

【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 電離層伝搬による見通し外の遠距離通信に用いられる。
- 5 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。

【解答】 5

難易度★（絶対に正解したい）

- 1：周波数が高くなると、雨による減衰が大きくなります。
- 2：アンテナの利得は、アンテナの物理的な大きさと波長の比率に比例します。周波数が高くなるほど波長は短くなるため、アンテナの物理的な大きさが同一であれば、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は、低い周波数帯の方が大きくなります。
- 4：電離層伝搬は、主に 30MHz 以下の短波帯でのみ用いられます。高い周波数になると電離層を突き抜けてしまうため、これを利用することはできません。

〔2〕 次の記述は、直交周波数分割多重 (OFDM) 伝送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 OFDM 伝送方式では、高速の伝送データを複数の低速なデータ列に分割し、複数のサブキャリアを用いて並列伝送を行う。
- 2 ガードインターバルを挿入することにより、マルチパスの遅延時間がガードインターバル長の範囲内であれば、遅延波の干渉を効率よく回避できる。
- 3 各サブキャリアの直交性を厳密に保つ必要はない。また、正確に同期をとる必要がない。
- 4 一般的に 3.9 世代移動通信システムと呼ばれる携帯電話の通信規格である LTE の下り回線などで利用されている。

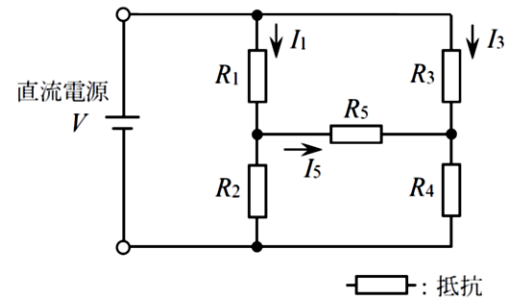
【解答】 3

難易度★（必ず正解したい）

OFDM 伝送方式は、高速（≡大容量）の伝送データを、複数の低速なデータに分割し、それらを並列伝送する方式です。並列伝送されるデータひとつひとつのことをサブキャリアと呼び、直交性やサブキャリア間の同期を厳密に取らないと、信号が互いに干渉して通信状況が劣化します。

【3】 図に示す回路において、抵抗 R_5 を流れる電流 I_5 が 0 [A] のとき、 R_1 を流れる電流 I_1 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R_3 に流れる電流 I_3 は 1.3 [mA] とし、 $R_1 = 1.8$ [k Ω]、 $R_3 = 10.8$ [k Ω] とする。

- 1 0.186 [mA]
- 2 0.217 [mA]
- 3 1.11 [mA]
- 4 2.6 [mA]
- 5 7.8 [mA]



【解答】 5

難易度★★★（回路計算が苦手なら後回し）

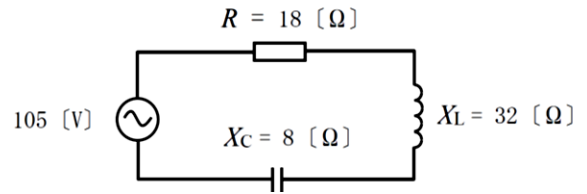
この回路は、 R_1 - R_2 - R_3 - R_4 で構成されたブリッジ回路で、条件より真中の抵抗 R_5 には電流が流れず、平衡していることが分かります。したがって、 R_1 の両端の電圧と R_3 の両端の電圧は同じ値となります。

ここで条件より、 R_3 の両端の電圧は、オームの法則 $V=RI$ より $10800 \times 0.0013 = 14.04$ [V] と求まります。

R_1 の両端も同じ電圧となるので、ここに流れる電流もオームの法則より、 $I=V \div R$ を計算することにより $14.04 \div 1800 = 0.0078$ [A]、つまり 7.8 [mA] と求まります。

