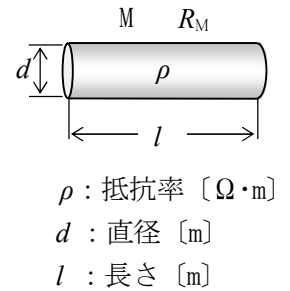


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

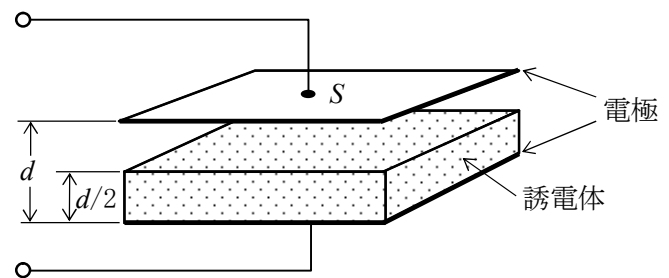
A - 1 次の記述は、直線導体の抵抗について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、図に示す形状の直線導体Mの抵抗を R_M [Ω] とする。

- 1 長さはMと等しく、抵抗率をMの3倍、直径をMの3倍にすると、抵抗は $\frac{R_M}{3}$ [Ω] になる。
- 2 直径はMと等しく、抵抗率をMの3倍、長さをMの3倍にすると、抵抗は $6R_M$ [Ω] になる。
- 3 直径と抵抗率はMと等しく、長さをMの2倍にすると、抵抗は $2R_M$ [Ω] になる。
- 4 抵抗率はMと等しく、直径をMの4倍、長さをMの4倍にすると、抵抗は $\frac{R_M}{4}$ [Ω] になる。



A - 2 図に示す、真空中に置かれた二つの平行板電極間に、電極間隔の1/2の厚さの誘電体を入れたときの静電容量の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電極の面積 $S = 20$ [cm²]、電極間の距離 $d = 4$ [mm]、誘電体の比誘電率 $\epsilon_r = 3$ 及び真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.855 \times 10^{-12}$ [F/m] とする。

- 1 6.6 [pF]
- 2 9.9 [pF]
- 3 13.2 [pF]
- 4 16.5 [pF]
- 5 19.8 [pF]



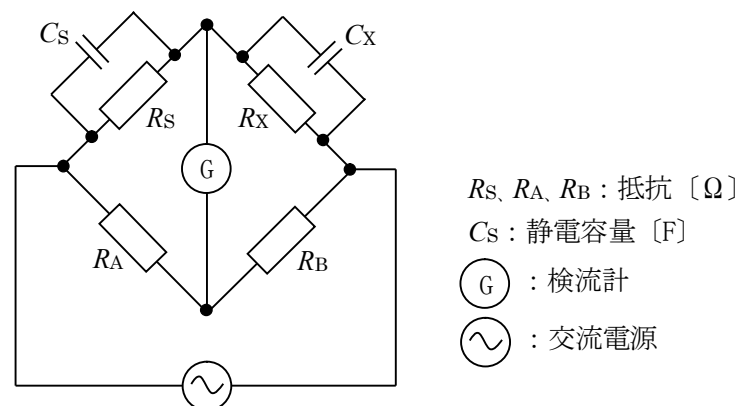
A - 3 次の記述は、コイルの電気的性質について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) コイルの自己インダクタンスは、コイルの □ A □ に比例する。
- (2) コイルのリアクタンスは、コイルを流れる交流電流の周波数に □ B □ する。
- (3) コイルに加えた交流電圧の位相は、流れる電流の位相に対し90度 □ C □ いる。

