

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 赤道上空約 36,000 [km] の円軌道に打ち上げられた静止衛星は、地球の自転と同期して周回しているが、その周期は約 12 時間である。
- 2 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。
- 3 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が少ないので、信号の劣化も少ない。
- 4 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、極地域を除く地球の大部分の地域を常時カバーする通信網が構成できる。
- 5 静止衛星から地表に到来する電波は極めて微弱であるため、静止衛星による衛星通信は、夏至と冬至のころに、地球局の受信アンテナの主ビームの見通し線上から到来する太陽雑音の影響を受ける。

【解答】 4

1 : 地球の自転周期は 24 時間です。2 : 約 0.25 秒です。3 : 10GHz を超えると降雨による減衰が大きくなります。5 : 春分と秋分の頃に発生する事象です。

〔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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

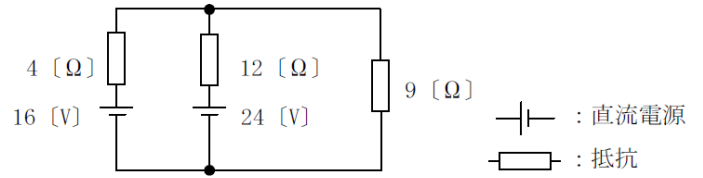
- 1 超短波(VHF)帯の電波に比較して、地形、建造物及び降雨の影響が少ない。
- 2 アンテナの指向性を鋭くできるので、他の無線回線との混信を避けることが比較的容易である。
- 3 自然雑音及び人工雑音の影響が大きく、良好な信号対雑音比(S/N)の通信回線を構成することができない。
- 4 周波数が高くなるほど降雨による減衰が小さくなり、大容量の通信回線を安定に維持することが容易になる。

【解答】 2

アンテナは、周波数が高くなるほど小型にすることができます。したがって、アンテナの大きさが一定の場合、高い周波数にするほど高性能な(=指向性の鋭い)ものとなります。

【3】 図に示す回路において、9 [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 1.5 [A]
- 2 1.2 [A]
- 3 1.0 [A]
- 4 0.5 [A]
- 5 0.2 [A]



【解答】 1

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。

16V の電池－4Ω－9Ω－16V の電池と流れる電流を I_1 、24V の電池－12Ω－9Ω－24V の電池と流れる電流を I_2 とします。すると、

- $4I_1 + 9(I_1 + I_2) = 16$
- $12I_2 + 9(I_1 + I_2) = 24$

が成立するので、下の式から上の式を引いて

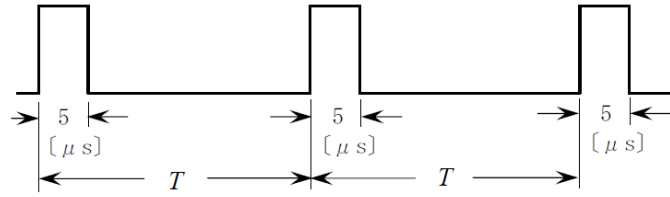
● $12I_2 - 4I_1 = 8 \rightarrow 3I_2 - I_1 = 2 \rightarrow I_1 = 3I_2 - 2$

したがって、

● $12I_2 + 9(3I_2 - 2 + I_2) = 24 \rightarrow 48I_2 = 42 \rightarrow I_2 = 0.875\text{A}, I_1 = 0.625\text{A}, I_1 + I_2 = 1.5\text{A}$
と求まります。

【4】 図に示すようにパルスの幅が $5 [\mu\text{s}]$ のとき、パルスの繰返し周期 T 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。ただし、パルスの繰返し周波数は $40 [\text{kHz}]$ とする。

	T	D
1	$20 [\mu\text{s}]$	0.20
2	$20 [\mu\text{s}]$	0.25
3	$25 [\mu\text{s}]$	0.20
4	$25 [\mu\text{s}]$	0.25
5	$50 [\mu\text{s}]$	0.20



