

【1】 次の記述は、静止衛星を用いた衛星通信の特徴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) 静止衛星の □A□ は、赤道上空にあり、静止衛星が地球を一周する公転周期は、地球の自転周期と等しく、また、静止衛星は地球の自転の方向と □B□ 方向に周回している。
- (2) 静止衛星から地表に到来する電波は極めて微弱であるため、静止衛星による衛星通信は、春分と秋分のころに、地球局の受信アンテナビームの見通し線上から到来する □C□ の影響を受けることがある。

	A	B	C
1	極軌道	同一	太陽雑音
2	極軌道	同一	空電雑音
3	極軌道	逆	空電雑音
4	円軌道	逆	空電雑音
5	円軌道	同一	太陽雑音

【解答】 5

静止衛星は、地球の赤道上空を地球と同じ速度の円軌道を描いて回転しているため、地球から見ると常に同じ位置に静止して見えるものです。もちろん、地球の自転と同一方向に周回しています。

春分・秋分の頃、地球から見た太陽はちょうど赤道上空に見えるため、静止衛星と太陽が同じ向きに見えることがあります。太陽からは強力な電磁波（雑音）が到来しているため、衛星からの微弱な電波が強烈な太陽雑音に埋もれてしまうことがあります。空電雑音というのは、主に雷等による雑音で、短波帯以下の低い周波数において顕著になります。

[2] 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯による通信の一般的な特徴等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。

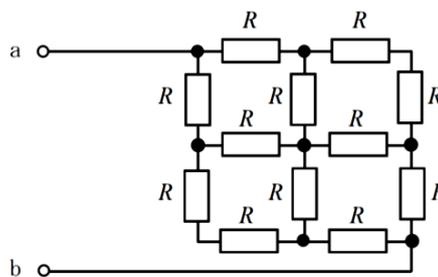
- 1 超短波(VHF)帯の電波に比較して、地形、建造物及び降雨の影響が少ない。
- 2 自然雑音及び人工雑音の影響が大きく、良好な信号対雑音比(S/N)の通信回線を構成することができない。
- 3 アンテナの指向性を鋭くできるので、他の無線回線との混信を避けることが比較的容易である。
- 4 周波数が高くなるほど降雨による減衰が小さくなり、大容量の通信回線を安定に維持することが容易になる。

【解答】 3

- 1: マイクロ波帯はVHF帯よりも電波の特性が光に近くなり、地形や建造物、降雨等の影響を強く受けます。
- 2: 大きく→小さく、構成することができない→構成することができる
- 4: ある程度以上周波数が高くなると、降雨による減衰が大きくなります。

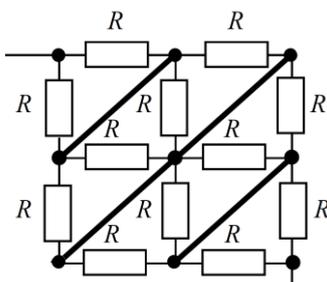
【3】 図に示す抵抗 $R = 50 [\Omega]$ で作られた回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 50 $[\Omega]$
- 2 75 $[\Omega]$
- 3 100 $[\Omega]$
- 4 125 $[\Omega]$
- 5 150 $[\Omega]$



【解答】 2

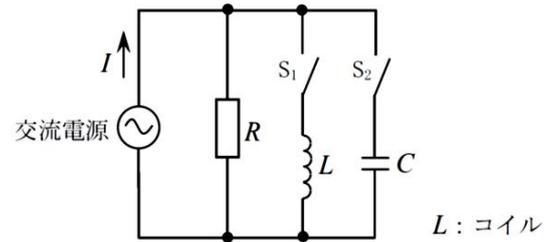
平衡しているブリッジ回路と同様、回路中の電圧が同じ点どうしは短絡したり開放したりしても挙動が変わらないことを利用します。回路の対称性を考え、a~b 間のうち同一電位の点を太線で結合した回路は次のようになります。



