

第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30 問 2 時間 30 分

A - 1 次の記述は、炭素皮膜固定抵抗器及び金属皮膜固定抵抗器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。

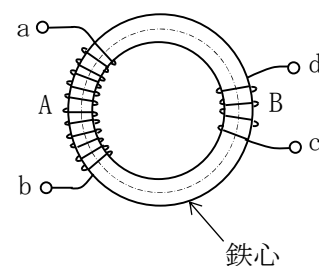
- 1 これらの固定抵抗器は、主に磁器材料の表面に抵抗体として炭素皮膜又は金属皮膜を形成したものである。
- 2 これらの固定抵抗器の形状には、主にリード線端子付きのものと表面実装端子付きのものがある。
- 3 公称抵抗値の許容差は、炭素皮膜固定抵抗器の方が小さい。
- 4 使用する場所の温度変化に対する抵抗値変化の割合(抵抗温度係数)は、金属皮膜固定抵抗器の方が優れている。
- 5 これらの固定抵抗器は、いずれも雑音電圧を発生する。これは、抵抗体内の電子が熱によって不規則に振動することから発生するもので、外部から電圧を加えて電流を流さなくても発生する。

A - 2 耐電圧がすべて 40 [V] で、静電容量が 8 [μF]、10 [μF] 及び 16 [μF] の 3 個のコンデンサを直列に接続したとき、その両端に加えることのできる最大電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 40 [V]
- 2 66 [V]
- 3 80 [V]
- 4 92 [V]
- 5 100 [V]

A - 3 次の記述は、図に示すように、環状鉄心に二つのコイル A 及び B を巻いたときのインダクタンス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、A の自己インダクタンスを L_A [H] とし、B の巻数は A の巻数の 1/3 とする。また、磁気回路に漏れ磁束及び磁気飽和はないものとする。

- 1 B の自己インダクタンス L_B は、 $L_A/9$ [H] である。
- 2 A と B の間の結合係数は、1 である。
- 3 A と B の間の相互インダクタンス M は、 $L_A/3$ [H] である。
- 4 端子 b と d を接続したとき、A と B によって生ずる磁束は、互いに逆の方向である。
- 5 端子 b と c を接続したとき、端子 ad 間の合成インダクタンスは、 $4L_A/9$ [H] である。



A - 4 次の記述は、図 1 に示す抵抗 R [Ω] と静電容量 C [F] の直列回路の過渡現象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、初期状態で C の電荷は零とし、 e は自然対数の底とする。

- (1) スイッチ S を接 (ON) にして直流電圧 V [V] を加えてからの電流 i [A] は、経過時間を t [s] とすれば次式で表される。

$$i = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{CR}} \text{ [A]}$$

したがって、 S を接 (ON) にした瞬間 ($t = 0$ [s]) の電流 i は、□ A [A] である。

- (2) $t = 0$ [s] からの静電容量 C の電圧 v_c [V] の変化は、図 2 の □ B である。

- (3) t が十分経過したとき (定常状態) の C に蓄えられる電荷量は、□ C [C] である。

- | A | B | C |
|---------|---|------|
| 1 V/R | ① | CV |
| 2 V/R | ② | V |
| 3 0 | ① | V |
| 4 0 | ② | CV |

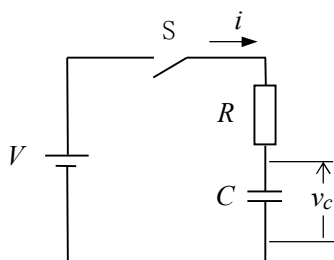
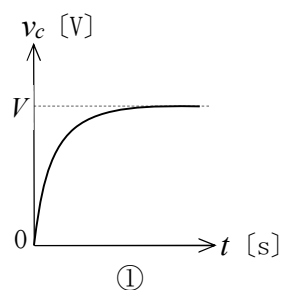


図 1



①

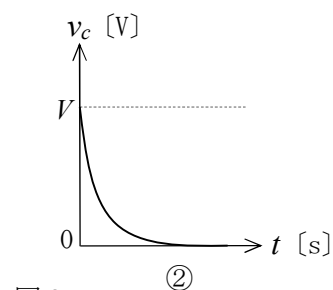
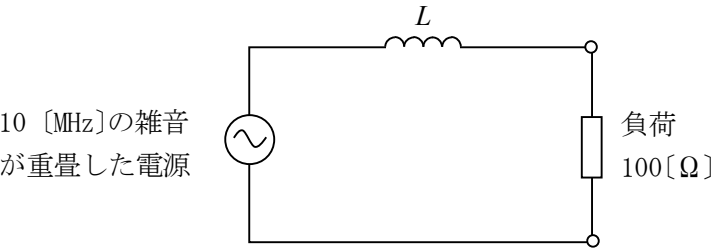


