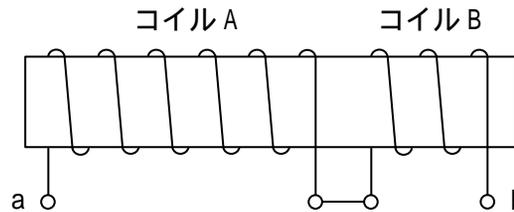


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

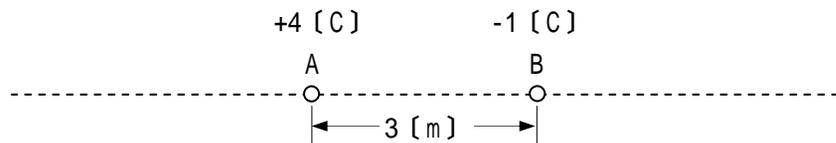
A - 1 図に示す回路において、コイル A の自己インダクタンスが 8 [mH] 及びコイル B の自己インダクタンスが 2 [mH] であるとき、端子 ab 間の合成インダクタンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直列に接続されているコイル A 及びコイル B の間の結合係数を 0.6 とする。

- 1 5.2 [mH]
- 2 7.6 [mH]
- 3 10.0 [mH]
- 4 14.8 [mH]
- 5 18.0 [mH]



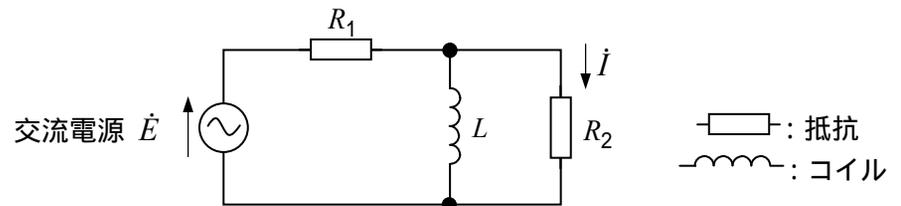
A - 2 図に示すように、直線上の点 A 及び点 B にそれぞれ +4 [C] 及び -1 [C] の点電荷が置かれている。電界の強さが零になる点の位置は、直線上のどこか。正しいものを下の番号から選べ。ただし、点 AB 間の距離は 3 [m] とする。

- 1 点 A から左に 3 [m]
- 2 点 A から左に 1 [m]
- 3 点 A から右に 1 [m]
- 4 点 B から右に 1 [m]
- 5 点 B から右に 3 [m]



A - 3 図に示す回路において、交流電源電圧 \dot{E} が 100 [V]、抵抗 R_1 が 10 [Ω]、抵抗 R_2 が 10 [Ω] 及びコイル L のリアクタンスが 10 [Ω] であるとき、 R_2 を流れる電流 \dot{I} の値として、正しいものを下の番号から選べ。

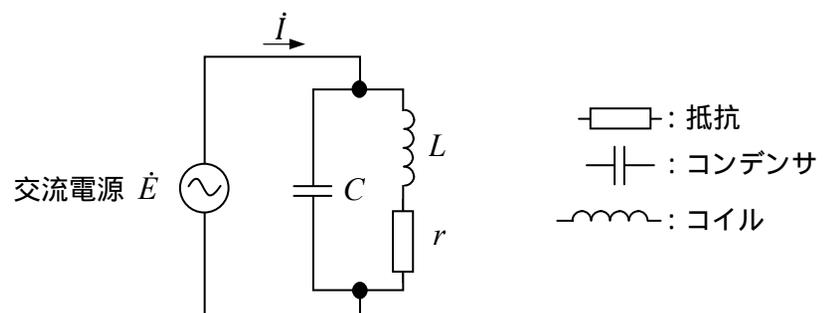
- 1 $4 + j 2$ [A]
- 2 $4 - j 2$ [A]
- 3 $5 + j 4$ [A]
- 4 $8 + j 4$ [A]
- 5 $8 - j 4$ [A]



A - 4 次の記述は、図に示す並列共振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。ただし、 r はコイル L の抵抗であり、コイルのリアクタンスに比べて十分小さいものとする。

