

MARINHA DO BRASIL
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2021)

ENGENHARIA NAVAL

INSTRUÇÕES GERAIS

- 1- A duração da prova será de **05 horas** e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração o candidato que:
 - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
 - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
 - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
 - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM
	000 A 080				

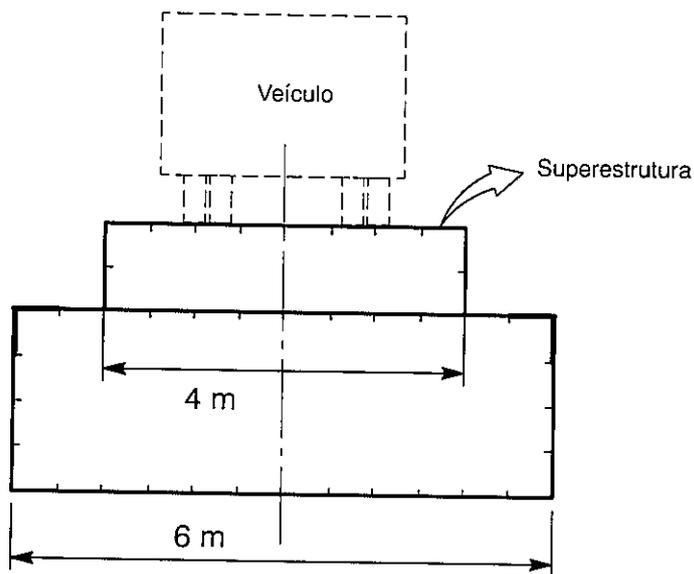
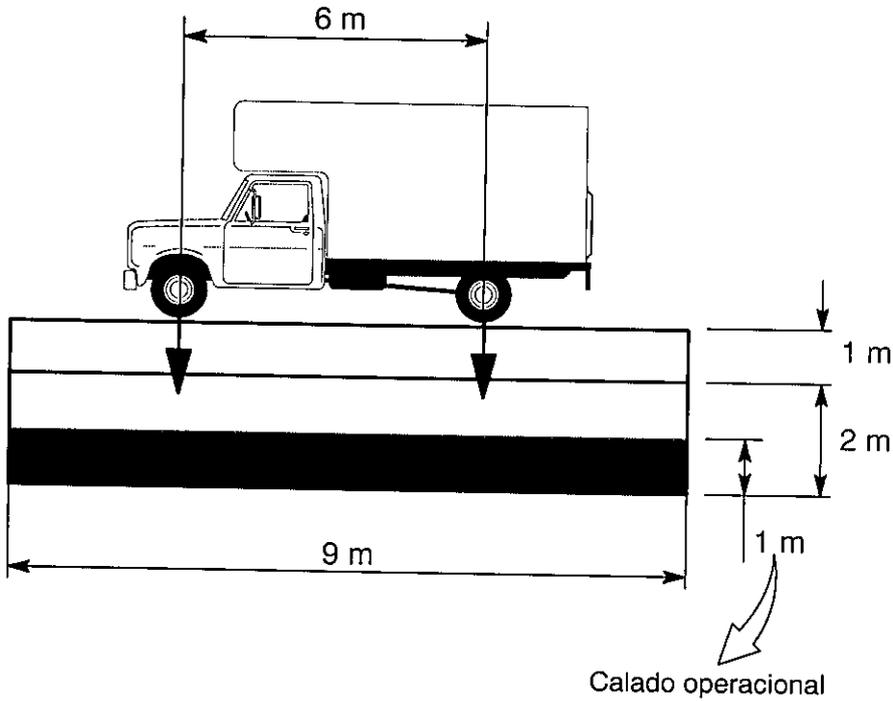
CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2021					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 080			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma pequena balsa necessita ser embarcada com um veículo de transporte de carga conforme esquematizado na figura a seguir. Para um calado operacional de 1,0 m e trim nulo, determine o valor do máximo momento fletor agente sobre a viga navio, indicando também se o esforço é *alquebramento* ou *tosamento*. Considere a carga do veículo concentrada sobre as suas rodas e igualmente distribuída. Considere ainda os seguintes dados adicionais: *i*) Deslocamento leve: 18 tf; *ii*) Densidade da água: 1 tf/m³.

