

DZ302

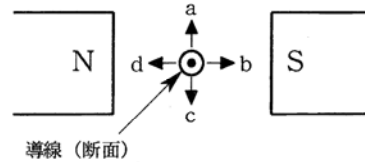
第四級海上無線通信士「無線工学」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

18問 2時間

A-1 図に示すように、磁石のN極とS極の中間に置かれた導線に、紙面の裏側から表側に向かって電流を流したとき、この導線が受ける力の方向として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 a の方向
- 2 b の方向
- 3 c の方向
- 4 d の方向



◎：紙面の裏側から表側に向かって流れる電流の方向

A-2 次の記述は、トランジスタのベース接地電流増幅率  $\alpha$  とエミッタ接地電流増幅率  $\beta$  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。

(1) 図1に示す回路において、エミッタ電流  $I_E$  [A] とコレクタ電流  $I_C$  [A] の間には、 $I_C = \alpha I_E$  の関係がある。このときのベース電流  $I_B$  [A] は、図2から次式で表される。

$$I_B = I_E - I_C = \text{A} \text{ [A]}$$

(2)  $\beta$  と  $\alpha$  の関係は、次式で表される。

$$\beta = I_C / I_B = \text{B}$$

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| A                 | B                           |
| 1 $(1-\alpha)I_E$ | $\beta = 1/(1-\alpha)$      |
| 2 $(1-\alpha)I_E$ | $\beta = \alpha/(1-\alpha)$ |
| 3 $(1-\alpha)I_E$ | $\beta = \alpha(1-\alpha)$  |
| 4 $(\alpha-1)I_E$ | $\beta = 1/(\alpha-1)$      |
| 5 $(\alpha-1)I_E$ | $\beta = \alpha/(\alpha-1)$ |

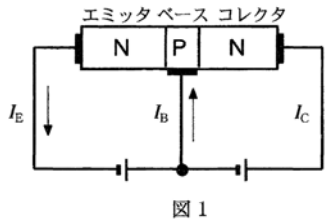


図1

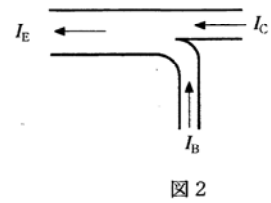
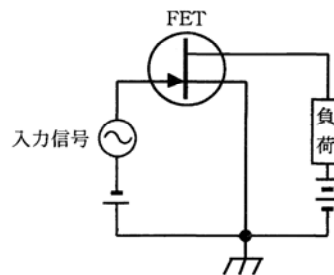


図2

A-3 次の記述は、図に示す接合形電界効果トランジスタ(FET)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。

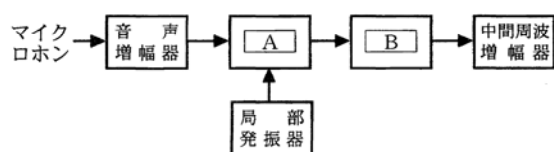
- (1) 図のFETは、 A 形である。
- (2) 図の回路は、 B 増幅回路である。
- (3) 入力信号は  C 間に加えられている。

- |          |        |          |
|----------|--------|----------|
| A        | B      | C        |
| 1 Pチャンネル | ソース接地  | ゲート-ドレイン |
| 2 Pチャンネル | ドレイン接地 | ゲート-ソース  |
| 3 Nチャンネル | ドレイン接地 | ドレイン-ソース |
| 4 Nチャンネル | ソース接地  | ゲート-ソース  |
| 5 Nチャンネル | ゲート接地  | ドレイン-ソース |



A-4 図は、SSB (J3E)送信機の構成の一部を示したものである。 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、SSB変調波は、上側波帯を用いるものとする。

