

平成 16 年度 主任 船舶 電装 士

検定筆記試験問題標準解答

問 1 次の文章のうち船舶設備規程上正しいものには 印を、正しくないものには×印を () 内につけよ。(10点)

- () 船舶の安全性又は居住性に直接関係のある回転機械(発電機、電動機)の軸方向は、なるべく船首尾方向と一致させなければならない。
- (×) 3心EPゴム絶縁ビニルシ-スあじろがい装ケ-ブル(TPYC)は、その外径の4倍の半径でわん曲してもよい。
- (×) 供給電圧が100V以下の配電盤は、デッドフロント型のものでなくてもよい。
- () 総トン数9,600トンの旅客フェリ-(ロ-ルオン・ロ-ルオフ旅客船)には、蓄電池一体型非常照明装置を備え付けなければならない。
- () 照明装置の最終分岐回路に接続する電灯及び小形電気器具の総数は、15個以下でなければならない。
- (×) 蓄電池室、塗料庫の照明設備は耐圧防爆構造のものでなくてもよい。
- () 内航旅客フェリ-であって車両甲板上2.5メートルの位置に設ける電気機器は、機械通風装置が停止した時に自動的に給電が停止するインタ-ロックを設けているものについては、特別の保護形式のものでなくてもよい。
- (×) 近海区域を航行区域とする総トン数2,900トンの貨物船は非常電源を備える必要はない。
- (×) 水密甲板又は水密隔壁を貫通する電路はカラー、鉛を用いて保護しなければならない。
- (×) 配電盤から動力設備及び電熱設備に至る電路は、これらの配電盤より照明設備に至る電路から分岐して配線してもよい。

(答) 問題の()内に記載。

問 2 船舶設備規程に規定されている電動油圧操舵装置の電動機の給電回路に設ける保護装置について述べよ。(6点)

- (答) 電動機の給電回路には、短絡電流を遮断するヒュ-ズ、自動遮断器又は配線用遮断器(以下ヒュ-ズ等)という。)を設けなければならない。
- 給電回路に過負荷電流を遮断するヒュ-ズ等を設ける場合は、当該ヒュ-ズ等は、保護する電動機の全負荷電流の2倍未満の電流に対しては作動しないものでなければならない。
- ただし、総トン数1,600トン未満の船舶の補助操舵装置の電動機であって通常は他の用途に使用されているものの給電回路には、当該電動機の全負荷電流の2倍未満の電流で作動するものを設けてもよい。

問 3 船舶設備規程で規定されている配線工事について次の問について答えよ。(8点)

(1) 第一種配線工事とは、どのような工事か。

- (答) がい装鉛被ケ-ブル、がい装合成ゴムシ-スケ-ブル、がい装ビニ-ルシ-スケ-ブルを用いた工事。
鉛被ケ-ブル、合成ゴムシ-スケ-ブル又はビニ-ルシ-スケ-ブルで金属製管に納入したものをを用いた工事。

(2) 第一種配線工事によらなければならない電路について記せ。

- (答) 機関室、ボイラ室、暴露甲板等における他動的損傷を受けやすい場所に布設する電路。
爆発し、又は引火しやすい物質が発生し、蓄積し、又は貯ぞうされる場所に布設する電路。
水密戸開閉装置、自動スプリンクラ装置、水中型ビルジポンプ、第297条の警報装置又は非常照明設備へ給電する電路。

問 4 小型船舶安全規則で電気機械及び電気器具の配置について、規定されている内容を4つあげよ。(8点)

- (答) 操作点検が容易であること。
他動的損傷及び熱による障害を受けるおそれがないこと。
燃焼しやすいものに近接していないこと。
通風が良好なこと。

問5 小型船舶安全規則で配電盤の材料及び構造について、規定されている内容を3つあげよ。(6点)

