

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、静止衛星通信の特徴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 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 静止衛星は、赤道上空約 36,000 [km] の軌道上にある。
- 3 通信衛星の電源には太陽電池を使用するため、太陽電池が発電しない衛星食の時期に備えて、蓄電池などを搭載する必要がある。
- 4 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要する時間は、約 0.1 秒である。

【解答】 4

難易度★（定番の超基本問題）

電波は 1 秒間に 30 万 km 伝搬します。静止衛星は赤道上空 36000km にあるので、単純計算で行きに 0.12 秒、帰りに 0.12 秒、合計 0.24 秒程度以上かかります。

【2】 次の記述は、多重通信方式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。

- | | A | B | C |
|---|-------|-----|----|
| (1) 複数のチャネルを周波数別に並べて、一つの伝送路上で同時に伝送する方式を□通信方式という。 | 1 CDM | TDM | 変換 |
| (2) 各チャネルが伝送路を占有する時間を少しずつずらして、順次伝送する方式を□通信方式という。この方式では、一般に送信側と受信側の□のため、送信信号パルス列に□パルスが加えられる。 | 2 CDM | PPM | 同期 |
| | 3 CDM | PPM | 変換 |
| | 4 FDM | PPM | 変換 |
| | 5 FDM | TDM | 同期 |

【解答】 5

難易度★（絶対に正解したい）

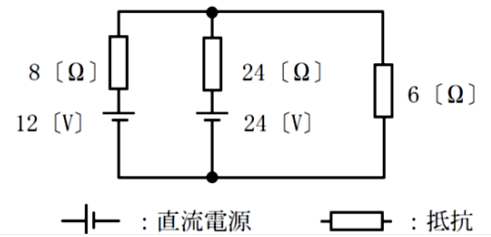
FDM=Frequency Division Multiplex の略で、複数の通信チャネルを周波数別に並べる方式です。

TDM=Time Division Multiplex の略で、複数の通信チャネルを時間的に少しずつずらして順次伝送する方式です。これでは待ち時間が発生し通信に遅延が生じてしまいますが、複数の通信チャネルを高速に切り替えて通信するため、人間の感覚ではリアルタイムで通信できているとしか感じられないため支障はありません。

TDM 方式の場合、送信側と受信側でタイミングの同期を取る必要があるため、送信信号の中に同期パルスが加えられるのが一般的です。

【3】 図に示す回路において、6 [Ω] の抵抗に流れる電流の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.75 [A]
- 2 1.25 [A]
- 3 1.50 [A]
- 4 1.75 [A]
- 5 2.00 [A]



【解答】 2

難易度★★★（回路計算が苦手なら後回し）

解き方は何種類かありますが、テブナンの定理を用いて解説します。

6[Ω]の抵抗を取り外した場合、抵抗があった部分に何ボルトの電圧が発生するか確かめます。このときの回路は、24[V]の電池～24[Ω]の抵抗～8[Ω]の抵抗～12[V]の電池と接続された回路になるため、24[V]の電池から12[V]の電池側に循環電流が流れ、電池が互いに逆接続となっていることを加味すると、 $(24 - 12) [V] \div (24 + 8) [Ω] = 0.375 [A]$ の電流が流れることとなります。 $0.375 [A] \times 8 [Ω] = 3 [V]$ となるため、 $12 [V] + 3 [V] = 15 [V]$ の電圧が、6[Ω]の抵抗を外した部分に発生することが求まります。

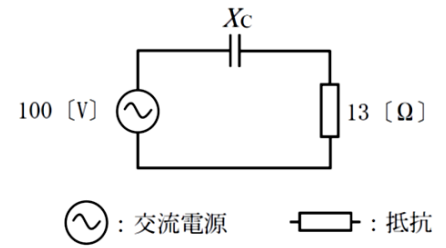
次に、6[Ω]の抵抗を短絡した場合に流れる電流を求めます。これは、24[V]の電池に24[Ω]の抵抗を接続した1[A]と、12[V]の電池に8[Ω]の抵抗を接続した1.5[A]の合計2.5[A]が流れることが分かります。