図 2

②

A - 5 図に示す回路において、電源に 10 [MHz] の雑音が重畳しているとき、コイル L を用いて 100 [Ω] の負荷側での雑音電圧を 34 [dB] 減衰させるための L のインダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 \simeq 0.3$ とする。

- 1 $1/(2\pi)$ [mH]
- 2 $1/(4\pi)$ [mH]
- 3 $1/(8\pi)$ [mH]
- 4 $2/\pi$ [mH]
- 5 $4/\pi$ [mH]



A - 6 次の記述は、デシベルを用いた計算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、 $\log_{10}2 \simeq 0.3$ とする。

- 1 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、0.5 [W] の電力は 37 [dBm] である。
- 2 1 [μ V/m] を 0 [dB μ V/m] としたとき、58 [dB μ V/m] の電界強度は 0.8 [mV/m] である。
- 3 電圧比で最大値から 6 [dB] 下がったところの電圧レベルは、最大値の $1/\sqrt{2}$ である。
- 4 出力電力が入力電力の 80 倍になる増幅回路の利得は 20 [dB] である。
- 5 1 [μ V] を 0 [dB μ V] としたとき、0.4 [mV] の電圧は 72 [dB μ V] である。

A - 7 次の記述は、各種ダイオード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 ガンダイオードは、ガン効果を利用した半導体素子で、空洞共振器と結合させ、チョーク回路を通じて直流電圧を加えると、共振器の共振周波数で発振し、マイクロ波の発振器として用いられる。
- 2 インパットダイオードは、電子なだれ現象によってマイクロ波を発生させることができる。ガンダイオードより高出力、高効率で発振するが雑音が多い。
- 3 可変容量ダイオードは、PN 接合部の空乏層がコンデンサとして働き、加える電圧によって静電容量が変化することを利用したもので、主にマイクロ波の発振に使用されている。
- 4 トンネルダイオードは、PN 接合の負性抵抗特性を利用したもので、動作速度が非常に速く、マイクロ波からミリ波帯の発振や増幅などに用いられている。

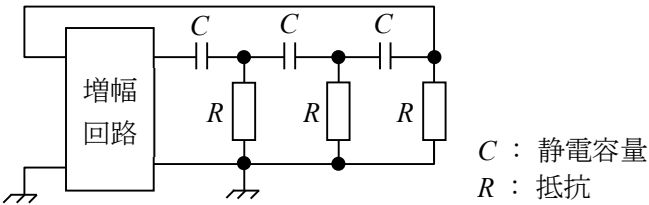
A - 8 次の記述は、短波帯の一般的な同軸避雷器に用いられる、サージ防護デバイスについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) サージ防護デバイスとして、金属酸化物バリスタ、ガス入り放電管などが用いられる。このうち □ A □ は電極間の静電容量が小さく、小形でも比較的大きな電流が流せるので、アンテナ系と送信機の間に接続する同軸避雷器のサージ防護デバイスに適している。
- (2) □ A □ は、高電圧により電極間の □ B □ が変化し雷などによるサージ電流をバイパスさせるものであり、特に □ C □ に対して有効である。

A	B	C
1 金属酸化物バリスタ	抵抗値(インピーダンス)	直撃雷
2 金属酸化物バリスタ	距離	誘導雷
3 ガス入り放電管	距離	直撃雷
4 ガス入り放電管	抵抗値(インピーダンス)	誘導雷

A - 9 図に示す移相形 CR 発振回路が発振状態にあるとき、発振周波数の値として最も近いものを下の番号から選べ。ただし、静電容量 $C = 0.1$ [μ F]、抵抗 $R = 10$ [k Ω] とする。

- 1 $\frac{1}{\pi\sqrt{6}}$ [kHz]
- 2 $\frac{1}{2\pi\sqrt{6}}$ [kHz]
- 3 $\frac{1}{3\pi\sqrt{6}}$ [kHz]
- 4 $\frac{1}{4\pi\sqrt{6}}$ [kHz]



