

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2018)

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 na 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/2018					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 100			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma reação em fase gasosa, $2A \rightarrow B$, é realizada em volume constante, V , e temperatura constante, T . A velocidade de reação, r_A , pode ser calculada pela taxa de variação da concentração de A, C_A , dada por:

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt}, \text{ sendo } r_A \text{ expresso em mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1} \text{ e } C_A \text{ em mol.L}^{-1}.$$

Inicialmente, o sistema contém apenas N_0 moles de A e a pressão total é P_0 . Durante a reação, a pressão do sistema é P e as pressões parciais de A e B são, respectivamente, P_A e P_B . Considere comportamento de gás ideal. Sendo assim, faça o que se pede.

- Expresse a velocidade de reação em função da pressão parcial de A, P_A . (4 pontos)
- Expresse a velocidade de reação em função da pressão total P . (4 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um líquido escoar em um leito catalítico uniforme constituído de partículas esféricas de 4 mm de diâmetro. A tabela abaixo apresenta os resultados de testes de perda de carga no leito, $-\Delta P$, em função da vazão de líquido, Q .

$-\Delta P$ (bar)	2,0	5,0
Q ($m^3.h^{-1}$)	1	2

Dados:

$$\frac{-\Delta P D_p \epsilon^3}{\rho U^2 L (1-\epsilon)} = \frac{150}{Re} + 1,75$$

$$\text{Sendo: } Re = \frac{\rho U D_p}{(1-\epsilon)\mu}$$

ϵ = fração de vazios do leito; ρ = densidade do líquido; μ = viscosidade do líquido; D_p = diâmetro da partícula; L = profundidade do leito e U = velocidade superficial.

Com base nessas informações, faça o que se pede.

- Calcule a vazão no leito para uma perda de carga de 10 bar. (4 pontos)
- Considere a substituição das partículas do leito por partículas esféricas de 2 mm e calcule a perda de carga no leito para uma vazão de 2 m^3/h . (4 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um termopar está posicionado no interior de uma tubulação para medida da temperatura de uma corrente de gás. A velocidade da corrente de gás é de 5 m/s. O termopar indica uma temperatura de 227 °C e a temperatura da superfície interna da tubulação é de 77 °C. O termopar tem forma esférica com 2 mm de diâmetro e emissividade 1,0. Sabe-se que as propriedades do gás são as seguintes: condutividade térmica = 0,05 W.m⁻¹.K⁻¹, viscosidade cinemática = 5.10⁻⁵ m².s⁻¹ e Pr = 0,7. Sabe-se, ainda, que o gás é um meio não participante, portanto não há troca de radiação das superfícies com o gás.

Dados:

Troca radiante entre duas superfícies:

$$Q_{12} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1 - \epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1 - \epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

Sendo:

A₁ a área da superfície 1; A₂ a área da superfície 2; F₁₂ o fator de vista (ou de forma); Q₁₂ a troca térmica por radiação entre 1 e 2; T₁ a temperatura da superfície 1; T₂ a temperatura da superfície 2; ε₁ a emissividade da superfície 1; ε₂ a emissividade da superfície 2, σ = 5,67.10⁻⁸ W.m⁻².K⁻⁴, constante de Stefan-Boltzmann.

Transferência de calor por convecção para esferas:

$$Nu_D = 2 + 0,6 \cdot Re_D^{1/2} Pr^{1/3}$$

$$\text{Sendo: } Nu_D = \frac{hD}{k} \text{ e } Re = \frac{\rho VD}{\mu}$$

Com base nessas informações, calcule:

- o coeficiente convectivo de transferência de calor entre o termopar e o gás; (4 pontos)
- a temperatura do gás. (4 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um material sólido e úmido é submetido a uma secagem em uma bandeja com escoamento de ar em paralelo na superfície livre do sólido. A tabela abaixo apresenta os resultados das medidas de velocidade de secagem, R , em $\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, em função da umidade em base seca, X , em $\text{kg H}_2\text{O}/\text{kg sólido seco}$. A massa de sólido seco é 200 kg e a área exposta para a secagem é de 10 m^2 .

X (kg H ₂ O/kg sól. seco)	0,10	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,30	0,40
R [gH ₂ O.m ⁻² .s ⁻¹]	0,20	0,27	0,33	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Com base nessas informações, faça o que se pede.

