



**PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.
PETROBRAS**

**Processo Seletivo Público
Nível Superior**

CADERNO DE PROVA

Aplicação: 28/3/2004

CARGO: 20

Engenheiro(a) de

Processamento Júnior

CEspe
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Criando Oportunidades para Realizar Sonhos

ATENÇÃO

**Neste caderno, confira atentamente o
NÚMERO e o NOME DO SEU CARGO.**

**Leia com atenção as instruções
constantes na capa do CADERNO DE
PROVA DE CONHECIMENTOS BÁSICOS
(capa colorida).**

Conhecimentos Específicos

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

RASCUNHO

Considere a matriz $M = (m_{ij}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ e o conjunto,

$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$. Defina em A a relação R por:

$$\text{para cada } i, j \in \{1, 2, 3, 4\}, a_i R a_j \Leftrightarrow m_{ij} = 1,$$

em que m_{ij} é o elemento localizado na i -ésima linha e na j -ésima coluna da matriz M .

Com base nessa definição, pode-se afirmar que a relação R é

46 reflexiva.

47 simétrica.

48 transitiva.

Considere que, para produzir x litros de um combustível, o custo $C(x)$ é expresso por $C(x) = 100 + 120x - x^2$, com $0 \leq x \leq 120$. Além disso, sabe-se que a quantidade x , obtida em t horas de funcionamento da máquina que produz esse combustível, é dada por $x = f(t) = 3t$, com $0 \leq t \leq 24$. A partir dessas informações, julgue o item que se segue.

49 A composição $C \circ f$, das funções C e f , pode assim ser escrita:
 $(C \circ f)(t) = 300 + 360t - 9t^2$.

Para a fabricação do componente x , uma empresa desenvolveu os processos de produção I e II. A tabela abaixo apresenta a distribuição de probabilidade do tempo necessário para se produzir esse componente, de acordo com o processo utilizado.

tempo gasto (T) para produzir o componente x (em minutos)	processos	
	I	II
$0 < T \leq 20$	0,3	0,6
$20 < T \leq 40$	0,5	0,3
$40 < T \leq 60$	0,2	0,1
total	1,0	1,0

O custo de produção pelo processo I é igual a R\$ 120,00/componente, se $T \leq 24$. Caso contrário, o custo aumenta em a reais/componente. Já o custo de produção pelo processo II é igual a R\$ 200,00/componente, se $T \leq 20$. Caso contrário, o custo aumenta para R\$ 250,00/componente. Em cada intervalo de tempo apresentado na tabela acima, a distribuição é uniforme. A escolha do processo dependerá do custo/componente, do tempo médio gasto para produzir o componente e do coeficiente de variação do tempo gasto.

Com base nessa situação hipotética, julgue os itens a seguir.

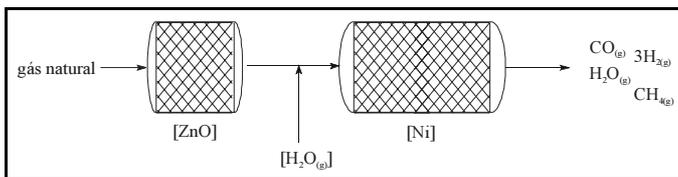
50 A produção pelo processo I gasta, em média, 40 minutos/componente.

51 O custo esperado de produção do componente x pelo processo II será superior a R\$ 230,00.

52 Se 4 componentes forem produzidos pelo processo II, a probabilidade de exatamente 2 deles serem produzidos entre 0 e 20 minutos é inferior a 0,4.

