

第一級陸上特殊無線技士「無線工学」試験問題

【1】 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯を利用する通信回線又は装置の一般的な特徴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 周波数が高くなるほど、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。
- 2 アンテナの大きさが同じとき、周波数が高いほどアンテナ利得は小さくなる。
- 3 低い周波数帯よりも空電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。
- 4 低い周波数帯よりも使用する周波数帯域幅が広くとれるため、多重回線の多重度を大きくすることができる。
- 5 電離層伝搬による見通し外の遠距離通信である。

【解答】 4

1：周波数が高いほど雨による減衰は増えます。2：周波数が高いほど利得は大きくなります。3：空電雑音や人工雑音の影響は小さくなります。5：マイクロ波は電離層で反射しません。

〔2〕 次の記述は、静止衛星を利用する通信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。

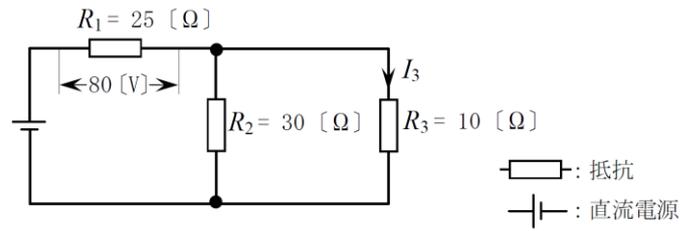
- 1 衛星通信では、一般に送信地球局から衛星へのアップリンク用の周波数と衛星から受信地球局へのダウンリンク用の周波数が対で用いられる。
- 2 衛星通信に 10〔GHz〕以上の電波を使用する場合は、大気圏の降雨による減衰を受けやすい。
- 3 電波が、地球上から通信衛星を経由して再び地球上に戻ってくるのに約 0.1 秒を要する。
- 4 VSAT 制御地球局には大口径のカセグレンアンテナを、VSAT 地球局には小型のオフセットパラボラアンテナを用いることが多い。
- 5 3 個の通信衛星を赤道上空に等間隔に配置することにより、極地域を除く地球上のほとんどの地域をカバーする通信網が構成できる。

【解答】 3

電波の往復時間は約 0.25 秒です。他の選択肢の記述も併せて覚えておきましょう。

【3】 図に示す抵抗 R_1 、 R_2 及び R_3 の回路において、 R_1 の両端の電圧が 80 [V] であるとき、 R_3 を流れる電流 I_3 の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.8 [A]
- 2 1.6 [A]
- 3 1.9 [A]
- 4 2.4 [A]
- 5 2.8 [A]

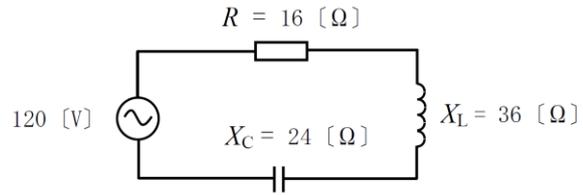


【解答】 4

$25 \text{ } \Omega$ の両端に 80V の電圧が掛かるとき、オームの法則より流れる電流は $80 \div 25 = 3.2 \text{ [A]}$ です。R2 と R3 の並列に流れる電流は、抵抗の逆数の比なので 1 : 3 です。したがって、 $3.2 \div (1 + 3) \times 3 = 2.4 \text{ [A]}$ と求まります。

【4】 図に示す回路において、交流電源電圧が 120 [V]、抵抗 R が 16 [Ω]、コンデンサのリアクタンス X_C が 24 [Ω] 及びコイルのリアクタンス X_L が 36 [Ω] である。この回路に流れる電流の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 7.5 [A]
- 2 6.0 [A]
- 3 5.0 [A]
- 4 3.5 [A]
- 5 2.0 [A]



【解答】 2

RLC 直列の合成インピーダンスは、抵抗の 2 乗と（コイルーコンデンサ）の 2 乗を足して $\sqrt{\quad}$ します。したがって、 $\sqrt{16^2 + (36 - 24)^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 [\Omega]$ となり、120V を 20 Ω で割って 6A が答えとなります。

【5】 次の記述は、図に示すFET 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1は、□ A □ チャンネルMOS形FETの図記号である。
(2) 図2は、MOS形FET(□ B □ 形)の図記号である。

