

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2020)

ENGENHARIA QUÍMICA

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 DA DE_{ns}M
		000 A 080			

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2020									
	NOME DO CANDIDATO:									
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE_{ns}M		
			000 A 080							

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a seguinte reação química em fase líquida, irreversível e elementar: $A \rightarrow 2P$. Dados de velocidade dessa reação, para temperatura constante, estão apresentados na seguinte tabela.

C_A (mol/l)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$-r_A$ (mol/l.min)	0,01	0,025	0,05	0,10	0,20

Assim, de acordo com os dados apresentados, calcule:

- a) o tempo de reação necessário para converter 80% do reagente A, partindo-se de uma concentração inicial de 1,0 mol/l de A. Considere um reator batelada de 100 l de capacidade; e (4 pontos)
- b) a vazão volumétrica da corrente de alimentação com concentração de 1,0 mol/ para converter 80% do reagente A. Considere um reator de mistura perfeita de 100 l de capacidade, operando em regime permanente. (4 pontos)

Dados e formulário:

Equações de projeto de reatores ideais, densidade constante:

reator batelada, $dt = \frac{dC_A}{-r_A}$

reator tubular, $dC_A = \frac{r_A}{q} dV_T$

reator de mistura, $(C_{Ae} - C_{As})q = (-r_A)V_M$

V_T o volume do reator tubular

V_M o volume do reator de mistura perfeita

q a vazão volumétrica

C_A a concentração de A

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 1ª questão

C_{Ae} a concentração de A na entrada

C_{As} a concentração de A na saída

$-r_A$ é a velocidade de reação

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um galpão é coberto com um telhado na forma quadrada de 10 m de aresta e tem a sua face exposta ao sol e vento. O telhado é constituído de um material na forma plana, com 5 mm de espessura e condutividade térmica de $0,2 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. A temperatura da superfície do telhado exposta ao sol é de 320 K e a velocidade do vento paralela ao telhado é de 3 m/s. O ar externo está a 295 K e o ar no interior do galpão está a 300 K. O coeficiente de transferência de calor por convecção na superfície interna do telhado é de $4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. De acordo com os dados, determine:

- o fluxo de calor por convecção transferido pela superfície externa do telhado; e (4 pontos)
- a temperatura da superfície interna do telhado. (4 pontos).

Dados e formulário:

Número de Nusselt: $Nu = \frac{hL}{k}$

Número de Reynolds: $Re = \frac{\rho VL}{\mu}$

Sendo: h , o coeficiente de convecção, L , o comprimento da placa, k a condutividade térmica, V , velocidade do escoamento e μ , viscosidade dinâmica.

Continuação da 2ª questão

A tabela apresenta valores de Nu em função de Re para escoamento em placa plana para o ar.

Re	Nu
$6,0 \cdot 10^5$	457
$8,0 \cdot 10^5$	961
$1,0 \cdot 10^6$	1300
$1,2 \cdot 10^6$	1625
$1,4 \cdot 10^6$	1940
$1,6 \cdot 10^6$	2246
$1,8 \cdot 10^6$	2544
$2,0 \cdot 10^6$	2836
$2,5 \cdot 10^6$	3541
$3,5 \cdot 10^6$	4874
$4,0 \cdot 10^6$	5511
$4,5 \cdot 10^6$	6132
$5,0 \cdot 10^6$	6739

Propriedades médias do ar:

Densidade, $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

Viscosidade, $\mu = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$

Condutividade térmica, $k = 0,027 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Número de Prandtl, $Pr = 0,69$

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Em um dispositivo de contato gás-líquido, ar contendo 15 % em volume de acetileno (C_2H_2) é colocado em contato com água contendo $3 \cdot 10^{-4}$ kg de acetileno/kg de água, a 25 °C e 1 atm. Sendo assim, faça o que se pede nos itens abaixo:

- justifique em que sentido ocorrerá a transferência de acetileno. Se da fase líquida para a gasosa ou no sentido inverso; e (4 pontos)
- calcule o fluxo de transferência de massa no início do processo de contato. Os coeficientes de transferência de massa individuais das fases gás e líquida são, respectivamente, $k_y = 2 \cdot 10^{-3}$ kmol de A.s⁻¹.m⁻² e $k_x = 3 \cdot 10^{-3}$ kmol de A.s⁻¹.m⁻². (4 pontos)

Dados:

Massa molecular do C_2H_2 = 26 g/gmol e Massa molecular da H_2O = 18 g/gmol;

Solubilidade do C_2H_2 na água a 25 °C é expressa pela lei de Henry: $P_{C_2H_2} = H_{C_2H_2} x_{C_2H_2}$, sendo: $P_{C_2H_2}$ a pressão parcial de C_2H_2 no gás em equilíbrio com o líquido, bar; $x_{C_2H_2}$ a fração molar de C_2H_2 no líquido em equilíbrio com o gás; $H_{C_2H_2}$ a constante de Henry = 1300 bar/fração molar.