以上より、この回路は a 点~R が 2 本並列~R が 4 本並列~R が 4 本並列~R が 2 本並列~b 点と至る回路と見なせるので、 $25\Omega + 12.5\Omega + 12.5\Omega + 25\Omega = 75\Omega$ が答えです。

【4】 図に示す回路において、スイッチ S_1 のみを閉じたときの電流 I とスイッチ S_2 のみを閉じたときの電流 I は、ともに 5 [A] であった。また、スイッチ S_1 と S_2 の両方を閉じたときの電流 I は、3 [A] であった。抵抗 R 及びコンデンサ C のリアクタンス X_C の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源電圧は 150 [V] とする。

	R	X_C
1	30 [Ω]	12.5 [Ω]
2	30 [Ω]	18.2 [Ω]
3	50 [Ω]	18.2 [Ω]
4	50 [Ω]	37.5 [Ω]
5	75 [Ω]	37.5 [Ω]



【解答】 4

S_1 のみを閉じたときと S_2 のみを閉じたときの電流が変わらないということは、 L のリアクタンスと C のリアクタンスの値が同じことを意味します。したがって S_1 と S_2 を両方閉じた場合は並列共振状態になります。電源電圧が 150V、並列共振状態の時の回路電流が 3A から、抵抗 R は 50Ω と求まります。

S_1 のみを閉じたときと S_2 のみを閉じたときの回路電流は、抵抗と L もしくは C との二乗平均です。抵抗に流れる電流は常に 3A、 L もしくは C との二乗平均が 5A ということより、3:4:5 の三角形から、 L もしくは C に流れる電流は 4A と求まります。したがって、 $150V \div 4A = 37.5\Omega$ です。

〔5〕 次の記述は、半導体及び半導体素子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 不純物を含まないSi(シリコン)、Ge(ゲルマニウム)等の単結晶半導体を真性半導体という。
- 2 PN接合ダイオードは、電流がN形半導体からP形半導体へ一方向に流れる整流特性を有する。
- 3 P形半導体の多数キャリアは、電子である。
- 4 フォトダイオードは、電気信号を光信号に変換する特性を利用するものである。

【解答】 1

2：電流はP→Nと流れます。

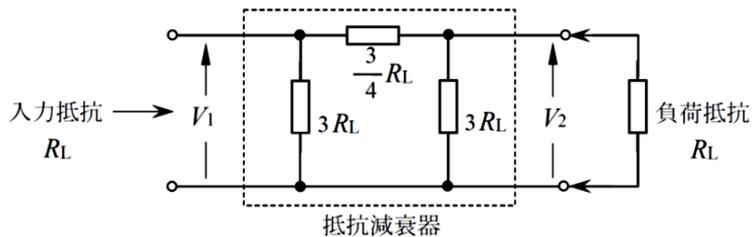
3：P形の多数キャリアは正孔です。

4：電気信号を光信号に変えるのはLEDなどです。フォトダイオードは、光信号を電気信号に変えます。

〔6〕 図に示すπ形抵抗減衰器の減衰量 L の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、減衰量 L は、減衰器の入力電力を P_1 、入力電圧を V_1 、出力電力を P_2 、出力電圧を V_2 、入力抵抗及び負荷抵抗を R_L とすると、次式で表されるものとする。また、常用対数は表の値とする。

$$L = 10 \log_{10} (P_1 / P_2) = 10 \log_{10} \{ (V_1^2 / R_L) / (V_2^2 / R_L) \} \quad [\text{dB}]$$