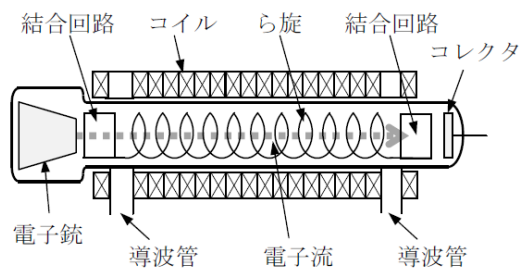
【解答】 3

パルスの繰返し周波数の逆数が周期 T ですから、 T は $25 \mu\text{s}$ です。衝撃係数は、 T の期間に占めるパルス幅ですから、 $1/5$ 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) 主な働きは、マイクロ波の□B□である。

- | A | B |
|----------|----|
| 1 マグネトロン | 発振 |
| 2 マグネトロン | 増幅 |
| 3 進行波管 | 発振 |
| 4 進行波管 | 増幅 |



【解答】 4

これは進行波管で、マイクロ波の増幅に用いるものです。

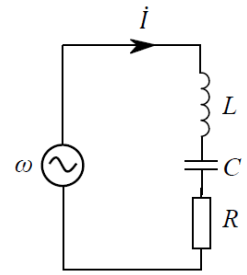
〔6〕 次の記述は、図に示す直列共振回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

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

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

回路のリアクタンス分は、□A のとき零となる。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。

	A	B	C
1	$\omega L = 1/(\omega C)$	最小	最大
2	$\omega L = 1/(\omega C)$	最大	最小
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



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

【解答】 2

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、バラクタ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。

バラクタダイオードは、□A□ 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 □B□ として動作する特性を利用する素子である。

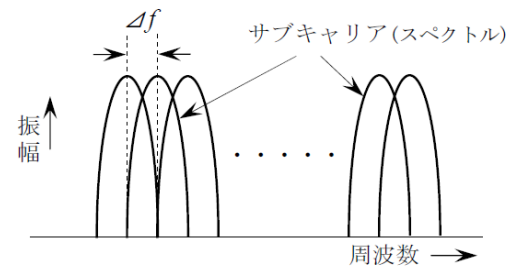
- | A | B |
|-------|-----------|
| 1 順方向 | 可変静電容量 |
| 2 順方向 | 可変インダクタンス |
| 3 逆方向 | 可変静電容量 |
| 4 逆方向 | 可変インダクタンス |

【解答】 3

バラクタダイオードは、逆バイアスを与えたときに PN 接合間にできる空乏層をコンデンサとして利用する素子です。

【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 単一キャリアのみを用いた伝送方式に比べて、OFDM伝送方式では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。
- 2 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。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 OFDM伝送方式を用いると、一般に単一キャリアのみを用いた伝送方式に比べマルチパスによる遅延波の影響を受け難い。



サブキャリア間のスペクトルの関係を示す略図

【解答】 1

OFDMではデータを分割して伝送するため、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ます。

〔9〕 伝送速度 52 [Mbps] のデジタル伝送回線において、1 チャンネル当たり 32 [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。

- 1 220 2 610 3 810 4 1,620 5 2,440

【解答】 4

ラッキー問題ですね。 $52\text{Mbps} \div 32\text{kbps} = 1625$ です。

[10] 2段に縦続接続された増幅器の総合の等価雑音温度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、初段の増幅器の等価雑音温度を270 [K]、電力利得を6 [dB]、次段の増幅器の等価雑音温度を400 [K] とする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 337 [K]
- 2 370 [K]
- 3 396 [K]
- 4 445 [K]
- 5 468 [K]

【解答】 2

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。

$K=K_1+K_2/G$ ですから、 $K=270+400/4=370$ 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 十分に遠く離れた二つ以上の伝送路を設定し、これを切り替えて使用方法は、ルートダイバーシティ方式といわれる。
- 2 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は、偏波ダイバーシティ方式といわれる。
- 3 2基以上の受信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は、スペースダイバーシティ方式といわれる。
- 4 ダイバーシティ方式を用いることにより、フェージングの影響を軽減することができる。

