

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 静止衛星は、赤道上空約 36,000 [km] の軌道にある。
- 2 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。
- 3 往路及び復路の両方の通信経路が静止衛星を経由する電話回線においては、送話者が送話を行ってからそれに対する受話者からの応答を受け取るまでに、約 0.5 秒の遅延があるため、通話の不自然性が生じることがある。
- 4 2 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。

【解答】 4

2 個の衛星では地球上全てをカバーすることはできず、最低 3 個必要です。

【2】 次の記述は、デジタル伝送方式における標本化定理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。

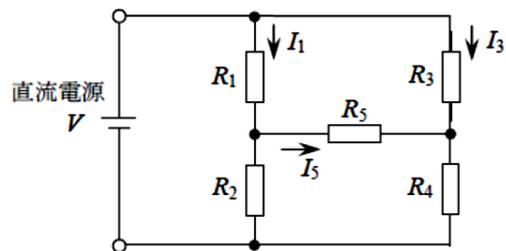
- | | A | B | C |
|---|--------|---------|----|
| (1) 入力信号が周波数 f_0 [Hz] よりも高い周波数成分を □ A □ 信号(理想的に帯域制限された信号)であるとき、繰返し周波数が □ B □ [Hz] よりも大きいパルス列で標本化を行えば、標本化されたパルス列から原信号(入力信号)を再生できる。 | 1 含む | $2f_0$ | 長い |
| (2) 標本点の間隔が $1/(2f_0)$ [s] となる間隔をナイキスト間隔という。通常これより □ C □ 間隔で標本化を行う。 | 2 含む | $f_0/2$ | 短い |
| | 3 含まない | $2f_0$ | 長い |
| | 4 含まない | $f_0/2$ | 短い |
| | 5 含まない | $2f_0$ | 短い |

【解答】 5

標本化定理は、入力信号の最高周波数の 2 倍以上の周波数 (= 半分以下の周期) でサンプリングを行わないと、元信号を正しく復元できなくなる、というものです。これは大変重要な定理ですから、必ず知っておく必要があります。

【3】 図に示す回路において、 R_5 を流れる電流 I_5 が 0 [A] のとき、 R_3 を流れる電流 I_3 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R_1 に流れる電流 I_1 は 3.6 [mA] とし、 $R_1 = 1.2$ [k Ω]、 $R_3 = 4.8$ [k Ω] とする。

- 1 0.4 [mA]
- 2 0.9 [mA]
- 3 1.8 [mA]
- 4 3.6 [mA]
- 5 14.4 [mA]



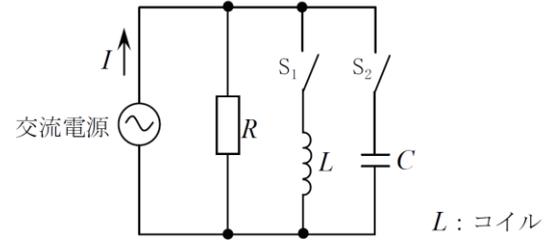
【解答】 5

R_5 を流れる電流がゼロということは、 $R_1 \sim R_4$ からなるブリッジ回路は平衡していることを示します。したがって、 R_5 による電圧降下はゼロとなり、 R_1 の両端の電圧 = R_3 の両端の電圧となります。

ここで、 $I_1 = 3.6 \text{ mA}$ で $R_1 = 1.2 \text{ k}\Omega$ なので、 R_1 の両端の電圧は 1200×0.0036 で求まります。 R_3 に流れる電流は、オームの法則より両端の電圧を抵抗値 4800Ω で割れば求まるので、 $1200 \times 0.0036 \div 4800 = 0.0009$ となり、 0.9 mA と求まります。

〔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、3 [A] であった。抵抗 R 及びコンデンサ C のリアクタンス X_C 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 E は 90 [V] とする。

	R	X_C
1	30 [Ω]	11.2 [Ω]
2	30 [Ω]	18.0 [Ω]
3	30 [Ω]	22.5 [Ω]
4	45 [Ω]	18.0 [Ω]
5	45 [Ω]	22.5 [Ω]



【解答】 3

抵抗に流れる電流を I_R 、コイルに流れる電流を I_L 、コンデンサに流れる電流を I_C とします。

I_R と I_L の合成電流、 I_R と I_C の合成電流は、共に 2 乗和の $\sqrt{\quad}$ です。したがって、 I_L と I_C の電流の絶対値は等しいことがわかります。

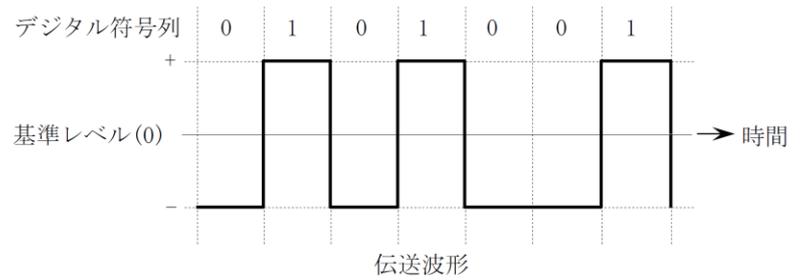
コイルとコンデンサを並列とし、それぞれの電流の絶対値が等しいのは並列共振状態ですから、 $S_1 \cdot S_2$ の両方を閉じたとき、LC は並列共振となりここには電流が流れ込まなくなります。したがって、 $S_1 \cdot S_2$ の両方を閉じたときに回路に流れる電流は抵抗分のみとなり、ここから抵抗値は $90 \div 3 = 30 \Omega$ と求まります。

次に、 I_R と I_L の合成電流と I_R と I_C の合成電流は、共に 2 乗和の $\sqrt{\quad}$ であることから、

$$\sqrt{I_R^2 + I_C^2} = 5 \text{ を解いて、} I_C \text{ は } 4 \text{ A} \text{ であることが求まります。したがって、} X_C = 90 \div 4 = 22.5 \Omega \text{ です。}$$

【5】 デジタル符号列「0101001」に対応する伝送波形が図に示す波形の場合、伝送符号形式の名称として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 AMI 符号
- 2 単極性 NRZ 符号
- 3 単極性 RZ 符号
- 4 両極(複極)性 RZ 符号
- 5 両極(複極)性 NRZ 符号

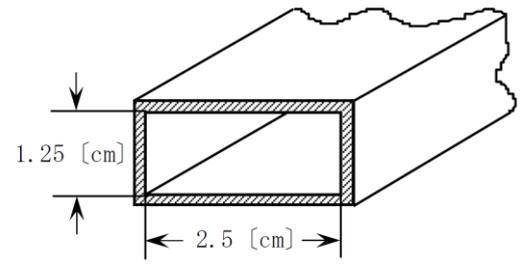


【解答】 5

デジタル信号の 0・1 に対して+と-の両極性を割り当てているので両極性（複極性）です。また、0 や 1 の区間の途中で信号がゼロに戻っていないため、NRZ 符号です。

〔6〕 図に示す方形導波管の TE_{10} 波の遮断周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 5.0 [GHz]
- 2 6.0 [GHz]
- 3 7.5 [GHz]
- 4 10.0 [GHz]
- 5 12.0 [GHz]

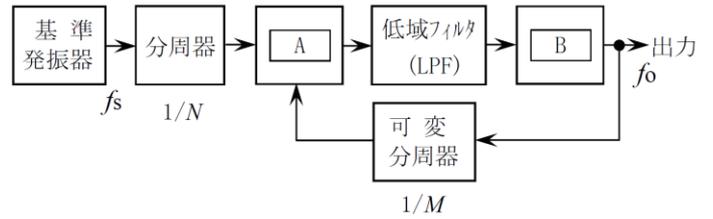


【解答】 2

遮断波長は長辺の 2 倍なので 5cm です。周波数は光速を波長で割って、6GHz となります。

【7】 次の記述は、図に示すFM(F3E)送信機の発振部などに用いられるPLL発振回路(PLL周波数シンセサイザ)の原理的な構成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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 分周器と可変分周器の出力は、□A□に入力される。
- (2) 低域フィルタ(LPF)の出力は、□B□に入力される。
- (3) 基準発振器の出力の周波数 f_s を3.2 [MHz]、分周器の分周比 $1/N$ を $1/128$ 、可変分周器の分周比 $1/M$ を $1/6,000$ としたとき、出力の周波数 f_o は、□C□ [MHz]になる。