Continuação da 1ª questão



Seção a meio navio

Ilustração esquemática de uma balsa com veículo sobre seu convés e sua seção transversal.

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma empresa de navegação iniciou estudos técnicos para a contratação da construção de um navio porta-contêineres, que será utilizado para operar na rota Europa-Costa Leste dos Estados Unidos com velocidade de serviço de 25 nós. Os estudos indicaram duas alternativas possíveis para a instalação propulsora da embarcação: i) um motor de baixa rotação com 48.000 kW de potência, a 110 rpm, acoplado diretamente ao hélice; e ii) dois motores de média rotação com 24.000 kW de potência cada, a 440 rpm, acoplados por meio de um redutor, de razão 4/1, ao hélice. Descreva sucintamente as principais características, vantagens e desvantagens para ambas as alternativas da instalação propulsora do navio.

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um navio cargueiro, com velocidade de serviço de 20 nós, possui resistência ao avanço de 2.000 kN para condição de mar calmo e casco limpo. Considerando um coeficiente propulsivo de 0,67 e um fator de acréscimo de resistência ao avanço de 20%, determine a potência do motor principal que deverá ser instalado no navio para satisfazer a velocidade de serviço especificada.

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Sabe-se que o navio com velocidade tem problema de "slamming" (impacto de onda na proa) ao enfrentar ondas de proa. A coincidência de períodos naturais de movimentos de "heave" (arfagem) e "pitch" (caturro) com o período de ondas de encontro pode ser uma das causas desse fenômeno. Sendo assim, responda às perguntas a seguir.

- a) Como é definido o período de encontro de onda dada uma onda de frequência w e velocidade V do navio? (considere que a condição é de onda de proa) (2 pontos)
- b) Dadas a massa e a inércia (longitudinal) do navio, m e I , já considerando massas adicionais. A área de flutuação do navio é A_w e o GM longitudinal é GML . Quais são os períodos naturais de "heave" e "pitch" do navio? (3 pontos)
- c) Supondo que a velocidade do navio é V , qual é a frequência de onda de proa que o navio entra em ressonância? (3 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 4ª questão

