

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

PROCESSO SELETIVO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA  
(PS-EngNav/2010)

**ENGENHARIA NAVAL**

**1ª PARTE**  
**INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 04 horas e não será prorrogada. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal, sem desgrampear nenhuma folha;
- 2- Responda as 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 a 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:  
- PROCESSO SELETIVO/CONCURSO; 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 na atribuição de nota zero;
- 9- Será eliminado sumariamente do processo seletivo 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 noutra lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDO O USO DE CALCULADORA SIMPLES E RÉGUA SIMPLES.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	ESCALA DE	<b>NOTA</b>	<b>USO DA DEnsM</b>
	000 A 100		

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

PROCESSO SELETIVO: PS-EngNav/2010  
NOME DO CANDIDATO:

<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>	<b>DV</b>	ESCALA DE	<b>NOTA</b>	<b>USO DA DEnsM</b>
		000 A 100		

1ª PARTE: CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (10 pontos)

Uma embarcação com um único propulsor central e um único leme semi-balanceado navega a uma velocidade de 20 nós. Considerando que o leme possui área de  $30\text{m}^2$  e centro de pressão a uma distância de 1m do eixo, calcule:

- a) O torque no eixo para um ângulo de leme de  $35^\circ$ . (5 pontos)
- b) O diâmetro mínimo necessário para este eixo supondo que sua máxima tensão admissível seja de 100 MPa. (5 pontos)

Sabe-se que a força de sustentação gerada por um fólio (leme) que é diretamente proporcional à área lateral do leme ( $A_R$ ) e ao quadrado da velocidade do fluxo incidente pode ser aproximada por:

$$F = 577 \cdot A_R \cdot (c_v \cdot V)^2 \cdot \text{sen} \theta$$

onde  $c_v = 1.3$  para um leme atrás de um propulsor central,  $V$  é a velocidade de avanço da embarcação e  $\theta$  o ângulo de leme. Nesta expressão a força é obtida em N para  $A_R$  e  $V$ , respectivamente em  $\text{m}^2$  e  $\text{m/s}$ .

Continuação da 1ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

Continuação da 1ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

2ª QUESTÃO (10 pontos)

Um navio com comprimento  $L_{pp} = 120$  m é ensaiado em tanque de provas através de um modelo geometricamente semelhante de comprimento  $L_{pp} = 3,0$  m. Na velocidade de reboque de  $1,0$  m/s, a força exercida pelo carro de reboque é de  $4$  N. A superfície molhada do modelo é de  $2,0$  m<sup>2</sup>.

Estime:

- a) a velocidade do navio, em nós, correspondente à velocidade ensaiada com o modelo. (5 pontos)
- b) a potência efetiva (EHP), em kW, necessária para o navio se deslocar com a velocidade obtida no item anterior. (5 pontos)

Considere:

- Densidade da água do mar:  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>
- Viscosidade cinemática do mar:  $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s
- Estimativa de  $C_f$  segundo ITTC-57:  $C_f = \frac{0,075}{(\log_{10}^{Re_y} - 2)^2}$

Continuação da 2ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

Continuação da 2ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

3ª QUESTÃO (10 pontos)

Qual é o coeficiente de bloco de uma dada embarcação que possui seção transversal retangular à meia-nau e coeficiente prismático igual a 0,8? Justifique sua resposta.



**4ª QUESTÃO** (10 pontos)

O dique flutuante de deslocamento 1.600t representado na figura a seguir deverá ser utilizado para a docagem de um submarino de deslocamento igual a 1.300t e 60 m de comprimento.

