

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 自由空間において、アンテナへの到来電波の磁界強度が 45×10^{-4} [A/m] であった。このとき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、電波は平面波とする。

1 120 [μV/m] 2 240 [μV/m] 3 850 [mV/m] 4 1.7 [V/m] 5 2.5 [V/m]

A - 2 次の記述は、受信アンテナの等価回路と有能受信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、アンテナは無損失の線状アンテナとし、電波は平面波でその電界の向きはアンテナに平行で、損失抵抗による消費電力(熱損)はないものとする。

(1) 図1に示す受信回路の構成において、受信アンテナに誘起される電圧を V [V] とすると、この V によって受信アンテナ及び受信機に電流が流れるので、送信アンテナの □A□ インピーダンス \dot{Z}_a [] と等価なインピーダンスを考えることができる。したがって、受信回路は、等価的に図2に置き換えることができる。ただし、 \dot{Z}_1 [] は受信機の入力インピーダンスとする。

(2) \dot{Z}_1 から有能受信電力を取り出すことができるのは、 \dot{Z}_a と \dot{Z}_1 をそれぞれ $R_a + jX_a$ と $R_1 + jX_1$ とすれば、 $R_a = R_1$ [] で、かつ $X_1 =$ □B□ [] のときであり、受信機の端子電圧の値 V' は □C□ [V]、受信機入力の有能受信電力の値は □D□ [W] である。

	A	B	C	D
1	正規化	$-X_a$	$V/2$	$\frac{V^2}{4R_1}$
2	正規化	X_a	V	$\frac{V^2}{2R_1}$
3	放射	$-X_a$	$V/2$	$\frac{V^2}{4R_1}$
4	放射	X_a	$V/2$	$\frac{V^2}{2R_1}$
5	放射	$-X_a$	V	$\frac{V^2}{R_1}$

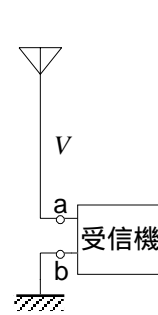


図1

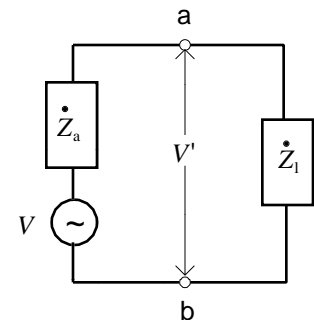


図2

A - 3 1/4 波長垂直地アンテナへの到来電波の電界強度が 150 [μV/m] のとき、アンテナの受信開放電圧が 1.2 [mV] であった。このときのアンテナ高の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの短縮率は無視するものとする。

1 3.1 [m] 2 4.0 [m] 3 12.6 [m] 4 20.2 [m] 5 46.4 [m]

A - 4 次の記述は、アンテナの指向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 アンテナから放射され、又はアンテナに誘起される電波の方向特性を示す。
- 2 アンテナの指向性係数(関数)は、アンテナからの距離に比例する。
- 3 可逆性が成り立つ場合は、同じアンテナを送信に用いたときと受信に用いたときの指向性は等しい。
- 4 放射電力密度で表したものを電力パターンという。
- 5 放射電界強度で表したものを電界パターンという。

A - 5 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。ただし、送信アンテナと受信アンテナは自由空間中にあり、かつ十分離れているものとする。

(1) 送信アンテナと受信アンテナが十分離れているので、受信アンテナに到来する電波の電界強度及び電力密度は均一で、等しくなるので、受信アンテナの利得は、受信アンテナの実効面積 (A_e [m²]) と基準アンテナの実効面積 (A_s [m²]) の □A□ で表すことができる。

