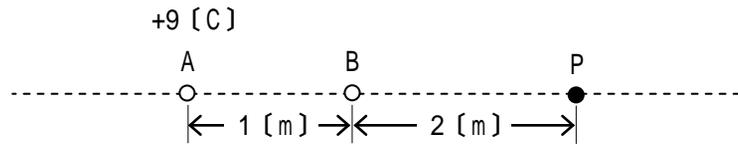


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

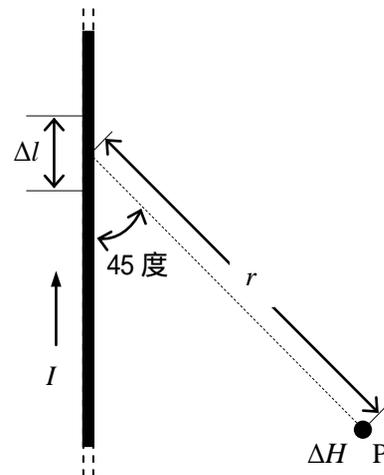
A - 1 図に示すように、点A及びBに電荷が置かれ、電界の強さが零になる点Pの位置が点AとBを結ぶ直線上で、Bの右2[m]であるとき、点Bの電荷の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、点Aの電荷は+9[C]、AB間の距離は1[m]とする。

- 1 4 [C]
- 2 6 [C]
- 3 -2 [C]
- 4 -4 [C]
- 5 -6 [C]



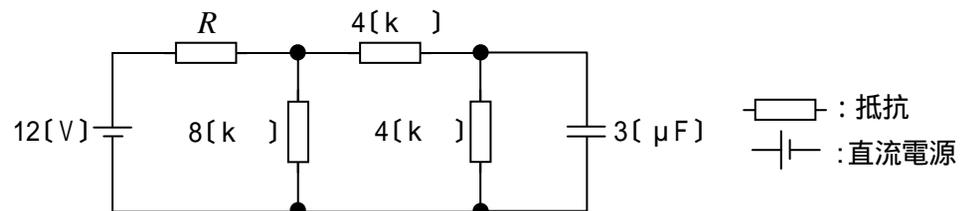
A - 2 図に示すように、直流電流 I [A] が流れている直線導線の微小部分 Δl [m] から45度の方向で r [m] の距離にある点Pに、 Δl によって生ずる磁界の強さ ΔH [A/m] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $\Delta H = \frac{\sqrt{2}I\Delta l}{4\pi r^2}$
- 2 $\Delta H = \frac{I\Delta l}{4\sqrt{2}\pi r^2}$
- 3 $\Delta H = \frac{I\Delta l}{4\sqrt{2}\pi r}$
- 4 $\Delta H = \frac{\sqrt{2}I\Delta l}{2\pi r^2}$
- 5 $\Delta H = \frac{I\Delta l}{2\sqrt{2}\pi r^2}$



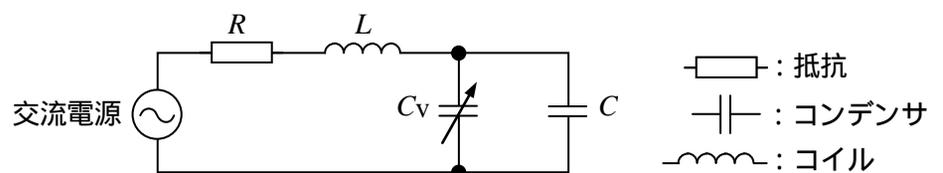
A - 3 図に示す回路において、静電容量が3[μF]のコンデンサに蓄えられた電荷が6[μC]であるとき、抵抗Rの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は定常状態にあるものとする。

- 1 4 [k]
- 2 6 [k]
- 3 8 [k]
- 4 10 [k]
- 5 12 [k]



