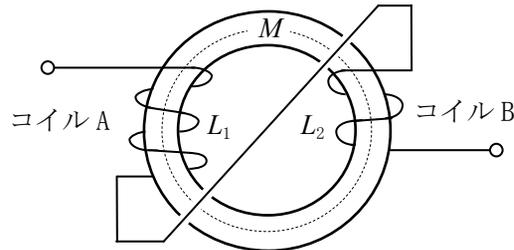


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

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 L_1 [H] 及びコイルBの自己インダクタンスが L_2 [H] であるとき、合成インダクタンスの式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイルの相互インダクタンスを M [H] とする。

- 1 $L_1 + L_2 + 2M$
- 2 $L_1 + L_2 - 2M$
- 3 $L_1 - L_2 + 2M$
- 4 $L_1 - L_2 - 2M$
- 5 $L_1 + L_2 - \sqrt{2}M$

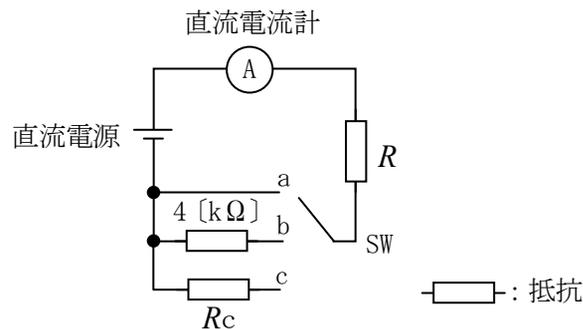


A-2 静電容量が 60 [pF] である平行平板コンデンサの電極間の距離を 1/3 とし、電極間の誘電体の比誘電率を 2 倍にしたときの静電容量の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 30 [pF]
- 2 45 [pF]
- 3 180 [pF]
- 4 360 [pF]
- 5 720 [pF]

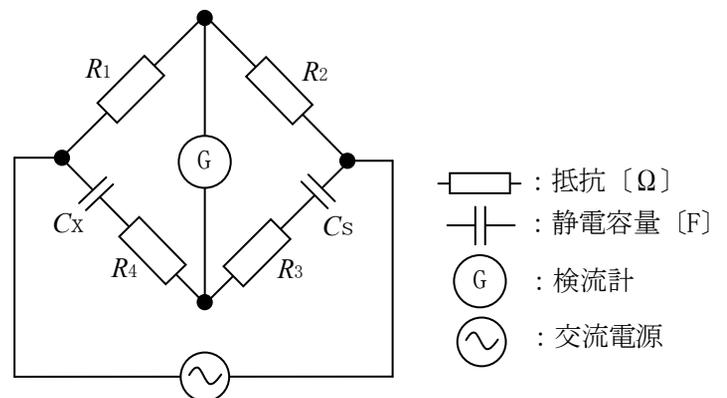
A-3 図に示す回路において、スイッチ SW を a、b、c の順に切り替えたところ、直流電流計は、それぞれ 15 [mA]、5 [mA] 及び 1 [mA] を指示した。このときの抵抗 R_c の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電流計の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 8 [kΩ]
- 2 16 [kΩ]
- 3 28 [kΩ]
- 4 32 [kΩ]
- 5 56 [kΩ]



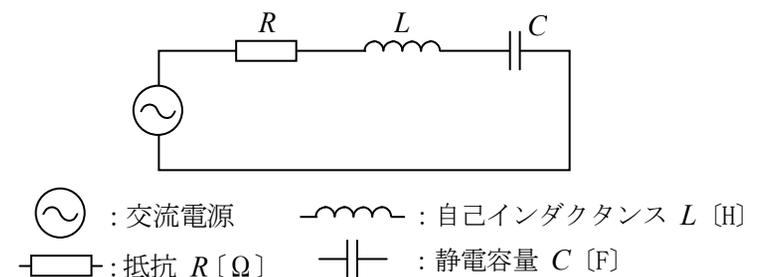
A-4 図に示す交流ブリッジ回路が平衡しているとき、平衡条件の式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_1 R_4 = R_2 R_3$ $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_s$
- 2 $R_1 R_4 = R_2 R_3$ $C_x = \frac{R_2}{R_1} C_s$
- 3 $R_1 R_2 = R_3 R_4$ $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_s$
- 4 $R_1 R_3 = R_2 R_4$ $C_x = \frac{R_1}{R_2} C_s$
- 5 $R_1 R_3 = R_2 R_4$ $C_x = \frac{R_2}{R_1} C_s$