(2) 損失の無いアンテナの指向性利得は、そのアンテナの □B□ に等しい。

(3) 完全半波長アンテナの絶対利得は、等方性アンテナの絶対利得を 0 [dB] としたとき、約 □C□ [dB] である。

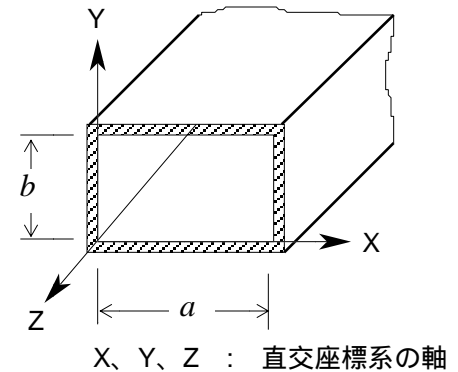
	A	B	C
1	比 (A_e/A_s)	絶対利得	2.15
2	比 (A_e/A_s)	相対利得	2.15
3	比 (A_e/A_s)	絶対利得	1.64
4	差 ($A_e - A_s$)	絶対利得	2.15
5	差 ($A_e - A_s$)	相対利得	1.64

A - 6 負荷の電圧反射係数の大きさが 0.75 の無損失給電線において、電圧定在波の最小電圧が 15 [V] であった。このときの電圧定在波の最大電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、伝搬する電磁波は、時間的には一定の周波数で正弦波状に変化するものとする。

- 1 21 [V] 2 26 [V] 3 53 [V] 4 105 [V] 5 210 [V]

A - 7 次の記述は、図に示す中空の方形導波管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。ただし、導波管断面の長辺及び短辺の長さを a 及び b [m] とする。

- 導波管内を伝搬することができる電磁波の最大波長をその導波管のしゃ断波長といい、導波管の管軸方向の長さでモードで決まる。
- 電磁波の管内波長は、Z 軸方向に測った波長であり、自由空間での波長より長い。
- 基本モード TE_{10} で励振したときのしゃ断波長は、 $2a$ [m] である。
- 基本モード TE_{10} で励振したときのしゃ断波長は、他のモードのしゃ断波長に比べて最も長い。
- 基本モード TE_{10} の管内波長は、自由空間での波長を λ [m] とすれば、 $\lambda / \sqrt{1 - \{\lambda / (2a)\}^2}$ である。



A - 8 特性インピーダンスが 300 [] の無損失給電線に負荷として 75 [] の純抵抗を接続したときの電圧定在波比 (VSWR) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.7 2 2.7 3 4.0 4 5.0 5 8.5

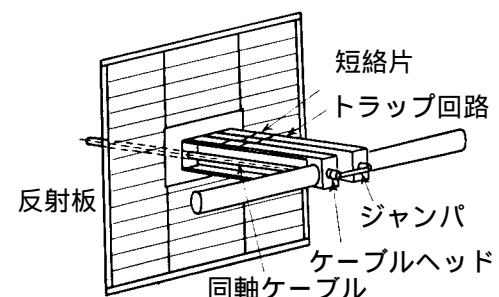
A - 9 次の記述は、無損失給電線上の定在波について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、伝搬する電磁波は、時間的には一定の周波数で正弦波状に変化するものとする。

- 給電線の特性インピーダンスと負荷インピーダンスが整合していないと、進行 (入射) 波の一部又は全部が負荷から反射波となって入力側へ戻り、給電線上に定在波が生ずる。
- 定在波は、進行 (入射) 波と反射波とが合成されて給電線上に生ずる電流又は電圧の分布であり、電流及び電圧のそれぞれの最大値 (波腹) と最小値 (波節) は、 $\lambda/2$ 波長の周期で繰り返す。
- 定在波電圧が最大 (波腹) のとき、定在波電流は最小 (波節) であり、定在波電流が最大 (波腹) のとき、定在波電圧は最小 (波節) である。
- 定在波電圧と定在波電流の位相差は、[rad] である。
- 定在波が生じていると定在波比は 1 以上である。また、定在波比が 1 の給電線では反射波がない。

A - 10 次の記述は、地上系標準テレビジョン放送用のスーパーゲイ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。

- 図に示す反射板と約 □ A □ 波長の長さのダイポールアンテナを組み合わせたものを構成単位とし、これを鉄塔の各側面に多段に配置した構造で、水平偏波用アンテナと垂直偏波用アンテナのいずれにも用いられる。
- このアンテナを広帯域特性にするには、アンテナ素子の太さを □ B □ する。
- 水平面内の指向性は、ほぼ □ C □ である。