【解答】 2

これは周波数ダイバーシティの説明です。

〔12〕 次の記述は、デジタル無線通信における誤り制御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) デジタル無線通信における誤り制御には、誤りを受信側で検出した場合、送信側へ再送を要求する □ A □ という方法と、再送を要求することなく受信側で誤りを訂正する □ B □ という方法などがある。
- (2) 伝送遅延がほとんど許容されない場合は、一般に □ B □ が使用される。

	A	B
1	FEC	ARQ
2	AFC	FEC
3	ARQ	AGC
4	FEC	AFC
5	ARQ	FEC

【解答】 5

誤り発生時に再送を要求するのは ARQ、受信側で誤りを訂正するのは FEC 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 地球局(ユーザー局)は小型軽量の装置であるが、車両に搭載して走行中の通信に用いることはできない。
- 4 VSAT システムは、中継装置(トランスポンダ)を持つ宇宙局と複数の VSAT 地球局(ユーザー局)のみで構成でき、回線制御及び監視機能を持つ制御地球局がなくてもよい。

【解答】 4

回線制御や監視機能を持つ制御地球局が存在しないと、衛星と地上との通信の中継や衛星自身の制御をおこなうことができません。

〔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、デジタル多重通信回線の中継局において、受信波を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中継方式である。

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

【解答】 3

受信波をいったん再生することから、再生中継方式と呼びます。確実に押さえるべき問題です。

〔15〕 次の記述は、パルスレーダーの最大探知距離を向上させる一般的な方法について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 アンテナの海拔高又は地上高を高くする。
- 2 アンテナの利得を大きくする。
- 3 送信電力を大きくする。
- 4 受信機の感度を良くする。
- 5 送信パルス幅を狭くし、パルス繰り返し周波数を高くする。

【解答】 5

パルス繰り返し周波数を高くすると、遠方からの物標反射波が次の送信波に埋もれてしまいます。

【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 $65 [\mu\text{s}]$ 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 2,437 [m]
- 2 4,875 [m]
- 3 9,750 [m]
- 4 14,625 [m]
- 5 19,500 [m]

【解答】 3

電波が $65 \mu\text{s}$ の間に伝わる距離が物標までの往復距離です。これを計算すると 9750m 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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

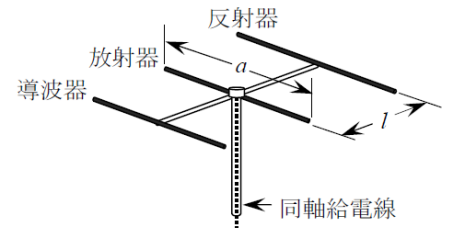
- 1 インピーダンス特性は、ホーン部分が共振するため狭帯域である。
- 2 ホーンの開き角を大きくとるほど、放射される電磁波は平面波に近づく。
- 3 角錐ホーンは、短波(HF)帯アンテナの利得を測定するときの標準アンテナとしても用いられる。
- 4 開口面積が一定のとき、ホーンの長さを短くすると利得は大きくなる。
- 5 給電導波管の断面を徐々に広げて、所要の開口を持たせたアンテナである。

【解答】 5

知識問題です。覚えておきましょう。

[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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 放射器の長さ a は、ほぼ $1/2$ 波長である。
- 2 放射器と反射器の間隔 l を $1/4$ 波長程度にして用いる。
- 3 最大放射方向は、放射器から見て導波器の方向に得られる。
- 4 導波器の数を増やすことによって、より利得を高くすることができる。
- 5 反射器は、放射器より少し長く、容量性のインピーダンスとして働く。



【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 □A□ 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にくく、外部からの誘導妨害を受けにくい。
- (2) 不平衡形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 □B□ を用いる。

