

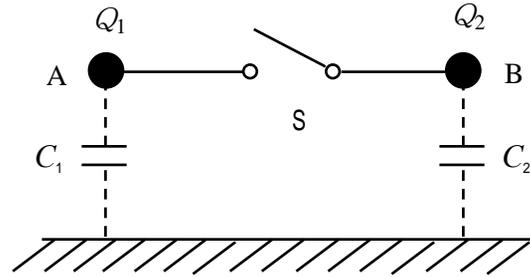
第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

30問 2時間30分

A - 1 図に示すように、対地間静電容量が $C_1 = 1 [\mu F]$ 、 $C_2 = 3 [\mu F]$ の2個の導体球 A 及び B に、それぞれ $2 [\mu C]$ の電荷 Q_1 、 Q_2 が与えられている。スイッチ S を接(ON)にすると、A と B の電荷はどのように移動して、電気的つり合いの状態となるか。正しいものを下の番号から選べ。ただし、導線及びスイッチの影響は無視するものとする。

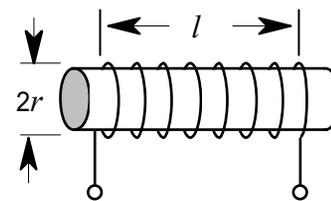
- 1 A から B へ $2 [\mu C]$ 移動する。
- 2 A から B へ $1 [\mu C]$ 移動する。
- 3 A と B の間の移動はない。
- 4 B から A へ $1 [\mu C]$ 移動する。
- 5 B から A へ $2 [\mu C]$ 移動する。



A - 2 次の記述は、図に示す棒状の物質に巻かれたコイルの自己インダクタ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。

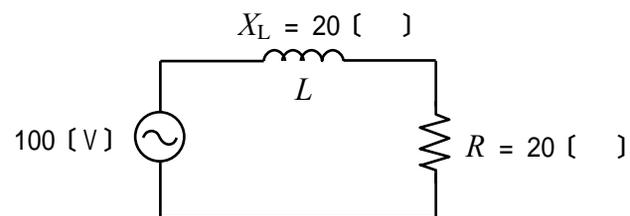
コイルの自己インダクタンスは、コイルの巻数の二乗に比例して大きくなる。巻数が同じ場合には、コイルの長さ l を短くすると □ A □ なり、コイルの半径 r を小さくすると □ B □ なる。また、コイルが巻かれている棒状の物質の □ C □ に比例して大きくなる。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|-----|
| 1 | 小さく | 大きく | 誘電率 |
| 2 | 小さく | 小さく | 透磁率 |
| 3 | 大きく | 大きく | 誘電率 |
| 4 | 大きく | 小さく | 透磁率 |
| 5 | 大きく | 大きく | 透磁率 |



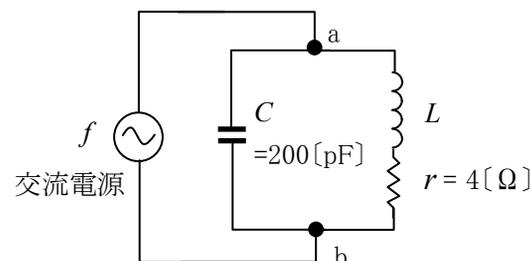
A - 3 図に示す RL 直列回路において、抵抗 R で消費される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、コイル L のリアクタンス X_L は $20 [\quad]$ とする。

- 1 125 [W]
- 2 177 [W]
- 3 250 [W]
- 4 320 [W]
- 5 500 [W]



