

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

PROCESSO SELETIVO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA
(PS-EngNav/2011)

ENGENHARIA QUÍMICA

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 05 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 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:
- 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 noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDO O USO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE_{ns}M
	000 A 100				

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

PROCESSO SELETIVO: PS-EngNav/2011
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE_{ns}M
		000 A 100				

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere uma mistura binária de 40% (molar) de n-heptano e 60% (molar) de n-pentano alimentada continuamente a um separador flash. O separador opera a 50 °C e 1 bar. As correntes de líquido e vapor que saem do separador estão em equilíbrio. Calcule as frações molares de n-pentano e n-heptano nas correntes de líquido e vapor.

Dados e formulário:

No equilíbrio: $y_i = K_i x_i$

y_i é a fração molar do componente i na fase vapor; x_i é a fração molar do componente i na fase líquida; K_i é a constante de equilíbrio líquido-vapor.

Para temperatura de 50 °C e pressão de 1 bar: $K_{n\text{-pentano}} = 1,6$ e $K_{n\text{-heptano}} = 0,21$.

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma corrente de hidrocarboneto líquido a 1 atm deve ser aquecida de 27 °C a 77 °C, antes de entrar em um reator. A vazão do hidrocarboneto é de 360 kg/h. O calor específico à pressão constante, c_p , do hidrocarboneto líquido é dado por: $c_p = 2300 + 2.T$, sendo c_p expresso em J/(kg.K) e T expresso em K. O aquecimento deve ser feito por meio de resistências elétricas. Determine a potência necessária para este aquecimento na condição de regime permanente.

Dados e formulário:

Balanço de energia

$$\frac{d(mU)}{dt} = m'\Delta H + Q + W$$

Sendo:

$$\Delta H = \int_{T_s}^{T_E} c_p \cdot dT$$

m é a massa; U é a energia interna; m' é a vazão mássica da corrente; ΔH é a diferença de entalpia da corrente entre a entrada e a saída; T_E é a temperatura da corrente na entrada; T_s é a temperatura da corrente na saída; Q é a potência de troca térmica; W é a potência devido ao trabalho realizado no sistema; t é a variável tempo.

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma coluna de absorção opera a uma temperatura de 20 °C e pressão de 1 atm. Nesta coluna, água escoava no sentido descendente através da coluna e absorve SO₂ de uma corrente de gás que escoava no sentido ascendente. Os coeficientes individuais de transferência de massa das fases líquida e gás são, respectivamente: $k_x = 0,01 \text{ kmol}/(\text{s.m}^2)$ e $k_y = 0,0005 \text{ kmol}/(\text{s.m}^2)$.

No fundo da coluna, a fração molar de SO₂ na corrente líquida é 0,002, e a fração molar de SO₂ na fase gás é 0,1. Sabe-se que a solubilidade do SO₂ em água é expressa por: $y = m.x$, sendo y a fração molar de SO₂ no gás em equilíbrio com o líquido com fração molar x e m , a solubilidade do SO₂ em água, igual a 30.

Para a condição no fundo da coluna, calcule:

o coeficiente global de transferência de massa K_y ($\text{kmol}/(\text{s.m}^2)$), o fluxo molar N_A ($\text{kmol}/(\text{s.m}^2)$) e as composições (frações molares) interfaciais do gás e do líquido.

Dados e formulário:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m}{k_x}$$

$$N_A = K_y(y_A - y_A^*) = k_y(y_A - y_A^i) = k_x(x_A^i - x_A)$$

K_y é o coeficiente global de transferência de massa; y_A é a fração molar de A no seio do gás; y_A^i é a fração molar de A do gás na interface; x_A^i é a fração molar de A do líquido na interface; x_A é a fração molar de A no seio do líquido. y_A^* é a fração molar de A do gás em equilíbrio com a fração molar x_A ($y_A^* = m.x_A$)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

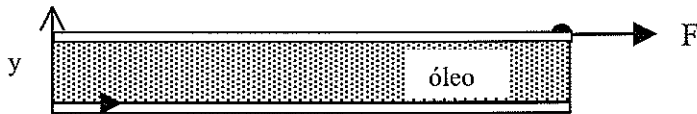
Concurso: PS-EngNav/11

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Duas placas planas horizontais e paralelas são separadas por uma distância de 1 mm. A área de cada uma das placas é de 5 m². O espaço entre as placas está totalmente preenchido com uma camada de óleo viscoso. Este óleo é um líquido newtoniano de viscosidade $\mu = 0,02 \text{ kg/(m.s)}$. A placa inferior é mantida fixa e aplica-se uma força $F = 250 \text{ N}$ à placa superior, conforme ilustrado na figura abaixo.

Calcule o valor em módulo da tensão de cisalhamento (N/m²) na placa superior e a velocidade (m/s) desta placa.

Dados e formulário:



$$\tau = -\mu \frac{dv}{dy}$$

v é a velocidade; τ é a tensão de cisalhamento; y é uma distância.

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a sedimentação de uma partícula esférica sólida em água a 20 °C. A partícula tem diâmetro de 50 μm e densidade de 2,5 g/cm³. A água tem densidade de 1,0 g/cm³ e viscosidade μ = 0,01 g/(cm.s). Calcule a velocidade terminal da partícula devido à ação da gravidade e das forças de empuxo e arrasto.

Sugestão: considere como palpite inicial Re < 0,2.

