

【装備艤装工事編】

問 1. 下表は、航海用レーダーの船舶設備規程の新告示(平成 20 年 5 月 30 日 国土交通省告示第 679 号)で規定されている内容の一覧である。船舶の区別に表示面の有効直径、表示可能な物標数を空欄に記入せよ。(6 点)

GT: 総トン数

船舶の区分	表示面の有効直径	補足可能物標数	活性状態のAIS 物標数	休眠状態のAIS 物標数
500GT 未満の船舶	180 mm 以上	20 以上	20 以上	100 以上
500GT 以上 10,000GT 未満の船舶	250 mm 以上	30 以上	30 以上	150 以上
10,000GT 以上の船舶	320 mm 以上	40 以上	40 以上	200 以上

(解答は上記表内に記載 20, 24, 29, 37, 39 頁参照)

問 2. 次の文章は、船舶安全法に定められている船舶検査について解説したものである。文中の の中に該当する適切な用語を用語欄から選択し、その番号を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(6 点)

(1) 旅客船の船舶検査証書の有効期間は であり、次の定期検査までの期間には毎年、

を受検しなければならない。

その検査の時期は、外航旅客船にあつては検査基準日の から検査基準日までの間に、内航旅客船にあつては検査基準日の 以内と定められている。

(2) 外航貨物船では、定期検査の間に 2 通りの中間検査が必要で、まず毎年、検査基準日の

以内に航海用具を含む を、また検査合格日から起算して

以内に船底検査を含む を受検しなければならない。

(3) 内航貨物船及び漁船についての中間検査の時期は、船舶検査証書の有効期間の中間の

の間、つまり起算日から を経過する日から を経過する日までとなっており、この間に を受検しなければならない。

(解答は上記 内に記載 74, 75 頁参照)

[用語欄]

- | | | | |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| ① 3ヶ月後 | ② 前後3ヶ月 | ③ 3ヶ月前 | ④ 6ヶ月 |
| ⑤ 12ヶ月 | ⑥ 18ヶ月 | ⑦ 21ヶ月 | ⑧ 24ヶ月 |
| ⑨ 36ヶ月 | ⑩ 39ヶ月 | ⑪ 5年 | ⑫ 6年 |
| ⑬ 4年 | ⑭ 第1種中間検査 | ⑮ 第2種中間検査 | ⑯ 第3種中間検査 |

問3. 下表の船舶の種類のうち、船舶設備規程により航海用レーダー、電子プロット装置(EPA)、自動物標追跡装置(ATA)及び自動衝突予防援助装置(ARPA)を施設することが義務づけられている船舶には備えなければならない数を、義務づけられていない船舶には×印を各装置の欄に記入せよ。(5点)

下表のGTは総トン数を示す。

船舶種類		機 器			
		航海用レーダー	EPA	ATA	ARPA
国際航海に従事する	130 GT の旅客船	1	1	×	×
国際航海に従事しない	499 GT の貨物船	1	1	×	×
国際航海に従事しない	500 GT の旅客船	1	×	1	×
国際航海に従事する	3,300 GT の貨物船	2	×	2	×
国際航海に従事する	11,000 GT の貨物船	2	×	1	1

(解答は上記表内に記載 12, 27, 31, 37 頁参照)

【解 説】

1. 航海用レーダーの搭載義務船及び搭載台数

湖川港内のみを航行する船舶及び発航港から到達港までの距離が5海里以内の航路のみを航行する船舶を除く下記の船舶には航海用レーダーを搭載しなければならない。

- (1) 国際航海に従事するすべての旅客船及び国際航海に従事しない総トン数150トン以上の旅客船
- (2) 総トン数300トン以上の非旅客船
- (3) 推進機関を有する船舶と当該船舶に押される船舶が結合し一体となったときの長さが50m以上の場合に推進機関を有する船舶
- (4) 上記の船舶のうち総トン数3,000トン以上の船舶には2台を搭載、その他は1台を搭載

2. 電子プロット装置(EPA)の搭載要件

航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数500トン未満の船舶に1台を搭載

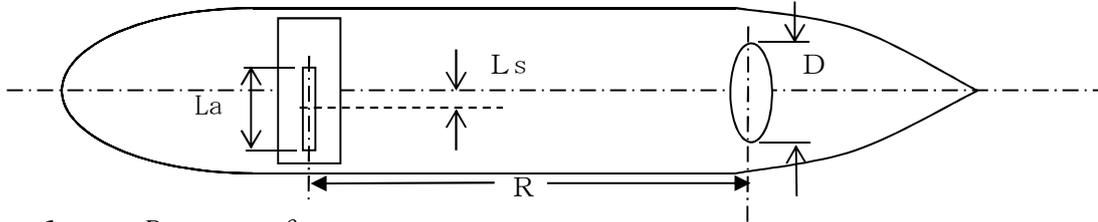
3. 自動物標追跡装置(ATA)