A	B	C
1 平衡変調器	電圧制御発振器 (VCO)	150
2 平衡変調器	トーン発振器	170
3 位相比較器	電圧制御発振器 (VCO)	150
4 位相比較器	電圧制御発振器 (VCO)	170
5 位相比較器	トーン発振器	170

【解答】 3

Aは、2つの信号の位相を比較する位相比較器、BはLPFからの直流電圧によって発振周波数を変化させるVCO、Cは実際に計算すると、 $f_s \div 128 \times 6000 = 150\text{MHz}$ と求まります。

【8】 次の記述は、デジタル変調のうち直交振幅変調(QAM)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。

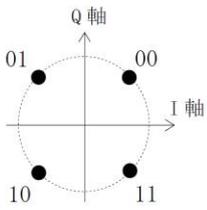
- 1 16QAM方式は、16個の信号点を持つQAM方式である。
- 2 256QAM方式は、16QAM方式と比較すると、同程度の占有周波数帯幅で同一時間内に2倍の情報量を伝送できる。
- 3 16QAM方式は、周波数が等しく位相が $\pi/2$ [rad]異なる直交する2つの搬送波を、それぞれ8値のレベルを持つ信号で振幅変調し、それらを合成することにより得ることができる。
- 4 QAM方式は、搬送波の振幅と位相の二つのパラメータを用いて、伝送する方式である。

【解答】 3

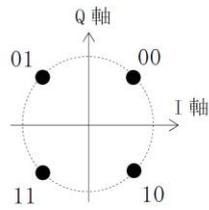
直交する2つの搬送波を4値信号で振幅変調し、これらを合成すると $4 \times 4 = 16$ 個の変調点を得られます。
なお、選択肢2に引っ掛からないように注意しましょう。 $2^4 = 16$ 、 $2^8 = 256$ ですから、一度に2進数4桁を伝送できる16QAMと2進数8桁を伝送できる256QAMでは、同一時間内に送れる情報量は2倍で正しいことになります。

【9】 グレイ符号(グレイコード)による QPSK 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。

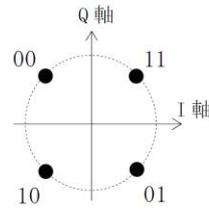
1



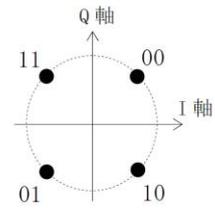
2



3



4



【解答】 2

信号空間ダイアグラムは、隣接する点との間で変化するビットが最小(= 1 ビット)となるように選びますから、これに合致するのは2です。

〔10〕 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 相互変調及び混変調による混信妨害は、高周波増幅器などが入出力特性の直線範囲で動作するときに生じる。
- 2 相互変調及び混変調による混信妨害は、受信機の入力レベルを下げることにより軽減できる。
- 3 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。
- 4 映像周波数による混信妨害は、高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。

【解答】 1

相互変調や混変調は、高周波増幅回路等の入出力特性が直線範囲ではなくなる部分で発生します。

[11] 受信機の雑音指数が 6 [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 1.38×10^{-23} [J/K]、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

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

【解答】 3

$V=kT\Delta f$ の式に代入するだけです。また、受信機の雑音指数が 6dB ということは、これを真数に直すと 4 倍になります。したがって、 $1.38 \times 10^{-23} \times (273+17) \times 10 \times 10^6 \times 4 = 1.6 \times 10^{-13}$ と求まります。

なお、これを全部計算するのは大変ですから、 $1.4 \times 300 \times 4 = 1680$ と計算し、近い数字である 1.6 が含まれる 3 番を選択するという手もあります。

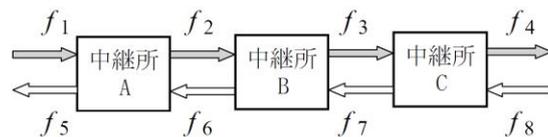
[12] 次の記述は、符号分割多元接続方式(CDMA)を利用した携帯無線通信システムについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | | | |
|--|-------|----|-----|
| (1) ソフトハンドオーバーは、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 |
| | 1 同じ | 中央 | 逆位相 |
| | 2 同じ | 境界 | 逆位相 |
| | 3 同じ | 境界 | 同位相 |
| (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。 | 4 異なる | 境界 | 逆位相 |
| | 5 異なる | 中央 | 同位相 |