- 【4】 図に示す回路において、交流電源電圧が 105 [V]、抵抗 R が 18 [Ω]、コンデンサのリアクタンス X_C が 8 [Ω] 及びコイルのリアクタンス X_L が 32 [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 1.1 [A]
- 2 2.2 [A]
- 3 3.5 [A]
- 4 4.4 [A]



【解答】 3

難易度★★★（回路計算が苦手なら後回し）

$R \cdot X_L \cdot X_C$ の直列合成インピーダンスの値は、

$$\sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$$

で計算できます。なぜ X_L と X_C が引き算になるかというと、コイルやコンデンサは素子に流れる電流と素子に発生する電圧の間に時間差があり、コイルは電流に対して電圧が 90° 進み、コンデンサは 90° 遅れで、互いに 180° つまり真逆の電圧となるからです。

これを計算すると、

$$\begin{aligned}\sqrt{(32 - 8)^2 + 18^2} &= \sqrt{24^2 + 18^2} = \sqrt{(3 \times 2 \times 2 \times 2) \times (3 \times 2 \times 2 \times 2) + (3 \times 3 \times 2) \times (3 \times 3 \times 2)} \\ &= 3 \times \sqrt{(2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2 \times 2) + (3 \times 2) \times (3 \times 2)} = 3 \times 2 \times \sqrt{(2 \times 2) \times (2 \times 2) + (3 \times 3)} \\ &= 6 \times \sqrt{25} = 6 \times 5 = 30\end{aligned}$$

となり、 $R \cdot X_L \cdot X_C$ の直列合成インピーダンスは 30 [Ω] と求められます。

したがって、回路に流れる電流は、

$$105 \div 30 = 3.5$$

となり、3.5[A]となります。

【5】 ガンダイオードについての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 一定値以上の逆方向電圧が加わると、電界によって電子がなだれ現象を起こし、電流が急激に増加する特性を利用する。
- 2 GaAs(ガリウムヒ素)などの化合物半導体で構成され、バイアス電圧を加えるとマイクロ波の発振を起こす。
- 3 逆方向バイアスを与え、このバイアス電圧を変化させると、等価的に可変静電容量として働く特性を利用する。
- 4 電波を吸収すると温度が上昇し、抵抗の値が変化する素子で、電力計に利用される。

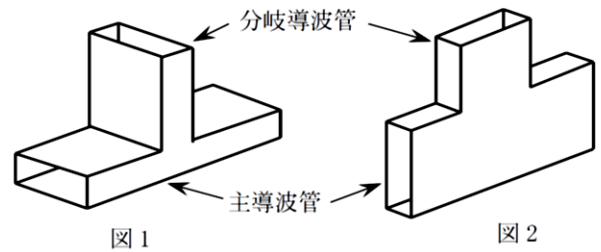
【解答】 2

難易度★（是非とも正解したい）

- 1：これはツェナーダイオード（別名、定電圧ダイオードともいう）の説明です。
- 3：これはバラクタダイオードの説明です。
- 4：これは電力測定用サーミスタの説明です。

〔6〕 次の記述は、図に示す T 形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、電磁波は TE_{10} モードとする。

- 1 図1において、 TE_{10} 波が分岐導波管から入力されると、主導波管の左右に等しい大きさと伝送される。
- 2 図2において、 TE_{10} 波が分岐導波管から入力されると、主導波管の左右の出力は逆位相となる。
- 3 図1に示す T 形分岐回路は、E 面分岐又は直列分岐ともいう。
- 4 図2に示す T 形分岐回路は、H 面分岐又は並列分岐ともいう。