- (1) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数500トン以上3,000トン未満の船舶に1台を搭載
- (2) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数3,000トン以上10,000トン未満の船舶に2台を搭載
- (3) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数10,000トン以上の船舶に1台を搭載

4. 自動衝突予防援助装置(ARPA)

航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数10,000トン以上の船舶に1台を搭載

問4. ある船舶にレーダーを装備しようとして、図面を検討したところキールライン上にレーダー空中線を設置する予定にしているが、前方 (R) 50 [m] に幅 (D) 3 [m] の構造物があって、このままではレーダーの視野を妨げることになるので空中線の位置を変更する必要がある。水平ビーム幅 θ_A が 1.2 [度]、開口長 L_a が 184 [cm] の空中線を装備するときには、レーダーの空中線部をどこへ何メートル (移動幅 : L_s [m]) 移動させればよいか、小数点以下第2位を四捨五入して、少数点1桁まで求めよ。ただし、 $\tan (1.2 \text{ [度] } / 2) = \tan 0.6 \text{ [度] } = 0.01047$ とする。(5点)



$$\begin{cases} L_s = \frac{D}{2} + R \times \tan \frac{\theta_A}{2} \dots\dots\dots \text{式①} \\ L_s = \frac{D}{2} + \frac{L_a}{2} \dots\dots\dots \text{式②} \end{cases} \text{の両式から}$$

$$\begin{cases} L_s = \frac{3}{2} + 50 \times \tan \frac{1.2}{2} = 1.5 + 50 \times \tan 0.6 \text{ [度] } = 1.5 + 50 \times 0.01047 = 2.0 \dots\dots \text{①式} \\ L_s = \frac{3}{2} + \frac{1.84}{2} = 1.5 + 0.92 = 2.42 \dots\dots \text{②式} \end{cases}$$

(答) 上記①式と②式を比べ大きい方をとるので、2.4 [m] だけ右舷側にずらす。

(解答は上記に記載 112 頁参照)

【基礎理論編】

問5. 送信機から発射される不要発射及びスプリアスについて、次の問いに答えよ。(6点)

(1) 電波法に定められた不要発射の定義と、不要発射といわれる目的外電波が発生する原因について簡潔に記述せよ。

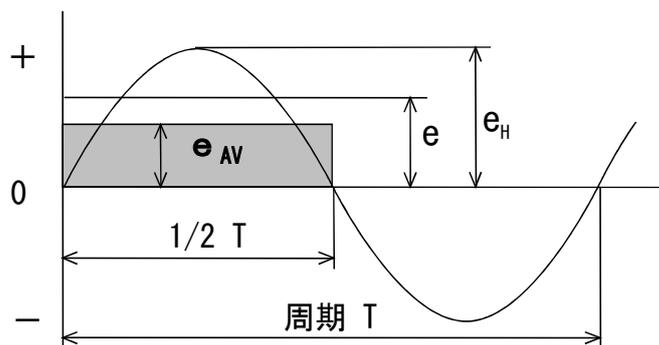
(解 答) 不要発射とはスプリアス発射および帯域外発射のことで、高調波、低調波、寄生振動等によって発生する。

(2) 電波法に定められたスプリアス領域の定義を示し、必要周波数帯域との関係を簡潔に記述せよ。

(解 答) 帯域外領域の外側のスプリアス発射が支配的な周波数帯のことで、必要周波数帯域幅の2.5倍以上離れた領域をいう。

(解答は上記に記載 116 頁参照)

問6. 下図は正弦波交流を図示したものである。図を参考に各値と電圧測定に関する説明文の の中に適切な用語または数式を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(5点)



(1) e は同じ **電力** を取り出せる直流電圧で置き換えて表す値で実効値という。

(2) e_H は **波高値** といひ $e_H = \sqrt{2} e$ である。

(3) e_{AV} は半周期分の面積と等しい矩形の電圧値で **平均値** という。

$$e_{AV} = e_H \times \left(\frac{2}{\pi}\right) \text{ である。}$$

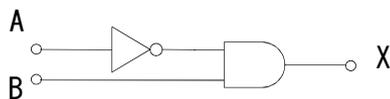
(4) **可動コイル型** 電流計と整流器を組み合わせると、交流の電流及び電圧が測定できるがメーターの指針を駆動する力は交流の **平均値** である。通常、メーターで測定するのは **実効値** であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。この変換係数のことを **波形率** といひ、正弦波交流では約 **1.11** である。

