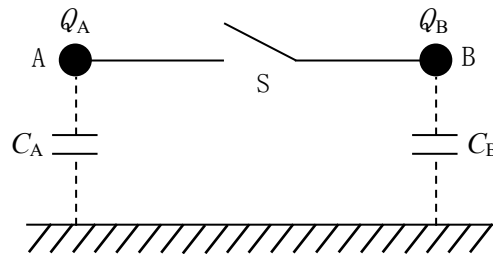


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

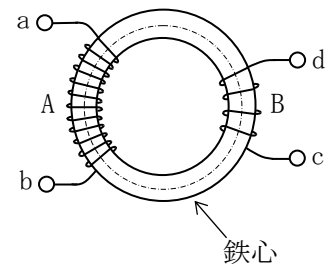
A - 1 図に示すように、対地間静電容量が $C_A = 3 [\mu F]$ 、 $C_B = 1 [\mu F]$ の2個の導体球A及びBに、それぞれ $2 [\mu C]$ の電荷 Q_A 、 Q_B が与えられている。スイッチSを接(ON)にすると、AとBの電荷はどのように移動して、電気的つり合いの状態となるか。正しいものを下の番号から選べ。ただし、導線及びスイッチの影響は無視するものとする。

- 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。

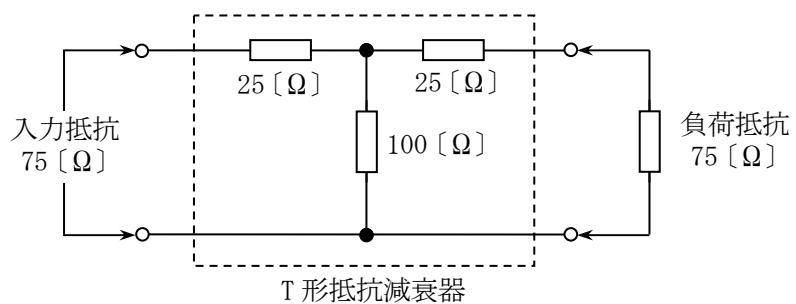
- 1 Bの自己インダクタンス L_B は、 $L_A/9$ [H] である。
- 2 AとBの間の結合係数は、1である。
- 3 AとBの間の相互インダクタンス M は、 $L_A/3$ [H] である。
- 4 端子bとcを接続したとき、AとBによって生ずる磁束は、互いに逆の方向である。
- 5 端子bとcを接続したとき、端子ad間の合成インダクタンスは、 $16L_A/9$ [H] である。



A - 3 図に示すT形抵抗減衰器の減衰量 L の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、減衰量 L は、減衰器の入力電力を P_1 、出力電力を P_2 とすると、次式で表されるものとする。また、 $\log_{10} 2 \doteq 0.3$ とする。

$$L = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} \text{ [dB]}$$

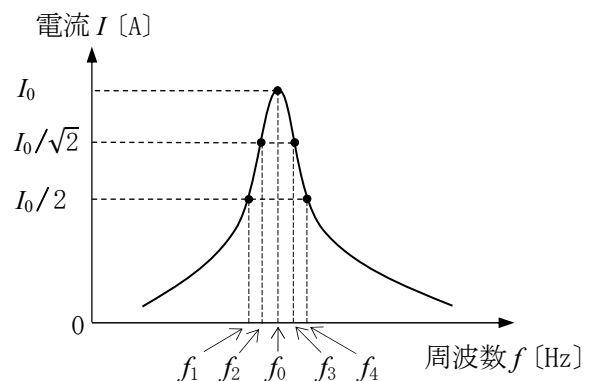
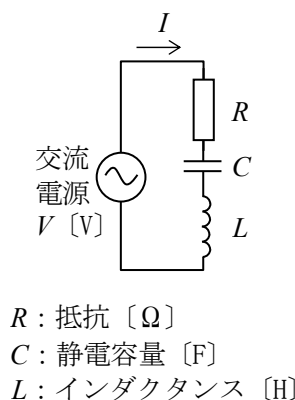
- 1 15 [dB]
- 2 12 [dB]
- 3 9 [dB]
- 4 6 [dB]
- 5 3 [dB]