- 1 3 [dB]
- 2 6 [dB]
- 3 9 [dB]
- 4 14 [dB]
- 5 20 [dB]



x	$\log_{10}x$
2	0.30
3	0.48
4	0.60
5	0.70

【解答】 2

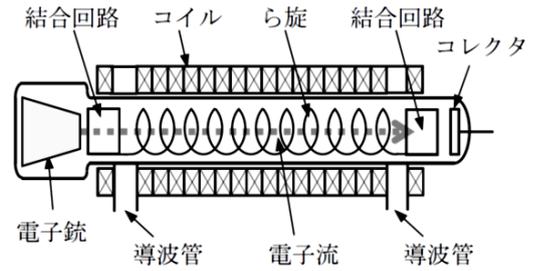
回路中に $3/4$ という分数があるので、割り切れやすいように $R_L=4\Omega$ と置いてしまいます。すると、回路の左側から $12\Omega \cdot 3\Omega \cdot 12\Omega$ 、そして負荷抵抗の 4Ω と接続された回路になります。ここでまた、計算しやすいように $V_2=12V$ とします。すると負荷抵抗に流れる電流は $3A$ 、左から3本目の 12Ω に流れる電流は $1A$ ですから、合計の $4A$ が左から2本目の 3Ω に流れ、ここに発生する電圧は $4 \times 3 = 12V$ と求まります。

以上より、「 $V_2=12V$ のとき $V_1=24V$ となる」ことが求まるので、減衰量は電圧比で2分の1、つまり6dBと求まります。

【7】 次の記述は、図に示す原理的な構造の電子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) 名称は、□A□である。
 (2) 主な働きは、マイクロ波の □B□である。

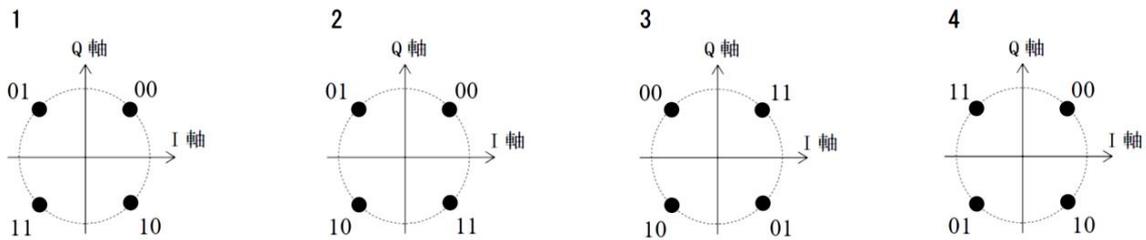
- | A | B |
|--------------|----|
| 1 マグネトロン | 発振 |
| 2 マグネトロン | 増幅 |
| 3 進行波管 | 増幅 |
| 4 進行波管 | 発振 |
| 5 反射形クライストロン | 増幅 |



【解答】 3

これは進行波管で、マイクロ波の増幅に用いられます。

〔8〕 グレイ符号(グレイコード)による QPSK の信号空間ダイアグラム(信号点配置図)として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、I 軸は同相軸、Q 軸は直交軸を表す。



【解答】 1

隣り合う点のデータ変化が最も小さくなるようにします。選択肢 1 は、左上⇄左下、左上⇄右上、右上⇄右下、左下⇄右下のいずれを見ても 1 ビットの変化となっているので、これが正解です。

〔9〕 次の記述は、直接拡散方式を用いるスペクトル拡散(SS)通信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。

直接拡散方式を用いる符号分割多元接続(CDMA)は、□A□ こと、混信妨害の影響が小さいことなど優れた点がある。反面、基地局と移動局間の距離差などによって発生する □B□ があり、この対策として □C□ 送信機の送信電力の制御が行われている。

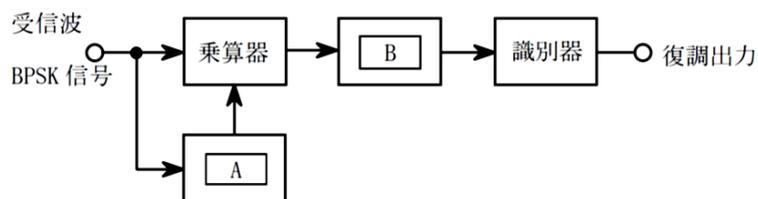
A	B	C
1 秘匿性が良い	遠近問題	基地局側
2 秘匿性が良い	遠近問題	移動局側
3 秘匿性が良い	グランドクラッタ	基地局側
4 占有周波数帯幅が狭い	遠近問題	基地局側
5 占有周波数帯幅が狭い	グランドクラッタ	移動局側

