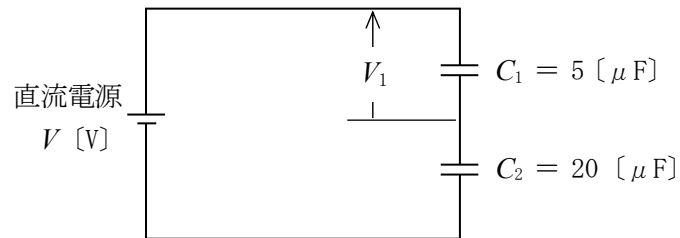


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

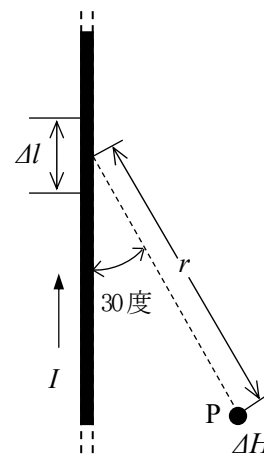
A - 1 図に示す回路において、二つの静電容量 C_1 及び C_2 に蓄えられる静電エネルギーの総和が $32 [\mu\text{J}]$ であるときの、 C_1 の両端の電圧 V_1 の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.8 [V]
- 2 1.6 [V]
- 3 2.4 [V]
- 4 3.2 [V]
- 5 4.0 [V]



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 30 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。

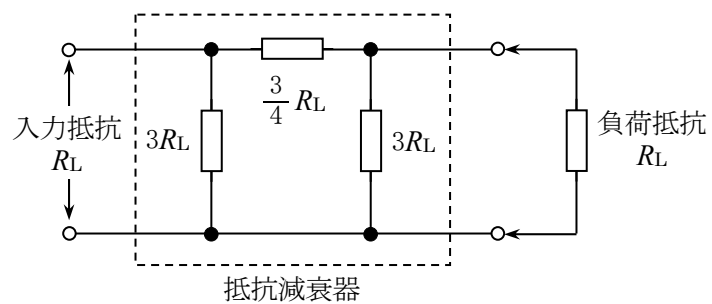
- 1 $\Delta H = \frac{\sqrt{3} I \Delta l}{4\pi r^2}$
- 2 $\Delta H = \frac{I \Delta l}{2\sqrt{3} \pi r^2}$
- 3 $\Delta H = \frac{\sqrt{3} I \Delta l}{8\pi r^2}$
- 4 $\Delta H = \frac{I \Delta l}{4\sqrt{3} \pi r^2}$
- 5 $\Delta H = \frac{I \Delta l}{8\pi r^2}$



A - 3 図に示す π 形抵抗減衰器 (アッテネータ) の減衰量 L 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、 $\log_{10} 2 \approx 0.3$ とする。

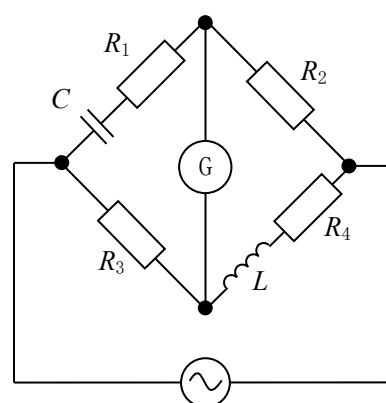
$$L = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} \text{ [dB]}$$

- 1 6 [dB]
- 2 9 [dB]
- 3 12 [dB]
- 4 16 [dB]
- 5 20 [dB]



A - 4 図に示す交流ブリッジ回路が平衡しているときの交流電源の周波数 f [Hz] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

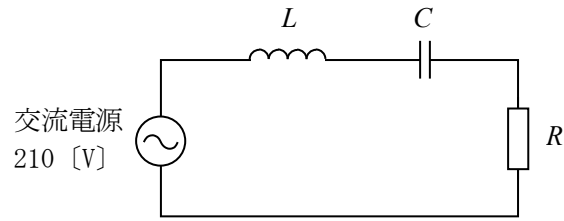
- 1 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCR_1R_4}}$
- 2 $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{CR_1}{LR_4}}$
- 3 $f = \frac{1}{2\pi LC}\sqrt{\frac{R_2R_3}{R_1R_4}}$
- 4 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- 5 $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{R_4}{LCR_1}}$