A - 4 次の記述は、図に示す直列共振回路の周波数特性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、共振周波数を f_0 [Hz] とし、そのとき回路に流れる電流 I を I_0 [A] とする。また、 I が $I_0/2$ となる周波数を f_1 及び f_4 [Hz] ($f_1 < f_4$)、 $I_0/\sqrt{2}$ となる周波数を f_2 及び f_3 [Hz] ($f_2 < f_3$) とする。

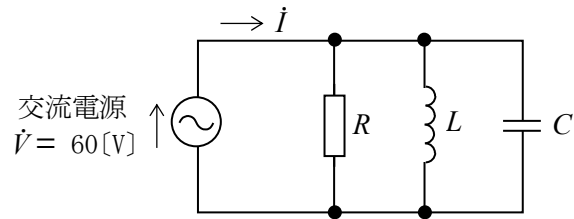
- (1) 共振周波数 f_0 [Hz] は □ A □ で表され、そのときの I_0 は □ B □ となる。
- (2) 回路の尖鋭度 Q は、 $Q =$ □ C □ で表される。

- | A | B | C |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ | $\frac{V}{R}$ | $\frac{f_0}{f_3 - f_2}$ |
| 2 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ | $V\sqrt{\frac{C}{L}}$ | $\frac{f_0}{f_4 - f_1}$ |
| 3 $\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ | $\frac{V}{R}$ | $\frac{f_0}{f_4 - f_1}$ |
| 4 $\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ | $V\sqrt{\frac{C}{L}}$ | $\frac{f_0}{f_3 - f_2}$ |
| 5 $\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ | $\frac{V}{R}$ | $\frac{f_0}{f_3 - f_2}$ |



A - 5 図に示す RLC 並列回路において、抵抗 R の値が $20 [\Omega]$ 、コイル L のリアクタンスが $30 [\Omega]$ 、コンデンサ C のリアクタンスが $15 [\Omega]$ のとき、電流 i の値として正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $5 + j4$ [A]
- 2 $4 - j3$ [A]
- 3 $4 + j3$ [A]
- 4 $3 - j2$ [A]
- 5 $3 + j2$ [A]



A - 6 次の記述は、バイポーラトランジスタの一般的な電気的特性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 ベース接地回路における α 遮断周波数 f_α は、電流増幅率 α の値が低周波のときの値の $1/2$ になったときの周波数である。
- 2 コレクタ遮断電流 I_{CBO} は、エミッタを開放にして、コレクタ・ベース間に逆方向電圧(一般的には最大定格電圧 V_{CBO})を加えたときのコレクタに流れる電流である。
- 3 エミッタ接地回路の高周波特性を示すトランジション周波数 f_t は、電流増幅率 β が 1 となる周波数である。
- 4 直流電流増幅率 h_{FE} は、エミッタ接地回路の直流のコレクタ電流 I_C とベース電流 I_B の比 (I_C/I_B) である。
- 5 直流電流増幅率 h_{FE} の一般的な値は、数 10 から数 100 程度である。

A - 7 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。

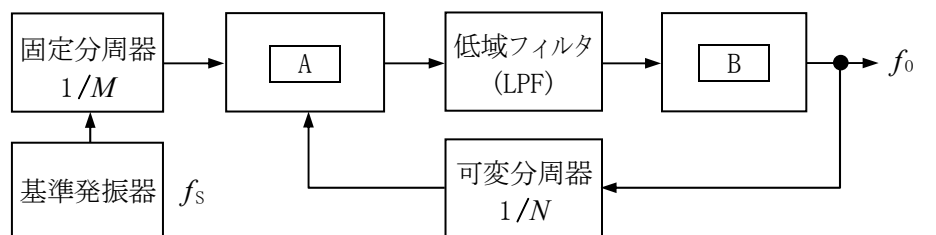
- (1) □ A □ は、電極間の静電容量が小さく、小形でも比較的大きな電流が流せるので、アンテナ系と送信機の間接続する同軸避雷器のサージ防護デバイスに適している。
- (2) □ A □ は、高電圧により電極間の □ B □ が変化し誘導雷などによるサージ電流をバイパスさせるものである。