A-5 図に示す RLC 直列回路の尖鋭度(Q)の値を求める式として、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、共振角周波数を ω_0 [rad/s] とする。

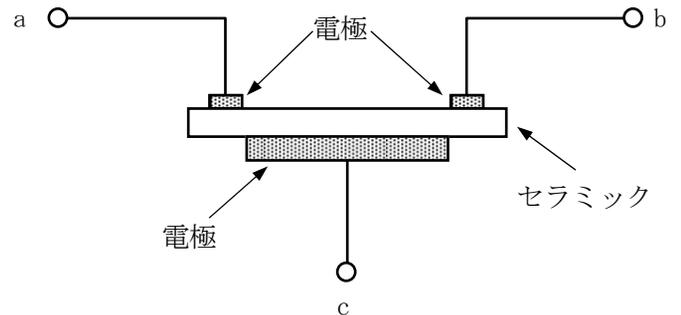
- 1 $\frac{\omega_0 L}{R}$
- 2 $\frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$
- 3 $\frac{1}{\omega_0 C R}$
- 4 $\omega_0 C R$



A - 6 次の記述は、FM受信機等に用いられているセラミックフィル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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) セラミックフィルタは、セラミックの□A□を利用したもので、図に示すように、セラミックに電極を貼り付けた構造をしている。電極 a - c に特定の周波数の電圧(電気信号)を加えると、□A□によって一定周期の固有の機械的振動が発生して、セラミックが機械的に共振する。この振動が電気信号に変換されて、もう一方の電極 b - c から取り出すことができる。
- (2) セラミックの材質と形状及び寸法などを変えることによって、固有の機械的振動も変化するため、共振周波数や□B□を自由に設定することができ、□C□として利用することができる。

A	B	C
1 ゼーベック効果	尖鋭度(Q)	高域フィルタ (HPF)
2 ゼーベック効果	感度	帯域フィルタ (BPF)
3 圧電効果	尖鋭度(Q)	帯域フィルタ (BPF)
4 圧電効果	感度	高域フィルタ (HPF)
5 トンネル効果	尖鋭度(Q)	帯域フィルタ (BPF)



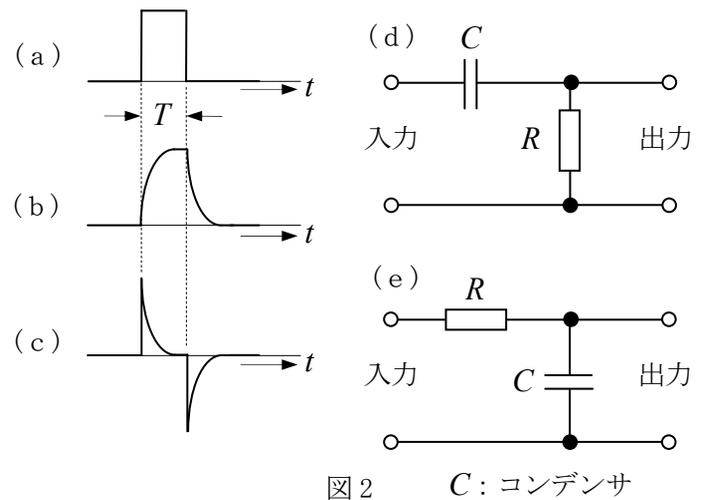
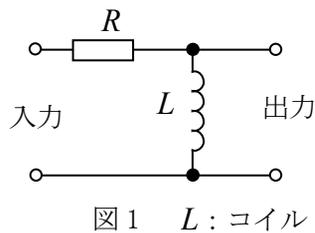
A - 7 次の記述は、電界効果トランジスタ(FET)について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- FET は、接合形と MOS 形に大別され、MOS 形にはデプレッション形とエンハンスメント形がある。
- FET は、一般のバイポーラトランジスタのような電圧制御型に対し、電流制御素子である。
- ガリウムヒ素 (GaAs) FET は、マイクロ波の発振回路素子や増幅回路素子として用いられている。
- 構造が、金属(ゲート) - 酸化膜(絶縁物) - 半導体により形成されているものを MOS 形 FET という。
- MOS 形 FET を部品単体で保管するときは、内部の酸化膜(絶縁物)が静電気破壊されないように、一般的にゲートとソースをショートさせておくといよい。