$R_1 \sim R_4$: 抵抗 [Ω]
 C : 静電容量 [F]
 L : インダクタンス [H]
 (G) : 検流計
 (∩) : 交流電源

A - 5 図に示す RLC 直列回路において、抵抗 R で消費される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R の値は $30 [\Omega]$ 、コイル L のリアクタンス X_L は $40 [\Omega]$ 、コンデンサ C のリアクタンス X_C は $10 [\Omega]$ とする。

- 1 190 [W]
- 2 375 [W]
- 3 550 [W]
- 4 735 [W]
- 5 920 [W]



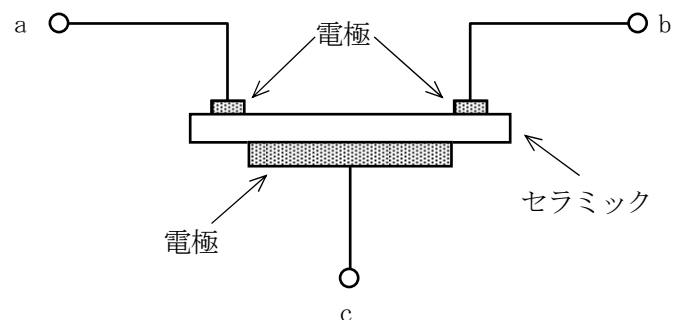
A - 6 ガンダイオードについての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 逆方向バイアスを与え、このバイアス電圧を変化させると、等価的に可変静電容量として働く特性を利用する。
- 2 一定値以上の逆方向電圧が加わると、電界によって電子がなだれ現象を起こし、電流が急激に増加する特性を利用する。
- 3 GaAs(ガリウムヒ素)などの化合物半導体で構成され、バイアス電圧を加えるとマイクロ波の発振を起こす。
- 4 電波を吸収すると温度が上昇し、抵抗の値が変化する素子で、電力計に利用される。

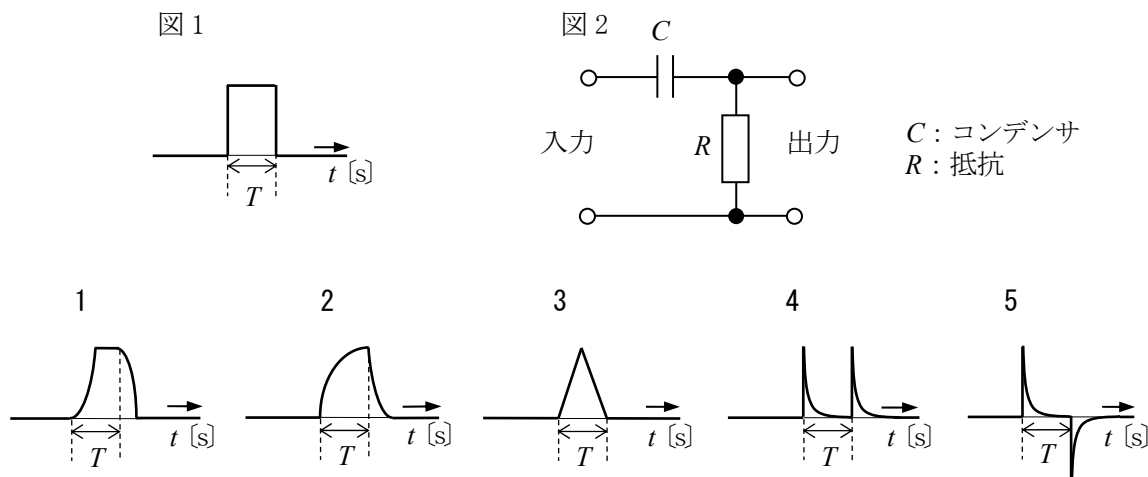
A - 7 次の記述は、FM 受信機等に用いられているセラミックフィルタについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (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、形状、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 圧電効果 | 尖鋭度(Q) | 帯域フィルタ(BPF) |
| 2 圧電効果 | 感度 | 高域フィルタ(HPF) |
| 3 ゼーベック効果 | 尖鋭度(Q) | 高域フィルタ(HPF) |
| 4 ゼーベック効果 | 感度 | 帯域フィルタ(BPF) |