A - 10 次の記述は、アマチュア局用の無線通信機器におけるデジタル信号の処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。

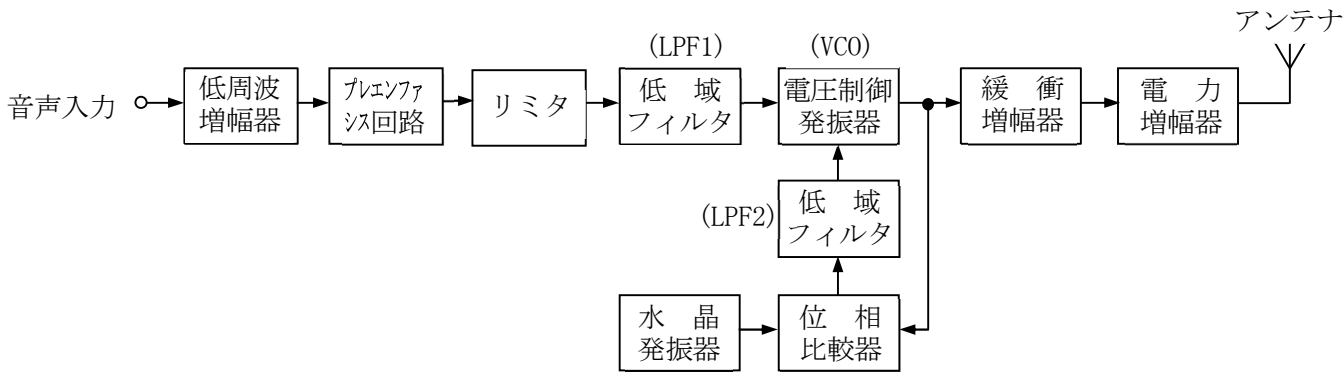
- (1) 受信機においては、受信したアナログ信号を A-D 変換器でデジタル信号に変換し、FPGA(Field Programmable Gate Array)や DSP(Digital Signal Processor)と呼ばれるプロセッサにおいて演算処理するので、アナログ回路では困難であった複雑な信号処理が可能となった。

(2) FPGA はプログラムが可能な IC の一種で、原理的には IC 内に搭載された □ A 素子間を電子的に配線していくことで任意のロジックが実現できるようになり、処理の高速化、部品点数の削減及び回路構成の簡素化等が図られるようになった。

FPGA は繰り返しプログラムを変更することができるものもあるが、送信機のプログラムを変更する場合、特に □ B に対する影響の有無に注意が必要である。

(3) 一方、FPGA や DSP 用の集積回路を使用する場合は、アナログ回路で発生することが多い □ C を考慮する必要がないので、歪の発生を抑えることができるようになった。
- | | A | B | C |
|---|------|------|-------|
| 1 | アナログ | 消費電力 | 非線形動作 |
| 2 | アナログ | 電波の質 | 遅延 |
| 3 | 論理 | 消費電力 | 遅延 |
| 4 | 論理 | 電波の質 | 非線形動作 |

A - 11 次の記述は、図に示す直接周波数変調方式を用いた FM(F3E)送信機の構成例と主な働き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 プレエンファシス回路は、音声の低い周波数成分を強調する。

2 リミタは、音声信号波の振幅を一定の範囲に収め、占有周波数帯幅が規定値以上になるのを防止する。

3 VCO は、音声信号の電圧に応じて周波数を変化させて周波数変調波を出力する。

4 位相比較器は、水晶発振器からの基準周波数と VCO の出力周波数の位相を比較し、その差に比例した電圧を LPF2 を通して出力する。

5 電力増幅器は、一般に電力効率の良い C 級増幅が使われる。

A - 12 AM(A3E)送信機において、変調をかけないときの送信電力の値が 750 [W] であった。単一正弦波で変調度 80 [%] の変調をかけたときの送信電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 770 [W]

2 880 [W]

3 990 [W]

4 1,010 [W]

5 1,100 [W]

A - 13 次の記述は、送信機において発生することがあるスプリアス発射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) 寄生発射とは、送信機の発振回路が寄生振動を起こしたり、増幅器の出力側と入力側の部品や配線が結合して発振回路を形成したりして、希望周波数と □ A 周波数が発射されることをいう。