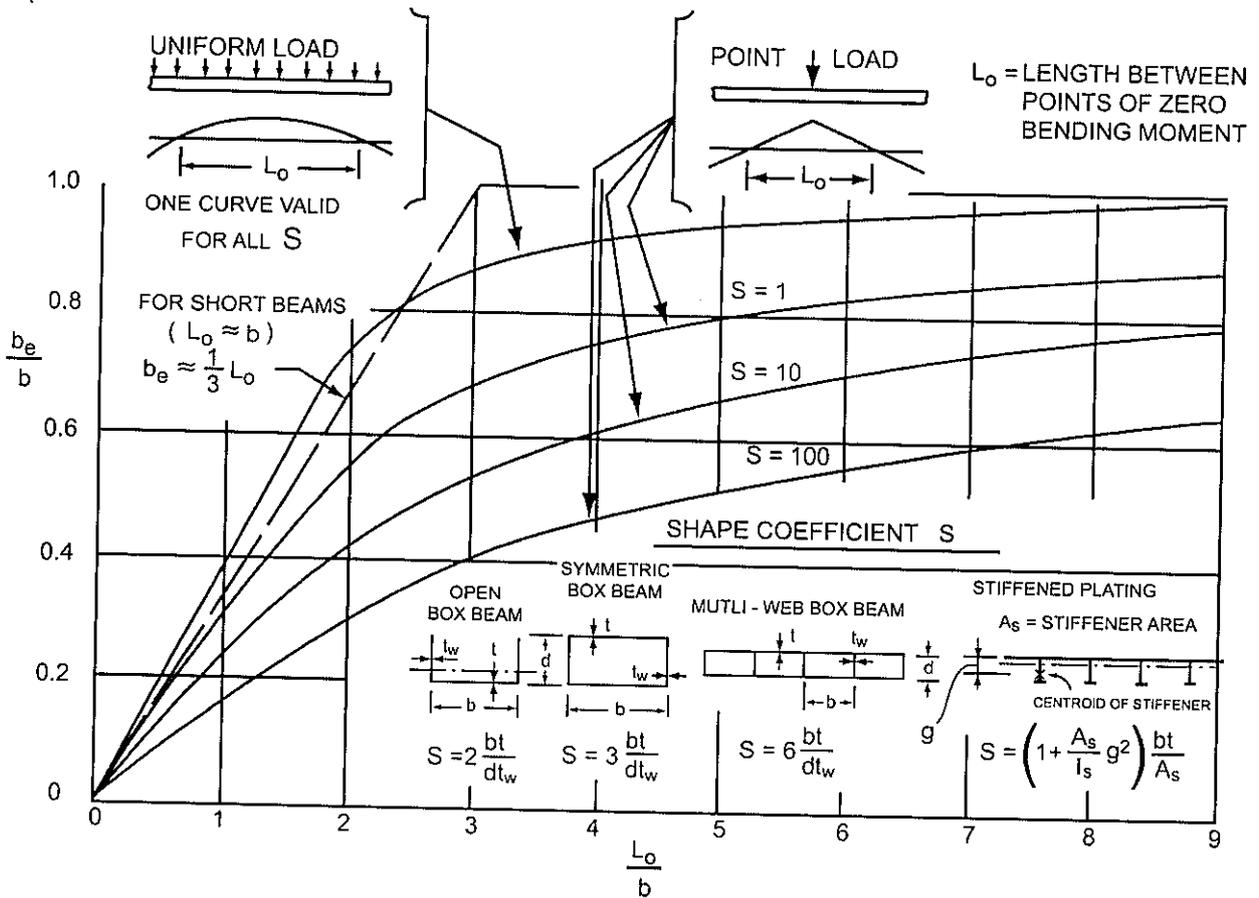
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um navio cargueiro, cuja secção transversal é mostrada a seguir, apresenta momento fletor em tosamento e alquebramento na seção mestra de $26800 \text{ tf} \times \text{m}$. O calado é de 5 m e a onda que provoca os esforços acima possui altura igual a 4 m . O compartimento entre o duplo fundo e o convés 2 está completamente vazio. Utilizando o gráfico a seguir, o qual fornece a largura efetiva à flexão (também conhecida como largura da chapa colaborante), determine a tensão agente na condição de alquebramento no ponto **A** localizado na junção da chapa do teto do duplo fundo com a anteparas. Considere as seguintes informações adicionais: i) altura da linha neutra da seção mestra (primária) em relação ao fundo: $3,62 \text{ m}$; ii) momento de inércia da seção mestra (primária): $17,84 \text{ m}^3$; iii) distância entre anteparas: 12600 mm ; iv) espaçamento entre vaus, hastilhas e cavernas: 1260 mm ; v) espessura da chapa do fundo e teto do duplo fundo: 12 mm ; e vi) espessura da quilha central e longarinas (quilha lateral): 15 mm . Considere a seção mestra localizada no centro de um compartimento (porão de carga). Considere, sempre que possível, somente as dimensões moldadas para os cálculos das propriedades geométricas.