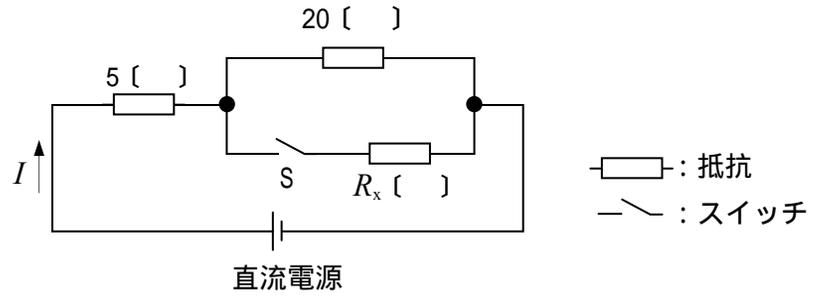
- (1) コンデンサ C を流れる電流の大きさがコイル L を流れる電流の大きさより大きいとき、回路全体を流れる電流 \dot{I} の位相は、電源の電圧 \dot{E} より □ A □ 。
- (2) 回路が電源の周波数に共振したとき、回路全体を流れる電流 \dot{I} は、□ B □ となる。
- (3) C のリアクタンスの大きさが L のリアクタンスの大きさより大きいとき、回路は □ C □ となる。

- | | | |
|-------|----|-----|
| A | B | C |
| 1 遅れる | 最小 | 容量性 |
| 2 遅れる | 最大 | 誘導性 |
| 3 進む | 最小 | 誘導性 |
| 4 進む | 最大 | 容量性 |
| 5 進む | 最小 | 容量性 |



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 $3I$ [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 4 []
- 2 6 []
- 3 8 []
- 4 10 []
- 5 12 []



A - 6 次の記述は、発光ダイオード(LED)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 LED の基本的な構造は、PN 接合の構造を持ったダイオードである。
- 2 光信号を電気信号に変換する特性を利用する半導体素子である。
- 3 LED を使用するときの電圧及び電流は、最大定格より低い値にする。
- 4 順方向電圧を加えて、順方向電流を流したときに発光する。
- 5 白熱電球と比べると、信頼性が高く寿命が長い。

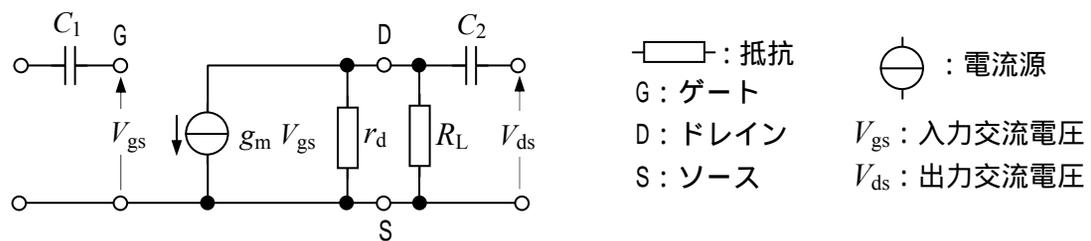
A - 7 次の記述は、サーミスタについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

サーミスタは、マンガン、ニッケル、コバルト、チタン酸バリウムなどの酸化物を混合して焼結したもので、温度が変化すると □ A □ が変化し、その変化率は金属に比べて非常に □ B □ 。この性質を利用して □ C □ センサーや回路の温度特性の補償素子などに用いられている。

	A	B	C
1	抵抗率	大きい	湿度
2	抵抗率	小さい	湿度
3	抵抗率	大きい	温度
4	誘電率	小さい	温度
5	誘電率	大きい	湿度

A - 8 図に示す電界効果トランジスタ(FET)増幅器の等価回路において、相互コンダクタンス g_m が 8 [mS]、ドレイン抵抗 r_d が 18 [k]、負荷抵抗 R_L が 6 [k] 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、正し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、増幅する周波数において十分小さいものとする。

