

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、静止衛星を用いた衛星通信の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) 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、春分と秋分のころに、地球局の受信アンテナビームの見通し線上から到来する □ A □ の影響を受けることがある。
- (2) 10〔GHz〕以上の電波を使用する衛星通信は、□ B □ による信号の減衰を受けやすい。

A	B
1 太陽雑音	降雨
2 太陽雑音	電離層シンチレーション
3 空電雑音	電離層シンチレーション
4 空電雑音	降雨
5 空電雑音	大地反射波

【解答】 1

春分・秋分の頃、地球から見た太陽はちょうど赤道上空に見えるため、静止衛星と太陽が同じ向きに見えることがあります。太陽からは強力な電磁波（雑音）が到来しているため、衛星からの微弱な電波が強烈な太陽雑音に埋もれてしまうことがあります。空電雑音というのは、主に雷等による雑音で、短波帯以下の低い周波数において顕著になります。

10GHz 以上の電波は、大気中の雨粒や雪などの大きさに近い波長となるため吸収されやすくなり、それらが減衰の原因となります。

〔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。

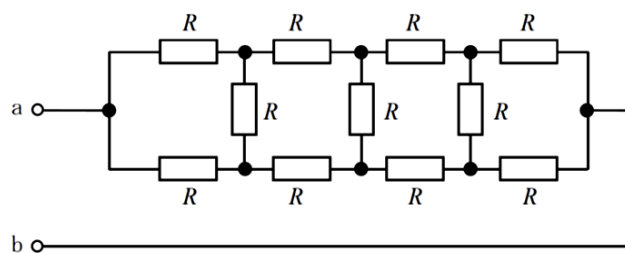
- 1 空電雑音及び都市雑音の影響が小さく、良好な信号対雑音比(S/N)の通信回線を構成することができる。
- 2 アンテナの指向性を鋭くできるので、他の無線回線との混信を避けることが比較的容易である。
- 3 周波数が高くなるほど、アンテナを小型化できる。
- 4 超短波(VHF)帯の電波に比較して、地形、建造物及び降雨の影響が少ない。

【解答】 4

マイクロ波帯は VHF 帯よりも電波の特性が光に近くなり、地形や建造物、降雨等の影響を強く受けます。

【3】 図に示す抵抗 $R = 75 \text{ } [\Omega]$ で作られた回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 300 $[\Omega]$
- 2 150 $[\Omega]$
- 3 110 $[\Omega]$
- 4 75 $[\Omega]$
- 5 50 $[\Omega]$



【解答】 2

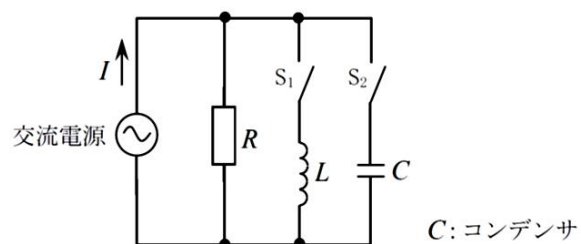
平衡しているブリッジ回路と同様、回路中の電圧が同じ点どうしは短絡したり開放したりしても挙動が変わらないことを利用します。回路の対称性から、縦向きの 3 本の抵抗は、上側・下側の電圧が同じであるため電流が流れず、短絡したり開放したりしても回路の挙動は変わりません。

もしこの 3 本を短絡すると、この回路は a 点～R が 2 本並列～R が 2 本並列～R が 2 本並列～R が 2 本並列～b 点と至る回路と見なせるため、 $37.5 \Omega + 37.5 \Omega + 37.5 \Omega + 37.5 \Omega = 150 \Omega$ が答えとなります。

もし縦の抵抗 3 本を開放すると、この回路は a 点～(4R の抵抗が 2 本並列)～b 点と至る回路と見なせますから、 $300 \Omega \div 2 = 150 \Omega$ と、やはり同じ答えが求まります。

