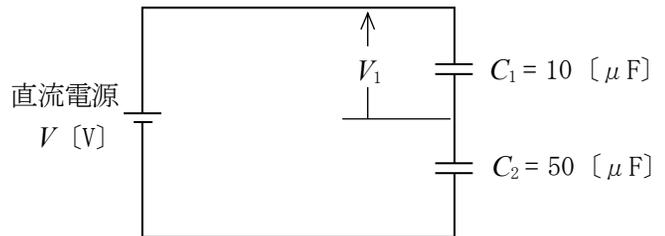


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

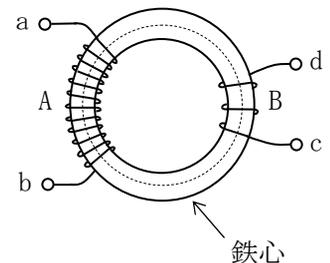
A - 1 図に示す回路において、 C_1 の両端の電圧 V_1 が4 [V] であるときの、二つの静電容量 C_1 及び C_2 に蓄えられる静電エネルギーの総和の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、回路は定常状態にあるものとする。

- 1 48 [μ J]
- 2 72 [μ J]
- 3 96 [μ J]
- 4 120 [μ J]



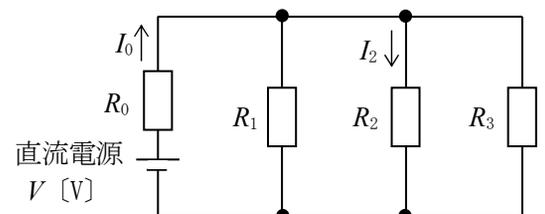
A - 2 次の記述は、図に示すように、環状鉄心に二つのコイル A 及び B を巻いたときのインダクタンスについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、Aの自己インダクタンスを L_A [H] とし、Bの巻数はAの巻数の1/4とする。また、磁気回路に漏れ磁束及び磁気飽和はないものとする。

- 1 Bの自己インダクタンス L_B は、 $L_A/16$ [H] である。
- 2 AとBの間の結合係数は、4である。
- 3 AとBの間の相互インダクタンス M は、 $L_A/4$ [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、互いに加わり合う方向である。
- 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、 $25L_A/16$ [H] である。



A - 3 図に示す回路において、抵抗 R_0 [Ω] に流れる電流 I_0 が6 [A]、抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 が2 [A] であった。このとき R_2 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R_1 を40 [Ω]、 R_3 を10 [Ω] とする。

- 1 10 [Ω]
- 2 12 [Ω]
- 3 16 [Ω]
- 4 20 [Ω]
- 5 24 [Ω]

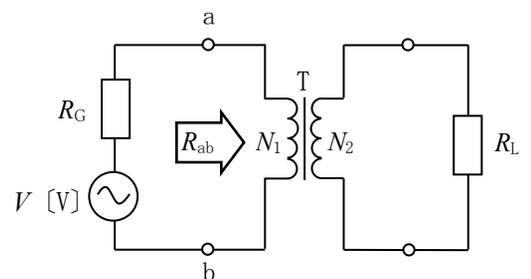


A - 4 次の記述は、図に示す変成器 T を用いた回路のインピーダンス整合について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