- 1 18
- 2 36
- 3 48
- 4 60
- 5 120



A - 9 図に示す並列（電圧）帰還直列注入形の負帰還増幅回路において、負帰還をかけない状態から負帰還をかけた状態に変えると、この回路の入力インピーダンス Z_i 及び出力インピーダンス Z_o の値はそれぞれどのように変化するか。 Z_i と Z_o の値の変化の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

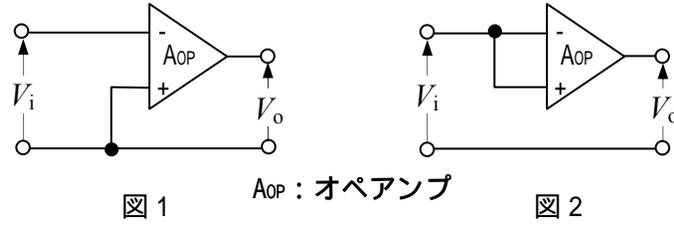
Z_i	Z_o
1 減少する	減少する
2 減少する	増加する
3 増加する	減少する
4 増加する	増加する



A - 10 次の記述は、電圧増幅度が A の演算増幅器（オペアンプ）の基本的な入出力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、入力電圧 V_i はオペアンプがひずみ無く増幅する範囲にあるものとする。

- (1) 図1に示すように V_i [V] を「-」端子に加えたとき、出力電圧 V_o は大きさが V_i の A 倍で、位相が V_i と □ A □ となる。
 (2) 図2に示すように V_i [V] を「+」端子と「-」端子に共通に加えたとき、出力電圧 V_o の大きさはほぼ □ B □ である。

	A	B
1	逆位相	0 [V]
2	逆位相	$V_i A$ [V]
3	同位相	0 [V]
4	同位相	$V_i A$ [V]



A - 11 SSB (J3E) 送信機の ALC 回路の働きについての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 音声入力レベルが高いとき、搬送波を除去する。
- 2 音声入力レベルが高い部分でひずみが発生しないように、増幅器の利得を制御する。
- 3 音声入力がないとき、音声増幅器の働きを止める。
- 4 音声の高音部と低音部を強調する。
- 5 音声の低音部を強調する。

A - 12 次の記述は、トランジスタを用いる周波数逡倍器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の正しい組合せを下の番号から選べ。

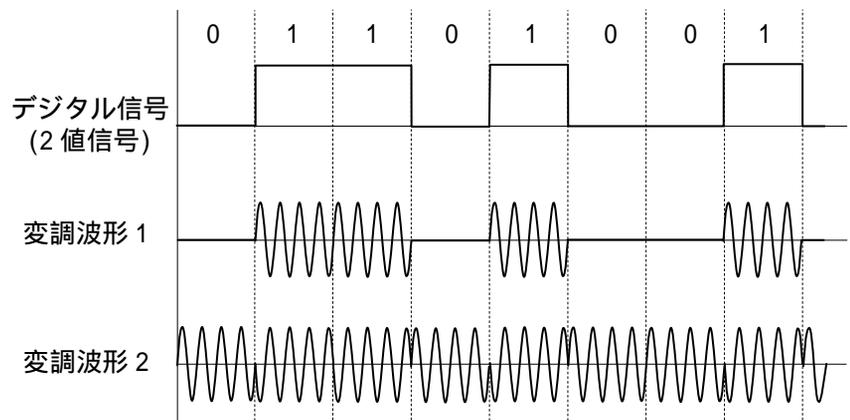
エミッタ接地増幅器を、ベース - エミッタ間電圧対コレクタ電流特性曲線のコレクタ電流の遮断点より更に深いバイアス電圧を加え、□ A □ 増幅として動作させると、コレクタ電流の波形のひずみが □ B □ なり、コレクタ同調回路を入力周波数の □ C □ の一つに同調させて、必要な周波数を取り出すことができる。

	A	B	C
1	A 級	大きく	低調波
2	A 級	小さく	高調波
3	C 級	大きく	低調波
4	C 級	大きく	高調波
5	C 級	小さく	低調波

A - 13 次の記述は、単一正弦波の搬送波をデジタル信号で変調したときの原理的な変調波形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、デジタル信号は「1」又は「0」の2値で表されるものとする。