	A	B
1	N	デプレッション
2	N	エンハンスメント
3	P	デプレッション
4	P	エンハンスメント

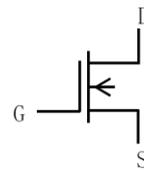


図1

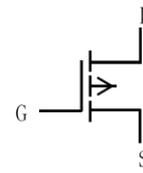


図2

【解答】 2

矢印が内側を向いているものはNチャンネルを示します。また、MOS形FETは、エンハンスメント形（ゲート電圧がゼロのときドレイン電流もゼロとなる特性）が作れるという特徴があります。接合形FETの場合は、デプレッション形（ゲート電圧がゼロでもドレイン電流が流れる）しか作れません。

【6】 電力利得が 18 [dB] の増幅器の出力電力の値が 1.6 [W] のとき、入力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、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 250 [mW]
- 2 125 [mW]
- 3 100 [mW]
- 4 50 [mW]
- 5 25 [mW]

【解答】 5

電力比 3dB が 2 倍で 10dB が 10 倍ということをまず念頭に置きます。もし増幅器の電力利得が 20dB だとすれば、増幅度は 100 倍ですから、出力電力 1.6W のときの入力電力は 16mW です。もし増幅器の電力利得が 17dB だとすれば入力電力は 32mW 必要なはずですが、したがって電力利得 18dB のときの入力電力は 16mW 以上 32mW 未満のはずですから、これに当てはまる選択肢は 5 番となります。

〔7〕 図に示す断面を持つ同軸ケーブルの特性インピーダンス Z を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、絶縁体の比誘電率は ϵ_S とする。また、同軸ケーブルは使用波長に比べ十分に長く、無限長線路とみなすことができるものとする。

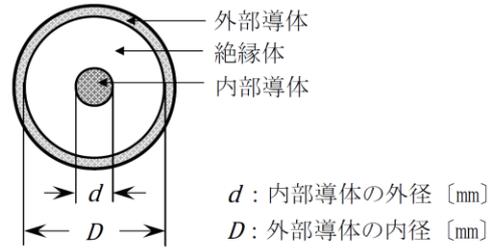
1 $Z = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_S}} \log_{10} \frac{D}{d} \quad [\Omega]$

2 $Z = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_S}} \log_{10} \frac{2D}{d} \quad [\Omega]$

3 $Z = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_S}} \log_{10} \frac{D}{2d} \quad [\Omega]$

4 $Z = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_S}} \log_{10} \frac{d}{D} \quad [\Omega]$

5 $Z = \frac{138}{\sqrt{d}} \log_{10} \frac{D}{\epsilon_S} \quad [\Omega]$



【解答】 1

暗記問題です。log₁₀の後の式が D/d となることを覚えておきましょう。

【8】 次の記述は、PSK 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 2相 PSK(BPSK)では、“0”、“1”の2値符号に対して搬送波の位相に $\pi/2$ [rad]の位相差がある。
- 2 4相 PSK(QPSK)は、16個の位相点をとり得る変調方式である。
- 3 4相 PSK(QPSK)では、1シンボルの一つの信号点が表す情報は、“00”、“01”、“10”及び“11”のいずれかとなる。
- 4 $\pi/4$ シフト4相 PSK($\pi/4$ シフト QPSK)では、時間的に隣り合うシンボルに移行するときの信号空間軌跡が必ず原点を通るため、包絡線の変動が緩やかになる。
- 5 8相 PSKでは、2相 PSK(BPSK)に比べ、一つのシンボルで4倍の情報量を伝送できる。

【解答】 3

1 : 2相 PSK の位相差は π です。2 : 4相 PSK は4個の信号点を取ります。4 : 原点を通らないため包絡線の変動が緩やかになります。5 : $2^1=2$ つまり1回の変調で1ビットを送れる2相 PSK に対して、 $2^3=8$ つまり1回の変調で3ビットを送れる8相 PSK は、3倍の情報量となります。

〔9〕 次の記述は、直接スペクトル拡散方式を用いた符号分割多元接続(CDMA)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。

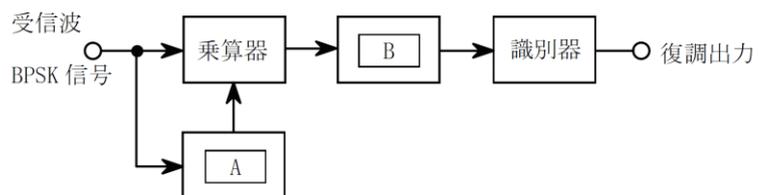
- 1 遠近問題の解決策として、送信電力制御という方法がある。
- 2 拡散後の信号(チャネル)の周波数帯域幅は、拡散前の信号の周波数帯域幅よりはるかに狭い。
- 3 同一周波数帯域幅内に複数の信号(チャネル)は混在できない。
- 4 傍受され易く秘話性が悪い。