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。

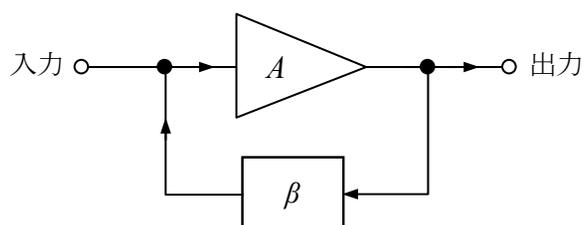
図 1 に示す回路は □A□ 回路とも呼ばれ、入力端子に図 2 の(a)に示す幅 T の方形波電圧を加えたとき、出力端子に現れる電圧波形は図 2 の □B□ である。この回路と同様の出力波形が得られるのは、図 2 の □C□ の回路である。ただし、 t は時間を示し、各回路の時定数は T より十分小さいものとする。また、図中の R は抵抗を表す。

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



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 1,000 (真数) 及び帰還回路の帰還率 β を 0.2 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。

- 2
- 5
- 10
- 50



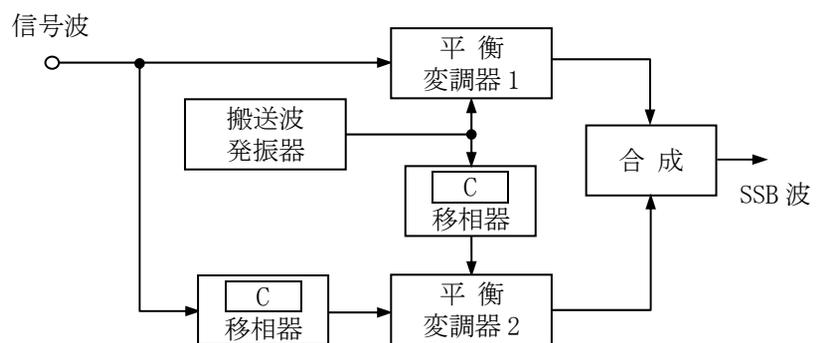
A - 10 アナログ信号を標本化周波数 f_s [Hz] で標本化し、 n ビットで量子化したときのビットレート(Bit Rate)を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ビットレートは、デジタル通信で用いる通信速度であり、1秒間に伝送されるビットの数で表す。

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

A - 11 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。なお、同じ記号の □内には同じ字句が入るものとする。

- (1) 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 両側波帯信号を発生させ、次に、いずれか一方の側波帯のみを □B を用いて取り出す。
- (2) 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しゃ断特性などをもつ □B が不要な反面、信号波の広い周波数範囲にわたって一様に □C [rad] 移相することが必要である。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	C
1 抑圧搬送波	帯域除去フィルタ(BEF)	π
2 抑圧搬送波	帯域フィルタ(BPF)	$\pi/2$
3 抑圧搬送波	帯域フィルタ(BPF)	$\pi/4$
4 全搬送波	帯域除去フィルタ(BEF)	$\pi/2$
5 全搬送波	帯域フィルタ(BPF)	$\pi/4$



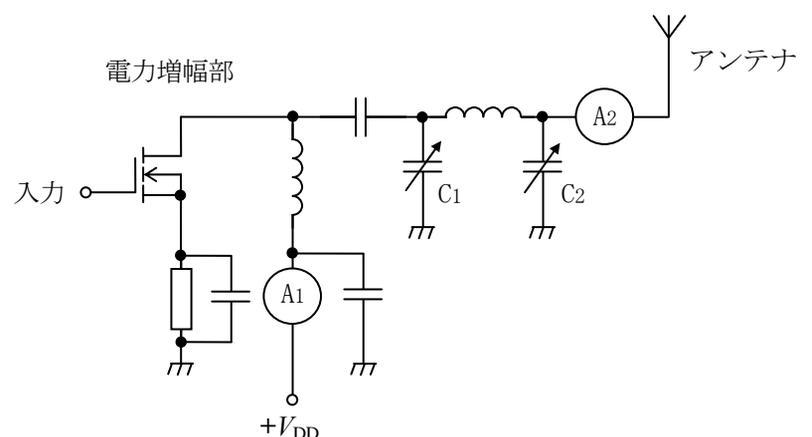
A - 12 アマチュア局において435 [MHz] 帯でFM(F3E)通信を行うとき、最大周波数偏移を5 [kHz]、変調信号は最高周波数が3 [kHz]の正弦波としたとき、占有周波数帯幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 8.0 [kHz]
- 2 12.5 [kHz]
- 3 16.0 [kHz]
- 4 20.0 [kHz]
- 5 25.0 [kHz]