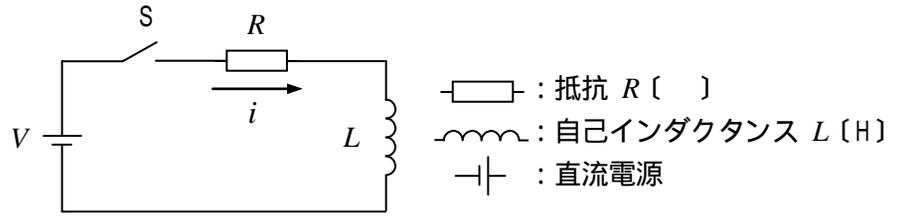
A - 4 図に示すRLC直列回路において、回路を7.1[MHz]の周波数に共振させたときの、可変コンデンサ C_v の静電容量及び回路の鋭度(Q)の最も近い値の組合せを下の番号から選べ。ただし、抵抗Rは4[]、コイルLの自己インダクタンスは1[μH]、コンデンサCの静電容量は200[pF]とする。また、 $7.1^2 = 50$ 、 $2^2 = 10$ とする。

- | | C_v | Q |
|---|----------|----|
| 1 | 200 [pF] | 11 |
| 2 | 300 [pF] | 11 |
| 3 | 300 [pF] | 22 |
| 4 | 600 [pF] | 22 |
| 5 | 600 [pF] | 33 |

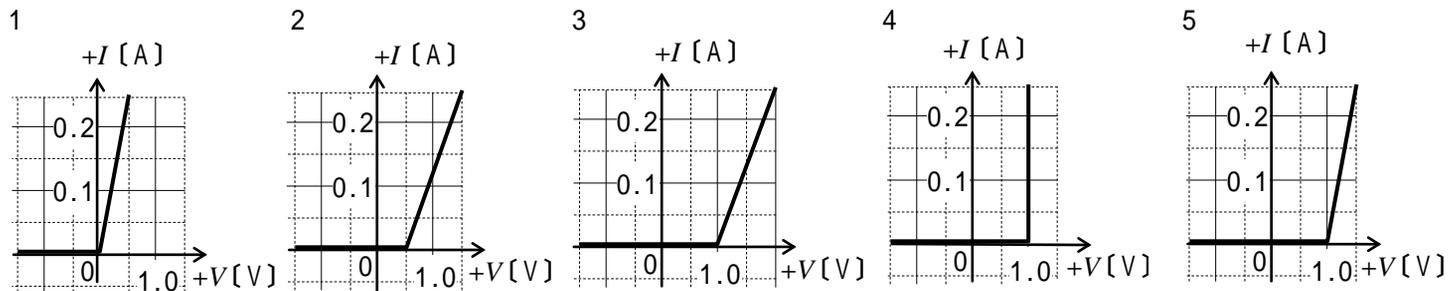
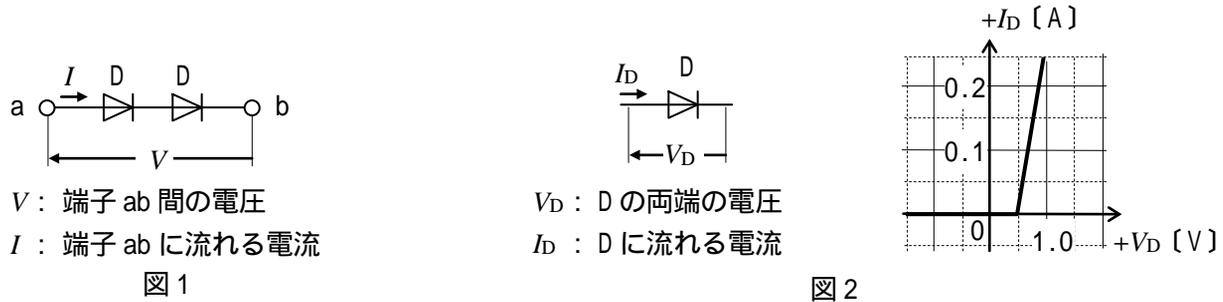


A - 5 図に示す回路において、スイッチ S を接(ON)にして直流電源 V [V] を加えたとき、 t [s] 後の回路に流れる電流 i [A] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 e は自然対数の底とする。

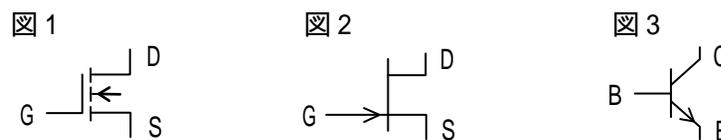
- 1 $i = \frac{V}{R} \left(1 - e^{-\frac{L}{R}t}\right)$
- 2 $i = \frac{V}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$
- 3 $i = \frac{V}{R} \left(1 - e^{-\frac{1}{LR}t}\right)$
- 4 $i = \frac{V}{R} \left(1 - e^{-LRT}\right)$