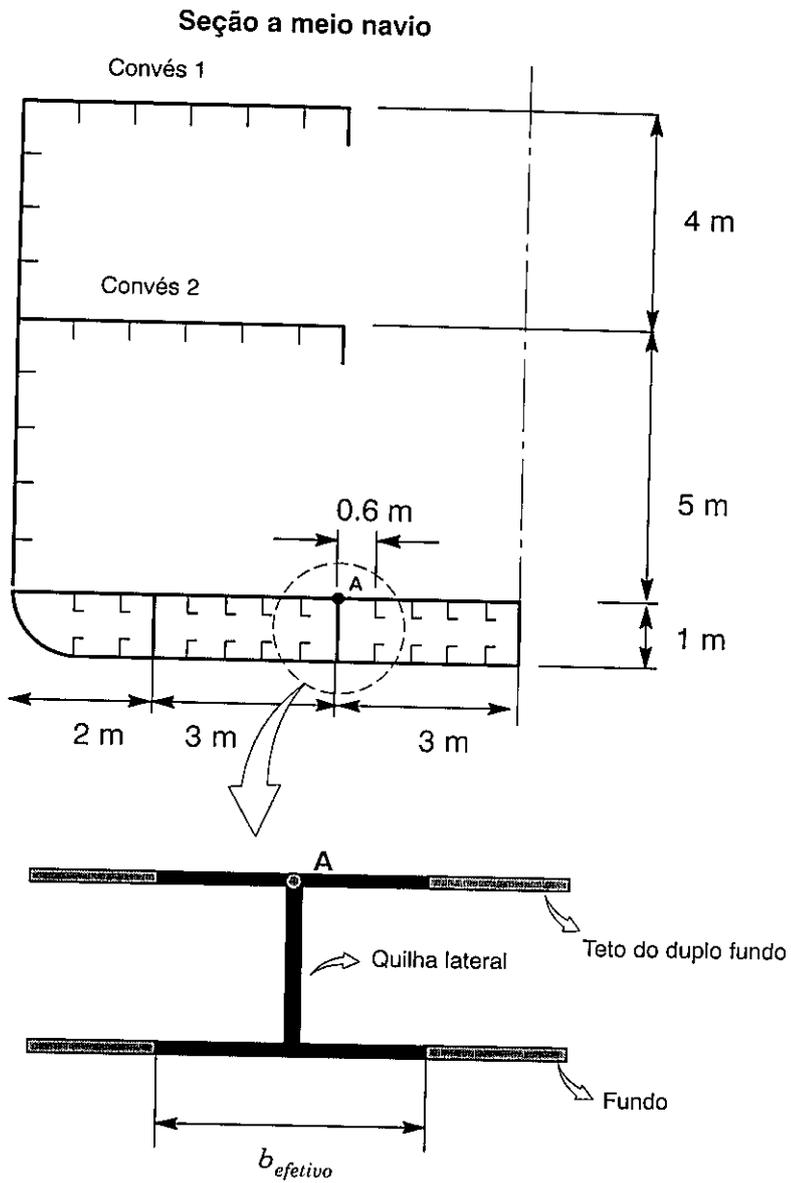
Continuação da 5ª questão



Considere as seguintes informações em relação à figura acima:

Determinação da largura efetiva à flexão. L_0 representa a distância entre os pontos para os quais o momento fletor é nulo e b representa a largura de carga. Para uma viga biengastada, $L_0 = 0,58L$.

Continuação da 5ª questão



Seção transversal de um navio cargueiro.

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

6ª QUESTÃO (8 pontos)

A estimativa de resistência ao avanço do navio é um processo importante num projeto de navio. Tradicionalmente, essa estimativa tem sido feita pelo uso de modelo reduzido em tanque de reboque, mas hoje utiliza-se o CFD (Computer Fluid Dynamics). As principais características do navio em análise são:

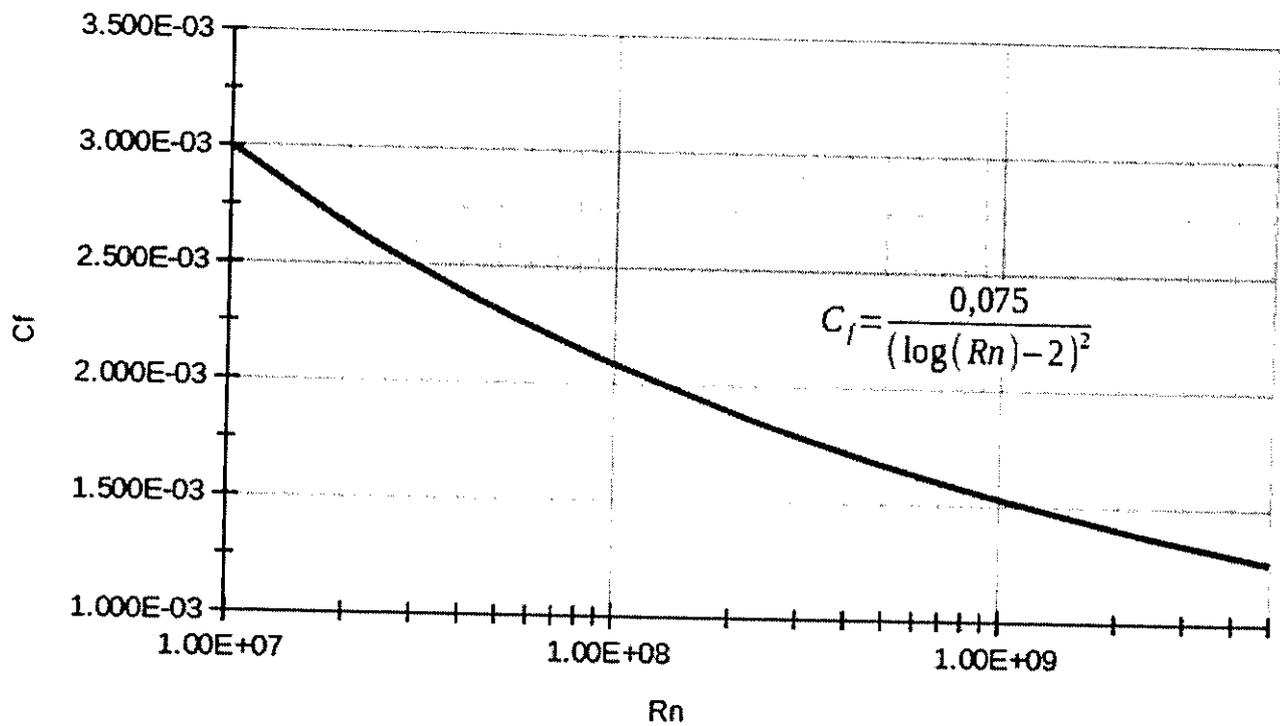
Comprimento na linha d'água (LS)	260 m
Boca (BS)	33 m
Calado (HS)	12 m
Deslocamento	69310 m ³
Área de superfície molhada (AS)	8900 m ²
Velocidade de serviço (VS)	24 nós