(2) 高調波成分は、増幅器が例えば C 級動作によって □ B 増幅を行うときに生ずる。この高調波成分の一部が給電線や空中線から放射されることを防ぐため、増幅器の出力側に低域フィルタ (LPF) を挿入する。

(3) 使用周波数の 2 倍の周波数の高調波を減衰させる場合は、短縮率を考慮した使用周波数の波長の 1/4 の長さで先端が □ C した同軸ケーブル(トラップ)を線路の途中に挿入する方法がある。
- | | A | B | C |
|---|-------|-----|----|
| 1 | 関係のある | 非直線 | 短絡 |
| 2 | 関係のない | 非直線 | 短絡 |
| 3 | 関係のない | 非直線 | 開放 |
| 4 | 関係のない | 直線 | 開放 |
| 5 | 関係のある | 直線 | 開放 |

A - 14 次の記述は、各種電波型式の復調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 DSB(A3E)波の復調に用いられる二乗検波回路は、搬送波の振幅が大きい場合、直線検波回路に比較して出力のひずみが大きい。
- 2 DSB(A3E)波の復調に用いられる包絡線検波回路は、平均値検波回路に比較して検波効率が良い。
- 3 SSB(J3E)波の復調に、変調時に使用したリング回路を共用することはできない。
- 4 SSB(J3E)波の復調においては、抑圧された搬送波に相当する周波数を復元するため、復調用局部発振器が用いられる。
- 5 FM(F3E)波の復調には、入力搬送波の周波数変化に比例した電圧又は電流を取り出す回路が必要であり、この作用を行わせる回路が周波数弁別器である。

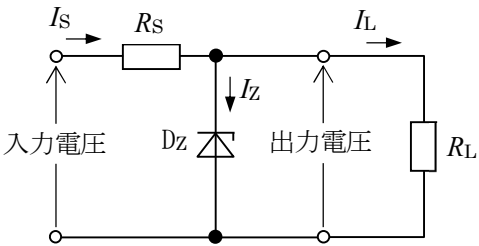
A - 15 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の中間周波増幅器について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 中間周波増幅器の同調回路の帯域幅は、同調回路の尖鋭度 Q が一定のとき、中間周波数を A 選ぶほど広くなる。
- (2) 中間周波増幅器の同調回路の尖鋭度を Q 、帯域幅を B [Hz]、中間周波数を f_0 [Hz] とすると B の関係がある。
- (3) 近接周波数選択度は、同調回路の尖鋭度 Q が一定のとき、中間周波数を C 選ぶほど向上させることができる。

A	B	C
1 高く	$Q = f_0 / B$	高く
2 高く	$Q = B / f_0$	低く
3 高く	$Q = f_0 / B$	低く
4 低く	$Q = B / f_0$	高く
5 低く	$Q = f_0 / B$	高く

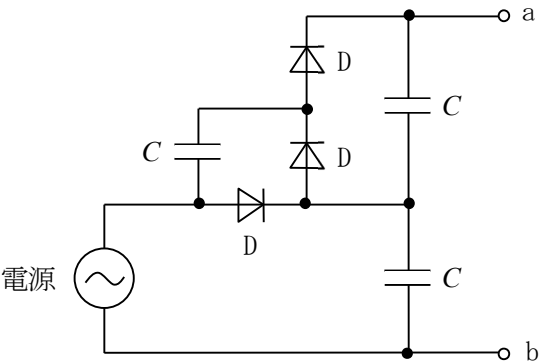
A - 16 次の記述は、図に示す定電圧回路について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、安定抵抗 R_s [Ω]、負荷抵抗 R_L [Ω] 及びツェナーダイオード D_z に流れる電流をそれぞれ I_s [A]、 I_L [A] 及び I_z [A] とし、回路は理想的な定電圧動作をしており ($I_z > 0$)、入力電圧は一定で、 R_L が変化するものとする。

- 1 負荷抵抗 R_L に流し得る最大電流は、無負荷時における D_z に流れる電流 I_z と等しい。
- 2 I_L が増加すると、 I_s も増加する。
- 3 ツェナー電圧が 10 [V] で、 I_z の最大値が 0.1 [A] のとき、許容損失が 1 [W] より大きい D_z を用いる必要がある。
- 4 I_L が大きいほど D_z で消費される電力は、小さくなる。