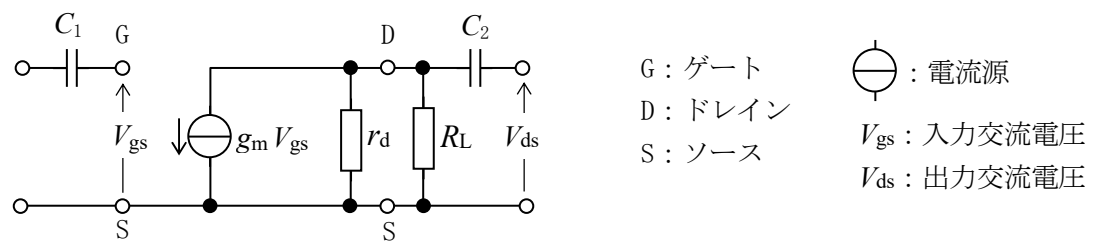


A - 8 図1に示すパルス幅 T [s] の方形波電圧を、図2に示す微分回路の入力に加えたとき、出力に現れる電圧波形として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 t は時間を示し、回路の時定数 CR は T より十分小さいものとする。

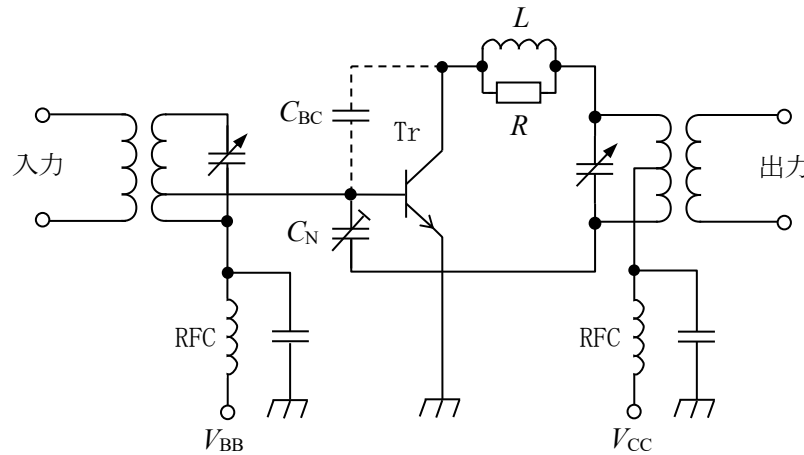


A - 9 図に示す電界効果トランジスタ(FET)増幅器の等価回路において、相互コンダクタンス g_m が 8 [mS] 、ドレイン抵抗 r_d が $20 \text{ [k}\Omega\text{]}$ 、負荷抵抗 R_L が $5 \text{ [k}\Omega\text{]}$ のとき、この回路の電圧増幅度 V_{ds}/V_{gs} の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、コンデンサ C_1 及び C_2 のリアクタンスは、増幅する周波数において十分小さいものとする。

- 1 24
- 2 32
- 3 48
- 4 64



A - 10 次の記述は、図に示すSSB(J3E)送信機の終段電力増幅回路の原理的な構成例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 トランジスタ(Tr)の高周波増幅器では、ベース・コレクタ間の接合容量 C_{BC} を通して出力の一部が帰還電圧として入力に戻り、自己発振を生じることがある。
- 2 図の C_N は、自己発振を防止するため、帰還電圧と同位相の電圧を作り、帰還電圧を打ち消している。
- 3 図の LR 並列回路は寄生振動防止用回路であり、増幅周波数とは無関係の周波数の発振を防止するためのものである。
- 4 図の RFC は、高周波インピーダンスを高く保ち、直流電源回路へ高周波電流が漏れることを阻止するためのものである。
- 5 トランジスタ(Tr)の動作点は、A級又はAB級等で動作するように図中のバイアス電圧 V_{BB} により設定される。

