

## 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、通信衛星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) 赤道上空約 □A□ [km] の円軌道に打ち上げられた □B□ 衛星は、地球の自転と同期して周回しているが、その周期は約 24 時間である。 | A        | B   | C |
|  | 1 42,000 | 静止  | 4 |
| (2) (1)の円軌道に等間隔に最少 □C□ 個の □B□ 衛星を配置すれば、極地域を除く地球の大部分の地域を常時カバーする通信網が構成できる。   | 2 36,000 | 静止  | 3 |
|  | 3 36,000 | 極軌道 | 4 |
|  | 4 20,200 | 静止  | 4 |
|  | 5 20,200 | 極軌道 | 3 |

## 【解答】 2

静止衛星は、赤道上空約 36000km に存在し、地球の自転と同じ時間で周回するため静止して見えます。この軌道上に等間隔で最小 3 個の衛星を配置すれば、地球上の大部分をカバーできます。

〔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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

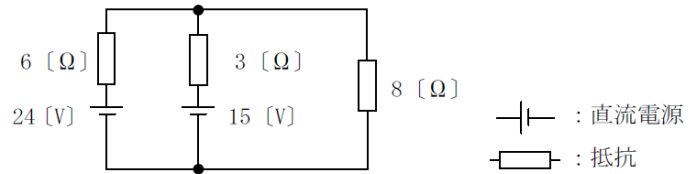
- 1 空電雑音及び人工雑音の影響が小さく、良好な信号対雑音比(S/N)の通信回線を構成することができる。
- 2 アンテナの指向性を鋭くできるので、他の無線回線との混信を避けることが比較的容易である。
- 3 超短波(VHF)帯の電波に比較して、地形、建造物及び降雨の影響が少ない。
- 4 周波数が高くなるほど、アンテナを小型化できる。

【解答】 3

マイクロ波は、性質が光と似てくるため、地形や建物、降雨等の影響を大きく受けます。

【3】 図に示す回路において、8 [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 0.8 [A]
- 2 1.0 [A]
- 3 1.4 [A]
- 4 1.8 [A]
- 5 2.5 [A]



【解答】 4

キルヒホッフの法則、テブナンの定理、重ね合わせの原理のいずれを用いても解くことができます。ここではキルヒホッフの法則を用いてみます。

15V の電池-3Ω-8Ω-15V の電池と流れる電流を  $I_1$ 、24V の電池-6Ω-8Ω-24V の電池と流れる電流を  $I_2$  とします。すると、

- $3I_1 + 8(I_1 + I_2) = 15$
- $6I_2 + 8(I_1 + I_2) = 24$

が成立するので、下の式から上の式を引いて

- $6I_2 - 3I_1 = 9 \rightarrow 2I_2 - I_1 = 3 \rightarrow I_1 = 2I_2 - 3$

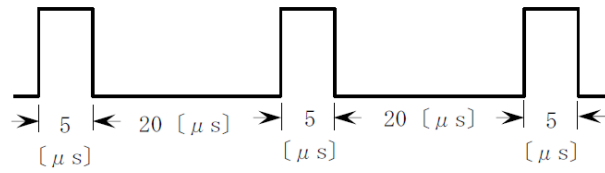
したがって、

- $6I_2 + 8(2I_2 - 3 + I_2) = 24 \rightarrow 30I_2 = 48 \rightarrow I_2 = 1.6\text{A}, I_1 = 0.2\text{A}, I_1 + I_2 = 1.8\text{A}$

と求まります。

【4】 図に示すように、パルスの幅が  $5 [\mu s]$ 、間隔が  $20 [\mu s]$  のとき、パルスの繰返し周波数  $f$  及び衝撃係数(デューティファクタ)  $D$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	$f$	$D$
1	40 [kHz]	0.25
2	40 [kHz]	0.20
3	50 [kHz]	0.25
4	50 [kHz]	0.20
5	100 [kHz]	0.25