53 O desvio-padrão do custo de produção/componente pelo processo II é inferior a R\$ 24,50.

Diversos processos industriais, tais como o de produção de amônia, o de fabricação de metanol, o Fisher-Tropsch e o OXO, usam uma mistura de monóxido de carbono e hidrogênio largamente conhecida como gás de síntese. Uma das rotas de obtenção do gás de síntese é pela reforma do gás natural (mistura de hidrocarbonetos saturados leves, essencialmente metano, e compostos de enxofre, principalmente H_2S) com vapor de água em regime contínuo. Nesse processo, que opera a pressão constante e de forma contínua, em regime permanente, conforme ilustrado na figura abaixo, o gás natural (que, para simplificar, será aqui considerado uma mistura de apenas metano e H_2S) passa inicialmente em um reator contendo um leito fixo de óxido de zinco aquecido (reator de dessulfurização), onde o composto de enxofre é completamente eliminado da corrente, ocorrendo a retenção do enxofre no leito. O metano entra e sai desse reator a uma temperatura de $400\text{ }^\circ\text{C}$, que é idêntica àquela do leito de catalisador. Cada mol de metano ($\bar{M} = 16\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), completamente dessulfurizado, é misturado com 3,5 mols de vapor de água ($\bar{M} = 18\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), e essa nova mistura é aquecida até $800\text{ }^\circ\text{C}$. Então, essa mistura passa em um reator contendo um leito fixo de Ni suportado (reator de reforma), o qual é mantido a uma temperatura constante de $800\text{ }^\circ\text{C}$, em que o monóxido de carbono é formado com 90% de rendimento, com uma variação de entalpia de $\Delta H = + 52\text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$. Na saída desse reator, tem-se uma mistura gasosa, a uma temperatura de $800\text{ }^\circ\text{C}$, composta pelo monóxido de carbono ($\bar{M} = 28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) e gás hidrogênio ($\bar{M} = 2\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) produzidos e pelo metano e vapor de água residuais.



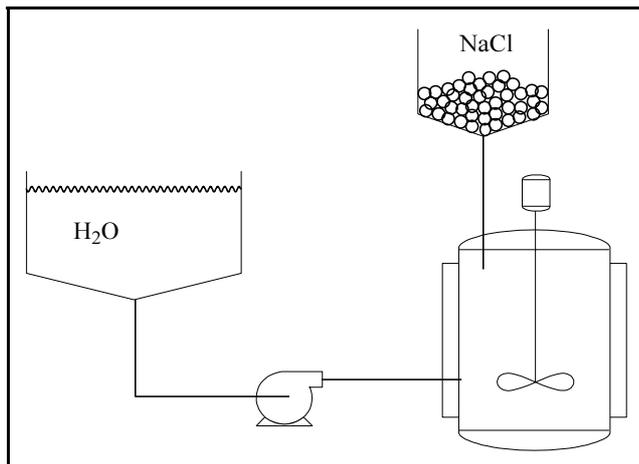
Com base no texto e na figura acima, que mostra o diagrama do processo de produção de gás de síntese, julgue os itens a seguir, relativos ao processo de obtenção de gás de síntese.

- 54** O balanço total de massa do processo, incluindo-se os dois reatores, pode ser calculado, exatamente, pela diferença entre as massas que saem do processo (soma das massas de 0,1 mol de metano; 0,9 mols de CO; 2,7 mols de H_2 ; e 2,6 mols de água) e as que entram no reator (massa de 1 mol de metano e massa de 3,5 mols de água), a qual será igual a zero.
- 55** O balanço total de massa do reator de reforma pode ser calculado, exatamente, como sendo a diferença entre as massas que saem do processo (soma das massas de 0,1 mol de metano; 0,9 mols de CO; 2,7 mols de H_2 ; e 2,6 mols de água) e as que entram no reator (massa de 1 mol de metano e massa de 3,5 mols de água), a qual será igual a zero.
- 56** A diferença de energia entre a corrente gasosa que entra no reator de reforma e a que sai desse reator é igual a zero, uma vez que ambas estão na mesma temperatura.
- 57** Como o número de mols da mistura que deixa o reator é maior que o que entra, a densidade da mistura que sai desse reator é maior que a que entra.

- 58** O volume da mistura que sai do reator de reforma é 1,8 vez superior ao que entra nesse reator.
- 59** O fluxo de massa, em $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, que passa pelo reator de reforma é constante.
- 60** Se o fluxo de metano que entra no reator de reforma for igual a $16\text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$, o fluxo de saída de gás hidrogênio será de $5,4\text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 61** Se a corrente de vapor de água contiver 30 mol% de gás argônio, o qual permanece inerte durante a reação, o teor desse gás na corrente que sai do reator de reforma continuará sendo de 30 mol%.
- 62** O fluxo de massa, em $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, que sai do reator de dessulfurização é menor que o fluxo de massa que entra nesse reator.
- 63** Como a mistura entra a $800\text{ }^\circ\text{C}$ no reator de reforma e, portanto, não há troca térmica, não é necessário fornecer calor para manter o leito de níquel nessa temperatura.