以上より、6[Ω]の抵抗から左側の回路を見ると、「開放時に15[V]発生し、短絡すると2.5[A]の電流が流れる回路」と見なせるため、これは15[V]の電池+6[Ω]の直列抵抗に置き換えることができます。

以上より、6[Ω]の抵抗を接続したものは、「15[V]の電池に6[Ω]+6[Ω]=12[Ω]の抵抗が接続されたもの」と等価ですから、6[Ω]に流れる電流は $15 [V] \div 12 [Ω] = 1.25 [A]$ と求まります。

〔4〕 図に示す直列回路において消費される電力の値が 520 [W] であった。このときのコンデンサのリアクタンス X_C [Ω] の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5 [Ω]
- 2 9 [Ω]
- 3 13 [Ω]
- 4 18 [Ω]
- 5 24 [Ω]



【解答】 2

難易度★★★（回路計算が苦手なら後回し）

抵抗で消費される電力 $P=I^2R$ より、回路に流れる電流を求めます。 $520 \div 13 = 40$ より、回路電流は $\sqrt{40}$ [A] です。

したがって、R と X_C の合成インピーダンスは、 $100 \div \sqrt{40} = \frac{100}{\sqrt{40}}$ [Ω] です。

R・ X_L ・ 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、この回路では X_L つまりコイルが存在しませんから、

$$\sqrt{X_C^2 + R^2} = \sqrt{X_C^2 + 13^2} = \frac{100}{\sqrt{40}}$$

を解けば X_C が求まります。

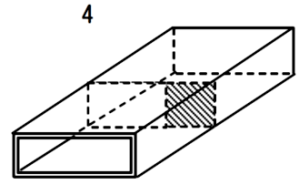
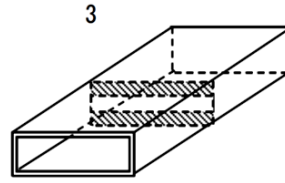
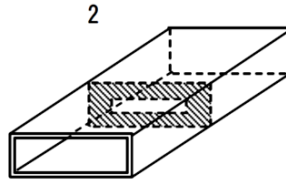
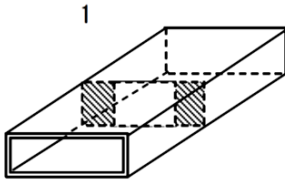
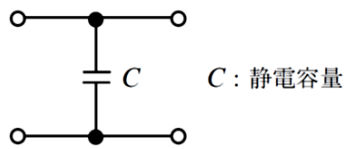
$$\sqrt{X_C^2 + 13^2} = \frac{100}{\sqrt{40}}$$

$$X_C^2 + 169 = \frac{10000}{40} = 250$$

$$\therefore X_C^2 = 250 - 169 = 81$$

$$\therefore X_C = 9$$

【5】 図に示す等価回路に対応する働きを有する、斜線で示された導波管窓(スリット)素子として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電磁波はTE₁₀モードとする。



【解答】 3

難易度★ (実は超ラッキー問題。必ず覚えておこう)

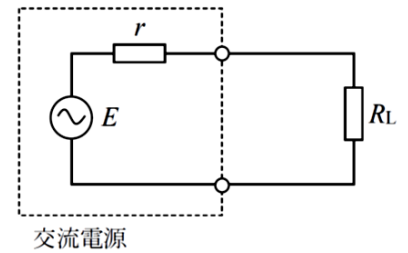
1のような縦型のスリットはコイルとして働きます。

2のようなスリットはコイル+コンデンサとして働きます。

3のような横型のスリットはコンデンサとして働きます。

〔6〕 図に示すように、内部抵抗 r が $125 [\Omega]$ の交流電源に、負荷抵抗 R_L を接続したとき、 R_L から取り出しうる電力の最大値（有能電力）として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の起電力 E は $100 [V]$ とする。

- 1 20 [W]
- 2 25 [W]
- 3 40 [W]
- 4 50 [W]
- 5 100 [W]