(解答は上記 内に記載 3, 101 頁参照)

問 7. 次の論理回路の論理演算式として正しい式を の中に記入せよ。

式中の $A \cdot B$ は論理積 (掛け算) を表し、 \bar{A}, \bar{B} は A または B の否定を表す。(4 点)

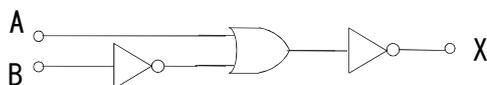
(1)



論理演算式

$$X = \bar{A} \cdot B$$

(2)



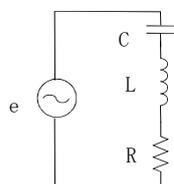
論理演算式

$$X = \overline{A + B}$$

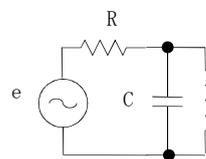
$\bar{A} \cdot B$ も正解

(解答は上記表内に記載 47, 48 頁参照)

問 8. 無線機等には、希望の周波数に同調させるために共振回路が使用される。共振回路には直列共振回路と並列共振回路があるが、以下の (1) の共振時の説明文は、いずれの共振回路についてのものか、該当する回路図の記号を解答欄に記入せよ。また、(2) の条件で共振周波数 [MHz] を求めよ。(6 点)



回路図 A



回路図 B

(1) 各々のリアクタンスが互いに打ち消し合い抵抗だけの回路と等価になるため、電流は最大となる。
(1 点)

解答欄 (A)

(2) コンデンサの容量を $C=50$ [pF]、コイルのインダクタンスを $L=2$ [μ H] としたときの共振周波数 [MHz] を求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、数値は MHz で表示し、小数点以下 1 桁まで (少数以下 2 桁目を四捨五入) として求めよ。(5 点)

〔解答〕

$$\text{共振周波数 } f_r \text{ は、 } f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

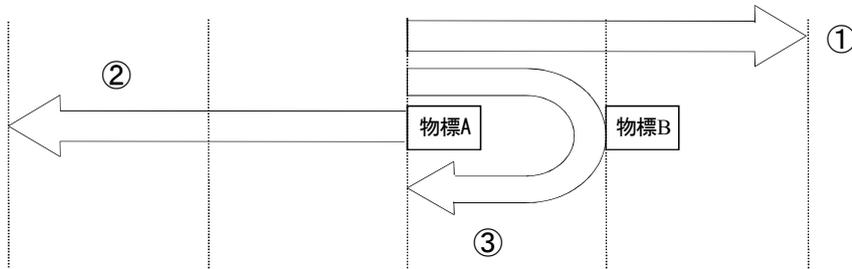
$$\begin{aligned} \text{ここで、 } 2\pi\sqrt{LC} &= 2\pi\sqrt{2 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^{-12}} = 2\pi\sqrt{100 \times 10^{-18}} = 2\pi\sqrt{10^{-16}} \\ &= 2\pi \times 10^{-8} = 6.28 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

$$\text{これから } f = \frac{1}{6.28 \times 10^{-8}} = 0.1592 \times 10^8 = 15.92 \times 10^6 \text{ [Hz]} = 15.9 \text{ [MHz]}$$

(解答は上記に記載 10, 11 頁参照)

問9. レーダーの距離分解能とは、自船から見て同一方向にある2つの物標が前後に並んで存在するとき、これらの物標が距離的にどのくらい離れていれば、表示器画面上で2つの輝点として分離して識別できるかという能力である。表示器の輝点の最小値は無視できるものとして以下の問いに答えよ。(5点)

(1) 以下の図は、距離分解能の説明図である。各々の矢印は何を示しているかを解答欄に記入せよ。(3点)



〔回答欄〕

①	レーダーからの送信波 (パルスレーン)
②	物標 A よりの反射波
③	物標 B よりの反射波

(2) レーダーの電波は、パルス幅に応じた長さで空間を伝搬し、物標により反射される。前図のように②と③が分離して識別される物標 A と物標 B の距離が最小分解能となる。パルス幅 $0.5 \mu s$ の場合の距離分解能を、送信波の長さより求めよ。(2点)

