

第一級陸上特殊無線技士「無線工学」試験問題

24問

〔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。□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) 周波数が高くなるほど、□A□が大きくなり、大容量の通信回線を安定に維持することが難しくなる。
- (2) 低い周波数帯よりも使用する周波数帯域幅が□B□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。
- (3) 周波数が高くなるほど、アンテナが□C□になり、また、大きなアンテナ利得を得ることが容易である。

	A	B	C
1	雨による減衰	狭く	大型
2	雨による減衰	広く	小型
3	フレネルゾーン	広く	大型
4	フレネルゾーン	狭く	小型

【解答】 2

マイクロ波は、周波数が高くなるほど雨や霧、雪などによる減衰が大きくなりますが、伝送帯域幅（例：10GHzの1%は100MHzの幅が取れます）が広く取れるため、大容量の情報伝送を行うことができます。

【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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

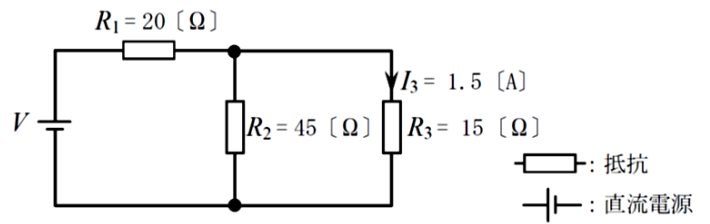
- 1 3個の通信衛星を赤道上空に等間隔に配置することにより、極地域を除く地球上のほとんどの地域をカバーする通信網が構成できる。
- 2 衛星の電源には太陽電池が用いられるため、年間を通じて電源が断となることがないので、蓄電池等は搭載する必要がない。
- 3 衛星通信に10〔GHz〕以上の電波が用いられる場合は、大気圏の降雨による減衰が少ないので、信号の劣化も少ない。
- 4 VSAT 制御地球局には小型のオフセットパラボラアンテナを、VSAT 地球局には大口径のカセグレンアンテナを用いることが多い。
- 5 電波が、地球上から通信衛星を経由して再び地球上に戻ってくるのに約0.1秒を要する。

【解答】 1

2：春分・秋分の頃に光が当たらない時間が発生するため蓄電池が必要です。3：10GHz以上は降雨による減衰が増えます。4：記述が逆です。地球局（＝携帯の移動装置）に小型のオフセットパラボラアンテナを用います。5：約0.25秒です。

【3】 図に示す抵抗 R_1 、 R_2 及び R_3 の回路において、 R_3 を流れる電流 I_3 が 1.5 [A] であるとき、直流電源電圧 V の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 59.5 [V]
- 2 62.5 [V]
- 3 68.0 [V]
- 4 78.0 [V]
- 5 93.5 [V]

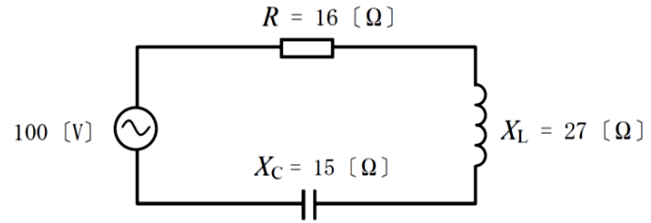


【解答】 2

$15 \text{ } \Omega$ の両端の電圧は 22.5V なので $45 \text{ } \Omega$ に流れる電流は 0.5A です。その和の 2A が $20 \text{ } \Omega$ に流れるので、この両端に発生する電圧は 40V 。したがって $22.5 + 40 = 62.5\text{V}$ です。

【4】 図に示す回路において、交流電源電圧が 100 [V]、抵抗 R が 16 [Ω]、コンデンサのリアクタンス X_C が 15 [Ω] 及びコイルのリアクタンス X_L が 27 [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 2.5 [A]
- 2 3.0 [A]
- 3 4.0 [A]
- 4 5.0 [A]
- 5 6.2 [A]



【解答】 4

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 $\sqrt{\hspace{1cm}}$ します。したがって、 $\sqrt{16^2 + (27 - 15)^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20$ [Ω]となり、100V を 20 Ω で割って 5A 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 FETの図記号である。
(2) 図2は、□B FETの図記号である。

A	B
1 NチャネルMOS形	Nチャネル接合形
2 Nチャネル接合形	NチャネルMOS形
3 Pチャネル接合形	PチャネルMOS形
4 PチャネルMOS形	Pチャネル接合形