【解答】 1

難易度★（是非とも正解したい）

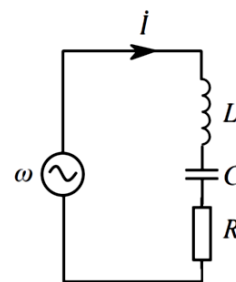
俗に「最大電力の定理」と呼んだりもしますが、このような回路の場合、 $R_L=r$ が最大有能電力となります。したがって、 $R_L=125[\Omega]$ がその条件ですから、回路全体としては $100[V]$ の電源に $250[\Omega]$ が接続された回路となり、 R_L の両端の電圧は $50[V]$ です。これより、 $P = \frac{V^2}{R}$ の式を用いて、 $P=50[V] \times 50[V] \div 125[\Omega] = 20[W]$ が求まります。

【7】 次の記述は、図に示す直列共振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。

この回路のインピーダンス Z [Ω] は、角周波数を ω [rad/s] とすれば、次式で表される。

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

この式において、 ω を変化させた場合、□A のとき回路のリアクタンス分は、零となる。
このときの回路電流 I [A] の大きさは □B、インピーダンスの大きさは、□C となる。



R : 抵抗 [Ω]
L : インダクタンス [H]
C : 静電容量 [F]

- | A | B | C |
|-----------------------------|----|----|
| 1 $\omega L = 1/(\omega C)$ | 最大 | 最小 |
| 2 $\omega L = 1/(\omega C)$ | 最小 | 最大 |
| 3 $\omega L = 1/(\omega C)$ | 最小 | 最小 |
| 4 $\omega L = \omega C$ | 最小 | 最小 |
| 5 $\omega L = \omega C$ | 最大 | 最大 |

【解答】 1

難易度★（共振回路の性質を知っていれば簡単）

インピーダンスベクトルの難しい計算式が提示されていますが、この複素数を実際に計算して答えを出す必要はなく、共振回路の基本的な性質を知っているだけですぐに答えられる問題です。

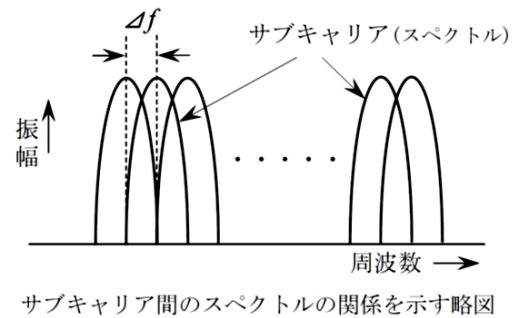
この式のうち、jで括られている部分、すなわちリアクタンス分である $(\omega L - 1/\omega C)$ がゼロになっているのが共振状態です。直列共振では、共振周波数でインピーダンスが最小値、回路電流は最大値となります。

なお、抵抗・コイル・コンデンサのΩ値などの呼び方についてまとめると、次のようになります。

回路素子	電圧÷電流（電流の流れにくさ）	電流÷電圧（電流の流れやすさ）
抵抗	レジスタンス	コンダクタンス
コイル単体 コンデンサ単体 コイル+コンデンサ	リアクタンス	サセプタンス
抵抗+コイル 抵抗+コンデンサ 抵抗+コイル+コンデンサ	インピーダンス	アドミタンス

【8】 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。ただし、OFDM 伝送方式で用いる多数のキャリアをサブキャリアという。

- 1 ガードインターバルは、遅延波によって生じる符号間干渉を軽減するために付加される。
- 2 各サブキャリアを分割してユーザが利用でき、必要なチャネル相当分を周波数軸上に多重化できる。
- 3 図に示すサブキャリアの周波数間隔 Δf は、有効シンボル期間長 (変調シンボル長) T_s の逆数と等しく ($\Delta f = 1 / T_s$) になっている。
- 4 OFDM 伝送方式を用いると、シングルキャリアをデジタル変調した場合に比べマルチパスによる遅延波の影響を受け難い。
- 5 高速のビット列を多数のサブキャリアを用いて周波数軸上で分割して伝送することで、サブキャリア 1 本当たりのシンボルレートを高くできる。