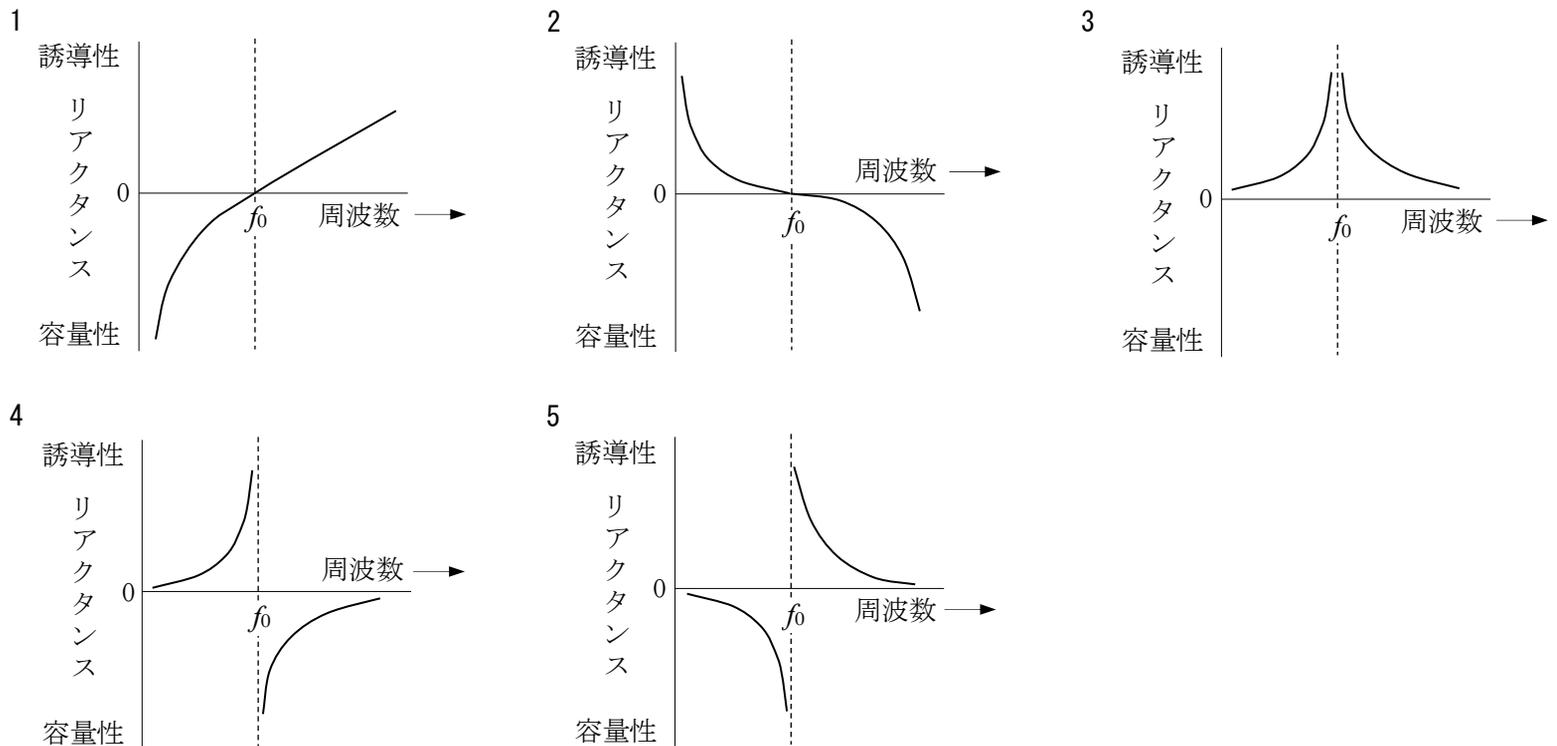
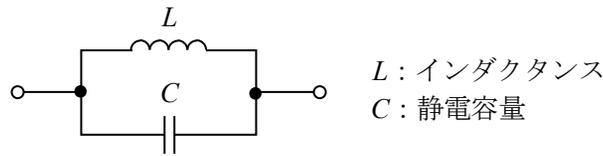
- (1) Tの二次側に、 R_L [Ω] の負荷抵抗を接続したとき、一次側の端子 ab から負荷側を見た抵抗 R_{ab} は、 $R_{ab} = \square A$ [Ω] となる。
- (2) 交流電源の内部抵抗を R_G [Ω] としたとき、 R_L に最大電力を供給するには、 $R_{ab} = \square B$ [Ω] でなければならない。
- (3) (2) のとき、 R_L で消費する最大電力の値 P_m は、 $P_m = \square C$ [W] である。

- | A | B | C |
|-----------------------------|--------|--------------------|
| 1 $(\frac{N_2}{N_1}) R_L$ | $2R_G$ | $\frac{V^2}{4R_G}$ |
| 2 $(\frac{N_1}{N_2}) R_L$ | $2R_G$ | $\frac{V^2}{2R_G}$ |
| 3 $(\frac{N_2}{N_1})^2 R_L$ | R_G | $\frac{V^2}{2R_G}$ |
| 4 $(\frac{N_1}{N_2})^2 R_L$ | R_G | $\frac{V^2}{4R_G}$ |

V : 交流電源電圧
 N_1 : Tの一次側巻数
 N_2 : Tの二次側巻数



A - 5 図に示す LC 並列回路のリアクタンスの周波数特性曲線図として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 f_0 は共振周波数とする。