A - 6 図1に示すように、電気的特性が同一のダイオード D を2個直列に接続したときの電圧電流特性 ($V - I$ 特性) を表すグラフとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、1個の D の電圧電流特性 ($V_D - I_D$ 特性) を図2とする。



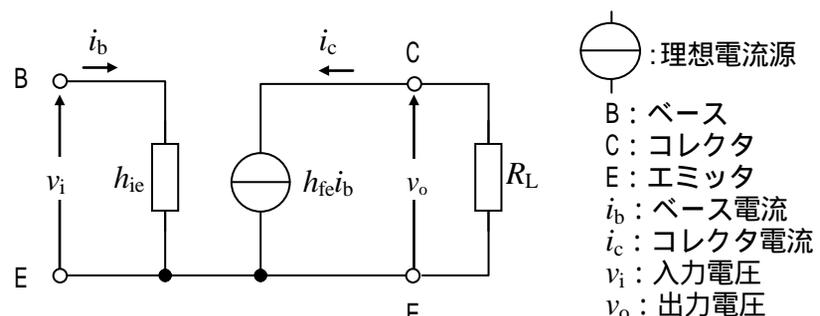
A - 7 次の記述は、図1~3の図記号に示すトランジスタについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。



- 1 図1は、MOS形FETのNチャネルエンハンスメント形である。
- 2 図1はユニポーラ形のトランジスタ、図3はバイポーラ形のトランジスタである。
- 3 図1のトランジスタをソース接地増幅器、図3のトランジスタをエミッタ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。
- 4 図2は、接合形FETのNチャネル形である。
- 5 図3は、NPN形トランジスタである。

A - 8 図に示すエミッタ接地トランジスタ増幅回路の簡易等価回路において、入力インピーダンスが h_{ie} [ohm]、電流増幅率が h_{fe} 、負荷抵抗が R_L [ohm] のとき、この回路の電力増幅度 A を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

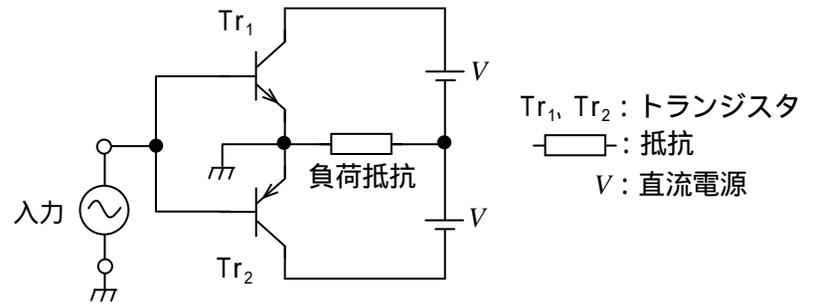
- 1 $A = h_{fe}^2 R_L / h_{ie}$
- 2 $A = h_{fe} R_L / h_{ie}$
- 3 $A = h_{fe}^2 / h_{ie}$
- 4 $A = h_{fe} R_L$
- 5 $A = h_{fe}$



A - 9 次の記述は、図に示す低周波電力増幅回路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) この回路のように、出力トランスを使わないですむように工夫されたプッシュプル回路は、OTL プッシュプル回路又は □ A □ 回路とも呼ばれる。特に図の回路は、特性のそろった NPN 形と PNP 形のトランジスタが用いられているため、□ B □ 回路とも呼ばれる。
- (2) この回路を B 級で動作させるときは、トランジスタの入力特性の非線形による □ C □ ひずみを除去するために、実際の回路では、二つのトランジスタをそれぞれ順方向にバイアスして、無信号状態においてわずかにバイアス電流が流れるようにしている。

A	B	C
1 SEPP	ダーリントン	第二高調波
2 SEPP	コンプリメンタリ	クロスオーバー
3 DEPP	ダーリントン	第二高調波
4 DEPP	ダーリントン	クロスオーバー
5 DEPP	コンプリメンタリ	第二高調波