- Estime a quantidade de água removida durante a secagem a partir de uma umidade $X = 0,40$ até a umidade crítica. (4 pontos)
- Estime o tempo de secagem para reduzir a umidade de $X = 0,40$ para $X = 0,10$. (4 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um sistema gasoso fechado em um recipiente isolado termicamente do meio externo. Esse recipiente dispõe de um pistão de modo a manter a pressão constante, P_0 , durante todo o processo. No início, tem-se: temperatura T_0 , volume V_0 , 2 gmoles de A, 1 gmol de B e 2 gmoles de C. A partir desse instante, observa-se a reação de A com B e a formação de dois gases D e E. Durante todo o processo, o sistema é mantido em pressão P_0 e isolado termicamente do meio externo. A estequiometria da reação é dada por: $A + B \rightarrow 2D + E$. Considere reação completa, estado final com volume V_f e adote comportamento de gás ideal.

Sendo assim, faça o que se pede.

- Expresse o trabalho realizado pelo sistema, a variação da energia interna e de entalpia do sistema; (3 pontos)
- Expresse a temperatura final do sistema em função das condições iniciais e demais variáveis. (3 pontos)
- Seria possível inferir se o processo é endotérmico? Justifique sua resposta. (2 pontos)

Dados:

$$\Delta U = Q + W$$

$$H = U + PV$$

$$W = - \int_{V_{inicial}}^{V_{final}} p dV$$

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Um elemento X, no estado neutro, apresenta um nêutron a mais que o número de prótons. Sua massa atômica corresponde a nove vezes o número de elétrons que tem o íon X^{3+} . Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Que elemento é esse? (4 pontos)
- b) Determine o tipo de ligação que esse elemento forma com o Hidrogênio e caracterize essa ligação quanto ao tipo e à geometria. (4 pontos)

Dados:

Extrato da tabela periódica:

Número atômico	Elemento	Símbolo
1	Hidrogênio	H
2	Hélio	He
3	Lítio	Li
4	Berílio	Be
5	Boro	B
6	Carbono	C
7	Nitrogênio	N
8	Oxigênio	O
9	Flúor	F
10	Neônio	Ne
11	Sódio	Na
12	Magnésio	Mg
13	Alumínio	Al
14	Silício	Si
15	Fósforo	P
16	Enxofre	S
17	Cloro	Cl
18	Argônio	Ar
19	Potássio	K
20	Cálcio	Ca

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Os aços-liga recebem essa denominação por possuírem qualquer quantidade de outros elementos em sua composição, além de ferro e carbono.

Com base nessas informações, faça o que se pede.

- a) Cite, pelo menos, três exemplos de aço-liga normalmente utilizados e comente suas aplicações. (3 pontos)
- b) Cite e explique, pelo menos, três condições em que aços-liga são recomendados para um dado serviço. (5 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

8ª QUESTÃO (8 pontos)

O nitrato de amônio, NH_4NO_3 , é empregado como explosivo em diversas situações, tanto militares quanto industriais. Para esse explosivo, apresente:

- a) a equação de decomposição química balanceada; (4 pontos)
- b) o volume, em m^3 , de gás produzido a 127°C e 1atm de pressão, na decomposição de 1kg desse explosivo, e compare o aumento porcentual de volume do sólido para o gás, considerando como referência o sólido. (4 pontos)

Dados: densidade do nitrato de amônio $1,72\text{g}/\text{cm}^3$.

Massas atômicas: $\text{N}=14$; $\text{H}=1$; $\text{O}=16$

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

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Duas misturas gasosas estão sendo usadas como combustíveis. São elas:

A - 70% molar de CO (monóxido de carbono) e 30% molar de N₂ (nitrogênio);

B - 30% molar de H₂ (hidrogênio), 20% molar de CO₂ (dióxido de carbono), 40% de CO (monóxido de carbono) e 10% molar de N₂ (nitrogênio). Sendo assim, responda às perguntas a seguir.

- Qual das misturas gasosas apresenta maior poder calorífico superior (PCS)? (2 pontos)
- Alguma das misturas apresenta o poder calorífico superior (PCS) igual ao poder calorífico inferior (PCI)? Justifique sua resposta. (2 pontos)
- Qual das misturas utilizará maior quantidade de ar teórico para uma combustão completa? (2 pontos)
- Qual é a composição (em porcentagem volumétrica) dos fumos obtida na queima da mistura gasosa A com 10% molar de ar em excesso, sendo que as condições de saída desses fumos são 120°C e 1 atmosfera? (2 pontos).