	A	B	C
1	巻数	比例	遅れて
2	巻数	反比例	遅れて
3	巻数の2乗	比例	遅れて
4	巻数の2乗	反比例	進んで
5	巻数の2乗	比例	進んで

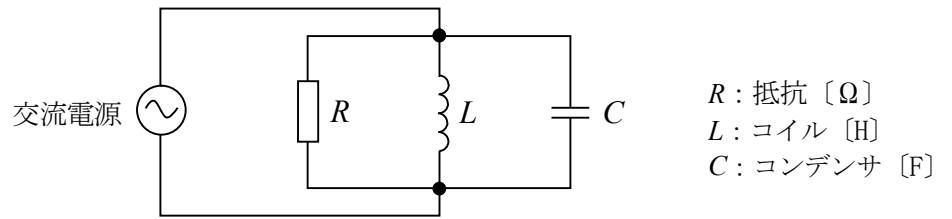
A - 4 図に示す交流ブリッジ回路が平衡状態にあるとき、抵抗 R_x 及び静電容量 C_x を求める式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_x = \frac{R_B}{R_A} R_S$ [Ω]、 $C_x = \frac{R_B}{R_A} C_S$ [F]
- 2 $R_x = \frac{R_B}{R_A} R_S$ [Ω]、 $C_x = \frac{R_A}{R_B} C_S$ [F]
- 3 $R_x = \frac{R_A}{R_B} R_S$ [Ω]、 $C_x = \frac{R_B}{R_A} C_S$ [F]
- 4 $R_x = \frac{R_A}{R_B} R_S$ [Ω]、 $C_x = \frac{R_A}{R_B} C_S$ [F]



A - 5 図に示す RLC 並列回路の尖鋭度 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 $R\sqrt{CL}$
- 2 $R/(\omega_0 L)$
- 3 $\omega_0 LR$
- 4 $\omega_0 CR$



A - 6 周波数 10 [MHz] の正弦波交流において、位相差 $3\pi/4$ [rad] に相当する時間差の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.25 [ns]
- 2 3.75 [ns]
- 3 12.5 [ns]
- 4 25.0 [ns]
- 5 37.5 [ns]

A - 7 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、その電氣的等価回路は水晶振動子と □ A □。
- (2) 発振させるためにコルピッツ発振回路を使用する場合は、□ 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	同様である	コンデンサ	劣るが
2	同様である	コイル	劣るが
3	同様である	コイル	優れ
4	異なる	コイル	優れ
5	異なる	コンデンサ	優れ

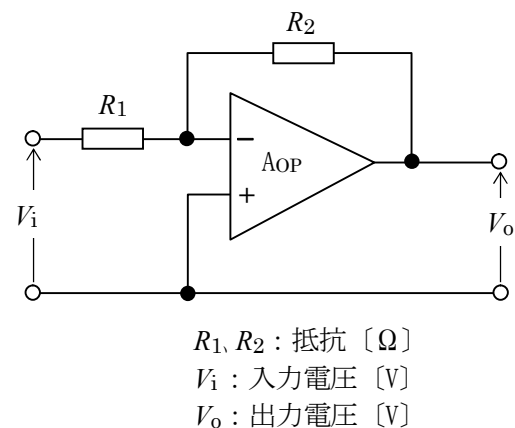
A - 8 次の記述は、MOS 形 FET (金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ) について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 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 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。
- 3 MOS 形 FET のオン抵抗は、温度上昇による変化はなく常に一定値である。
- 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るが、バイポーラトランジスタと比べると比較的容易に並列運転ができる。

A - 9 次の記述は、図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。ただし、AOP は理想的な演算増幅器を示す。

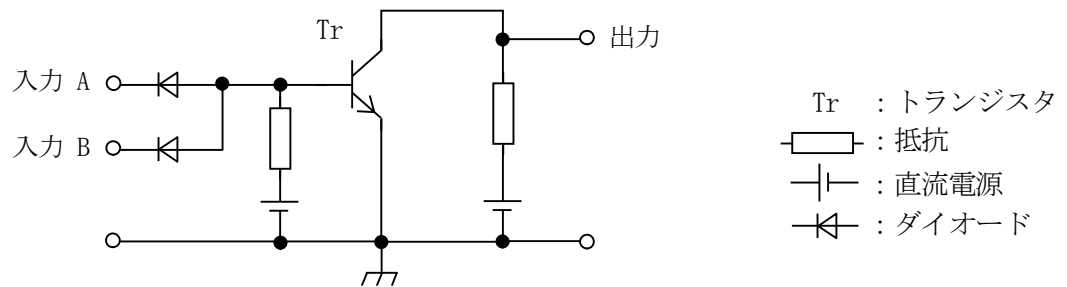
- (1) 回路の増幅度 $A = |V_o / V_i|$ は □ A □ である。
- (2) 回路の V_o と V_i の位相差は □ B □ [rad] である。
- (3) 回路は □ C □ 増幅回路と呼ばれる。

	A	B	C
1	$\frac{R_1}{R_2}$	π	非反転(同相)
2	$\frac{R_1}{R_2}$	$\frac{\pi}{2}$	反転(逆相)
3	$\frac{R_2}{R_1}$	$\frac{\pi}{2}$	反転(逆相)
4	$\frac{R_2}{R_1}$	$\frac{\pi}{2}$	非反転(同相)
5	$\frac{R_2}{R_1}$	π	反転(逆相)



