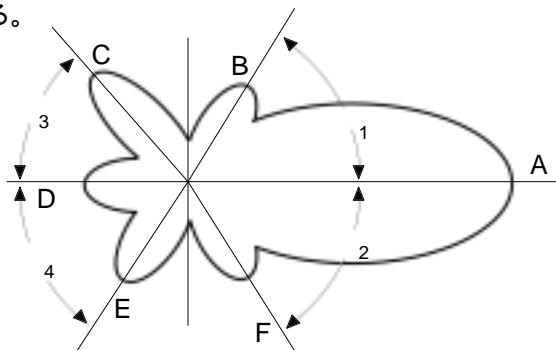


第一級総合無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

- A - 図に示す電界強度の放射パターンを持つアンテナの前後 $R(B)$ 比の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、メイシロープAの大きさを0 [dB]としたとき、B、C、D、E及びFの各サイドロープの大きさをそれぞれ20 [dB]、-14 [dB]、-26 [dB]、-16 [dB]及び-18 [dB]とし、また、角度 α_1 、 α_2 、 α_3 及び α_4 をそれぞれ 60° 、 62° 、 43° 及び 56° とする。

- 1 12 [dB]
- 2 14 [dB]
- 3 16 [dB]
- 4 20 [dB]
- 5 26 [dB]



- A - 次の記述は、アンテナの放射効率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 放射抵抗によって消費される電力とアンテナに供給される全電力との比をいう。
- 2 放射抵抗以外の抵抗は、損失抵抗であり、損失抵抗が小さいほど良くなる。
- 3 接地アンテナは、ダイポールアンテナに比べて放射効率が良い。
- 4 コロナ損は、絶縁不良によりコロナ放電し電力の一部が漏れ、エネルギー損失となり放射効率を低下させる。
- 5 誘電体による損失抵抗は、アンテナ近くにある建造物や支持碍子（がいし）などが影響する。

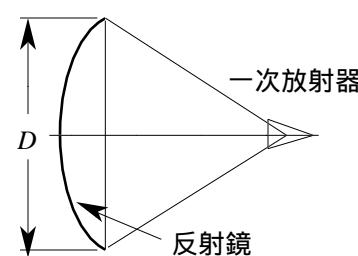
- A - 自由空間において、半波長ダイポールアンテナから最大放射方向に 60 [MHz] の電波を放射したとき、10 [km] 離れた点で二線式折返しダイポールアンテナを用いて受信したときの受信電界強度が 14 [mV/m] であった。このときの折返しダイポールアンテナの有能受信電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、折返しダイポールアンテナの 2 本の導線の太さは同じものとする。

- 1 1.2 [μW]
- 2 1.4 [μW]
- 3 1.7 [μW]
- 4 3.5 [μW]
- 5 7.1 [μW]

- A - 次の記述は、図に示すパラボラアンテナの利得と指向性について述べたものである。□内に入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]、開口面の直径を D [m] とする。

-) 利得は、開口面積、開口効率（利得係数）に比例し、 A に反比例する。
- (2) 開口効率は、鏡面の縁で損失が生じるため、通常、 B の値である。
- (3) 指向性の半值幅（半值角）は、 C 度のものが多く用いられている。

	A	B	C
1	λ	0.5 ~ 0.6	$70\frac{\lambda}{D}$
2	λ	0.8 ~ 0.9	$90\frac{\lambda}{D}$
3	λ^2	0.8 ~ 0.9	$50\frac{\lambda}{D}$
4	λ^2	0.5 ~ 0.6	$70\frac{\lambda}{D}$
5	λ^2	0.5 ~ 0.6	$90\frac{\lambda}{D}$



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。

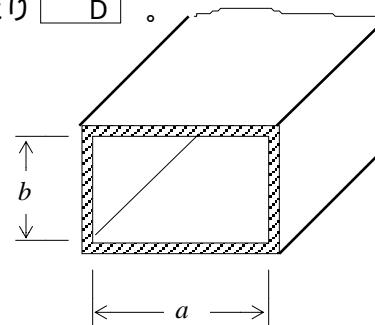
- 1 0.33
- 2 0.45
- 3 0.50
- 4 0.55
- 5 0.75