- | | A | B | C |
|---|-----|----|--------|
| 1 | 1/2 | 太く | 全方向性 |
| 2 | 1/2 | 太く | 単一指向性 |
| 3 | 1/2 | 細く | 8 の字特性 |
| 4 | 1/4 | 太く | 全方向性 |
| 5 | 1/4 | 細く | 単一指向性 |

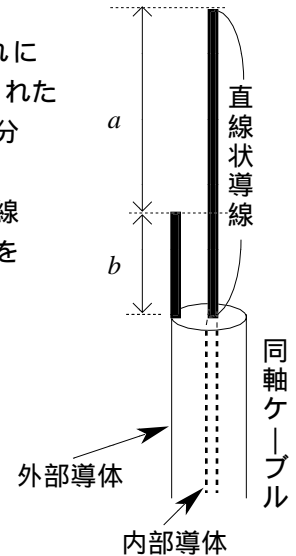


A - 11 次の記述は、装荷ダイポールアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 装荷ダイポールアンテナは、アンテナ上の電流分布を制御して所要の指向性やインピーダンス特性を得るため、アンテナ上の最適な一つの位置又は複数の位置にインピーダンスを装荷している。
- 2 抵抗装荷は、アンテナ効率が低下したり信号対雑音比 (S/N) が悪くなることを考慮した上で、アンテナを広帯域にするために用いられる。
- 3 リアクタンス装荷は、長さの短い容量性のダイポールアンテナを共振させ、整合させるために用いられる。また、装荷を行うことで帯域も広くなる。
- 4 キャパシタンス装荷は、例えば 垂直接地アンテナの高さを低くするために、主に頂点装荷として用いられる。
- 5 頂部負荷形アンテナは、キャパシタンス装荷として導線や導体板を用いたアンテナである。

A - 12 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長さが $3/4$ 波長の直線状導線をつなぎ、これに平行に外部導体の先端に垂直に長さが $1/4$ 波長の直線状導線をつないで J の字形に作られたアンテナである。 $3/4$ 波長の直線状導線の同軸ケーブルの端から長さが □ A □ 波長の部分は、整合器の働きをする。
- (2) 長さ a の部分は、□ B □ 波長アンテナと同じ放射を行う。 b の部分では二つの直線状導線を通る電流の相互作用で打ち消し合うので電波の放射はしないが、線路として □ C □ を保つ効果がある。

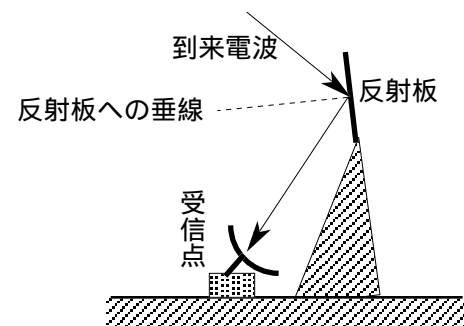


- | | A | B | C |
|---|-------|-------|------|
| 1 | $1/4$ | $1/2$ | 放射効率 |
| 2 | $1/4$ | $1/2$ | 平衡 |
| 3 | $1/4$ | $1/4$ | 平衡 |
| 4 | $1/2$ | $1/2$ | 放射効率 |
| 5 | $1/2$ | $1/4$ | 平衡 |

A - 13 図に示すように、自由空間中に設置された縦 8 [m] 、横 10 [m] の無給電アンテナ（平面反射板）に、周波数 2 [GHz] の電波が平面反射板に垂直な面内で反射板への垂線となす角度が $1/6 \text{ [rad]}$ で入射したとき、無給電アンテナの再放射器としての利得の値（真値）として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、平面反射板の実効面積（投影面積）を $A_e \text{ [m}^2\text{]}$ 、波長を $\lambda \text{ [m]}$ 、平面反射板に垂直で到来電波と反射電波のなす角度を $2\theta \text{ [rad]}$ としたとき、利得 G は次式で表される。また、開口効率率は 100% 、面精度は理想的な状態にあるものとし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} \text{ (真値)}$$