- (1) 図に示す変調波形 1 は □ A □ の一例である。
 (2) 図に示す変調波形 2 は □ B □ の一例である。

	A	B
1	PSK	FSK
2	PSK	ASK
3	FSK	PSK
4	ASK	FSK
5	ASK	PSK



概念図

A - 14 電波障害対策として、高調波発射を防止するため送信側に用いるフィルタについての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 高域フィルタ (HPF) を用いるときは、その遮断周波数を基本波の周波数より高く、高調波の周波数より低くする。
- 2 送信機で発生する第2又は第3高調波等の特定の高調波の発射を防止するためのフィルタには、高域フィルタ (HPF) を用いる。
- 3 フィルタの減衰量は、基本波に対してはなるべく小さく、高調波に対しては十分大きなものとする。
- 4 高調波トラップを用いるときは、その中心周波数を基本波の周波数に正しく同調させる。

A - 15 次の記述は、FM(F3E)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 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。
- 2 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。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 AM(A3E)受信機と比べたとき、中間周波増幅器の帯域幅が広い。

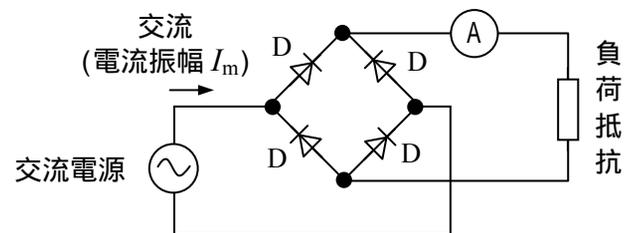
A - 16 受信機における信号対雑音比 (S/N) についての記述として、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 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、受信機出力の信号対雑音比 (S/N) は劣化する。
- 2 初段の利得が大きければ、受信機の雑音指数は初段の雑音指数でほぼきまるので、初段の増幅器に低雑音の高周波増幅器を用いるのが望ましい。
- 3 受信機の雑音指数が大きいほど、受信機出力における信号対雑音比 (S/N) が劣化する。
- 4 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信号対雑音比 (S/N) を改善することができる。

A - 17 次の記述は、図に示す整流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。ただし、ダイオードの順方向抵抗の値は零、逆方向抵抗の値は無量大とする。

- (1) この整流回路は、交流を4個のダイオードDで整流する単相の □ A □ 整流回路(ブリッジ形)である。
- (2) 交流電源を流れる電流について、その振幅(電流の最大値)を I_m [A] とすると、実効値は $I_m / \sqrt{2}$ [A]、平均値は □ B □ [A] であり、波形率は約 1.11 となる。
- (3) 図中の直流電流計 A は永久磁石可動コイル形電流計であり、その指示値が 1 [mA] であるとき、 I_m の値は約 □ C □ [mA] である。

A	B	C
1 倍電圧	I_m	1.11
2 倍電圧	$2I_m$	1.57
3 全波	$2I_m$	0.64
4 全波	I_m	1.11
5 全波	$2I_m$	1.57



A - 18 次の記述は、スイッチング電源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。

- (1) 代表的な方式は、出力電圧を基準電圧と比較して、その誤差信号に応じてスイッチングのオン、オフの □ A □ を制御することにより、平均出力の定電圧制御を行う。
- (2) スwitching電源回路は、三端子レギュレータ等を用いた連続制御(線形制御)形電源回路と比べ、効率が □ B □ 。また、原理的に雑音が □ C □ 。

A	B	C
1 時間	悪い	出にくい
2 時間	良い	出にくい
3 時間	良い	出やすい
4 振幅	悪い	出やすい
5 振幅	良い	出にくい

A - 19 次の記述は、半波長ダイポールアンテナ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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を [m] とする。

半波長ダイポールアンテナにおいて、中央部分から給電したときの放射抵抗は約 □A□ [Ω]、実効長は □B□ [m] であり、アンテナ利得を □C□ で表すと約 2.15 [dB] である。

	A	B	C
1	50	—	相対利得
2	50	$\frac{1}{2}$	絶対利得
3	73	—	絶対利得
4	73	$\frac{1}{2}$	相対利得
5	73	—	相対利得