A - 6次の記述は、図に示す長辺が a [m]、短辺が b [m]の方形導波管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) TE_{10} モードの電波で励振した場合の遮断波長は[m]であり、 TE_{20} モードの電波で励振した場合は[m]である。

(2) 位相速度は、周波数が一定のとき管内波長にし、群速度より。

	A	B	C	D
1	a	$2b$	反比例	遅い
2	a	$2a$	比例	遅い
3	$2a$	a	反比例	速い
4	$2a$	b	比例	遅い
5	$2a$	a	比例	速い



A - 7 無損失給電線の位相定数 β と特性インピーダンス Z_0 を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電波の角周波数を ω [rad/s]とし、単位長さ当たりの静電容量及び自己インダクタンスをそれぞれ C [F/m]及び L [H/m]とする。

- | | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | $\beta = \omega \sqrt{LC}$ [rad/m] | $Z_0 = \omega \sqrt{L/C}$ [] |
| 2 | $\beta = \omega \sqrt{LC}$ [rad/m] | $Z_0 = \sqrt{L/C}$ [] |
| 3 | $\beta = \sqrt{L/C}$ [rad/m] | $Z_0 = 1/\sqrt{LC}$ [] |
| 4 | $\beta = \sqrt{L/C}$ [rad/m] | $Z_0 = \omega \sqrt{L/C}$ [] |
| 5 | $\beta = 1/\sqrt{LC}$ [rad/m] | $Z_0 = \sqrt{L/C}$ [] |

A - 8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の正しい組合せを下の番号から選べ。

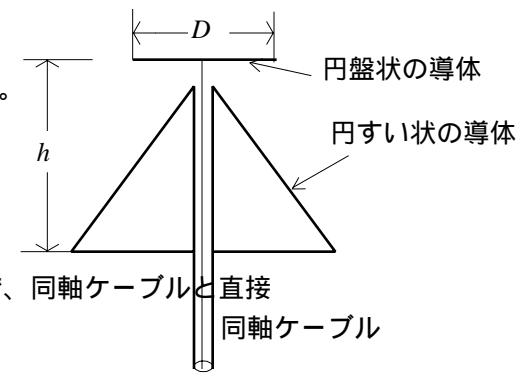
装荷ダイポールアンテナは、必要とするアンテナ特性を得るためにアンテナ上の適当な位置(複数可)にインピーダンスを装荷したアンテナで、装荷する位置が給電点に近い場合を装荷、アンテナ先端に近い場合を装荷という。

) 抵抗装荷は、(アンテナのC)を目的としている。

	A	B	C
1	中央	頂点	信号対雑音比(S/N)の改善
2	中央	非対称給電	信号対雑音比(S/N)の改善
3	中央	頂点	広帯域整合
4	底辺	非対称給電	信号対雑音比(S/N)の改善
5	底辺	頂点	広帯域整合

A - 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。
ただし、使用周波数の中心波長を λ [m]、直径を D [m]、高さを h [m] とする。

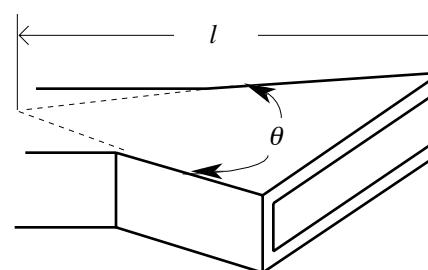
- 1 ディスコーンアンテナは、ダイポールアンテナのような線状アンテナを構成する素子の形状を変えて広帯域性を持つようにしたアンテナである。
- 2 通常水平偏波のアンテナとして、超短波（VHF及び極超短波UHF）帯で多く用いられる。
- 3 水平面内の指向性は、全方向性である。
通常円すい状の導体の頂角が約 60 度の場合で、かつ D が $0.25 h$ が $0.35 h$ のとき、給電点のインピーダンスがほぼ 50 [Ω] になるので、同軸ケーブルと直接接続できる。
- 5 $D \sqrt{h}$ の寸法をそれぞれ使用最低周波数の波長の約 0.14 倍及び 0.2 倍にすると、インピーダンス、定在波比とも使用最低周波数のほぼ 8 倍くらいまで一定であるが、実際には 4 倍くらいまでの周波数範囲で用いることが多い。