【4】 図に示す回路において、スイッチ S_1 のみを閉じたときの電流 I とスイッチ S_2 のみを閉じたときの電流 I は、ともに 5 [A] であった。また、スイッチ S_1 と S_2 の両方を閉じたときの電流 I は、4 [A] であった。抵抗 R 及びコイル L のリアクタンス X_L 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、交流電源電圧は 150 [V] とする。

	R	X_L
1	37.5 [Ω]	75 [Ω]
2	37.5 [Ω]	50 [Ω]
3	18.2 [Ω]	50 [Ω]
4	18.2 [Ω]	30 [Ω]
5	12.5 [Ω]	30 [Ω]



【解答】 2

S_1 のみを閉じたときと S_2 のみを閉じたときの電流が変わらないということは、 L のリアクタンスと C のリアクタンスの値が同じことを意味します。したがって S_1 と S_2 を両方閉じた場合は並列共振状態になります。電源電圧が 150V、並列共振状態の時の回路電流が 4A から、抵抗 R は 37.5 Ω と求まります。

S_1 のみを閉じたときと S_2 のみを閉じたときの回路電流は、抵抗と L もしくは C との二乗平均です。抵抗に流れる電流は常に 4A、 L もしくは C との二乗平均が 5A ということより、3 : 4 : 5 の三角形から、 L もしくは C に流れる電流は 3A と求まります。したがって、 $150V \div 3A = 50\Omega$ です。

【5】 次の記述は、半導体及び半導体素子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 不純物を含まないSi(シリコン)、Ge(ゲルマニウム)等の単結晶半導体を真性半導体という。
- 2 フォトダイオードは、光信号を電気信号に変換する特性を利用するものである。
- 3 PN 接合ダイオードは、電流がN形半導体からP形半導体へ一方向に流れる整流特性を有する。
- 4 P形半導体の多数キャリアは、正孔である。

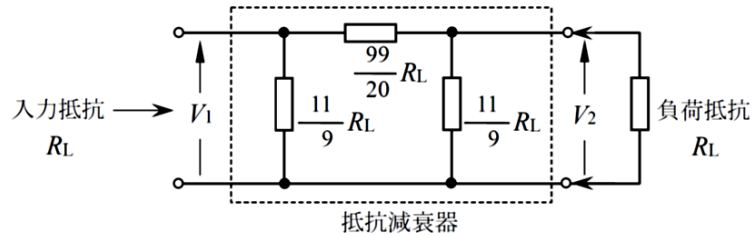
【解答】 3

電流は $P \rightarrow N$ と流れます。

- 〔6〕 図に示す π 形抵抗減衰器の減衰量 L の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、減衰量 L は、減衰器の入力電力を P_1 、入力電圧を V_1 、出力電力を P_2 、出力電圧を V_2 、入力抵抗及び負荷抵抗を R_L とすると、次式で表されるものとする。また、常用対数は表の値とする。

$$L = 10 \log_{10} (P_1 / P_2) = 10 \log_{10} \{ (V_1^2 / R_L) / (V_2^2 / R_L) \} \quad [\text{dB}]$$

- 1 40 [dB]
- 2 20 [dB]
- 3 14 [dB]
- 4 10 [dB]
- 5 6 [dB]



x	$\log_{10} x$
2	0.30
3	0.48
4	0.60
5	0.70
10	1.00

【解答】 2

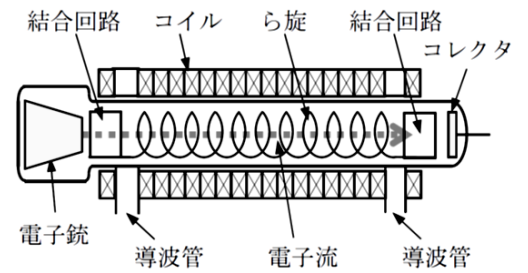
抵抗値が整数になるように、 $R_L = 180\Omega$ と置いてしまいます。すると、回路の左側から $220\Omega \cdot 891\Omega \cdot 220\Omega$ 、そして負荷抵抗の 180Ω と接続された回路になります。ここでまた、計算しやすいように $V_2 = 39600\text{V}$ とします。すると負荷抵抗に流れる電流は 220A 、左から3本目の 220Ω に流れる電流は 180A ですから、合計の 400A が左から2本目の 891Ω に流れ、ここに発生する電圧は $440 \times 891 = 356400\text{V}$ と求まります。