Sabendo-se que o centro de gravidade do submarino está localizado na sua meia-nau; que o submarino deverá ser docado sobre berços de 1 m de altura e de forma que a meia-nau do dique coincida com a meia-nau do submarino não provocando banda ou trim no dique, pergunta-se:

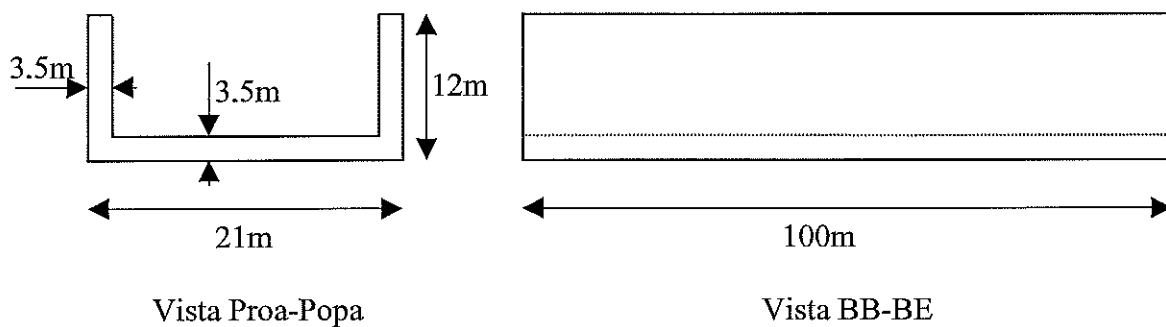
- a) qual será o calado do dique com o submarino docado após o esgotamento total dos tanques de lastro do dique? (2,5 pontos)
- b) Qual a condição de estabilidade (Gm) do dique na condição descrita no item anterior? Justifique numericamente sua resposta. (2,5 pontos)
- c) Qual deverá ser o trim apresentado pelo dique caso o submarino seja docado 1m a ré do previsto? (5 pontos)

Considere:

- Densidade da água do mar:  $\rho = 1000 \text{kg/m}^3$
- Altura do centro de gravidade do dique em relação à sua quilha igual a 4 metros.
- Altura do centro de gravidade do submarino em relação à sua quilha igual a 3 metros.
- O peso dos berços pode ser desprezado.

Continuação da 4ª questão

Representação do dique flutuante



Continuação da 4ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

Continuação da 4ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

5ª QUESTÃO (10 pontos)

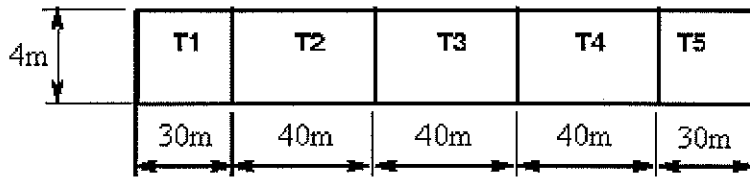
Uma barça com as dimensões dadas na figura é constituída de um casco, anteparas e perfis estruturais de aço. Ela está navegando em águas fluviais na seguinte condição:

- Calado mínimo de segurança: 3,0 m
- Somente podem ser lastreados os tanques T2, T3 e T4 com quantidade de água igualmente distribuída.
- A barça deve transportar uma carga de 2880 tf igualmente distribuída em um comprimento de 40 m, de forma a navegar com trim nulo.
- O deslocamento leve da barça é de 3360 tf
- O aproveitamento dos tanques é de 95% (capacidade útil de lastro que pode efetivamente ser embarcada)
- Densidade da água: 1 tf/m<sup>3</sup>

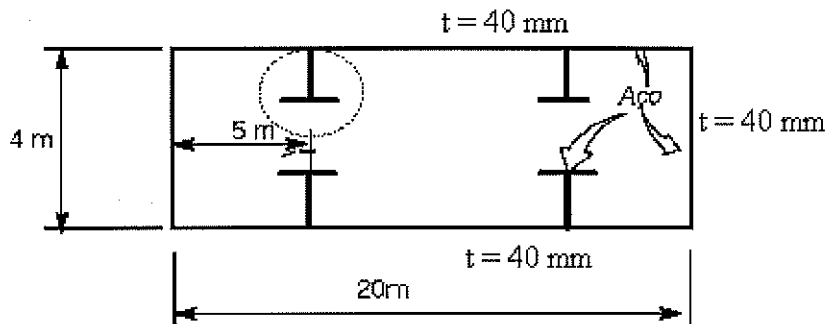
Para a situação descrita acima, determine:

- a) a distribuição resultante de carga e empuxo ao longo da embarcação. (2,5 pontos)
- b) O valor da força cortante máxima agente sobre a viga navio. (2,5 pontos)
- c) O valor do momento fletor máximo agente sobre a viga navio. (2,5 pontos)
- d) O valor da tensão normal primária máxima atuante no flange da sicorda do convés igual a longitudinal do fundo. (2,5 pontos)

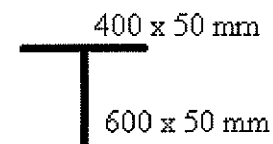
Continuação da 5ª questão



*Perfil Longitudinal*



*Seção Transversal*



Continuação da 5ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

Continuação da 5ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10



6ª QUESTÃO (10 pontos)

Um navio cargueiro, cuja secção longitudinal é fornecida a seguir, apresenta momento fletor em tosamento na seção mestra igual a 26800 tfxm. O calado é de 5 m e a onda que provoca os esforços acima possui altura igual a 4 m. A carga sobre o duplo fundo, a qual ocupa todo o compartimento (porão) entre o duplo fundo e o convés 2, tem densidade igual a 1 tf/m<sup>3</sup>.

Considerando as seguintes informações:

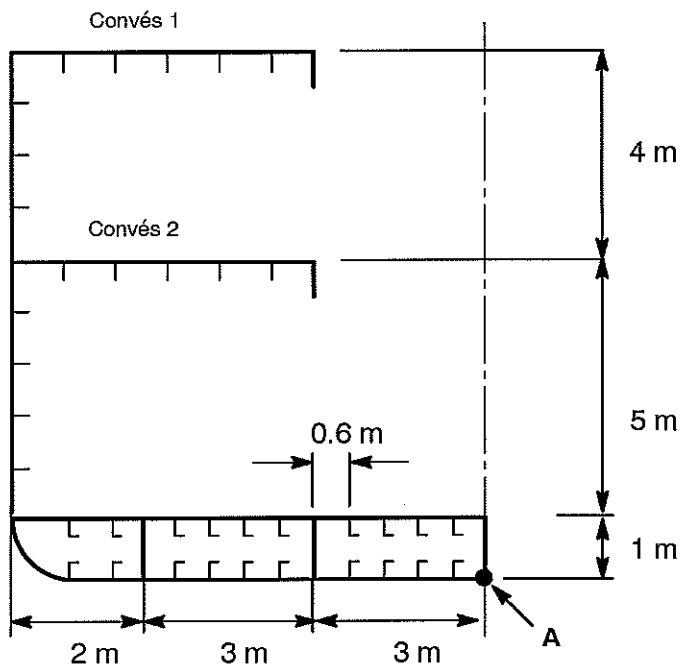
- Espessura do fundo, bojo e teto do duplo fundo: 12 mm.
- Espessura das longarinas e quilha: 18 mm.
- Espaçamento entre vaus, hastilhas e cavernas: 1800 mm.
- Distância entre anteparas: 12600 mm.
- Altura da linha neutra em relação ao fundo: 3,615 m.
- Momento de inércia da seção mestra (primária): 17,84 m<sup>4</sup>.
- Adotar como largura efetiva à flexão (chapa colaborante) o valor de 80% do espaçamento entre longitudinais pesados.
- Considerar a secção mestra localizada no centro do compartimento.

Determine:

- a) o momento de inércia do perfil constituído pela quilha central e suas chapas colaborantes. (2 pontos)
- b) O valor do momento fletor secundário agente sobre a quilha central no meio do compartimento. (4 pontos)
- c) O valor da tensão secundária agente sobre a quilha central no meio do compartimento e no fundo do navio (ponto A da figura). (4 pontos)