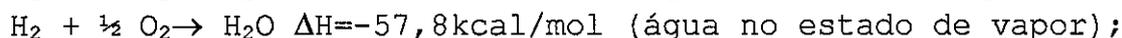
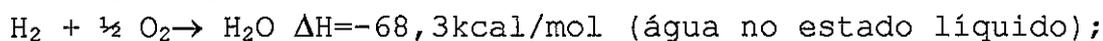
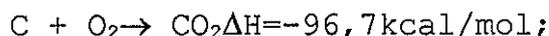
Dados:

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

Composição do ar atmosférico: 21%O₂ e 79%N₂ (porcentagem molar ou volumétrica).

Massas atômicas: C=12; H=1; O=16; N=14.

Reações de combustão:



Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

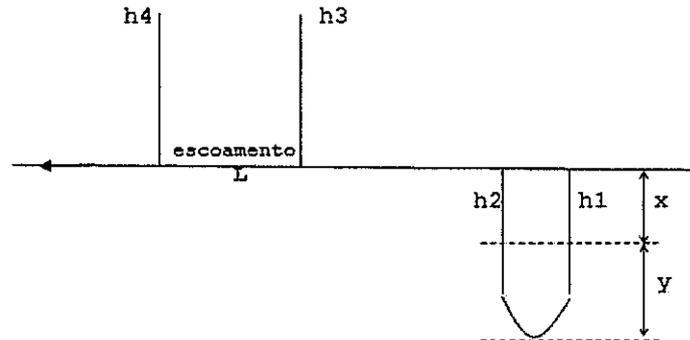
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Numa experiência, empregando-se um medidor venturi, deve-se determinar qual fluido manométrico é o mais adequado para uma dada condição limite. Sendo assim, analise a figura a seguir.



Estão disponíveis as seguintes informações:

- distância L entre os piezômetros 3 e 4: 1,83m;
- diâmetro do trecho reto: 10mm;
- densidade da água (fluido que passa pela tubulação): 1000kg/m^3 ;
- viscosidade média da água nas condições de realização do experimento: $1\text{cP} = 10^{-3}\text{Pa.s}$;
- equação para a curva de calibração para o venturi:

$$Q = 7,9 \times 10^{-7} (-\Delta P_{12})^{0,53} \quad [Q \text{ em m}^3/\text{s}, (-\Delta P_{12}) \text{ em Pa}]$$
;
- altura máxima possível para h3: 90cm;
- altura h4 correspondente à altura máxima possível para h3: 2cm;
- fator de atrito da tubulação quando se está nas condições para a máxima altura h3: 0,0105.

O fluido manométrico deve ser colocado no tubo em U de forma que quando a vazão for zero, $x=y$ no esquema mostrado na figura acima. Estão disponíveis os seguintes fluidos para serem empregados como fluido manométrico.

FLUIDO	DENSIDADE (kg/m^3)
Benzeno	879
Tetracloroeto de carbono	1260
Brometo de etileno	2180
Tetrabrometo de carbono	3420

Com base nessas informações, faça o que se pede.

- a) Selecione o fluido manométrico mais adequado ao novo uso, justificando a escolha. (4 pontos)

Continuação da 10ª questão

b) Determine os valores de x e y (x corresponde à altura de água no tubo em U e y corresponde à altura do novo fluido manométrico no tubo em U, para a condição de vazão zero de água na tubulação). (4 pontos)

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_{bi} é a velocidade média do escoamento;
- g é a aceleração da gravidade $9,8\text{m/s}^2$;
- 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;
- L é o comprimento de tubulação;
- v_b é a velocidade média;
- D é o diâmetro interno da tubulação.

Para elementos de tubulação:

$$lwf = k \frac{v_b^2}{2}$$

- k é o fator para o cálculo da perda de energia mecânica do elemento de tubulação.

Medidor Venturi:

$$v_{bv} = C_v \sqrt{\frac{2(-\Delta P)}{\rho(1-\beta^4)}}$$

- v_{bv} é a velocidade na menor área;
- C_v é o coeficiente do medidor Venturi;
- $(-\Delta P)$ é a variação de pressão lida no medidor Venturi;
- ρ é a densidade do fluido que escoar;
- β é a relação entre os diâmetros menor e maior do medidor Venturi.

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2018