【解答】 2

CDMA 方式は、秘匿性が良く、混信妨害の影響が小さいなどの利点がある反面、基地局に近い移動局からの電波は強力に届き、遠い移動局からの電波は弱く届くという欠点があるため、基地局の時点でどの移動局の電波もほぼ同じ強さで届くようにするため、移動局側の送信電力を制御する仕組みを備えています。

【10】 図は、2相PSK(BPSK)信号に対して同期検波を適用した復調器の原理的構成例である。□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。

- | A | B |
|------------|--------------|
| 1 クロック再生回路 | 高域フィルタ (HPF) |
| 2 クロック再生回路 | 帯域フィルタ (BPF) |
| 3 クロック再生回路 | 低域フィルタ (LPF) |
| 4 搬送波再生回路 | 低域フィルタ (LPF) |
| 5 搬送波再生回路 | 高域フィルタ (HPF) |



【解答】 4

同期検波は、受信波から搬送波再生回路を経由して搬送波を作り出し、それと乗算した出力をLPFに入れ、識別機を通してデジタル信号を復元します。したがって正解は4です。

【11】 次の記述は、ダイバーシティ方式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。

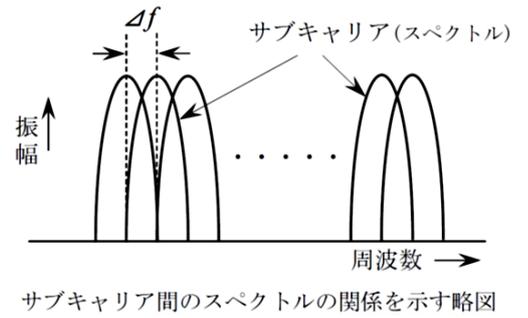
- 1 十分に遠く離れた二つ以上の伝送路を設定し、これを切り替えて使用方法は、ルートダイバーシティ方式といわれる。
- 2 2基以上の受信アンテナを空間的に離れた位置に設置して、それらの受信信号を切り替えるか又は合成するダイバーシティ方式は、スペースダイバーシティ方式といわれる。
- 3 ダイバーシティ方式を用いることにより、フェージングの影響を軽減することができる。
- 4 周波数によりフェージングの影響が異なることを利用して、二つの異なる周波数を用いるダイバーシティ方式は、偏波ダイバーシティ方式といわれる。

【解答】 4

これは周波数ダイバーシティの説明です。

【12】 直交周波数分割多重(OFDM)方式において、図に示すサブキャリアの周波数間隔 Δf が 20 [kHz] のときの有効シンボル期間長(変調シンボル長)の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 10 [μs]
- 2 20 [μs]
- 3 30 [μs]
- 4 40 [μs]
- 5 50 [μs]



【解答】 5

シンボル期間長は周波数間隔の逆数です。したがって $1 \div 20000 = 0.00005$ 、つまり $50 \mu s$ です。

〔13〕 次の記述は、衛星通信の多元接続の一方式について述べたものである。該当する方式を下の番号から選べ。

各送信地球局は、同一の搬送周波数で、無線回線の信号が時間的に重ならないようにするため、自局に割り当てられた時間幅内に収まるよう自局の信号を分割して断続的に衛星に向け送出し、各受信地球局は、衛星からの信号を受信し、自局に割り当てられた時間幅内から自局向けの信号を抜き出す。