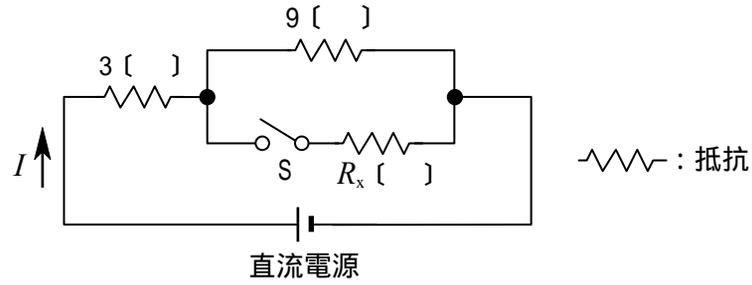
A - 4 図に示す回路が電源周波数 f に共振しているとき、 ab 間のインピーダンスが $10 [k\Omega]$ であった。このときのインダクタンス L の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 r の値は共振時の L のリアクタンスに比べて十分小さいものとする。

- 1 8 [μH]
- 2 16 [μH]
- 3 32 [μH]
- 4 50 [μH]
- 5 64 [μH]



A - 5 図に示す直流回路において、スイッチ S を開いたとき、直流電源から I [A] の電流が流れた。S を閉じたとき直流電源から $2I$ [A] の電流を流すための抵抗 R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。

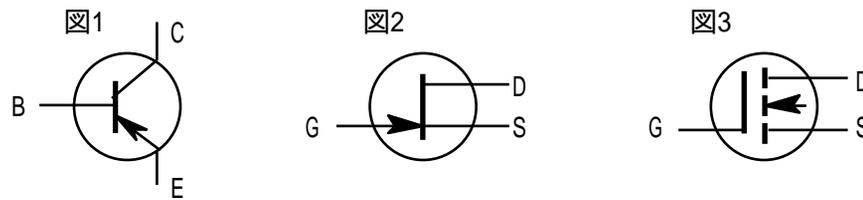
- 1 2 []
- 2 4.5 []
- 3 6 []
- 4 9 []
- 5 12 []



A - 6 次に示す各素子のうち、通常、SHF 帯の発振のための能動素子として用いることができないものを下の番号から選べ。

- 1 ガリウムヒ素電界効果トランジスタ (GaAsFET)
- 2 インパットダイオード
- 3 トネルダイオード
- 4 ガンダイオード
- 5 バリスタ

A - 7 次の記述は、図に示すトランジスタ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 図1は、接合形トランジスタのPNP形である。
- 2 図2は、接合形FETのNチャネル形である。
- 3 図1は、バイポーラ形のトランジスタ、図3はユニポーラ形のトランジスタである。
- 4 図3は、MOS形FETのPチャネルエンハンスメント形である。
- 5 図1と図3のトランジスタをそれぞれエミッタ接地増幅器とソース接地増幅器として用いるとき、入力インピーダンスが高いのは図3のトランジスタである。

A - 8 次の記述は、図1に示す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。

図1に示す回路は □ A □ 回路とも呼ばれ、入力端子に図2の(a)に示す幅 T の方形波電圧を加えたとき、出力端子に現れる電圧波形は図2の □ B □ である。この回路と同様の出力波形が得られるのは、図2の □ C □ の回路である。ただし、 t は時間を示し、各回路の時定数は T より小さいものとする。また、図中の R は抵抗を表す。

- | | | |
|------|-----|-----|
| A | B | C |
| 1 積分 | (c) | (d) |
| 2 積分 | (b) | (e) |
| 3 微分 | (c) | (d) |
| 4 微分 | (b) | (d) |
| 5 微分 | (c) | (e) |