A - 20 半波長ダイポールアンテナに 20 [W] の電力を加え、また、八木アンテナ (八木・宇田アンテナ) に 4 [W] の電力を加えたとき、両アンテナの最大放射方向の同一距離の地点で、それぞれのアンテナから放射される電波の電界強度が等しくなった。このとき八木アンテナの相対利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とし、整合損失や給電線損失などの損失は、無視できるものとする。

- 1 3 [dB] 2 5 [dB] 3 6 [dB] 4 7 [dB] 5 9 [dB]

A - 21 1/4 波長垂直地アンテナからの放射電力が 144 [W] であった。このときのアンテナへの入力電流の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、熱損失となるアンテナ導体の抵抗分は無視するものとする。

- 1 1 [A] 2 2 [A] 3 3 [A] 4 5 [A] 5 9 [A]

A - 22 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 を超え 30MHz 以下	$824 / f$	$2.18 / f$	—	6
30MHz を超え 300MHz 以下	27.5	0.0728	0.2	
300MHz を超え 1.5GHz 以下	$1.585 \sqrt{f}$	$\sqrt{f} / 237.8$	$f / 1500$	
1.5GHz を超え 300GHz 以下	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。

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

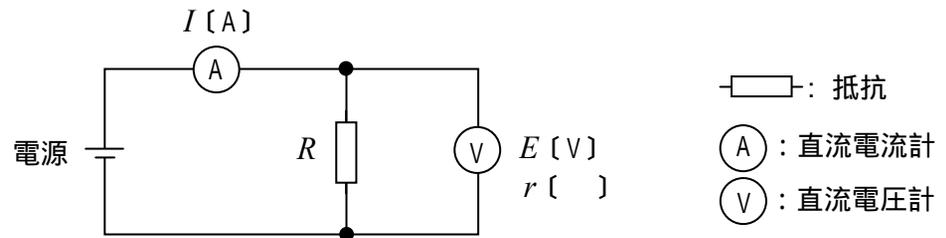
	A	B
1	$\frac{PG}{40\pi R^2}$	E
2	$\frac{PG}{40\pi R^2}$	E^2
3	$\frac{PG^2}{40\pi R}$	E
4	$\frac{PG^2}{40\pi R}$	E^2

A - 23 次の記述は、超短波(VHF)帯以上の電波における山岳回折による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。ただし、山岳は波長に比べて十分高く、その頂部が送信点及び受信点から見通せるものとする。また、大地は球面大地とする。

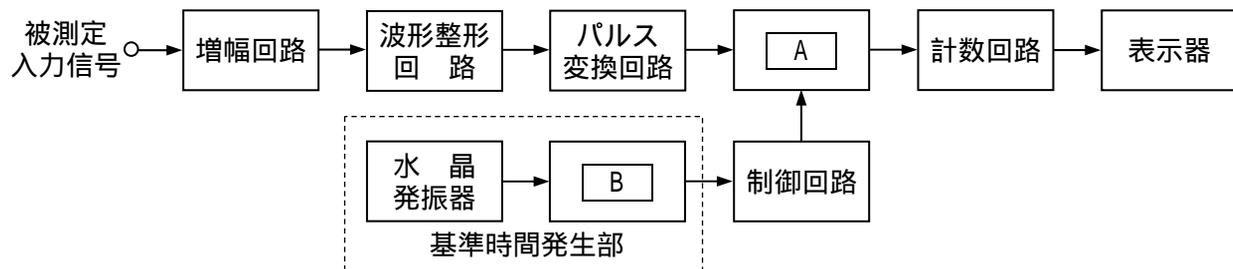
- 1 一般に、送信点と受信点の間に電波の通路をさえぎる山が複数ある場合の回折損は、孤立した一つの山がある場合よりも小さくなるので、電波の減衰が少ない。
- 2 山岳利得(山岳回折利得)は、山岳回折による伝搬によって受信される電波の電界強度が、山岳がない場合に受信される電波の電界強度に比べてどれだけ高くなるかを表す。
- 3 見通し外伝搬において、送信点と受信点の間にある山岳によって回折されて伝搬する電波の電界強度は、山岳がないときより高くなる場合がある。
- 4 見通し外伝搬において、山岳がない場合の球面大地による回折損は、一般に、送信点と受信点の間に山岳がある場合の回折損よりも大きい。