以上より、「 $V_2 = 39600\text{V}$ のとき $V_1 = 356400\text{V}$ となる」ことが求まるので、減衰量は電圧比で9分の1であることが求まります。電圧比なので、2倍が6dB、4倍が12dB、8倍が18dBです。また、10倍が20dBですから、正解は18dB～20dBの間にあることが分かり、最も近い値としてほぼ20dBの2が正解です。

【7】 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 □ ので、広帯域の信号の増幅が可能である。

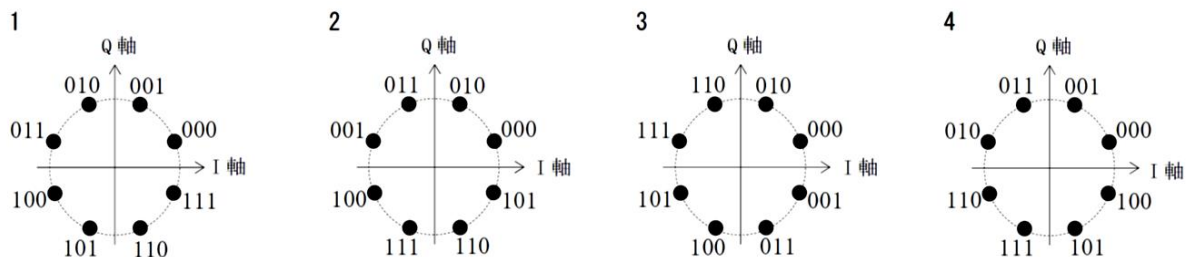
A	B
1 進行波管	ない
2 進行波管	ある
3 クライストロン	ない
4 クライストロン	ある
5 マグネトロン	ある



【解答】 1

これは進行波管で、マイクロ波の増幅に用いられます。空洞共振器を持つのはマグネトロンので、進行波管は特に共振機構を持たないため、広帯域の増幅ができるという特徴があります。

【8】 グレイ符号(グレイコード)による 8PSK の信号空間ダイアグラム(信号点配置図)として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、I 軸は同相軸、Q 軸は直交軸を表す。



【解答】 4

隣り合う点のデータ変化が最も小さくなるようにします。選択肢 4 だけが、隣り合う点に移動する際に変化しているのはどれか 1 桁だけとなっています。

【9】 次の記述は、直接拡散方式を用いるスペクトル拡散(SS)通信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) この方式は、狭帯域信号を □ A □ によって広帯域信号に変換して伝送し、受信側で元の狭帯域信号に変換するもので、□ B □ ことなどの特徴がある。
- (2) また、この方式は、受信時に混入した狭帯域の妨害波は受信側で拡散されるので、狭帯域の妨害波に □ C □ 。

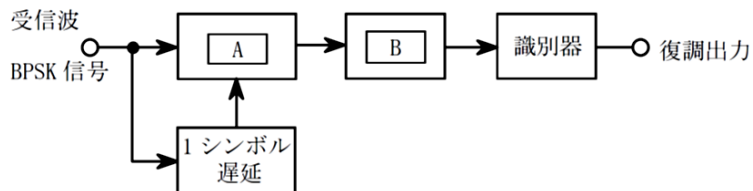
A	B	C
1 単一正弦波	秘匿性が良い	強い
2 単一正弦波	占有周波数帯幅が狭い	弱い
3 拡散符号	秘匿性が良い	弱い
4 拡散符号	占有周波数帯幅が狭い	弱い
5 拡散符号	秘匿性が良い	強い

