

## 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 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。
- 2 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。
- 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】 2

1：春分と秋分の頃に地球の影となる時期があるため、蓄電池を搭載しています。

3：10GHz帯以上は降雨による減衰が大きくなります。

4：VSAT 制御地球局は基地局ですから、大口径のカセグレンアンテナを用います。地球局は小型の端末ですから、こちらに小型のオフセットパラボラアンテナを用います。

5：電波は1秒間に30万km伝播します。静止衛星は上空36000kmなので、片道0.12秒、往復0.24秒程度かかります。

〔2〕 標本化定理において、周波数帯域が 300 [Hz] から 15 [kHz] までのアナログ信号を標本化して、忠実に再現することが原理的に可能な標本化周波数の下限の値として、正しいものを下の番号から選べ。

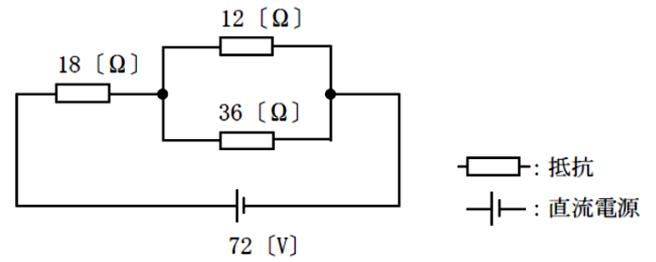
- 1 300 [Hz]      2 600 [Hz]      3 7.5 [kHz]      4 15 [kHz]      5 30 [kHz]

【解答】 5

標本化定理は、「デジタル化された信号から元のアナログ信号を忠実に復元するためには、アナログ信号に含まれる最高周波数の 2 倍以上の周波数でサンプリングする必要がある」というものですから、15kHz の 2 倍の 30kHz が答えです。

【3】 図に示す回路において、 $36 [\Omega]$  の抵抗の消費電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 6 [W]
- 2 9 [W]
- 3 12 [W]
- 4 16 [W]
- 5 24 [W]

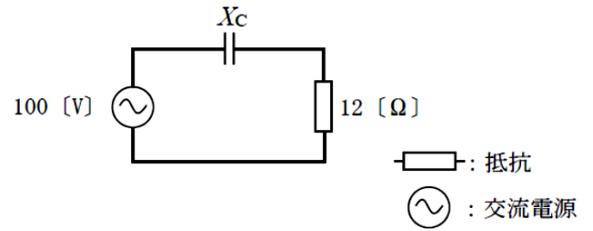


【解答】 4

$12 \Omega$  と  $36 \Omega$  の並列部分は、 $(12 \times 36) \div (12 + 36) = 9 [\Omega]$  ですから、電池から見ると  $18 + 9 = 27 [\Omega]$  が接続されているように見えます。したがって電池から流れ出す電流は  $72 \div 27 = 8/3 [\text{A}]$  ですから、 $12 \Omega$  と  $36 \Omega$  の並列部分に掛かる電圧は  $(8/3) \times 9 = 24 [\text{V}]$  です。したがって、 $P = V^2/R = 24^2 \div 36 = 16 [\text{W}]$  です。

【4】 図に示す直列回路において消費される電力の値が 300 [W] であった。このときのコンデンサのリアクタンス  $X_c$  [ $\Omega$ ] の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 4 [ $\Omega$ ]
- 2 8 [ $\Omega$ ]
- 3 12 [ $\Omega$ ]
- 4 16 [ $\Omega$ ]
- 5 24 [ $\Omega$ ]

