

CZ703

第三級総合無線通信士「無線工学」試験問題

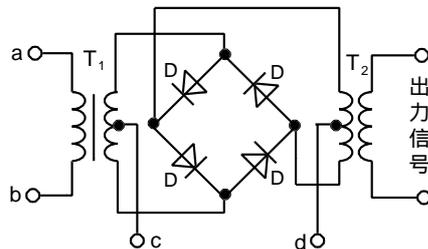
25問 2時間30分

A - 1 FM (F3E) 送信機において、変調信号の周波数が 4 [kHz] で、最大周波数偏移が 12 [kHz] であるときの変調指数として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.3 2 1 3 2 4 3

A - 2 次の記述は、図に示すリング変調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。

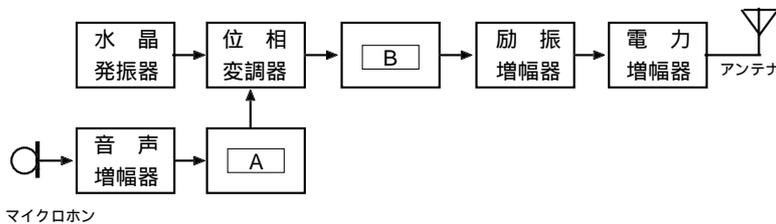
- (1) 変調信号は端子 □ A □ 間に加えられる。
 (2) 出力信号に搬送波成分は □ B □ 。
 (3) □ C □ 通信方式で用いられる。



T₁、T₂：変成器
D：ダイオード

A	B	C
1 a - b	現れない	SSB (J3E)
2 a - b	現れる	FM (F3E)
3 c - d	現れない	FM(F3E)
4 c - d	現れる	SSB (J3E)

A - 3 次の記述は、図に示す周波数変調 (F3E) 方式の送信機の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。



A	B
1 IDC 回路	周波数通倍器
2 IDC 回路	デエンファシス回路
3 PLL 回路	周波数通倍器
4 PLL 回路	デエンファシス回路

A - 4 次の記述は、ストレート受信機と比べたときのスーパーヘテロダイン受信機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) 周波数混合器で一定の中間周波数に変換しているため、□ A □ が良い。
 (2) 低雑音の高周波増幅器を用い、低い中間周波数で高利得増幅を行っているため、□ B □ が良い。
 (3) 周波数変換をすることによる妨害として、□ C □ 妨害がある。

A	B	C
1 忠実度	変調度	映像周波数
2 忠実度	感度	近接周波数
3 選択度	感度	映像周波数
4 選択度	変調度	近接周波数

A - 5 次の記述は、406〔MHz〕帯及び121.5〔MHz〕の周波数を用いる衛星非常用位置指示無線標識（衛星 EPIRB）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 EPIRB は、□A□において、一定要件を満たす船舶への設置が義務づけられた無線設備である。
- (2) 衛星 EPIRB から発射される遭難信号を受信する衛星は □B□衛星である。
- (3) 遭難信号には、□C□信号（符号）が含まれているので遭難船舶を特定できる。

	A	B	C
1	GMDSS	極軌道周回	識別
2	GMDSS	静止	GPS
3	ICAO	極軌道周回	GPS
4	ICAO	静止	識別

A - 6 次の記述は、パルスレーダーのパルス繰返し周波数 f 〔Hz〕と探知距離 r_m 〔m〕の関係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、電波の速度を c 〔m/s〕とする。

- (1) レーダーから放射されるパルスとパルスの間隔は、□A□〔s〕である。
- (2) レーダー波が放射されてから、 r 〔m〕離れた物標に反射して受信されるまでに要する時間は、□B□〔s〕である。
- (3) 物標からの反射波が次のパルス放射までに受信されないとその物標を識別できないので、 r_m の最大値はほぼ □C□〔m〕となる。

	A	B	C
1	$1/f$	r/c	c/f
2	$1/f$	$2r/c$	$c/(2f)$
3	$1/(2f)$	$2r/c$	c/f
4	$1/(2f)$	r/c	$c/(2f)$

