

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 次の記述は、電気と磁気に関する法則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。

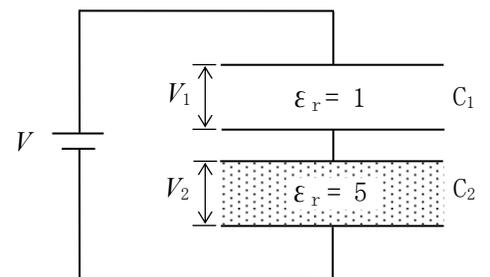
- (1) 電磁誘導によってコイルに誘起される起電力の大きさは、コイルと鎖交する磁束の時間に対する変化の割合に比例する。これを電磁誘導に関する □ A □ の法則という。
- (2) 電磁誘導によって生ずる誘導起電力の方向は、その起電力による誘導電流の作る磁束が、もとの磁束の変化を妨げるような方向である。これを □ B □ の法則という。
- (3) 磁界中に置かれた導体に電流を流すと、導体に電磁力が働く。このとき、磁界の方向、電流の方向及び電磁力の方向の三者の関係を表したものをフレミングの □ C □ の法則という。

	A	B	C
1	レンツ	ビオ・サバール	左手
2	ビオ・サバール	アンペア	右手
3	ファラデー	レンツ	左手
4	アンペア	ファラデー	右手

A - 2 次の記述は、図に示すように二つの平行平板コンデンサ C_1 及び C_2 を直列に接続し、両端に直流電圧 $V = 60$ [V] を加えたときの電圧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、 C_1 と C_2 の電極の構造及び電極間距離は同一であり、電極間の誘電体の比誘電率 ϵ_r は、 C_1 では1、 C_2 では5とする。

- (1) C_2 の静電容量は C_1 の静電容量の □ A □ 倍である。
- (2) C_1 の電圧 V_1 は □ B □ [V] で、 C_2 の電圧 V_2 は □ C □ [V] である。

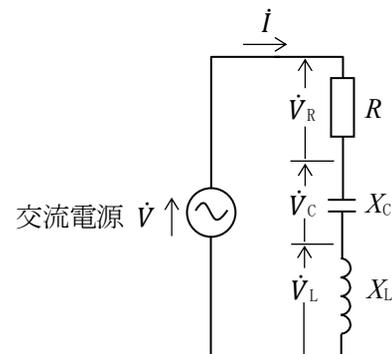
	A	B	C
1	10	10	50
2	10	50	10
3	5	10	50
4	5	50	10



A - 3 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω]、容量リアクタンス X_C [Ω] 及び誘導リアクタンス X_L [Ω] の直列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、回路は理想的な共振状態にあるものとする。

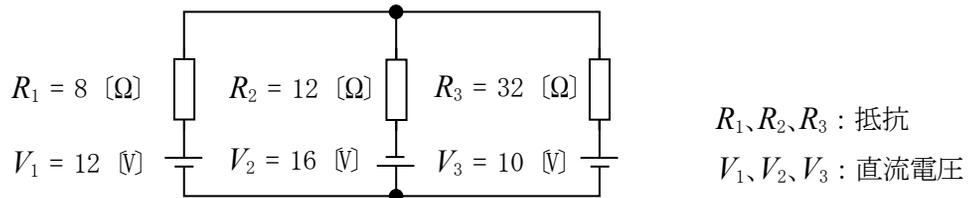
- (1) R の電圧 \dot{V}_R [V] と X_C の電圧 \dot{V}_C [V] の位相差は、□ A □ [rad] である。
- (2) X_C の電圧 \dot{V}_C [V] と X_L の電圧 \dot{V}_L [V] の位相差は、□ B □ [rad] である。
- (3) X_L の電圧 \dot{V}_L [V] と回路を流れる電流 i [A] の位相差は、□ C □ [rad] である。

	A	B	C
1	0	π	0
2	0	0	π
3	0	π	π
4	$\frac{\pi}{2}$	0	$\frac{\pi}{2}$
5	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{\pi}{2}$