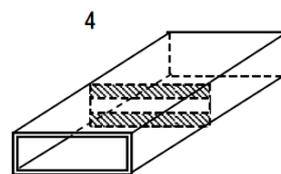
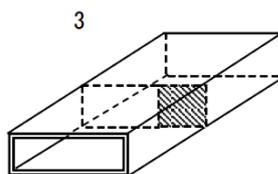
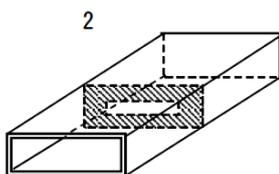
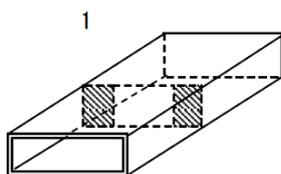
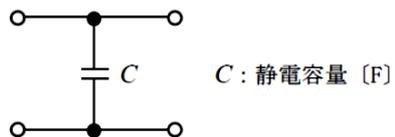


【解答】 4

抵抗の消費電力は  $I^2R$  ですから、 $I \times I \times 12 = 300$  より、回路電流は 5A と求まります。100V の電源電圧で 5A の電流が流れるインピーダンスは 20 $\Omega$  ですから、12 $\Omega$  と  $X_c$  の合成インピーダンスが 20 $\Omega$  ということになります。抵抗とリアクタンスの合成は 2 乗平均ですから、 $12^2 + X_c^2 = 20^2$  より、 $X_c = 16[\Omega]$  と求まります。

(ヒント：辺の長さが 3 : 4 : 5 の直角三角形を基にした相似の三角形を考えると、12 : 16 : 20 の関係が導出できます。)

〔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  $TE_{10}$  モードとする。



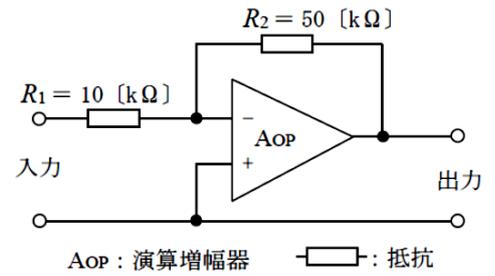
【解答】 4

コンデンサの極板のように平行な導波管窓がコンデンサと同じ働きをします。

〔6〕 図に示す理想的な演算増幅器(オペアンプ)を使用した反転増幅回路の電圧利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、図の増幅回路の電圧増幅度の大きさ  $A_v$  (真数) は、次式で表されるものとする。また、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

$$A_v = R_2 / R_1$$

- 1 7 [dB]
- 2 10 [dB]
- 3 14 [dB]
- 4 18 [dB]
- 5 28 [dB]



【解答】 3

出題文より、この回路は電圧利得 5 倍ということが分かります。

電圧増幅度を dB で表すとき、10 倍 = 20dB、2 倍 = 6dB ですから、5 倍を dB にすると 5 倍 = 10 倍 × 1/2 倍より、 $20 - 6 = 14$  [dB] が答えです。

【7】 次の記述は、図1及び図2に示す共振回路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、 $\omega_0$  [rad/s] は共振角周波数とする。

- 1 図1の共振回路の  $Q$  (尖鋭度) は、 $Q = \omega_0 CR_1$  である。
- 2 図1の共振時の回路の合成インピーダンスは、 $R_1$  である。
- 3 図2の共振回路の  $Q$  (尖鋭度) は、 $Q = \frac{R_2}{\omega_0 L}$  である。
- 4 図2の共振角周波数  $\omega_0$  は、 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  である。

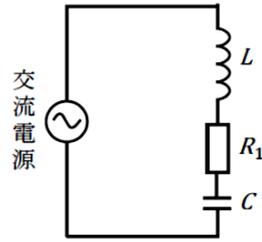


図1

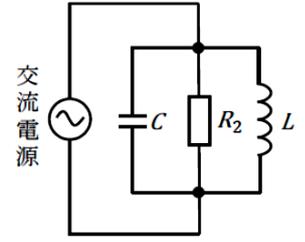


図2

$R_1, R_2$ : 抵抗 [Ω]  $L$ : インダクタンス [H]  $C$ : 静電容量 [F]

【解答】 1

先鋭度  $Q$  は、共振状態において、直列共振では残留抵抗値が小さいほど、並列共振では残留抵抗値が大きいほど大きな値になります。これに照らし合わせると、1が明らかに誤りです。