Dados e formulário:

A força de arrasto \vec{F}_D pode ser descrita pelo coeficiente de arraste:

$$\vec{F}_D = \frac{1}{2} C_D \rho_F A_P V^2$$

V é a velocidade relativa entre o fluido e a partícula, A_P a área projetada da partícula = $\pi D^2/4$; D é o diâmetro da partícula; C_D é o coeficiente de arrasto; ρ_F é a densidade do fluido; Re é o número de Reynolds; g = 980 cm/s².

A tabela que segue apresenta expressões que permitem o cálculo do coeficiente de arrasto em função do número de Reynolds, Re, para esferas.

C_D	Re
24/Re	$Re \leq 0,2$
18,5 Re ^{-0,6}	$0,2 < Re \leq 10^3$
0,44	$10^3 < Re \leq 10^5$

Dado: $Re = \frac{DV\rho_F}{\mu}$

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Nitrato de amônio é conhecido por apresentar uma reação explosiva. Em sua decomposição, produz nitrogênio, oxigênio e água. Sabe-se que 5,0g de nitrato de amônio sólido ocupam aproximadamente um volume de 3mL. Calcule o volume final dos gases resultantes na reação de decomposição explosiva deste composto a 250°C e 1 atm de pressão.

Dados:

Equação dos gases ideais: $pV=nRT$

P = pressão;

V = volume;

N = número de mols;

R = constante dos gases = 0,082 atm.L/mol.K = 62,3 mmHg.L/mol.K

T = temperatura

Massas atômicas: N - 14; O = 16; H - 1

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

7ª QUESTÃO (8 pontos)

O óxido nítrico (NO), que é um dos contaminantes da atmosfera, é formado a altas temperaturas, a partir de nitrogênio e oxigênio. A reação que ocorre é de equilíbrio. Estudando-se tal reação a 2000°C, foram observadas as seguintes quantidades na condição de equilíbrio estabelecidas num recipiente de volume igual a 2L:

Nitrogênio: 1,62 mols;

Oxigênio: 1,62 mols;

Óxido nítrico: 0,513 mols.

Nesse mesmo recipiente, após estabelecido o equilíbrio, foi adicionado nitrogênio suficiente para que a concentração final deste gás fosse igual a 1mol/L. Determine as concentrações finais de nitrogênio, oxigênio e óxido nítrico quando se atingir o novo estado de equilíbrio após a adição de nitrogênio.

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Um combustível gasoso apresenta a seguinte composição volumétrica:

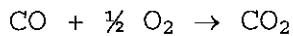
CO - 11%

CO₂ - 5%

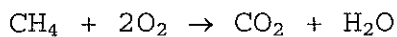
CH₄ - 64%

H₂ - 20%

As reações termoquímicas para a produção de energia são dadas a seguir:

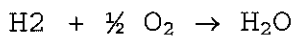


$$\Delta H = -67,64 \text{kcal/mol}$$



$$\Delta H = -212,8 \text{kcal/mol} \text{ (para água no estado líquido) e}$$

$$\Delta H = -191,76 \text{kcal/mol} \text{ (para água no estado de vapor)}$$



$$\Delta H = -68,32 \text{kcal/mol} \text{ (para água no estado líquido) e}$$

$$\Delta H = -57,79 \text{kcal/mol} \text{ (para água no estado de vapor)}$$

Deseja-se aquecer 100kg/h de água de 25°C a 70°C =. Para tanto, esse combustível é queimado completamente com 10% de ar em excesso. Admite-se para uma estimativa inicial que a eficiência de troca térmica seja de 100%. Os fumos da combustão saem a 25°C. Determine a vazão mássica de combustível necessária para o aquecimento desejado.

Dados: calor específico da água = 1cal/g °C.

$$\text{Poder calorífico superior (PCS)} = \sum_i -(n_i \Delta H_i)$$

Onde n_i = número de mols da substância i e ΔH_i = entalpia de combustão da substância i .

Poder calorífico inferior (PCI) = PCS - $m_{(\text{H}_2\text{O Total})} \lambda$ onde $m_{(\text{H}_2\text{O Total})}$ é a massa de água total na combustão e λ é o calor latente da água.

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

9ª QUESTÃO (8 pontos)

A reação de decomposição para um componente A é dada por: $2A \rightarrow B$. A reação segue uma cinética de segunda ordem cuja velocidade de reação é expressa por $r_A = 0,01c_A^2$. O processo é conduzido em duas etapas como descrito a seguir. Etapa 1: alimenta-se um reator tubular com uma vazão constante de 10L/min, na qual a concentração inicial do componente A é 10mol/L. O tempo de residência para o componente A neste reator é de 15 minutos. Etapa 2: a vazão de saída do reator tubular é igual a vazão de entrada. A saída deste reator tubular é também a alimentação de um reator do tipo CFSTR (mistura perfeita) cujo volume é de 3000L. Determine a concentração do reagente A na saída do reator CFSTR.

Dados:

$$\text{Reator Tubular: } \frac{V}{q} = - \int_{c_{A0}}^{c_{Af}} \frac{dc_A}{r_A}$$

$$\text{Reator mistura perfeita (CFSTR): } \frac{V}{q} = \frac{c_{A0} - c_{Af}}{r_A}$$

onde:

V = volume do reator;

q = vazão

c_{A0} = concentração inicial;

c_{Af} = concentração final; e

r_A = velocidade de reação.

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Um tanque agitado recebe uma vazão de líquido definida que necessita ser aquecida por uma serpentina imersa no líquido, no interior do tanque, na qual circula vapor. Elabore um esquema de controle para que se possa estabelecer o controle da temperatura de saída do líquido do tanque.

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: PS-EngNav/11