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

A - 8 次の記述は、図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた周波数シンセサイザ発振器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。

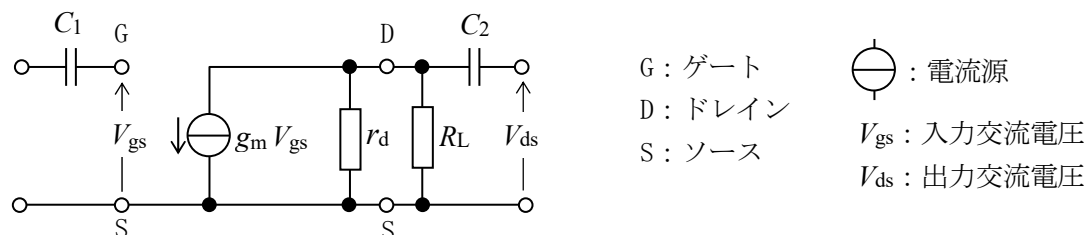
- (1) PLL は、二つの入力信号を比較する □ A □、この出力に含まれる不要な成分を除去するための低域フィルタ(LPF)及びその出力に応じた周波数の信号を発振する □ B □ の三つの主要部分で構成される。
- (2) 基準発振器の出力の周波数 f_s を 3.2 [MHz]、固定分周器の分周比 $1/M$ を $1/128$ 、可変分周器の分周比 $1/N$ を $1/6, 800$ としたとき、出力の周波数 f_0 は、□ C □ [MHz] になる。

- | A | B | C |
|---------|---------|-----|
| 1 位相比較器 | 電圧制御発振器 | 145 |
| 2 位相比較器 | 電圧制御発振器 | 170 |
| 3 位相比較器 | 水晶発振器 | 145 |
| 4 振幅比較器 | 水晶発振器 | 145 |
| 5 振幅比較器 | 電圧制御発振器 | 170 |