【解答】 3

CDMA のソフトハンドオーバーは、複数の基地局で同じ周波数を利用することでセル境界部分での影響を軽減します。また、遅延波の位相を同位相に合わせて合成することで電力増強を図ることができます。

[13] 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。このうち誤っている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 Bの受信周波数 f_2 とCの送信周波数 f_7 は、同じ周波数である。
- 2 Bの送信周波数 f_3 とAの受信周波数 f_1 は、同じ周波数である。
- 3 Aの送信周波数 f_5 とCの送信周波数 f_4 は、同じ周波数である。
- 4 Aの送信周波数 f_2 とCの受信周波数 f_3 は、同じ周波数である。
- 5 Aの受信周波数 f_6 とCの受信周波数 f_8 は、同じ周波数である。

【解答】 4

ラッキー問題と言っていいでしょう。2周波中継では2つの周波数を交互に使用しますから、 f_2 と f_3 は異なる周波数になります。

〔14〕 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	アナログ
4 非再生(ヘテロダイン)	直接	アナログ
5 非再生(ヘテロダイン)	再生	デジタル

【解答】 5

一旦中間周波数に変換するのはヘテロダイン中継です。また、一旦復調してから信号を整えて再度マイクロ波で送信するのは再生中継方式で、デジタル通信で使用されます。

〔15〕 次の記述は、パルスレーダーの受信機に用いられる回路について述べたものである。該当する回路の名称を下の番号から選べ。

この回路は、パルスレーダーの受信機において、雨や雪などからの反射波により、物標からの反射信号の判別が困難になるのを防ぐため、検波後の出力を微分して物標を際立たせるために用いるものである。

- 1 FTC 回路
- 2 STC 回路
- 3 AFC 回路
- 4 IAGC 回路

【解答】 1

知識問題です。これを **FTC** 回路と呼びます。

[16] 次の記述は、気象観測用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。

- (1) 気象観測用レーダーの表示方式は、送受信アンテナを中心として物標の距離と方位を 360 度にわたって表示した □A□ 方式と、横軸を距離として縦軸に高さを表示した □B□ 方式が用いられている。
- (2) 気象観測に不必要な山岳や建築物からの反射波のほとんどは、その強度が □C□ ことを利用して除去することができる。

	A	B	C
1	RHI	PPI	変動しない
2	RHI	PPI	変動している
3	PPI	RHI	変動している
4	PPI	RHI	変動しない

【解答】 4

これも知識問題です。PPI スコープはアンテナを中心に 360 度周囲を表示するもので、RHI は高さ方向を表示するものです。

[17] 無線局の送信アンテナの絶対利得が 37 [dBi]、送信アンテナに供給される電力が 40 [W] のとき、等価等方輻射電力(EIRP)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、等価等方輻射電力 P_E [W] は、送信アンテナに供給される電力を P_T [W]、送信アンテナの絶対利得を G_T (真数)とすると、次式で表されるものとする。

また、1 [W] を 0 [dBW] とし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

$$P_E = P_T \times G_T \text{ [W]}$$

1 41 [dBW]

2 53 [dBW]

3 69 [dBW]

4 77 [dBW]

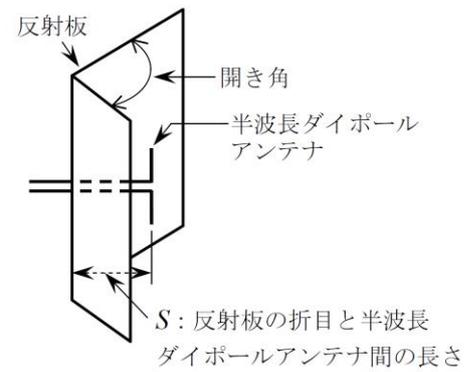
5 83 [dBW]

【解答】 2

40W を、1W=0dB とした基準で表すと+16dBW となります。したがって、 $16+37=53$ dBW が答えです。

[18] 次の記述は、図に示すコーナレフレクタアンテナの構造及び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。ただし、波長を λ [m] とする。

- 1 反射板の開き角が変わると、利得及び指向性(放射パターン)が変わる。
- 2 反射板の開き角が 90 度の場合、半波長ダイポールアンテナと反射板を鏡面とする 3 個の影像アンテナによる電界成分が合成される。
- 3 反射板の開き角が 90 度の場合、半波長ダイポールアンテナに比べ、利得が大きい。
- 4 反射板の開き角が 90 度の場合、 $S = \lambda$ 程度のとき、副放射ビーム(サイドローブ)は最も少なく、指向特性は単一指向性である。



【解答】 4

$S = \lambda / 2$ 程度のときにサイドローブが少なく、単一指向性になります。このことを知らなくても、消去法でも選択できるようにしておきましょう。

【19】 次の記述は、送信アンテナと給電線との接続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 アンテナと給電線のインピーダンスが整合していないと、伝送効率が悪くなる。
- 2 アンテナと給電線のインピーダンスが整合していないと、給電線に定在波が生じる。
- 3 アンテナと給電線のインピーダンスが整合していないと、反射損が生じる。
- 4 アンテナと給電線のインピーダンスの整合をとるには、整合回路などによりアンテナの給電点インピーダンスと給電線の特
性インピーダンスを合わせる。
- 5 アンテナと給電線のインピーダンスが整合しているときの電圧定在波比(VSWR)の値は0である。

【解答】 5

整合時の VSWR は 1 です。

[20] 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯の電波の大気中における減衰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) 伝搬路中の降雨域で受ける減衰は、降雨量が多いほど □A□、電波の波長が長いほど □B□。
(2) 雨や霧や雲などによる吸収や散乱により減衰が生じる。雨の影響は、概ね □C□ の周波数の電波で著しい。

	A	B	C
1	大きく	小さい	10 [GHz] 以上
2	大きく	大きい	10 [GHz] 未満
3	小さく	小さい	10 [GHz] 以上
4	小さく	大きい	10 [GHz] 未満

【解答】 1

A の選択肢は常識で分かるでしょう。B も、電波の波長が短くなると雨粒に吸収されやすくなることを知っていればすぐに答えが分かるはずですが、具体的には 10GHz を超えると減衰が大きくなります。

[21] 次の記述は、VHF 帯の電波の伝搬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)層と呼ばれる電離層によって、見通し外の遠方まで伝わることもある。
- 2 地形や建物の影響は、周波数が高いほど大きい。
- 3 見通し距離内では、受信点の高さを変化させると、直接波と大地反射波との干渉により、受信電界強度が変動する。
- 4 標準大気中を伝搬する電波の見通し距離は、幾何学的な見通し距離より短くなる。

【解答】 4

電波は屈折して地表に沿って若干曲がりながら伝搬するため、見通し距離は幾何学的距離より長くなります。

[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。□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) セル1個(単電池)当たりの公称電圧は、1.2 [V] より □ A □ 。
- (2) ニッケルカドミウム蓄電池に比べ、小型軽量で □ B □ エネルギー密度であるため移動機器用電源として広く用いられている。また、メモリー効果が □ C □ 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。

	A	B	C
1	高い	高	ない
2	高い	低	ある
3	高い	高	ある
4	低い	低	ある
5	低い	高	ない

【解答】 1

電池の世界の常識問題です。リチウムイオン電池は約 3.6V で、小型軽量・高エネルギー密度です。メモリー効果も無く、使いやすいため携帯電話の電池として多く使われています。

[23] 次の記述は、マイクロ波等の高周波電力の測定器に用いられるポロ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。

ポロメータは、半導体又は金属が電波を □ A □ すると温度が上昇し、□ B □ の値が変化することを利用した素子で、高周波電力の測定に用いられる。ポロメータとしては、□ C □ やバレットが使用される。

	A	B	C
1	吸収	抵抗	サーミスタ
2	吸収	抵抗	サイリスタ
3	吸収	静電容量	サイリスタ
4	反射	抵抗	サーミスタ
5	反射	静電容量	サイリスタ

【解答】 1

知識問題です。ポロメータは、電波を吸収すると温度が上昇することによって抵抗値が変化することを利用し電力を測定するものです。

【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 □B□、被測定物に接続したときの被測定量の変動が小さい。
- (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	積分形	低く	交流電圧
2	積分形	高く	直流電圧
3	微分形	低く	交流電圧
4	微分形	高く	交流電圧
5	微分形	低く	直流電圧

【解答】 2

DMMは、入力を二重積分してA-D変換する方式が主流です。入力インピーダンスが高く、特性が優れているという特徴があります。直流や交流の電圧や電流、抵抗などをA-D変換で直流電圧に変換し、この値を表示器で表示することで値を読み取ります。