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(+)¹の電圧を1とした正論理とする。

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

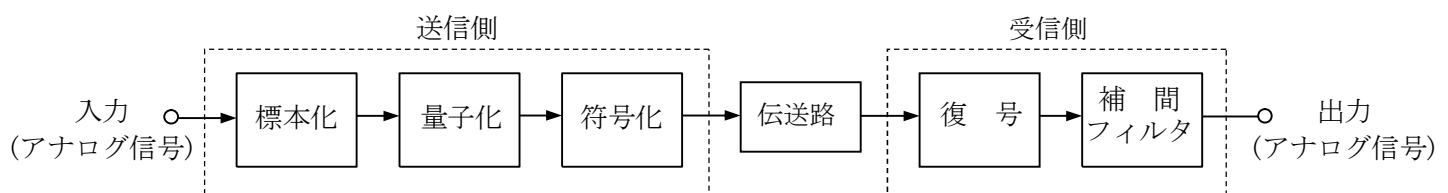


A - 11 アマチュア局において、近傍で発射された 438.98 [MHz] の F3E 電波と FM レピータ局が発射する 439.94 [MHz] の電波により、2 波 3 次の相互変調妨害を受けた。妨害を受けた周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 438.02 [MHz]
- 2 438.04 [MHz]
- 3 438.06 [MHz]
- 4 438.08 [MHz]
- 5 438.10 [MHz]

A - 12 次の記述は、図に示すデジタル通信の伝送系の原理的な構成例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) 標本化とは、入力のアナログ信号から、一定の時間間隔で振幅を取り出すことであり、入力のアナログ信号に含まれる最高周波数の □ A □ 以上で標本化を行えば、標本化されたパルスから元のアナログ信号を再現できる。
- (2) 標本化によって取り出した信号を、何段階かの定められた振幅値で表すことを量子化といい、量子化のステップの数が多いほど量子化雑音は □ B □ なる。
- (3) 受信側でアナログ信号を復調するために用いる補間フィルタには、□ C □ が用いられる。



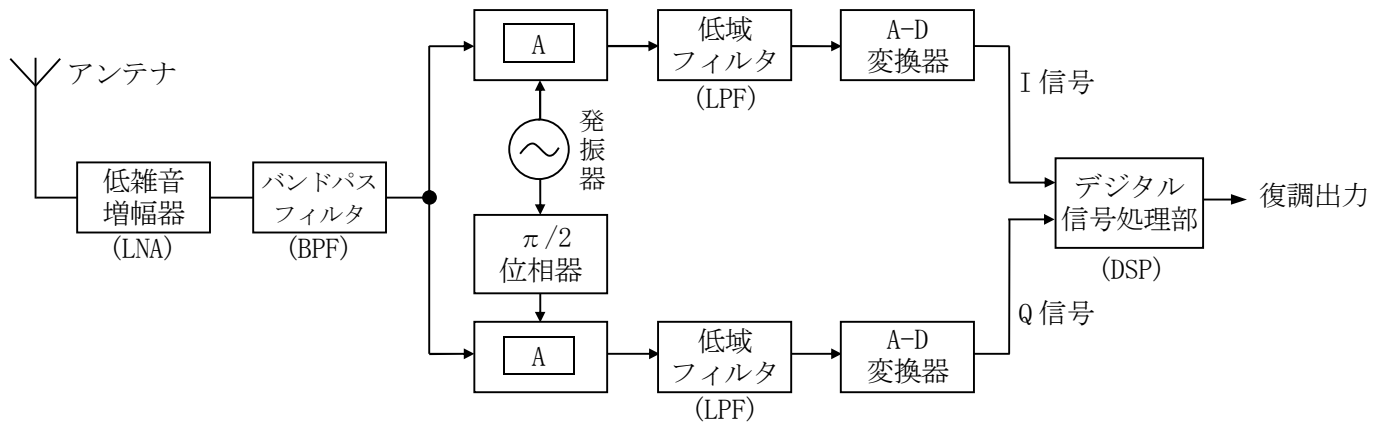
- | A | B | C |
|----------------|-----|--------------|
| 1 2 倍 | 多く | 高域フィルタ (HPF) |
| 2 2 倍 | 少なく | 低域フィルタ (LPF) |
| 3 2 倍 | 多く | 低域フィルタ (LPF) |
| 4 $\sqrt{2}$ 倍 | 少なく | 低域フィルタ (LPF) |
| 5 $\sqrt{2}$ 倍 | 多く | 高域フィルタ (HPF) |

A - 13 次の記述は、受信機の各種現象等について述べたものである。このうち FM (F3E) 受信機のスレッシュホールドレベル (限界レベル) について述べているものを下の番号から選べ。

- 1 受信機の入力レベルを小さくしていくと、ある値から急激に出力の信号対雑音比 (S/N) が低下する現象が現れる。このときの受信機入力レベルをいう。
- 2 受信帯域外の 2 波以上の強力な電波が受信機に加わると、各々の周波数の和及び差を周波数とする信号が発生し、この信号が希望信号又は中間周波数と一致すると妨害を受ける。このときの、受信帯域外の電波の受信機入力レベルをいう。
- 3 受信帯域外に強大なレベルの妨害波が出現した場合、希望信号の出力レベルが低下する現象が現れる。この現象の起こる妨害波の受信機入力レベルをいう。
- 4 受信機から副次的に発する電波が、他の無線設備の機能に支障を与えない限度レベルをいう。

A - 14 次の記述は、SDR(Software Defined Radio：ソフトウェア無線)受信機の概要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。なお、同じ記号の□内には同じ字句が入るものとする。

- (1) SDRとは、一般に電子回路に変更を加えることなく、制御ソフトウェアを変更することによって、無線通信方式(変調方式など)を切替えることが可能な無線通信又はその技術を指す。
- (2) 図に示す原理的なSDR受信機の信号処理例として、高周波信号を□AによりI/Q(In phase/Quadrature phase)信号に変換後、A-D変換器でI/Q信号を数値データに変換し、DSP(Digital Signal Processor)により数値データを演算し目的の信号を取出す方式がある。
- (3) ダイレクトコンバージョン(ゼロIF)方式のSDR受信機は、原理的に□Bが発生しない等の多くの長所があるが、受信信号が強すぎるとA-D変換器で□Cが発生し、デジタル信号への正常な変換ができなくなるという短所もある。



A	B	C
1 デジタルフィルタ	感度抑圧効果	折返し雑音
2 デジタルフィルタ	映像周波数妨害	オーバーフロー
3 直交ミクサ	感度抑圧効果	オーバーフロー
4 直交ミクサ	映像周波数妨害	オーバーフロー
5 直交ミクサ	感度抑圧効果	折返し雑音

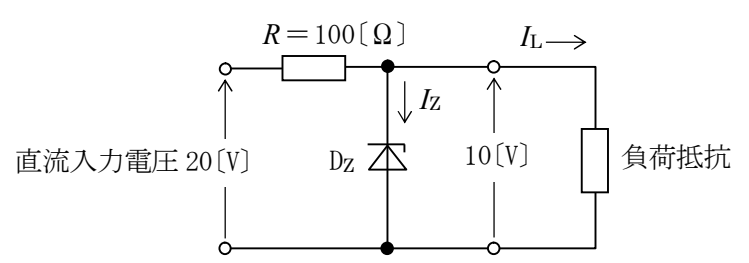
A - 15 次の記述は、安定化電源回路に用いられるスイッチング・レギュレータについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 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。
- 2 スwitching・レギュレータの制御方式の一つであるチョップ方式には、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などがある。
- 3 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。
- 4 スwitching・レギュレータにおけるパルス周波数は、一般に数10[kHz]から数[MHz]が使用されている。
- 5 スwitching・レギュレータは、スイッチング周波数を高くすると、一般的に装置が大型化する。

A - 16 次の記述は、図に示す基本的な定電圧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、ツェナーダイオードDzのツェナー電圧を10[V]、直流入力電圧を20[V]、抵抗Rを100[Ω]とする。

Dzに流れる電流Iz[A]と負荷抵抗に流れる電流IL[A]との和は一定である。よって、Izの最大値は負荷が開放のときであり、□A[A]になる。したがって、このときにDzで消費される電力□B[W]より大きい許容損失のDzを使用する必要がある。

A	B
1 0.1	0.5
2 0.1	1.0
3 0.2	0.5
4 0.2	1.0



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。ただし、リチウムイオン蓄電池は単電池を指すものとする。

- (1) 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、正極にコバルト酸リチウムを用いており、電解液として非水系有機電解液を用いている。
- (2) 公称電圧は、通常 □ B [V] 程度である。
- (3) 安全性の観点からの充放電における電流・電圧の管理は、ニッケル水素電池に比べて □ C である。

	A	B	C
1	炭素質材料	3.6	より厳格
2	炭素質材料	1.2	より寛容
3	炭素質材料	3.6	より寛容
4	金属リチウム	1.2	より寛容
5	金属リチウム	3.6	より厳格

A - 18 周波数が 15 [MHz] の電波を半波長ダイポールアンテナで受信したとき、これに接続された受信機の入力端子の電圧が 30 [mV] であった。この電波の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、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。また、アンテナの最大指向方向は、到来電波の方向に向けられているものとする。

- 1 π [mV/m] 2 2π [mV/m] 3 3π [mV/m] 4 4π [mV/m] 5 5π [mV/m]

A - 19 次の記述は、垂直偏波で用いるコー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。

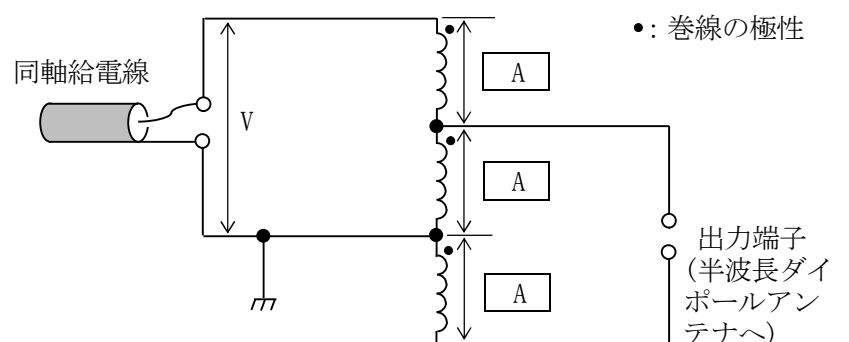
- (1) 原理的に、放射素子として □ A アンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のアンテナである。
- (2) 隣り合う各放射素子を互いに同振幅、□ B の電流で励振する。
- (3) 垂直面内では鋭いビーム特性を持ち、水平面内の指向性は、□ C である。

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

A - 20 次の記述は、図に示すバラン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、3つのコイルの巻き数は同一であり、入出力インピーダンスの変換比は 1:1 とし、損失はなく整合が取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。

- (1) 半波長ダイポールアンテナにインピーダンスが 75 [Ω] で不平衡な同軸給電線を直接接続すると、同軸給電線の外部導体の外側表面に漏えい電流が発生するとともに、アンテナが平衡励振されず本来の動作が阻害される。
- (2) 図に示す電圧バランにおいては、同軸給電線側から入った電圧 V により、各コイルには □ A の大きさの電圧が生じるため、出力端子には中点が接地された平衡な電圧が出力されアンテナに供給される。
- (3) 一般に図に示す電圧バランを実現するためには、3本の電線をねじって又は平行にフェライト磁心(コア)に □ B 巻きと呼ばれる方法で巻く。なお、フェライト磁心として環状(トロイダル)のものを使用すること □ C 。

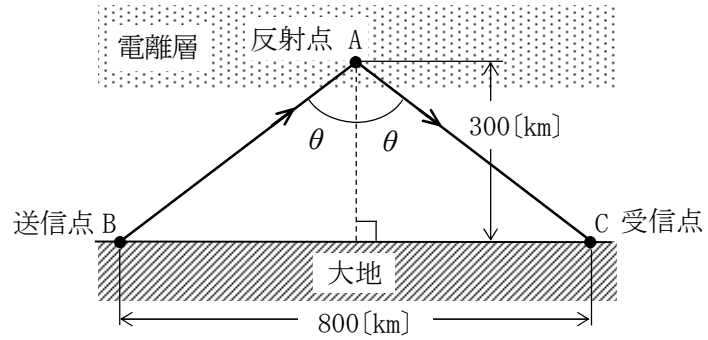
	A	B	C
1	V/3	バイファイラ	はできない
2	V/3	トリファイラ	はできない
3	V/2	トリファイラ	はできない
4	V/2	トリファイラ	もできる
5	V/2	バイファイラ	もできる