A	B
1 誘電体	バラン
2 誘電体	スタブ
3 導電性樹脂	バラン
4 導電性樹脂	スタブ

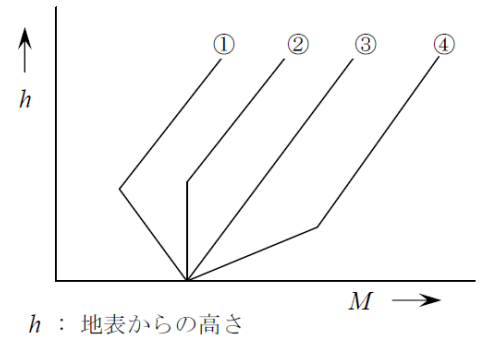
【解答】 1

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、図に示す対流圏電波伝搬における M 曲線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) 標準大気のとときの M 曲線は、□ A □ である。
 (2) 接地形ラジオダクトが発生しているときの M 曲線は、□ B □ である。
 (3) 接地形ラジオダクトが発生すると、電波は、ダクト □ C □ を伝搬し、見通し距離外まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	③	①	内
2	③	④	外
3	③	④	内
4	②	④	外
5	②	①	内

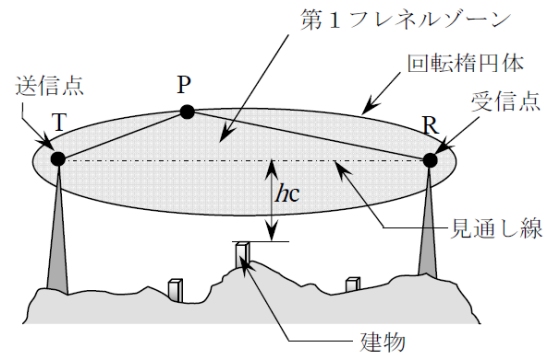


【解答】 1

標準状態は③のような形ですが、①のように屈折率の逆転層が存在すると、屈折率の境界面と大地との間で電波が反射し、遠方まで伝搬することがあります。

[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 λ 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、焦点間の最短の距離 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、自由空間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 □ B □ という。



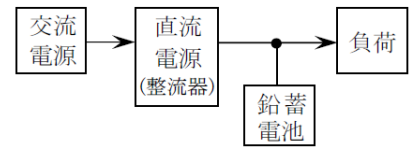
- | A | B |
|---------------|---------|
| 1 λ | クリアランス |
| 2 λ | ハイトパターン |
| 3 $\lambda/2$ | クリアランス |
| 4 $\lambda/2$ | ハイトパターン |

【解答】 3

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。

[22] 次の記述は、図に示す浮動充電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 停電などの非常時において、鉛蓄電池から負荷に電力を供給するときの瞬断がない。
- 2 通常(非停電時)、負荷への電力の大部分は鉛蓄電池から供給される。
- 3 浮動充電は、電圧変動を鉛蓄電池が吸収するため直流出力電圧が安定している。
- 4 鉛蓄電池には、自己放電量を補う程度の微小電流で充電を行う。

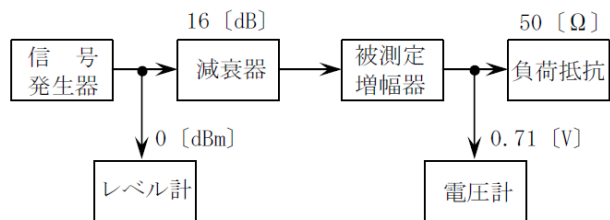


【解答】 2

常識的に考えてすぐに分かる問題ですね。

[23] 図に示す増幅器の利得の測定回路において、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て、減衰器の減衰量を 16 [dB] としたとき、電圧計の指示が 0.71 [V] 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、レベル計及び電圧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 50
- 2 100
- 3 200
- 4 400
- 5 1,000



【解答】 4

50 Ω に 0.71V の電圧が掛かるとき、消費される電力は E^2/R より $0.01W=10mW$ と求まります。つまり +10dBm です。したがって、被測定増幅器は -16dBm が入力されたときに +10dBm を出力しますから、増幅度は 26dB つまり 400 倍です。

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

【解答】 1

リサージュ図形の描き方とその説明を端的に表す文章ですから、知らなかった人はこのまま覚えてしましましょう。