〔8〕 次の記述は、PCM 通信方式における量子化など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) 直線量子化では、どの信号レベルに対しても同じステップ幅で量子化される。このとき、量子化雑音電力  $N$  は、信号電力  $S$  の大小に関係なく一定である。

したがって、入力信号電力が小さいときは、信号に対して量子化雑音が相対的に □A□ なる。

(2) 信号の大きさにかかわらず  $S/N$  をできるだけ一定にするため、送信側において □B□ を用い、受信側において □C□ を用いる方法がある。

	A	B	C
1	大きく	圧縮器	伸張器
2	大きく	乗算器	伸張器
3	小さく	伸張器	識別器
4	小さく	乗算器	圧縮器
5	小さく	圧縮器	識別器

【解答】 1

直線量子化の場合、量子化により発生する誤差電圧が一定ですから、信号電力が小さい場合、相対的に誤差電圧との比が小さくなり、量子化雑音が大きくなります。このような要因を排除するため、送信側で信号圧縮、受信側で信号伸長を行うことで量子化雑音の影響を軽減しています。

【9】 次の記述は、一般的なデジタル伝送における伝送誤り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、信号空間ダイアグラム上の信号点の変動し、受信側において隣接する信号点と誤って判断する現象をシンボル誤りといい、シンボル誤りが発生する確率をシンボル誤り率という。また、信号空間ダイアグラムにおける信号点の間の距離のうち、最も短いものを信号点間距離とする。

- |  |      |        |
|--|------|--------|
| (1) 16相PSK(16PSK)と16値QAM(16QAM)を比較すると、一般に両方式の平均電力が同じ場合、16値QAMの方が信号点間距離が□A□、シンボル誤り率が小さくなる。  | A    | B      |
| (2) また、16値QAMにおいて、雑音やフェージングなどの影響によってシンボル誤りが生じた場合、データの誤り(ビット誤り)を最小にするために、信号空間ダイアグラムの縦横に隣接するシンボル同士が1ビットしか異ならないように□B□に基づいてデータを割り当てる方法がある。 | 1 短く | グレイ符号  |
|  | 2 短く | ハミング符号 |
|  | 3 短く | 拡散符号   |
|  | 4 長く | ハミング符号 |
|  | 5 長く | グレイ符号  |

【解答】 5

PSKは位相のみを変調するのに対しQAMは位相と振幅の両方を用いているため、16PSKと16QAMを比較すると信号点間距離は16QAMの方が長くなります。

信号空間ダイアグラムの縦横に隣接するシンボル同士が1ビットしか異ならないようにするものはグレイ符号です。

【10】 受信機の雑音指数が 3 [dB]、等価雑音帯域幅が 10 [MHz] 及び周囲温度が 17 [°C] のとき、この受信機の雑音出力を入力に換算した等価雑音電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ボルツマン定数は  $1.38 \times 10^{-23}$  [J/K]、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

- 1  $5.3 \times 10^{-14}$  [W]      2  $8.0 \times 10^{-14}$  [W]      3  $1.6 \times 10^{-13}$  [W]      4  $3.2 \times 10^{-13}$  [W]      5  $6.4 \times 10^{-13}$  [W]

【解答】 2

公式に当てはめて計算します。受信機の雑音指数が 3dB ということは、3dB を真数に直した 2 倍が受信機によって付加される雑音です。したがって  $P = kT \Delta f \times 2$  より、 $1.38 \times 10^{-23} \times (273+17) \times 10 \times 10^6 \times 2 \doteq 8.0 \times 10^{-14}$  [W] が答えです。

【11】 次の記述は、地球局を構成する装置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) 衛星通信における伝送距離は、地上マイクロ波方式に比べて極めて長くなるため、地球局装置には、アンテナ利得の増大、送信出力の増大、受信雑音温度の □A□ などが必要であり、受信装置の低雑音増幅器には HEMT(High Electron Mobility Transistor)などが用いられている。
- (2) 衛星通信用アンテナとして用いられているカセグレンアンテナの一般的な特徴は、パラボラアンテナと異なり、一次放射器が □B□ 側にあるので、□C□ の長さが短くてすむため損失が少なく、かつ、側面、背面への漏れ電波が少ない。