Coefficientes globais de transferência de massa:

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

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2020

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um material sólido bruto contém 40% de um soluto A e 60% de material inerte. Emprega-se um solvente S puro para a extração do soluto A presente no material sólido. 1000 kg do material sólido bruto é tratado em um estágio de mistura perfeita com o solvente puro. Na saída do estágio, todo o material é prensado, resultando em duas porções: sólido prensado e um líquido. O sólido prensado P contém uma relação de 1,2 kg de solução/kg de material inerte e está em equilíbrio com o líquido L, que está isento de sólido. Considere a recuperação de 90% do soluto presente no sólido bruto e calcule:

- a) a fração mássica de A no líquido L (em % mássica); e (6,0 pontos)
- b) a quantidade de solvente puro empregada. (2,0 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2020

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2020

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um mol de um gás ideal, inicialmente a 300 K e 1 bar, é submetido às seguintes transformações reversíveis: numa primeira transformação, o gás é comprimido isotermicamente; na segunda transformação é aquecido, a volume constante, até a temperatura de 400 K e a pressão final é de 12 bar. Sendo assim, calcule:

- a) Q e W, para a primeira transformação; e (4 pontos)
- b) Q, W, ΔU e ΔH , para todo o processo. (4 pontos)

Dados:

U a energia interna; H a entalpia; W o trabalho realizado no sistema; Q o calor transferido; $C_v = 5R/2$; $C_p = 7/2R$ e $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2020

Continuação da 5ª questão

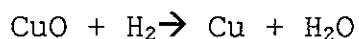
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Dispõe-se de 1L de uma mistura de hidrogênio (H₂) e oxigênio (O₂) a 27°C e 1atm de pressão. Deseja-se analisar essa mistura. Para tanto, passa-se a mistura sobre óxido de cobre II (CuO) aquecido, em que ocorre a seguinte reação:



Após passar sobre o CuO, a corrente de saída passa sobre sílica gel (agente secante). Ao final do processo, são recolhidos 750mL de oxigênio seco a 27°C e 1 atm de pressão. De acordo com os dados, determine:

- a) a composição da mistura inicial de hidrogênio e oxigênio em porcentagem volumétrica; e (4 pontos)
- b) a porcentagem em massa de CuO utilizada no processo, se havia 10g de CuO inicialmente. (4 pontos)

Dados:

Massas atômicas: H=1; N=14; O=16; Cu=63,5.

Equação dos gases ideais: $pV=nRT$ (p = pressão; V = volume; n = número de mols; R = 0,082atm.L/mol.K; T = temperatura)

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2020

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Um oleoduto de 100km de extensão é utilizado para bombear um óleo à vazão de $0,10\text{m}^3/\text{s}$. A tubulação do oleoduto tem diâmetro constante e encontra-se inteiramente na horizontal. A bomba utilizada é do tipo centrífuga e fornece uma pressão relativa na saída de $2 \times 10^6 \text{Pa}$. O óleo é descarregado num tanque à pressão atmosférica. Num determinado dia, foi verificado que a vazão medida no tanque de descarga era de $0,09\text{m}^3/\text{s}$. Verificou-se que a pressão relativa na saída da bomba permanecia a mesma. Entretanto, a vazão na saída da bomba era de $0,15\text{m}^3/\text{s}$, o que caracteriza um vazamento na tubulação. Pelas características do óleo, pode-se admitir com boa precisão que o escoamento ocorre em regime laminar. Estime em que ponto da tubulação, a partir da bomba, deve se localizar o vazamento.