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 800 [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 15 [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 7 [MHz]
- 2 8 [MHz]
- 3 9 [MHz]
- 4 10 [MHz]
- 5 11 [MHz]



A - 22 次の記述は、超短波(VHF)帯及び極超短波(UHF)帯における電波の伝わり方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、大気は標準大気とする。

- 1 大気の屈折率は、地上からの高さとともに小さくなる。
- 2 大気中を水平に発射された電波は、地球の半径の 4 倍の半径をもって地表と反対の方へ曲がりながら伝搬する。
- 3 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。
- 4 等価地球半径は、真の地球半径を 4/3 倍したものである。
- 5 電波の見通し距離は、幾何学的な見通し距離よりもいくぶん長い。

A - 23 次の記述は、電波の強度に対する安全基準に適合するかどうかの判定のための、電波の強度の算出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、無線設備の諸元、平均電力を用いるための換算比及び大地面等の反射を考慮した係数は表のとおりとし、アンテナの水平面内指向特性は全方向性、算出地点はアンテナの主輻射方向であり俯角減衰量は 0 [dB] とする。また、 $\sqrt{3770} \doteq 61.4$ 、 $\sqrt{\pi} \doteq 1.77$ 及び $\log_{10} 2 \doteq 0.3$ とする。

- (1) 図において、算出地点の電波の強度を求めるには、最初にアンテナ入力電力 P [W]、アンテナの主輻射方向の絶対利得 G (真数)、アンテナからの距離 R [m] 及び大地面等の反射を考慮した係数 K を用いて、次式により電力束密度 S [mW/cm²] の値を算出する。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} K \text{ [mW/cm}^2\text{]}$$

表から得られた数値を上式に代入すれば、 $S = \text{A}$ [mW/cm²] ……①となる。

無線設備の諸元	周波数	28 [MHz]
	送信機出力電力	1,000 [W]
	給電線損失	3 [dB]
	アンテナ利得(絶対利得)	6 [dB]
	アンテナ高	18 [m]
平均電力算出のための換算比	1	
大地面等の反射を考慮した係数 K	4	

- (2) 周波数が 30 [MHz] 以下の場合、①から次式により電界強度 E [V/m] の値を算出する。

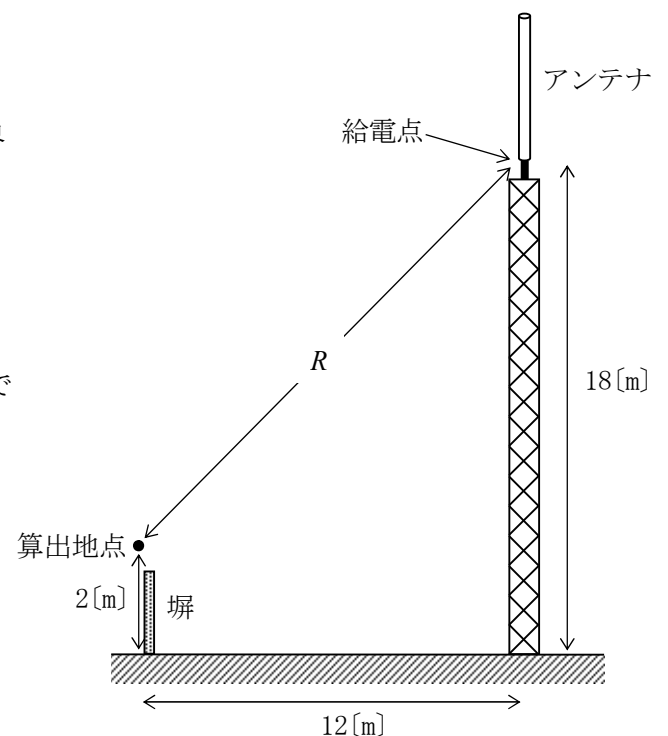
$$S = \frac{E^2}{3770} \text{ ……②}$$

- (3) 28 [MHz] における電波の強度に対する安全基準は、電界強度又は磁界強度があるが、電界強度の基準値は [MHz] を単位とする周波数を f とすれば次式から求められる。

$$\text{電界強度の基準値} = \frac{824}{f} \text{ [V/m] ……③}$$

②から得られた電界強度 E と③の基準値を比較し、 $E < ③$ であれば、電波の強度に対する安全基準を満たしている。従って、図の算出地点では安全基準を満たして B 。