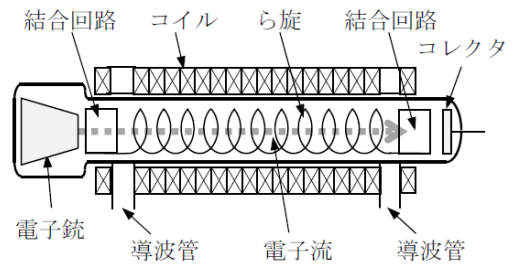


【解答】 2

パルスの繰返し周波数の逆数が周期  $T$  ですから、 $T$  は  $25 \mu s$  より  $f$  は  $40 \text{kHz}$  です。衝撃係数は、 $T$  の期間に占めるパルス幅ですから、 $5/25$  つまり  $0.20$  です。

【5】 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) 高周波電界と電子流との相互作用によりマイクロ波の増幅を行う。また、空洞共振器が□B□なので、広帯域の信号の増幅が可能である。



- | A         | B  |
|-----------|----|
| 1 クライストロン | ない |
| 2 クライストロン | ある |
| 3 進行波管    | ない |
| 4 進行波管    | ある |

【解答】 3

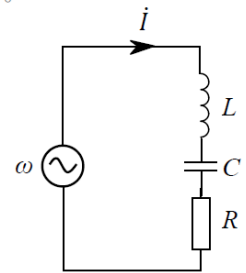
これは進行波管で、マイクロ波の増幅に用いるものです。共振器を持たない構造なので、広帯域の信号を増幅することができます。

〔6〕 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  $\dot{Z}$  [Ω] は、角周波数を  $\omega$  [rad/s] とすれば、次式で表される。

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

$\omega L = 1/(\omega C)$  のとき回路の □A□ 分は、零となる。このときの回路電流  $\dot{I}$  [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	リアクタンス	最大	最小
2	リアクタンス	最小	最大
3	リアクタンス	最小	最小
4	アドミタンス	最小	最小
5	アドミタンス	最大	最大

【解答】 1

リアクタンス分は、インピーダンスのうち虚数成分ですから  $\omega L = 1/\omega C$  のときにゼロとなります。直列共振時の LC 部分のリアクタンスはゼロとなるため、回路電流が最大、インピーダンスの大きさは最小です。

【7】 次の記述は、トンネルダイオード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) トンネルダイオードは、不純物の濃度が一般のPN接合ダイオードに比べて□A□ P形半導体とN形半導体を接合した半導体素子で、江崎ダイオードともいわれている。
- (2) トンネルダイオードは、その□B□の電圧-電流特性にトンネル効果による負性抵抗特性を持っており、応答特性が速いことを利用して、マイクロ波からミリ波帯の発振に用いることができる。

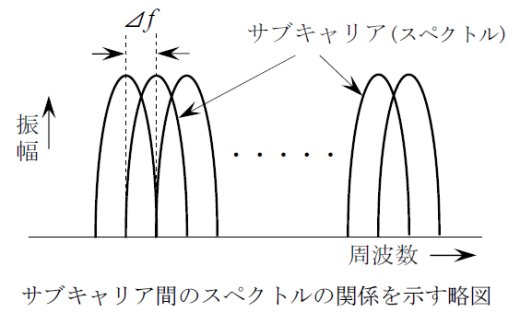
- |   | A  | B   |
|---|----|-----|
| 1 | 低い | 順方向 |
| 2 | 低い | 逆方向 |
| 3 | 高い | 逆方向 |
| 4 | 高い | 順方向 |

【解答】 4

トンネルダイオードの性質を表した文章ですので、知らなかった人は覚えておきましょう。

〔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 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方式である。
- 2 図に示すサブキャリア間の周波数間隔  $\Delta f$  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。
- 3 ガードインターバルは、遅延波によって生ずる符号間干渉を軽減するために付加される。
- 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て伝送速度はそのままシンボル期間長を短くできる。
- 5 ガードインターバルは、送信側で付加される。



【解答】 4

OFDM ではデータを拡散して伝送するため、速度が同じであれば従来の方式よりシンボル期間長を長くできます。



【9】 伝送速度 156 [Mbps] のデジタル伝送回線において、1 チャンネル当たり 128 [kbps] のデータを時分割多重により伝送するとき、伝送可能な最大チャンネル数として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、伝送するのはデータのみとする。

- 1 2,435      2 1,215      3 610      4 500      5 410

【解答】 2

ラッキー問題ですね。  $156\text{Mbps} \div 128\text{kbps} = 1218.75$  です。

[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3 [dB]、電力利得を10 [dB] とし、次段の増幅器の雑音指数を10 [dB] とする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。

- 1 2.1
- 2 2.3
- 3 2.9
- 4 3.9
- 5 4.8

【解答】 3

この問題が出たときは、解き方の公式に当てはめるだけです。

$F = F_1 + (F_2 - 1) / G_1$  ですから、 $K = 2 + (10 - 1) / 10 = 2.9$  と求まります。

【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 ダイバーシティ方式は、同時に回線品質が劣化する確率が大きい複数の通信系を設定して、その受信信号を切り替えるか又は合成することで、フェージングによる信号出力の変動を軽減するための方法である。
- 2 垂直偏波と水平偏波のように直交する偏波のフェージングの影響が異なることを利用したダイバーシティ方式を、偏波ダイバーシティ方式という。
- 3 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を、周波数ダイバーシティ方式という。
- 4 2基以上の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を、スペースダイバーシティ方式という。

【解答】 1

同時に回線品質が劣化する確率が大きい→同時に回線品質が劣化する確率が小さい

〔12〕 次の記述は、デジタル無線通信で発生する誤り及びその対策の一例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) デジタル無線通信で生ずる誤りには、ランダム誤りとバースト誤りがある。ランダム誤りは、送信した個々のビットに独立に発生する誤りであり、主として □A□ によって引き起こされる。バースト誤りは、一般にマルチパスフェージングなどにより引き起こされる。
- (2) バースト誤りの対策の一つとして、送信する符号の順序を入れ替える □B□ を行い、受信側で □C□ により元の順序に戻すことによりバースト誤りの影響を軽減する方法がある。

A	B	C
1 他の無線システムからの干渉波	プレエンファシス	ディエンファシス
2 他の無線システムからの干渉波	ディエンファシス	プレエンファシス
3 他の無線システムからの干渉波	デインターリーブ	インターリーブ
4 受信機の熱雑音	デインターリーブ	インターリーブ
5 受信機の熱雑音	インターリーブ	デインターリーブ

【解答】 5

ランダム雑音の主な発生源は熱雑音です。送信符号の順序を入れ替えることはインターリーブ、それを戻すことをデインターリーブと呼びます。

【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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 VSAT システムは、1.6 [GHz] 帯と 1.5 [GHz] 帯の UHF 帯の周波数が用いられている。
- 2 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。
- 3 VSAT 地球局(ユーザー局)には、八木・宇田アンテナ(八木アンテナ)が用いられることが多い。
- 4 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。

【解答】 4

1 : 12GHz や 14GHz のマイクロ波です。 2 : 車両に搭載して使用するには不向きです。 3 : オフセットパラボラアンテナが主流です。

[14] 次の記述は、地上系マイクロ波(SHF)多重通信における一つの中継方式について述べたものである。該当する中継方式の名称として、適切なものを下の番号から選べ。

この方式は、中継局において、受信したマイクロ波を中間周波数に変換して増幅し、再びマイクロ波に変換して送信する中継方式である。

- 1 無給電中継方式
- 2 再生中継方式
- 3 非再生(ヘテロダイン)中継方式
- 4 直接中継方式

【解答】 3

中間周波数に変換してからマイクロ波に戻す方式はヘテロダイン中継といいます。

〔15〕 次の記述は、パルスレーダーの方位分解能を向上させる一般的な方法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 パルス繰返し周波数を低くする。
- 2 アンテナの水平面内のビーム幅を狭くする。
- 3 送信パルス幅を広くする。
- 4 表示画面上の輝点を大きくする。
- 5 アンテナの海拔高又は地上高を低くする。