No ensaio de medição de resistência de um modelo com escala reduzida, o dinamômetro do carro de reboque do tanque registrou uma resistência total de 69,0 N. O comprimento na linha d'água do modelo utilizado é de 4,00 m e a densidade da água do tanque de provas foi considerada a mesma da água do mar, $\rho = 1,025 \text{ ton/m}^3$. Nesse sentido, faça o que se pede.

- a) Indique qual é o maior problema em realizar um ensaio de reboque do modelo reduzido para obter a resistência total de casco em análise e explique por que a força total medida não é equivalente à força total atuante no navio. (2 pontos)
- b) Determine os seguintes valores para o modelo: fator de escala, área da superfície molhada e deslocamento. (1 ponto)

- c) Indique qual a velocidade, em nós, em que foi rebocado o modelo para determinar a resistência ao avanço do navio real em sua velocidade de serviço. Adote 1 nó = 0,5144 m/s. (1 ponto)
- d) Calcule o coeficiente de resistência residual do modelo em sua velocidade de teste, considerando que para o componente de atrito da resistência foi adotada a linha de correlação modelo-navio da ITTC 1957, conforme gráfico a seguir. Adote a viscosidade cinemática da água $\mu = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. (2 pontos)
- e) Baseado nas soluções anteriores, calcule a resistência ao avanço total do navio. (2 pontos)

Continuação da 6ª questão



Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

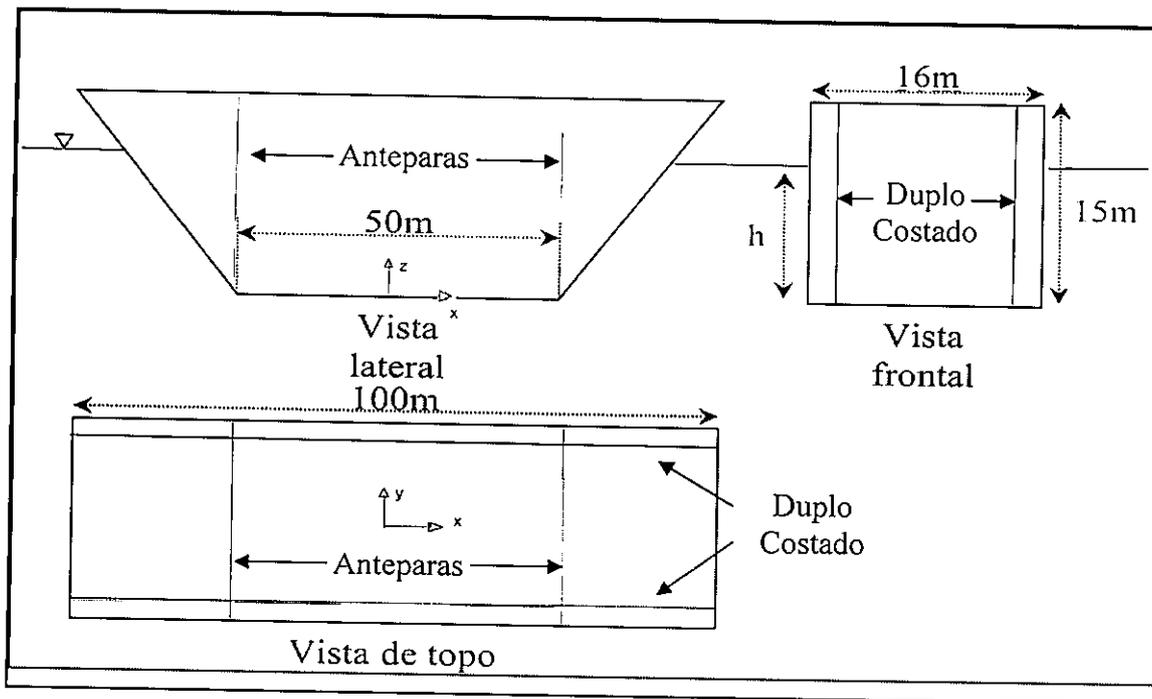
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um navio tanque com a geometria apresentada na figura. Com base nessas informações, faça o que se pede.