- (答) 配電盤の盤材料は、非吸湿性のものであり、かつ、難燃性のものでなければならない。
配電盤には、回路の過電流を自動的にしゃ断できる装置を備え付けなければならない。
発電機を制御する配電盤には、必要な計器類を備えなければならない。

問6 次の船舶で、船舶安全法による検査対象船舶には 印を、検査対象船舶以外の船舶には×印を()内につけよ。
(7点)

- () 危険物ばら積船
 (×) 長さ3メートル未満の小型船舶(危険物ばら積船及び特殊船を除く。)であって推進機関の連続最大出力が1.5キロワット未満のもの
 () 平水区域を航行区域とする遊覧船(旅客定員10名)
 (×) 海岸から12海里以内の海面で従業する総トン数19トンの漁船
 () 総トン数35トンの漁船
 (×) 旅客定員が5人で、かつ“ろ”、“かい”をもって運転する舟
 () 旅客船

(答) 問題の()内に記載。

問7 予備検査とはどのような検査か説明し、電気設備で予備検査の対象となる物件名を5つあげよ。(7点)

(1) 予備検査とは

(答) 船舶の一般施設として物件を備え付ける場合に、これを備え付ける船舶が特定しない場合でも、事前に検査を受けることができる。この検査を予備検査という。

(2) 電気設備で予備検査の対象物件

(答) 下記項目から5つ選ぶ。

発電機	制御器
電動機	防爆型の電気機器
変圧器	定周波装置
配電盤	

問8 次の検査について簡単に述べよ。(6点)

(1) 定期検査

(答) 船舶を初めて航行の用に供するとき、船舶検査証書の有効期間が満了したときに船体、機関、電気設備等について行う精密な検査である。

(2) 臨時検査

(答) 船体、機関、電気設備又は無線電信等について、船舶の堪航性又は人命の安全の保持に影響を及ぼすおそれのある改造又は修理を行うときや満載喫水線の位置や船舶検査証書に記載されている条件の変更を受けようとするとき等に行われる検査。

(3) 臨時航行検査

(答) 船舶検査証書を受有しない船舶を臨時に航行の用に供するときに行われる検査。

問9 製造工場において、電気機器の試験を行う際の安全対策を6つあげよ。(6点)

(答) 下記項目から6つ選ぶ。

試験を行うグループの責任者、担当者を明らかにして、関係部署との連絡を常に緊密にできるようにする。責任者は試験員に作業内容・方法・順序・分担・日程・安全注意事項などをよく理解させ、毎日の作業・試験項目が常にわかるようにする。

安全標識を必要箇所に掲げる。一般には標識の種類と設置例はJIS Z 9104-95(安全標識)を参照すること。

通電している機器、特に変圧器のような静止機器には通電中の標示として赤電球の点滅をさせるとよい。このことは耐電圧試験中においては、特に必要である。

電気機器の周囲には、安全柵や口-ブなどを設け、試験作業区画を明らかにしておく。

非常の事態に備え、消火器・消火砂・消火栓・出入口・配電盤・担架などの置いてある場所、緊急連絡先を全員が確認しておく。

作業を行う場合には、原則として、安全帽を着用し、腰手ぬぐいやネクタイは回転体に巻き込まれるおそれがあるので着用してはならない。また裸体に近い状態で作業することは避けること。

試験前に電源設備、被試験機との直結状態、負荷設備、関連設備の状態を点検し、危険な箇所を発見したら即刻処理する。

導電体部分の作業を始める際は検電器で通電していないことを確かめる。

配線はなるべく負荷先端から始め、電源への接続は最後に行う。

VT、CTの取扱い及び接続は入念に行い、特にVTの二次回路は他の回路と混触しないように注意し、その一端を接地する必要がある。

電気機器は完全に所定の接地が行われていることを確認する。特に、軸電流防止板やゴムクッションのあるもの、あるいはフレ-ムが丸形のため試験用木枠上で試験するものは、接地を忘れがちであるから十分注意する。