	A	B	C
1	増大	副反射鏡	給電用導波管
2	増大	主反射鏡	副反射鏡の支持柱
3	低減	主反射鏡	給電用導波管
4	低減	副反射鏡	副反射鏡の支持柱
5	低減	副反射鏡	給電用導波管

【解答】 3

伝送距離が長いと信号の減衰が大きくなるため、アンテナ利得・送信出力の増大のほか、受信機における雑音も出来るだけ低減する必要があります。

カセグレンアンテナは、一次放射器が主反射鏡側にあり、副反射鏡で反射させた電波をさらに主反射鏡で鋭いビームにする構造ですから、給電用導波管が短くて済む利点があります。

【12】 次の記述は、デジタル無線通信における遅延検波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 遅延検波は、受信する信号に対し、1シンボル(タイムスロット)後の信号を基準信号として用いて検波を行う。
- 2 遅延検波は、基準搬送波を再生する搬送波再生回路が不要である。
- 3 遅延検波は、一般に同期検波より符号誤り率特性が優れている。
- 4 遅延検波は、PSK 通信方式で使用できない。

【解答】 2

1 : 1シンボル前の信号を基準信号として用います。

3 : 搬送波を作り出して検波を行う同期検波の方が符号誤り率特性は優れています。

4 : 使用できます。

【13】 次の記述は、マイクロ波(SHF)多重無線回線の中継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。

- (1) 受信したマイクロ波を中間周波数に変換し、増幅した後、再びマイクロ波に変換して送信する方式を □ A □ 中継方式という。
- (2) 受信したマイクロ波を復調し、信号の等化増幅及び同期の取直し等を行った後、変調して再びマイクロ波で送信する方式を □ B □ 中継方式といい、□ C □ 通信に多く使用されている。

A	B	C
1 再生	直接	デジタル
2 再生	直接	アナログ
3 非再生(ヘテロダイン)	再生	デジタル
4 非再生(ヘテロダイン)	再生	アナログ

【解答】 3

一旦中間周波数に変換する方式はヘテロダイン中継方式です。

受信したマイクロ波をいったん完全に復調してしまい、信号の等化や同期の取り直しを行ってからマイクロ波で送信する方式は再生中継方式で、これはデジタル通信で用いられています。

[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 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。
- 2 アンテナ相互間の結合による干渉を軽減するには、指向特性の主ビーム以外の角度で放射レベルが十分小さくなるようなアンテナを用いる。
- 3 送受信アンテナのサーキュレータの結合度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。
- 4 無線中継所などにおいて、正規の伝搬経路以外から、目的の周波数又はその近傍の周波数の電波が受信されるために干渉を生ずることがある。
- 5 干渉は、回線品質を劣化させる要因の一つになる。

【解答】 1

中継ルートを直線的に設定すると、オーバーリーチで中継局を飛び越した電波が次の中継局に飛び込んでしまいます。

[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方法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   | C   |
|-----------------------|-------|-----|-----|
| (1) アンテナ利得を □ A □ する。 | 1 大きく | 小さく | 耐電力 |
| (2) 送信電力を □ B □ する。   | 2 大きく | 大きく | 感度  |
| (3) 受信機の □ C □ を良くする。 | 3 小さく | 小さく | 感度  |
|                       | 4 小さく | 大きく | 耐電力 |

【解答】 2

解答の通りです。遠方に電波を飛ばすために利得と送信電力を大きくし、受信機の感度を上げます。

【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。

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。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。