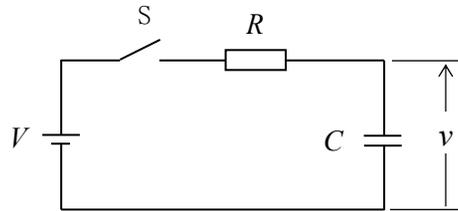
A - 4 図に示す直流回路において、抵抗 R_3 [Ω] に流れる電流 [A] の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.25 [A]
- 2 0.50 [A]
- 3 1.00 [A]
- 4 1.25 [A]
- 5 1.50 [A]



A - 5 図に示す回路において、コンデンサ C [F] と抵抗 R [Ω] の回路に直流電圧 V [V] を与えて C を充電するとき、スイッチ S を接(ON)にしてから t [s] 後の C の端子電圧 v [V] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 S を接(ON)にする前の C には電荷が蓄えられていなかったものとする。また、 e は自然対数の底とする。

- 1 $v = V(1 - e^{CRT})$
- 2 $v = V(1 - e^{-CRT})$
- 3 $v = V(1 - e^{-\frac{1}{CR}t})$
- 4 $v = V(1 + e^{-\frac{1}{CR}t})$
- 5 $v = V(1 + e^{-CRT})$



A - 6 次の記述は、図 1 に示すように、電気的特性が同一のダイオード D を二つ直列に接続した回路の、電圧と電流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、 D は図 2 の特性を持つものとする。

- (1) 回路の直流電圧を V [V] としたとき、一つの D に加わる電圧 V_D は、□ A □ [V] である。
- (2) したがって、 V が □ B □ [V] 以下のとき、回路に流れる電流 I は零である。
- (3) また、 V が 1.6 [V] のとき、 I は約 □ C □ [mA] である。

- | | | | |
|---|-------|-----|----|
| | A | B | C |
| 1 | V | 1.2 | 10 |
| 2 | V | 0.6 | 20 |
| 3 | $V/2$ | 1.2 | 40 |
| 4 | $V/2$ | 0.6 | 10 |
| 5 | $V/2$ | 1.2 | 20 |

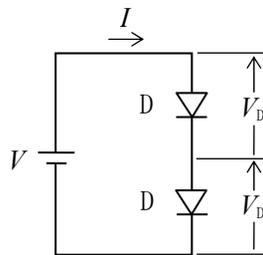


図 1

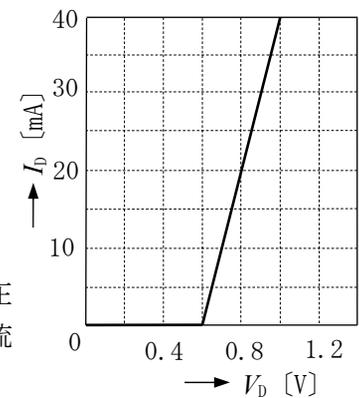
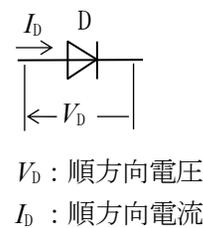


図 2

A - 7 次の記述は、バイポーラトランジスタの一般的な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。

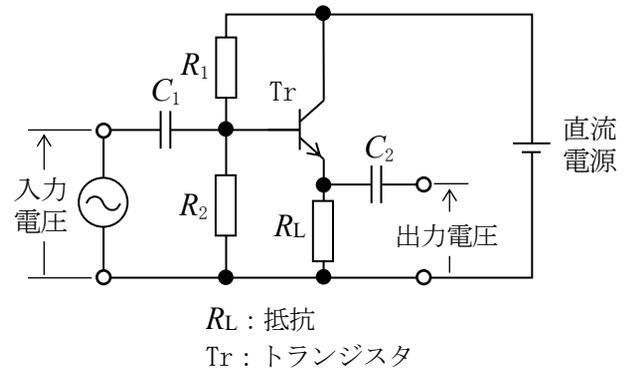
- (1) ベース接地回路において、電流増幅率 α の値が低周波のときの値より □ A □ [dB] 低下したときの周波数を α 遮断周波数という。
- (2) コレクタ遮断電流 I_{CBO} は、エミッタを開放にして、コレクタ・ベース間に □ B □ 電圧(一般的には最大定格電圧 V_{CBO})を加えたときのコレクタに流れる電流である。
- (3) エミッタ接地回路の高周波特性を示すトランジション周波数 f_T は、電流増幅率 β が □ C □ となる周波数である。

- | | | | |
|---|------------|-----|---|
| | A | B | C |
| 1 | 3 | 逆方向 | 1 |
| 2 | 3 | 順方向 | 1 |
| 3 | 3 | 逆方向 | 0 |
| 4 | $\sqrt{3}$ | 順方向 | 0 |
| 5 | $\sqrt{3}$ | 逆方向 | 1 |

A - 8 次の記述は、図に示すエミッタホロワ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。ただし、抵抗 R_1 、 R_2 及び静電容量 C_1 、 C_2 の影響は無視するものとする。

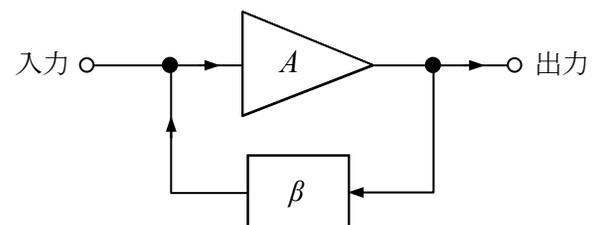
- (1) 入力電圧と出力電圧の位相は、□ A □ である。
 (2) 出力インピーダンスは、他の接地方式の増幅回路と比べて □ B □ 。
 (3) この回路は、□ C □ 接地増幅回路ともいう。

	A	B	C
1	逆相	高い	コレクタ
2	逆相	低い	エミッタ
3	同相	低い	ベース
4	同相	低い	コレクタ
5	同相	高い	エミッタ



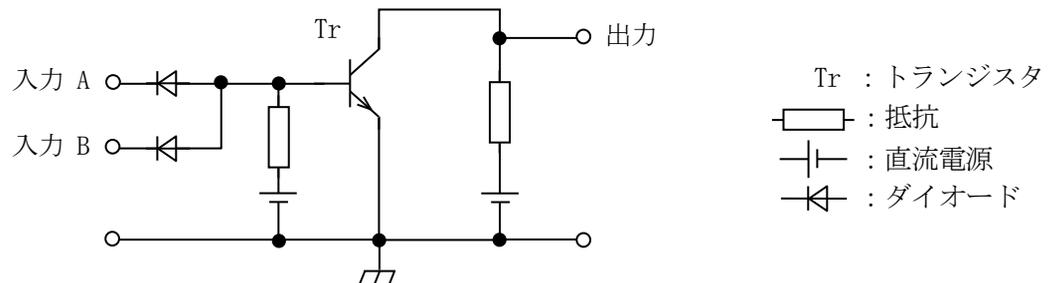
A - 9 図に示す負帰還増幅回路において、電圧増幅度 A が 1×10^5 (真数) の演算増幅器を用いて、負帰還増幅回路の電圧増幅度を 20 (真数) にしたい。帰還回路の帰還率 β の値として、最も近い値を下の番号から選べ。

- 1 0.005
- 2 0.02
- 3 0.05
- 4 0.2
- 5 0.5



A - 10 図に示す論理回路の名称として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正 (+) の電圧を 1 とした正論理とする。

- 1 OR
- 2 NOR
- 3 AND
- 4 NAND
- 5 EX-OR



A - 11 アマチュア局において 29 [MHz] 帯で FM (F3E) 通信を行うとき、占有周波数帯幅を 16 [kHz]、変調信号の最高周波数を 3 [kHz] の正弦波としたとき、最大周波数偏移の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 2.5 [kHz]
- 2 5.0 [kHz]
- 3 7.5 [kHz]
- 4 10.0 [kHz]
- 5 12.5 [kHz]

A - 12 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。ただし、DSB 変調波の変調度は 100 [%] とし、SSB 変調波は DSB 変調波の片側の側波帯のみとする。

- 1 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。
- 2 SSB 波を受信する場合、DSB 波に比べて受信帯域幅はほぼ 1/2 でよいので、受信雑音電力はほぼ 1/4 となる。
- 3 搬送波が抑圧され、また、送話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 送信機は、搬送波の発射がないため、終段電力増幅部の消費電力が少ない。
- 5 100 [%] 変調をかけた DSB 送信機出力の片側の側波帯と等しい電力を SSB 送信機で送り出すとすれば、SSB 送信機出力は DSB の搬送波電力の 1/4、すなわち、全 DSB 送信機出力の 1/6 の値となる。