A - 6 次の記述は、セラミック発振子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。

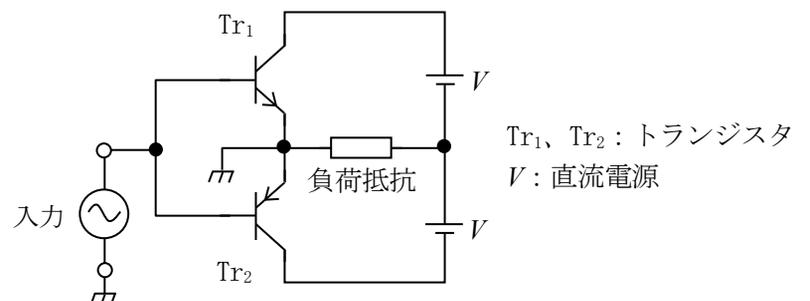
- (1) セラミック発振子は、圧電セラミックの圧電効果を利用したものであり、その電気的等価回路は水晶振動子と □ A □。
- (2) 発振させるためには、一般にコルピッツ発振回路の □ B □ と置き換える方法が採用されている。
- (3) 温度変化による周波数安定性は水晶振動子より □ C □、安価に大量生産されるようになったことから、電子機器の高周波発振、高周波フィルタ等に利用されている。

	A	B	C
1	異なる	コンデンサ	優れ
2	異なる	コイル	優れ
3	同様である	コンデンサ	優れ
4	同様である	コイル	劣るが
5	同様である	コンデンサ	劣るが

A - 7 次の記述は、図に示す原理的な低周波電力増幅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) 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	DEPP	ダーリントン	第二高調波
2	SEPP	ダーリントン	第二高調波
3	DEPP	コンプリメンタリ	第二高調波
4	SEPP	コンプリメンタリ	クロスオーバー
5	DEPP	コンプリメンタリ	クロスオーバー

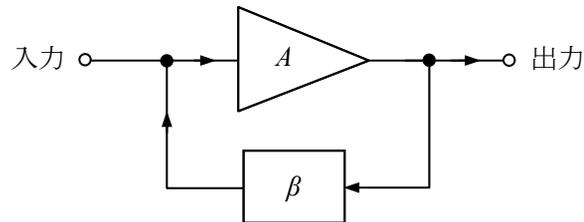


A - 8 次の記述は、MOS 形 FET について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 電流駆動のバイポーラトランジスタと比べ、MOS 形 FET は電圧駆動のため駆動損失が小さく高周波動作に適している。
- 2 バイポーラトランジスタと比べ、高速なスイッチング動作が可能である。
- 3 MOS 形 FET には、N チャネル形と P チャネル形があるが、使用される MOS 形 FET の大半は N チャネル形である。
- 4 比較的大きな電力を扱うものは、一般にパワー MOSFET と呼ばれ、送信機の電力増幅部や電源装置などに使用されている。
- 5 パワー MOSFET の並列接続は、発振防止やスイッチング時間の整合などの注意が必要であり、バイポーラトランジスタと比べると並列運転は容易ではない。

A - 9 図に示す負帰還増幅回路において、負帰還をかけないときの電圧増幅度 A を 10,000 (真数) 及び帰還回路の帰還率 β を 0.1 としたとき、負帰還をかけたときの電圧増幅度の値 (真数) として、最も近いものを下の番号から選べ。

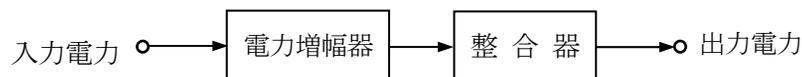
- 1 1
- 2 5
- 3 10
- 4 50



A - 10 アナログ信号を標本化周波数 f_s [Hz] で標本化し、 n ビットで量子化したときのビットレート (Bit Rate) を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $n^2 f_s$ [bps] 2 $n f_s^2$ [bps] 3 $n f_s$ [bps] 4 f_s / n [bps] 5 n / f_s [bps]

A - 11 図に示す構成において、入力電力が 35 [W]、電力増幅器の利得が 15 [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、 $\log_{10} 2 \approx 0.3$ とする。



- 1 840 [W] 2 875 [W] 3 910 [W] 4 945 [W]