A - 11 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 F3E 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 100 [W] 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 1 [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 5 [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 □。
- (3) (2)の測定は、送信機を □ C □ 状態で動作させて行う。

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 | C |
| 1 超えていない | 超えていない | 無変調 |
| 2 超えていない | 超えている | 変調 |
| 3 超えている | 超えている | 無変調 |
| 4 超えている | 超えていない | 変調 |

A - 12 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。

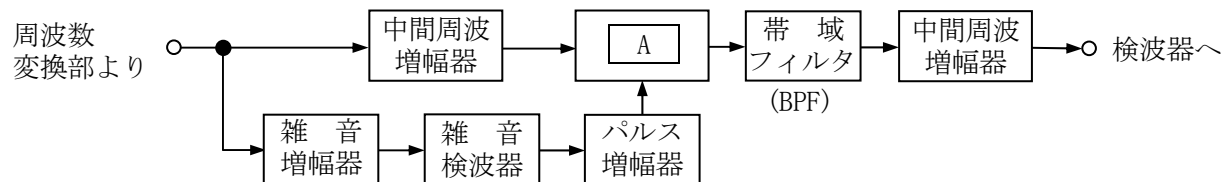
- 1 雑音電波の到来方向と受信信号電波の到来方向とが異なる場合、一般に受信アンテナの指向性を利用して、受信機入力における信号対雑音比(S/N)を改善することができる。
- 2 受信機の雑音指数が大きいほど、受信機出力における信号対雑音比(S/N)が改善する。
- 3 受信機の総合利得を大きくしても、受信機内部で発生する雑音が大きくなると、受信機出力の信号対雑音比(S/N)は改善されない。
- 4 受信機の通過帯域幅が受信信号電波の占有周波数帯幅より広い場合は、受信機の通過帯域幅を占有周波数帯幅と同程度にすると、受信機出力の信号対雑音比(S/N)は改善する。
- 5 初段の利得が大きければ、受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。

A - 13 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	低く	$Q = f_0 / B$	高く
2	低く	$Q = B / f_0$	高く
3	高く	$Q = f_0 / B$	高く
4	高く	$Q = B / f_0$	低く
5	高く	$Q = f_0 / B$	低く

A - 14 次の記述は、図に示す構成の衝撃性(パルス性)雑音の抑制回路(ノイズブランカ)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。



ノイズブランカは、雑音が重畳した中間周波信号を、信号系とは別系の雑音増幅器で増幅し、雑音検波及びパルス増幅を行って波形の整ったパルスとし、このパルスによって信号系の □ A □ を開閉して、□ B □ を除去する。

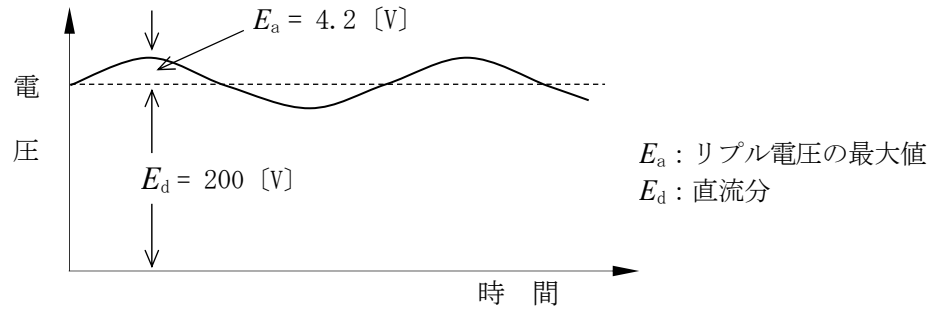
	A	B
1	ゲート回路	雑音のみ
2	ゲート回路	雑音及び信号
3	トリガ回路	雑音及び信号
4	トリガ回路	雑音のみ