A - 13 次の記述は、月面反射(EME)通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。

- (1) EME 通信は、電離層を通過できるような高い周波数帯の電波を月に向けて発射し、月面で反射された電波を受信して通信を行うものである。伝搬減衰が大きいため、大電力送信機、高利得アンテナ及び □ A □ が必要である。
- (2) 送信電波が地球から月まで往復するのに要する時間は □ B □ であり、月と地球上の観測者との相対運動によるドプラ効果により、戻ってきた送信電波は送信周波数から少し離れた周波数で受信される。
- (3) EME 通信は、電信(A1A)電波が主に使用されていたが、近年では □ C □ データ(デジタル)通信が使われることが多い。

	A	B	C
1	広帯域受信機	約 2.5 秒	広帯域
2	広帯域受信機	約 1.5 秒	狭帯域
3	高感度受信機	約 2.5 秒	広帯域
4	高感度受信機	約 1.5 秒	狭帯域
5	高感度受信機	約 2.5 秒	狭帯域

A - 14 次の記述は、AM(A3E)受信機及びFM(F3E)受信機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。

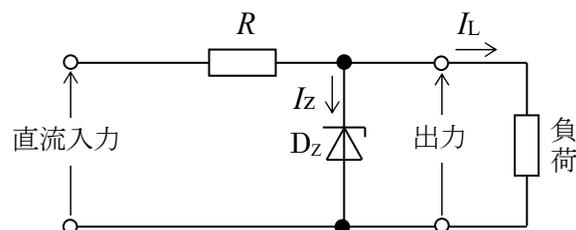
- 1 AM(A3E)受信機には、受信波の振幅の変化を検出して音声信号を取り出すため、直線検波回路などが設けられている。
- 2 AM(A3E)受信機にBFO(うなり発振器)を付加すると、電信(A1A)の電波を可聴音として復調できる。
- 3 FM(F3E)受信機には、送信側で強調された高い周波数成分を減衰させるとともに、高い周波数成分の雑音も減衰させ、信号対雑音比(S/N)を改善するため、プリエンファシス回路が設けられている。
- 4 FM(F3E)受信機には、フェージングや雑音などによって生ずる受信波の振幅の変化を除去するため、振幅制限器が設けられている。

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

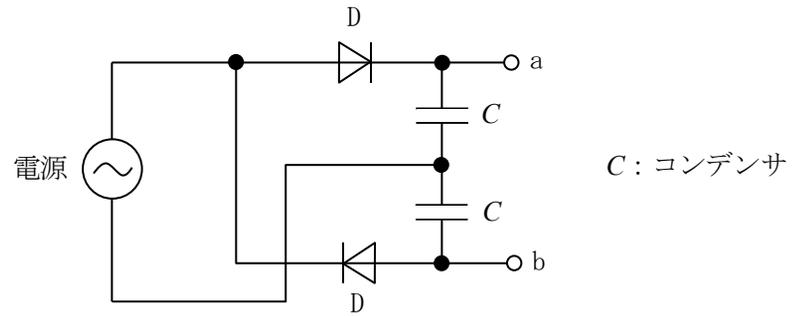
A - 16 次の記述は、図に示す回路において、直流入力電圧又は負荷の値が変動した場合について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、回路は理想的に動作しているものとする。



- 1 直流入力の電圧が上昇しても、ツェナーダイオード D_z に流れる I_z が増加して、負荷電圧は一定に保たれる。
- 2 直流入力の電圧が一定のとき、 I_L が増加しても、ツェナーダイオード D_z に流れる I_z が減少して、負荷電圧が一定に保たれる。
- 3 負荷電流 I_L が零から最大値までの間で変動するとき、 I_L の最大値は、ツェナーダイオード D_z に流し得る電流 I_z の最大値とほぼ等しい。
- 4 I_L が最大るとき、ツェナーダイオード D_z の消費電力は最小となる。
- 5 無負荷のとき、安定抵抗 R を流れる電流はほぼ零(0)である。

A - 17 図に示す整流回路における端子 ab 間の電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源は実効値電圧 500 [V] の正弦波交流とし、また、ダイオード D の順方向の抵抗は零、逆方向の抵抗は無限大とする。