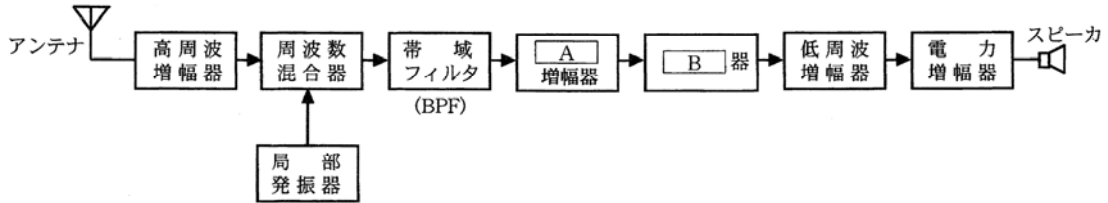
- |          |              |
|----------|--------------|
| A        | B            |
| 1 位相変調器  | 帯域フィルタ (BPF) |
| 2 位相変調器  | 低域フィルタ (LPF) |
| 3 周波数変調器 | 帯域フィルタ (BPF) |
| 4 平衡変調器  | 低域フィルタ (LPF) |
| 5 平衡変調器  | 帯域フィルタ (BPF) |



A-5 周波数  $f_c$  [Hz] の搬送波を最高周波数が  $f_s$  [Hz] の信号で周波数変調したときの占有周波数帯幅  $B$  [Hz] を表す近似式として、適切なものを下の番号から選べ。ただし、最大周波数偏移を  $\Delta f$  [Hz] とし、変調指数  $m_f$  は  $1 < m_f < 10$  とする。

- 1  $B \approx 2(\Delta f_c - f_s)$  [Hz]      2  $B \approx 2(\Delta f + f_s)$  [Hz]      3  $B \approx 2(\Delta f + f_c)$  [Hz]  
 4  $B \approx \Delta f + f_s$  [Hz]      5  $B \approx \Delta f - f_s$  [Hz]

A-6 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン受信機の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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。



- (1) 受信した変調波の搬送周波数を、これとは異なる一定の□A数に変換して増幅する。  
 (2) この増幅された□A数は、受信した変調波の変調信号と同じ変調信号による変調を受けているので、これを□B器で復調すれば、受信した変調波を直接□Bする場合と同様に変調信号を分離して取り出すことができる。

- |        |      |
|--------|------|
| A      | B    |
| 1 可聴周波 | 検波   |
| 2 可聴周波 | 変調   |
| 3 可聴周波 | 振幅制限 |
| 4 中間周波 | 変調   |
| 5 中間周波 | 検波   |

A-7 FM (F3E) 受信機のスケルチ回路の記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 送信機と受信機の周波数の同期をとるための回路である。
- 復調された音声信号の明りょう度を上げるための回路である。
- フェージングなどによる振幅変調成分を取り除くための回路である。
- 受信電波が無いとき、又は極めて弱いときに生ずる雑音を抑圧するための回路である。
- 入力信号の周波数変化に出力信号の振幅変化が比例する回路と直線検波器とを組み合わせた回路である。

A-8 次の記述は、デジタル通信に用いられるビットレート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。

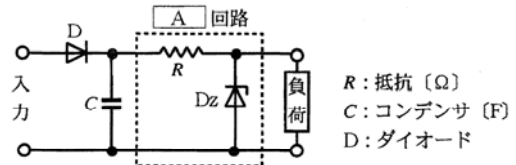
- |                                 |                |        |        |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|
| (1) デジタル通信における□Aを表す。            | A              | B      | C      |
| (2) 通常、単位記号は□B又は [bit/s] で表される。 | 1 伝送速度         | [Sv/s] | 電力     |
| (3) 1秒間に伝送される□Cを示す。             | 2 伝送速度         | [bps]  | 電力     |
|                                 | 3 伝送速度         | [bps]  | 2進符号の数 |
|                                 | 4 信号対雑音比 (S/N) | [bps]  | 2進符号の数 |
|                                 | 5 信号対雑音比 (S/N) | [Sv/s] | 電力     |

A-9 次の記述は搜索救助用レーダートランスポンダ (SART) 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。

- 搜索側の船舶又は航空機が SART の電波を受信すると、そのレーダーの表示器上に 24 個の輝点列が表示される。
- 搜索側の船舶又は航空機のレーダーの表示器上に表される輝点列によって、SART までの距離及び方位を知ることができる。
- SART が電波を送信するのは、搜索側の船舶又は航空機から送られた電波を受信したときである。
- SART の使用周波数帯は、搜索側の船舶又は航空機に装備されているレーダーと同じ 9 [GHz] 帯である。
- 電源の容量には、96 時間の待受状態の後、連続 8 時間支障なく動作させることができることが要求されている。