【解答】 1

2 : 拡散後の周波数帯域幅は、はるかに広く拡散されます。3 : 複数の符号で符号化することにより、同一周波数帯域幅内で複数の信号が混在できます。4 : 拡散符号が分からなければ復調できないため、傍受されにくく秘話性が高くなります。

【10】 図は、2相PSK(BPSK)に対して遅延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 搬送波再生回路 | 低域フィルタ(LPF) |
| 2 搬送波再生回路 | 高域フィルタ(HPF) |
| 3 1ビット遅延回路 | 高域フィルタ(HPF) |
| 4 1ビット遅延回路 | 低域フィルタ(LPF) |



【解答】 4

遅延検波は、信号波と1ビット遅延波を乗算した後LPFを通して識別器に入力します。

【11】 次の記述は、デジタル無線回線における伝送特性の補償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) 周波数選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、受信信号のビット誤り率が □ A □ なる原因となる。
- (2) このため、伝送中に生ずる受信信号の振幅や位相のひずみをその変化に応じて補償する回路(装置)が用いられる。この回路は、周波数領域で補償する回路と時間領域で補償する回路に大別される。この回路は、一般的に □ B □ と呼ばれる。

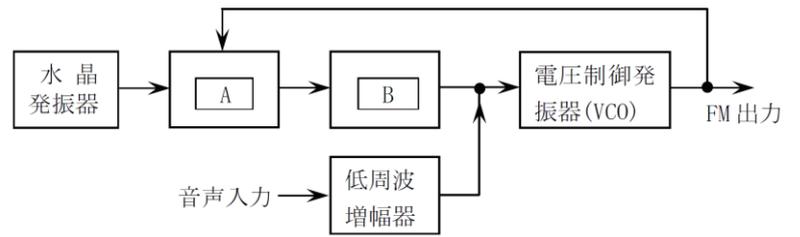
- | | A | B |
|---|-----|-----|
| 1 | 小さく | 等化器 |
| 2 | 小さく | 分波器 |
| 3 | 小さく | 圧縮器 |
| 4 | 大きく | 分波器 |
| 5 | 大きく | 等化器 |

【解答】 5

伝送特性が劣化すると、ビット誤り率は大きくなります。これを補償する回路は、劣化した受信信号を送信信号と等しい信号に戻すことから等化器と呼びます。

【12】 図は、PLL による直接 FM(F3E)方式の変調器の原理的な構成例を示したものである。□ 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。

- | A | B |
|--------------|--------------|
| 1 位相比較器 (PC) | 高域フィルタ (HPF) |
| 2 位相比較器 (PC) | 低域フィルタ (LPF) |
| 3 周波数逡倍器 | 高域フィルタ (HPF) |
| 4 周波数逡倍器 | 帯域フィルタ (BPF) |
| 5 周波数逡倍器 | 低域フィルタ (LPF) |



【解答】 2

位相比較器は、2つの入力の位相を比べてその差を出力する回路ですから、これが A だと分かります。位相比較器の出力は LPF に通して余計な信号を除去した後、VCO に入力します。

〔13〕 次の記述で、衛星通信の時分割多元接続(TDMA)の一方式について述べたものとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 隣接する通信路間の干渉を避けるため、ガードバンドを設けて多重通信を行う方式である。
- 2 中継局において、受信波をいったん復調してパルスを整形し、同期を取り直して再び変調して送信する方式である。
- 3 多数の局が同一の搬送周波数で一つの中継装置を用い、時間軸上で各局が送信すべき時間を分割して使用する方式である。
- 4 呼があったときに周波数が割り当てられ、一つのチャンネルごとに一つの周波数を使用して多重通信を行う方式である。

【解答】 3

1：TDMA に設けるのはガードタイムです。2：これは再生中継方式の説明です。4：デマンドアサインメント方式の説明です。

[14] 次の記述は、地上系のマイクロ波(SHF)多重通信において生ずることのある干渉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) 無線中継所などにおいて、正規の伝搬経路以外から、目的の周波数又はその近傍の周波数の電波が受信されるために干渉を生ずることがある。この干渉波があると □A□ 後のビット誤りに影響を与えるので干渉雑音とも呼ばれる。
- (2) 中継所のアンテナどうしのフロントバックやフロントサイド結合などによる干渉を軽減するため、用いるアンテナの放射パターンは、□B□ による放射レベルの小さなものがよい。
- (3) ラジオダクトの発生により、通常は影響を受けない見通し距離外の中継局から □C□ による干渉を生ずることがある。

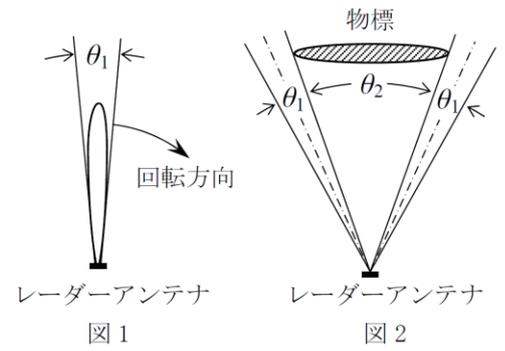
	A	B	C
1	変調	主ビーム	オーバーリーチ
2	変調	サイドローブ	ナイフエッジ
3	復調	主ビーム	オーバーリーチ
4	復調	主ビーム	ナイフエッジ
5	復調	サイドローブ	オーバーリーチ

【解答】 5

受信信号からビット信号を取り出すのは復調操作ですから、Aは復調です。アンテナ同士のフロントバックやフロントサイド結合は、アンテナからの不要方向の輻射に起因しますが、これらをサイドローブと呼んでいます。ラジオダクトの発生で電波が飛びすぎ、これによって干渉を引き起こすことをオーバーリーチと呼びます。

[15] 次の記述は、パルスレーダーの動作原理等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 図1は、レーダーアンテナの水平面内指向性を表したものであるが、放射電力密度(電力束密度)が最大放射方向の1/2に減る二つの方向のはさむ角 θ_1 をビーム幅という。
- 2 図2に示す物標の観測において、レーダーアンテナのビーム幅を θ_1 とすると、画面上での物標の表示は、ほぼ $\theta_2 - 2\theta_1$ となる。
- 3 最小探知距離を短くするには、送信パルス幅を狭くする。
- 4 水平面内のビーム幅が狭いほど、方位分解能は良くなる。



【解答】 2

画面上での物標表示は、ほぼ物標角にアンテナのビーム幅の半分ずつを足した値、つまり $\theta_1 + \theta_2$ となります。

【16】 パルスレーダー送信機において、最小探知距離が120 [m] であった。このときのパルス幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、最小探知距離は、パルス幅のみによって決まるものとし、電波の伝搬速度を 3×10^8 [m/s] とする。

- 1 0.4 [μ s]
- 2 0.6 [μ s]
- 3 0.8 [μ s]
- 4 1.25 [μ s]
- 5 2.5 [μ s]

【解答】 3

最小探知距離が 120m という事は、電波が物標までの往復距離 240m を伝搬するのに掛かる時間を求めれば良いわけです。したがって $3 \times 10^8 \times t = 240$ を計算すれば良いので、 $t = 240 \div (3 \times 10^8) = 0.8[\mu\text{s}]$ と求まります。

[17] 次の記述は、衛星通信に用いられる反射鏡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) 衛星からの微弱な電波を受信するため、大きな開口面を持つ反射鏡アンテナが利用されるが、反射鏡が放物面のものをパラボラアンテナといい、このうち副反射鏡を用いるものに □A□ アンテナがある。
- (2) 回転放物面を反射鏡に用いたパラボラアンテナは、高利得の □B□ ビームのアンテナであり、回転放物面の焦点に置かれた一次放射器から放射された球面波は反射鏡により波面が一様な平面波となる。反射鏡の開口面積が □C□ ほど前方に尖鋭な指向性が得られる。

	A	B	C
1	カセグレン	ペンシル	大きい
2	カセグレン	ファン	小さい
3	フェーズドアレイ	ペンシル	小さい
4	フェーズドアレイ	ファン	大きい

【解答】 1

パラボラアンテナの一方式としてカセグレンアンテナがあります。パラボラアンテナの特徴として、高利得のペンシルビームであり、開口面積が大きいほど（≒アンテナの物理的形状が大きければ大きいほど）高利得となり尖鋭な指向性を得られます。

【18】 次の記述は、伝送線路の反射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 電圧反射係数は、伝送線路の特性インピーダンスと負荷側のインピーダンスから求めることができる。
- 2 負荷インピーダンスが伝送線路の特性インピーダンスに等しく、整合しているときは、伝送線路上には進行波のみが存在し反射波は生じない。
- 3 整合しているとき、電圧反射係数の値は、1 となる。
- 4 反射が大きいと電圧定在波比 (VSWR) の値は大きくなる。
- 5 電圧反射係数は、反射波の電圧 (V_r) を進行波の電圧 (V_f) で割った値 (V_r / V_f) で表される。

【解答】 3

整合しているときの電圧反射係数は0です。

【19】 次の記述は、垂直偏波で用いる一般的なコリニアアレー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。