導電部分の露出箇所はできる限り絶縁する。もし、絶縁が行えない場所は安全保護柵か口-ブなどで人が近づかないよに危険標識を行う。

問10 製造工場において行う交流発電機の過負荷試験の試験方法及び確認事項(過負荷条件)について述べよ。(7点)

(答) (1) 試験方法

温度試験に引きついで行い、発電機の電圧、回転速度及び周波数を一定に保って、規定の過負荷条件を与え、電氣的、機械的、熱的に異常のないことを確かめるものである。

(2) 確認事項(過負荷条件)(NK規則及び船舶設備規程)

規定の過負荷条件としてはNK規則では50%過電流で2分間、船舶設備規程では50%過負荷で1分間支障なく運転できるものと規定している。

問11 船内において行う電気機器の試験に際し、特に調査し、確認しておく事項を6つあげよ。(6点)

(答) 下記項目から6つ選ぶ。

設置の適否	絶縁の良否
動作の良否	照明の適否
操縦及び取扱いの難易	通信の程度
振動、衝撃、騒音の程度	防水の良否
温度上昇の程度と異常温度の有無	漏水の有無
整流の良否	分解、点検、手入れ及び取換えの難易
誤差の程度	

問 1 2 下表は、電力調査表の一部を記載したものであるが、空欄の必要な箇所に数値を記入し、設備すべき発電機の容量と台数を下記の発電機定格出力表中から選んで決定せよ。ただし、負荷の総合力率は、80%（遅れ）とし、数値は小数点以下第1位まで求めること。（小数点以下第2位を四捨五入する。）（11点）

装置名	電動機			需要率〔%〕と電力消費量〔kW〕											
	出力 (kW)	台数	総入力 (kW)	航海中		出入港中			荷役中			停泊中			
				(%)	〔kW〕		(%)	〔kW〕		(%)	〔kW〕		(%)	〔kW〕	
					C.L	I.L		C.L	I.L		C.L	I.L		C.L	I.L
揚錨機兼揚貨機用油圧ポンプ	110 (効率0.9)	1	122.2			70	85.5		70	85.5					
主機潤滑油ポンプ	37	1	41.0	80	32.8	80	32.8								
主機冷却海水ポンプ	30	1	33.0	80	26.4	80	26.4								
消防兼雑用水ポンプ	22	1	24.4			80		19.5	80		19.5	80		19.5	
燃料油移送ポンプ	3.7	1	4.4	70		70		3.1	70		3.1				
操舵機	7.5	2	8.5 ×2	25 ×1/2	2.1	50 ×1/2	4.2								
その他の連続運転負荷（航海中）	225.0	1	250.0	80	200.0										
その他の断続運転負荷（航海中）	67.0	1	75.0	80		60.0									
その他の連続運転負荷（出入港中）	305.0	1	340.0			80	272.0								
その他の断続運転負荷（出入港中）	68.0	1	76.0			80		60.8							
その他の連続運転負荷（荷役中）	290.0	1	320.0						80	256.0					
その他の断続運転負荷（荷役中）	73.5	1	81.0						80		64.8				
その他の連続運転負荷（停泊中）	113.5	1	126.0									80	100.8		
その他の断続運転負荷（停泊中）	48.0	1	54.0									80		43.2	
連続運転負荷需要電力	〔kW〕			261.3		420.9			341.5			100.8			
断続運転負荷合計電力	〔kW〕			63.1		83.4			87.4			62.7			
1 / 不等率	〔%〕			60		60			60			60			
断続運転負荷需要電力	〔kW〕			37.9		50.0			52.4			37.6			
合計需要電力	〔kW〕			299.2		470.9			393.9			138.4			
運転発電機	〔kW〕			360×1台		360×2台			360×2台			360×1台			
発電機負荷率	〔%〕			83.1		65.4			54.7			38.4			
設備発電機	容量×台数			360 kW (450 kVA) × 2 台											

発電機定格出力表〔kW〕

200, 240, 360, 400

（答）問題の表中（アンダ・ライン上）に記入。

C.L.....連続運転負荷

I.L.....断続運転負荷

問13 電気設備の設計にあたり船舶における環境条件で考慮すべき事項のうち6つあげよ。(6点)

(答) 下記項目から6つ選ぶ。

周囲温度	外部磁界の影響
湿度	じんあい
船体の動揺及び傾斜	かび
振動	海水ひまつ、酸霧、油霧など
外被保護形式	危険場所
電源変動	
無線通信及び通話の障害	

問14 配電回路の保護について次の事項を簡単に説明せよ。(6点)

(1) 選択遮断方式

(答) 回路に短絡を含む過電流が流れたとき、故障回路に直接関係のある保護装置だけが動作し、健全な回路には給電が維持されるよう遮断動作をする保護方式をいう。

(2) 優先遮断方式

(答) 船舶が航海中、運転中の発電機が過負荷になった場合、又は過負荷になる恐れがある場合、重要負荷への給電の持続を確保するため、重要でない回路を自動的に切り離し、発電機の遮断器(ACB)がトリップして全給電が停止することを防止する保護方式をいう。

問15 下記の主電路系統図について次の問に答えよ。(13点)

(1) 次の場合の短絡電流の概算値を簡易計算法により計算せよ。

(イ) A点で短絡した場合、配線用遮断器MCCB₁を流れる短絡電流[A]

(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 460 = 9,200$ [A]

MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 190 = 570$ [A]

よってMCCB₁ を流れる短絡電流 = $I_G + I_{m2} = 9,200 + 570 = \underline{9,770}$ [A]

(ロ) B点で短絡した場合、配線用遮断器MCCB₃を流れる短絡電流[A]

(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 460 = 9,200$ [A]

MCCB₁ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m1} = 3 \times 26 = 78$ [A]

MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 190 = 570$ [A]

よってMCCB₃ を流れる短絡電流 = $I_G + I_{m1} + I_{m2} = 9,200 + 78 + 570 = \underline{9,848}$ [A]

(2) 図中の の 内にACB₁の標準的引外し電流設定値(長限時)を記入せよ。

(答) ACB₁の引外し電流設定値 = 発電機の定格電流 $\times 1.15$

$$= 460 \times 1.15$$

$$= \underline{529}$$
 [A]

(3) 図中の 、 、 、 の 内にケ - プルの種類と大きさ[mm²]を表1より選んで記入せよ。

(答) TPYC - 185 \times 2本又はTPYC - 95 \times 3本

TPYC - 6

TPYC - 10

TPYC - 35

主電路系統

1号三相交流発電機
AC225V、60Hz
定格電流 460A

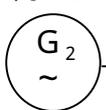


529 [A]