【解答】 2

方位分解能を向上させるためには、アンテナのビーム幅を狭くする必要があります。

【16】 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  $35 [\mu\text{s}]$  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 2,625 [m]
- 2 2,875 [m]
- 3 5,250 [m]
- 4 7,500 [m]
- 5 10,500 [m]

【解答】 3

電波が  $35 \mu\text{s}$  の間に伝わる距離が物標までの往復距離です。計算すると  $5250\text{m}$  になります。



〔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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

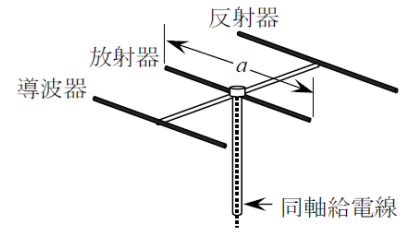
- 1 反射鏡アンテナの一次放射器としても用いられる。
- 2 給電導波管の断面を徐々に広げて、所要の開口を持たせたアンテナである。
- 3 インピーダンス特性は、広帯域にわたって良好である。
- 4 角錐ホーンは、マイクロ波アンテナの利得を測定するときの標準アンテナとしても用いられる。
- 5 ホーンの開き角を大きくとるほど、放射される電磁波は平面波に近づく。

【解答】 5

ホーンの開き角が小さく、長い距離を掛けて少しずつ開いていく方が平面波に近づきます。

【18】 次の記述は、図に示す八木・宇田アンテナ(八木アンテナ)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) 放射器の長さ  $a$  は、ほぼ □ A □ 波長である。  
 (2) 反射器は、放射器より少し長く、□ B □ のインピーダンスとして働く。  
 (3) 最大放射方向は、放射器から見て □ C □ の方向に得られる。



	A	B	C
1	1/4	誘導性	導波器
2	1/4	容量性	反射器
3	1/4	誘導性	反射器
4	1/2	容量性	導波器
5	1/2	誘導性	導波器

【解答】 5

長い反射器は誘導性インピーダンスとなります。

[19] 次の記述は、同軸ケーブル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) 同軸ケーブルは、一本の内部導体のまわりに同心円状に外部導体を配置し、両導体間に誘電体を詰めた不平衡形の給電線であり、伝送する電波が外部へ漏れ□A、外部からの誘導妨害を受け□B。
- (2) 不平衡の同軸ケーブルと半波長ダイポールアンテナを接続するときは、平衡給電を行うため□Cを用いる。

	A	B	C
1	にくく	にくい	バラン
2	やすく	やすい	スタブ
3	にくく	にくい	スタブ
4	やすく	やすい	バラン

【解答】 1

バランとは、バランス（平衡）－アンバランス（不平衡）の頭文字をとったもので、不平衡電流が流れる同軸ケーブルと平衡電流が流れるアンテナとの間で変換を行うトランスを指します。

[20] 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。

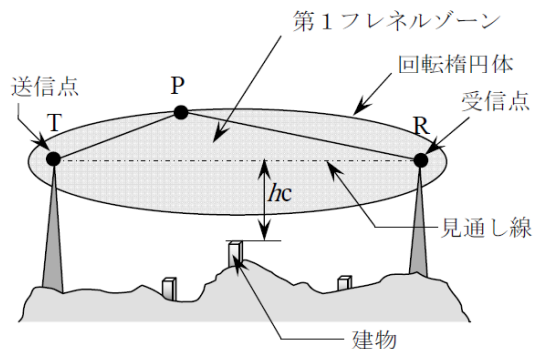
- 1 標準大気中では、電波の見通し距離は幾何学的な見通し距離と等しい。
- 2 標準大気中では、等価地球半径は真の地球半径より小さい。
- 3 ラジオダクトが発生すると電波がダクト内に閉じ込められて減衰し、遠方まで伝搬しない。
- 4 標準大気の屈折率は、地上からの高さに比例して増加する。
- 5 標準大気のときの  $M$  曲線は、グラフ上で1本の直線で表される。

【解答】 5

真空中（屈折率1）に対し、大気が濃いほど屈折率が大きくなるので、4の記述は誤りです。

【21】 次の記述は、マイクロ波回線の設定の際に考慮される第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。ただし、使用する周波数の電波の波長を $\lambda$ とする。