【解答】 2

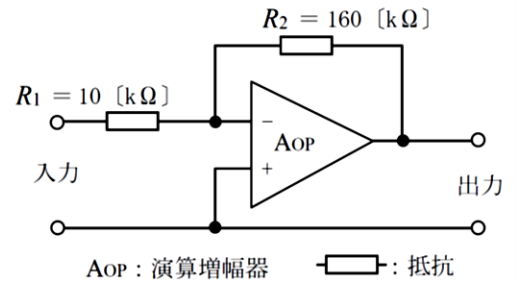
難易度★（一見難しそうだが、覚えてしまえば超簡単）

TE_{10} 波が導波管を伝搬する様子は、短い辺の上下方向に振幅する波が移動していくイメージです。したがって、図2の分岐導波管から入力された信号は、主導波管の左右に等しい大きさ・同位相で出力されます。

【7】 図に示す理想的な演算増幅器(オペアンプ)を使用した反転増幅回路の電圧利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、図の増幅回路の電圧増幅度の大きさ A_v (真数)は、次式で表されるものとする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

$$A_v = R_2 / R_1$$

- 1 9 [dB]
- 2 12 [dB]
- 3 18 [dB]
- 4 24 [dB]
- 5 36 [dB]



【解答】 4

難易度★★ (計算に対して苦手意識があっても、コツをつかめば dB 計算は簡単)

設問から、この回路の電圧利得は 16 倍であることがすぐに分かります。

倍数を dB に変換する場合

「電力利得の倍数は、2 倍 = 3dB、10 倍 = 10dB。電圧や電流の場合はさらに倍」

「真数の掛け算・割り算は、dB では足し算・引き算」

ですから、

$$16 \text{ 倍} = 2 \text{ 倍} \times 2 \text{ 倍} \times 2 \text{ 倍} \times 2 \text{ 倍} \quad \Leftrightarrow \quad 16 \text{ 倍} = 3\text{dB} + 3\text{dB} + 3\text{dB} + 3\text{dB} = 12\text{dB}$$

そして電圧増幅度なのでさらに倍となり、 $12\text{dB} \times 2 = 24\text{dB}$ が答えになります。

〔8〕 一般的なパルス符号変調(PCM)における標本化についての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 音声などの連続したアナログ信号の振幅を一定の時間間隔で抽出し、それぞれの振幅を持つパルス列とする。
- 2 量子化されたパルス列の1パルスごとにその振幅値を2進符号に変換する。
- 3 アナログ信号から抽出したそれぞれのパルス振幅を、何段階かの定まったレベルの振幅に変換する。
- 4 一定数のパルス列にいくつかの余分なパルスを付加して、伝送時のビット誤り制御信号にする。
- 5 受信したPCMパルス列から情報を読み出し、アナログ値に変換する。

【解答】1

難易度★（必ず正解したい問題）

- 1：標本化の説明です。
- 2：符号化の説明です。
- 3：量子化の説明です。
- 4：冗長化の説明です。
- 5：D/A変換の説明です。

【9】 次の記述は、BPSK 等のデジタル変調方式におけるシンボルレートとビットレートとの原理的な関係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、シンボルレートは、1 秒間に伝送するシンボル数(単位は [sps])を表す。

- (1) BPSK(2PSK)では、シンボルレートが 5.0 [Msps] のとき、ビットレートは、□ A □ [Mbps] である。
(2) 16QAM では、ビットレートが 32.0 [Mbps] のとき、シンボルレートは、□ B □ [Msps] である。

	A	B
1	5.0	8.0
2	5.0	2.0
3	2.5	4.0
4	10.0	4.0
5	10.0	8.0

【解答】 1

難易度★★★ (慣れないとちょっと難しいかも)

BPSK は、一度に 2 点の変調点を持つ方式なので、それらを 2 進数の 0・1 に割り当てることで、一回の変調で 2 進数 1 桁を送ることができます。したがって、5.0[Msps]つまり 1 秒間に 5000000 個のシンボルを送ることで、 $5.0 \times 1 \text{ 桁} = 5.0[\text{Mbps}]$ のビットレートで信号を伝送することができます。

16QAM の場合、一度に 16 点の変調点を持ちます。それらを 2 進数の 0000・0001・(途中省略)・1110・1111 に割り当てることで、一回の変調で 2 進数 4 桁を送ることができます。ビットレートが 32.0[Mbps]ということは、シンボルレートはそれを 4 で割った 8.0[Msps]ということになります。