A - 12 次の記述は、表に示すスプリアス発射及び不要発射の強度の許容値と、28 [MHz] 帯 F1B 電波の測定値と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、測定方法等は法令等の規定に基づくものとし、表中の基本周波数の平均電力及び基本周波数の尖頭電力の値はそれぞれ 1,000 [W] とする。また、 $\log_{10} 2 \approx 0.3$ とする。

- (1) 上記送信設備の、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の測定値が 40 [mW] であった。この場合、当該スプリアス発射の強度の値は、許容値を □ A □。
- (2) 同設備の、スプリアス領域における不要発射の強度の測定値が 20 [mW] であった。この場合、当該不要発射の強度の値は、許容値を □ B □。

基本周波数帯	空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
30 [MHz] 以下	5 [W] を超えるもの	50 [mW] 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 40 [dB] 低い値	50 [mW] 以下であり、かつ、基本周波数の尖頭電力より 50 [dB] 低い値

- | | |
|----------|--------|
| A | B |
| 1 超えていない | 超えていない |
| 2 超えていない | 超えている |
| 3 超えている | 超えていない |
| 4 超えている | 超えている |

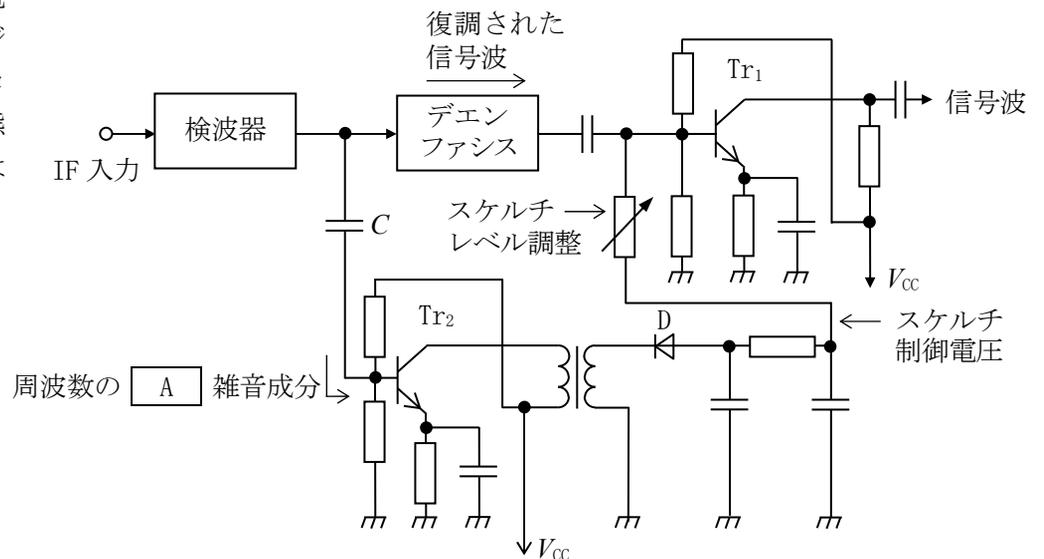
A - 13 次の記述は、受信機で発生する相互変調による混信について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

一般に、相互変調による混信とは、ある周波数の電波を受信中に、受信機に希望波以外の二つ以上の不要波が混入したとき、回路の□Aにより、入力されたそれぞれの信号の周波数の整数倍の□Bの成分が生じ、これらの周波数の中に受信機の受信周波数又は□Cや映像周波数に合致したものがあるときに生ずる混信をいう。

A	B	C
1 非直線性	和又は差	中間周波数
2 非直線性	積	局部発振周波数
3 非直線性	積	中間周波数
4 直線性	積	中間周波数
5 直線性	和又は差	局部発振周波数

A - 14 次の記述は、図に示す FM(F3E)受信機の原理的なスケルチ回路の動作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。

- 受信している希望波の信号強度が十分な時は、AGCによる利得調整や振幅制限器の作用等により、検波器の出力に現れる雑音は非常に小さい。
- 希望波がなくなるか弱くなると、検波された信号に含まれる雑音成分が増加するので、その中からコンデンサCによって周波数の□A雑音成分のみを取出してトランジスタTr₂で増幅する。これをダイオードDにより整流し、周波数の□A雑音成分に比例した□Bの直流電圧(スケルチ制御電圧)を得て、トランジスタTr₁のベースに加えると、Tr₁はコレクタ電流が遮断されカットオフ状態になり増幅作用が停止する。この回路は一般に□Cスケルチと呼ばれる。