【解答】 5

CDMA 方式は、拡散符号を用いて狭帯域信号を広帯域信号に変換し、受信側ではそれを逆変換します。これによって妨害波に対して強くなり、秘匿性も高いという特徴を持ちます。

〔10〕 図は、2 相 PSK (BPSK) 信号に対して遅延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 乗算器 | 高域フィルタ (HPF) |
| 2 乗算器 | 低域フィルタ (LPF) |
| 3 $\pi/2$ 移相器 | 低域フィルタ (LPF) |
| 4 $\pi/2$ 移相器 | 高域フィルタ (HPF) |
| 5 $\pi/2$ 移相器 | 帯域フィルタ (BPF) |



【解答】 2

遅延検波は、1 シンボル遅延した信号と受信信号を乗算した出力を LPF に入れ、識別機を通してデジタル信号を復元します。

【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。

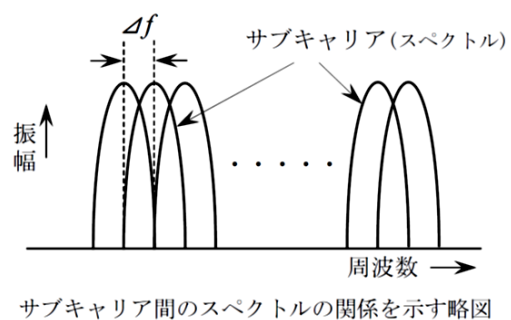
- 1 垂直偏波と水平偏波のように直交する偏波のフェージングの影響が異なることを利用したダイバーシティ方式を、偏波ダイバーシティ方式という。
- 2 周波数によりフェージングの影響が異なることを利用して、二つの異なる周波数を用いるダイバーシティ方式を、周波数ダイバーシティ方式という。
- 3 ダイバーシティ方式は、同時に回線品質が劣化する確率が大きい複数の通信系を設定して、その受信信号を切り替えるか又は合成することで、フェージングによる信号出力の変動を軽減するための方法である。
- 4 2基以上のアンテナを空間的に離れた位置に設置して、それらの受信信号を切り替えるか又は合成するダイバーシティ方式を、スペースダイバーシティ方式という。

【解答】 3

同時に回線品質が劣化する確率が小さい複数の通信系を設定し、そのうち最良のものを選択したり合成したりすることで通信品質を高めます。

【12】 直交周波数分割多重 (OFDM) 方式において、有効シンボル期間長 (変調シンボル長) が $40\ [\mu\text{s}]$ のとき、図に示すサブキャリアの周波数間隔 Δf の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 25 [kHz]
- 2 20 [kHz]
- 3 15 [kHz]
- 4 10 [kHz]
- 5 5 [kHz]



【解答】 1

シンボル期間長は周波数間隔の逆数です。したがって $1 \div 0.00004 = 25000$ 、つまり 25kHz です。

〔13〕 衛星通信の時分割多元接続 (TDMA) 方式についての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

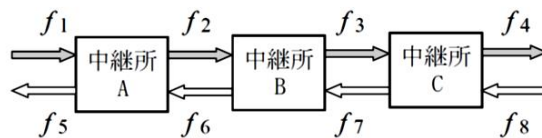
- 1 隣接する通信路間の干渉を避けるため、ガードバンドを設けて多重通信を行う方式である。
- 2 中継局において、受信波をいったん復調してパルスを整形し、同期を取り直して再び変調して送信する方式である。
- 3 呼があったときに周波数が割り当てられ、一つのチャネルごとに一つの周波数を使用して多重通信を行う方式である。
- 4 多数の局が同一の搬送周波数で一つの中継装置を用い、時間軸上で各局が送信すべき時間を分割して使用する方式である。

【解答】 4

- 1：これは周波数分割多重方式（FDMA）の説明です。
- 2：これは再生中継方式の説明です。
- 3：これはデマンドアサインメントの周波数分割多重方式の説明です。