なお、各デジタル変調方式の変調点と 2 進数の桁数との対応の一例は次の通りです。

BPSK (2PSK) …変調点 2 点を 2 進数の 0 と 1 に割り当てることで、一回の変調で 2 進数 1 桁を送る

QPSK (4PSK) …変調点 4 点、一回の変調で送れる 2 進数は 2 桁

8PSK 等…変調点 8 点、一回の変調で送れる 2 進数は 3 桁

16QAM 等…変調点 16 点、一回の変調で送れる 2 進数は 4 桁

32QAM 等…変調点 32 点、一回の変調で送れる 2 進数は 5 桁

64QAM 等…変調点 64 点、一回の変調で送れる 2 進数は 6 桁

【10】 2段に縦続接続された増幅器の総合の雑音指数の値(真数)として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、初段の増幅器の雑音指数を7[dB]、電力利得を10[dB]とし、次段の増幅器の雑音指数を13[dB]とする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 4.8
- 2 5.3
- 3 5.9
- 4 6.9
- 5 8.3

【解答】 4

難易度★★ (dB計算と公式を覚えていれば余裕、知らなきゃ絶対できない問題)

増幅器を2段接続した場合、総合的な雑音指数は、次の式で求めることができます。

全体の等価雑音指数 = 1段目の等価雑音指数 + $\{(2\text{段目の等価雑音指数} - 1) \div 1\text{段目の増幅度}\}$

1段目の等価雑音指数が7[dB]ということは、 $7[\text{dB}] = 10[\text{dB}] - 3[\text{dB}]$ ですから、真数に直すと10倍 $\div$ 2倍=5倍です。また、2段目の増幅器の雑音指数が13[dB]ということは、 $13[\text{dB}] = 10[\text{dB}] + 3[\text{dB}]$ ですから、真数に直すと10倍 $\times$ 2倍=20倍です。電力利得10[dB]は、真数に直すと10倍です。

したがって、求める値は、

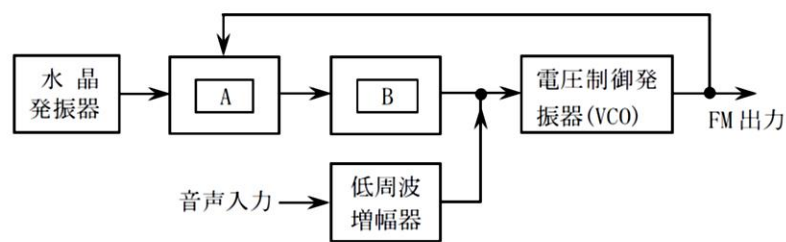
$$5 + \{(20 - 1) \div 10\} = 5 + 1.9 = 6.9$$

となります。

等価雑音温度の公式と等価雑音指数の公式では、2段目の値から1を引くか引かないかの違いがあるため、公式を覚える時には混同しないよう注意が必要です。

【11】 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 周波数通倍器 | 高域フィルタ (HPF) |
| 2 周波数通倍器 | 帯域フィルタ (BPF) |
| 3 周波数通倍器 | 低域フィルタ (LPF) |
| 4 位相比較器 (PC) | 高域フィルタ (HPF) |
| 5 位相比較器 (PC) | 低域フィルタ (LPF) |



【解答】 4

難易度★（必ず正解したい問題）

A は、電圧制御発振器からの出力信号と水晶発振器からの信号の位相を比較する位相比較器です。

B は、位相比較器からの信号を平滑化して VCO を制御する直流成分を取り出す LPF です。

〔12〕 次の記述は、デジタル無線通信における同期検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。

- 1 同期検波は、受信した信号から再生した基準搬送波を使用して検波を行う。
- 2 同期検波は、PSK 通信方式で使用できない。
- 3 同期検波は、低域フィルタ (LPF) を使用する。
- 4 同期検波は、一般に遅延検波より符号誤り率特性が優れている。