A	B	C
1 高い	負	ノイズ
2 高い	負	キャリア
3 高い	正	ノイズ
4 低い	正	キャリア
5 低い	正	ノイズ

A - 15 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。

- 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。
- 受信機の雑音指数の値が 0 [dB] に近いほど、受信機出力における信号対雑音比 S/N が改善する。
- 受信機の総合利得を大きくしても、受信機内部で発生する雑音が大きくなると、受信機出力の信号対雑音比 S/N は改善されない。
- 受信機の通過帯域幅が受信信号電波の占有周波数帯幅より広い場合は、受信機の通過帯域幅を占有周波数帯幅と同程度にすると、受信機出力の信号対雑音比 S/N は改善する。
- 受信機の増幅回路の雑音指数 F(真数)は、その増幅回路の入力側の信号対雑音比 Si/Ni(真数)と、出力側の信号対雑音比 So/No(真数)を比較したものであり、次式で表される。

$$F = \frac{So/No}{Si/Ni}$$

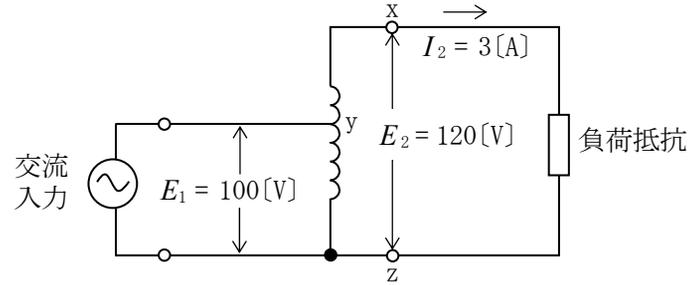
A - 16 次の記述は、ニッケル・水素蓄電池について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- 電解液として水酸化カリウムなどの□A性水溶液を用い、正極にニッケル酸化物、負極に水素吸蔵合金を用いた二次電池であり、1個当たりの公称電圧は約□B[V]である。
- エネルギー密度は、同一形状・容積のリチウムイオン蓄電池□C。

A	B	C
1 アルカリ	1.2	より小さい
2 アルカリ	3.6	より大きい
3 アルカリ	1.2	より大きい
4 酸	3.6	より小さい
5 酸	1.2	とほぼ同じ

A - 17 図に示す一次電圧 E_1 が 100 [V]、二次電圧 E_2 が 120 [V] の単巻変圧器において、二次側の電流 I_2 が 3 [A] の場合、変圧器の巻線 yz 間に流れる電流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、変圧器の巻線のインダクタンスは十分大きく、負荷の力率は 100 [%] 及び変圧器の効率は 90 [%] とする。

- 1 3.0 [A]
- 2 2.5 [A]
- 3 2.0 [A]
- 4 1.5 [A]
- 5 1.0 [A]



A - 18 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witching・レギュレータは、連続制御(線形制御)方式に比べ、電源回路の損失が大きい。
- 2 スwitching・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 スwitching・レギュレータの制御方式の一つであるチョッパ方式には、パルス幅変調(PWM)方式、パルス周波数変調(PFM)方式及びこれらを組合せた方式がある。
- 4 スwitching・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・レギュレータは、平滑回路が必要である。

A - 19 アンテナに接続された給電線における定在波及び VSWR 等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。ただし、波長を λ とする。

- 1 VSWR は、給電線とアンテナのインピーダンス整合の状態を表す。
- 2 定在波は、給電線上に入射波と反射波が合成されて生ずる。
- 3 給電線路上の電圧・電流の定在波の分布は、終端開放と終端短絡とでは $\lambda/2$ ずれている。
- 4 VSWR は、電圧定在波の最大振幅 V_{max} と最小振幅 V_{min} の比 (V_{max}/V_{min}) で示される。
- 5 特性インピーダンスが 50 [Ω] の給電線に入力インピーダンスが 75 [Ω] のアンテナを接続すると、VSWR は 1.5 となる。

A - 20 次の記述は、同軸ケーブルによる Q 形変成器と、これを使用したスタックアンテナへの給電及び整合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組合せを下の番号から選べ。ただし、アンテナは 50 [Ω] に整合されているものとし、分配点においては送信機からの同軸ケーブルと Q 形変成器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する。なお、同じ記号の □ 内には同じ字句が入るものとする。