A - 17 図に示す整流回路において、出力端子 ab 間の電圧が 1,200 [V] であったとき、電源電圧の値(実効値)として最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源は正弦波交流とし、ダイオード D の順方向の抵抗は零、逆方向の抵抗は無限大、コンデンサ C による損失はないものとする。

- 1 210 [V]
- 2 236 [V]
- 3 259 [V]
- 4 283 [V]
- 5 307 [V]



A - 18 次の記述は、鉛蓄電池の浮動充電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) 鉛蓄電池と負荷は、 A 。
- (2) 通常、充電は B 行われる。
- (3) 1 セル当たりの放電終止電圧は、標準的な鉛蓄電池の場合 C [V] 程度である。

A	B	C
1 常時接続されている	常時	1.8
2 常時接続されている	間欠的に	1.8
3 常時接続されている	常時	1.2
4 停電時に接続する	間欠的に	1.2
5 停電時に接続する	常時	1.2

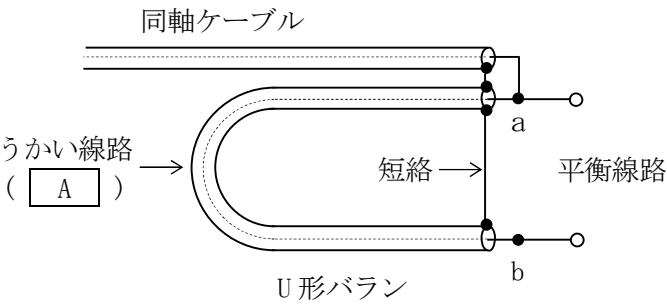
A - 19 利得 11 [dB] の同一特性の八木・宇田アンテナ(八木アンテナ)8 個を用いて、4 列 2 段スタックの配置とし、各アンテナの給電点が同じ位相となるように給電するとき、このアンテナ(スタックドアンテナ)の総合利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 \approx 0.3$ とし、分配器及び同軸ケーブルの損失はないものとする。

- 1 16 [dB]
- 2 18 [dB]
- 3 20 [dB]
- 4 22 [dB]
- 5 24 [dB]

A - 20 次の記述は、図に示す U 形バラ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。なお、同じ記号の □ 内には同じ字句が入るものとし、同軸ケーブル上の波長を λ とする。

- (1) 同軸ケーブルを U 字形に曲げたうかい線路の長さを □ A □ にすると、うかいした点 b における電圧、電流の位相は点 a より □ B □ [rad] 遅れるため、不平衡→平衡の変換がなされる。
- (2) ab 間のインピーダンスは同軸ケーブルの特性インピーダンスの □ C □ 倍となる。

	A	B	C
1	$\lambda/2$	π	4
2	$\lambda/2$	$\pi/2$	4
3	$\lambda/2$	$\pi/2$	2
4	λ	$\pi/2$	2
5	λ	π	2



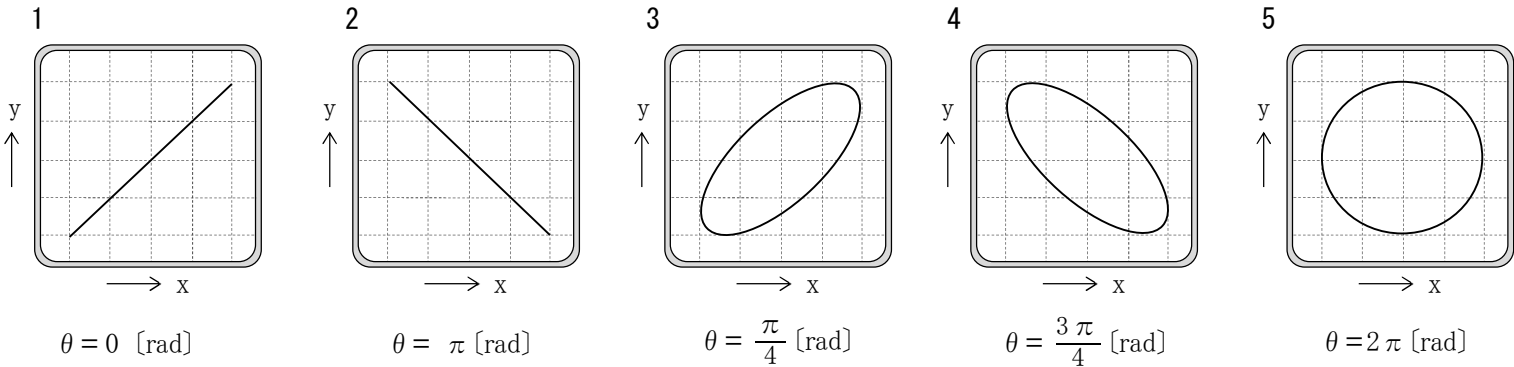
A - 21 超短波 (VHF) 帯通信において、受信局のアンテナの高さが 9.0 [m] であるとき、送受信局間の電波の見通し距離が 33.0 [km] となる送信局のアンテナの高さとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大気は標準大気とする。