Continuação da 6ª questão

Seção a meio navio



Continuação da 6ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

Continuação da 6ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

**7ª QUESTÃO** (10 pontos)

Em 14 de abril de 1912, durante a sua viagem inaugural e alguns dias após partir da Inglaterra, o navio *RMS Titanic* colidiu com um grande iceberg nas águas geladas do Atlântico Norte cuja temperatura era cerca de  $-2^{\circ}\text{C}$ . O impacto atingiu a região de proa a boreste provocando uma avaria de grande extensão no casco e subsequente falha catastrófica da viga navio. A Tabela 1 a seguir apresenta a composição química do aço utilizado na fabricação do navio *RMS Titanic* em comparação a um aço estrutural ASTM A36 (similar ao aço ABS Grau A) atualmente utilizado em construções mecânicas e navais. A Tabela 2 apresenta as propriedades de impacto Charpy convencional (entalhe "V") mostrando a temperatura de transição correspondente a uma energia absorvida de 20 J.

**Tabela 1:** Composição química para o aço utilizado no Titanic e o aço ASTM A36 (% em peso).

	C	Mn	P	S	Si	Mn:S
Aço Titanic	0,21	0,47	0,045	0,069	0,017	6,8:1
Aço ASTM A36	0,20	0,55	0,012	0,037	0,007	14,9:1

**Tabela 2:** Temperatura de Transição a 20 J (Charpy CVN) para o aço utilizado no Titanic e o aço ASTM A36.

	$T_{tr}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) @ 20 J
Aço Titanic (Longitudinal)	32
Aço Titanic (Transversal)	56
Aço ASTM A36	-27

De acordo com os dados e informações acima, responda as questões a seguir:

- qual dos dois materiais é mais frágil à temperatura de colisão de  $-2^{\circ}\text{C}$ ? (5 pontos)
- Considerando que os dois materiais possuem teor de Carbono e Manganês similares, qual o efeito da relação Mn:S sobre as suas propriedades de impacto e comportamento frágil? (5 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

Continuação da 7ª questão

Prova : 1ª PARTE  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: PS-EngNav/10

**8ª QUESTÃO (10 pontos)**

No processo de soldagem manual com eletrodo revestido, a formação de um arco elétrico entre o eletrodo e as partes a serem soldadas fornece o calor para fusão. Desta forma, o eletrodo revestido representa um dos elementos mais importantes deste processo. Em relação ao eletrodo revestido utilizado na soldagem manual, responda as questões a seguir:

- a) qual a função do revestimento? (2,5 pontos)
- b) Qual a principal diferença entre o revestimento celulósico e básico? (2,5 pontos)
- c) Qual o tipo de revestimento e o limite mínimo de ruptura (tensão de ruptura) do eletrodo E6010 (classificação AWS)? (2,5 pontos)
- d) Qual o tipo de revestimento e o limite mínimo de ruptura (tensão de ruptura) do eletrodo E7018 (classificação AWS)? (2,5 pontos)



Continuação da 8ª questão

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

**PROCESSO SELETIVO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA  
(PS-EngNav/2010)**

**ENGENHARIA NAVAL**

**2ª PARTE  
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- Você está iniciando a 2ª parte da prova (parte básica);
- 2- Confira o número de páginas desta parte da Prova;
- 3- O candidato deverá preencher os campos:
  - PROCESSO SELETIVO;
  - NOME DO CANDIDATO; e
  - Nº DA INSCRIÇÃO e DV.
- 4- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão; e
- 5- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	ESCALA DE 000 A 100	<b>NOTA</b>			<b>USO DA DE<sub>ns</sub>M</b>

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

**PROCESSO SELETIVO: PS-EngNav/2010**  
**NOME DO CANDIDATO:**

<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>	<b>DV</b>	ESCALA DE 000 A 100	<b>NOTA</b>			<b>USO DA DE<sub>ns</sub>M</b>

**2ª PARTE: CONHECIMENTOS BÁSICOS (VALOR: 20 PONTOS)**

**1ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Calcule o(s) ponto(s) de máximo local e o(s) ponto(s) de mínimo

local de  $f(x) = \frac{x}{2x^2+4}$ ,  $x \in \mathbf{R}$ .

**2ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Determine os valores de  $\lambda \in \mathbf{R}$  para os quais todas as soluções da equação diferencial  $x'' + \lambda x' + x = 0$  são limitadas.