A - 13 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、終段電力増幅器のドレイン電流が □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 - 14 次の記述は、FM(F3E)受信機の一般的な特徴等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 FM波復調のために用いられている位相同期ループ(PLL)復調器は、一般に位相比較器、高域フィルタ(HPF)及び電圧制御発振器(VCO)により構成される。
- 2 スケルチ回路は、希望する受信信号が一定のレベル以下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 - 15 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。

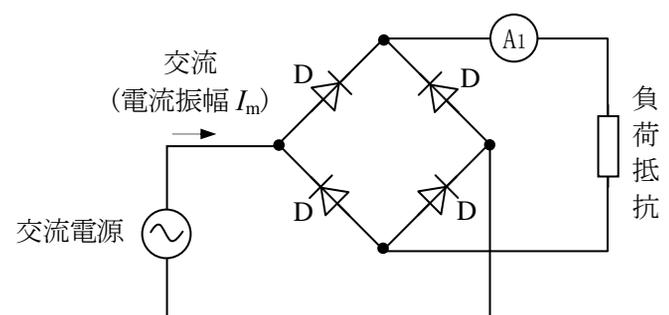
- (1) 微弱な信号を受信する衛星通信における受信系の雑音は、受信アンテナを含む受信機自体で発生する雑音とアンテナで受信される宇宙からの外来雑音などの電力和を、低雑音増幅器入力やアンテナ入力に換算した雑音電力で表す。
- (2) この雑音電力の値が、絶対温度 T [K] の抵抗体から発生する □ A の電力値と等しいとき、 T をアンテナを含む受信機システム全体の等価雑音温度という。したがって、受信機の周波数帯域幅を B [Hz]、ボルツマン定数を k [J/K] とすると、このときの雑音電力 P_N は、 $P_N =$ □ B [W] で表され、この値が □ C ほど、雑音が小さいことを意味する。

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

A - 16 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。

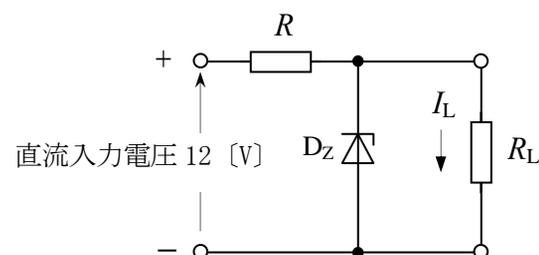
- (1) この整流回路は、交流を4個のダイオードDで整流する単相の □ A 整流回路(ブリッジ形)である。
- (2) 交流電源を流れる電流について、その振幅(電流の最大値)を I_m [A] とすると、実効値は $I_m/\sqrt{2}$ [A]、平均値は □ B [A] であり、波形率は約 1.11 となる。
- (3) 図中の直流電流計 A_1 は永久磁石可動コイル形電流計であり、その指示値が 1 [mA] であるとき、 I_m の値は約 □ C [mA] である。

	A	B	C
1	全波	$\frac{2I_m}{\pi}$	1.57
2	全波	$\frac{I_m}{\pi}$	1.11
3	全波	$\frac{2I_m}{\pi}$	0.64
4	倍電圧	$\frac{I_m}{\pi}$	1.11
5	倍電圧	$\frac{2I_m}{\pi}$	1.57



A - 17 図に示すツェナーダイオード D_Z を用いた定電圧回路の、安定抵抗 R の値及び負荷抵抗 R_L に流し得る電流 I_L の最大値 I_{Lmax} の組合せとして、適切なものを下の番号から選べ。ただし、直流入力電圧は 12 [V]、ツェナーダイオード D_Z の規格はツェナー電圧が 5 [V]、許容電力が 1 [W] とする。また、 R の許容電力は十分大きいものとする。

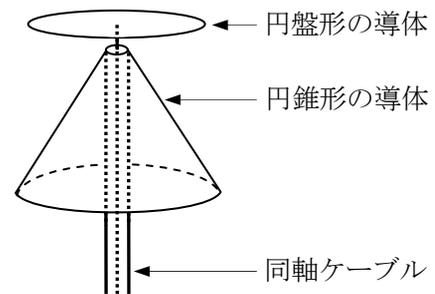
	R	I_{Lmax}
1	35 [Ω]	0.2 [A]
2	35 [Ω]	0.4 [A]
3	35 [Ω]	0.6 [A]
4	70 [Ω]	0.2 [A]
5	70 [Ω]	0.4 [A]



A - 18 次の記述は、ディスコーン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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図に示すように、円錐形の導体の頂点に円盤形の導体を置き、円錐形の導体に同軸ケーブルの外部導体を、円盤形の導体に内部導体をそれぞれ接続したものであり、給電点は、円錐形の導体の □ A □ にある。実際には、線状導体を円盤の中心及び円錐の頂点から放射状に配置した構造のものが多い。
- (2) 水平面内の指向性は全方向性であり、□ B □ の電波の送受信に用いられる。スリーブアンテナやブラウンアンテナに比べて □ C □ 特性である。

	A	B	C
1	底点	水平偏波	広帯域
2	底点	垂直偏波	狭帯域
3	頂点	円偏波	広帯域
4	頂点	水平偏波	狭帯域
5	頂点	垂直偏波	広帯域



A - 19 周波数が 7 [MHz]、電界強度が 10 [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、受信機の入力端子電圧の最大値として、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。

- 1 10 [mV]
- 2 17 [mV]
- 3 34 [mV]
- 4 68 [mV]
- 5 136 [mV]

A - 20 アンテナに接続された給電線における定在波及び VSWR 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 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 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。
- 4 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 36 [Ω] のアンテナを接続すると、VSWR は 2.0 となる。
- 5 反射波がないときの VSWR は 1.0 である。

A - 21 次の記述は、短波帯の電波のフェージング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) 電波が電離層に入射するときは直線偏波であっても、一般に電離層から反射してくると円偏波に変わる。受信アンテナは通常水平又は垂直導体で構成されているので、受信アンテナの起電力は時々刻々変化し、□ A □ フェージングが生ずる。
- (2) 被変調波の全帯域が一様に变化する □ B □ フェージングは、受信機の AGC の動作が十分であれば相当軽減できる。
- (3) 短波帯の遠距離伝搬においては、送信点から放射された電波が二つ以上の異なった伝搬通路を通り受信点に到来し、受信点で位相の異なる受信波を合成するため、□ C □ フェージングが生ずる。

	A	B	C
1	干渉性	同期性	選択性
2	干渉性	偏波性	跳躍性
3	偏波性	同期性	干渉性
4	偏波性	選択性	干渉性
5	選択性	偏波性	跳躍性

A - 22 超短波 (VHF) 帯通信において、送信アンテナの地上高を 25 [m]、受信アンテナの地上高を 16 [m] としたとき、電波の見通し距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大気は標準大気とする。

- 1 27.8 [km]
- 2 32.2 [km]
- 3 37.1 [km]
- 4 40.4 [km]
- 5 49.5 [km]

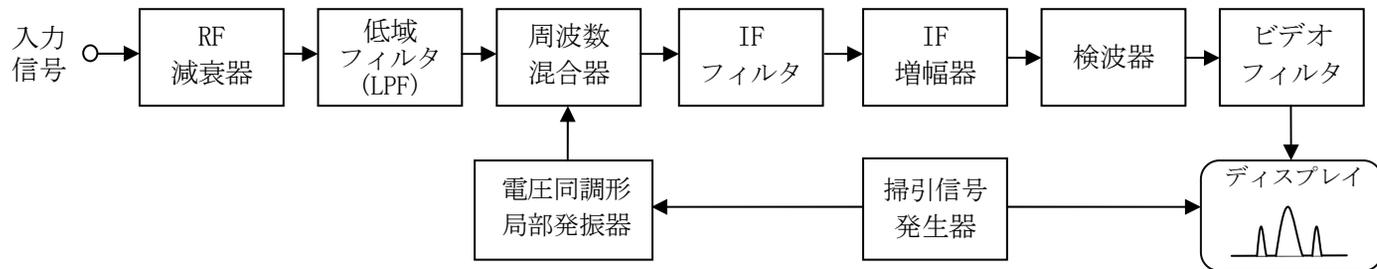
A - 23 次の記述は、アマチュア衛星通信について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 地球を周回している非静止衛星の通信エリアは、衛星の周回とともに移動するため、一定時間しか通信ができない。
- 2 円偏波に対応するため、クロス八木(八木・宇田)アンテナやヘリカルアンテナなどが使われる。
- 3 アップリンクの周波数は、主として超短波(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 衛星に搭載された中継器(トランスポンダ)は、アップリンクの周波数をダウンリンクの周波数に変換する。
- 5 衛星からのダウンリンクの電波は、衛星が近付くにつれて周波数が低くなり、遠ざかるにつれて高くなる。