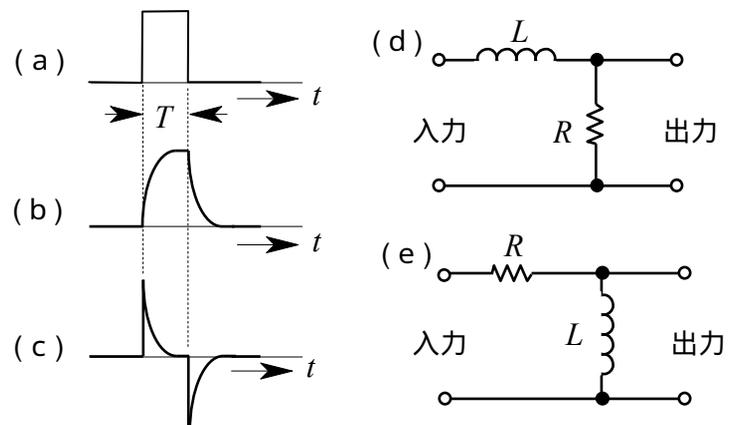
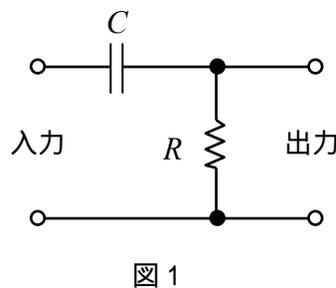
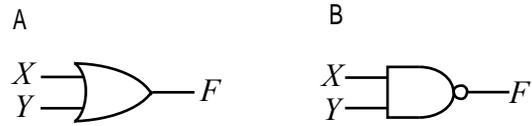


図2

A - 9 図に示す各論理回路の入出力関係を示す論理式の正しい組合せを下の番号から選べ。

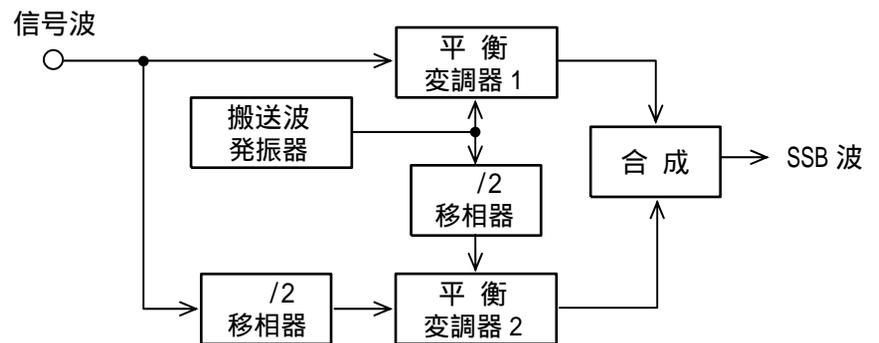
- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| A | B |
| 1 $F = X \cdot Y$ | $F = \overline{X \cdot Y}$ |
| 2 $F = X \cdot \overline{Y}$ | $F = \overline{X} \cdot \overline{Y}$ |
| 3 $F = X + Y$ | $F = \overline{X} \cdot Y$ |
| 4 $F = X + \overline{Y}$ | $F = \overline{X} \cdot \overline{Y}$ |



A - 10 次の記述は、SSB (J3E) 波の発生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。

- フィルタ法では、まず、平衡変調器やリング変調器を用いて、□ A を発生させ、次に、いずれか一方の側波帯のみを取り出す。
- 図は、移相法によるSSB変調器の構成例を示したものである。この方法は、フィルタ法に必要な急峻な □ B が不要な反面、信号波の全域にわたり平坦な位相特性を有する $/2$ 移相器が必要である。デジタル信号処理の発展に伴うデジタル移相器の実現により、この方法が実用化されている。

- | | |
|-------------|---------------|
| A | B |
| 1 抑圧搬送波両側波帯 | 帯域フィルタ(BPF) |
| 2 抑圧搬送波両側波帯 | 帯域除去フィルタ(BEF) |
| 3 低減搬送波単側波帯 | 帯域フィルタ(BPF) |
| 4 低減搬送波単側波帯 | 帯域除去フィルタ(BEF) |

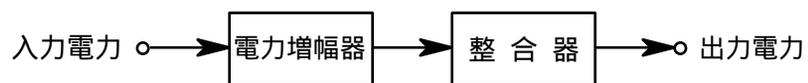


A - 11 AM(A3E)波の平均電力 P を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の平均電力を P_C [W]、変調度を $m \times 100$ [%] とする。