**3ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Considere o campo de vetores

$$F(x,y) = (\lambda x^2 y + y^4, y^2 + x^3 + 4xy^3), \quad (x,y) \in \mathbf{R}^2,$$

onde  $\lambda$  é um parâmetro real.

- a) Calcule a integral de linha de  $F(x,y)$  ao longo do segmento de reta que une os pontos  $A=(0,0)$  e  $B=(1,2)$ , percorrido no sentido de A para B. (1 ponto)
- b) Determine o(s) valor(es) de  $\lambda$  para os quais o campo  $F(x,y)$  deriva de potencial (isto é, o campo é conservativo). (1,5 ponto)

**4ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Considere  $f(x) = \sin^4 \frac{\pi x}{2}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ .

a) Use o método dos trapézios e calcule uma aproximação de  $\int_0^1 f(x) dx$ .

(1 ponto)

b) Use o método de Simpson e calcule uma aproximação de  $\int_0^1 f(x) dx$ .

(1,5 ponto)

**5ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Duas esferas, A e B, têm massa 1kg e 2kg respectivamente.

Imediatamente antes de colidirem, a velocidade de A é  $v_a = 2\mathbf{i} + 0\mathbf{j} + 0\mathbf{k}$ , e a velocidade de B é  $v_b = -1\mathbf{i} + 0\mathbf{j} + 0\mathbf{k}$ , ambas medidas em m/s.

A colisão é inelástica e dissipa 50% da energia do sistema em calor.

Logo após a colisão, B tem velocidade  $v = 0\mathbf{i} + 0\mathbf{j} + \beta\mathbf{k}$ , com  $\beta > 0$ .

- a) Determine a energia cinética e a quantidade de movimento do sistema imediatamente antes da colisão. (1 ponto)
  
- b) Calcule  $\beta$ . (1,5 ponto)

**6ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Uma bola é atirada do chão para o alto. Quando ela atinge a altura de 5m, sua velocidade, em m/seg, é  $v = 5\mathbf{i} + 0\mathbf{j} + 10\mathbf{k}$ . Suponha que a aceleração da gravidade é, em m/seg<sup>2</sup>,  $g = 0\mathbf{i} + 0\mathbf{j} - 10\mathbf{k}$  e calcule:

- a) A altura máxima que a bola atingirá. (1 ponto)
- b) O tempo que levará para a bola atingir o solo. (1 ponto)
- c) A distância horizontal percorrida pela bola, após a trajetória atingir o seu ponto mais alto. (0,5 ponto)



**7ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Uma caixa de água cilíndrica tem raio de 1m e, no instante  $t=0$ , está cheia até 1 metro de altura. Esta caixa tem um orifício circular de  $20\text{cm}^2$  de área na sua base. A pressão no topo da coluna do líquido é de 1 atm, a água escapa da caixa pelo orifício com uma velocidade de  $0,1\text{m/s}$ , e a caixa é realimentada pelo topo de modo a ficar sempre cheia. Admita que a aceleração da gravidade é  $g = 10\text{m/s}^2$ , que a densidade da água é de  $d = 1\text{g/cm}^3$  e que  $1\text{ atm} = 10^5\text{ N/m}^2$ .

- a) Calcule a velocidade de entrada da água no tanque. (1,5 ponto)
- b) Determine a pressão da água no orifício de saída. (1 ponto)

**8ª QUESTÃO** (2,5 pontos)

Um ponto material A de carga  $0,1 \text{ mC}$  e massa  $100 \text{ kg}$ , encontra-se, no instante  $t=0$ , no ponto  $S=(0,1,0)$  e tem velocidade inicial  $v=(3,0,0)$ . Outro ponto material de carga negativa  $q_b$  está fixo no ponto  $O=(0,0,0)$ .

Admita que a constante de Coulomb é  $k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ .

- a) Determine a força que age sobre A. (1 ponto)
  
- b) Calcule o valor de  $q_b$  para que a trajetória de A seja uma circunferência com centro na origem, percorrida com velocidade angular constante. (1,5 ponto)