- 1 15.3 [m]
- 2 18.5 [m]
- 3 20.4 [m]
- 4 22.2 [m]
- 5 25.0 [m]

A - 22 次の記述は、短波通信における電離層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 周波数を一定にして地上から上空に向かって電波を入射させたとき、電波の進行方向と電離層との角度が垂直に近くなるほど、電子密度の大きい層まで進入して反射される。
- 2 送信地点を中心として、跳躍距離を半径とする円の内側のうち、地表波が到達する地域を除いた部分は不感地帯となる。
- 3 MUF(最高使用可能周波数)の 85 [%] の周波数を FOT(最適使用周波数)といい、通信に最も適した周波数とされている。
- 4 LUF(最低使用可能周波数)は、電離層の減衰量、送信電力及びアンテナ利得等の要因により決定されるが、入射角は関係しない。

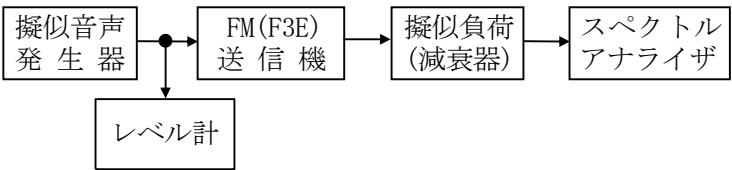
A - 23 次の図は、リサージュ図とその図形に対応する位相差の組合せを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、リサージュ図は、オシロスコープの垂直 (y) 入力及び水平 (x) 入力に周波数と大きさが等しく位相差が θ [rad] の正弦波交流電圧を加えたときに観測されたものとする。



A - 24 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)送信機の占有周波数帯幅の測定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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- 擬似音声発生器から規定の擬似音声信号を送信機に加え、所定の変調を行った周波数変調波を擬似負荷に出力する。スペクトルアナライザを所定の動作条件とし、規定の占有周波数帯幅 □ A □ の帯域を掃引し、所要の数のサンプル点で測定した各電力値の和から全電力を求める。
- サンプリングして得た各電力値を、最低の周波数から高い周波数の方向に積算したとき、その電力が全電力の □ B □ [%] になる周波数 f_1 [Hz] を求める。
- 次に、サンプリングして得た各電力値を、最高の周波数から低い周波数の方向に積算したとき、その電力が全電力の □ B □ [%] になる周波数 f_2 [Hz] を求めると、占有周波数帯幅は □ C □ [Hz] となる。

A	B	C
1 の 2～3.5 倍程度	0.5	f_2-f_1
2 の 2～3.5 倍程度	1.0	f_2-f_1
3 の 2～3.5 倍程度	1.0	f_1+f_2
4 と同程度	1.0	f_1+f_2
5 と同程度	0.5	f_1+f_2



A - 25 アンテナの給電部における進行波電力が 1,000 [W]、反射波電力が 40 [W] であるとき、給電部における定在波比(SWR)及びリターンロスの値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 \simeq 0.3$ とする。

	SWR	リターンロス
1	1.2	10 [dB]
2	1.2	14 [dB]
3	1.5	10 [dB]
4	1.5	14 [dB]
5	1.5	18 [dB]

B - 1 次の記述は、電界効果トランジスタ(FET)について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