- 1 4,400
- 2 6,600
- 3 8,800
- 4 22,330
- 5 38,630

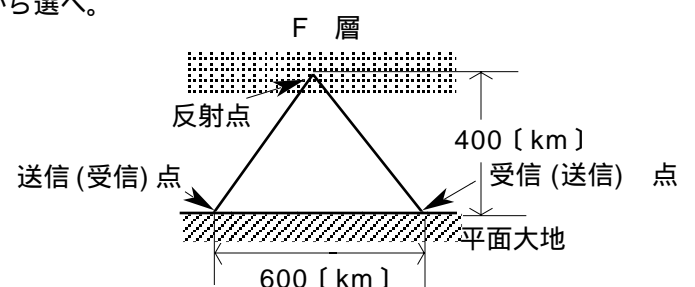


A - 14 $1/4$ 波長垂直接地アンテナから最大放射方向へ放射された電波の距離 10 [km] の地点における電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、完全導体の平面大地で、アンテナ電流を 500 [mA] 、実効長を 9.5 [m] 及び波長を 60 [m] とする。

- 1 2.5 [mV/m]
- 2 3.0 [mV/m]
- 3 4.5 [mV/m]
- 4 6.0 [mV/m]
- 5 8.5 [mV/m]

A - 15 図に示す F 層の臨界周波数が 8 [MHz] 、見掛の高さが 400 [km] であるとき、 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) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 7 [MHz]
- 2 9 [MHz]
- 3 10 [MHz]
- 4 12 [MHz]
- 5 13 [MHz]



A - 16 次の記述は、電離層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) 長波 (LF) 帯の電波は、夜間は□ A □層と大地間の反射を何回も繰り返しながら伝搬する。
(2) 中波 (MF) 帯の電波は、昼間はほとんど D □層で□ B □されるので、昼間はほぼ地上波のみの伝搬になる。
(3) 電離層の電子密度は、一般に昼間は夜間に比べて□ C □ので、昼間の最高使用可能周波数 (MUF) は高くなる。

- | | A | B | C |
|---|---|----|-----|
| 1 | D | 反射 | 大きい |
| 2 | D | 散乱 | 小さい |
| 3 | D | 吸収 | 小さい |
| 4 | E | 吸収 | 大きい |
| 5 | E | 反射 | 小さい |

A - 17 次の記述は、対流圏伝搬で生ずる k 形フェージング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。

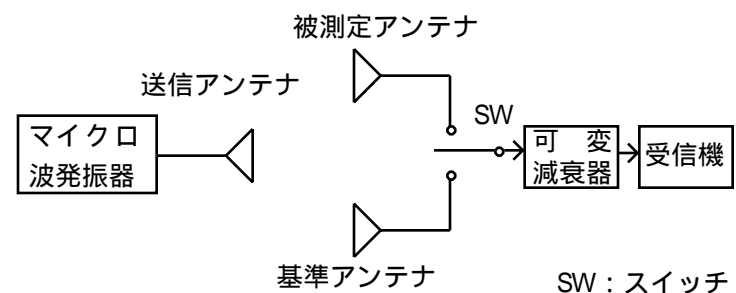
- (1) 等価地球半径係数 k が□ A □になると電波が下向きに (大地の方へ) 屈折するので、電波通路と大地との間隔 (クリアランス) が十分でないと電波は大地による回折損を受け減衰する。
(2) 干渉 k 形フェージングは、□ B □と大地反射波の干渉が k の変化により変動するために生ずる。この影響を避けるには、クリアランスを大きくしたり、反射点が凹凸の大きい地形になるように選ぶか、反射波が途中の山などの地形によって□ C □されるように伝搬路を選定する。

- | | A | B | C |
|---|-----|--------|-----|
| 1 | 大きく | 直接波 | 遮へい |
| 2 | 大きく | 地表波 | 反射 |
| 3 | 大きく | 電離層反射波 | 遮へい |
| 4 | 小さく | 電離層反射波 | 反射 |
| 5 | 小さく | 直接波 | 遮へい |