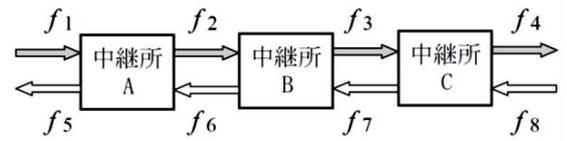
- 1 プリアサイメント 2 CDMA 3 FDMA 4 SCPC 5 TDMA

【解答】 5

説明文より、複数の地球局を時間で切り替えて通信している TDMA であることが分かります。

[14] 次の記述は、図に示すマイクロ波(SHF)通信における2周波中継方式の一般的な送信及び受信の周波数配置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、中継所A、中継所B及び中継所CをそれぞれA、B及びCで表す。

- 1 Bの受信周波数 f_2 とCの送信周波数 f_7 は、同じ周波数である。
- 2 Bの送信周波数 f_3 とAの受信周波数 f_1 は、同じ周波数である。
- 3 Aの送信周波数 f_2 とCの受信周波数 f_3 は、同じ周波数である。
- 4 Aの送信周波数 f_5 とCの送信周波数 f_4 は、同じ周波数である。
- 5 Aの受信周波数 f_6 とCの受信周波数 f_8 は、同じ周波数である。



【解答】 3

2周波中継方式は、2つの周波数を交互に使用し、かつ同一中継点間では別の周波数を用いて中継を行います。したがって $f_1=f_3=f_8=f_6$ であり、 $f_2=f_4=f_7=f_5$ です。これと合致していない選択肢は3です。

【15】 次の記述は、ドップラー効果を利用したレーダー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) アンテナから発射された電波が移動している物体で反射される時、反射された電波の□A□はドップラー効果により偏移する。移動している物体が、電波の発射源に近づいているときは、移動している物体から反射された電波の□A□は、発射された電波の□A□より□B□なる。

(2) この効果を利用したレーダーは、移動物体の速度測定、□C□などに利用される。

	A	B	C
1	周波数	高く	竜巻や乱気流の発見や観測
2	周波数	低く	竜巻や乱気流の発見や観測
3	周波数	低く	海底の地形の測量
4	振幅	低く	竜巻や乱気流の発見や観測
5	振幅	高く	海底の地形の測量

【解答】 1

移動している物体で反射されたり、移動している物体から発せられたりしている波動（電波や音波など）は、ドップラー効果によって周波数の変移が起こります。近づいている場合、周波数は高くなります。これを利用したレーダーとして、移動物体の速度測定や竜巻・乱気流の観測等が行われています。

[16] 次の記述は、パルスレーダーの性能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 距離分解能は、同一方位にある二つの物標を識別できる能力を表し、パルス幅が狭いほど良くなる。
- 2 方位分解能は、アンテナの水平面内のビーム幅でほぼ決まり、ビーム幅が狭いほど良くなる。
- 3 最大探知距離は、送信電力を大きくし、受信機の感度を良くすると大きくなる。
- 4 最大探知距離は、アンテナ利得を大きくし、アンテナの高さを高くすると大きくなる。
- 5 最小探知距離は、主としてパルス幅に比例し、パルス幅を τ [μ s] とすれば、約 300τ [m] である。

【解答】 5

300τ は、時間 τ の間に電波が進む距離ですが、レーダーは物標との間を電波が往復するため、物標までの距離はその半分の 150τ で表されます。

〔17〕 15〔GHz〕の周波数の電波で使用する回転放物面の開口面積が1.0〔m²〕で絶対利得が43〔dB〕のパラボラアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 52〔%〕 2 56〔%〕 3 60〔%〕 4 64〔%〕 5 68〔%〕

【解答】4

$4\pi \times (\text{開口面積}) \times (\text{開口効率}) = (\text{絶対利得}) \times (\text{波長})^2$ の式を用いて求めます。

絶対利得43dBを真数値にすると、10dBが10倍、20dBが100倍、30dBが1000倍、40dBが10000倍、43dBが20000倍となり、真数値は「20000」と求まります。