A - 15 次の記述は、アマチュア局の 24 [MHz] 以下の周波数帯において使用される、周波数偏移(F1B)通信(RTTY)の動作原理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 発射される電波は、電信符号のマークとスペースに対応して、発射電波の中心周波数を基準にそれぞれ正又は負へ一定値だけ偏移させる。
- 2 マークとスペースの切替え(偏移)は、搬送波を直接キーイングする FSK (Frequency Shift Keying) 方式や、可聴周波数によりキーイングした信号を、電話送信機のマイクロホン端子に入力して送信する AFSK (Audio Frequency Shift Keying) 方式がある。
- 3 マークかスペースのどちらかの周波数を固定し、他方の周波数の偏移量を大きくするほど信号対雑音比(S/N)が改善され、占有周波数帯幅は狭くなる。
- 4 復調は、2 個の帯域フィルタ(BPF)によるマークとスペースの分離が可能であるが、近年ではコンピュータのソフトウェアによる復調が使われることが多い。
- 5 電波は、電信符号のマークかスペースのどちらかが常に発射されているため、受信機側においては AGC が有効に動作し、周期性フェージングの影響を軽減できる。

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 1.5 [%]
- 2 2.1 [%]
- 3 3.0 [%]
- 4 4.2 [%]
- 5 6.0 [%]



A - 17 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。

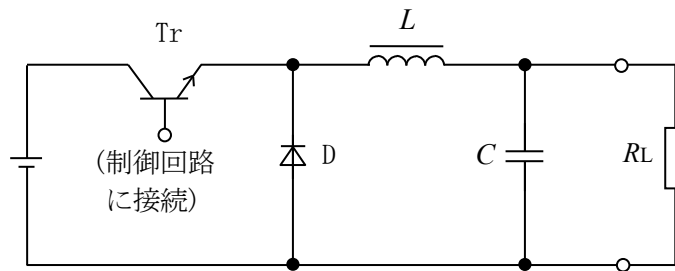
- (1) リチウムイオン蓄電池の一般的な構造では、負極にリチウムイオンを吸蔵・放出できる □A□ を用い、正極にコバルト酸リチウム、電解液として非水系有機電解液を用いている。
- (2) 端子電圧は、通常、単セルあたり □B□ [V] 程度である。
- (3) 完全充電状態のリチウムイオン蓄電池を高温で貯蔵すると、容量劣化が □C□ なる。

	A	B	C
1	金属リチウム	1.2	少なく
2	金属リチウム	3.6	大きく
3	炭素質材料	3.6	大きく
4	炭素質材料	3.6	少なく
5	炭素質材料	1.2	少なく

A - 18 次の記述は、図に示すパルス幅変調制御のチョップ型 DC - DC コンバー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。

- (1) 図の回路は、Tr のベースに加えるパルス幅を変化させ、Tr の導通(ON)している時間を制御することにより、出力電圧を安定化させている。Tr が導通(ON)になると、D に □A□ バイアスが加わるため、L に電流が流れて C が充電されるとともに R_L に電力が供給される。
- (2) Tr が導通(ON)から非導通(OFF)になると、L に蓄積されたエネルギーにより、電流が □B□ を通って C が充電されるとともに R_L に電力が供給される。
- (3) この DC - DC コンバータの分類は □C□ である。

	A	B	C
1	順方向	D	昇圧型
2	順方向	Tr	降圧型
3	逆方向	D	昇圧型
4	逆方向	Tr	反転型
5	逆方向	D	降圧型



Tr: スイッチング素子
 D: ダイオード
 L: チョークコイル
 C: コンデンサ
 R_L : 負荷抵抗
 $\text{---}|$: 直流入力

A - 19 アンテナの電圧反射係数が $0.173 + j0.1$ 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、 $\sqrt{3} \doteq 1.73$ とする。

- 1 3.0 2 2.5 3 2.0 4 1.5 5 1.2

A - 20 次の記述は、垂直偏波で用いるコリニアアレー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) 原理的に、放射素子として □A□ アンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のアンテナである。
- (2) 隣り合う各放射素子を互いに同振幅、□B□ の電流で励振する。
- (3) 垂直面内では鋭いビーム特性を持ち、水平面内の指向性は、□C□ である。

	A	B	C
1	垂直半波長ダイポール	同位相	全方向性
2	垂直半波長ダイポール	逆位相	8字形特性
3	垂直半波長ダイポール	逆位相	全方向性
4	1/4波長垂直接地	逆位相	8字形特性
5	1/4波長垂直接地	同位相	全方向性