〔解答〕

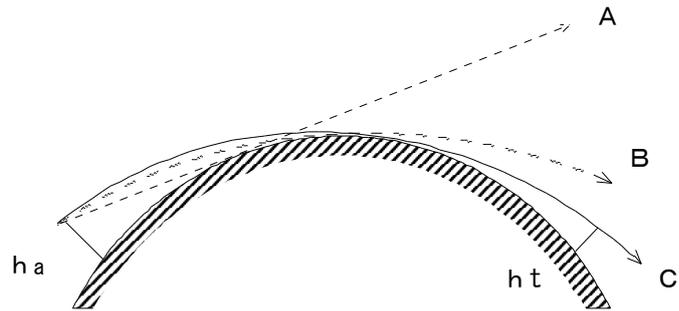
$$\text{空間を伝搬する送信波の長さは } 0.5 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 150 \text{ [m]}$$

$$\text{分解能はその半分となるので } 150/2 = 75 \text{ [m]} \quad \text{A. } 75 \text{ [m]}$$

(解答は上記に記載 138~140 頁参照)

【機器保守整備編】

問 10. 下図は見通し距離を模式的に表したものである。本図を参考に以下の問いに答えよ。(7点)



(1) 図中のAは何を表しているか、またBおよびCは何の経路を表しているか、以下に記せ。(3点)

A: 幾何学的直線(接線) B: 光線 C: レーダー電波

(2) レーダーアンテナの開口面の高さが海面より16[m]で、物標の高さが海面より4[m]の場合、光学的見通し距離[海里]及びレーダー電波の見通し距離[海里]はいくらになるか小数点以下1桁まで(2桁目を四捨五入して)求めよ。(4点)

(a) 光学的見通し距離

【解答】

$$D = 2.07 (\sqrt{h_a} + \sqrt{h_t}) \text{ 海里} \quad \text{の式で } h_a = 16 \quad h_t = 4 \quad \text{とにおいて}$$

$$D = 2.07 (\sqrt{16} + \sqrt{4}) = 2.07 \times (4 + 2) = 12.42 = 12.4 \text{ [海里]}$$

(b) 電波の見通し距離

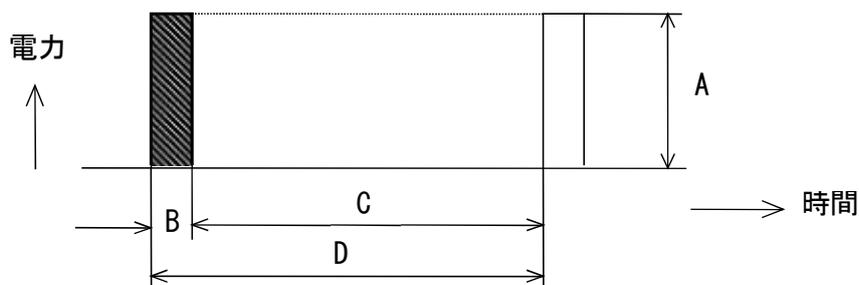
【解答】

$$D = 2.23 (\sqrt{h_a} + \sqrt{h_t}) \text{ 海里} \quad \text{の式で } h_a = 16 \quad h_t = 4 \quad \text{とにおいて}$$

$$D = 2.23 (\sqrt{16} + \sqrt{4}) = 2.23 \times (4 + 2) = 13.38 = 13.4 \text{ [海里]}$$

(解答は上記に記載 5頁の図1・4及び式(1・3), 式(1・5)参照)

問 11. 下図にレーダーの理想的な送信パルス波形を示す。図の記号A~Dの名称を解答欄に記入し、各々の要素はレーダーのどのような性能に影響を与えるかをレーダーの性能用語を〔 〕内から選び、日本語で記入せよ。ただし、C, DについてはAが一定の場合とし、同一用語を何回でも使用しても差し支えない。(8点)



[解答欄]

記号	名 称	影響を与えるレーダーの性能	
A	⑦ 尖頭電力	④ 最大探知距離	
B	① パルス幅	⑤ 最小探知距離	② 距離分解能/③ 映像の鮮明度
C	休 止 時 間	④ 最大探知距離	③ 映像の鮮明度
D	⑧ パルス繰り返し周期		

- (① パルス幅 ② 距離分解能 ③ 映像の鮮明度 ④ 最大探知距離
 ⑤ 最小探知距離 ⑥ 映像分解能 ⑦ 尖頭電力 ⑧ パルス繰り返し周期
 (解答は上記表内に記載 7~9 頁参照))

問 12. 以下の文章はレーダーの空中線についての記述である。文中の の中に適切な用語を記入せよ。(8 点)

(1) 導波管の 側面に一定の間隔で斜めに切り込んで小さなアンテナ群として電波を発射させるようにしたものが 空中線である。方形導波管の狭い面(H 面) にスロットを切ったものが水平偏波の空中線となる。