- 1 700 [V]
- 2 1,000 [V]
- 3 1,400 [V]
- 4 1,700 [V]
- 5 2,000 [V]



A - 18 次の記述は、鉛蓄電池の浮動充電方式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) 鉛蓄電池と負荷は、□ A □。
- (2) 通常、充電は □ B □ 行われる。
- (3) 停電などの非常時において、鉛蓄電池から負荷に電力を供給するときの瞬断が □ C □。

	A	B	C
1	停電時に接続する	間欠的に	ない
2	停電時に接続する	常時	ある
3	常時接続されている	常時	ある
4	常時接続されている	常時	ない
5	常時接続されている	間欠的に	ある

A - 19 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直角にすると誘起電圧は最大となる。
- 2 垂直アンテナと組み合わせることにより、カージオイド形の水平面内指向性が得られる。
- 3 誘起電圧の最大値は、ループ(コイル)の巻数に比例する。
- 4 誘起電圧の最大値は、受信する電波の波長に反比例する。
- 5 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。

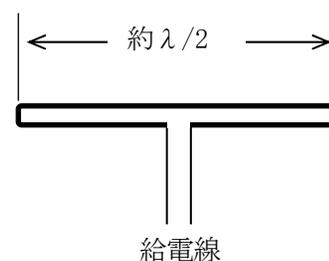
A - 20 半波長ダイポールアンテナに 80 [W] の電力を加え、また、八木アンテナ(八木・宇田アンテナ)に 10 [W] の電力を加えたとき、両アンテナの最大放射方向の同一距離の地点で、それぞれのアンテナから放射される電波の電界強度が等しくなった。このとき八木アンテナの半波長ダイポールアンテナに対する相対利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 \doteq 0.3$ とし、整合損失や給電線損失などの損失は、無視できるものとする。

- 1 9 [dB] 2 8 [dB] 3 7 [dB] 4 6 [dB] 5 5 [dB]

A - 21 次の記述は、図に示す素子の太さが均一な二線式折返し半波長ダイポール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。ただし、波長を λ [m] とする。

- (1) 実効長は □ A □ [m] であり、アンテナ利得を □ B □ で表すと約 2.15 [dB] である。
- (2) このアンテナに 75 [Ω] の給電線を接続したとき、給電点における VSWR は、約 □ C □ である。

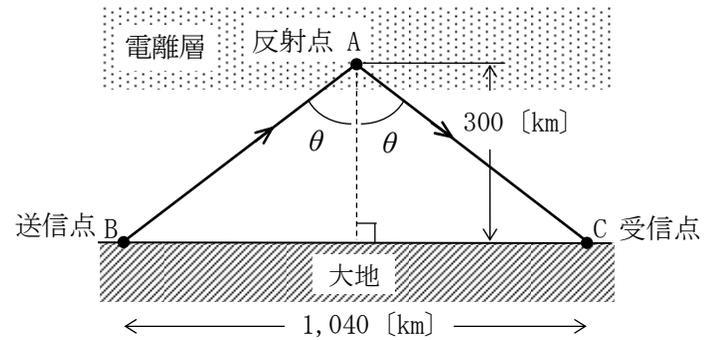
	A	B	C
1	$\frac{\lambda}{\pi}$	相対利得	4.0
2	$\frac{2\lambda}{\pi}$	絶対利得	4.0
3	$\frac{2\lambda}{\pi}$	相対利得	3.0
4	$\frac{2\lambda}{\pi}$	絶対利得	3.0
5	$\frac{\lambda}{\pi}$	相対利得	2.0



A - 22 図に示すように、送信点 B と受信点 C との間の距離が 1,040 [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 25.0 [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] 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] 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 12.5 [MHz]
- 2 11.5 [MHz]
- 3 10.5 [MHz]
- 4 9.5 [MHz]