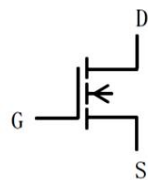


図1

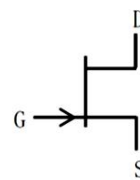


図2

【解答】 1

矢印が内側を向いているものはNチャネルということをまず覚えておきましょう。そして、図2のような単純な記号が接合形、図1のような複雑な記号はMOS形です。

〔6〕 電力利得が 18 [dB] の増幅器の出力電力の値が 3.2 [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。

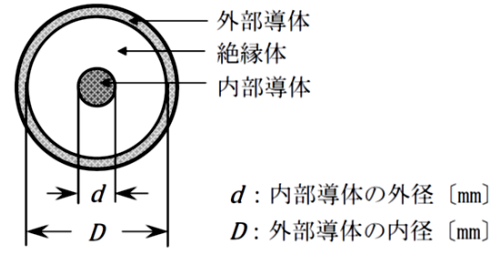
- 1 1,000 [mW]
- 2 500 [mW]
- 3 250 [mW]
- 4 100 [mW]
- 5 50 [mW]

【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 3.2W のときの入力電力は 32mW です。もし増幅器の電力利得が 17dB だとすれば入力電力は 64mW 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 32mW 以上 64mW 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 1 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 $Z = 138 \log_{10} \frac{D+d}{D-d}$ $[\Omega]$
- 2 $Z = 138 \log_{10} \frac{2D}{d}$ $[\Omega]$
- 3 $Z = 138 \log_{10} \frac{D}{d}$ $[\Omega]$
- 4 $Z = 138 \log_{10} \frac{d}{D}$ $[\Omega]$
- 5 $Z = 138 \log_{10} \frac{D}{2d}$ $[\Omega]$



【解答】 3

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。このうち誤っている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 π [rad] の位相差がある。
- 2 4 相 PSK (QPSK) は、搬送波の位相が互いに $\pi/2$ [rad] 異なる二つの 2 相 PSK (BPSK) 変調器を用いて実現できる。
- 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” のいずれかである。
- 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原点を通ることがなく、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】 5

定番問題です。 $2^1=2$ 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

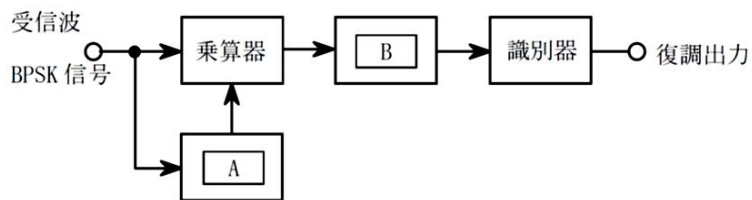
- 1 擬似雑音(PN)コードは、拡散符号として用いられる。
- 2 傍受されにくく秘話性が高い。
- 3 拡散後の信号(チャンネル)の周波数帯域幅は、拡散前の信号の周波数帯域幅よりはるかに狭い。
- 4 遠近問題の解決策として、送信電力制御という方法がある。

【解答】 3

信号を拡散しているわけですから、周波数帯域幅ははるかに広がります。

【10】 図は、2相PSK(BPSK)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 | 低域フィルタ (LPF) |
| 3 搬送波再生回路 | 高域フィルタ (HPF) |
| 4 搬送波再生回路 | 低域フィルタ (LPF) |



【解答】 4

これも定番問題です。同期検波は、受信波から作り出した搬送波と乗算を行い、その出力を LPF に通した後識別器に入力します。

【11】 次の記述は、デジタル無線通信に用いられる一つの回路(装置)について述べたものである。該当する回路の一般的な名称として適切なものを下の番号から選べ。

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、波形ひずみとなって現れてビット誤り率が大きくなる原因となるため、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。