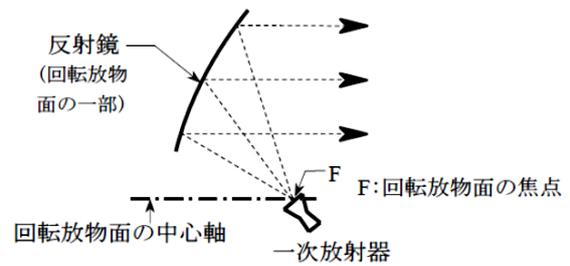
- |   | A  | B         |
|---|----|-----------|
| 1 | 外周 | 上げる(良くする) |
| 2 | 外周 | 下げる(悪くする) |
| 3 | 中心 | 下げる(悪くする) |
| 4 | 中心 | 上げる(良くする) |

【解答】 3

アンテナ近隣の物標による反射波は強いため、PPI 表示の輝点が大きくなり過ぎることがあります。近距離に対しては感度を下げ、遠距離に対して感度を上げる STC 回路を用いると見やすくなります。

【17】 図は、マイクロ波(SHF)帯で用いられるアンテナの原理的な構成例を示したものである。このアンテナの名称として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 カセグレンアンテナ
- 2 コーナレフレクタアンテナ
- 3 ブラウンアンテナ
- 4 ホーンレフレクタアンテナ
- 5 オフセットパラボラアンテナ

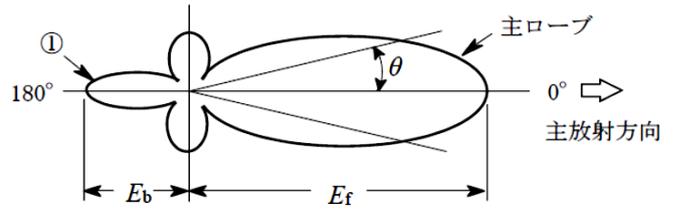


【解答】 5

これはオフセットパラボラアンテナです。一次放射器がオフセットされて配置されている点がポイントです。

[18] 次の記述は、図に示す単一指向性アンテナの電界パターン例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 ビーム幅は、主ローブの電界強度がその最大値の  $1/\sqrt{2}$  になる二つの方向で挟まれた角度で表される。
- 2 前後比は、 $E_f/E_b$  で表される。
- 3 このアンテナの半値角は、図の  $\theta$  である。
- 4 ①のことをバックローブともいう。



【解答】 3

半値角は、図中の  $2\theta$  です。

[19] 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	逆位相	8字形特性	大きい
2	逆位相	全方向性	小さい
3	同位相	8字形特性	小さい
4	同位相	全方向性	大きい

【解答】 4

コーリニアアレイは、同位相で給電した複数のダイポールアンテナを積み重ねて利得を上昇させたものですから、隣接する放射素子は同振幅・同位相で励振します。水平面内指向性は無指向性で、ブラウンアンテナよりも利得が高く取れます。

【20】 自由空間において、半波長ダイポールアンテナに対する相対利得が 12 [dB] の指向性アンテナに 4 [W] の電力を供給して電波を放射したとき、最大放射方向の受信点における電界強度が 3.5 [mV/m] となる送受信点間距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電界強度  $E$  は、放射電力を  $P$  [W]、送受信点間の距離を  $d$  [m]、半波長ダイポールアンテナに対するアンテナの相対利得を  $G$  (真数) とすると、次式で表されるものとする。また、アンテナ及び給電系の損失はないものとし、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。

$$E = \frac{7\sqrt{GP}}{d} \quad [\text{V/m}]$$

- 1 12 [km]      2 16 [km]      3 20 [km]      4 24 [km]      5 32 [km]

【解答】 2

相対利得 12dB を真数に直します。2 倍=3dB ですから、4 倍=6dB、8 倍=9dB、16 倍=12dB です。したがって  $G=16$ 、 $P=4$ 、 $E=0.0035$  を代入すると、 $d=16000[\text{m}]$  と求まります。