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、位相は V_i と □ A □ となる。
- (2) 図2に示すように V_i [V] を「+」端子に加えたとき、出力電圧 V_o の位相は V_i と □ B □ となる。
- (3) 図3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 □ C □ である。

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

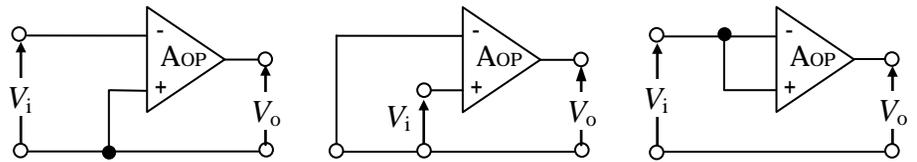


図1

図2

図3

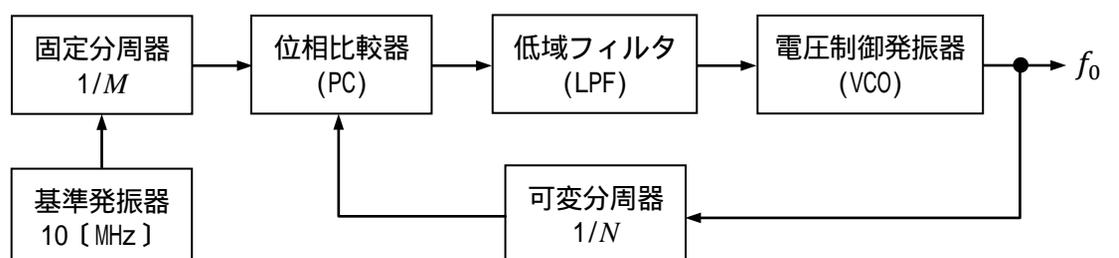
AOP : オペアンプ

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。

- 1 送信機では、送信電力のほぼ全てが一方の側波帯になるので電力効率が良い。
- 2 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。
- 3 搬送波が抑圧され、また、送信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 受信機入力における雑音電力は、DSB受信機入力の雑音電力に比べて約3 [dB] 小さい。
- 5 選択性フェージングの影響を受けやすい。

A - 12 図に示す位相同期ループ(PLL)回路を用いた周波数シンセサイザ発振器において、可変分周器の分周比(N)が100のときの出力周波数 f_0 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準発振器の出力周波数は10 [MHz] 及び固定分周器の分周比 (M) は25とし、PLLはロックしているものとする。

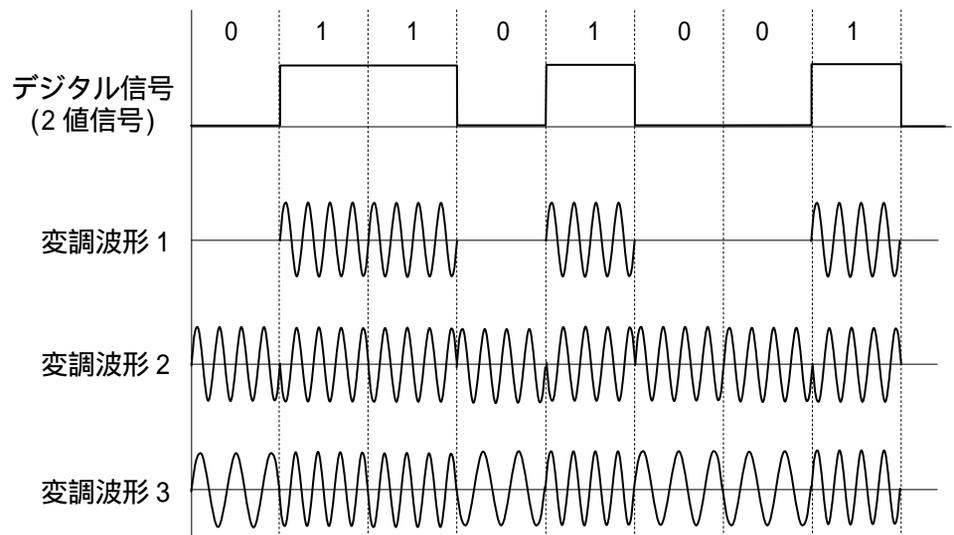
- 1 10 [MHz]
- 2 20 [MHz]
- 3 40 [MHz]
- 4 80 [MHz]
- 5 100 [MHz]