図 1 に示す原理図において、Q 形変成器 (75 [Ω] 同軸ケーブル) の長さ l を同軸線路上の波長の □ A □ とし、出力側のインピーダンス(純抵抗とする)が 50 [Ω] であるなら、入力側から見たインピーダンスは約 □ B □ [Ω] となる。

従って、図 2 に示す二つの Q 形変成器を使用したスタックアンテナの給電の原理図において、分配点における合成インピーダンスは約 □ C □ [Ω] となり、送信機から分配点まで任意長の同軸ケーブルにより給電することができる。

また、長さ l は同軸線路上の波長の □ A □ の □ D □ にすることができる。

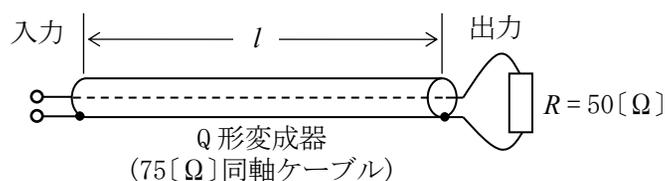


図 1

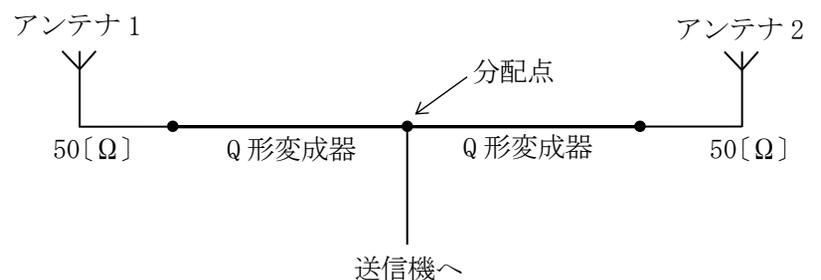


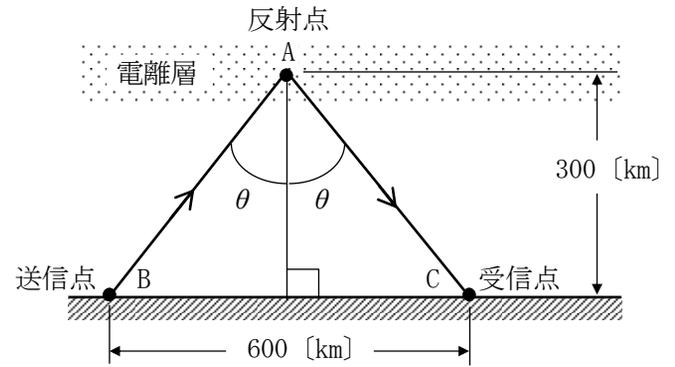
図 2

- | | A | B | C | D |
|---|-----|-------|------|-----|
| 1 | 1/2 | 100.0 | 50.0 | 偶数倍 |
| 2 | 1/2 | 112.5 | 56.3 | 偶数倍 |
| 3 | 1/4 | 112.5 | 56.3 | 偶数倍 |
| 4 | 1/4 | 112.5 | 56.3 | 奇数倍 |
| 5 | 1/4 | 100.0 | 50.0 | 奇数倍 |

A - 21 図に示すように、送信点 B と受信点 C との間の距離が 600 [km] で、電離層の F 層 1 回反射伝搬において、最高使用可能周波数(MUF)が 21 [MHz] であるとき、臨界周波数 f_c [MHz] 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 の高さは 300 [km] とする。また、MUF を f_m [MHz] とし、 θ を電離層への入射角及び反射角とすれば、 f_m は、次式で与えられるものとする。

$$f_m = f_c \sec \theta$$

- 1 17 [MHz]
- 2 15 [MHz]
- 3 13 [MHz]
- 4 11 [MHz]
- 5 9 [MHz]



A - 22 次の記述は、短波(HF)帯の電波伝搬における電離層のじょう乱現象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。