A - 24 送信機の実出力電力を 29 [dB] の減衰器を通過させて電力計で測定したとき、その指示値が 1 [W] であった。この送信機の実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。

- 1 200 [W]
- 2 400 [W]
- 3 600 [W]
- 4 800 [W]
- 5 1,000 [W]

A - 25 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式によるアナログ型のスペクトルアナライザの一般的な機能など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 信号のスペクトル表示や占有周波数帯幅の観測に使用されることが多い。
- 2 周波数成分ごとの位相差の観測ができる。
- 3 マーカ機能に周波数カウンタの機能を持たない場合、マーカ表示の周波数は画面上のマーカ位置から求めている。
- 4 基本周波数の平均電力からスプリアス発射の平均電力を減算することにより、これらの相対値を求めることができる。

B - 1 次の表は、電気磁気等に関する国際単位系(SI)からの抜粋である。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

量	单位名称及び単位記号
導電率	□ア
透磁率	□イ
電束密度	□ウ
誘電率	□エ
磁束密度	□オ

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1 アンペア毎メートル [A/m] | 2 ウェーバ [Wb] | 3 ジーメンズ毎メートル [S/m] |
| 4 クーロン毎平方メートル [C/m ²] | 5 ヘンリー毎メートル [H/m] | 6 ジュール [J] |
| 7 テスラ [T] | 8 ファラド毎メートル [F/m] | 9 ボルト毎メートル [V/m] |
| 10 ニュートンメートル [N・m] | | |

B - 2 次の記述は、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。

- (1) P形半導体とN形半導体を接合したものをPN接合ダイオードといい、シリコンを用いた接合ダイオードは□ア方向電流が非常に少なく、整流用の素子として広く用いられている。
- (2) PN接合ダイオードに加える逆方向電圧を大きくしていくと、ある電圧で電流が急激に□イする。これを降伏現象といい、この特性を利用するダイオードを□ウダイオードという。
- (3) PN接合ダイオードに加える逆方向電圧を増加させるほど空乏層の幅が広がるので、接合部の静電容量は□エなる。この特性を利用するダイオードを□オダイオードという。

- | | | | | |
|--------|-----|-------|------|-------------|
| 1 バラクタ | 2 逆 | 3 大きく | 4 減少 | 5 トンネル(エサキ) |
| 6 ガン | 7 順 | 8 小さく | 9 増加 | 10 ツェナー |

B - 3 次の記述は、受信機における信号対雑音比(S/N)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 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)は改善する。
- イ 周波数混合器で発生する変換雑音が一番大きいので、その前段に雑音発生が少ない高周波増幅器を設けても、受信機出力における信号対雑音比(S/N)は改善されない。
- ウ 受信機の雑音指数が小さいほど、受信機出力における信号対雑音比(S/N)が劣化する。
- エ 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。
- オ 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。

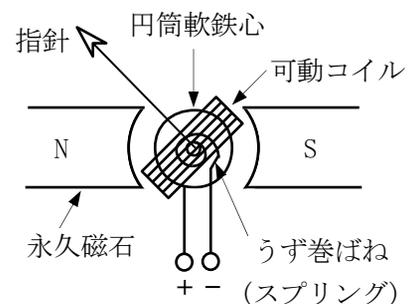
B - 4 次の記述は、短波(HF)帯の電波伝搬について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

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

B - 5 次の記述は、図に示す原理的構造の永久磁石可動コイル形電流計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) 可動コイルに直流電流が流れると、フレミングの□アの法則に従った電磁力により、□イの大きさに比例した駆動トルクが生ずる。
- (2) スプリングの制御トルクと可動コイルの駆動トルクが□ウとき、指針が静止する。
- (3) スプリングの制御トルクは、指針の振れ(角度)に□エするので、目盛は□オとなる。



- | | | | | |
|--------|-------|------|------|--------|
| 1 平等目盛 | 2 反比例 | 3 電流 | 4 右手 | 5 等しい |
| 6 2乗目盛 | 7 比例 | 8 抵抗 | 9 左手 | 10 異なる |