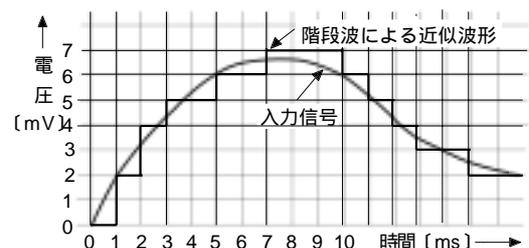
A - 7 次の記述は、捜索救助用レーダートランスポンダ (SART) について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 通常、操舵室の両舷の視認しやすい場所に設置し、非常の場合は、これを本船上の外部又は生存艇に持ち運び、手動により電源を入れて起動する。
- 2 捜索側のレーダー画面には、SART の位置から外側方向に約 30 海里にわたって 24 点のドット状の輝点列が現れる。
- 3 電源には、96 時間の待受状態の後に、連続 8 時間支障なく動作が可能な容量が要求されている。
- 4 9〔GHz〕帯を使用する全自動マイクロ波送信及び受信装置である。

A - 8 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) 方式における量子化の原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) 図に示すように、入力信号を、1〔ms〕ごとに、□A□し、そのときの電圧の値を最も近い整数値 0、1、2、3、4、5、6、7〔mV〕のいずれかに近似する。この近似の過程を量子化という。
- (2) この階段波を □B□通過フィルタを通すと元の入力信号が得られる。
- (3) 量子化によって生じる入力信号と階段波形の差が量子化雑音であり、量子化するステップの数が □C□なるほど小さくなる。

	A	B	C
1	符号化	高域	多く
2	符号化	低域	少なく
3	標本化	高域	少なく
4	標本化	低域	多く



A - 9 次の記述は、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) 充電することにより繰り返し何度も使用できる電池を蓄電池又は □ A □ 電池という。
- (2) 充電は、□ B □ 変換して蓄えることである。
- (3) 蓄電池の代表的なものには鉛蓄電池や □ C □ 蓄電池がある。

A	B	C
1 一次	電氣的エネルギーを化学的エネルギーに	アルカリマンガ
2 一次	化学的エネルギーを電氣的エネルギーに	ニッケル・カドミウム
3 二次	化学的エネルギーを電氣的エネルギーに	アルカリマンガ
4 二次	電氣的エネルギーを化学的エネルギーに	ニッケル・カドミウム

A - 10 次の記述は、図に示す抵抗挿入法を用いた高周波における実効抵抗の測定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、 R_x 及び R_s () をそれぞれ未知抵抗及び値が既知の標準可変抵抗器とする。

- (1) スイッチ SW を閉じて高周波発振器 Osc から適当な周波数の出力を変成器 T を通して二次側回路に加え、可変コンデンサ VC を調整して同調点を求める。そのときの T の二次側回路に誘起される電圧を [V]、高周波電流計 (A) の指示値を I_1 [A] とすると次式が成り立つ。

$$v = I_1 \times \square A \text{ [V]} \dots\dots\dots$$

- (2) 次に、SW を開いて (1) と同様にして同調点を求める。そのときの (A) の指示値を I_2 [A] とすると次式が成り立つ。

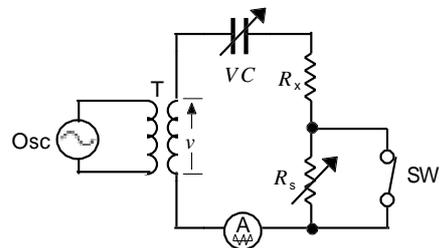
$$v = I_2 \times \square B \text{ [V]} \dots\dots\dots$$

ただし、(A) の内部抵抗及びコイルの抵抗を無視する。

- (3) 式 及び より、 R_x は次式で求められる。

$$R_x = \square C \text{ ()}$$

A	B	C
1 R_s	$(R_s + R_x)$	$I_1 R_s / (I_1 - I_2)$
2 R_s	$R_s R_x$	$I_2 R_s / (I_1 - I_2)$
3 R_x	$R_s R_x$	$I_1 R_s / (I_1 - I_2)$
4 R_x	$(R_s + R_x)$	$I_2 R_s / (I_1 - I_2)$



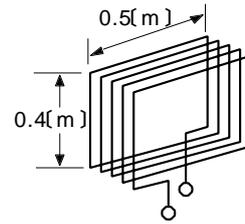
A - 11 次の記述は、スペクトルアナライザについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 観測信号に含まれている周波数成分とその振幅(レベル)を分析するための測定器である。
- 2 水平(X)軸に観測時間を、垂直(Y)軸に観測信号の振幅を表示している。
- 3 送信機のスプリアス、発振器の寄生振動及びアンテナの受信信号のスペクトル分析などに用いられる。
- 4 振幅変調(AM)波の搬送波及び側帯波の振幅を測定して、計算により変調度を求めることができる。