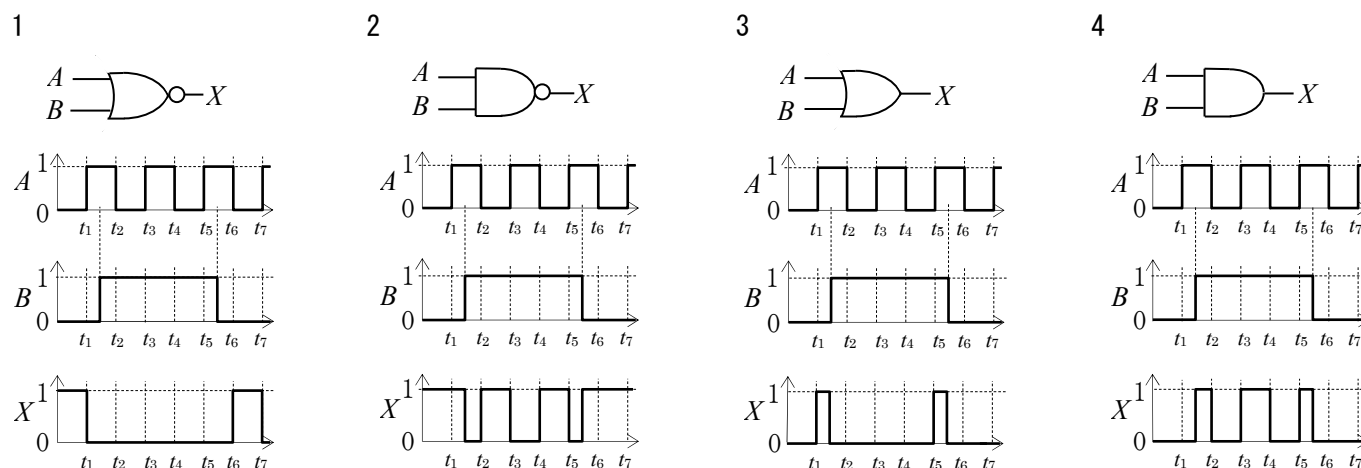


A - 9 図に示す、等価回路で表した電界効果トランジスタ (FET) に、入出力関連素子 (C_1 、 C_2 及び R_L) を接続した増幅回路において、相互コンダクタンス g_m が 10 [mS]、ドレイン抵抗 r_d が 14 [k Ω]、負荷抵抗 R_L が 6 [k Ω] のとき、この回路の電圧増幅度 V_{ds}/V_{gs} の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、コンデンサ C_1 及び C_2 のリアクタンスは無視できるものとする。

- 1 24
- 2 32
- 3 42
- 4 64



A - 10 次の図は、論理回路とタイムチャート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、各回路の入力 A 及び B は図で示した同一の波形とし、出力を X とする。また、正 (+) の電圧を 1 とした正論理とする。



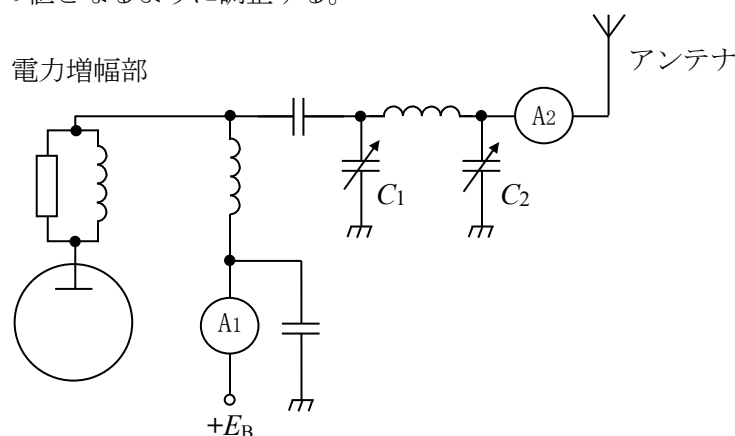
A - 11 次の記述は、DSB (A3E) 通信方式と比較した、SSB (J3E) 通信方式の一般的な特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、DSB 変調波の変調度は 100 [%] とし、SSB 変調波は DSB 変調波の片側の側波帯のみとする。

- 1 片側の側波帯だけ利用するから、占有周波数帯幅は DSB のほぼ $1/2$ となり、周波数利用効率が高い。
- 2 SSB 波を受信する場合、DSB 波に比べて受信帯域幅はほぼ $1/2$ であり、受信雑音電力はほぼ $1/2$ となる。
- 3 搬送波が抑圧され、また、送話するときだけ電波が発射されるので、他の通信に与える混信が軽減できる。
- 4 送信機は、搬送波の発射がないため、終段電力増幅部の消費電力が少ない。
- 5 100 [%] 変調をかけた DSB 送信機出力の片側の側波帯と等しい電力を SSB 送信機で送り出すとすれば、SSB 送信機出力は DSB の搬送波電力の $1/2$ 、すなわち、DSB 波の全電力の $1/6$ の値となる。

A - 12 次の記述は、図に示す送信機の終段に用いる π 形結合回路の調整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。

- (1) 可変コンデンサ C_2 の静電容量を最大値に設定した後、終段電力増幅器の直流電流計 A_1 の指示が □ A □ となるように、可変コンデンサ C_1 の静電容量を調整する。
- (2) 次に、 C_2 の静電容量を少し減少させると、アンテナ電流を示す高周波電流計 A_2 の指示値が □ B □ し、終段電力増幅器のプレート電流が □ C □ する。再度 C_1 を調整して、直流電流計 A_1 の指示が □ A □ となる点を求める。
- (3) (2) の操作を繰り返し行い、高周波電流計 A_2 の指示値が所要の値となるように調整する。