Vistas do navio tanque da questão

- a) O calado máximo de operação é $h=10$ m, sendo o peso leve do navio igual a 4500t e a densidade da água 1000kg/m^3 . Indique a quantidade máxima de carga a ser transportada no tanque de petróleo (densidade 880 kg/m^3) localizado no centro do navio (considere o duplo costado de 3m para cada bordo). (2 pontos)
- b) Determine os coeficientes de bloco, prismático longitudinal e o coeficiente de área de flutuação para o calado máximo de operação. (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

- c) Considerando o peso leve da embarcação uniformemente distribuído ao longo do comprimento da embarcação (LCG do navio leve a meia nau), a espessura do casco desprezível e o comprimento do porão igual ao comprimento do corpo paralelo médio da embarcação, determine o GM transversal considerando que KG do peso leve mais carga localiza-se em (0, 0, 3)m.
(4 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

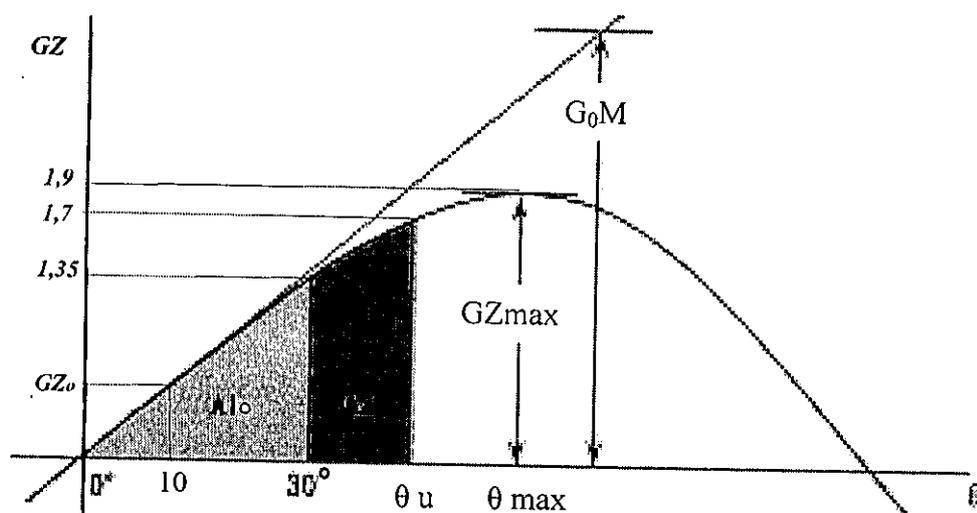
Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Um navio cargueiro com o deslocamento de 18500 ton (calado cheio) possui a seguinte curva de estabilidade para analisar a segurança do navio nessa condição:



Com base nas informações, responda às seguintes questões.