- $P = (m^2/2)P_C$ [W]
- $P = (m/2)P_C$ [W]
- $P = P_C(1 - m^2/2)$ [W]
- $P = P_C(1 + m^2/2)$ [W]
- $P = P_C(1 + m/2)$ [W]

A - 12 図に示す構成において、入力電力が 10 [W]、電力増幅器の利得が 14 [dB] 及び整合器の損失が 1 [dB] のとき、出力電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

- 120 [W]
- 141 [W]
- 176 [W]
- 200 [W]
- 275 [W]



A - 13 次の記述は、パルス符号変調(PCM)方式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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- 標本化とは、一定の □ A 間隔で入力のアナログ信号の振幅を取り出すことをいい、標本化によって取り出したアナログ信号の振幅を、その代表値で近似することを □ B という。
- PCMの信号を得るためには、□ B された信号を2進コードなどに □ C する必要がある。

- | | | |
|-------|-----|-----|
| A | B | C |
| 1 周波数 | 量子化 | 符号化 |
| 2 周波数 | 符号化 | 量子化 |
| 3 時間 | 量子化 | 符号化 |
| 4 時間 | 符号化 | 量子化 |

A - 14 次の記述は、アマチュア局の短波(HF)帯の基本波による電波障害を防止するため、受信機側で行う対策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。

- | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|---|---|---------------|----|----|---------------|----|----|---------------|----|----|---------------|----|----|
| <p>(1) アマチュア局の基本波が他の超短波(VHF)帯の受信機の入力段に加わらないようにするため、□A□を受信機のアンテナ端子と給電線の間挿入する。</p> <p>(2) これによって、フィルタのカットオフ周波数以下のアマチュア局の短波(HF)帯の基本波の周波数成分を□B□させ、これ以上のVHF帯の受信周波数を□C□させて、電波障害対策を行うものである。</p> | <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td>1 高域フィルタ(HPF)</td> <td>減衰</td> <td>通過</td> </tr> <tr> <td>2 高域フィルタ(HPF)</td> <td>通過</td> <td>減衰</td> </tr> <tr> <td>3 低域フィルタ(LPF)</td> <td>減衰</td> <td>通過</td> </tr> <tr> <td>4 低域フィルタ(LPF)</td> <td>通過</td> <td>減衰</td> </tr> </table> | A | B | C | 1 高域フィルタ(HPF) | 減衰 | 通過 | 2 高域フィルタ(HPF) | 通過 | 減衰 | 3 低域フィルタ(LPF) | 減衰 | 通過 | 4 低域フィルタ(LPF) | 通過 | 減衰 |
| A | B | C | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 高域フィルタ(HPF) | 減衰 | 通過 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 高域フィルタ(HPF) | 通過 | 減衰 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 低域フィルタ(LPF) | 減衰 | 通過 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 低域フィルタ(LPF) | 通過 | 減衰 | | | | | | | | | | | | | | |

A - 15 次の記述は、FM受信機の一般的な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 伝搬する途中でのレベル変動や雑音、混信などによる振幅の変動を除去するため、振幅制限器を用いている。
- 2 周波数変化を振幅変化に変換するため周波数弁別器を復調器として用いている。
- 3 スケルチ回路は、希望する受信信号が一定のレベル以上になったときに生ずる大きな雑音を抑圧するためのものである。
- 4 AM受信機と比べたとき、高周波増幅器や中間周波増幅器の帯域幅が広い。
- 5 送信側で強調された高い周波数成分を減衰させるとともに、高い周波数成分の雑音も減衰させ、周波数特性と信号対雑音比(S/N)を改善するため、ディエンファシス回路がある。

A - 16 次の記述は、AM受信機における混変調の発生原因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。