A - 23 次の記述は、30 [MHz] を超える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]	電力束密度の実効値 [mW/cm ²]
30 MHz を超え 300 MHz 以下	27.5	0.0728	0.2
300 MHz を超え 1.5 GHz 以下	$1.585 \sqrt{f}$	$\sqrt{f} / 237.8$	$f / 1500$
1.5 GHz を超え 300 GHz 以下	61.4	0.163	1

f は、MHz を単位とする周波数とする。電界強度、磁界強度及び電力束密度は、それらの 6 分間における平均値とする。

(1) 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 [mW/cm²] の基本算出式は、空中線入力電力を P [W]、空中線の主放射方向の絶対利得（真数）を G 、空中線からの距離（算出地点までの距離）を R [m] 及び大地等の反射係数を K とし、次式で与えられている。

$$S = \boxed{A} \times K$$

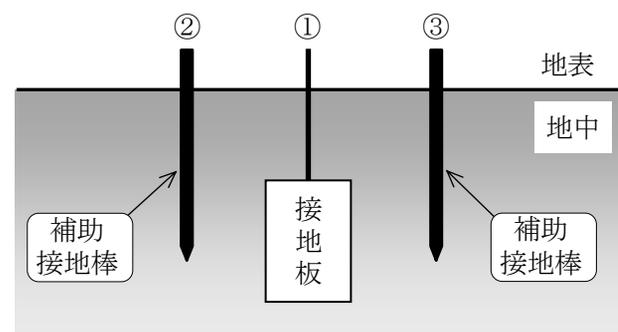
(2) 電力束密度 S [mW/cm²] から電界強度 E [V/m] 又は磁界強度 H [A/m] へ換算する場合には、次式を用いる。

$$S = \frac{E^2}{\boxed{B}} = \boxed{C} H^2$$

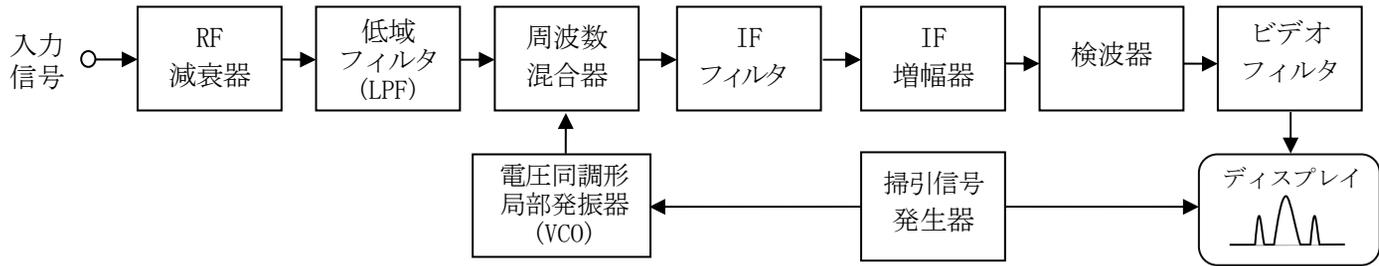
	A	B	C
1	$\frac{PG}{40\pi R^2}$	37.7	3770
2	$\frac{PG}{40\pi R^2}$	3770	37.7
3	$\frac{PG}{40\pi^2 R}$	37.7	3770
4	$\frac{PG}{40\pi^2 R}$	3770	37.7

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 30 [Ω]、15 [Ω]、25 [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 7.5 [Ω]
- 2 10.0 [Ω]
- 3 12.5 [Ω]
- 4 15.0 [Ω]
- 5 17.5 [Ω]



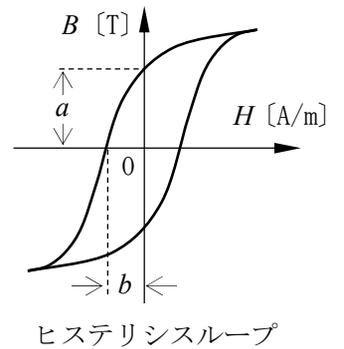
A - 25 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式によるアナログ型のスペクトルアナライザの一般的な機能などについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。



- 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 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。
- 3 周波数成分ごとの位相差の観測はできない。
- 4 周波数分解能を高めるには、IF フィルタの分解能帯域幅を広くする。

B - 1 次の記述は、図に示す磁性材料のヒステリシスループ(曲線)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 横軸は磁界の強さ、縦軸は磁束密度を示す。
- イ a は残留磁気の大きさ、 b は保磁力を示す。
- ウ 鉄心入りコイルに交流電流を流すと、ヒステリシスループ内の面積に反比例した電気エネルギーが鉄心の中で熱として失われる。
- エ 永久磁石材料としては、ヒステリシスループの a と b がともに小さい磁性体が適している。
- オ ヒステリシスループの囲む面積が大きい材料ほどヒステリシス損が大きい。