A-10 次の記述は、図に示す電源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 Dz には、常に定格値以下の電流が流れるものとする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 点線で囲まれた部分は、□A□回路である。  
 (2) Dz は、□B□ダイオードである。  
 (3) Dz を流れる電流は、負荷を流れる電流の値が □C□。



A	B	C
1 整流	バラクタ	変わっても、ほぼ一定である
2 整流	バラクタ	変わると、変わる
3 整流	ツェナー	変わると、変わる
4 定電圧	ツェナー	変わると、変わる
5 定電圧	バラクタ	変わっても、ほぼ一定である

A-11 次の記述は、小電力用の同軸ケーブル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。

伝送する電磁波の周波数がマイクロ波 (SHF) のように高くなると、□A□効果により中心導体の導体損が増え、また、充てんされているポリエチレンなどの絶縁物の □B□損が増える。さらに、伝送する電磁波の一部が外部に洩れることがある。

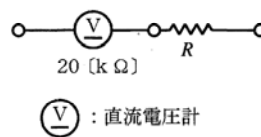
	A	B
1	トンネル	誘電
2	トンネル	ヒステリシス
3	表皮	ヒステリシス
4	表皮	放射
5	表皮	誘電

A-12 次の記述は、超短波 (VHF) 帯及び極超短波 (UHF) 帯の電波の海上伝搬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。

- 見通し距離内では、受信波は、直接波と海面からの反射波とが合成されたものである。
- 見通し距離内では、受信点の電界強度の大きさが送信点からの距離の増加とともに振動的に変化する領域がある。
- 見通し距離内での受信点の電界強度の大きさは、送信点からの距離が同じであれば、受信点の高度には無関係である。
- 標準大気中では、幾何学的見通し距離よりも遠方まで伝搬する。
- 障害物の裏側に回り込む電波を回折波という。

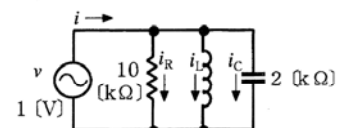
A-13 図に示すように、直列抵抗器 (倍率器) R を使い、最大目盛値が 10 [V] の直流電圧計の測定範囲を最大 100 [V] に拡大するときの R の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電圧計の内部抵抗を 20 [kΩ] とする。

- 60 [kΩ]
- 120 [kΩ]
- 180 [kΩ]
- 270 [kΩ]
- 360 [kΩ]



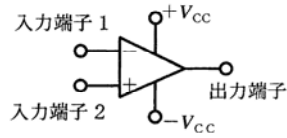
B-1 次の記述は、図に示す並列共振回路について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、共振回路は共振状態にあり、コイルの抵抗は無視するものとする。

- コンデンサのリアクタンスが 2 [kΩ] のとき、コイルのリアクタンスは □ア□ [kΩ] である。
- 1 [V] の交流電源 v からみた合成インピーダンスの大きさは、□イ□ [kΩ] である。
- v から流れる電流 i の大きさは、□ウ□ [mA] である。
- コンデンサに流れる電流  $i_c$  とコイルに流れる電流  $i_L$  との位相差は、□エ□ [rad] である。
- $i_c$  の大きさは、□オ□ [mA] である。



- |     |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1 0 | 2 0.1 | 3 0.2 | 4 0.5 | 5 1   |
| 6 2 | 7 10  | 8 20  | 9 π   | 10 2π |

B-2 次の記述は、図に示す演算増幅器(オペアンプ)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 入力端子 2 を接地し、入力信号を入力端子 1 に加えると、入力信号と出力信号は同位相になる。
- イ 出力インピーダンスは、極めて小さい。
- ウ 入力インピーダンスは、極めて小さい。
- エ 直流電圧の増幅ができる。
- オ 入力端子 1 と 2 を短絡したときの出力信号は、ほぼ 0 [V] である。

B-3 次の記述は、DSB (A3E)通信方式と比べたときの 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。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 装置の構成が簡単である。
- イ 送信電力が小さくてすむ。
- ウ 高い周波数安定度が要求される。
- エ 選択性フェージングの影響が少ない。
- オ ほぼ 2 倍の占有周波数帯幅を必要とする。

B-4 次の記述は、船舶用パルスレーダーにおいて、最大探知距離を長くするための方法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 送信電力を大きくする。
- イ 受信機の感度を下げる。
- ウ 送信パルス幅を狭くする。
- エ アンテナ利得を大きくする。
- オ アンテナの設置場所を高くする。

B-5 次の記述は、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を下の番号から選べ。

- (1) 半波長ダイポールアンテナは、□ア□ アンテナである。
- (2) □イ□ 利得とは、半波長ダイポールアンテナを基準アンテナとしたときの利得をいう。
- (3) 利得は、等方性アンテナより □ウ□。
- (4) 基本波に共振しているときのアンテナ上の電流分布を表す図は、図 1 の □エ□ に示すものとなる。
- (5) アンテナの指向特性を表す図は、図 2 の □オ□ に示すものとなる。

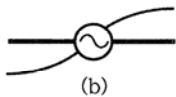
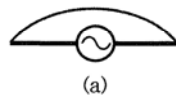


図 1 電流分布

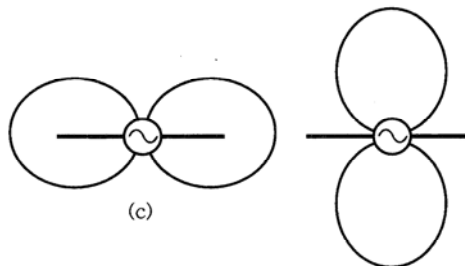


図 2 指向特性

- |       |      |       |       |        |
|-------|------|-------|-------|--------|
| 1 進行波 | 2 相対 | 3 大きい | 4 (a) | 5 (b)  |
| 6 定在波 | 7 絶対 | 8 小さい | 9 (c) | 10 (d) |

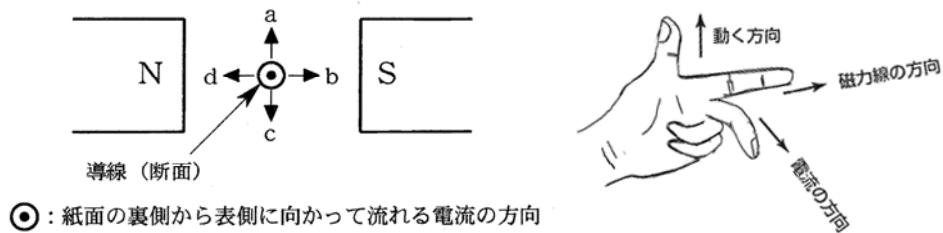
## 第四級海上無線通信士「無線工学」解答と解説

平成 23 年 2 月 25 日に実施された第四級海上無線通信士の国家試験のうち、無線工学の解答と解説を速報します。

(社) 全国船舶無線工事協会 事務局

### A-1 正答-1

フレミングの左手の法則（モータの原理）からこの導線が受ける力を導くことができる。



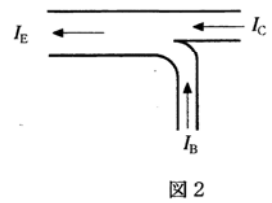
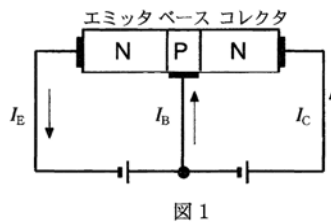
### A-2 正答-2

問題の図 2 は、図 1 の回路図の電流の流れを分かり易くした図で、 $I_E = I_C + I_B$  を表している。

$\alpha = I_C / I_E$  の関係があるので、次の式が導かれる。

$$I_B = I_E - I_C = I_E - \alpha I_E = (1 - \alpha) I_E$$

$$\beta = I_C / I_B = \alpha I_E / (1 - \alpha) I_E = \alpha / (1 - \alpha)$$

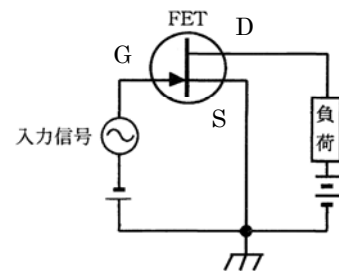


### A-3 正答-4

接合形電界効果トランジスタ（FET）の増幅回路についての出題です。

トランジスタのベースに該当するのがゲート、エミッタに該当するのがソース、コレクタに該当するのがドレインである。ゲートの矢印の向きから N チャネル形であることが分かる。

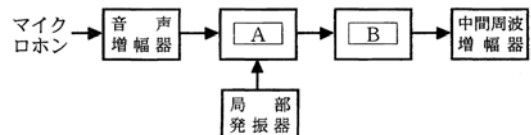
- (1) 図の FET は、Nチャネル形 である。
- (2) 図の回路は、ソース接地増幅回路 である。
- (3) 入力信号は ゲートーソース 間に加えられている。



### A-4 正答-5

SSB（J3E）送信機の構成図に関する問題です。条件は、上側波帯を用いること。

- A は、SSB ですので、平衡変調器やリング変調器。  
B は、帯域フィルタ（BPF）や高域フィルタ（HPF）。



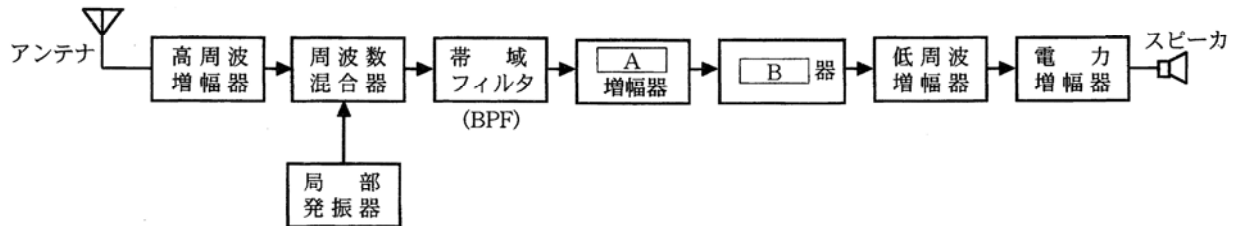
#### A-5 正答-2

周波数変調波 (FM) の占有周波数帯幅や変調指数を求める式は、丸暗記しておこう。

$$\text{占有周波数帯幅 } B = 2(\text{最大周波数偏移 } \Delta f + \text{変調信号周波数 } f_s) \quad \text{変調指数 } m_f = \frac{\text{最大周波数偏移 } \Delta f}{\text{変調信号周波数 } f_s}$$

#### A-6 正答-5

スーパーヘテロダイン受信機の構成に関する問題です。



- (1) 受信した変調波の搬送周波数を、これとは異なる一定の中間周波数に変換して増幅する。
- (2) この増幅された中間周波数は、受信した変調波の変調信号と同じ変調信号による変調を受けているので、これを検波器で復調すれば、受信した変調波を直接検波する場合と同様に変調信号を分離して取り出すことができる。

#### A-7 正答-4

FM (F3E) 受信機等の回路とその働きを覚えておこう。

- 1 送信機と受信機の周波数の同期をとるための回路である。→ トーン発振器 (SSB 受信機)
- 2 復調された音声信号の明りょう度を上げるための回路である。→ クラリファイア (SSB 受信機)
- 3 フェージングなどによる振幅変調成分を取り除くための回路である。→ リミタ (FM 受信機)
- 4 受信電波が無いとき、又は極めて弱いときに生ずる雑音を抑圧するための回路である。→ スケルチ (FM 受信機)
- 5 入力信号の周波数変化に出力信号の振幅変化が比例する回路と直線検波器とを組み合わせた回路である。→ 周波数弁別器 (FM 受信機)

#### A-8 正答-3

デジタル通信に用いられるビットレートの意味を理解しておこう。

単位時間あたりに何ビットのデータが処理あるいは送受信されるかを表す語。単位としては「ビット毎秒」(bps : bits per second)を使うのが一般的。

- (1) デジタル通信における伝送速度を表す。
- (2) 通常、単位記号は [bps] 又は [bit/s] で表される。
- (3) 1 秒間に伝送される 2 信号符号の数を示す。

#### A-9 正答-1

四海通の試験には、衛星 EPIRB 又は SART が毎回出題されている。完全にマスターしよう。

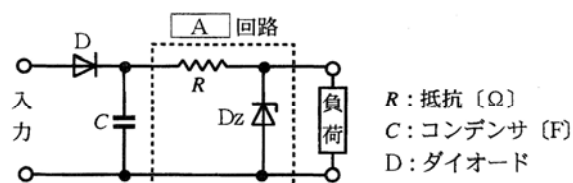
- 1 搜索側の船舶又は航空機が SART の電波を受信すると、そのレーダーの表示器上に 24 個の輝点列が表示される。→ 誤り。(24 個の輝点列ではなく、12 個の輝点列が正しい。)