DADOS:

Equação de Bernoulli:

$$\frac{v_{b1}^2}{2} + gz_1 + \frac{p_1}{\rho} + \eta_p W_s = \frac{v_{b2}^2}{2} + gz_2 + \frac{p_2}{\rho} + lwf$$

Em que:

- v_{b1} é a velocidade média do escoamento;

- g é a aceleração da gravidade $9,8\text{m}/\text{s}^2$;

- z_i é a cota do ponto considerado;

- p_i é a pressão no ponto considerado;

- ρ é a densidade do fluido;

- η_p é o rendimento da bomba;

- W_s é o trabalho de eixo;

- lwf é a perda de energia mecânica.

Para tubos:

$$lwf = \frac{2fLv_b^2}{D}$$

- f é o fator de atrito de Fanning;

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 7ª questão

- $f = \frac{16}{Re}$ para regime laminar

-L é o comprimento de tubulação;

- v_b é a velocidade média;

-D é o diâmetro interno da tubulação.

Número de Reynolds: $Re = \frac{Dv_b\rho}{\mu}$

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2020

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

8ª Questão (8 pontos)

Os aços-carbono são reconhecidamente materiais com larga aplicação. Suas propriedades variam conforme sua composição. Com base na estrutura obtida no aço em função da variação da composição dos elementos e suas propriedades, analise:

- a) para o elemento carbono: dureza, limite de resistência, ductilidade e soldabilidade; e (4 pontos)
- b) para o elemento manganês: dureza, limite de resistência, ductilidade e soldabilidade. (4 pontos)

Dados:

Números atômicos: C-6; Fe-26; Mn-25

Raios atômicos: C-70pm; Fe-126; Mn-127pm

Sistemas de cristalização: Fe-Cúbico de corpo centrado; Mn- Cúbico de corpo centrado.

Continuação da 8ª questão

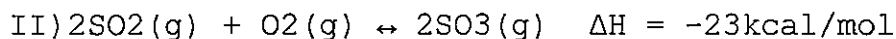
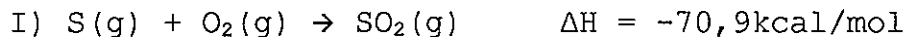
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

9ª Questão (8 pontos)

Na produção de ácido sulfúrico pelo processo de contato, as reações que ocorrem são:



A reação II é reversível.

A constante de equilíbrio para essa reação varia conforme apresentado na tabela a seguir:

T (°C)	Kp
400	397
500	48,1
600	9,53

Considere, para essa reação, que:

- n_{SO_2} , n_{O_2} , n_{SO_3} expressam o número de mols dessas substâncias no equilíbrio;

- N é o número de mols total de substâncias gasosas presentes no recipiente em que ocorre a reação; e

- P é a pressão total do recipiente onde ocorre o equilíbrio.

Mantida a temperatura em 400°C em que K_p (constante de equilíbrio em termos de pressão parcial dos componentes) dessa reação é 397.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo:

a) expresse a constante de equilíbrio K_p em função de n_{SO_2} , n_{O_2} , n_{SO_3} , N e P ; (2 pontos)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 9ª questão

- b) descreva e comente como a conversão do SO_3 é afetada se um gás inerte, como o nitrogênio, for adicionado ao recipiente de equilíbrio; (2 pontos)
- c) justifique o porquê de a constante de equilíbrio, K_p , diminuir com o aumento de temperatura; e (2 pontos)
- d) descreva e justifique a indicação de três fatores que promovem o aumento da produção de SO_3 a partir da reação II. (2 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

10ª Questão (8 pontos)

A corrosão é um conjunto de fenômenos de deterioração progressiva dos metais em consequência de uma série de reações químicas ou eletroquímicas entre um metal e o meio onde ele se encontra. É responsável por grandes prejuízos associados, por exemplo, à substituição de equipamentos e contaminação de material. Ocorre quando há diferença de potencial entre anodo e catodo. Observe o texto apresentado a seguir e descreva se os aspectos indicados para a corrosão foram apresentados corretamente ou não. Justifique os aspectos que julgar corretos e os que julgar incorretos, apresente a forma correta e justifique sua resposta.

"Irregularidades microscópicas na textura de um metal, bem como diferença de estados de tensão mecânica numa peça metálica não são fatores importantes na corrosão. São fatores que contribuem para a corrosão: a presença de umidade, a diferença de temperatura e a diferença de aeração. O contato entre metais ou ligas diferentes pouco interfere na corrosão, permitindo, assim, um amplo uso de metais e liga em contato. "

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS

Concurso: CP-CEM/2020

Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA