

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA
(CP-CEM/2013)

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 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 noutra 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.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

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

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO PÚBLICO: CP-CEM/2013
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)

Um gmol de monóxido de carbono é submetido às seguintes transformações reversíveis.

O gás a 30 bar e 700 K (estado 1) expande isotermicamente até 5 bar (estado 2) e é, então, resfriado, a volume constante, até 440 K (estado 3).

O monóxido de carbono pode ser considerado gás ideal e a sua capacidade calorífica molar, a volume constante, é $C_v = 21 \text{ J}/(\text{gmol K})$.

Dados:

$$U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}} = NC_v(T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

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

$$R = 8,314 \text{ J}/(\text{gmol K})$$

Calcule:

- O calor trocado, Q_{12} , o trabalho, W_{12} , e a variação de energia interna (ΔU_{12}) na transformação do estado 1 para o estado 2. (4 pontos)
- O calor trocado, Q_{23} , o trabalho, W_{23} , e a variação de energia interna (ΔU_{23}) na transformação do estado 2 para o estado 3. (4 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Hidrogênio difunde através de uma membrana polimérica de 0,5 mm de espessura. A pressão parcial do H₂, de um lado da membrana, é 0,02 atm e, do outro lado, é praticamente nula. Calcule o fluxo de H₂ na condição de regime permanente, em kgmol/(s.m²). Considere apenas a resistência à transferência de massa devido à membrana.

Dados:

A solubilidade S do H₂ na membrana é $S_{H_2} = 0,05 \text{ m}^3(\text{STP})/(\text{m}^3 \text{ de sólido} \cdot \text{atm})$.

A difusividade do H₂ na membrana é $D_{H_2} = 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$.

O equilíbrio entre a concentração do gás dissolvido na membrana (em kmol A/ m³ de sólido) e a sua pressão parcial (em atm) é

expresso por:
$$C_A = \frac{S}{22,414} P_A,$$

sendo C_A a concentração em kmol de A/m³ de sólido e P_A a pressão parcial em atm

O fluxo molar é expresso por:
$$N_A = \frac{D_A (C_{A1} - C_{A2})}{z_2 - z_1}.$$

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma certa suspensão é filtrada, a pressão constante, em um filtro-folha. Sabe-se que a torta é incompressível e a resistência do meio filtrante é desprezível. Determine separadamente o efeito das alterações, especificadas nos itens (a) e (b), no volume de filtrado coletado para um dado tempo de filtração. Justifique as respostas.

a) Dobrar a viscosidade do filtrado. (4 pontos)

b) Dobrar a área de filtração. (4 pontos)

O tempo de filtração para uma operação, a pressão constante, é expresso por: $\theta_F = \frac{K_C V_F^2}{2\Delta P_F} + \frac{K_{MF} V_F}{\Delta P_F}$

$$K_C = \frac{\alpha C \mu}{A^2}$$

$$K_{MF} = \frac{R_{MF} \mu}{A},$$

sendo: θ_F o tempo de duração da filtração, (s); V_F o volume de filtrado, (m^3); ΔP_F a perda de carga no filtro, (Pa); C a concentração da suspensão a ser filtrada, (kg/m^3); α a resistência específica da torta, (m/kg); μ a viscosidade do filtrado, (Pa.s); A a área de filtração, (m^2); e R_{MF} a resistência do meio filtrante, (m^{-1}).

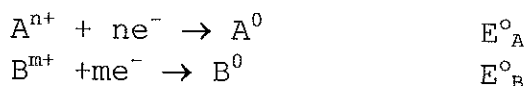
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Os metais A e B apresentam as seguintes semirreações:



Para o hidrogênio, a semirreação é:



Em que E° indica o potencial de eletrodo padrão da substância nas condições padrão.

Sabe-se que: $E^{\circ}_A > E^{\circ}_{H_2} > E^{\circ}_B$.

Estão disponíveis barras dos metais puros, A e B, e soluções de seus sais com concentração C_A e C_B para cada um deles.

Dado:

Equação de Nernst

$$E = E^0 + \frac{0,0591}{z} \log \frac{a_{oxidada}}{a_{reduzida}}$$

em que E é o potencial de equilíbrio fora das condições padrão; E^0 é o potencial de equilíbrio nas condições padrão; z é o número de moles de elétrons no sistema considerado; $a_{oxidada}$ representa as atividades das formas oxidadas do sistema; $a_{reduzida}$ representa as atividades das formas reduzidas do sistema; \log representa o logaritmo decimal.