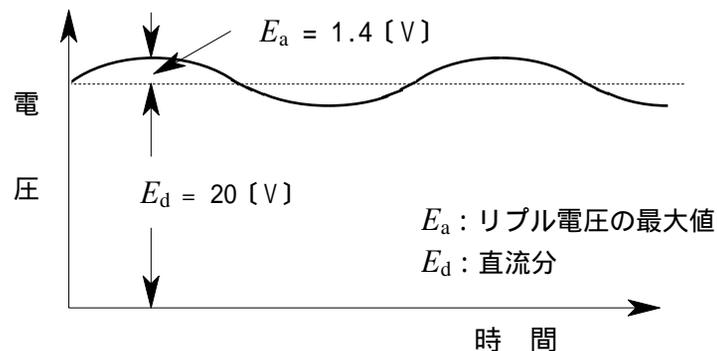
- 1 受信機に不要波が混入したとき、回路の非直線性により希望波が不要波の変調信号により変調されるためである。
- 2 増幅器の調整不良等により、本来希望しない周波数の振動を生ずるためである。
- 3 増幅器及び音響系を含む伝送回路が、不要な帰還のため発振して、可聴音を生ずるためである。
- 4 受信周波数より中間周波数の2倍だけ高い、又は低い周波数の不要波がスーパーヘテロダイン受信機に混入したとき、不要波が受信周波数と同じ中間周波数になって妨害を生ずるためである。

A - 17 次の記述は、等価雑音温度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。

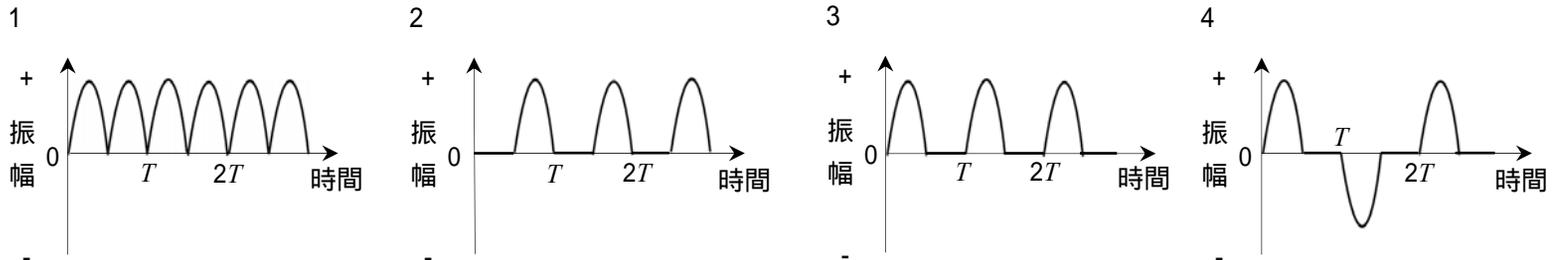
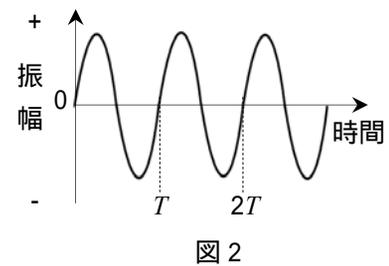
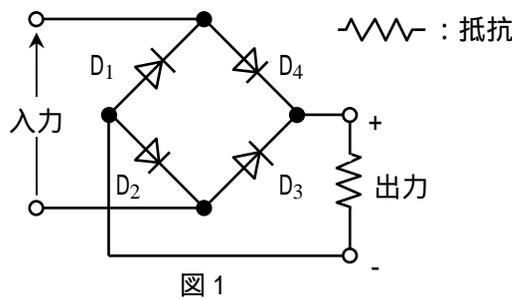
- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------|---|---|-------|--------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|--------|-------|-----|--------|-------|--------|-------|
| <p>(1) 微弱な信号を受信する衛星通信における受信系の雑音は、受信アンテナを含む受信機自体で発生する雑音とアンテナで受信される宇宙からの外来雑音などの電力和を、低雑音増幅器入力やアンテナ入力に換算した雑音電力で表す。</p> <p>(2) この雑音電力の値が、絶対温度 T [K] の□A□から発生する□B□の電力値と等しいとき、T をアンテナを含む受信機システム全体の等価雑音温度という。したがって、受信機の周波数帯域幅を B [Hz]、ボルツマン定数を k [J/K] とすると、このときの雑音電力 P_N は、$P_N = \square C \square$ [W] で表される。</p> | <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td>1 抵抗体</td> <td>ショット雑音</td> <td>TB/k</td> </tr> <tr> <td>2 抵抗体</td> <td>熱雑音</td> <td>kTB</td> </tr> <tr> <td>3 抵抗体</td> <td>熱雑音</td> <td>TB/k</td> </tr> <tr> <td>4 絶縁体</td> <td>熱雑音</td> <td>TB/k</td> </tr> <tr> <td>5 絶縁体</td> <td>ショット雑音</td> <td>kTB</td> </tr> </table> | A | B | C | 1 抵抗体 | ショット雑音 | TB/k | 2 抵抗体 | 熱雑音 | kTB | 3 抵抗体 | 熱雑音 | TB/k | 4 絶縁体 | 熱雑音 | TB/k | 5 絶縁体 | ショット雑音 | kTB |
| A | B | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 抵抗体 | ショット雑音 | TB/k | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 抵抗体 | 熱雑音 | kTB | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 抵抗体 | 熱雑音 | TB/k | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 絶縁体 | 熱雑音 | TB/k | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 絶縁体 | ショット雑音 | kTB | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A - 18 電源の出力波形が図のように示されるとき、この電源のリプル率(リプル含有率)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、リプルの波形は単一周波数の正弦波とする。