- | | A | B | C |
|---|----|----|----|
| 1 | 最小 | 増加 | 増加 |
| 2 | 最小 | 減少 | 増加 |
| 3 | 最大 | 増加 | 増加 |
| 4 | 最大 | 減少 | 減少 |
| 5 | 最大 | 増加 | 減少 |



A - 13 次の記述は、周波数変調(F3E)波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、最大周波数偏移を f_d [kHz]、信号波の最高周波数を f_s [kHz] とし、変調指数 m_f は $1 < m_f < 10$ とする。

- (1) 占有周波数帯幅 B [kHz] は、□ A □ で表される。
- (2) 変調指数 m_f は、□ B □ で表される。
- (3) 空中線電力は、変調(入力)信号の振幅の大きさによって変化 □ C □ 。

	A	B	C
1	$B \doteq (f_d + f_s)/2$	$m_f = f_d/f_s$	する
2	$B \doteq (f_d + f_s)/2$	$m_f = f_d f_s$	する
3	$B \doteq 2(f_d + f_s)$	$m_f = f_d f_s$	しない
4	$B \doteq 2(f_d + f_s)$	$m_f = f_d/f_s$	しない
5	$B \doteq 2(f_d + f_s)$	$m_f = f_d f_s$	する

A - 14 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。

- (1) 衛星通信における受信系の雑音は、アンテナを含む受信機自体で発生する内部雑音とアンテナで受信される外来雑音との電力和を、アンテナ入力に換算した雑音電力で表す。
- (2) この雑音電力の値が、絶対温度 T [K] の抵抗体から発生する □ A □ の電力値と等しいとき、 T をアンテナを含む受信システム全体の等価雑音温度という。
- (3) 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、 $P_N =$ □ B □ [W] で表され、この値が □ C □ ほど、雑音が小さいことを意味する。

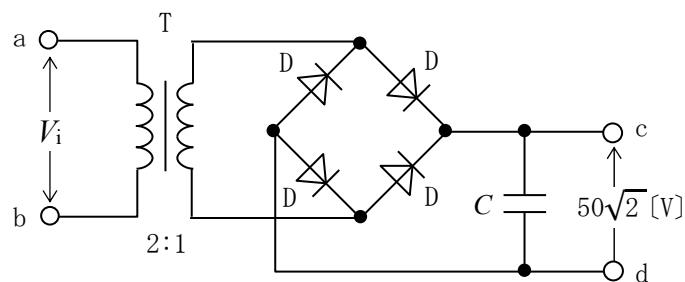
	A	B	C
1	熱雑音	TB/k	大きい
2	熱雑音	TB/k	小さい
3	熱雑音	kTB	小さい
4	フリッカ雑音	kTB	小さい
5	フリッカ雑音	TB/k	大きい

A - 15 次の記述は、受信機の各種現象等について述べたものである。このうち FM 受信機のスレッシュホールドレベル(限界レベル)について述べているものを下の番号から選べ。

- 1 受信帯域外に 2 波以上の強力な妨害波が加わると、各々の周波数の和及び差を周波数とする信号が発生し、この信号が希望信号又は中間周波数と一致すると妨害を受ける現象が現れる。この現象の起こる妨害波の受信機入力レベルをいう。
- 2 受信機から副次的に発する電波が、他の無線設備の機能に支障を与えない限度レベルをいう。
- 3 受信帯域外に強大なレベルの妨害波が出現した場合、希望信号の出力レベルが低下する現象が現れる。この現象の起こる妨害波の受信機入力レベルをいう。
- 4 受信機の入力レベルを小さくしていくと、ある値から急激に出力の信号対雑音比(S/N)が低下する現象が現れる。このときの受信機入力レベルをいう。

A - 16 図に示す全波整流回路及びコンデンサ入力形平滑回路において、端子 ab 間に交流電圧 V_i を加えたとき、端子 cd 間に現れる無負荷電圧の値が $50\sqrt{2}$ [V] であった。 V_i の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D 及び変成器(変圧器) T は理想的に動作するものとし、T の 1 次側と 2 次側の巻数比は 2:1 とする。