- 2 搜索側の船舶又は航空機のレーダーの表示器上に表される輝点列によって、SART までの距離及び方位を知ることができる。→ 正しい。
- 3 SART が電波を送信するのは、搜索側の船舶又は航空機から送られた電波を受信したときである。→ 正しい。(9GHz 帯のレーダーの電波を受信すると SART の電波が送信される。)
- 4 SART の使用周波数帯は、搜索側の船舶又は航空機に装備されているレーダーと同じ 9 [GHz] 帯である。→ 正しい。
- 5 電源の容量には、96 時間の待受状態の後、連続 8 時間支障なく動作させることができることが要求されている。→ 正しい。

#### A-10 正答-4

定電圧回路の問題です。ツェナーダイオードの記号を覚えよう。

- (1) 点線で囲まれた部分は、**定電圧**回路である。(D と C の回路は、整流回路である。)
- (2) Dz は、**ツェナー**ダイオードである。
- (3) Dz を流れる電流は、負荷を流れる電流の値が**変わると、変わる**。(変わらないのは、Ds の両端の電圧である。)



#### A-11 正答-5

同軸ケーブルについての出題です。

伝送する電磁波の周波数がマイクロ波 (SHF) のように高くなると、**表皮**効果により中心導体の導体損が増え、また、充てんされているポリエチレンなどの絶縁物の**誘電**損が増える。さらに、伝送する電磁波の一部が外部に漏れることがある。

#### A-12 正答-3

超短波 (VHF) 帯及び極超短波 (UHF) 帯の海上伝搬についての出題です。

- 1 見通し距離内では、受信波は、直接波と海面からの反射波とが合成されたものである。→ 正しい。
- 2 見通し距離内では、受信点の電界強度の大きさが送信点からの距離の増加とともに振動的に変化する領域がある。→ 正しい。(直接波と反射波とが合成されたものとなるが、伝搬通路の長さが異なるため位相差が生じ、合成電界強度は、送信点からの距離とともに極大、極小を繰り返す、次第に減少していく。)
- 3 見通し距離内での受信点の電界強度の大きさは、送信点からの距離が同じであれば、受信点の高度には無関係である。→ 誤り。(直接波と反射波とが合成された合成電界強度は、受信点で空中線の高さを変化させるとそれに伴って変化する。)
- 4 標準大気中では、幾何学的見通し距離より遠方まで伝搬する。→ 正しい。(電波は大地側に屈折して、湾曲して伝わる。)
- 5 障害物の裏側に回り込む電波を回折波という。→ 正しい。

#### A-13 正答-3

直流電圧計の倍率器の問題です。分流器と共にマスターしておこう。

- (1) 電圧計の測定範囲を拡大するためには、電圧計に直列に抵抗を挿入する。これを倍率器という。

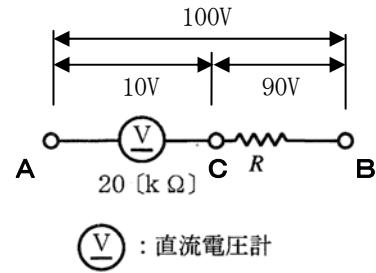
(2) 電流計の測定範囲を拡大するためには、電流計に並列に抵抗を接続する。これを分流器という。

題意から、A-B間の電圧は100 [V]、A-C間の電圧は10 [V]である。

よって、B-C間の電圧は、90 [V] となる。

$$A-B \text{ 間に流れる電流を } i \text{ とすると、} i = \frac{10}{20 \times 10^3} = \frac{90}{R}$$

$$\therefore R = \frac{90 \times 20 \times 10^3}{10} = 180 \times 10^3 = 180 \text{ [k}\Omega\text{]}$$



**B-1 正答-ア: 6、イ: 7、ウ: 2、エ: 9、オ: 4**

並列共振回路の出題です。共振状態ですので、交流電源から見れば抵抗のみの回路になる。

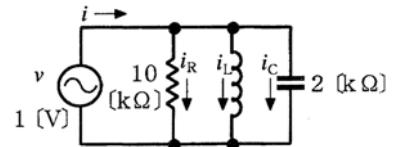
(1) 共振状態のコンデンサのリアクタンスの大きさ=コイルのリアクタンスの大きさ