- 1 0.5 [%]
- 2 1 [%]
- 3 1.4 [%]
- 4 3 [%]
- 5 5 [%]



A - 19 図1に示す単相ブリッジ形全波整流回路において、ダイオードD₂が断線して開放状態となった。このとき図2に示す波形の電圧を入力した場合の出力の波形として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、図1のダイオードは、すべて同一特性のものとする。



A - 20 次の記述は、半波長ダイポールアンテナに同軸給電線で給電するときの整合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。

半波長ダイポールアンテナに同軸給電線で直接給電すると、□A□形アンテナと不平衡給電線とを直接接続することになり、同軸給電線の外部導体の外側表面に□B□が流れる。このため、半波長ダイポールアンテナの素子に流れる電流が不平衡になるほか、同軸給電線からも電波が放射されるので、これらを防ぐため、□C□を用いて整合をとる。

	A	B	C
1	平衡	漏えい電流	Qマッチング
2	平衡	うず電流	Qマッチング
3	平衡	漏えい電流	balan
4	不平衡	うず電流	balan
5	不平衡	漏えい電流	Qマッチング

A - 21 次の記述は、電波の強度に対する安全基準及び電波の強度の算出方法の概要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。

無線局の開設には、電波の強度に対する安全施設の設置が義務づけられている。人が通常出入りする場所で無線局から発射される電波の強度が基準値を超える場所がある場合には、無線局の開設者が柵などを施設し、一般の人が容易に出入りできないようにする必要がある。

周波数	電界強度の実効値 〔V/m〕	磁界強度の実効値 〔A/m〕	電力束密度 〔mW/cm ² 〕	平均時間 〔分〕
3MHz - 30MHz	824/f	2.18/f	0.2	6
30MHz - 300MHz	27.5	0.0728		
300MHz - 1.5GHz	1.585√f	√f/237.8	f/1500	
1.5GHz - 300GHz	61.4	0.163	1	

f : 周波数〔MHz〕

上の表は、通常用いる基準値の表（電波の強度の値の表）の一部を示したものである。この表の電力束密度 S を算出する基本算出式は、次式で与えられている。

$$S = \square A \square \times K \text{ [mW/cm}^2\text{]}$$

ただし、P は空中線入力電力〔W〕、G は空中線の主放射方向の絶対利得（真数）、R は空中線からの距離（算出地点までの距離）〔m〕及び K は大地等の反射係数を表す。