- 1 100 [V]
- 2 $100\sqrt{2}$ [V]
- 3 200 [V]
- 4 $200\sqrt{2}$ [V]



D : ダイオード
C : コンデンサ [F]

A - 17 次の記述は、安定化電源回路に用いられるスイッチング・レギュレータに関し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witchング・レギュレータは、連続制御(線形制御)方式に比べ、電源回路の損失が小さくなる。
- 2 スwitchング・レギュレータは、出力制御用スイッチング素子の ON-OFF により、急峻な電圧又は電流の変化が起きるため、雑音が発生しやすい。
- 3 チョッパ方式及びインバータ方式は、スイッチング・レギュレータの制御方式である。
- 4 スwitchング・レギュレータは、連続制御(線形制御)方式に比べ、電源回路の小形・軽量化が図れる。
- 5 直流-直流のスイッチング・レギュレータでは、一般的に平滑回路が不要である。

A - 18 次の記述は、リチウムイオン蓄電池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。

	A	B	C
(1) リチウムイオン蓄電池の一般的な構造は、負極にリチウムイオンを吸蔵・放出できる □ A を用い、正極にコバルト酸リチウム、電解液として非水系有機電解液を用いている。	1 炭素質材料	1.2	不要
(2) 端子電圧は、通常、単セルあたり □ B [V] 程度である。	2 炭素質材料	3.6	必要
(3) 充電器には過充電制御回路が □ C である。	3 金属リチウム	3.6	不要
	4 金属リチウム	3.6	必要
	5 金属リチウム	1.2	不要

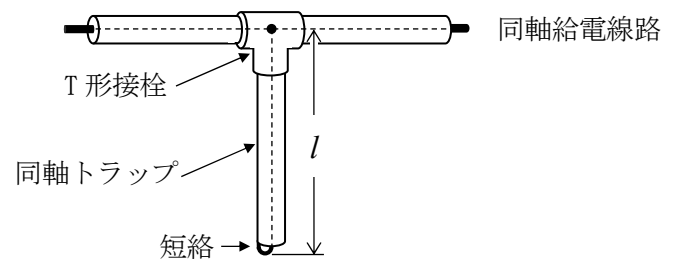
A - 19 次の記述は、垂直ループアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、ループの大きさは使用周波数の波長に比べて十分小さいものとする。

- 1 水平面内の指向性は 8 字形であり、受信アンテナとして用いるときは、ループ面を電波の到来方向と平行にすると誘起電圧は最大となる。
- 2 垂直アンテナと組み合わせることにより、カージオイド形の水平面内指向性が得られる。
- 3 誘起電圧の最大値は、ループ(コイル)の巻数に比例する。
- 4 実効高は、ループの面積、使用する電波の波長及び巻数に比例する。
- 5 中波(MF)帯等において他局からの混信妨害を軽減するため、受信用のアンテナとして用いられることがある。

A - 20 次の記述は、同軸給電線路に取り付けた同軸トラップ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、T 形接栓の内部においては、同軸給電線路と同軸トラップの内部導体同士及び外部導体同士がそれぞれ接続されているものとし、同軸給電線路と同軸トラップの特性インピーダンスの値は同一とする。

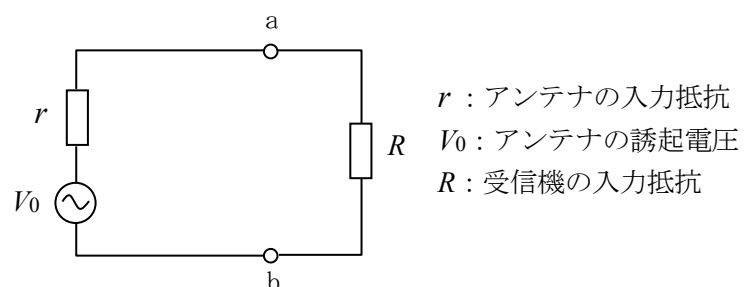
図に示す同軸トラップの終端の短絡部までの長さ l を、同軸線路上の波長の □ A にすると、基本波に対して同軸トラップの入力インピーダンスが □ B [Ω] となる。一方、第 2 高調波に対しては、入力インピーダンスが □ C [Ω] となり、第 2 高調波を除去 □ D 。