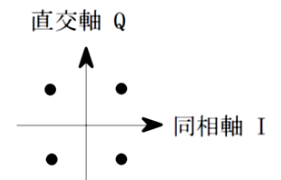
【解答】 5

難易度★ (定番問題！)

OFDM は、高速 (=大量) のビット列、つまり高速大容量のデジタルデータを複数に分割し、各々をサブキャリアで変調して周波数軸に並べて並列伝送するものです。これにより、サブキャリア 1 本あたりのシンボルレートを低くすることができ、雑音や混信などに対して強い伝送路とすることができます。

【9】 次の記述は、デジタル伝送におけるビット誤り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。ただし、図に QPSK (4PSK) の信号空間ダイアグラムを示す。

- 1 QPSK において、2 ビットのデータを各シンボルに割り当てる方法が自然 2 進符号に基づく場合は、縦横に隣接するシンボル間で誤りが生じたとき、常に 2 ビットの誤りとなる。
- 2 QPSK において、2 ビットのデータを各シンボルに割り当てる方法がグレイ符号に基づく場合は、縦横に隣接するシンボル間で誤りが生じたとき、1 ビット誤る場合と 2 ビット誤る場合がある。
- 3 1,000 ビットの信号を伝送して、1 ビットの誤りがあった場合、ビット誤り率は、 10^{-4} である。
- 4 QPSK において、2 ビットのデータを各シンボルに割り当てる方法がグレイ符号に基づく場合と自然 2 進符号に基づく場合とで比べたとき、グレイ符号に基づく場合の方がビット誤り率を小さくできる。



【解答】 4

難易度★★ (ちょっと難しいかも)

グレイ符号とは、二進数の値を表記するさい、伝送路などで発生する誤りによって発生する誤差を小さくするために考えられたもので、例えば、00~01~11~10~のように、隣接する信号点での変移を 1 ビットにする方式です。したがって、選択肢 4 の記述が正しいものとなります。

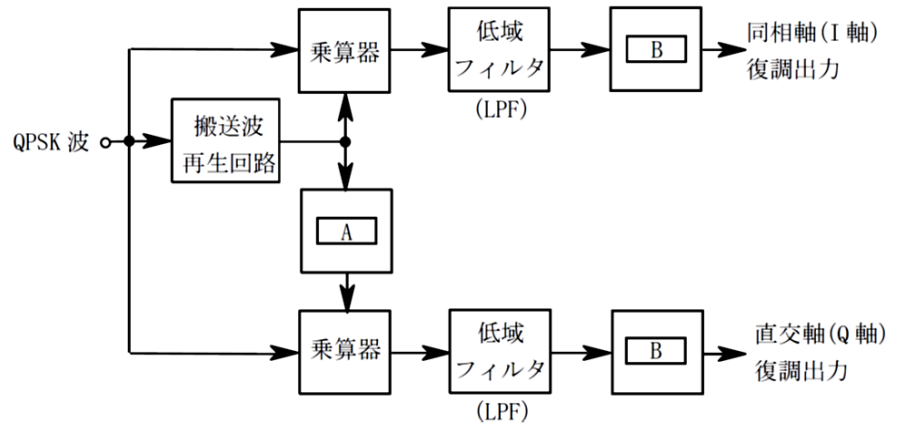
1: 信号点に 00・01・10・11 と割り振り、雑音で隣の信号点に変移してしまう場合を考えると、1 ビットの誤りになる場合と 2 ビットの誤りの場合があることが分かります。