【解答】 2

難易度★（必ず正解したい問題）

同期検波は、PSK 通信方式でも使用することができます。

〔13〕 衛星通信において、衛星中継器の回線(チャネル)を地球局に割り当てる方式のうち、「呼の発生のたびに回線(チャネル)を設定し、通信が終了すると解消する割り当て方式」の名称として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 FDMA
- 2 TDMA
- 3 SCPC
- 4 デマンドアサイメント
- 5 プリアサイメント

【解答】 4

難易度★（必ず正解したい問題）

設問文の方式は、デマンドアサイメントと呼びます。デマンドとは、「オンデマンド」などと言われるように、必要に応じて（要求に応じて）割り当てるという方式を指した言葉です。

【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。干渉は、□Aを劣化させる要因の一つになる。
- (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、指向特性の□B以外の角度で放射レベルが十分小さくなるようなアンテナを用いる。
- (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	拡散率	サイドローブ	オーバーリーチ
2	拡散率	サイドローブ	ナイフエッジ
3	回線品質	主ビーム	オーバーリーチ
4	回線品質	サイドローブ	ナイフエッジ
5	回線品質	主ビーム	ナイフエッジ

【解答】 3

難易度★（必ず正解したい問題）

正規の伝搬経路以外からの干渉波は雑音となり、回線品質を劣化させる原因となります。

アンテナの主ビームとは、電波を集中させて放射する目的方向のことで、サイドローブは、主ビームの横方向に発生してしまう不要方向への輻射です。当然、主ビームができるだけ強く、サイドローブができるだけ弱いアンテナの方が優秀なものです。

ラジオダクトは、逆転層などの影響により、通常は届かない遠方の電波が届きすぎて（オーバーリーチ）しまい干渉する現象の原因となります。

〔15〕 次の記述は、パルスレーダーの受信機に用いられる回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) 近距離からの強い反射波があると、PPI 表示の表示部の中心付近が明るくなり過ぎて、近くの物標が見えなくなる。このとき、STC 回路により近距離からの強い反射波に対しては感度を □A□、遠距離になるにつれて感度を □B□ て、近距離にある物標を探知しやすくすることができる。
- (2) 雨や雪などからの反射波によって、物標の識別が困難になることがある。このとき、FTC 回路により検波後の出力を □C□ して、物標を際立たせることができる。

	A	B	C
1	下げ(悪くし)	上げ(良くし)	微分
2	下げ(悪くし)	上げ(良くし)	積分
3	上げ(良くし)	下げ(悪くし)	反転
4	上げ(良くし)	下げ(悪くし)	積分
5	上げ(良くし)	下げ(悪くし)	微分

【解答】 1

難易度★（ちょっと専門的ですが、覚えていれば容易に答えられる問題）

パルスレーダーは、送信した電波と受信した電波の時間差から物標までの距離を求める装置です。近距離の物標からの反射波は強力となり画面上の点は明るく光ります。遠距離の物標からの反射波は微弱であり、画面上の点は暗くなります。

PPI 表示とは、空港の管制レーダーのような、中心から 360° 全周囲にある物標を輝点で表すものです。したがって、表示部中心付近は明るく、外周付近は暗く光ります。これを補正するため、STC 回路によって近距離の物標反射波に対して受信回路の感度を下げ、遠距離に対しては感度を上げるようにします。

雨や雪などの天候のときは、画面一面が輝点だらけとなって物標が見にくくなります。このとき、微分回路 (FTC 回路) を通すことで、物標の輝点が際立って判別しやすくなります。