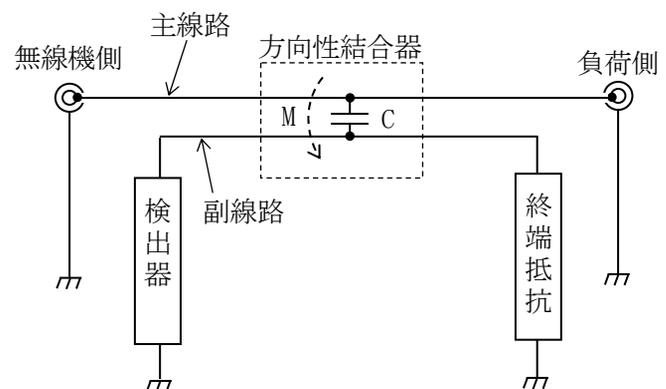
- (1) 太陽面上で局所的に突然生ずる大爆発(フレア)によって放射される大量の X 線及び □ A が、下部電離層に異常電離を引き起こすため、太陽に照らされている地球の半面で、HF 帯における通信が突然不良となり、この状態が数分から数十分間継続する現象を □ B という。
- (2) これは D 層を中心とする電離層の電子密度が急に上昇して、HF 帯電波の吸収が増加するために受信電界強度が突然低下するもので、太陽に照らされている地球の半面における □ C 地方を通る電波伝搬路ほど大きな影響を受ける。

	A	B	C
1	荷電粒子	デリンジャー現象	高緯度
2	荷電粒子	電離層(磁気)あらし	低緯度
3	紫外線	デリンジャー現象	高緯度
4	紫外線	電離層(磁気)あらし	高緯度
5	紫外線	デリンジャー現象	低緯度

A - 23 次の記述は、図に示す CM 形方向性結合器の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。ただし、検出器の内部抵抗と終端抵抗の値は等しいものとし、静電容量を C、相互インダクタンスを M とする。

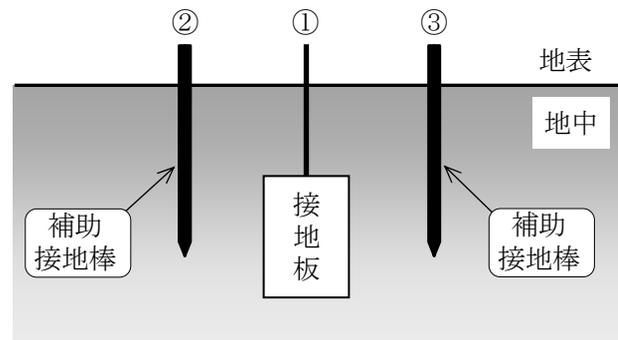
- (1) 無線機側から主線路に高周波電圧 v 及び電流 i を流すと、副線路には容量結合によって □ A に比例した電流 i_c と、誘導結合によって □ B に比例した電流 i_m が流れる。
- (2) i_c は検出器と終端抵抗に二分され、それぞれの流れる方向は逆方向となる。一方、誘導結合によって生じる電流 i_m の流れる方向は、結合の方向により検出器側から終端抵抗側、又はその逆方向のいずれかの一方向となる。検出器に流れる電流を、 i_m と二分された i_c の和となるように回路が構成されている場合、検出器において □ C 電力を測定することができる。
- (3) 次に、検出器と終端抵抗を入替え □ D 電力を測定すれば、定在波比を算出することができる。

	A	B	C	D
1	v	i	反射波	進行波
2	v	i	進行波	反射波
3	i	v	反射波	進行波
4	i	v	進行波	反射波



A - 24 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①-②、①-③、②-③間の抵抗値がそれぞれ 70 [Ω]、50 [Ω]、90 [Ω] のとき、端子①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 15 [Ω]
- 2 20 [Ω]
- 3 25 [Ω]
- 4 30 [Ω]
- 5 35 [Ω]



A - 25 次の記述は、アマチュア衛星通信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 衛星からの電波がフェージングを伴うことがあるのは、大地・建造物反射の影響や偏波面の変化等が原因である。
- 2 通信に使用できる電波型式は、衛星により異なるが、F3E(FM)、J3E(SSB)、A1A(電信)、F1B(データ)などがある。
- 3 アップリンクは、超短波(VHF)帯又は極超短波(UHF)帯の周波数が用いられることが多い。
- 4 衛星が電波を中継(ダウンリンク)する際、中継装置に逆ヘテロダインと呼ばれる方式を用いると、ドプラ効果による周波数の変動が小さくなる場合がある。
- 5 アマチュア衛星通信で使用されるアンテナの偏波面は、垂直偏波のみである。