2: グレイ符号に基づいて配置すると、隣接シンボル間での誤りは 1 ビットとなります。

3: 1/1000 ですから 10^{-3} です。

【10】 次の図は、同期検波による QPSK (4PSK) 復調器の原理的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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- | | A | B |
|---|---------------------|--------|
| 1 | $\frac{\pi}{4}$ 移相器 | スケルチ回路 |
| 2 | $\frac{\pi}{4}$ 移相器 | 識別器 |
| 3 | $\frac{\pi}{2}$ 移相器 | 識別器 |
| 4 | $\frac{\pi}{2}$ 移相器 | スケルチ回路 |
| 5 | π 移相器 | スケルチ回路 |



【解答】 3

難易度★ (定番問題)

QPSK 復調器は、搬送波再生回路で作り出した搬送波と受信信号を乗算しますが、搬送波とそのまま乗算するものが同相軸、 90° 移相波と乗算するのが直交軸になります。LPF の出力信号は識別器によって綺麗なデジタル信号に変換します。

【11】 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生じることがある混信妨害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 相互変調妨害は、一つの希望波信号を受信しているときに、二以上の強力な妨害波が到来し、それが、受信機の非直線性により、受信機内部に希望波信号周波数又は受信機の間周波数と等しい周波数を発生させたときに生じる。
- 2 相互変調による混信妨害は、周波数混合器以前の同調回路の周波数選択度を向上させることにより軽減できる。
- 3 映像周波数による混信妨害は、中間周波増幅器の選択度を向上させることにより軽減できる。
- 4 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数に近接しているときに生じる。

【解答】 3

難易度★★（ちょっと難しいですが、原理と現象を理解しておきましょう）

映像周波数は、 $|(\text{局部発振器の発振周波数}) \pm (\text{受信周波数})|$ が中間周波数に変換されることによって生じるものですから、中間周波増幅器の選択度を変えても軽減されることはありません。

〔12〕 次の記述は、符号分割多元接続方式(CDMA)を利用した携帯無線通信システム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) ソフトハンドオーバは、すべての基地局のセル、セクタで □ A □ 周波数を使用することを利用して、移動局が複数の基地局と並行して通信を行うことで、セル □ B □ での短区間変動の影響を軽減し、通信品質を向上させる技術である。 | A | B | C |
| (2) マルチパスによる遅延波をRAKE受信と呼ばれる手法により分離し、遅延時間を合わせて □ C □ で合成することで受信電力の増加と安定化を図っている。 | 1 異なる | 境界 | 逆位相 |
| | 2 異なる | 中央 | 同位相 |
| | 3 同じ | 中央 | 逆位相 |
| | 4 同じ | 境界 | 逆位相 |
| | 5 同じ | 境界 | 同位相 |

【解答】 5

難易度★ (是非とも正解したい問題)

ソフトハンドオーバは、全ての基地局のセル・セクタで同じ周波数を使用することにより、移動局が複数の基地局と並行して通信することを可能とし、セル境界付近でもスムーズに隣接セルに移行できるようにするものです。RAKE受信は、位相や遅延時間が異なる複数の受信波を、同位相で合成することで信号品質を向上させるものです。

【13】 次の記述は、衛星通信に用いられる VSAT システム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 VSAT システムは、14〔GHz〕帯と 12〔GHz〕帯等の SHF 帯の周波数が用いられている。
- 2 VSAT 地球局(ユーザー局)に一般的に用いられるアンテナは、オフセットパラボラアンテナである。
- 3 VSAT システムは、一般に、中継装置(トランスポンダ)を持つ宇宙局、回線制御及び監視機能を持つ制御地球局(ハブ局)並びに複数の VSAT 地球局(ユーザー局)で構成される。
- 4 VSAT 地球局(ユーザー局)は、小型軽量の装置であり、主に車両に搭載して走行中の通信に用いられている。

【解答】 4

難易度★ (定番問題)

VSAT 地球局は小型軽量ではありますが、指向性の鋭いパラボラアンテナを通信衛星の方に常に向けておく必要があるため、車両に搭載して走行中に使用することは現実的ではありません。洋上の船舶であれば、急激に進行方向が変わることはありませんので、安定して使用することができます。