【16】 次の記述は、気象観測用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。

- | | | | |
|--|-------|-----|--------|
| (1) 気象観測用レーダーの表示方式は、送受信アンテナを中心として物標の距離と方位を 360 度にわたって表示した □ A □ 方式と、横軸を距離として縦軸に高さを表示した □ B □ 方式が用いられている。 | A | B | C |
| (2) 気象観測に不必要な山岳や建築物からの反射波のほとんどは、その強度が □ C □ ことを利用して除去することができる。 | 1 PPI | RHI | 変動しない |
| | 2 PPI | RHI | 変動している |
| | 3 RHI | PPI | 変動しない |
| | 4 RHI | PPI | 変動している |

【解答】 1

難易度★（ちょっと専門的ですが、覚えていれば容易に答えられる問題）

前問にもあるように、PPI 表示は自分を中心に 360° 全周囲に存在する物標反射波を画面に表示する方式で、RHI 方式は横軸に自分からの距離、縦軸に反射波の強さを表示する方式です。

気象観測レーダーとして使用する場合、PPI 表示は、自分を中心に 360° 周囲に存在する雨雲などを画面に表示するもので、RHI 表示は、雲の様子を、縦軸に地面からの高さを取って横から見た様子を表示するものとなります。いずれの方式も用いられています。

気象観測に不必要な山岳や建築物からの反射波は、それが常に一定方向・一定強度で到達することから、信号処理によってこれを排除することができます。

〔17〕 固有周波数 1,700〔MHz〕の半波長ダイポールアンテナの実効長の値として、最も近いものを下の番号から選べ。
ただし、 $\pi = 3.14$ とする。

- 1 2.8〔cm〕
- 2 5.6〔cm〕
- 3 11.2〔cm〕
- 4 54.1〔cm〕
- 5 55.4〔cm〕

【解答】 2

難易度★★★（公式を知っているかどうか全て。しかも、計算も面倒！）

半波長ダイポールの実効長は、波長を λ として、 $\lambda \div \pi$ で求めることができます。

1700MHz の電波の波長は、光の速さを周波数で割ることで、

$$\frac{3 \times 10^8}{1700 \times 10^6}$$

で求められますから、これをさらに π で割った値、すなわち

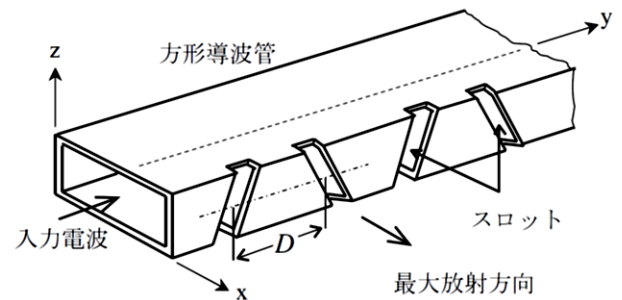
$$\frac{3 \times 10^8}{1700 \times 10^6} \div 3.14 \div 0.056[\text{m}]$$

つまり約 5.6cm と求まります。

〔18〕 次の記述は、図に示すレーダーに用いられるスロットアレー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、方形導波管の xy 面は大地と平行に置かれており、管内を伝搬する TE_{10} モードの電磁波の管内波長を λ_g とする。

- (1) 方形導波管の側面に、□ A の間隔 (D) ごとにスロットを切り、隣り合うスロットの傾斜を逆方向にする。通常、スロットの数は数十から百数十程度である。
- (2) 隣り合う一対のスロットから放射される電波の電界の水平成分は同位相となり、垂直成分は逆位相となるので、スロットアレーアンテナ全体としては水平偏波を放射する。水平面内の主ビーム幅は、スロットの数が多いほど □ B 。

A	B
1 $\lambda_g / 4$	広い
2 $\lambda_g / 4$	狭い
3 $\lambda_g / 2$	広い
4 $\lambda_g / 2$	狭い