A - 21 次の記述は、ホーンアンテナ(電磁ホーン)の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 導波管の先端を円すい形、角すい形等の形状で開口したアンテナである。
- 2 構造が簡単であり調整もほとんど不要である。
- 3 主にマイクロ波(SHF)以上の周波数で使用されている。
- 4 ホーンの開口面積の大きさを一定にしたまま、ホーンの長さを短くすると利得は大きくなる。
- 5 反射鏡付きアンテナの一次放射器として用いられることが多い。

A - 22 半波長ダイポールアンテナに対する相対利得 7 [dB]、地上高 20 [m] の送信アンテナに、周波数 150 [MHz] で 5 [W] の電力を供給して電波を放射したとき、最大放射方向で送信点から 20 [km] 離れた受信点における電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信アンテナの地上高は 10 [m] とし、受信点の電界強度 E は、次式で与えられるものとする。また、アンテナの損失はないものとし、 $\log_{10}2 \simeq 0.3$ とする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad [\text{V/m}]$$

E_0 : 送信アンテナによる直接波の電界強度 [V/m]	1 44 [$\mu\text{V/m}$]
h_1, h_2 : 送、受信アンテナの地上高 [m]	2 88 [$\mu\text{V/m}$]
λ : 波長 [m]	3 110 [$\mu\text{V/m}$]
d : 送受信点間の距離 [m]	4 132 [$\mu\text{V/m}$]
	5 220 [$\mu\text{V/m}$]

A - 23 次の記述は、電離層伝搬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。

ダイポールアンテナから放射された短波(HF)帯の水平偏波の電波が電離層で反射して伝搬するとき、電波は、□ A の影響を受けて □ B 偏波となって地上に到達する。このため、受信点では垂直偏波用のアンテナでも受信できるようになるが、この偏波の状態は時間的に変化するために □ C フェージングを生ずる。

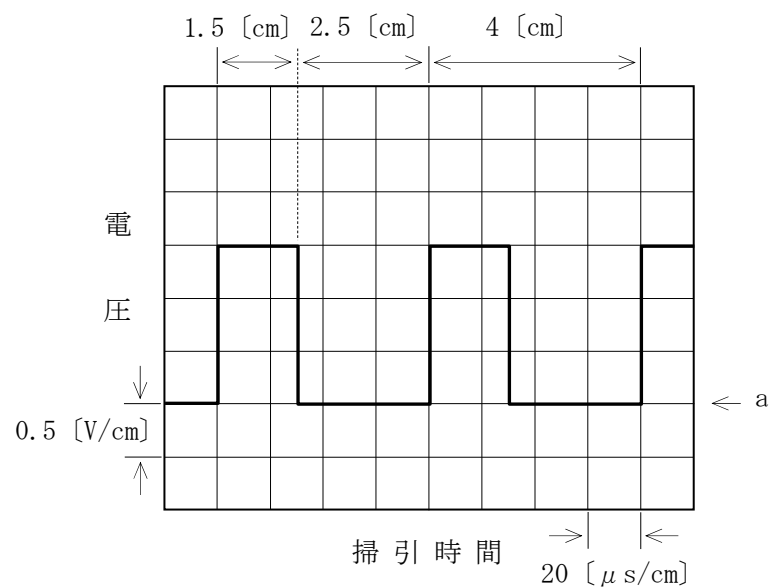
A	B	C
1 第一種減衰	垂直	偏波性
2 第一種減衰	だ円	吸収性
3 地球磁界	だ円	偏波性
4 地球磁界	だ円	吸収性
5 地球磁界	垂直	干渉性

A - 24 送信機の出力電力を 24 [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 8 [mW] であった。この送信機の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、 $\log_{10}2 \simeq 0.3$ とする。

- 1 0.5 [W] 2 1.0 [W] 3 1.5 [W] 4 2.0 [W] 5 2.5 [W]

A - 25 次の記述は、図に示すオシロスコープで観測したパルス電圧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。