A - 18 次の記述は、図に示す比較法によるマイクロ波の利得を測定する場合の注意事項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) 送信アンテナと受信アンテナ間の距離を十分□ A □とり、被測定アンテナと基準アンテナを一樣な同じ電界強度が得られる位置に置くようにし、付近には遮へい物や反射物がない場所を選定する。また、地面反射の影響を受けないように反射点に金属板又は電波吸収体を設けたり、波長が□ B □場合は気象の影響を受けないようにする。
(2) 被測定アンテナ及び基準アンテナと受信機の整合をとり、整合が不十分なときは定在波比を測定して□ C □の測定値を補正する。

- | | A | B | C |
|---|-----|----|---------|
| 1 | 小さく | 短い | インピーダンス |
| 2 | 小さく | 長い | 受信電力 |
| 3 | 小さく | 短い | 受信電力 |
| 4 | 大きく | 長い | インピーダンス |
| 5 | 大きく | 短い | 受信電力 |



A - 19 次の記述は、マイクロ波通信回線を設定する場合に行われる送受信点間の見通し試験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) 日中、鏡によって太陽光を反射させてその反射光を相手側方向へ送り、相手側でこの反射光を観測して到来方向や上下の角度を測定する方法を□ A □テストという。
(2) 相手側方向に反射光をさえぎる高い森林や丘陵などがあり、□ A □テストが困難な場合には□ B □を上げ、これを望遠鏡などで観測してその方向を測定する方法をバルーンテストという。
(3) 夜間、電灯などの光源を利用し、相手側でその光を観測してその方向を測定する方法を□ C □テストという。

- | | A | B | C |
|---|-----|-------|----|
| 1 | 太陽光 | 風(たこ) | 照明 |
| 2 | 太陽光 | 風船 | 夜間 |
| 3 | 太陽光 | 風船 | 照明 |
| 4 | ミラー | 風船 | 照明 |
| 5 | ミラー | 風(たこ) | 夜間 |

A - 20 次の記述は、図式法（パウリの図法）によるアンテナの実効抵抗の測定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) この測定法では、図 1 において一次側の自己インダクタンス L_1 [H]、二次側の自己インダクタンス L_2 [H] の結合コイルの相互インダクタンス M [H] を一定にし、アンテナ回路のコンデンサの静電容量 C_s [F] 又は高周波発振器の発振周波数を変化させ、変成器の □ A □ 回路を共振させる。このときの高周波電流計 A_1 及び A_2 の読みの値をそれぞれ I_1 [A]、 I_2 [A] とする。

次に C_s の値又は高周波発振器の発振周波数をそのままにして抵抗 R_s [] を変化させ、その都度 I_1 及び I_2 を読み取る。ただし、共振状態には変化がないものとする。

- (2) A_2 の内部抵抗、 C_s 、 L_2 及び導線の抵抗分と接地抵抗の和を R_m []、アンテナの実効抵抗を R_x [] とすれば、次式が成り立つ。

$$\square B \times I_1 = R_x + R_m + R_s) I_2 \dots\dots$$

したがって、式 が得られる。

$$I_1 / I_2 = R_s / (\square B) + R_x (+ R_m) / (\square B) \dots\dots$$

式 から I_1 / I_2 と R_s との関係をグラフに表すと図 2 のような直線となる。

- (3) $I_1 / I_2 = 0$ のとき、 $R_s = -R_x (+ R_m)$ となり、図 2 の □ C □ が $R_x + R_m$ に相当するので、図から □ C □ を求めれば R_x を求めることができる。 M を変えてその都度 □ C □ を求めそれらの平均値を求めると、より正確な値になる。

A	B	C
1 一次	ωM	\overline{OP}
2 一次	ωL_1	\overline{OQ}
3 二次	ωL_2	\overline{OP}
4 二次	ωL_1	\overline{OQ}
5 二次	ωM	\overline{OP}