Considerando as barras dos metais mergulhadas em solução de seu respectivo sal, essas barras conectadas por um circuito e as soluções conectadas por uma ponte salina, encontre uma relação entre C_A e C_B de modo que o sistema funcione como uma pilha.

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma esfera de aço de 1,0 cm de diâmetro, que está inicialmente a 400°C, é imersa em uma corrente de líquido que escoava pela esfera com velocidade constante e temperatura de 20°C. Admite-se que a esfera esteja sempre com uma temperatura uniforme, pois a resistência à condução de calor no interior da esfera é muito inferior à resistência à transferência por convecção no contato do líquido com a superfície da esfera. Sabe-se que o coeficiente de convecção de calor é $h = 500 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ e que as propriedades físicas médias da esfera são $k = 60 \text{ W}/(\text{m K})$, $\rho = 8000 \text{ kg}/\text{m}^3$ e $C_p = 450 \text{ J}/(\text{kg K})$.

Calcule:

- a) O calor total transferido da esfera para o líquido, em Joule, até que a esfera atinja 100 °C. (4 pontos)
- b) O tempo necessário para que a esfera atinja a temperatura de 100 °C. (4 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

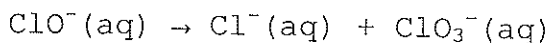
Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

6ª QUESTÃO (8 pontos)

O hipoclorito das soluções alvejantes decompõe-se, quando tais soluções são armazenadas em áreas frias, conforme a reação apresentada a seguir de maneira simplificada (não está balanceada):



A reação de decomposição ocorre em pH alcalino. Ao se analisar um frasco de solução alvejante, verificou-se que foram precipitados 2mols de cloreto de prata (AgCl). Determine a massa (em gramas) de hipoclorito que foi decomposto e a massa (em gramas) de clorato que se espera ter na solução que se decompôs.

Dado: massas atômicas Ag - 108; Cl - 35,5; O - 16.

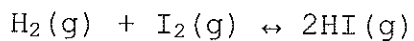
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Em um recipiente fechado, foram colocados inicialmente 1 mol de hidrogênio gasoso e 1 mol de iodo gasoso. O volume do recipiente é de 10L e está a 520°C. Depois de decorrido certo tempo, o sistema entra em equilíbrio. Sabe-se que a constante de equilíbrio, a 520°C, para a reação:



é 0,016.

Determine as concentrações (em molaridade) de todos os componentes do sistema na condição de equilíbrio.

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

8ª QUESTÃO (8 pontos)

No processo de tratamento de água para sua utilização em equipamentos, uma das etapas fundamentais é a retirada dos íons de cálcio e magnésio que causam a dureza da água. No caso de sais solúveis de cálcio e magnésio, como, por exemplo, o cloreto de magnésio e o cloreto de cálcio, eles devem ser tratados, respectivamente, com hidróxido de cálcio e carbonato de sódio.

- a) Apresente as reações balanceadas entre cloreto de magnésio e hidróxido de cálcio, e cloreto de cálcio e carbonato de sódio. (4 pontos)
- b) Calcule a massa (em gramas) de hidróxido de cálcio e de carbonato de sódio para serem retirados 100g de cloreto de magnésio e 100g de cloreto de cálcio da água. (4 pontos)

DADOS: massas atômicas Mg - 24; Cl - 35,5; Ca - 40; O - 16; H - 1; C - 12; Na - 23.