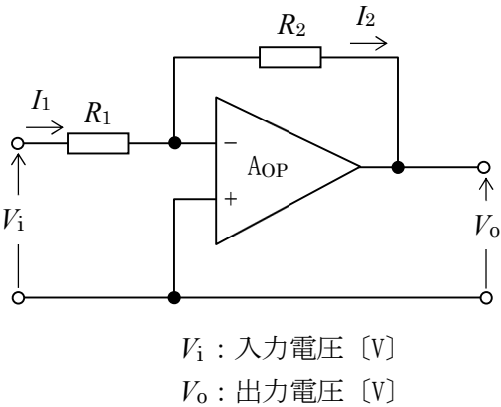
- トランジスタを大別するとバイポーラトランジスタとユニポーラトランジスタの二つがあり、このうち FET は □ ア □ トランジスタに属する。また、FET の構造が、金属 - 酸化膜(絶縁物) - 半導体により構成されているものを □ イ □ FET という。
- シリコン半導体に代わり、化合物半導体の □ ウ □ を用いた FET は、電子移動度が □ エ □ 、□ オ □ 特性が優れているため、マイクロ波の高出力増幅器等に広く用いられている。

1 大きく	2 ガリウムヒ素(GaAs)	3 低周波	4 接合形	5 ユニポーラ
6 小さく	7 ニッケルカドミウム(NiCd)	8 高周波	9 MOS	10 バイポーラ

B - 2 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器 AOP を用いた増幅回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、入力電圧を V_i [V] とし、抵抗 R_1 [Ω] 及び R_2 [Ω] に流れる電流をそれぞれ I_1 [A] 及び I_2 [A] とする。

- AOP 単体の入力インピーダンスは非常に □ ア □ 。
- I_1 と I_2 の関係は、 $I_1 =$ □ イ □ である。
- 出力電圧 V_o は、 $V_o = -I_2 \times$ □ ウ □ [V] である。
- 回路の電圧増幅度 $\left| \frac{V_o}{V_i} \right|$ を R_1 と R_2 で表すと、□ エ □ である。
- 出力電圧の位相は入力電圧の位相と □ オ □ である。

1 大きい	2 $2I_2$	3 R_2	4 $\frac{R_1}{R_2}$	5 同位相
6 小さい	7 I_2	8 $(R_1 + R_2)$	9 $\frac{R_2}{R_1}$	10 逆位相



B - 3 次の記述は、受信機における一般的な信号対雑音比(S/N)について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 受信機の通過帯域幅を受信信号電波の占有周波数帯幅と同程度にすると、受信機の通過帯域幅が占有周波数帯幅より広い場合に比べて、受信機出力のS/Nは改善する。
- イ 周波数混合器で発生する変換雑音は、受信機出力におけるS/Nを劣化させる原因の一つなので、周波数混合器の前段に雑音発生が少ない高周波増幅器を設けることにより改善することができる。
- ウ 受信機の雑音指数が大きいほど、受信機出力におけるS/Nが劣化する。
- エ 雑音電波の到来方向と受信信号電波の到来方向とが異なる場合、一般に受信アンテナの指向性を利用して、受信機入力におけるS/Nを改善することができる。
- オ 受信機の総合利得を大きくすれば、受信機内部で発生する雑音が大きくなっても、受信機出力のS/Nを改善できる。

B - 4 次の記述は、同軸給電線について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 同軸給電線は、□ア 給電線として広く用いられており、□イ がシールドの役割をするので、平行二線式給電線に比べ放射損が少なく、また、外部からの電磁波の影響を受けにくい。
- (2) 特性インピーダンスは、内部導体の外径、外部導体の □ウ 及び内外導体の間の絶縁物の □エ で決まる。また、周波数が □オ なるほど誘電損が大きくなる。

- | | | | | |
|--------|------|--------|-------|---------|
| 1 長さ | 2 高く | 3 不平衡形 | 4 導電率 | 5 内径 |
| 6 内部導体 | 7 低く | 8 平衡形 | 9 誘電率 | 10 外部導体 |

B - 5 次の記述は、標準大気中の等価地球半径係数について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 大気屈折率は高さにより変化し、上層に行くほど屈折率が □ア なる。そのため電波は □イ に曲げられる。しかし、電波の伝わり方を考えるとき、電波は □ウ するものとして取り扱った方が便利である。
- (2) このため、地球の半径を実際より大きくした仮想の地球を考え、地球の半径に対する仮想の地球の半径の □エ を等価地球半径係数といい、これを通常 K で表す。
- (3) K の値は □オ である。

- | | | | | |
|-----|------|-------|------|--------|
| 1 比 | 2 上方 | 3 4/3 | 4 直進 | 5 大きく |
| 6 和 | 7 下方 | 8 5/3 | 9 屈折 | 10 小さく |