- | | | |
|---|--------------|-----|
| | A | B |
| 1 | 1/(4 π) | いる |
| 2 | 1/(4 π) | いない |
| 3 | 1/(2 π) | いる |
| 4 | 1/(2 π) | いない |



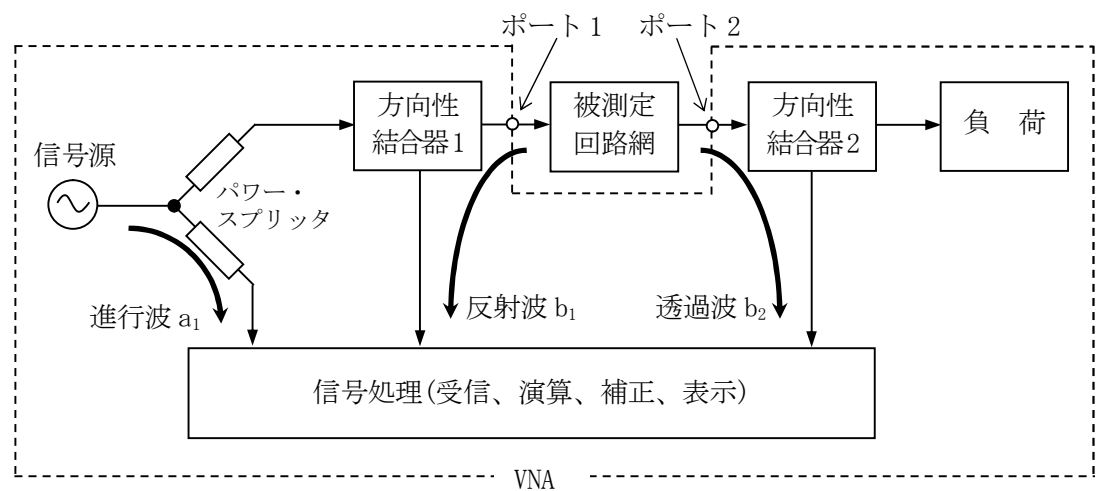
A - 24 送信機の出力電力を 17 [dB] の減衰器を通過させて電力計で測定したとき、その指示値が 50 [mW] であった。この送信機の出力電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 \approx 0.3$ とする。

- 1 0.5 [W] 2 1.0 [W] 3 2.5 [W] 4 5.0 [W] 5 7.5 [W]

A - 25 次の記述は、図に示す原理的なベクトルネットワークアナライザ(VNA)による、 S パラメータの導出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。

- (1) 被測定回路網の反射特性(S_{11})を測定する場合、信号源からの信号はパワー・スプリッタにより分割され、一方は進行波 a_1 として受信される。他方の信号は、ポート 1 から被測定回路網へ入力され、反射波 b_1 が方向性結合器 1 を介して受信される。 S_{11} は、ポート 1 における反射の程度を表すパラメータであるから □ A □ から算出される。
- (2) 伝送特性(S_{21})を測定する場合、ポート 1 から出力された信号は被測定回路網を通過後、ポート 2 から方向性結合器 2 により分離され透過波 b_2 として受信され、 S_{21} は □ B □ から算出される。
- (3) この VNA を使用して、あるアンテナの 7.0 [MHz] におけるインピーダンス Z を測定したところ、 $Z = 50 - j33$ [Ω] と表示された。このアンテナのキャパシタンスは約 □ C □ である。

A	B	C
1 a_1/b_1	b_1/b_2	345 [pF]
2 a_1/b_1	a_1/b_2	690 [pF]
3 b_1/a_1	b_2/b_1	345 [pF]
4 b_1/a_1	b_2/a_1	690 [pF]
5 b_1/a_1	a_1/b_1	345 [pF]



B - 1 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。

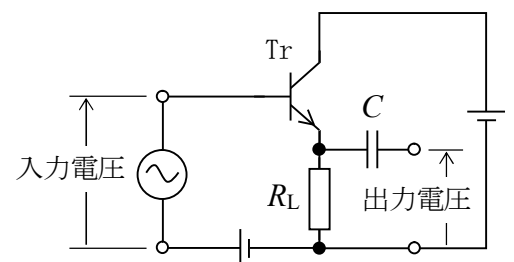
- (1) トランジスタの高周波特性を示す α 遮断周波数は、□ ア □ 接地回路のコレクタ電流とエミッタ電流の比 α が、低周波のときの値の □ イ □ になるときの周波数である。
- (2) トランジスタの高周波特性を示すトランジション周波数は、エミッタ接地回路の電流増幅率 β の絶対値が □ ウ □ となる周波数である。
- (3) コレクタ遮断電流は、エミッタを □ エ □ して、コレクタ・ベース間に □ オ □ 方向電圧(一般的には最大定格電圧)を加えたときのコレクタに流れる電流である。