2号三相交流発電機

同上



TPYC-185x2
又はTPYC-95x3

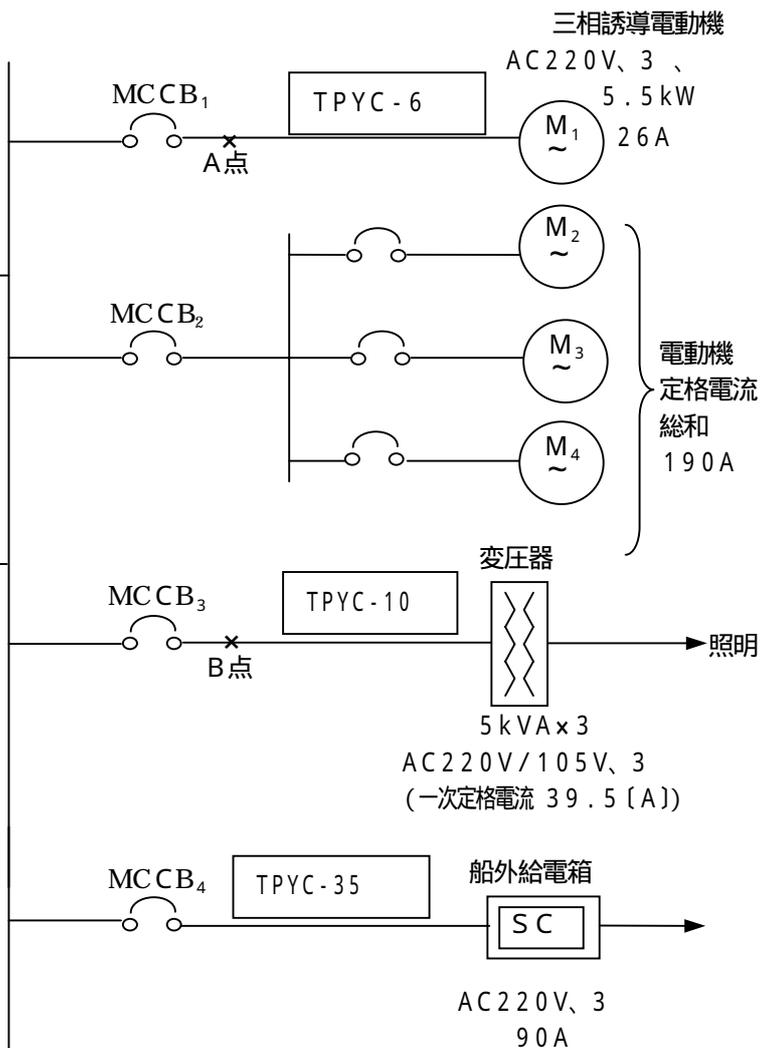


表1 ケーブルの許容電流(周囲温度45) (新JIS電線)

種類	大きさ [mm ²]	許容電流 [A]	種類	大きさ [mm ²]	許容電流 [A]
TPYC-1.5		14	TPYC-35		102
TPYC-2.5		20	TPYC-50		126
TPYC-4		27	TPYC-70		158
TPYC-6		34	TPYC-95		193
TPYC-10		47	TPYC-120		224
TPYC-16		63	TPYC-150		256
TPYC-25		84	TPYC-185		291

問16 下図の平衡星形結線（スター結線）の負荷に線間電圧440〔V〕の三相交流電圧を加えた時、その線電流 I_ℓ 〔A〕、負荷力率〔%〕及び負荷電力 P 〔kW〕を求めよ。ただし、各相のインピーダンス Z はそれぞれ等しく、抵抗 $R=4$ 〔 Ω 〕、リアクタンス $X_L=3$ 〔 Ω 〕とする。（6点）

線電流

$$\text{(答) 相電圧 } V_p = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254.0 \text{ [V]}$$

$$\text{各相のインピーダンス } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ [}\Omega\text{]}$$

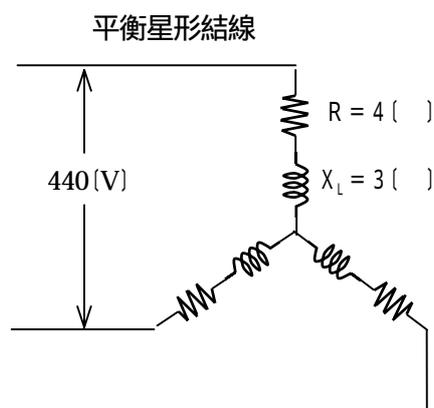
$$\text{線電流 } I_\ell = \frac{V_p}{Z} = \frac{254.0}{5} = 50.8 \text{ [A]}$$

負荷力率

$$\text{(答) 負荷力率 } \cos \theta = \frac{R}{Z} \times 100 \text{ [%]} = \frac{4}{5} \times 100 = 80 \text{ [%]}$$