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

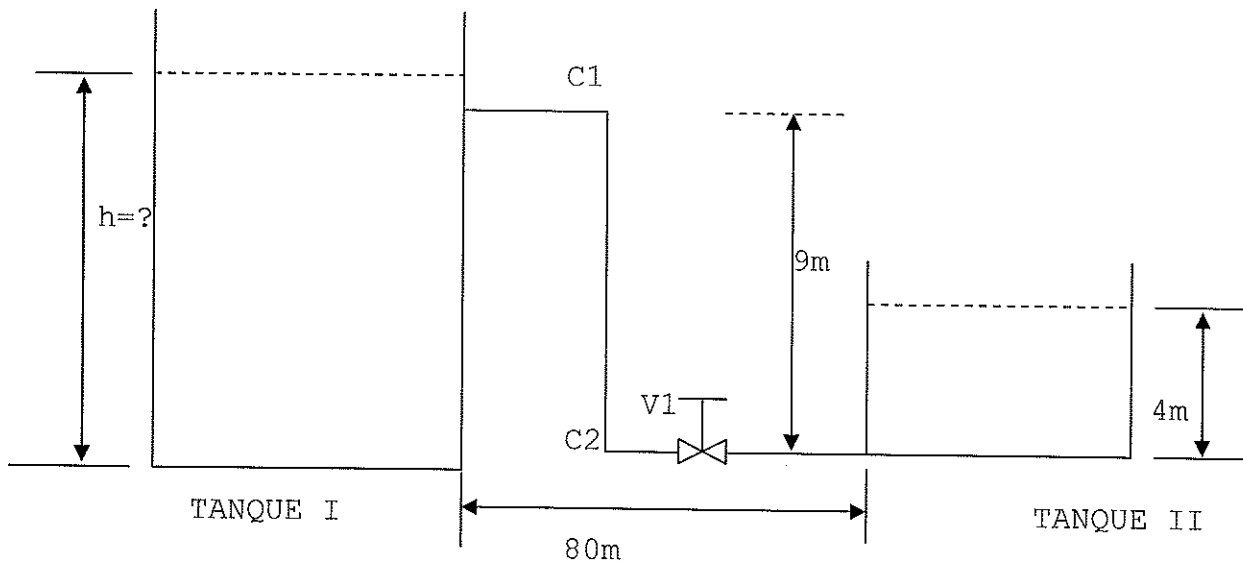
Concurso: CP-CEM/2013

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Água a 10°C (densidade 1000kg/m³ e viscosidade 1,307x10⁻³Pa.s) escoá, por gravidade, de um reservatório grande (TANQUE I) para um menor (TANQUE II) através de um sistema de tubos de ferro de 5cm de diâmetro, como mostra a figura a seguir. A rugosidade da tubulação é de 0,00026m e o fator de atrito é igual a 0,008. Para as perdas menores, sabe-se que:

- *K = 0,5 (saída do tanque I para o tubo);
- *K = 0,3 (cotovelo padrão 90° - C1 e C2);
- *K = 0,2 (válvula gaveta totalmente aberta - V1);
- *K = 1,06 (saída do tubo e entrada no tanque II).

Para uma vazão volumétrica de 6L/s, determine qual deve ser a altura de água no tanque I para manter essa vazão volumétrica constante, considerando que as alturas nos dois tanques são mantidas constantes. Justifique TODAS as hipóteses e simplificações usadas na solução.



Dados:

$$\frac{\Delta v_b^2}{2} + g\Delta z + \frac{\Delta p}{\rho} + l_{wf} + \eta_p W_s = 0 \quad (\text{equação de Bernoulli});$$

$l_{wf} = K \frac{v_b^2}{2}$ (perda de energia mecânica em singularidades, em função do fator K); e

Continuação da 9ª questão

$$l_{wf} = \frac{2f_F L v_b^2}{D} \quad (\text{perda de energia em tubo, usando fator de atrito de Fanning}),$$

em que:

Δv_b^2 é a variação de energia cinética;
g é a aceleração da gravidade (adotar 10m/s^2);
 Δz é a variação de energia potencial;
 ΔP é a variação de pressão;
 ρ é a densidade;
 l_{wf} é a perda de energia mecânica;
 η é o rendimento da bomba;
Ws é a energia fornecida pela bomba;
 f_F é o fator de atrito de Fanning;
L é o comprimento da tubulação;
D é o diâmetro da tubulação.

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Um aço-carbono é definido como uma liga de ferro e carbono que contém até 2% de carbono em sua composição. No caso do uso desses aços para equipamentos de processo, a quantidade máxima de carbono é de 0,35%, podendo, ainda, apresentar alguma quantidade de outros elementos como manganês, enxofre, fósforo, silício, alumínio e cobre. Em muitos serviços, esse tipo de aço é aceitável, mantendo-se algumas precauções. Explique e justifique se é possível ou não o uso desse tipo de aço nos dois casos citados a seguir:

- a) Uso com hidrocarbonetos em geral, contendo cloreto, em temperatura abaixo da condensação de água. (4 pontos)
- b) Uso com soda cáustica e outros meios alcalinos em temperatura ambiente e em baixas concentrações. (4 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA QUÍMICA

Concurso: CP-CEM/2013