- 1 逆 2 開放 3 0(零) 4 コレクタ 5 $1/\sqrt{3}$
 6 順 7 短絡 8 1 9 ベース 10 $1/\sqrt{2}$

B - 2 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を下の番号から選べ。ただし、コンデンサ C の影響は無視するものとする。

- (1) 電圧増幅度 A_v の大きさは、約 □ ア □ である。
- (2) 入力電圧と出力電圧の位相は、□ イ □ である。
- (3) 入力インピーダンスは、エミッタ接地増幅回路と比べて、一般に □ ウ □ 。
- (4) この回路は、□ エ □ 接地増幅回路ともいう。
- (5) この回路は、□ オ □ 変換回路としても用いられる。

- 1 低い 2 同相 3 コレクタ 4 1 5 インピーダンス
 6 高い 7 逆相 8 ベース 9 100 10 周波数



Tr : トランジスタ □ : 抵抗
 □ : 直流電源 □ : コンデンサ

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方法として、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□ を揃えたりす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。

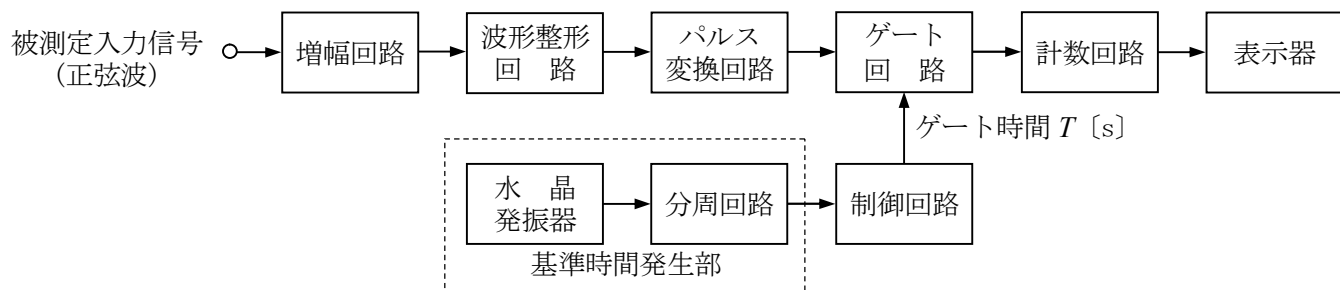
- 1 干渉 2 偏波 3 位相 4 周波数 5 AGC
 6 同期 7 スキップ 8 振幅 9 空間 10 AFC

B - 4 次の記述は、GPS(Global Positioning System)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) GPS の各衛星は、地上から高度約 20,000 [km] の軌道上を約 □ア□ 周期で周回している。
 (2) 測定点の位置は、□イ□ の衛星の位置と衛星までの距離から求められる。
 (3) その距離は、衛星から発射された □ウ□ を測定して計算により求める。
 (4) 測位に使用している周波数は □エ□ 帯である。
 (5) アマチュア局においては、自局が発射する電波に位置情報を重畳したり、通信機や測定器の □オ□ 基準として利用したりしている。

- 1 6 時間 2 電圧 3 一つ 4 電波が測定点で受信されるまでの時間 5 極超短波(UHF)
 6 12 時間 7 周波数 8 複数 9 電波を測定点で受信したときの電波の強度 10 超短波(VHF)

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)の動作原理など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 被測定入力信号は増幅され、波形整形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る。
 イ パルス列となった信号は、一定時間だけ開いたゲート回路を通過後に計数回路でパルス数が数えられ、周波数として表示される。
 ウ 水晶発振器と分周回路による基準時間発生部で正確な周期でパルスが作られ、制御回路への入力となる。ゲート通過パルスの数を N 、ゲート動作時間を T [s] とすれば、被測定周波数 f は $f = N / (2T)$ となる。
 エ 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 ± 1 カウント誤差などがある。
 オ 被測定入力信号に含まれるノイズが原因で、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たりして、誤差が発生することがある。