【14】 次の記述は、図に示すマイクロ波(SHF)通信における2周波中継方式の一般的な送信及び受信の周波数配置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、中継所A、中継所B及び中継所CをそれぞれA、B及びCで表す。

- 1 Aの受信周波数 f_6 とCの送信周波数 f_7 は、同じ周波数である。
- 2 Aの送信周波数 f_2 とCの受信周波数 f_8 は、同じ周波数である。
- 3 Aの送信周波数 f_5 とCの受信周波数 f_3 は、同じ周波数である。
- 4 Aの受信周波数 f_1 とBの送信周波数 f_6 は、同じ周波数である。
- 5 Bの送信周波数 f_3 とCの送信周波数 f_4 は、同じ周波数である。



【解答】 4

2周波中継方式は、2つの周波数を交互に使用し、かつ同一中継点間では別の周波数を用いて中継を行います。したがって $f_1=f_3=f_8=f_6$ であり、 $f_2=f_4=f_7=f_5$ です。これと合致する選択肢は4です。

【15】 次の記述は、ドップラー効果を利用した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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) アンテナから発射された電波が移動している物体で反射されるとき、反射された電波の□A□はドップラー効果により偏移する。移動している物体が、電波の発射源から遠ざかっているときは、移動している物体から反射された電波の□A□は、発射された電波の□A□より□B□なる。
- (2) この効果を利用したレーダーは、□C□、竜巻や乱気流の発見や観測などに利用される。

	A	B	C
1	振幅	低く	海底の地形の測量
2	振幅	高く	移動物体の速度測定
3	周波数	高く	移動物体の速度測定
4	周波数	高く	海底の地形の測量
5	周波数	低く	移動物体の速度測定

【解答】 5

移動している物体で反射されたり、移動している物体から発せられたりしている波動（電波や音波など）は、ドップラー効果によって周波数の変移が起こります。遠ざかっている場合、周波数は低くなります。これを利用したレーダーとして、移動物体の速度測定や竜巻・乱気流の観測等が行われています。

〔16〕 次の記述は、パルスレーダーの性能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 最小探知距離は、主としてパルス幅に比例し、パルス幅を τ 〔 μ s〕とすれば、約 150τ 〔m〕である。
- 2 方位分解能は、アンテナの水平面内のビーム幅でほぼ決まり、ビーム幅が狭いほど良くなる。
- 3 最大探知距離は、送信電力を大きくし、受信機の感度を良くすると大きくなる。
- 4 最大探知距離は、アンテナ利得を大きくし、アンテナの高さを高くすると大きくなる。
- 5 距離分解能は、同一方位にある二つの物標を識別できる能力を表し、パルス幅が広いほど良くなる。

【解答】 5

距離分解能は、複数の物標からのほぼ同じ遅延時間で戻ってくるパルス信号をどこまで見分けられるか、という指標です。送信パルス信号の持続時間が長いと、ほぼ同じ遅延時間で戻ってくる複数の信号が重なってしまい識別することができなくなります。したがって、距離分解能は、パルス幅が狭いほど良くなります。

【17】 21〔GHz〕の周波数の電波で使用する回転放物面の開口面積が0.5〔m²〕で絶対利得が43〔dB〕のパラボラアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 69〔%〕 2 65〔%〕 3 61〔%〕 4 57〔%〕 5 53〔%〕

【解答】 2

$4\pi \times (\text{開口面積}) \times (\text{開口効率}) = (\text{絶対利得}) \times (\text{波長})^2$ の式を用いて求めます。

絶対利得43dBを真数値にすると、10dBが10倍、20dBが100倍、30dBが1000倍、40dBが10000倍、43dBが20000倍となり、真数値は「20000」と求まります。

21GHzの電波の波長を求めると、 $\lambda = c/f$ より、 $3 \times 10^8 \div (21 \times 10^9) \div 0.1/7$ (約1.4cm)と求まります。波長の2乗の値は、 $0.014 \times 0.014 \div 0.0002\text{m}^2$ です。