【14】 次の記述は、地上系マイクロ波(SHF)多重通信の無線中継方式の一つである反射板を用いた無給電中継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 反射板の面積が一定のとき、その利得は波長が長くなるほど大きくなる。
- 2 見通し外の2地点が比較的近距離の場合に利用され、反射板を用いて電波を目的の方向へ送出する。
- 3 中継による電力損失は、反射板の面積が大きいほど少ない。
- 4 中継による電力損失は、電波の到来方向が反射板に直角に近いほど少ない。

【解答】 1

難易度★（定番問題）

アンテナの性能と同じく、反射板の面積と電波の波長の比率が大きければ大きいほど性能は高くなります。したがって、利得は波長が短くなるほど大きくなります。

[15] パルスレーダーにおいて、パルス波が発射されてから、物標による反射波が受信されるまでの時間が $35 [\mu s]$ であった。このときの物標までの距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

1 10,500 [m]

2 5,250 [m]

3 3,500 [m]

4 2,625 [m]

5 2,100 [m]

【解答】 2

難易度★★（計算が必要ですが、必ず正解したい問題）

電波は1秒間に30万km伝搬しますから、 $35 \mu s$ の間に10500m伝搬します。ただし、レーダー波の伝搬距離は物標までの往復距離となるため、物標までの実際の距離は $10500 \div 2$ で5250[m]となります。

【16】 次の記述は、パルスレーダーの受信機に用いられる STC 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。

- | | A | B |
|---|------|-----------|
| (1) 近距離からの強い反射波があると、受信機が飽和して、PPI 表示の表示部の □ A 付近の物標が見えなくなることがある。 | 1 外周 | 上げる(良くする) |
| (2) このため、近距離からの強い反射波に対しては感度を □ B STC 回路が用いられ、近距離にある物標を探知しやすくしている。 | 2 外周 | 下げる(悪くする) |
| | 3 中心 | 上げる(良くする) |
| | 4 中心 | 下げる(悪くする) |

【解答】 4

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。

〔17〕 次の記述は、電磁ホー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下の番号から選べ。

- 1 給電導波管の断面を徐々に広げて、所要の開口を持たせたアンテナである。
- 2 インピーダンス特性は、ホーン部分が共振するため狭帯域である。
- 3 ホーンの開き角を大きくとるほど、放射される電磁波は平面波に近づく。
- 4 角錐ホーンは、短波(HF)帯アンテナの利得を測定するときの標準アンテナとしても用いられる。
- 5 開口面積が一定のとき、ホーンの高さを短くすると利得は大きくなる。

【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）

電磁ホーンアンテナは、選択肢1のように導波管の開口部を徐々に広げた構造のものです。共振構造を持たず、導波管を伝搬してきた電波がそのまま広がって放出されていくため、広帯域です。

ホーンの開き角が大きいということは、導波管から急角度で開口部が広がることを意味し、そうすると放出される電磁波は球面波に近い波となります。

「アンテナは大型の方が高性能になる」という原則どおり、開口面積が一定の場合、ホーンの高さが長い方が利得は大きくなります。なお、導波管はマイクロ波帯の伝送路として使用するものですから、選択肢4のように短波帯で使用することはできません。（原理的には、数十メートル四方のような超巨大な導波管を作れば短波帯の電磁波も伝搬はできますが、全く実用的ではありません）

【18】 次の記述は、垂直偏波で用いる一般的なコーリニアアレイ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、□Aの電流で励振する。
- (2) 水平面内の指向特性は、□Bである。
- (3) コーリニアアレイアンテナは、ブラウンアンテナに比べ、利得が□C。

	A	B	C
1	同位相	8字形特性	小さい
2	同位相	全方向性	大きい
3	逆位相	8字形特性	大きい
4	逆位相	全方向性	小さい

【解答】 2

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）

コーリニアアレイアンテナは、ダイポールアンテナを垂直に重ねた構造のもので、隣り合う放射素子を同振幅・同位相で励振することで利得を高くしたものです。水平面内の指向特性というのは、アンテナを真上から見たときに周囲にどのように電波が放射されるかというのを図示したもので、コーリニアアレイアンテナでは無指向性（全方向性）となります。