- (1) 図に示すように、送信点 T と受信点 R を焦点とし、TP と PR の距離の和が、焦点間の最短距離 TR よりも □A□ だけ長い楕円を描くと、直線 TR を軸とする回転楕円体となり、この楕円の内側の範囲を第1フレネルゾーンという。
- (2) 一般的には、□B□ に近い良好な伝搬路を保つため、回線途中にある山や建物などの障害物が第1フレネルゾーンに入らないようにする必要がある。この障害物と見通し線との間隔  $hc$  をクリアランスという。



- | A             | B     |
|---------------|-------|
| 1 $\lambda/4$ | 散乱波伝搬 |
| 2 $\lambda/2$ | 散乱波伝搬 |
| 3 $\lambda/4$ | 自由空間  |
| 4 $\lambda/2$ | 自由空間  |

【解答】 4

複数の伝搬経路の電波が干渉した際、伝搬距離が $\lambda/2$ となると逆位相になって弱めあいます。これを防ぐため、伝搬経路の差が $\lambda/2$ となる点を示したのが第1フレネルゾーンで、電波を反射する建物などがここに入らないようにするための余裕をクリアランスと呼びます。これらの障害物が無い場合、自由空間に近い良好な伝搬が期待できます。

〔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。

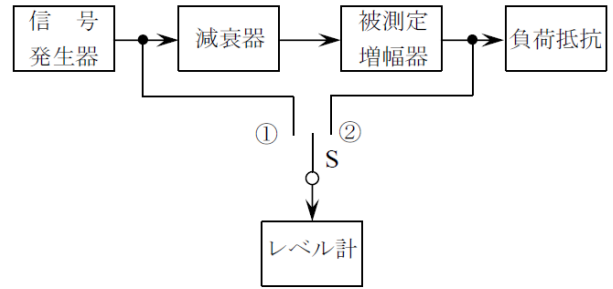
- 1 電解液は極板が露出しない程度に補充しておくこと。
- 2 3～6 か月に1度は、過放電をしておくこと。
- 3 放電した後は、電圧や電解液の比重などを放電前の状態に回復させておくこと。
- 4 電池の電極の負担を軽くするには、充電の初期に大きな電流が流れ過ぎないようにすること。

【解答】 2

過放電してはいけません。

【23】 図に示す増幅器の利得の測定回路において、切換えスイッチ  $S$  を①に接続して、レベル計の指示が  $0$  [dBm] となるように信号発生器の出力を調整した。次に減衰器の減衰量を  $15$  [dB] として、切換えスイッチ  $S$  を②に接続したところ、レベル計の指示が  $8$  [dBm] となった。このとき被測定増幅器の電力増幅度の値(真数)として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、信号発生器、減衰器、被測定増幅器及び負荷抵抗は整合されており、レベル計の入力インピーダンスによる影響はないものとする。また、 $1$  [mW] を  $0$  [dBm]、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。

- 1 200
- 2 300
- 3 400
- 4 500
- 5 1,000



【解答】 1

被測定増幅器に  $-15$  dBm の信号を入れたとき、出力が  $+8$  dBm だったということは、増幅が  $23$  dB であることを表します。10 dB が 10 倍、20 dB が 100 倍ですから、23 dB は 200 倍です。

〔24〕 次の記述は、アナログ方式のオシロスコープ及びスペクトルアナライザの一般的な機能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 オシロスコープの水平軸は振幅を、また、垂直軸は時間を表している。
- 2 オシロスコープは、本体の入力インピーダンスが 1 [M $\Omega$ ] と 50 [ $\Omega$ ] の 2 種類を備えるものがある。
- 3 オシロスコープは、リサージュ図形を描かせて周波数の比較や位相差の観測を行うことができる。
- 4 スペクトルアナライザは、スペクトルの分析やスプリアスの測定などに用いられる。
- 5 スペクトルアナライザの水平軸は周波数を、また、垂直軸は振幅を表している。

【解答】 1

オシロスコープは水平軸が時間、垂直軸が振幅を表します。