以上より、 $(\text{開口効率}) = (\text{絶対利得}) \times (\text{波長})^2 \div (4\pi \times \text{開口面積})$ を計算すると、
開口効率 $= 20000 \times 0.0002 \div (4\pi \times 0.5) \div 0.64$ となり、最も近い65%が答えです。

【18】 次の記述は、アダプティブアレイアンテナ(Adaptive Array Antenna)の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) 一般にアダプティブアレイアンテナは、複数のアンテナ素子から成り、各アンテナの信号の □A□ に適切な重みを付けて合成することにより □B□ に指向性を制御することができ、電波環境の変化に応じて指向性を適応的に変えることができる。
- (2) さらに、干渉波の到来方向にヌル点（null：指向性パターンの落ち込み点）を向け干渉波を □C□ 、通信の品質を改善することもできる。

	A	B	C
1	振幅と位相	電氣的	弱めて
2	振幅と位相	機械的	強めて
3	ドップラー周波数	電氣的	強めて
4	ドップラー周波数	機械的	弱めて

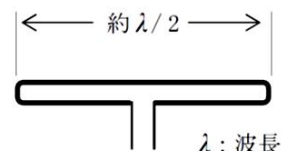
【解答】 1

アダプティブアレイアンテナは、複数のアンテナを並べ、それぞれのアンテナから得られた信号の振幅・位相を電氣的に調整して合成することで、アンテナを物理的に回転させるというような機械的操作をすることなく、指向性や利得を調整できる仕組みを持っています。

また、わざと一方向からの信号を逆位相に調整して合成することにより、不要な干渉波が到来する方向の感度を落とす（ヌル点をそちらに向ける）こともでき、通信の品質を改善することができます。

〔19〕 次の記述は、図に示す素子の太さが同じ二線式折返し半波長ダイポールアンテナ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。

- (1) 周波数特性は、同じ太さの素子の半波長ダイポールアンテナに比べて
やや □ A □ 特性を持つ。
- (2) 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 □ B □ 倍である。
- (3) 八木・宇田アンテナ（八木アンテナ）の □ C □ として広く用いられている。

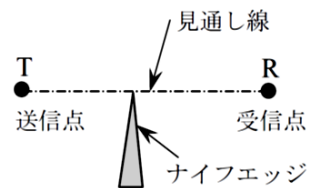


A	B	C
1 狭帯域	4	放射器
2 狭帯域	2	導波器
3 広帯域	3	反射器
4 広帯域	4	放射器
5 広帯域	2	導波器

【解答】 4

折り返し半波長ダイポールアンテナは、同じ太さの素子の半波長ダイポールアンテナに比べると若干広帯域であり、入力インピーダンスは4倍の約 300Ω 、指向特性は変わらないという性質を持っています。八木アンテナの放射器として良く用いられます。

【20】 次の記述は、図に示すマイクロ波通信の送受信点間の見通し線上にナイフエッジがある場合、受信地点において、受信点の高さを变化したときの受信点の電界強度の変化など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、大地反射波の影響は無視するものとする。



- 1 見通し線より上方の領域では、受信点を高くするにつれて受信点の電界強度は、自由空間の伝搬による電界強度より強くなったり、弱くなったり、強弱を繰り返して自由空間の伝搬による電界強度に近づく。
- 2 見通し線より下方の領域では、受信点を低くするにつれて受信点の電界強度は低下する。
- 3 受信点の電界強度は、見通し線上では、自由空間の電界強度のほぼ $1/4$ となる。
- 4 見通し線より下方の領域へは、ナイフエッジによる回折波が到達する。