垂直面内の指向特性は、アンテナを真横から見たときの特性で、こちらが8の字特性になります。

〔19〕 次の記述は、整合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) 給電線の特性インピーダンスとアンテナの給電点インピーダンスが異なると、給電線とアンテナの接続点から □ A □ が生じ、伝送効率が低下する。これを防ぐため、接続点にインピーダンス整合回路を挿入して、整合をとる。
- (2) 同軸給電線のような不平衡回路とダイポールアンテナのような平衡回路を直接接続すると、平衡回路に □ B □ が流れ、送信や受信に悪影響を生ずる。これを防ぐため、二つの回路の間に □ C □ を挿入して、整合をとる。

	A	B	C
1	反射波	平衡電流	スタブ
2	反射波	不平衡電流	バラン
3	反射波	平衡電流	バラン
4	進行波	不平衡電流	スタブ
5	進行波	平衡電流	バラン

【解答】 2

難易度★（基本的な知識問題）

給電線やアンテナ、送信機、受信機など高周波信号を送受信・伝送する装置などは、構造などから決定される特性インピーダンスを持ちます。水で例えれば、水道管の太さが特性インピーダンスに対応します。

特性インピーダンスが整合していないと、信号の反射が生じて効率が悪化します。水道管で例えると、太さが異なる水道管をそのまま接続し、すき間から水が漏れている状態です。このような場合、インピーダンス整合回路を挿入して整合を取ると効率が良くなります。水道管で例えれば異径ジョイントです。

また、電線の物理的構造によって平衡型と非平衡型の伝送路に分けることができますが、これもマッチングを取らなければなりません。例えば、同軸ケーブルに平衡型のアンテナをそのまま接続すると、平衡回路に不平衡電流が流れてしまいます。これを防ぐためのマッチング回路をバランと呼びます。ちなみに、バランとは BALUnced-UNbalunced の文字を取って BALUN と呼び習わしたものです。

【20】 次の記述は、等価地球半径について述べたのである。このうち正しいものを下の番号から選べ。ただし、大気は標準大気とする。

- 1 等価地球半径は、真の地球半径を $3/4$ 倍したものである。
- 2 電波は電離層のE層の電子密度の不均一による電離層散乱によって遠方まで伝搬し、実際の地球半径に散乱域までの地上高を加えたものを等価地球半径という。
- 3 大気の屈折率は、地上からの高さとともに減少し、大気中を伝搬する電波は送受信点間を弧を描いて伝搬する。この電波の通路を直線で表すため、仮想した地球の半径を等価地球半径という。
- 4 地球の中心から静止衛星までの距離を半径とした球を仮想したとき、この球の半径を等価地球半径という。

【解答】 3

難易度★（必ず正解したい基本問題）

- 1： $4/3$ 倍したものです。
- 2： 全く誤りです。選択肢 3 が正しい記述です。
- 4： これも同様に全くの誤りです。

【21】 次の記述は、マイクロ波回線における電波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) 自由空間基本伝送損失 Γ_0 (真数) は、送受信アンテナ間の距離を d [m]、使用電波の波長を λ [m] とすると、次式で与えられる。

$$\Gamma_0 = \square \text{ A}$$

(2) 送受信アンテナ間の距離を 16 [km]、使用周波数を 7.5 [GHz] とした場合の自由空間基本伝送損失の値は、約 □ B である。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ 及び $\pi^2 = 10$ とする。

	A	B
1	$(4\pi\lambda/d)^2$	116 [dB]
2	$(4\pi\lambda/d)^2$	122 [dB]
3	$(4\pi d/\lambda)^2$	128 [dB]
4	$(4\pi d/\lambda)^2$	134 [dB]
5	$(4\pi d/\lambda)^2$	140 [dB]

【解答】 4

難易度★★★ (最後に時間が余ればチャレンジする問題)