また、上記の S と電界強度 E〔V/m〕の相互換算をする場合には、次式を用いる。

$$S = \square B \square / 3770 \text{ [mW/cm}^2\text{]}$$

	A	B
1	$\frac{PG}{40 R^2}$	E
2	$\frac{PG}{40 R^2}$	E ²
3	$\frac{P}{40 RG}$	E
4	$\frac{P}{40 RG}$	E ²

A - 22 アンテナの電圧反射係数が $0.173 + j0.1$ であるときの電圧定在波比(VSWR)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{3} \approx 1.73$ とする。

- 1 0.7 2 1.0 3 1.2 4 1.5 5 2.0

A - 23 次の記述は、周波数帯ごとの電波の伝搬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) 中波(MF)帯の電波の伝搬では、昼間はD層による減衰が大きい
ため電離層反射波はほとんど無く、主に □A□ が伝搬するが、夜
間はE層又はF層で反射して遠くまで伝わる。
- (2) 短波(HF)帯の電波は、電離層波により遠距離に伝搬する。電離
層の電子密度は、□B□ の影響を受け季節や時刻によって変化す
るため、使用できる周波数も変化する。
- (3) 超短波(VHF)帯の電波は、伝搬距離が短いときは主に直接波が伝
わる。通常は電離層反射波は無いが、□C□ での反射により遠距
離まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	地表波	太陽活動	スプラジック E 層
2	地表波	太陽活動	F 層
3	地表波	地球磁界	F 層
4	散乱波	地球磁界	スプラジック E 層
5	散乱波	太陽活動	F 層

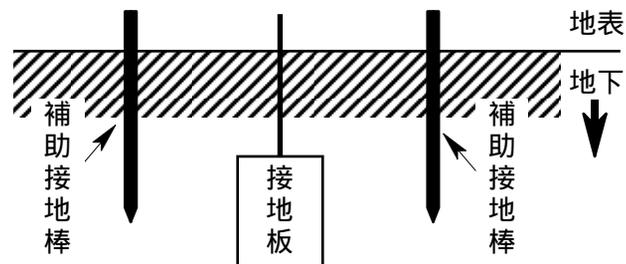
A - 24 次の記述は、デジタル電圧計について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 被測定電圧がアナログ量である電圧を、デジタル電圧計によって計測するため
には、□A□ 変換器によってアナログ量をデジタル量に変換する必要がある。
- (2) □A□ 変換器は、その変換回路形式により、主に □B□ 形と逐次比較形の二
つの方式に分けられる。両者を比較した場合、一般に変換速度は □B□ 形の方
が □C□ 。

	A	B	C
1	A-D	微分	遅い
2	A-D	積分	遅い
3	A-D	微分	速い
4	D-A	積分	遅い
5	D-A	微分	速い

A - 25 図は、接地板の接地抵抗を測定するときの概略図である。図において端子 -、-、- 間の抵抗値がそれぞれ $5[\]$ 、 $10[\]$ 、 $12[\]$ のとき、端子 に接続された接地板の接地抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、補助接地棒の長さ、接地板と補助接地棒の配置及び相互の距離は適切に設定されているものとする。

- 1 $0.3[\]$
2 $0.7[\]$
3 $1.0[\]$
4 $1.5[\]$
5 $3.0[\]$



B - 1 次の記述は、表皮効果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。

一本の導線に交流電流を流すとき、この電流の周波数が高くなるにつれて導線の □ア□ 部分には電流が流れにくくなり、導線の □イ□ 部分に多く流れるようになる。この現象を表皮効果といい、高周波では直流を流したときに比べて、実効的に導線の断面積が □ウ□ なり、抵抗の値が □エ□ なる。この影響を少なくするために、送信機では終段の □オ□ に中空の太い銅のパイプを用いることがある。