A - 10 次の記述は、扇形電磁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の正しい組合せを下の番号から選べ。

図に示すアリテナは導波管の一端を、□A 方向に広げたアンテナで□B ホーンといい、導波管が基本モードで励振され、開口角 θ が最適な角度であるとき、ホーンの長さ l が□C ほど利得が大きくなる。
開口面積が一定の場合、 θ が□D ほど利得は大きくなる。

	A	B	C	D
1	磁界	H 面扇形	長い	小さい
2	磁界	H 面扇形	短い	小さい
3	磁界	H 面扇形	短い	大きい
4	電界	E 面扇形	長い	小さい
5	電界	E 面扇形	長い	大きい



A - 11 次の記述は、大気の屈折率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) 電波に対する大気の屈折率は、1よりわずかに大きな値を持っており、気温、気圧及び□Aの変動により変わる。
- (2) 平均的な標準大気の屈折率は、地表上の 1 [km] 以下の高さでは、高さとともにほぼ直線的に□B する。
- (3) 逆転層では、高さとともに温度が□C し、屈折率の高さに対する変化が標準大気の場合の逆になる。

	A	B	C
1	風向	減少	下降
2	風向	増加	上昇
3	風向	増加	下降
4	湿度	増加	上昇
5	湿度	減少	上昇

A - 12 次の記述は、超短波（VHF）帯の見通し距離外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) 誘電率が空間的に、また、時間的にたえず変動する大気中を電波が伝搬すると、□A を起こし、見通し距離より遠方へ伝搬することがある。
- (2) 流星散乱波は、流星が大気圏に突入したとき電離層の□B の下部に生ずる電離域によって 50 [MHz] 付近の電波が反射されて、見通し距離より遠方へ伝搬することがある。間欠的に発生するので、特殊な通信に利用される。
スポラジック(E)層での反射により電波が見通し距離より遠方へ伝搬するのは、VHF帯の□C 方の周波数である。

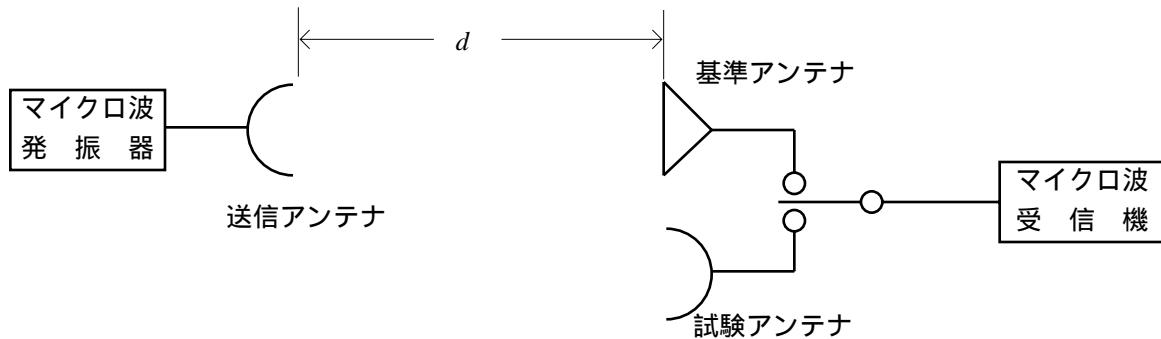
	A	B	C
1	散乱	E 層	低い
2	散乱	F 層	低い
3	回折	E 層	高い
4	回折	F 層	低い
5	回折	D 層	高い

A - 13 次の記述は、短波 (HF) 帯伝搬におけるエコーと対せき点 (対しょ点) 効果について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 短波回線では、電波は大地と電離層との間の反射を繰り返して伝搬する。跳躍距離の 2 倍以上の距離では、その距離に応じて電波通路の異なる多数の電波が受信点に到達する。到達した電波の時間差がある程度大きいと信号がひずんで聞こえる。このような現象を □ A エコーという。
- (2) 送信点と受信点が地球の中心に対して □ B の位置にあるとき、伝搬距離はどの方向に対してもすべて同じになり、受信点にはそのうち最も伝搬条件の □ C 方向からの電波が主信号となるので、伝搬条件の変化によって電波の到来方向は 360 度変動する。このような現象を対せき点 (対しょ点) 効果という。