A - 13 次の記述は、図に示す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。

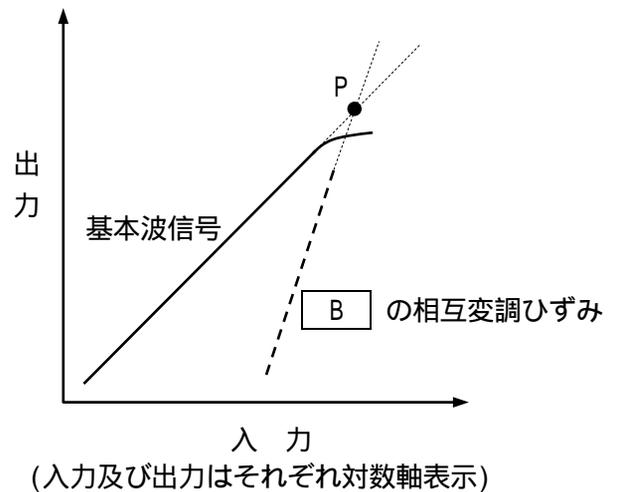
- (1) 変調波形 1 は A の一例である。
 (2) 変調波形 2 は B の一例である。
 (3) 変調波形 3 は C の一例である。

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



A - 14 次の記述は、受信機の高周波増幅回路に要求される条件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) 高周波増幅回路には、使用周波数帯域での電力利得が高いこと、発生する内部雑音が小さいこと、回路の A によって生ずる相互変調ひずみによる影響が少ないことなどが要求される。
 (2) また、高周波増幅回路において有害な影響を与える B の相互変調ひずみについては、回路に基本波信号のみを入力したときの入出力特性を測定し、次に基本波信号とそれぞれ周波数の異なる二信号を入力したときに生ずる B の相互変調ひずみの入出力特性を測定する。
 (3) (2)の測定から、図に示すようにそれぞれの直線部分を延長した線の交点P(インターセプトポイント)が求められ、この数値が C ほど、増幅回路がどのくらい大きな不要信号に耐えて使えるかの目安となる。



	A	B	C
1	非直線性	第3次	高い
2	非直線性	第2次	低い
3	直線性	第2次	高い
4	直線性	第3次	低い
5	直線性	第3次	高い

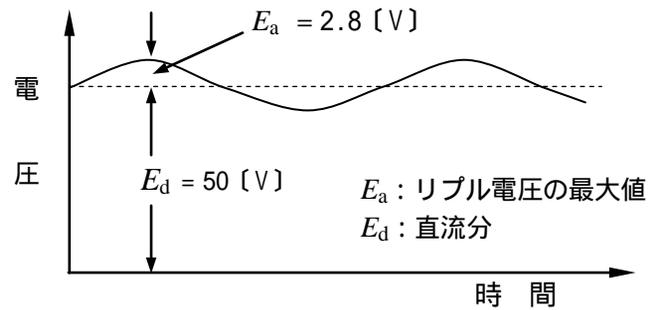
A - 15 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の中間周波増幅器について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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 選ぶほど広がる。
 (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。

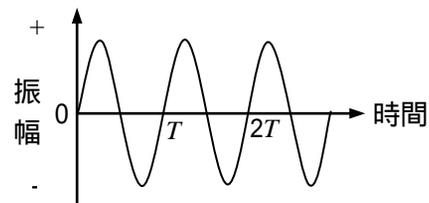
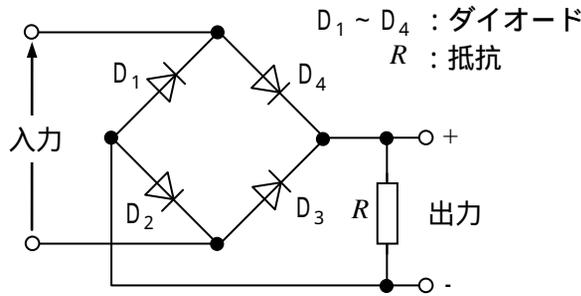
	A	B	C
1	高く	$Q = f_0 / B$	低く
2	高く	$Q = B / f_0$	低く
3	高く	$Q = f_0 / B$	高く
4	低く	$Q = B / f_0$	高く
5	低く	$Q = f_0 / B$	高く