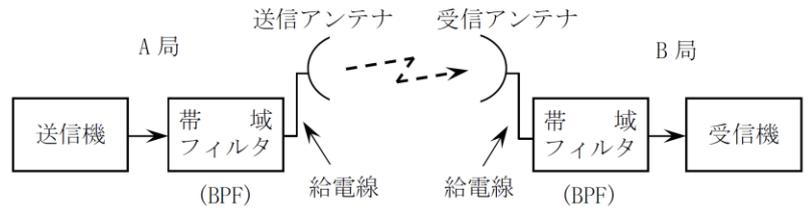
- 1 水平面内の指向性は、8字形特性である。
- 2 原理的に、放射素子として垂直半波長ダイポールアンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のアンテナであり、隣り合う各放射素子を互いに同振幅、同位相の電流で励振する。
- 3 コリニアアレーアンテナは、ブラウンアンテナに比べ、利得が大きい。
- 4 コリニアアレーアンテナは、極超短波(UHF)帯を利用する基地局などで用いられている。

【解答】 1

コリニアアレーアンテナの水平面内指向性は無指向性です。

[20] 図に示すマイクロ波回線において、A局から送信機出力電力0.5[W]で送信したときのB局の受信機入力電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、自由空間基本伝送損失を132[dB]、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ39[dB]、送信及び受信帯域フィルタ(BPF)の損失をそれぞれ1[dB]、送信及び受信給電線の長さをそれぞれ20[m]とし、給電線損失を0.2[dB/m]とする。また、1[mW]を0[dBm]、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 -34 [dBm]
- 2 -37 [dBm]
- 3 -40 [dBm]
- 4 -43 [dBm]
- 5 -46 [dBm]



【解答】 2

まず利得・損失を計算します。送信側の帯域フィルタで-1dB、送信給電線で-4dB、送信アンテナで+39dB、伝送損失で-132dB、受信アンテナで+39dB、受信給電線で-4dB、受信側の帯域フィルタで-1dB。これらを足すと合計で-64dBです。0.5Wの電力は+27dBmですから、差し引きすると受信機入力は-37dBmと求まります。

【21】 次の記述は、マイクロ波(SHF)の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) 大気層の揺らぎなどにより部分的に屈折率が変化するため、電波の一部が散乱して直接波との干渉が生じ、受信電界強度が、比較的短い周期で小幅に変動する現象を □ A □ フェージングという。
- (2) 大気屈折率の分布状態が時間的に変化して地球の □ B □ が変化するため、直接波と大地反射波との干渉状態や大地による回折状態が変化して生ずるフェージングを K 形フェージングという。

A	B
1 ダクト形	等価半径係数
2 ダクト形	導電率や誘電率
3 シンチレーション	導電率や誘電率
4 シンチレーション	等価半径係数

【解答】 4

大気層の揺らぎによるフェージングはシンチレーションフェージングといいます。また、等価半径係数の変動によるものを K 形フェージングと呼んでいます。

〔22〕 次の記述は、鉛蓄電池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) 鉛蓄電池は、□A□ 電池の代表的なものであり、電解液には □B□ が用いられる。
- (2) 鉛蓄電池の容量が、10 時間率で 30 [Ah] のとき、この蓄電池は、3 [A] の電流を連続して 10 時間流すことができる。この蓄電池で 30 [A] の電流を連続して流すことができる時間は、1 時間 □C□。

	A	B	C
1	一次	蒸留水	より長い
2	一次	希硫酸	より短い
3	一次	希硫酸	より長い
4	二次	蒸留水	より長い
5	二次	希硫酸	より短い

【解答】 5

充電して再利用な電池のことを二次電池と呼びます。電池の容量は、放電電流×放電時間で表しますが、放電電流が大きいほど容量は小さくなることが知られています。したがって、10 時間×3A の容量の電池を 30A で使用した場合、1 時間よりも短い時間で寿命となります。

【23】 内部抵抗 r [Ω] の電圧計に、 $6r$ [Ω] の値の直列抵抗器(倍率器)を接続したときの測定範囲の倍率として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 7倍
- 2 8倍
- 3 10倍
- 4 12倍
- 5 14倍

【解答】 1

公式を知らなくてもオームの法則から計算できます。仮に 1V の電圧計で $r = 1\ \Omega$ だとすると、これと $6r = 6\ \Omega$ の抵抗を直列に接続した場合、全体の電圧は 7V となります。したがって、測定範囲は7倍に拡大されたこととなります。

【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 識別器直前のパルス波形を、パルス繰返し周波数(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。
- 2 デジタル伝送における波形ひずみの影響を観測できる。
- 3 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。
- 4 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。

【解答】 4

伝送系のひずみや雑音が小さいほどアイの開きは大きくなります。