	A	B	C
1	多重	反対	良い
2	多重	反対	悪い
3	多重	直角	良い
4	ポーラ	直角	悪い
5	ポーラ	反対	悪い

A - 14 次の記述は、マイクロ波用アンテナの絶対利得を比較法により求める原理及び測定上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) 図に示すように、送信アンテナから放射された電波を、絶対利得 G_s [dB] の基準アンテナと絶対利得 G_x [dB] の試験アンテナ (パラボラアンテナ) で受信したとき、それぞれの受信電力が P_s [dB] 及び P_x [dB] であった。

送信及び両受信アンテナがそれぞれ自由空間に置かれているものと仮定すれば、 G_x は、次式で求められる。

$$G_x = \square A [dB]$$

- (2) 実際には、次のような測定上の注意が必要である。

大きな径を持った開口面アンテナの場合、送信アンテナと受信アンテナとの距離 d [m] は十分にとる。測定誤差を 1 ~ 2 [%] に抑えるためには、送信アンテナの開口径を D_1 [m]、受信アンテナの開口径を D_2 [m]、使用電波の波長を λ [m] とすれば、 $d = \square B$ の関係式を満足する必要がある。

また、波長が $\square C$ なるほど、降雨による影響が大きくなるので、できるだけ晴天のときに測定する。

	A	B	C
1	$P_x - P_s - G_s$	$\frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$	長く
2	$P_x - P_s - G_s$	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$	短く
3	$P_x - P_s + G_s$	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$	長く
4	$P_x - P_s + G_s$	$\frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$	短く
5	$P_x + P_s + G_s$	$\frac{(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$	短く

A - 15 受信機の入力端子に接続した純抵抗が受信機と整合しているとき、受信機の周波数帯域幅が 20 [kHz] で、受信機に取り込まれる有能雑音電力の値が受信機の出力から換算すると 828×10^{-19} [W] であった。このときの純抵抗の周囲温度として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ボルツマン定数を 1.38×10^{-23} [J/K] とする。

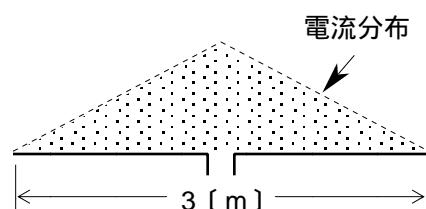
- 1 20 []
- 2 22 [] 2
- 3 27 [] 3
- 4 30 [] 4
- 5 33 [] 5

A - 16 放射抵抗が 36 []、接地アンテナの接地抵抗が 6 [] 及び放射効率が 75 [%] であった。このアンテナの導体抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの入力インピーダンスの抵抗分は、放射抵抗、導体抵抗及び接地抵抗とする。

- 1 1 []
- 2 2 [] 2
- 3 4 [] 3
- 4 6 [] 4
- 5 8 [] 5

A - 17 図に示す長さ 3 [m] のダイポールアンテナの実効長の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ上の電流分布は三角形とする。

- 1 0.5 [m]
- 2 1.5 [m]
- 3 2.0 [m]
- 4 2.5 [m]
- 5 3.0 [m]



A - 18 次の記述は、図に示す導波管の分岐回路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、伝送モードを TE₁₀ モードとする。

- 1 図 1 に示す H 面分岐回路では、分岐回路が主導波管内の磁界と平行な面内にある。
- 2 図 2 に示す E 面分岐回路では、分岐回路が主導波管内の電界と平行な面内にある。
- 3 分岐回路から電波を入力したとき、H 面分岐では主導波管の両方の端子の方向へそれぞれ同振幅、同位相の電波が伝搬する。
- 4 分岐回路から電波を入力したとき、E 面分岐では主導波管の両方の端子の方向へそれぞれ入力の 2 倍の振幅、逆位相の電波が伝搬する。
- 5 これらの分岐回路は、インピーダンスブリッジや低雑音の周波数変換器などに利用される。