15GHzの電波の波長を求めると、 $\lambda = c/f$ より、 $3 \times 10^8 \div (15 \times 10^9) = 0.02\text{m}$ (2cm)と求まります。波長の2乗の値は、 $0.02 \times 0.02 = 0.0004\text{m}^2$ です。

以上より、 $(\text{開口効率}) = (\text{絶対利得}) \times (\text{波長})^2 \div (4\pi \times \text{開口面積})$ を計算すると、
開口効率 = $20000 \times 0.0004 \div (4\pi \times 1) \approx 0.64$ となります。

[18] 次の記述は、アダプティブアレイアンテナ(Adaptive Array Antenna)の特徴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) 一般にアダプティブアレイアンテナは、複数のアンテナ素子から成り、各アンテナの信号の □A□ に適切な重みを付けて合成することにより □B□ に指向性を制御することができ、電波環境の変化に応じて指向性を適応的に変えることができる。
- (2) さらに、干渉波の到来方向に □C□ を向け干渉波を弱めて、通信の品質を改善することもできる。

A	B	C
1 ドップラー周波数	機械的	ヌル点 (null : 指向性パターンの落ち込み点)
2 ドップラー周波数	電氣的	主ビーム
3 振幅と位相	電氣的	ヌル点 (null : 指向性パターンの落ち込み点)
4 振幅と位相	機械的	主ビーム

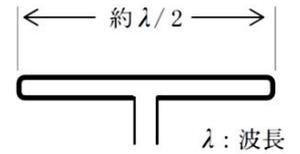
【解答】 3

アダプティブアレイアンテナは、複数のアンテナを並べ、それぞれのアンテナから得られた信号の振幅・位相を電氣的に調整して合成することで、アンテナを物理的に回転させるというような機械的操作をすることなく、指向性や利得を調整できる仕組みを持っています。

また、わざと一方向からの信号を逆位相に調整して合成することにより、不要な干渉波が到来する方向の感度を落とす（ヌル点をそちらに向ける）こともでき、通信の品質を改善することができます。

[19] 次の記述は、図に示す素子の太さが同じ二線式折返し半波長ダイポールアンテナ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) 周波数特性は、同じ太さの素子の半波長ダイポールアンテナに比べてやや □ A □ 特性を持つ。
- (2) 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 □ B □ 倍である。
- (3) 指向特性は、半波長ダイポールアンテナと □ C □ 。



A	B	C
1 狭帯域	4	ほぼ同じである
2 狭帯域	2	大きく異なる
3 広帯域	3	ほぼ同じである
4 広帯域	4	ほぼ同じである
5 広帯域	2	大きく異なる

【解答】 4

折り返し半波長ダイポールアンテナは、同じ太さの素子の半波長ダイポールアンテナに比べると若干広帯域であり、入力インピーダンスは4倍の約 300Ω 、指向特性は変わらないという性質を持っています。

【20】 次の記述は、VHF 帯の電波の伝搬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 標準大気中を伝搬する電波の見通し距離は、幾何学的な見通し距離より短くなる。
- 2 スポラジック E(Es)層と呼ばれる電離層によって、見通し外の遠方まで伝わることもある。
- 3 地形や建物の影響は、周波数が高いほど大きい。
- 4 見通し距離内では、受信点の高さを変化させると、直接波と大地反射波との干渉により、受信電界強度が変動する。