選択肢 A の式については、送受信アンテナ間の距離が離れば離れるほど損失値は大きくなるはずですから、選択肢 3・4・5 の式しかありえません。

さて、これを実際に計算します。7.5[GHz]の電波の波長は、電波の速度を周波数で割って、

$$\frac{3 \times 10^8}{7.5 \times 10^9} = 0.04[\text{m}]$$

です。これを式に代入すると、

$$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 = \frac{16 \times 10 \times d^2}{\lambda^2} = \frac{160 \times 16 \times 10^3 \times 16 \times 10^3}{(4 \times 10^{-2})^2} = \frac{160 \times 16 \times 10^3 \times 16 \times 10^3}{16 \times 10^{-4}} = 256 \times 10^{11}$$

となり、これが損失の真数値です。

次に、この値を dB に変換します。

「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」

を利用します。256 = 2⁸であることを考えると、256 倍は 3dB × 8 = 24[dB]です。また、10¹¹ 倍は 110[dB]ですから、110[dB] + 24[dB] = 134[dB]と算出できます。

〔22〕 次の記述は、リチウムイオン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 セル1個(単電池)当たりの公称電圧は、1.2〔V〕である。
- 2 ニッケルカドミウム蓄電池と異なり、メモリー効果がないので使用した分だけ補充する継ぎ足し充電が可能である。
- 3 ニッケルカドミウム蓄電池に比べ、自己放電量が小さい。
- 4 電極間に充填された電解質中をリチウムイオンが移動して充放電を行う。
- 5 ニッケルカドミウム蓄電池に比べ、小型軽量・高エネルギー密度である。

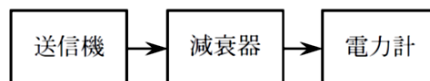
【解答】 1

難易度★（必ず正解したい基礎問題）

リチウムイオン蓄電池は、単セル当たりの公称電圧が3.7〔V〕程度と高いのが大きな特徴です。

【23】 図に示すように、送信機の出力電力を 14 [dB] の減衰器を通過させて電力計で測定したとき、その指示値が 75 [mW] であった。この送信機の出力電力の値として、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 1,050 [mW]
- 2 1,550 [mW]
- 3 1,875 [mW]
- 4 2,100 [mW]
- 5 2,325 [mW]



【解答】 3

難易度★★ (考え方さえ分かれば簡単な計算)

「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、14[dB]の減衰値の真数値を求めます。14[dB] = 20[dB] - 3[dB] - 3[dB]より、 $100 \div 2 \div 2 = 25$ と求まりますから、この送信機は「出力を 25 分の 1 にしたら 75[mW]だった」ということになります。したがって、 $75[\text{mW}] \times 25 = 1875[\text{mW}]$ です。

[24] 次の記述は、デジタルマルチ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。

- (1) 増幅器、A-D変換器、クロック信号発生器及びカウンタなどで構成され、A-D変換器の方式には、□A□ などがある。
- (2) 電圧測定において、アナログ方式の回路計(テスタ)に比べて入力インピーダンスが高く、被測定物に接続したときの被測定量の変動が □B□ 。
- (3) 直流電圧、直流電流、交流電圧、交流電流、抵抗などが測定でき、被測定量は、通常、□C□ に変換して測定される。

	A	B	C
1	微分形	大きい	交流電圧
2	微分形	小さい	交流電圧
3	微分形	大きい	直流電圧
4	積分形	大きい	交流電圧
5	積分形	小さい	直流電圧

【解答】5

難易度★(基礎知識です。覚えておきましょう)

デジタルマルチメータは、二重積分型 A/D 変換回路などを備え、入力電圧を時間の長さに変換し、この時間を電圧値に変換して表示するものが一般的です。大きな特徴としては、アナログ式テスターに比べて入力インピーダンスが非常に高く、被測定物に与える影響がとて小さいという点が挙げられます。

直流電圧・電流、交流電圧・電流、抵抗、静電容量など様々な値が測定できる製品は、それらの値を一旦直流電圧値に変換し、それを表示することで目的の値を数値化し表示しています。