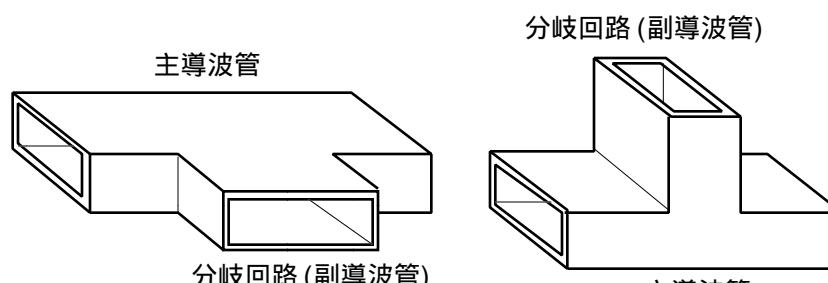


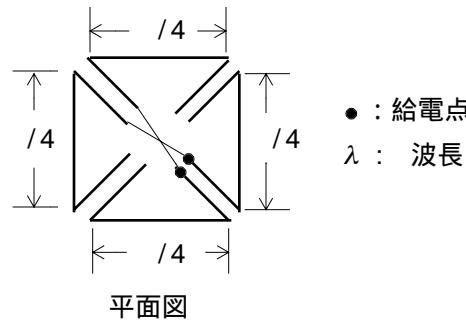
図 1 H面分岐

図 2 E面分岐

A - 19 次の記述は、超短波（VHF）全方向無線標識（VOR）に用いるアルホード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。

アルホードループアンテナは、長さ約 $1/2$ 波長の金属板で△の字形を 4 個作り、これを図に示すように組み合わせた形である。このアンテナは、□ A □ 偏波用であり、アンテナの特性は、水平面内指向性が □ B □ であり、垂直面内指向性が □ C □ である。

- | | A | B | C |
|---|----|-------|-------|
| 1 | 垂直 | 単向性 | 全方向性 |
| 2 | 垂直 | 8 字特性 | 全方向性 |
| 3 | 水平 | 全方向性 | 単向性 |
| 4 | 水平 | 単向性 | 8 字特性 |
| 5 | 水平 | 全方向性 | 8 字特性 |



A - 20 送信電力が 30 [W]、周波数 20 [MHz] の電波を絶対利得 20 [dB] で送信アンテナから放射したとき、送信点から 15 [km] 離れた地上高 10 [m] の点における電界強度が 10 [mV/m] であった。このときの送信アンテナの地上高とし、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、直接波と大地反射波による位相差は、0.5 [rad] より小さいものとし、電界強度 E は次式で表されるものとする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad [\text{V/m}] \quad E_0 : \text{自由空間の電界強度} \quad [\text{V/m}], \quad \lambda : \text{波長} \quad [\text{m}]$$

$h_1, h_2 : \text{送信及び受信アンテナの高さ} \quad [\text{m}], d : \text{距離} \quad [\text{m}]$

- 55 [m] 1
65 [m] 2
75 [m] 3
90 [m] 4
110 [m] 5

B - 1 次の記述は、送信点から十分遠方における電界強度の計算式を誘導する過程を述べたものである。□ 内に入るべき字句を下の番号から選べ。

(1) 等方性アンテナの放射電力を P_0 [W] とすると、そのアンテナから半径 d [m] の球面を通過する電波の単位面積当たりの電力 w は次式によって表される。

$$w = \boxed{\text{ア}} \quad [\text{W/m}^2] \dots \dots \dots$$

) 一方、ポインティング電力 p は、電界強度 E [V/m]、磁界強度 H [A/m] を用いて、次式で表すことができる。

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

自由空間の特性インピーダンスを Z_0 [] とすれば、 E と H との間には $E = Z_0 H$ の関係がある。 $Z_0 = \boxed{\text{ウ}}$ [] を代入して、式 は次式となる。

