6 散乱係数 | 7 $\dot{R}_1 \dot{R}_2 \dot{S}_4$ | 8 $e^{-j(\phi_1 + \phi_2)}$ | 9 $1 + e^{-j\phi_2}$ | 10 $\left 2 \cos \left(\frac{2\pi h_2 H}{\lambda d_2} \right) \right $ |

B-5 次の記述は、無損失給電線上の定在波の測定により、アンテナの給電点インピーダンスを求め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。ただし、給電線の特性インピーダンスを Z_0 [Ω] とする。

(1) 給電点から l [m] だけ離れた給電線上の点の電圧 V 及び電流 I は、給電点の電圧を V_L [V]、電流を I_L [A]、位相定数を β [rad/m] とすれば、次式で表される。

$$V = V_L \cos \beta l + j Z_0 I_L \sin \beta l \quad [\text{V}] \quad \dots\dots\dots \text{①}$$

$$I = I_L \cos \beta l + j (V_L / Z_0) \sin \beta l \quad [\text{A}] \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

したがって、給電点インピーダンスを Z_L [Ω] とすると、給電点から l [m] だけ離れた給電線上の点のインピーダンス Z は、式①と②から次式で表される。

$$Z = V / I = \text{ア} \quad [\Omega] \quad \dots\dots\dots \text{③}$$

(2) 電圧定在波の最小値を $V_{\min}$ 、電流定在波の最大値を $I_{\max}$ 、入射波電圧を V_f [V]、反射波電圧を V_r [V] 及び反射係数を Γ とすれば、 $V_{\min}$ と $I_{\max}$ は、次式で表される。

$$V_{\min} = \text{イ} \quad [\text{V}] \quad \dots\dots\dots \text{④}$$

$$I_{\max} = \text{ウ} \quad [\text{A}] \quad \dots\dots\dots \text{⑤}$$

(3) 給電点からの電圧定在波の最小点までの距離 $l_{\min}$ の点は、電流定在波の最大になる点でもあるから、この点のインピーダンス $Z_{\min}$ [Ω] は、 Z_0 と $|\Gamma|$ を用いて、次式で表される。

$$Z_{\min} = (\text{エ}) \times Z_0 = Z_0 / S \quad \dots\dots\dots \text{⑥}$$

ここで、 S は電圧定在波比である。

(4) 式③の l に $l_{\min}$ を代入した式と式⑥が等しくなるので、 Z_L は、次式で表される。

$$Z_L = \text{オ} \quad [\Omega]$$

上式から、 S と $l_{\min}$ が分かれば、 Z_L を求めることができる。

- | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1 $Z_0 \left(\frac{Z_L + j Z_0 \tan \beta l}{Z_0 + j Z_L \tan \beta l} \right)$ | 2 $ V_f (1 + \Gamma)$ | 3 $\frac{ V_f (1 - \Gamma)}{Z_0}$ | 4 $\frac{1 - \Gamma }{1 + \Gamma }$ | 5 $Z_0 \left(\frac{S - j \tan \beta l_{\min}}{1 - j S \tan \beta l_{\min}} \right)$ |
| 6 $Z_0 \left(\frac{Z_0 + j Z_L \tan \beta l}{Z_L + j Z_0 \tan \beta l} \right)$ | 7 $ V_f (1 - \Gamma)$ | 8 $\frac{ V_f (1 + \Gamma)}{Z_0}$ | 9 $\frac{1 + \Gamma }{1 - \Gamma }$ | 10 $Z_0 \left(\frac{1 - j S \tan \beta l_{\min}}{S - j \tan \beta l_{\min}} \right)$ |