- 1 高く 2 広く 3 入力回路 4 中心 5 終端
6 低く 7 狭く 8 出力回路 9 両端 10 表面

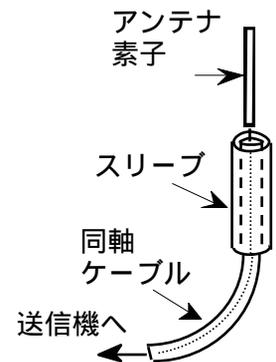
B - 2 次の記述は、トランジスタの電気的特性について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) トランジスタの高周波特性を示す 遮断周波数は、□ア□ 接地回路のコレクタ電流とエミッタ電流の比 α が低周波のときの値より □イ□ [dB] 低下する周波数である。
- (2) トランジスタの高周波特性を示すトランジション周波数は、エミッタ接地回路の電流増幅率 β の絶対値が □ウ□ となる周波数である。
- (3) コレクタ遮断電流は、エミッタを □エ□ して、コレクタ・ベース間に □オ□ 方向電圧(一般的には最大定格電圧)を加えたときのコレクタに流れる電流である。

- | | | | | |
|------|--------|-----|--------------|------|
| 1 開放 | 2 ベース | 3 1 | 4 $\sqrt{2}$ | 5 順 |
| 6 短絡 | 7 コレクタ | 8 3 | 9 6 | 10 逆 |

B - 3 次の記述は、スリーブ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を下の番号から選べ。

- (1) 図に示すように、同軸ケーブルの中心導体に □ア□ 波長の長さのアンテナ素子を取り付け、外部導体に同じ長さのスリーブを接続する。スリーブが同軸ケーブルの外部導体に流れる電流を抑制するので、このアンテナは、□イ□ アンテナと同じ動作をする。
- (2) スリーブアンテナを垂直に設置した場合、水平面の指向特性は □ウ□ で、垂直面の指向特性は □エ□ である。
- (3) 通常、特性インピーダンス 75 [] の同軸ケーブルを図のように接続すると □オ□ は不要である。



- | | | | | |
|--------|------------|---------|-------|--------|
| 1 8字特性 | 2 1/4 波長接地 | 3 単一指向性 | 4 1/4 | 5 整合回路 |
| 6 半円形 | 7 半波長ダイポール | 8 全方向性 | 9 1/2 | 10 避雷器 |

B - 4 次の記述は、電離層伝搬において発生する障害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) D層を突き抜けてF層で反射する電波は、D層の電子密度等によって決まる減衰を受ける。太陽の表面で爆発が起きると、多量のX線などが放出され、このX線などが地球に到来すると、D層の電子密度を急激に □ア□ させるため、短波(HF)帯の通信が、太陽 □イ□ 地球の半面で突然不良になったり、又は受信電界強度が低下することがある。このような現象を □ウ□ という。この現象が発生すると、短波(HF)帯における通信が最も大きな影響を受ける。
- (2) これらの障害が発生したときは、電離層における減衰は、使用周波数の □エ□ にほぼ反比例するので、□オ□ 周波数に切り替えて通信を行うなどの対策がとられている。

- | | | | | |
|------|------|------|-------------|-------------|
| 1 低い | 2 上昇 | 3 2乗 | 4 に照らされている | 5 磁気嵐 |
| 6 高い | 7 下降 | 8 3乗 | 9 に照らされていない | 10 デリンジャー現象 |

B - 5 次の記述は、図に示す整流形計器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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

整流形計器は、□ア□ と整流器を組み合わせた交流用計器で、交流をダイオードで整流して直流に変換した値を指示させる。□ア□ は、入力の □イ□ を指示するが、正弦波形の □ウ□ は約 1.11 であるから、その目盛値を約 1.11 倍して正弦波の □エ□ を指示するようにしてある。このため、測定する交流の波形が正弦波でないときには、指示値に □オ□ が生ずる。

- | | | | |
|-------|-------|----------------|----------|
| 1 実効値 | 2 波形率 | 3 永久磁石可動コイル形計器 | |
| 4 平均値 | 5 波高率 | 6 静電形計器 | |
| 7 最大値 | 8 位相差 | 9 誤差 | 10 誘導形計器 |