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

) 等方性アンテナから距離 d における E は、式 と から、次式となる。

$$E = \boxed{\text{オ}} \quad [\text{V/m}]$$

- | | | | | |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|-------------|
| 1 $\frac{E^2}{30\pi}$ | 2 60π | 3 $\frac{P_0}{4\pi d^2}$ | 4 $\frac{E^2}{120\pi}$ | 5 EH |
| 6 $\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$ | 7 $\frac{H}{E}$ | 8 $\frac{\sqrt{45P_0}}{d}$ | 9 $\frac{\sqrt{P_0}}{4\pi d^2}$ | 10 120π |

B - 2 次の記述は、同軸ケーブルと中空の方形導波管について述べたものである。□ 内に入るべき字句を下の番号から選べ。

(1) 同軸ケーブルは、誘電体を充てんしているため、導波管に比べて単位長さ当たりの伝送損が □ ア □ なり、また、周波数が □ イ くなると使用制限がある。

同一寸法の導波管の遮断周波数は、□ ウ □ モードが最も低い。

(3) 導波管の伝送損のうち、□ エ □ は管内壁の材質、寸法、励振周波数などでその大きさが変わる。導波管の内部に □ オ □ メッキをすれば、銅のままで伝送損を小さくできる。

- | | | | | |
|-------------|-------------|--------|-----------|------|
| 1 TE_{11} | 2 抵抗損 | 3 金又は銀 | 4 大きく | 5 低 |
| 6 小さく | 7 TE_{10} | 8 誘電体損 | 9 錫又はクローム | 10 高 |

B - 3 次の記述は、短波の伝搬における南北回線（東京～オーストラリア）と東西回線（東京～イタリア）の通信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) 南北回線では、MUF（最高使用可能周波数）がほぼ□頃最大となり、デリンジャ現象による影響を受けるのは、□イである。
- (2) 東西回線のMUFの値は、全般的に南北回線より□ウなる。
- (3) 南北回線は、東西回線に比べて、空電雑音の影響を□エ、電離層あらし（磁気あらし）による通信妨害の影響が□オ。

1 昼間帯のみ	2 大きい	3 正午	4 低く	5 受けにくく
6 日出	7 昼夜にまたがる時間帯	8 小さい	9 高く	10 受けやすく

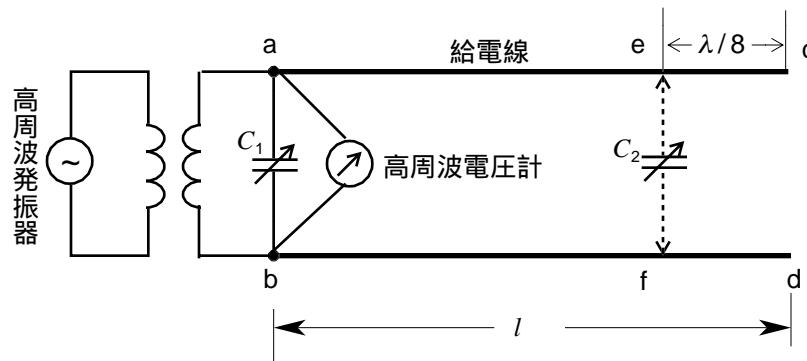
B - 4 次の記述は、図に示す構成により標準可変コンデンサを用いた平行二線式給電線の特性インピーダンスを測定する方法について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、波長を λ [m]とし、給電線の損失は無視できるものとする。

- (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。

$$Z_i = \boxed{\text{イ}} []$$

 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、 $Z_{ef} = \boxed{\text{ウ}} []$ となる。
- (2) 次に、cdからef端までの長さ $\lambda/8$ [m]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□エなので、 Z_0 は、次式で表される。

$$Z_0 = \boxed{\text{オ}} []$$



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

B - 5 次の記述は、テレビジョン放送に用いられるスーパーゲイン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 1 、誤っているものを 2 として解答せよ。

ア 主として地上系UHFテレビジョン放送用の周波数帯で用いられている。

イ 反射板付き半波長ダイポールアンテナを構成単位とし、これを鉄塔の同じ高さの各側面に配置した構造である。

ウ 垂直偏波用のみのアンテナとして用いられる。

エ 水平面内の合成指向性は、全方向性である。

オ より広帯域にするため、アンテナ素子を細くする方法などを用いている。