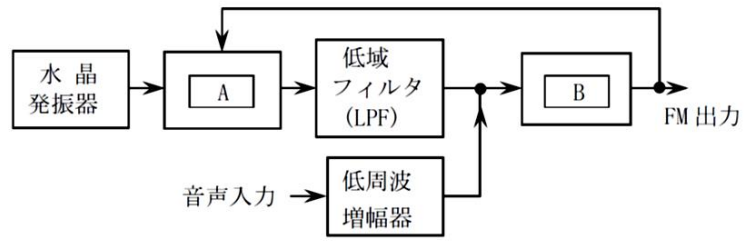
- 1 符号器
- 2 等化器
- 3 導波器
- 4 分波器

【解答】 2

このような回路を等化器と呼びます。伝送特性の劣化によって現れた歪みを、元の信号と等しくする役割を持つことからこの名が付いています。

【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) | 緩衝増幅器 |
| 2 周波数通倍器 | 緩衝増幅器 |
| 3 位相比較器(PC) | 周波数弁別器 |
| 4 位相比較器(PC) | 電圧制御発振器(VCO) |
| 5 周波数通倍器 | 電圧制御発振器(VCO) |



【解答】 4

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。また、VCO は電圧によって周波数を制御する発振器ですから、FM 出力 (FM 変調された高周波信号) を作る B が VCO ということになります。

〔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 TDMA 3 CDMA 4 FDMA 5 SCPC

【解答】 2

記述の内容から、時間分割多重の説明だと分かりますから、時間の頭文字（Time の T）が入っている 2 番が正解です。

【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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

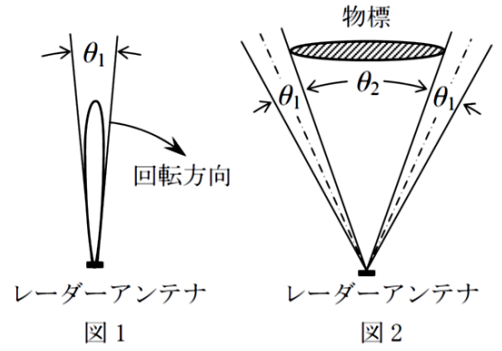
- 1 干渉波は、干渉雑音とも呼ばれる。
- 2 干渉波は、受信機で復調後、雑音となり、信号対雑音比(S/N)が低下するのでビット誤りに影響を与える。
- 3 アンテナ相互間の結合による干渉を軽減するには、サイドローブの少ないアンテナを用いる。
- 4 送受信アンテナのサーキュレータの結合及び受信機のフィルタ特性により、送受間干渉の度合いが異なる。
- 5 ラジオダクトによるオーバーリーチ干渉を避けるには、中継ルートを直線的に設定する。

【解答】 5

マイクロ波は光のように直進しますから、中継ルートを直線的にするとオーバーリーチ（電波の飛びすぎ）の影響を受けます。

[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 水平面内のビーム幅が狭いほど、方位分解能は良くなる。
- 2 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。
- 3 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 $\theta_1 + \theta_2$ となる。
- 4 最小探知距離を短くするには、水平面内のビーム幅を狭くする。



【解答】 4

最小探知距離はパルス幅によって決定されるので、アンテナのビーム幅は関係ありません。

【16】 パルスレーダー送信機において、パルス幅が $0.7 [\mu\text{s}]$ のときの最小探知距離の値として、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 $3 \times 10^8 [\text{m/s}]$ とする。

- 1 35 [m]
- 2 70 [m]
- 3 105 [m]
- 4 210 [m]
- 5 420 [m]

【解答】 3

パルス幅の時間よりも早く反射波が戻ってくると検知できませんから、パルス幅の時間で電波が進む距離を計算します。 $0.7 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 210 [\text{m}]$ ですが、これは物標との往復距離ですから、探知距離はその半分の $105 [\text{m}]$ です。

【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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 回転放物面を反射鏡に用いたパラボラアンテナは、高利得のファン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電波は、反射鏡により球面波となって放射される。
- 2 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。
- 3 主反射鏡に回転放物面を、副反射鏡に回転双曲面を用いるものにカセグレンアンテナがある。
- 4 反射鏡の開口面積が大きいほど前方に尖鋭な指向性が得られる。

【解答】 1

パラボラアンテナは、高利得のペンシルビームのアンテナであり、電波は平面波となって放射されます。

[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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 電圧反射係数は、進行波の電圧(V_f)を反射波の電圧(V_r)で割った値(V_r / V_f)で表される。
- 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、伝送線路上には定在波が存在する。
- 3 反射が大きいと電圧定在波比(VSWR)の値は小さくなる。
- 4 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。
- 5 整合しているとき、電圧反射係数の値は、1となる。