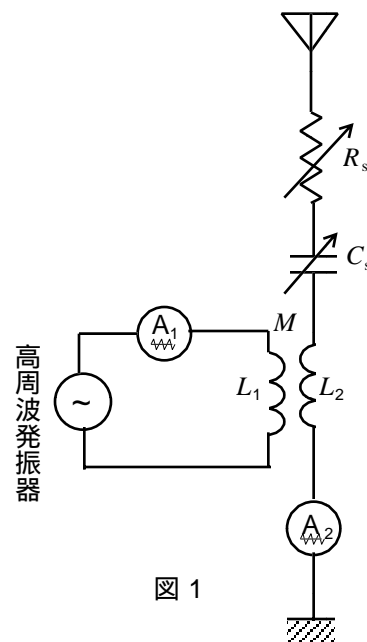


図 1

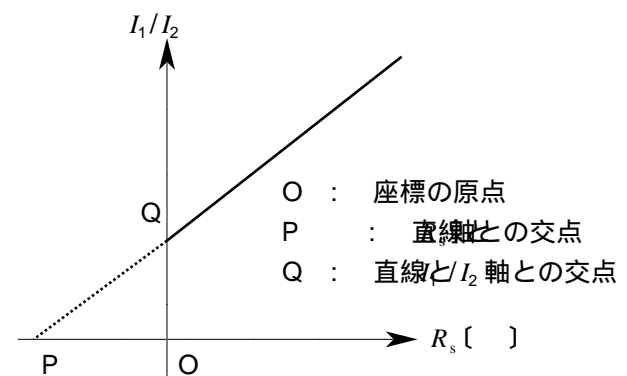


図 2

O : 座標の原点
P : 直線と R_s 軸との交点
Q : 直線と I_1/I_2 軸との交点

B - 1 次の記述は、マイクロ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) マイクロ波の伝搬では、地理的な条件による例外を除いて一般に夜間の方が電界強度の変動が大きい。その主な原因は、□ A □ の日の深夜又は早朝に顕著なフェージングが多く生ずることによる。
- (2) 陸上伝搬路と海上伝搬路では、その反射係数が大きいのは □ イ □ である。
- (3) 伝搬路が長いほど、フェージングの発生頻度、□ ウ □ とともに大きくなる。また、伝搬路の平均地上高が □ エ □ ほどフェージングは大きくなる。
- (4) 大気状態の変化により、電波があたかも導波管内に閉じ込められて反射を繰り返しながら伝搬するように遠距離まで伝搬するのは、□ オ □ による伝搬である。

- | | | | | |
|---------|------|------|----------|---------|
| 1 海上伝搬路 | 2 高い | 3 曇天 | 4 ラジオダクト | 5 周波数変動 |
| 6 陸上伝搬路 | 7 晴天 | 8 低い | 9 変動幅 | 10 散乱 |

B - 2 次の記述は、アンテナの諸特性の測定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 給電線及びアンテナの入力インピーダンスの測定では、ネットワークアナライザやアドミタンスブリッジなどが用いられている。

イ 動作利得は、通常、給電線（回路）とアンテナとを整合させて測定する。

ウ 前後比 (F/B) は、最大放射方向の電界強度 E_f [V/m] と最大放射方向から 90 ± 60 度の範囲内の最大の電界強度 E_r [V/m] とを測定し、 E_f / E_r (真値) として求める。

エ マイクロ波の利得を測定する場合の標準アンテナには、一般にホーンアンテナが用いられる。

オ 円形の開口面アンテナの測定では、測定波長が一定の場合、直径が大きいほど送信アンテナと受信アンテナとの距離を近くする。

B - 3 次の記述は、半波長ダイポールアンテナ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。

- (1) 半波長ダイポールアンテナの実効面積 A は、受信アンテナから取り出しうる有能受信電力を P [W]、到来電波のポインティング電力を P_0 [W/m²] とすると、式 で表される。

$$A = \square \text{ア} \text{ [m}^2\text{] } \dots\dots$$

- (2) 半波長ダイポールアンテナを電界強度 E [V/m] の電界中に電界の向きと平行に置いた場合、受信する電波の波長を [m]、半波長ダイポールアンテナの実効長を $h_e = \square \text{イ} \text{ [m]}$ 、放射抵抗を R []、自由空間の特性インピーダンスを 120π [] とすれば P と P_0 は、式 及び で表される。