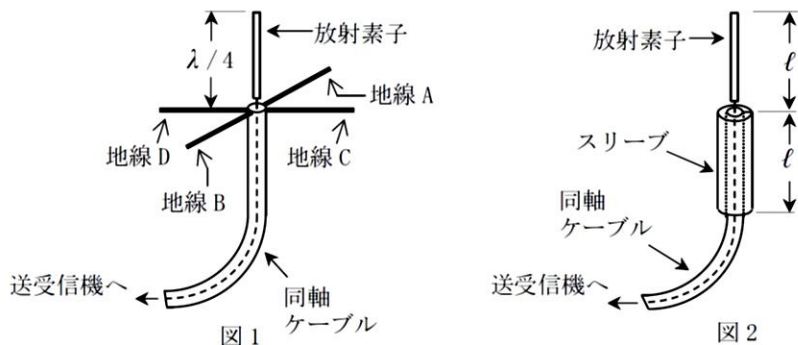


【解答】 4

難易度★（知っていれば瞬殺！必ず正解したい問題）

スロットアレーアンテナは、導波管に半波長おきに斜めのスロットを切った構造です。隣り合うスロットから放射される電波は半波長の位相差を持ち、垂直成分は逆位相で打ち消し、水平成分は同位相で強め合うことから、全体としては水平偏波のビームアンテナとして動作します。スロットの数を多くすればするほど、アンテナとしての性能は向上し主ビーム幅が狭くなります。

- 【19】 次の記述は、図に示す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下の番号から選べ。
 ただし、波長を λ [m] とし、図1の各地線は、長さが $\lambda/4$ であり、放射素子に対して直角に取り付けた構造の標準的なものとする。



- 1 図1の地線Aと地線Bの電流は互いに同方向に流れ、地線Cと地線Dも同様であるので、地線からも大きな電波の放射がある。
- 2 図1は、ブラウンアンテナと呼ばれ、放射抵抗は約21 [Ω] である。
- 3 図2は、スリーブアンテナと呼ばれ、放射抵抗は約35 [Ω] である。
- 4 図2のアンテナの ℓ は、それぞれ $\lambda/8$ の長さであり、全体として $\lambda/4$ の長さとしている。
- 5 図1及び図2のアンテナは、主にマイクロ波(SHF)帯以上の周波数で使用される。

【解答】 2

難易度★（知っていれば瞬殺！必ず正解したい問題）

【20】 次の記述は、地上系のマイクロ波(SHF)通信の見通し内伝搬におけるフェージング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、降雨や降雪による減衰はフェージングに含まないものとする。

- (1) フェージングは、□A□の影響を受けて発生する。
(2) フェージングの発生確率は、一般に伝搬距離が長くなるほど□B□する。
(3) ダクト形フェージングは、雨天や強風の時より、晴天で風の弱いときに発生□C□。

	A	B	C
1	対流圏の気象	増加	しやすい
2	対流圏の気象	減少	しにくい
3	電離層の諸現象	増加	しにくい
4	電離層の諸現象	減少	しやすい

【解答】 1

難易度★（簡単！必ず正解したい問題）

短波帯など低い周波数の電波は電離層によって反射しますから、フェージングなどは電離層の影響が大きくなります。しかしマイクロ波帯の電波は、周波数が高すぎて電離層はほとんど影響しません。対流圏の気象の影響によって逆転層が発生し、いわゆる蜃気楼が見えるような気象条件になると、マイクロ波も光と同様に逆転層の中を異常伝搬するなどの影響を受けることになります。

フェージングは、電波伝搬の途中に電波が何らかの影響を受けて発生するものですから、とうぜん伝搬距離が長いほど増加します。

ダクト形フェージングは、逆転層（海水面付近が低温、その上空が高温になっている状態）によって引き起こされますから、雨天や強風時は大気が拡散されてしまい、発生しません。