	A	B	C	D
1	1/4	0	0	できる
2	1/4	∞	0	できる
3	1/4	∞	∞	できない
4	1/2	∞	0	できない
5	1/2	0	∞	できない



A - 21 周波数が 7 [MHz]、電界強度が 30 [mV/m] の電波を半波長ダイポールアンテナで受信したとき、図の等価回路に示すようにアンテナに接続された受信機の入力端子 a-b 間の電圧として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ等の損失はないものとし、アンテナと受信機入力回路は整合しているものとする。また、アンテナの最大指向方向は、到来電波の方向に向けられているものとする。

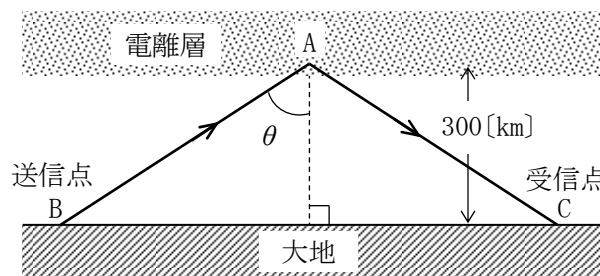
- 1 25 [mV]
- 2 50 [mV]
- 3 100 [mV]
- 4 150 [mV]
- 5 200 [mV]



A - 22 図に示すように、送受信点 BC 間の F 層 1 回反射の伝搬において、最高使用可能周波数(MUF)が 24 [MHz]、臨界周波数が 12 [MHz] であるとき、24 [MHz] に対する跳躍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、F 層の反射点 A の見掛けの高度は 300 [km] であり、電離層は水平な大地に平行な平面であるものとする。また、MUF を f_m [MHz]、臨界周波数を f_c [MHz] とし、 θ を電離層への入射角とすれば、 f_m は、次式で与えられるものとする。

$$f_m = f_c \sec \theta$$

- 1 1,260 [km]
- 2 1,040 [km]
- 3 810 [km]
- 4 630 [km]
- 5 520 [km]



A - 23 次の記述は、超短波 (VHF) 帯電波の散乱現象等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) 電波の散乱は、物体によるものだけに限らず、大気中の □ A □ にむらがある場合にも生じ、対流圏散乱通信はこの現象を利用するものである。
- (2) 対流圏散乱による伝搬は、自由空間伝搬に比べると伝搬損失が □ B □、フェージングが □ C □ という特徴がある。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|-----|
| 1 | 透磁率 | 大きく | 緩やか |
| 2 | 透磁率 | 小さく | 激しい |
| 3 | 誘電率 | 大きく | 激しい |
| 4 | 誘電率 | 小さく | 緩やか |

A - 24 同軸給電線とアンテナの接続部において、通過形電力計で測定した進行波電力が 900 [W]、定在波比 (SWR) が 2.0 であるとき、接続部における反射波電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 100 [W]
- 2 125 [W]
- 3 133 [W]
- 4 142 [W]
- 5 150 [W]

A - 25 次に掲げる無線通信用の測定器材等のうち、5.6 [GHz] 帯の周波数での測定に通常用いられないものを下の番号から選べ。

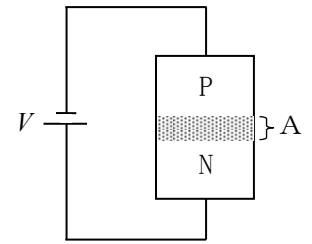
- 1 方向性結合器
- 2 スペクトルアナライザ
- 3 CM 形電力計
- 4 セミリジッド同軸ケーブル
- 5 ネットワークアナライザ