B - 1 次の記述は、電磁誘導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。

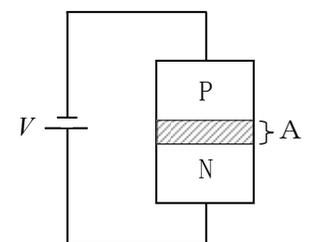
- (1) コイルと鎖交する磁束が変化すると、コイルに誘導起電力が生じ、その誘導起電力の大きさは、鎖交する磁束の時間に対する変化の割合に □ア□ する。これを電磁誘導に関する □イ□ の法則という。そのときの誘導起電力の方向は、起電力による誘導電流の作る磁束が、もとの磁束の変化を □ウ□ ような方向となる。これを □エ□ の法則という。
- (2) 運動している導体が磁束を横切っても、導体に起電力が誘導され、誘導起電力の方向は、フレミングの □オ□ の法則で示される。

- 1 左手 2 磁界 3 妨げる 4 ファラデー 5 反比例
- 6 右手 7 クーロン 8 促進する 9 レンツ 10 比例

B - 2 次の記述は、可変容量ダイオード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) 図に示すような、PN接合の可変容量ダイオードに □ア□ 電圧を加えると、キャリアは接合面付近から離れてしまうため、接合面付近は正孔や電子の存在しない □イ□ Aが生ずる。
- (2) □イ□ Aは絶縁層と考えることができ、P形半導体とN形半導体を電極とする一種の静電容量として働き、□ア□ 電圧 V [V] を大きくするとAの幅が広がり、静電容量は □ウ□ なる。
- (3) 可変容量ダイオードは □エ□ と呼ばれ、一般に流通している可変容量ダイオードの電極間容量は □オ□ 単位のものが主流である。

- 1 μ F 2 小さく 3 導電層 4 逆方向 5 ガンダイオード
- 6 pF 7 大きく 8 空乏層 9 順方向 10 バラクタダイオード



B - 3 次の記述は、超短波 (VHF) 帯のアンテナの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) 被測定アンテナ(試験アンテナ)の入力電力 P [W] 及び基準アンテナの入力電力 P_0 [W] を、同一距離で同一電界強度を生ずるように調整したとき、被測定アンテナの利得 G は、 $G = \square$ ア (真数) で定義される。
- (2) 基準アンテナを □イ アンテナにしたときの利得を絶対利得、□ウ アンテナにしたときの利得を相対利得という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向の □エ 利得は約 1.64(真数)で、等方性アンテナの絶対利得の値(真数)より □オ 。

- | | | | | |
|------------|------|-------|------------|------------|
| 1 半波長ダイポール | 2 相対 | 3 大きい | 4 コーリニアアレー | 5 P_0/P |
| 6 等方性 | 7 絶対 | 8 小さい | 9 パラボラ | 10 P/P_0 |

B - 4 次の記述は、ラジオダクト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 ラジオダクトは、雨天や強風時に発生し易い。
- イ ラジオダクトによる伝搬は、気象状態の変化によって電界強度が変動する。
- ウ ラジオダクトは、地表を取り巻く大気層に発生する大気の屈折率の逆転層が成因である。
- エ 大気の屈折率の逆転層は、大地の夜間冷却、高気圧の沈降、海陸風などの気象現象により生じる。
- オ ラジオダクトが発生する高さは、一般にスプラジック E 層と同じくらいの高さである。

B - 5 次の記述は、受信機の選択度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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 受信機の実効選択度は、測定に使用する □ア の台数や測定の目的により、1 信号選択度と 2 信号選択度で大別できる。
- (2) 2 信号選択度は □イ とも言い、強い妨害波が存在 □ウ 場合の選択度であり、その測定には 2 台の □ア を信号源として用いる。代表的な 2 信号選択度には、感度抑圧効果、□エ 変調及び相互変調があり、これらは、希望波への影響を一定値以内にするために許容される □オ のレベルを示すものである。

- | | | | | |
|-------|-----|----------|-------|----------------|
| 1 妨害波 | 2 混 | 3 実効選択度 | 4 しない | 5 パルス発生器 |
| 6 熱雑音 | 7 過 | 8 周波数選択度 | 9 する | 10 標準信号発生器(SG) |