【21】 次の記述は、電波の対流圏伝搬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 標準大気中では、電波の見通し距離は幾何学的な見通し距離と等しい。
- 2 標準大気中では、等価地球半径は真の地球半径より小さい。
- 3 標準大気のときの M 曲線は、グラフ上で1本の直線で表される。
- 4 ラジオダクトが発生すると電波がダクト内に閉じ込められて減衰し、遠方まで伝搬しない。
- 5 標準大気の屈折率は、地上からの高さに比例して増加する。

【解答】 3

難易度★（簡単！必ず正解したい問題）

- 1：電波は、地球表面に沿って曲がって伝搬するため、幾何学的な見通し距離より遠くに伝搬します。
- 2：等価地球半径は、電波の見通し距離が幾何学的見通し距離と一致すると仮定した場合の地球の半径ですから、実際の地球半径より大きい値になります。
- 4：ラジオダクト内に電波が閉じ込められ、遠方まで伝搬します。
- 5：標準状態では、地上から高くなるほど空気は薄く気温も低くなっていくため、屈折率は高さに比例して減少していきます。

【22】 次の記述は、鉛蓄電池の一般的な取扱い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 電解液は極板が露出しない程度に補充しておくこと。
- 2 放電した後は、電圧や電解液の比重などを放電前の状態に回復させておくこと。
- 3 電池の電極の負担を軽くするには、充電の初期に大きな電流が流れ過ぎないようにすること。
- 4 3～6 か月に 1 度は、過放電をしておくこと。

【解答】 4

難易度★（簡単！必ず正解したい問題）

鉛蓄電池を過放電させてはいけません。

【23】 内部抵抗 r [Ω] の電圧計に、 $9r$ [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 8 倍 2 9 倍 3 10 倍 4 12 倍 5 14 倍

【解答】 3

難易度★★ (ちょっと考えれば分かる簡単な問題。確実に正解したい！)

倍率器とは、電圧計に直列に接続される抵抗のことで、電圧計の等価的な最大電圧値を変更するものです。例えば、1V の電圧計に直列に接続した抵抗に 9V が掛かっている場合、合計 10V の電圧となり、1V の電圧計の最大目盛りを 10 倍に拡大したものとさせることができるわけです。

倍率器は、電圧計を抵抗器とみなして考えると、抵抗の直列接続回路とみなせます。電圧計の内部抵抗が r [Ω]、

直列に接続された分流器の抵抗値が $9r$ [Ω] の回路を考えます。

直列ですから抵抗に流れる電流は同一なので、抵抗に発生する電圧はオームの法則により $V=IR$ すなわち抵抗値に比例することが分かります。したがって、内部抵抗 r [Ω] の電圧計の両端に 1[V] の電圧が発生しているとする

と、 $9r$ [Ω] の倍率器には 9[V] の電圧が発生していることになります。このとき、全体では 10[V] の電圧が発生していることとなり、これは電圧計の測定範囲を 10 倍に広げたことになります。

【24】 次の記述は、アナログ方式のオシロスコープの一般的な機能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。

垂直軸入力及び水平軸入力に正弦波電圧を加えたとき、それぞれの正弦波電圧の□Aが整数比になると、画面に各種の静止図形が現れる。この図形を□Bといい、交流電圧の□Aの比較や□Cの観測を行うことができる。

A	B	C
1 振幅	信号空間ダイアグラム	ひずみ率
2 振幅	信号空間ダイアグラム	位相差
3 振幅	リサージュ図形	ひずみ率
4 周波数	信号空間ダイアグラム	ひずみ率
5 周波数	リサージュ図形	位相差

【解答】 5

難易度★★（知識問題。この機会に覚えておこう。）

オシロスコープは、横軸（水平軸）が時間、垂直軸が電圧などの振幅を表示する装置ですが、水平軸・垂直軸の双方とも外部からの入力電圧とすることもできます。これを X-Y スコープと呼びます。

このモードで各々に正弦波電圧を入力し、それぞれの周波数が整数比になると、画面に固定した図形を描かせることができます。これをリサージュ図形と呼び、正弦波電圧同士の位相差や周波数比を観測することができます。