A - 16 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 2 [%]
- 2 4 [%]
- 3 6 [%]
- 4 8 [%]
- 5 10 [%]



A - 17 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 D_1 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。



- 1
- 2
- 3
- 4

A - 18 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 垂直アンテナと組合せることにより、カーゴイド形の水平面内指向性が得られる。
- 3 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。
- 4 実効高は、ループの面積及び使用する周波数に比例し、巻数の二乗に比例する。
- 5 実効高が正確に計算できるので、電界強度の測定用アンテナとして使用される。

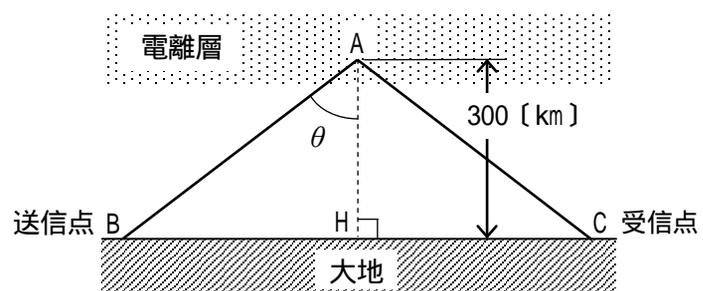
A - 19 アンテナの電圧反射係数が $0.224 + j0.2$ であるときの電圧定在波比(VSWR)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{5} = 2.24$ とする。

- 1 1.3
- 2 1.6
- 3 1.9
- 4 2.3
- 5 2.6

A - 20 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 15 [MHz] で、臨界周波数が 9 [MHz] であるとき、15 [MHz] に対する跳躍距離の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、F 層の反射点 A の見掛けの高さは 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。

$$f_m = f_c \sec \theta$$

- 1 500 [km]
- 2 600 [km]
- 3 800 [km]
- 4 900 [km]
- 5 1,000 [km]



A - 21 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、平衡形のアンテナと □ A □ 形の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 | balan |
| 2 | 平衡 | うず電流 | Q マッチング |
| 3 | 平衡 | 漏えい電流 | Q マッチング |
| 4 | 不平衡 | うず電流 | balan |
| 5 | 不平衡 | 漏えい電流 | balan |

A - 22 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 低域フィルタ (LPF) を用いるときは、その遮断周波数を基本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、基本波に対しては十分大きく、高調波に対してはなるべく小さなものとする。
- 4 高調波トラップを用いるときは、その中心周波数を高調波の周波数に正しく同調させる。

A - 23 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 √f	√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。

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

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。

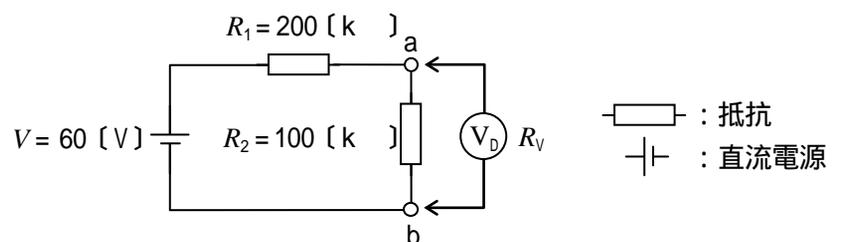
また、上記の S と電界強度 E [V/m] の相互換算をする場合には、次式を用いる。

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

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

A - 24 図に示す回路において、端子 ab 間の電圧を内部抵抗 R_v が 900 [k] の直流電圧計 V_D で測定したときの誤差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、誤差は、V_D の内部抵抗によってのみ生ずるものとし、また、直流電源の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 1.2 [V]
- 2 1.4 [V]
- 3 1.6 [V]
- 4 2.2 [V]
- 5 2.4 [V]



A - 25 次の記述は、一般的な CM 形電力計の動作原理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。