A - 12 図に示す高さ 0.4 [m]、幅 0.5 [m] で巻数が 5 回のループアンテナの実効長 h_e の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、使用周波数は 30 [MHz] とする。また、ループ面の面積を A [m²]、巻数を N 回及び波長を λ [m] とすれば、 h_e は次式で表されるものとする。

$$h_e = (2AN)/\lambda \quad [\text{m}]$$

- 1 0.31 [m]
- 2 0.41 [m]
- 3 0.52 [m]
- 4 0.63 [m]



A - 13 次の記述は、平行 2 線式給電線の特性インピーダン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。ただし、角周波数を ω [rad/s] とする。

図に示すように、平行 2 線式給電線は往復線路に沿って単位長さ当たり抵抗 R [Ω/m] 及びインダクタンス L [H/m] があり、線間に単位長さ当たり静電容量 C [F/m] 及びコンダクタンス G [S/m] が次々に接続されていると考えることができる。

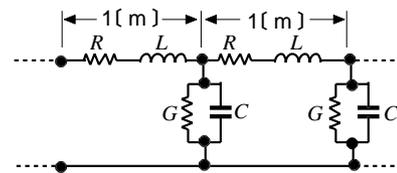
(1) この給電線の特性インピーダンス Z_0 は、次式となる。

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad [\Omega]$$

(2) この給電線が無損失のとき、特性インピーダンス Z_0 は、次式となる。

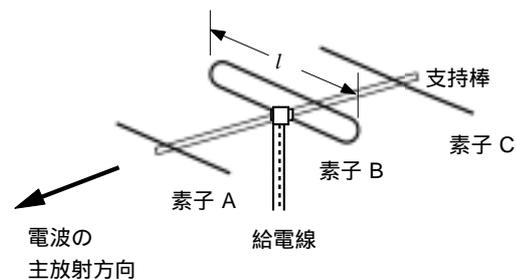
$$Z_0 = \sqrt{\frac{R}{G}} \quad [\Omega]$$

- | | |
|---|-------|
| A | B |
| 1 $\frac{(R + j\omega L)/(G + j\omega C)}{C/L}$ | C/L |
| 2 $\frac{(R + j\omega L)/(G + j\omega C)}{L/C}$ | L/C |
| 3 $\frac{(G + j\omega C)/(R + j\omega L)}{C/L}$ | C/L |
| 4 $\frac{(G + j\omega C)/(R + j\omega L)}{L/C}$ | L/C |



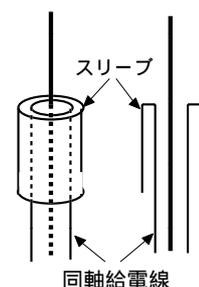
A - 14 次の記述は、図に示す八木アンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 素子 A を導波器という。
- 2 素子 C を反射器という。
- 3 素子 B の長さはほぼ、1/4 波長である。
- 4 一般に、素子 C の長さは素子 A より長い。



A - 15 次の記述は、図に示すスリーブ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 給電線として 75 [Ω] の同軸給電線を用いると、整合回路が無くてもアンテナと給電線はほぼ整合する。
- 2 一般に、垂直半波長ダイポールアンテナとして働く。
- 3 水平面内指向性は、8 字形である。
- 4 同軸給電線の中心導体を 1/4 波長だけ伸ばし、その下部に銅製の円筒などの長さが 1/4 波長のスリーブをかぶせている。



A-16 次の記述は、電離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 D 層は、昼間に生じ、夜間にはほぼ消滅する。
- 2 E 層とほぼ同じ高さに突発的に生ずるスポンジ状 E (E) 層は、マイクロ波の異常伝搬の原因となる。
- 3 F 層は、一般に短波(HF) 帯の電波を反射する。
- 4 F 層では、一般に超短波(VHF) 帯の電波は反射することなく突き抜ける。

A-17 次の記述は、短波 (HF) の電波伝搬で生ずるフェージング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。