- (1) パルス繰り返し周期は、□ A である。
- (2) パルス繰り返し周波数は、□ B である。
- (3) 図の a の目盛の電圧が 0 [V] のとき、この波形の電圧の平均の値は 0.6 [V] よりも □ C 。



A	B	C
1 80 [μs]	10.0 [kHz]	大きい
2 80 [μs]	12.5 [kHz]	小さい
3 50 [μs]	12.5 [kHz]	大きい
4 50 [μs]	10.0 [kHz]	小さい

B - 1 次の表は、電気磁気量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	単位名称及び単位記号
透磁率	□ア
導電率	□イ
誘電率	□ウ
電束密度	□エ
磁束密度	□オ

- | | |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1 アンペア毎メートル [A/m] | 2 ファラド毎メートル [F/m] |
| 3 ジーメンス毎メートル [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 ニュートンメートル [N・m] | 8 テスラ [T] |
| 9 ウェーバ [Wb] | 10 ボルト毎メートル [V/m] |

B - 2 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。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) トランジスタを大別するとバイポーラトランジスタとユニポーラトランジスタの二つがあり、このうちFETは□アトランジスタに属する。また、FETの構造が、金属 - 酸化膜(絶縁物) - 半導体により構成されているものを□イ形FETという。
- (2) シリコン半導体に代わり、化合物半導体の□ウを用いたFETは、電子移動度が□エ、□オ特性が優れているため、マイクロ波の高出力増幅器等に広く用いられている。

- | | | | | |
|-------|-------|---------|-------|--------------------|
| 1 低周波 | 2 接合 | 3 ユニポーラ | 4 大きく | 5 ガリウムヒ素(GaAs) |
| 6 高周波 | 7 MOS | 8 バイポーラ | 9 小さく | 10 ニッケルカドミウム(NiCd) |

B - 3 次の記述は、位相同期ループ(PLL)回路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) 基本的なPLL回路は、二つの入力信号を比較する□ア、この出力に含まれる不要な成分を除去するための□イ及びその出力に応じた発振周波数を出力する□ウの三つの主要部分で構成されている。
- (2) □ウは、入力の□エに対して周波数が増加する発振器である。
- (3) この動作を応用して□オを作ることができるので、多くの無線機器の局部発振器などに用いられている。

- | | | | | |
|------|-------------|---------|---------------|------------|
| 1 電圧 | 2 周波数シンセサイザ | 3 通倍器 | 4 高域フィルタ(HPF) | 5 平衡変調器 |
| 6 位相 | 7 水晶発振器 | 8 位相比較器 | 9 低域フィルタ(LPF) | 10 電圧制御発振器 |

B - 4 次の記述は、電離層伝搬において発生する障害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) D層を突き抜けてF層で反射する電波は、D層の電子密度等によって決まる減衰を受ける。太陽の表面で爆発が起きると、多量のX線などが放出され、このX線などが地球に到来すると、D層の電子密度を急激に□アさせるため、短波(HF)帯の通信が、太陽□イ地球の半面で突然不良になったり、又は受信電界強度が低下することがある。このような現象を□ウという。この現象が発生すると、短波(HF)帯における通信が最も大きな影響を受ける。
- (2) これらの障害が発生したときは、電離層における減衰は、使用周波数の□エにほぼ反比例するので、□オ周波数に切り替えて通信を行うなどの対策がとられている。

- | | | | | |
|------|------|-------------|------|------------|
| 1 低い | 2 3乗 | 3 に照らされている | 4 下降 | 5 デリンジャー現象 |
| 6 高い | 7 2乗 | 8 に照らされていない | 9 上昇 | 10 磁気嵐 |

B - 5 次の記述は、各種形式の指示電気計器の特徴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 可動鉄片形計器は、実効値を指示し商用周波数(50Hz/60Hz)の測定に適している。
- イ 永久磁石可動コイル形計器は、直流電流の測定に適している。
- ウ 電流力計形計器は、発射電波の電力測定に適している。
- エ 整流形計器は、永久磁石可動コイル形計器と整流器を組合せて構成される。
- オ 熱電対形計器は、交流直流両用で、波形にかかわらず最大値を指示する。