B - 2 次の記述は、フォトダイオードの動作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。

PN 接合ダイオードに □ア□ 電圧を加え、接合面に光を当てると、光のエネルギーが吸収されて、光の強さに □イ□ した数の正孔と電子の対が生じ、接合部の電界によって電子は □ウ□ 半導体の方向へ、正孔は □エ□ 半導体の方向へ移動して □ア□ 電流が流れる □オ□ 素子である。

- | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|
| 1 反比例 | 2 受光 | 3 逆方向 | 4 N形 | 5 減少 |
| 6 比例 | 7 発光 | 8 順方向 | 9 P形 | 10 増加 |

B - 3 次の記述は、フェージングの軽減方法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) フェージングを軽減する方法には、受信電界強度の変動分を補償するために電話(A3E)受信機に □ア□ 回路を設けたり、電信(A1A)受信機の検波回路の次にリミタ回路を設けて、検波された電信波形の □イ□ を揃えるなどの方法がある。
- (2) ダイバーシティによる軽減方法も有効である。□ウ□ ダイバーシティは、一般に、受信アンテナを数波長以上離れた場所に設置して、その受信信号の出力を合成又は切り替える方法である。
また、一般に、□エ□ ダイバーシティは、同一送信点から二つ以上の周波数で同時送信し、受信信号の出力を合成又は切り替える方法である。
同一周波数を、例えば垂直偏波と水平偏波の二つのアンテナにより受信し、それぞれの出力を合成又は切り替えて使用する □オ□ ダイバーシティという方法も用いられている。

- | | | | | |
|------|--------|------|-------|--------|
| 1 干渉 | 2 偏波 | 3 位相 | 4 周波数 | 5 AGC |
| 6 同期 | 7 スキップ | 8 振幅 | 9 空間 | 10 AFC |

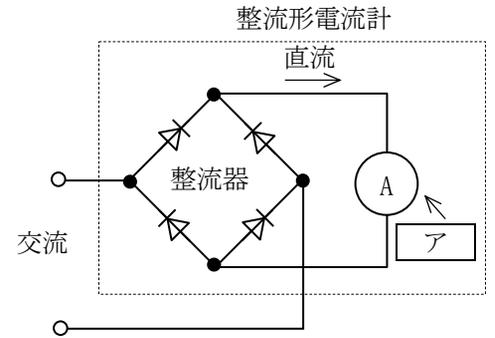
B - 4 次の記述は、ラジオダクトについて述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

電波についての標準大気の屈折率は、高さ(地表高)とともに □ア□ する。また、大気の屈折率に □イ□ 及び地表高を関連づけて表した修正屈折指数(指数)Mは、標準大気中で高さとともに □ウ□ する。しかし、上層の大気の状態が □エ□ で、下層の大気はその逆の状態となるとき、Mの高さ方向の変化が標準大気中と逆になる。このような状態の大気の層を逆転層という。この層はラジオダクトを形成し、 □オ□ 以上の電波を見通し外の遠距離まで伝搬させることがある。

- | | | | | |
|--------|----------|------|-------|-------|
| 1 低温高湿 | 2 地球半径 | 3 減少 | 4 電離層 | 5 超短波 |
| 6 高温低湿 | 7 電離層の高さ | 8 増大 | 9 風速 | 10 中波 |

B - 5 次の記述は、図に示す整流形電流計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) 整流形電流計は、交流をダイオード等で整流して □ア□ 電流計を動作させる。このとき、□ア□ 電流計は、整流した電流の □イ□ を指示する。
- (2) 整流形電流計は、一般に入力信号が正弦波のとき、その □ウ□ を示すよう目盛られている。従って、測定する交流の波形が正弦波でないときには、指示値に □エ□ が生ずる。
- (3) 整流形電流計の目盛りは、指示値の小さい零付近を除いて、ほぼ □オ□ 目盛になる。



- | | | | | |
|------|-------|-------|--------------|----------|
| 1 平等 | 2 実効値 | 3 位相差 | 4 可動鉄片形 | 5 平均値の二乗 |
| 6 対数 | 7 最大値 | 8 誤差 | 9 永久磁石可動コイル形 | 10 平均値 |