【21】 次の記述は、スポラジック E(Es)層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 スポラジック E(Es)層は、我が国では、冬季の夜間に発生することが多い。
- 2 スポラジック E(Es)層は、E層とほぼ同じ高さに発生する。
- 3 スポラジック E(Es)層の電子密度は、E層より大きい。
- 4 スポラジック E(Es)層は、局所的、突発的に発生する。
- 5 通常E層を突き抜けてしまう超短波(VHF)帯の電波が、スポラジック E(Es)層で反射され、見通しをはるかに越えた遠方まで伝搬することがある。

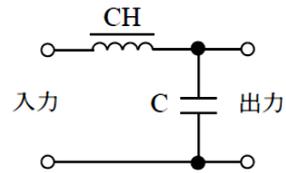
【解答】 1

Es層は夏季の日中に多く発生します。

[22] 次の記述は、平滑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。

- (1) 平滑回路は、一般に、コンデンサ C 及びチョークコイル CH を用いて構成し、整流回路から出力された脈流の交流分(リップル)を取り除き、直流に近い出力電圧を得るための □ A □ である。
- (2) 図は、□ B □ 入力形平滑回路である。

- | A             | B     |
|---------------|-------|
| 1 帯域フィルタ(BPF) | コンデンサ |
| 2 高域フィルタ(HPF) | コンデンサ |
| 3 高域フィルタ(HPF) | チョーク  |
| 4 低域フィルタ(LPF) | コンデンサ |
| 5 低域フィルタ(LPF) | チョーク  |

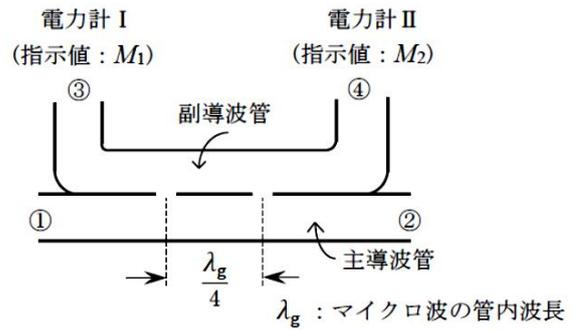


【解答】 5

平滑回路は、ダイオードの出力である脈流に対して低い周波数（＝直流とそれに近い成分）を取り出す働きを持ち、入力に対して最初にチョークコイルが入るため、これをチョーク入力形と呼びます。

[23] 図に示す方向性結合器を用いた導波管回路の定在波比(SWR)の測定において、①にマイクロ波電力を加え、②に被測定回路、③に電力計Ⅰ、④に電力計Ⅱを接続したとき、電力計Ⅰ及び電力計Ⅱの指示値がそれぞれ  $M_1$  [W] 及び  $M_2$  [W] であった。このときの反射係数  $\Gamma$  及び SWR を表す式の正しい組合せを下の番号から選べ。

	$\Gamma$	SWR
1	$\sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$	$\frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$
2	$\sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$	$\frac{1-\Gamma}{1+\Gamma}$
3	$\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	$\frac{1-\Gamma}{1+\Gamma}$
4	$\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	$\frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$
5	$\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	$\frac{1-\Gamma}{\Gamma}$



【解答】 1

反射係数は、反射波電圧÷進行波電圧ですから、選択肢 1・2 が正しい式です。また、SWR は反射波が 0 のときに 1、反射波=進行波のときに $\infty$ となることを考えると、正解は 1 と分かります。

【24】 次の記述は、一般的なデジタル方式のテスタ(回路計)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 入力回路には保護回路が入っている。
- 2 動作電源が必要であり、特に乾電池動作の場合、電池の消耗に注意が必要である。
- 3 アナログ方式のテスタ(回路計)に比べ、指示の読取りに個人差がない。
- 4 アナログ方式のテスタ(回路計)に比べ、電圧を測るときの入力抵抗が低い。
- 5 電圧、電流、抵抗などの測定項目を切替える際は、テストリード(棒)を測定箇所からはずした後行う。

【解答】 4

デジタルテスタは、電圧を測るときの入力抵抗が極めて高いという性質を持っています。