【解答】 1

標準待機中を伝搬する電波の見通し距離は、大気密度の違いによる屈折を受けるため、幾何学的な見通し距離よりも長くなります。

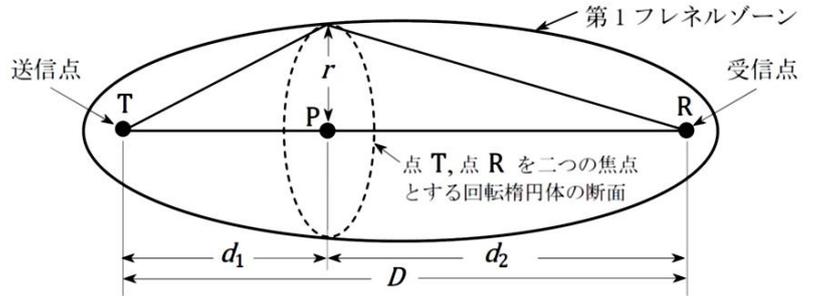
【21】 次の記述は、図に示すマイクロ波回線の第1フレネルゾーンについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 送信点 T から受信点 R 方向に測った距離 d_1 [m] の点 P における第1フレネルゾーンの回転楕円体の断面の半径 r [m] は、点 P から受信点 R までの距離を d_2 [m]、波長を λ [m] とすれば、次式で与えられる。

$$r \approx \boxed{\text{A}}$$

- (2) 周波数が 7.5 [GHz]、送受信点間の距離 D が 10 [km] であるとき、 d_1 が 2 [km] の点 P における r は、約 $\boxed{\text{B}}$ である。

- | A | B |
|--|--------|
| 1 $\sqrt{\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)}$ | 10 [m] |
| 2 $\sqrt{\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)}$ | 8 [m] |
| 3 $\sqrt{\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)}$ | 6 [m] |
| 4 $\sqrt{\lambda d_1 / (d_1 + d_2)}$ | 4 [m] |
| 5 $\sqrt{\lambda d_1 / (d_1 + d_2)}$ | 2 [m] |



【解答】 2

回転楕円体の断面半径の値の式は、T 点と R 点が互いに対称であることから、式の分子に d_1 しか入っていない選択肢 4・5 はおかしいと気づきます。従って選択肢 1~3 のほうが正解です。

選択肢 B は、実際にこの式を用いて計算するだけです。

$$r \approx \sqrt{\lambda \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}} = \sqrt{\frac{3 \times 10^8}{7.5 \times 10^9} \times \frac{2000 \times 8000}{10000}} = 8$$

【22】 次の記述は、無線中継所等において広く使用されているシール鉛蓄電池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 定期的な補水(蒸留水)は、不必要である。
- 2 電解液は、放電が進むにつれて比重が低下する。
- 3 シール鉛蓄電池を構成する単セルの電圧は、約2[V] である。
- 4 通常、密閉構造となっているため、電解液が外部に流出しない。
- 5 正極はカドミウム、負極は金属鉛、電解液には希硫酸が用いられる。

【解答】 5

正極はカドミウムではなく二酸化鉛です。

【23】 次の記述は、マイクロ波等の高周波電力の測定器に用いられるボロメータ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。

ボロメータは、半導体又は金属が電波を□A□すると温度が上昇し、□B□の値が変化することを利用した素子で、高周波電力の測定に用いられる。ボロメータとしては、□C□やバレッタが使用される。

	A	B	C
1	吸収	抵抗	サイリスタ
2	吸収	抵抗	サーミスタ
3	吸収	静電容量	サイリスタ
4	反射	抵抗	サーミスタ
5	反射	静電容量	サイリスタ

【解答】 2

ボロメータは、半導体等が電波を吸収すると温度が上昇し、抵抗値が変化することを利用して高周波電力を測定するものです。ボロメータとしてはサーミスタ等が用いられます。

〔24〕 次の記述は、デジタル伝送における品質評価方法の一つであるアイパターンの観測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 伝送系のひずみや雑音が小さいほど、アイパターンの中央部のアイの開きは小さくなる。
- 2 識別器直前のパルス波形を、パルス繰り返し周波数(クロック周波数)に同期して、オシロスコープ上に描かせて観測することができる。
- 3 デジタル伝送における波形ひずみの影響を観測できる。
- 4 アイパターンを観測することにより受信信号の雑音に対する余裕度がわかる。

【解答】 1

歪みや雑音が小さいほどアイの開きは大きくなります。