- a) Sabendo que GM inicial do navio nessa condição é aproximadamente 2,5 m, qual é o valor aproximado do braço de endireitamento GZ_0 para inclinação de 10 graus? Se houvesse um vento de través que causasse um momento de 25000 ton*m, o navio inclinaria mais do que 30 graus? Não considere efeitos dinâmicos na análise. (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

- b) O critério de estabilidade utilizado para análise da estabilidade desse navio permite que a intersecção da curva de emborcamento com a curva de estabilidade ocorra quando o momento de emborcamento for $\frac{2}{3}$ do $GZ_{max} \cdot \Delta$. Qual é o valor do momento? A intersecção ocorre na região A1 ou na A2? (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Um flutuante do tipo catamarã tem a configuração ilustrada na figura. O dono desse flutuante quer, com o auxílio de um guindaste dentro da embracação, utilizá-lo para deslocar um equipamento que pesa 360 tons.

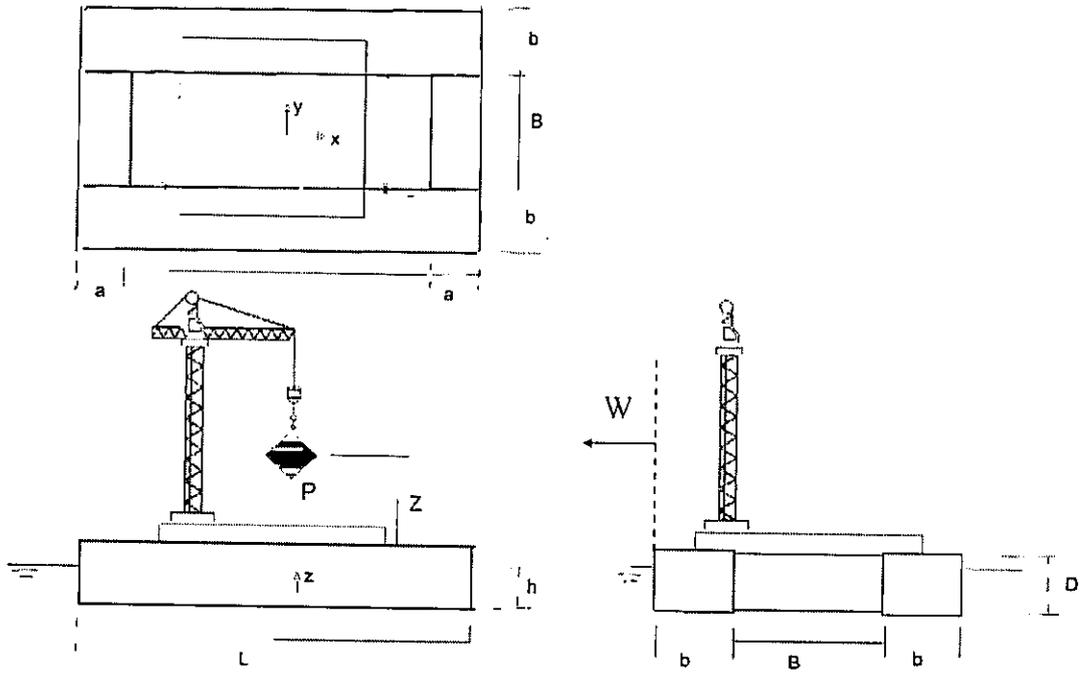
Com base nessas informações, faça o que se pede.

- a) Calcule o GM transversal desse flutuante com guindaste sem equipamento. Considere que KG_i do flutuante + guindaste é de 5m. (2 pontos)
- b) Após embarcar e erguer 10m, considerando que o equipamento tenha um peso 360t, indique se o flutuante continuará estável. Suponha que o peso é embarcado no KG do flutuante (0,0,5)m. (4 pontos)
- c) Calcule a máxima distância lateral W que o guindaste pode carregar a carga até inclinação permitida de 10° . (2 pontos)

$KG_i = 5m$, $B = 10m$, $L = 30m$, $b = 5m$, $h = 2m$, $a = 5m$, $D = 5m$, $Z = 10m$

Considerar peso específico da água = 1 ton/m^3

Continuação da 9ª questão



Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Os navios de grande porte com C_b alto operam em uma determinada faixa de número de Froude, por outro lado, os navios com C_b e C_p menor possuem características diferentes.

Nesse sentido, faça o que se pede.

- a) Indique quais são essas faixas e características. (4 pontos)
- b) Explique o que significa ter um número de Froude alto e baixo. (2 pontos)
- c) Descreva quais são os componentes de resistências predominantes em um navio de C_b alto e em C_b baixo. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2021