(2) 交流電源から見れば抵抗のみ=10 [kΩ]。

$$(3) i = i_R = \frac{1}{10 \times 10^3} = 0.1 \times 10^{-3} = 0.1 \text{ [mA]}$$

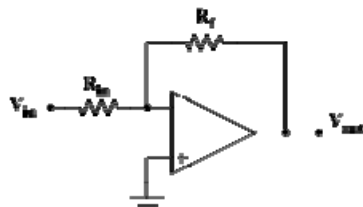
(4)  $i_c$ に流れる電流の位相は、 $\pi/2$  [rad] 進み、 $i_L$ に流れる電流の位相は、 $\pi/2$  [rad] 遅れる。

$$(5) i_c = \frac{1}{2 \times 10^3} = 0.5 \times 10^{-3} = 0.5 \text{ [mA]}$$

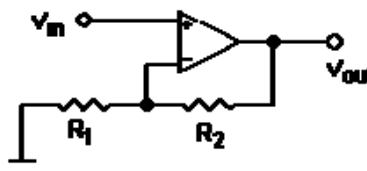


**B-2 正答-ア: 2、イ: 1、ウ: 2、エ: 1、オ: 1**

オペアンプに関する基本問題である。最近の四海通の国家試験にはしばしば出題されているので、マスターしよう。



反転増幅回路



非反転増幅回路

**【オペアンプの特性】**

反転増幅回路は、入力信号と出力信号は逆位相になり、非反転増幅回路は同位相になる。増幅度が非常に大きい。入力インピーダンスが非常に大きい。出力インピーダンスは非常に小さい。直流増幅が主目的だが、交流増幅でも低周波領域 (10kHz 程度) では安定に働く。雑音が非常に少ない。

**B-3 正答-ア: 2、イ: 1、ウ: 1、エ: 1、オ: 2**

DSB (A3E) 通信方式と比較したときのSSB (J3E) 通信方式の一般的な特徴に関する出題です。

ア 装置の較正が簡単である。→ 誤り。(SSB 通信方式の装置は複雑である。)

イ 送信電力が小さくてすむ。→ 正しい。(単側波帯であるため、送信電力は小さい。)



- ウ 高い周波数安定度が要求される。→ 正しい。(周波数がドリフトすると明瞭度が下がる。)
- エ 選択性フェージングの影響が少ない。→ 正しい。(占有周波数帯幅が DSB 波の約 1/2 であるから、それだけフェージングの影響が少ない。)
- オ ほぼ 2 倍の占有周波数帯幅を必要とする。→ 誤り。

**B-4 正答-ア：1、イ：2、ウ：2、エ：1、オ：1**

船舶用パルスレーダーにおける最大探知距離を長くする方法についての問題です。

- ア 送信電力を大きくする。→ 正しい。
- イ 受信感度を下げる。→ 誤り。(受信感度を下げると最大探知距離は短くなる。)
- ウ 送信パルス幅を狭くする。→ 誤り。(送信パルス幅を狭くすると平均電力は小さくなるので、探知距離は短くなる。)
- エ アンテナ利得を大きくする。→ 正しい。
- オ アンテナの設置場所を高くする。→ 正しい。(船舶のレーダーは、レーダーマストの最上部に設置する。)

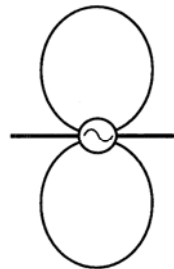
**B-5 正答-ア：6、イ：2、ウ：3、エ：4、オ：10**

半波長ダイポールアンテナについての基本特性に関する出題です。

- (1) 半波長ダイポールアンテナは、定在波アンテナである。(進行波アンテナにはロンビックアンテナ等があり、周波数帯域が広いが利得は小さい。)
- (2) 半波長ダイポールアンテナを基準とした利得を相対利得という。等方性アンテナを基準とした利得を絶対利得という。絶対利得：2.14 [dB] = 総体利得：0 [dB]



半波長ダイポールアンテナの電流分布図



半波長ダイポールアンテナの指向性