【解答】 3

$1/4$ ではなく $1/2$ です。

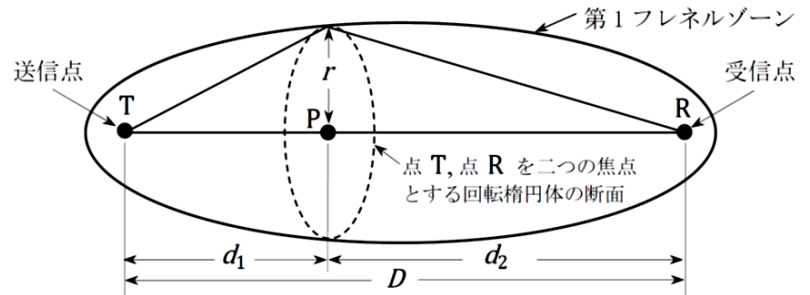
【21】 次の記述は、図に示すマイクロ波回線の第1フレネルゾーンについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 送信点 T から受信点 R 方向に測った距離 d_1 [m] の点 P における第1フレネルゾーンの回転楕円体の断面の半径 r [m] は、点 P から受信点 R までの距離を d_2 [m]、波長を λ [m] とすれば、次式で与えられる。

$$r \approx \boxed{\text{A}}$$

- (2) 周波数が 6 [GHz]、送受信点間の距離 D が 9 [km] であるとき、 d_1 が 3 [km] の点 P における r は、約 $\boxed{\text{B}}$ である。

A	B
1 $\sqrt{\lambda d_1 / (d_1 + d_2)}$	4 [m]
2 $\sqrt{\lambda d_1 / (d_1 + d_2)}$	5 [m]
3 $\sqrt{\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)}$	6 [m]
4 $\sqrt{\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)}$	8 [m]
5 $\sqrt{\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)}$	10 [m]



【解答】 5

回転楕円体の断面半径の値の式は、T 点と R 点が互いに対称であることから、式の分子に d_1 しか入っていない選択肢 1・2 はおかしいと気づきます。従って選択肢 3～5 のほうが正解です。

選択肢 B は、実際にこの式を用いて計算するだけです。

$$r \approx \sqrt{\lambda \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}} = \sqrt{\frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^9} \times \frac{3000 \times 6000}{9000}} = 10$$

【22】 次の記述は、無線中継所等において広く使用されているシール鉛蓄電池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 電解液は、放電が進むにつれて比重が上昇する。
- 2 通常、電解液が外部に流出するので設置には注意が必要である。
- 3 定期的な補水(蒸留水)は、必要である。
- 4 シール鉛蓄電池を構成する単セルの電圧は、約 24 [V] である。
- 5 正極は二酸化鉛、負極は金属鉛、電解液は希硫酸が用いられる。

【解答】 5

- 1：放電が進むと電解液の比重は小さくなります。
- 2：シール＝密閉式ということです。倒しても電解液が外部に流出せず、使いやすくした鉛蓄電池です。
- 3：密閉されているため水分の蒸発が無く、定期的な補水が不要です。
- 4：単セルの電圧は 2V です。

【23】 次の記述に該当する測定器の名称を下の番号から選べ。

温度によって抵抗値が変化しやすい素子に、マイクロ波電力を吸収させ、ジュール熱による温度上昇によって起こる抵抗変化を測ることにより、電力測定を行うものである。素子としては、バレットやサーミスタがあり、主に小電力の測定に用いられる。

- 1 熱電対電力計
- 2 カロリメータ形電力計
- 3 ボロメータ電力計
- 4 CM 形電力計
- 5 誘導形電力量計

【解答】 3

これはボロメータ電力計の説明です。カロリメータと混同しやすいですが、カロリメータは温度上昇媒体として水を使用し、大電力の測定向きという性質を持っています。

〔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)	大きく
2 パルス繰返し周波数(クロック周波数)	小さく
3 ガードタイム	小さく
4 ガードタイム	大きく

【解答】 1

アイパターンは、識別器直前のパルス波形をクロック周波数に同期してオシロスコープに描かせたものです。歪みや雑音が小さいほど、アイの開きは大きくなります。