CM 形電力計は、送信機と疑似負荷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、誘導結合と □ A □ を利用し、給電線の電流及び電圧に □ B □ する成分の □ C □ から、進行波電力と反射波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整合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。

A	B	C
1 抵抗結合	比例	積と商
2 抵抗結合	反比例	和と差
3 容量結合	比例	和と差
4 容量結合	反比例	積と商

B - 1 次の記述は、磁界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) 磁界は、□ ア □ の働く空間をいい、□ イ □ と呼ばれる。
- (2) 磁界の中に +1 [Wb] の単位 □ ウ □ を置いたとき、これに作用する力の大きさが □ エ □ であれば、その点における磁界の強さの大きさは、1 [N/Wb] である。この単位には通常、[N/Wb] と等しい内容の [A/m] が用いられる。
- (3) 磁界の強さは、大きさと方向を持つ □ オ □ である。

1 1 [W]	2 磁力	3 正電荷	4 スカラ量	5 磁場
6 1 [N]	7 電気力線	8 正磁極	9 ベクトル量	10 電界

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

B - 3 次の記述は、受信機(A3E)の中間周波変成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。

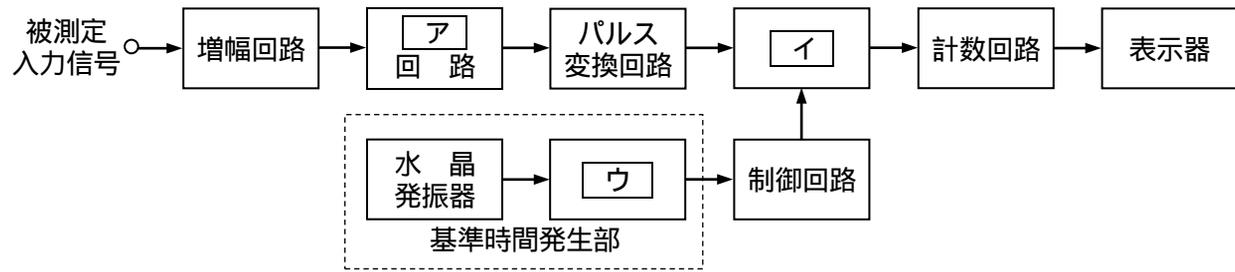
- (1) 通過帯域内の周波数特性は、できるだけ □ ア □ なことが望ましく、また、通過帯域外の両側の周波数特性における □ イ □ はできるだけ大きいことが望ましい。
- (2) 中間周波変成器には、一般に一次側及び二次側に同調回路を持つ □ ウ □ 形が用いられ、その周波数特性は □ エ □ 及び双峰特性に大きく分けることができる。双峰特性の中間周波変成器は、通過帯域幅を広くすることが比較的容易であり、□ オ □ を良くすることができる。ただし、必要以上に広くすると、混信を受ける原因となる。

1 複同調	2 単峰特性	3 増幅度	4 感度	5 平坦
6 単一同調	7 2乗特性	8 減衰傾度	9 忠実度	10 急峻

B - 4 次の記述は、超短波(VHF)帯及び極超短波(UHF)帯における等価地球半径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。ただし、大気は標準大気とする。

- ア 大気の屈折率は、地上からの高さとともに大きくなる。
- イ 大気中を水平に発射された電波は下方に曲がりながら進む。
- ウ 送受信点間の電波の通路を直線で表すために仮想した地球の半径を、等価地球半径という。
- エ 等価地球半径は、真の地球半径を 3/4 倍したものである。
- オ 電波の見通し距離は、光学的な見通し距離よりもいくぶん長い。

B - 5 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) 被測定入力信号は増幅され、□ア□回路により方形波に変換された後、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□イ□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。
- (2) 水晶発振器と□ウ□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。
- (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□エ□誤差などがある。
また、被測定入力信号に含まれる□オ□が原因で、パルスの立ち上がりが不安定になったり余分なパルスが生成され、誤差が発生することがある。

- | | | | | |
|----------|--------|-------|----------|---------|
| 1 ゲート回路 | 2 遅延回路 | 3 直流分 | 4 ±1カウント | 5 波形整形 |
| 6 ブリッジ回路 | 7 分周回路 | 8 ノイズ | 9 トリガ | 10 平衡変調 |