【解答】 4

1 : V_r/V_f です。2 : 整合しているときは定在波が存在しません。3 : 反射が大きいかほど VSWR の値は大きくなります。5 : 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。□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) 原理的に、放射素子として □A□ 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。
- (2) 水平面内の指向性は、□B□ である。
- (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 □C□ 。

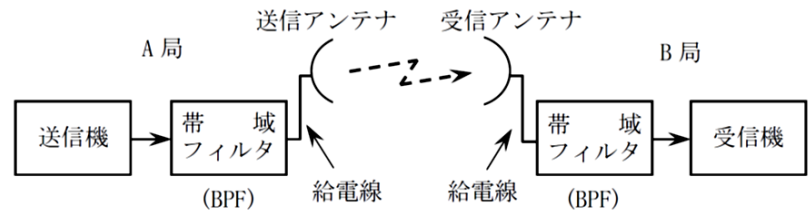
A	B	C
1 垂直半波長ダイポール	全方向性	大きい
2 垂直半波長ダイポール	8字形特性	小さい
3 1/4 波長垂直接地	8字形特性	大きい
4 1/4 波長垂直接地	全方向性	小さい

【解答】 1

コリニアアレーアンテナは、垂直半波長ダイポールを縦に積み重ねたもので、水平面内無指向性、利得はブラウンアンテナよりも大きくなります。

【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135[dB]、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ40[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15[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 -27 [dBm]
- 2 -33 [dBm]
- 3 -36 [dBm]
- 4 -39 [dBm]
- 5 -42 [dBm]



【解答】 3

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-3dB、送信アンテナで+40dB、伝送損失で-135dB、受信アンテナで+40dB、受信給電線で-3dB、受信側の帯域フィルタで-1dB。これらを足すと合計で-63dB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-36dBmと求められます。

[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し、電波の一部が散乱して直接波と干渉するため、受信電界強度が□A変動する現象をシンチレーションフェージングという。
- (2) 大気層において高さによる湿度の急変や□Bがあるとき、ラジオダクトが発生し、受信電界強度が不規則に変動する現象をダクト形フェージングという。
- (3) 大気屈折率の分布状態が時間的に変化して地球の□C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	C
1 比較的短い周期で小幅に	大気成分割合の変化	自転の角速度
2 比較的短い周期で小幅に	温度の逆転層	等価半径係数
3 比較的長い周期で大幅に	温度の逆転層	自転の角速度
4 比較的長い周期で大幅に	大気成分割合の変化	自転の角速度
5 比較的長い周期で大幅に	温度の逆転層	等価半径係数

【解答】 2

覚えておくべき項目です。出題文に正解を当てはめて読むことで覚えていきましょう。

[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) 陽極に □A□、陰極に鉛が用いられ、電解液に □B□ が用いられる。
(2) 商用電源の停電を補償するため、インバータと組み合わせて □C□ にも利用される。

A	B	C
1 二酸化鉛	希硫酸	無停電電源装置
2 二酸化鉛	蒸留水	自動電圧調整器
3 カドミウム	希硫酸	自動電圧調整器
4 カドミウム	希硫酸	無停電電源装置
5 カドミウム	蒸留水	自動電圧調整器

【解答】 1

鉛蓄電池についても良く出題されます。無停電電源装置は別名 UPS と呼ばれ、瞬間停電などからコンピュータを保護するために良く利用されています。

【23】 内部抵抗 r [Ω] の電流計に、 $r/7$ [Ω] の値の分流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 16 倍
- 2 14 倍
- 3 12 倍
- 4 9 倍
- 5 8 倍

【解答】 5

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 $r=7\Omega$ 、電流計に流れる電流が 1A とすると、これと並列に接続した $r/7=1\Omega$ の抵抗には 7A の電流が流れますから、全体としては 8A の電流が流れることが求められます。

〔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。□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) アイパターンは、識別器直前のパルス波形を □ A □ に同期して、オシロスコープ上に描かせたものである。
(2) 伝送系のひずみや雑音が小さいほど、中央部のアイの開きは □ B □ なる。

A	B
1 パルス繰返し周波数(クロック周波数)	小さく
2 ドップラー周波数	小さく
3 パルス繰返し周波数(クロック周波数)	大きく
4 ドップラー周波数	大きく

【解答】 3

覚えておくべき問題です。識別器直前のアナログ信号を、クロックに同期させてオシロスコープに描かせます。歪みや雑音が小さいと、アイの開きは大きくなります。