負荷電力

$$\begin{aligned} \text{(答) 負荷電力 } P &= \sqrt{3} \cdot V_\ell \cdot I_\ell \cdot \cos \theta \times 10^{-3} \text{ [kW]} \\ &= \sqrt{3} \times 440 \times 50.8 \times 0.8 \times 10^{-3} = 31.0 \text{ [kW]} \end{aligned}$$



問17 下図の平衡三角結線（デルタ結線）の負荷に線間電圧440〔V〕の三相交流電圧を加えた時、その線電流 I_ℓ 〔A〕、負荷力率〔%〕及び負荷電力 P 〔kW〕を求めよ。ただし、各相のインピーダンス Z はそれぞれ等しく、抵抗 $R=4$ 〔 Ω 〕、リアクタンス $X_L=3$ 〔 Ω 〕とする。（6点）

線電流

$$\text{(答) 相電圧 } V_p = 440 \text{ [V]}$$

$$\begin{aligned} \text{各相のインピーダンス } Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} \\ &= \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ [}\Omega\text{]} \end{aligned}$$

$$\text{相電流 } I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{440}{5} = 88 \text{ [A]}$$

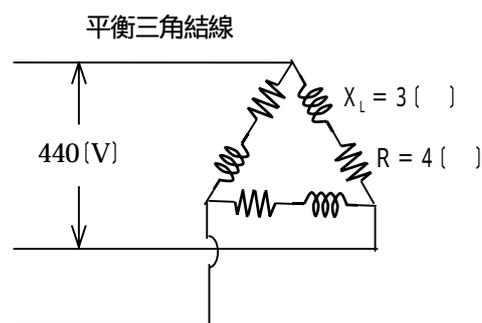
$$\text{線電流 } I_\ell = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \times 88 = 152.4 \text{ [A]}$$

負荷力率

$$\text{(答) 負荷力率 } \cos \theta = \frac{R}{Z} \times 100 \text{ [%]} = \frac{4}{5} \times 100 = 80 \text{ [%]}$$

負荷電力

$$\begin{aligned} \text{(答) 負荷電力 } P &= \sqrt{3} \cdot V_\ell \cdot I_\ell \cdot \cos \theta \times 10^{-3} \text{ [kW]} \\ &= \sqrt{3} \times 440 \times 152.4 \times 0.8 \times 10^{-3} = 92.9 \text{ [kW]} \end{aligned}$$



問18 定格容量(皮相電力)350[kVA]、定格電圧450[V]、周波数60[Hz]の三相交流発電機について下記の問に答えよ。(8点)

(1) 定格電流I[A]を求めよ。

(答) 三相交流発電機の定格容量 Pa[kVA]は

$$P_a = \sqrt{3} V I \times 10^{-3} \text{ [kVA]}$$

$$\text{定格電流 } I = \frac{P_a \times 10^3}{\sqrt{3} V} = \frac{350 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 450} = \underline{449} \text{ [A]}$$

(2) 負荷率80[%]のときの出力P[kW]を求めよ。

(答) 発電機の出力 $P = 350 \times 0.8 = \underline{280}$ [kW]

(3) 定格出力で運転中の発電機を急に無負荷にしたとき電圧が463[V]となった。この時の電圧変動率 [%]を求めよ。

(答)

$$\text{電圧変動率} = \frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100 = \frac{463 - 450}{450} \times 100 = \underline{2.9} \text{ [%]}$$

V_0 : 定格出力から無負荷になった時の電圧、 V_n : 定格負荷時の電圧

(4) 負荷率が80[%]のときの原動機の出力 P_E [kW]を求めよ。

ただし、発電機の効率は92[%]とする。

(答)

$$\text{原動機の出力 } P_E = \frac{P}{\eta} = \frac{280}{0.92} = \underline{304.3} \text{ [kW]}$$

問19 4極の三相誘導電動機に端子電圧が440[V]、周波数が60[Hz]の電源を入れ定格負荷をかけたとき、速度は1,725[min^{-1}]、電流は65[A]、力率は83[%]であった。次の問に答えよ。(8点)
ただし、誘導電動機の効率を90[%]とする。