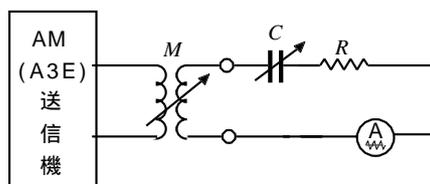
- (1) 電離層において、地磁気の影響を受けた自由電子の運動が楕円軌道を描くとき、電波がこの影響を受けて生ずるのは、□A□ フェージングである。
- (2) 電離層における減衰が短時間に変動するため生ずるのは、□B□ フェージングである。
- (3) アンテナから放射された電波が複数の伝搬通路を通り、その距離に応じた位相差をもって受信点に到達するため生ずるのは、□C□ フェージングである。

A	B	C
1 偏波	吸収	干渉
2 偏波	散乱形	K形
3 シンチレーション	吸収	K形
4 シンチレーション	散乱形	干渉

A-18 次に示す方法により AM (A3E) 送信機の性能を測定した。この測定により得られる送信機の性能の項目を下の番号から選べ。

図に示す回路において、抵抗 R を放射抵抗に等しい値を持つ無誘導抵抗とし、送信機を正常に動作させて変成器の相互インダクタンス M [H] と可変コンデンサの静電容量 C [F] を調整して、高周波電流計 A の指示値が最大になる点を求める。このときの A の指示値 I [A] と無誘導抵抗の値 R [] から計算によって求める。

- 1 リップル電圧
- 2 周波数帯域幅
- 3 出力電力
- 4 高調波成分



B-1 次の記述は、AM (A3E) 送信機に用いられる低電力変調方式と比べたときの高電力変調方式の特徴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。

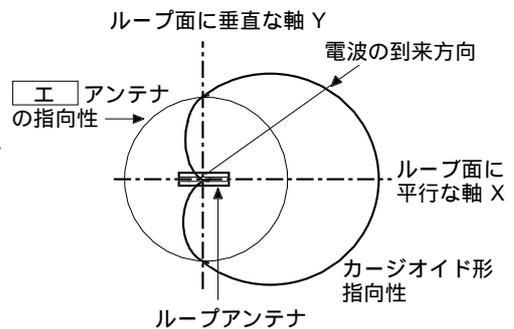
- ア 終段電力増幅器で変調を行う。
- イ 変調を行うための信号電力は、小さくてよい。
- ウ 高い電力効率を得ることができる。
- エ 変調器や変調用変成器の製作が容易である。
- オ すべての高周波増幅器をC級動作として構成できる。

B - 2 次の記述は、周波数変調 (FM) 受信機のスケルチ回路の働き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 受信波の振幅を一定にする。
- イ 受信波の周波数変化を振幅の変化にする。
- ウ 受信波が無いが、又はその信号レベルが一定値以下のときに生ずる出力の雑音を除く。
- エ 受信波が無いが、又はその信号レベルが一定値以下のとき、一般に、自動的に低周波増幅器の動作を停止する。
- オ 受信機の出力の高い周波数成分の振幅を補正(低下)する。

B - 3 次の記述は、カーゴイド形指向性による方向探知の原理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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、用いるループアンテナのループ面は大地に対して垂直に設置されているものとする。

- (1) ループアンテナは、使用波長に比べて直径又は辺の大きさが十分に小さいとき、□ア 指向性である。ループアンテナの最大感度方向の誘起電圧 v_0 は、その点の電界強度の実効値を e_e [V/m]、アンテナの実効高を h_e [m] とすると、次式で表される。
- $$v_0 = \text{□イ} [V] \dots\dots\dots$$
- XY 面に平行に到来する垂直偏波の電波とループ面とのなす角度が [rad] であるときの誘起電圧 v は、次式で表される。ただし、座標の原点はループ面の中心とする。
- $$v = v_0 \times \text{□ウ} [V] \dots\dots\dots$$

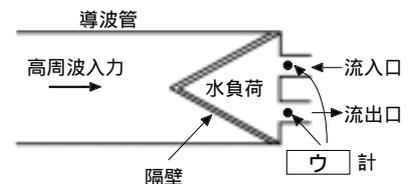


- (2) ループアンテナの □ア 指向性を方向探知に用いると、最大及び最小受信感度の方向がともに二つずつ(それぞれ互いに反対の方向)あるため、いずれの方向からの電波であるかが判定できない。このため別の □エ とループアンテナを組み合わせ、その位相と振幅を適当に調整して図に示すような単向性とし、方位を決定することができる。
- (3) すなわち、□エ の誘起電圧の実効値 v_v を $v_v = K [V]$ とし、 $K = \text{□イ}$ となるように調整すれば、合成された誘起電圧 v は次式で表され、単向性のカーゴイド形指向性を得ることができる。
- $$v = v + v_v = K \times \text{□オ} [V]$$