A - 24 図に示す測定回路において、電流計の指示値が I [A]、電圧計の指示値が E [V] であった。抵抗 R の消費電力 P [W] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電圧計の内部抵抗を r [] とする。

- 1 $P = EI - I^2 r$
- 2 $P = EI + I^2 r$
- 3 $P = EI + I^2 r - E^2 / r$
- 4 $P = EI - E^2 / r$
- 5 $P = EI + E^2 / r$



A - 25 次の記述は、図に示す構成の計数式周波数計(周波数カウンタ)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) 被測定入力信号は、同一の繰り返し周期のパルス列に変換され、一定時間だけ開いた □ A を通過するパルスが計数回路で数えられ、周波数として表示される。 | A | B | C |
| (2) 水晶発振器と □ B による基準時間発生部で正確な T [s] 周期でパルスが作られ、制御回路への入力となる。 T が 1 [s] のときは、計数回路でのカウント数がそのまま周波数 [Hz] の表示となる。 | 1 トリガ回路 | 平衡変調回路 | ±1 カウント |
| (3) 測定誤差としては、水晶発振器の確度による誤差のほか、制御回路の出力信号と通過パルスの時間的位置関係から生ずる □ C 誤差などがある。 | 2 トリガ回路 | 分周回路 | トリガ |
| | 3 ゲート回路 | 平衡変調回路 | トリガ |
| | 4 ゲート回路 | 分周回路 | トリガ |
| | 5 ゲート回路 | 分周回路 | ±1 カウント |

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圧電効果という。
- イ 2種の金属線の両端を接合して閉回路をつくり、二つの接合点に温度差を与えると、起電力が発生して電流が流れる。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。この現象をホール効果という。
- 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。この現象をペルチェ効果という。
- オ 高周波電流が導体を流れる場合、表面近くを避けて中心部に密集して流れる。この現象を表皮効果という。

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

B - 3 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機における映像周波数妨害の発生原理とその対策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) 局部発振周波数 f_L が受信周波数 f_R よりも中間周波数 f_i だけ高い場合は、□ア □ $=f_i$ となる。一方、 f_L より更に f_i だけ高い周波数 f_U の到来電波は、□イ □ の出力において、□ウ □ $=f_i$ の関係が生じて同じ中間周波数 f_i ができ、映像周波数の関係となって、希望波の受信への妨害となる。
- (2) 局部発振周波数 f_L が受信周波数 f_R よりも中間周波数 f_i だけ低い場合、映像周波数妨害を生ずるのは、周波数 $f_U =$ □エ □ のときである。
- (3) 映像周波数妨害を軽減するためには、中間周波数を高く選び、□オ □ の選択度を向上させるなどの対策が有効である。

- | | | | | |
|---------------|----------|---------------|---------------|----------|
| 1 $f_R - f_L$ | 2 検波器 | 3 $f_L - f_i$ | 4 $f_L - f_U$ | 5 高周波増幅器 |
| 6 $f_L - f_R$ | 7 周波数変換器 | 8 $f_L + f_i$ | 9 $f_U - f_L$ | 10 局部発振器 |

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

B - 5 次の記述は、CM形電力計による電力の測定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。

CM形電力計は、送信機と □ア □ 又はアンテナとの間に挿入して電力の測定を行うもので、容量結合と □イ □ を利用し、給電線の電流及び電圧に □ウ □ する成分の和と差から、進行波電力と □エ □ 電力を測定することができるため、負荷の消費電力のほかに負荷の □オ □ 状態を知ることができる。CM形電力計は、取扱いが容易なことから広く用いられている。

- | | | | | |
|--------|------|--------|-------|--------|
| 1 受信機 | 2 整合 | 3 抵抗結合 | 4 比例 | 5 高調波 |
| 6 擬似負荷 | 7 能率 | 8 誘導結合 | 9 反比例 | 10 反射波 |