(1) 電動機の入力 P_I [kW]を求めよ。

$$\text{(答) 入力 } P_I = \sqrt{3} V I \cos \phi = \sqrt{3} \times 440 \times 65 \times 0.83 \times 10^{-3} \text{ [kW]} = \underline{41} \text{ [kW]}$$

(2) 電動機の出力 P_O [kW]を求めよ。

(答) 電動機の効率を η とすれば

$$\begin{aligned} \text{電動機出力 } P_O &= \text{電動機入力 } P_I \times \eta \\ &= 41 \times 0.90 = \underline{37} \text{ [kW]} \end{aligned}$$

(3) 電動機の同期速度 N_s [min^{-1}]を求めよ。

(答) P を極数、 f を周波数[Hz]とすれば

$$\text{同期速度 } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = \underline{1,800} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

(4) 電動機のすべり s [%]を求めよ。

(答) 同期速度を N_s [min^{-1}]、定格負荷時の速度を N [min^{-1}]とすると

$$\text{すべり } s = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100 = \frac{1,800 - 1,725}{1,800} \times 100 = \underline{4.2} \text{ [%]}$$

問20 電灯照明について次の問に答えよ。(6点)

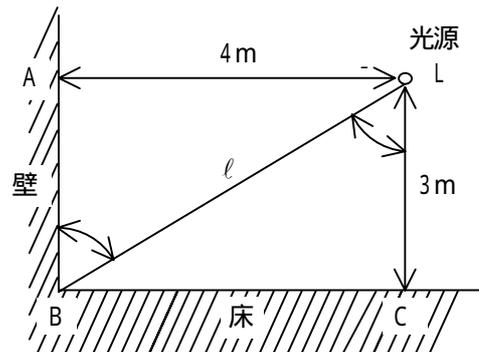
- (1) 下図において床面BCから高さ3[m]、壁ABからの距離4[m]の位置にある光源L [cd] によって隅B点の床上に生ずる照度(水平照度)が45 [lx] であるとき、B点に向かう方向の光度I [cd] 及びB点における壁面の照度 E_{v0} [lx] (鉛直照度) を求めよ。

(答) 床上に生ずる照度を水平照度 E_h , 壁面の照度を鉛直照度 E_{v0} とすれば
光源LからB点へ向う光度I [cd]
入射角を θ , 光源LとB点の距離を l [m] とすれば

$$l = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ [m]}, \quad \cos \theta = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\text{水平照度 } E_h = \frac{I}{l^2} \cos \theta = 45 \text{ [lx] より}$$

$$I = E_h \frac{l^2}{\cos \theta} = 45 \times \frac{25}{0.6} = 1,875 \text{ [cd]}$$



B点に於ける壁面に生ずる照度 E_{v0} [lx] (鉛直照度)

$$E_{v0} = \frac{I}{l^2} \sin \theta = \frac{1,875}{25} \times 0.8 = 60 \text{ [lx]} \quad \left(\sin \theta = \frac{4}{5} = 0.8 \right)$$

- (2) 電灯照明について、天井の高さが2.5[m]で普通の矩形の部屋36[m²]の床面平均水平照度Eを155 [lx] にするには20[W]の蛍光灯を何個つけばよいか。

ただし、蛍光灯1個の全光束Fを920 [lm]、照明率Uを0.8、減光補償率Dを1.4とする。

(答) $F \cdot U \cdot N = E \cdot A \cdot D$

$$N = \frac{E \cdot A \cdot D}{F \cdot U} = \frac{155 \times 36 \times 1.4}{920 \times 0.8} = 10.6 = 11 \text{ [個]}$$

F : ランプ1個の全光束 [lm]

E : 平均水平照度 [lx]

U : 照明率

A : 室の面積 [m²]

N : ランプ数

D : 減光補償率

以上