(2) スロットの傾斜角が大きいほど発射される電磁波は なる。発射される電界は、水平方向の電界と の電界とから成る。隣接したスロットの間隔を波長の とし、各スロットを逆の傾きで切っておくと は互いに打ち消し合う。

(3) 電磁波のエネルギーはスロットを設けた導波管の一方の側から給電するが、給電側と反対側の終端は、最後のスロットから 波長のところに を設け、 の状態とする。このようにすると、スロットの数が少なくても 鋭いビーム幅を作ることができる。

(解答は上記 内に記載 58 頁参照)

【AIS・VDR・GPS 編】

問 13. 船舶自動識別装置(AIS)の主な通信方式である TDMA について、以下の問いに答えよ。(7 点)

(1) TDMA の和文名称を答えよ。 [解 答] 時分割多元接続

(2) この通信方式で使用されているスロットとは何か。簡潔に記述せよ。

[解 答] 自船情報と次に送信するスロットの予約情報載せて送信される単位で、1 スロットの長さは 26.7ms である。

(3) 多数の船舶間での通信で、お互いの通信が衝突しない理由を簡潔に記述せよ。

[解 答] スロットの予約情報が受信されるため、それを避けて送信することができるから。

(4) この TDMA 通信は、自己管理型といわれるようにユニークな方式である。どのようなことがユニークなのか簡潔に記述せよ。

[解 答] 基地局のようなタイムスロット管理局を必要としないこと。

(解答は上記解答欄に記載 26, 27 頁参照)

問 14. 次の文章は、IEC 61162 規格のデータ送信に関するものである。文中の の中に適切な用語を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(8 点)

- (1) 標準的なデータ送信では、アルファベット 1 文字分を表すために を使用し、データ + スタートビット + ストップビット = 10 ビット を 1 組として送信する。
これが、1 文字分に相当する。
- (2) スタートビットは、論理値 が送られるが、電圧値としては +4.0~+15.0 V を用いる。
ストップビットは、 分の通信の終了を知らせる 1 ビット分の論理値 である。
電圧値は -15.0~+0.5 V を用いる。
- (3) データの送信速度を表す用語として、ボーレートが使われる。例えば、標準の通信の場合の は、4800bps である。bps というのは 1 秒間に何ビットのデータを送るかを表す数値である。
- (4) 従って、この場合 1 秒間に送れる 数は bps の 10 分の 1 で、 文字送れる計算になる。

(解答は上記 の中に記載 135, 136 頁参照)

問 15. 下表の左欄に掲げる船舶の種類で、船舶設備規程により搭載が義務付けられている右欄の航行設備には○印を、義務付けられていないものには×印を記入せよ。(8 点)

GT: 総トン数

船舶の種類	衛星航法装置 (GPS)	船舶自動識別装置 (AIS)	航海情報記録装置 (VDR)
国際航海に従事する 200 GT の旅客船	○	○	○
国際航海に従事しない 499 GT の貨物船	○	×	×
国際航海に従事しない 500 GT の貨物船	○	○	×
国際航海に従事する 3,000 GT の貨物船	○	○	○

(解答は上記表内に記載 15, 17, 20 頁参照)

問 16. 次の文章は、船舶設備規程及び小型船舶安全規則に基づく搭載要件及び性能要件について述べたものである。

正しいものには○印を、正しくないものには×印を () 内に記入せよ。(6 点)

- (○) (1) 499GT の近海を航行する危険物ばら積船に搭載する衛星航法装置は、第二種衛星航法装置で差し支えない。
- (×) (2) 推進機関を有する小型船舶に押される船舶が結合して一体となって航行する場合には、平水区域を超えるとでも小型船舶ということで衛星航法装置の搭載は不要である。
- (○) (3) 船首方位伝達装置は (THD) には各種の方式があるが、GPS コンパスは GNSS 方式の THD の 1 つで 500GT 未満の旅客船の真方位センサとして装備される。

- (○) (4) 500GT の漁船には THD の装備は不要であるが、これはジャイロコンパスの装備義務があるからである。
- (○) (5) 非国際の自ら漁ろうに従事する 500GT の漁船は、GPS で船速距離計の代替えとできる。
- (×) (6) 300GT 以上の漁船には音響測深機の装備が必要であるが、漁探で代替え可能である。

(解答は上記 () 内に記載)

(1) : 15 頁参照

(2) : 208 頁参照 平水を超える場合は、第二種衛星航法装置が必要。

(3) : 17, 171 頁参照

(4) : 17 頁参照

(5) : 16 頁参照

(6) : 15 頁参照 非国際の自ら漁ろうするものに限定される。