B - 1 次の記述は、各種の電気現象等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 磁性体に力を加えると、ひずみによってその磁化の強さが変化し、逆に磁性体の磁化の強さが変化すると、ひずみが現れる。この現象を総称して磁気ひずみ現象という。
- イ 2 種の金属の温度を一定に保ち、接合部を通して電流を流すと、接合部でジュール熱以外の熱の発生又は吸収が起こる。この現象をゼーベック効果という。
- ウ 電流の流れている半導体に、電流と直角に磁界を加えると、両者に直角の方向に起電力が現れる。この現象をトムソン効果という。
- エ 結晶体に圧力や張力を加えると、結晶体の両面に正負の電荷が現れる。この現象を圧電効果という。
- オ 高周波電流が導線を通れる場合、表面近くに密集して流れる。この現象を表皮効果という。

B - 2 次の記述は、可変容量ダイオードの動作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。

- (1) 可変容量ダイオードは、図に示すように、PN接合ダイオードと同じ内部構造であり、このPN接合面付近では、多数キャリアが互いに他の領域に移動する。このため、PN接合面付近にはキャリアの□ア層Aが生ずる。Aを□イという。
- (2) Aを挟んで、P形半導体中には□ウの電荷、N形半導体中にはその逆の電荷が蓄えられるので、PN接合ダイオードは静電容量として働く。
- (3) PN接合に逆方向電圧 V [V]を加えるとAの幅は、 V が大きいほど広がるので、静電容量は V が大きくなると□エなる。
- (4) 可変容量ダイオードは、□オとも呼ばれている。



- | | | | | |
|--------|---------|-------|-------|-------------|
| 1 負(-) | 2 存在しない | 3 大きく | 4 空乏層 | 5 バラクタダイオード |
| 6 正(+) | 7 充満した | 8 小さく | 9 導電層 | 10 ガンダイオード |

B - 3 次の記述は、DSB(A3E)受信機のAGC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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

AGC回路では、□ア出力から□イ電圧を取り出し、この電圧を□ウなどに加える。入力信号が□エ場合には、この電圧が大きくなって□ウなどの増幅度を低下させ、また、入力信号が□オ場合には、増幅度があまり減少しないように自動的に増幅度を制御する。

- | | | | | |
|------|-----------|-------|---------|-------|
| 1 弱い | 2 中間周波増幅器 | 3 BFO | 4 電力増幅器 | 5 直流 |
| 6 強い | 7 周波数混合器 | 8 検波器 | 9 局部発振器 | 10 交流 |

B - 4 次の記述は、短波(HF)帯の電波伝搬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。

デリンジャ現象は、受信電界強度が突然□アなり、この状態が短いもので数分、長いもので□イ続く現象であり、電波伝搬路に□ウ部分がある場合に発生する。また、受信電界強度がデリンジャ現象のように突然変化するのではなく、徐々に低下し、このような状態が数日続くじょう乱現象を□エという。これらの発生原因は□オに起因している。

- | | | | | |
|--------------|-------|------|--------|-------|
| 1 K形フェージング | 2 数時間 | 3 夜間 | 4 太陽活動 | 5 低く |
| 6 磁気(電離層)あらし | 7 数カ月 | 8 日照 | 9 潮の干満 | 10 高く |

B - 5 次の記述は、一般的なアナログ方式のオシロスコープ及びスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザ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) スペクトルアナライザは、信号に含まれる□アを観測できる。
- (2) オシロスコープは、信号の□イを観測できる。
- (3) オシロスコープの表示器の横軸は時間軸を、また、スペクトルアナライザの表示器の□ウは周波数軸を表す。
- (4) スペクトルアナライザは分解能帯域幅を所定の範囲で変えることが□エ。
- (5) レベル測定に用いた場合、感度が高く、より弱い信号レベルの測定ができるのは、□オである。

- | | | | | |
|--------------|------|--------|---------|---------------|
| 1 周波数成分ごとの振幅 | 2 縦軸 | 3 できない | 4 波形 | 5 オシロスコープ |
| 6 周波数成分ごとの位相 | 7 横軸 | 8 できる | 9 符号誤り率 | 10 スペクトルアナライザ |