$$P = \square \text{ウ} \text{ [W] } \dots\dots$$

$$P_0 = \square \text{エ} \text{ [W/m}^2\text{] } \dots\dots$$

h_e 、式 及び を式 に代入すると、 A は次の値となる。

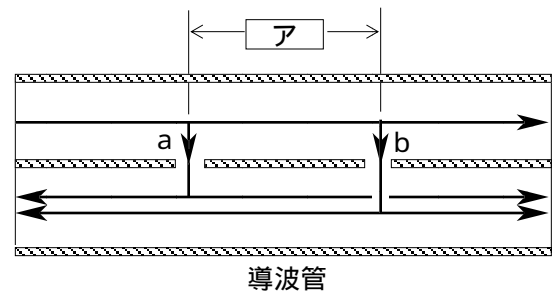
$$A = \square \text{オ} \text{ [m}^2\text{] }$$

- | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 $\frac{E^2}{60\pi}$ | 2 $\frac{\lambda}{\pi}$ | 3 $\frac{30\lambda^2}{\pi R^2}$ | 4 $\frac{P_0}{P}$ | 5 $\frac{(Eh_e)^2}{4R}$ |
| 6 $\frac{\pi}{\lambda}$ | 7 $\frac{30\lambda^2}{\pi R}$ | 8 $\frac{Eh_e}{4R^2}$ | 9 $\frac{P}{P_0}$ | 10 $\frac{E^2}{120\pi}$ |

B - 4 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。

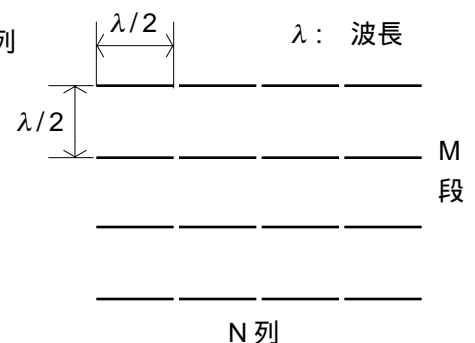
- (1) 2本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に管内波長の□アの間隔で2個の結合孔 a 及び b を開けたものである。伝送路の一方が主導波管で、もう一方が副導波管として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、それを副伝送路に移して特定の方向に進行させるものである。電力測定、□イの測定、電力の分割などに用いられる。
- (2) 各伝送路が無反射終端されている場合、端子 から入力された電磁波は、その一部が結合孔 a 及び b を通ってそれぞれ端子 及び へ等分される。このとき へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。また、 へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離との間に 1/2 波長の経路差があるので □ウ 度の位相差があり、互いに □エ 。
- (3) この方向性結合器は、周波数特性が □オ であるので、□アの間隔で多数の結合孔を設ける。例えば5結合孔では、孔の順に 1 : 4 : 6 : 4 : 1 の面積比にする。

- | | | | |
|----------|-----------|----------|--------|
| 1 広帯域 | 2 180 | 3 1/4 波長 | 4 加わる |
| 5 利得係数 | 6 狭帯域 | 7 90 | 8 反射係数 |
| 9 打ち消し合う | 10 1/8 波長 | | |



B - 5 次の記述は、図に示すビームアンテナ (カーテンアンテナ) の構成例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) アンテナ素子の配列は、垂直方向の段数と水平方向の列数から M 段 N 列という。各アンテナ素子を同じ大きさ、□ア位相の電流で励振すると、指向性の向きは、配列の面に □イ な方向に集中する。このような配列を横形配列という。
- (2) この横形配列では放射の最大となる方向が前後2つできるので、例えば、アンテナから □ウ 波長離れた後方の(電波の放射方向と反対側の)位置に、全く同じ構造で位相が 90 度進んだ電流が流れる □エ を設置すると、正面方向の放射が2倍となり、後方への放射が打ち消される。□エ に給電をしない場合には、給電点にリアクタンスを負荷して □オ を調整して単一方向に放射するようにする。



- | | | | | |
|-------|------|-------|---------|--------|
| 1 異なる | 2 水平 | 3 1/4 | 4 垂直 | 5 誘導電流 |
| 6 1/2 | 7 同じ | 8 反射器 | 9 素子の間隔 | 10 導波器 |