- | | | | | |
|---------------|----------------|----------|----------|-------------|
| 1 $e_e h_e$ | 2 $(1 + \sin)$ | 3 水平アンテナ | 4 \sin | 5 8 字形 |
| 6 e_e / h_e | 7 $(1 + \cos)$ | 8 垂直アンテナ | 9 \cos | 10 ペンシルビーム形 |

B - 4 次の記述は、高周波電力の測定に用いられるカロリメータ形電力計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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 水が高周波を容易に □ア することを利用して測定する。
- (2) 図に示すように導波管の終端の近くに □イ 隔壁を設け、終端に水の流入口と流出口を付けて、水を循環させる。
- (3) 流入口から入った水は水負荷の部分で高周波電力を □ア し、流出口からでるときは □ウ が上昇する。
- (4) 定常状態になったとき、流入口と流出口における □ウ の差と単位時間当りの □エ が分かれば、これらから高周波電力を計算することができる。
- (5) この電力計は主として □オ の高周波電力の測定に用いられる。



- | | | | | |
|------|------|-------|------------|-------------|
| 1 金属 | 2 水圧 | 3 誘電体 | 4 水の循環量 | 5 数 [mW] 以下 |
| 6 反射 | 7 吸収 | 8 温度 | 9 数 [W] 以上 | 10 温度上昇率 |

B - 5 次の記述は、送信機の高調波発射を防止するための対策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 A 級増幅器では、その動作点を非直線部分に置く。
- イ 中間周波増幅器に正帰還回路を設ける。
- ウ 同調回路のせん鋭度 Q を大きくし、正しく同調をとる。
- エ 電力増幅器とアンテナの間に、帯域フィルタやトラップ回路を入れる。
- オ プッシュプル回路の場合、回路の平衡をとる。

B - 6 次の記述は、マイクロ波の伝送線路として用いられる導波管の特徴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 方形導波管及び円形導波管に大別される。
- イ 導波管の内部は、通常中空である。
- ウ 基本モードの遮断周波数以上の周波数は伝送されない。
- エ 電波が管内から外部へ漏洩することはない。
- オ 基本モードでの伝送において、低い周波数に用いる導波管ほど外径が小さくてすむ。

B - 7 次の記述は、指向性アンテナの指向性利得(絶対利得)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) 図に示すように、点 O に置かれた指向性アンテナから r [m] 離れた点 \bar{O} において、点 \bar{O} を含む断面積 S [m²] に全放射電力 P [W] が一様に通過するとき、点 \bar{O} における電力密度 p は次式で表せる。

$$p = \square{\text{ア}} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

(2) 点 \bar{O} における電力密度 p を点 O に置かれた等方性アンテナで実現するには、半径 r [m] の球の表面積が $4 r^2$ [m²] であるから次式で表す \bar{P} の放射電力が必要である。

$$\bar{P} = \square{\text{イ}} \text{ [W]}$$

(3) 指向性アンテナの指向性利得 G は、次式で表せる。

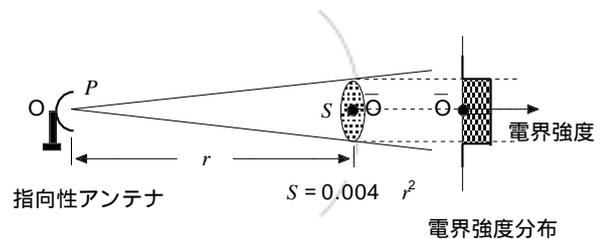
$$G = 10\log_{10}(\square{\text{ウ}}) \text{ [dB]}$$

(4) $S = 0.004 r^2$ のとき、

$$G = 10\log_{10}\{\square{\text{エ}} / (0.004 r^2)\} \text{ [dB]}$$

となる。

(5) このときの指向性アンテナの指向性利得は、□ オ [dB] である。



- 1 PS 2 $4 r^2 p$ 3 P/\bar{P} 4 30 5 $4 r^2$ 6 P/S 7 $p/(4 r^2)$ 8 \bar{P}/P 9 60 10 $2 r^2$