RASCUNHO

No processo de fabricação de soda cáustica, uma solução aquosa de cloreto de sódio ($\bar{M} = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), com concentração próxima a 30% em massa e densidade aproximadamente de $1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, é eletrolisada a $60 \text{ }^\circ\text{C}$, produzindo hidróxido de sódio, gás hidrogênio e gás cloro. Entre outros procedimentos, a salmoura pode ser obtida conforme o processo ilustrado na figura seguinte, que opera a pressão constante e de forma contínua em regime permanente. Água ($\bar{M} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) a temperatura ambiente ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) é bombeada de um reservatório até um tanque agitado. Nesse tanque, é adicionado o cloreto de sódio, sendo a mistura homogeneizada com um agitador mecânico e aquecida com um fluido quente, que passa por uma camisa externa do tanque, até atingir a temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$.



Processo de produção de salmoura com concentração em NaCl a 26% em massa e temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Julgue os itens a seguir, relativos ao processo de obtenção de salmoura para a produção de soda cáustica, conforme descrito no texto e ilustrado na figura acima.

- 64** Deve ser verificada uma variação de volume entre o da água que entra e o da solução que sai do processo. Considerando-se que a pressão, cuja variação acarretaria alteração significativa no volume da água, permanece constante, essa diferença no volume se deve principalmente ao aumento de temperatura e à adição de cloreto de sódio.
- 65** Como existe adição de sal, a massa específica do fluido se altera ao longo do processo. Caso houvesse apenas o aquecimento da salmoura no tanque, ou seja, caso a adição do sal ocorresse antes da entrada, a massa específica iria permanecer constante ao longo do sistema.
- 66** Depois de atingido o regime permanente, a quantidade de água, em kg, que entra no sistema será igual à que sai.
- 67** Considerando-se o tanque agitado como volume de controle, o balanço de massa pode ser definido como sendo a diferença entre a massa que sai do sistema (salmoura) e a massa que entra (a massa de água e a massa de sal), a qual será igual a zero.
- 68** Considerando-se o tanque agitado como volume de controle, a quantidade de energia da salmoura que deixa o sistema será igual à energia da água e do sal na entrada do tanque acrescida das energias envolvidas, na formação da mistura e no seu aquecimento até a temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$, e diminuída do trabalho de eixo realizado pelo agitador do tanque.

- 69** Para se calcular o balanço de energia global do sistema, além das energias envolvidas no tanque agitado, devem ser consideradas as energias decorrentes do trabalho de eixo da bomba, que transfere a água do reservatório até o tanque, bem como as diferenças de energia potencial da água e do sal, caso existam, em relação à da salmoura.
- 70** A quantidade de calor que o fluido que passa pela camisa do tanque cede para a salmoura por unidade de tempo, para o processo descrito no texto, vai depender das propriedades do fluido.
- 71** Para um fluxo de sal de $30 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$, ter-se-á uma produção de salmoura de $130 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 72** A molaridade da salmoura, independentemente da quantidade produzida, será de $6,1 \text{ M}$.
- 73** O fluxo de sal, em $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$, necessário para produzir, no processo, $500 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ de salmoura é de $180 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$.

Um ciclo de turbina a gás possui razão de pressão de $10/1$. A turbina foi projetada para operar com temperatura na entrada de $1.200 \text{ }^\circ\text{C}$. A eficiência isentrópica do compressor e a da turbina são de 80% e 90% , respectivamente. O ciclo está instalado na costa da Bahia e é do tipo combinado. Assumindo valores para os parâmetros que julgar necessário e considerando unicamente ar como fluido de trabalho, julgue os itens a seguir.

- 74** Em uma expansão adiabática real entre as pressões P_1 e P_2 , a temperatura final T_2 é sempre superior à correspondente isentrópica e tanto maior a diferença quanto mais intensas as irreversibilidades.
- 75** O trabalho real em uma expansão adiabática com geração interna de calor por atrito do fluido é ligeiramente maior que na expansão sem atrito, uma vez que o salto entálpico, entre os níveis de pressão, será maior.
- 76** Um sistema termodinâmico fechado, de paredes diatérmicas e não-rígidas, constituído de gás perfeito com pressão inicial P_1 , temperatura inicial T_1 e volume inicial v_1 , pode ser submetido a múltiplos processos, de forma que, no estado final, P_2 , T_2 e V_2 atinjam quaisquer valores.

Considerando o ar como fluido de trabalho (gás perfeito), inicialmente a uma pressão P_1 , temperatura T_1 e volume V_1 , submetido a diversos processos termodinâmicos, todos reversíveis, em sistema fechado, julgue os seguintes itens.

- 77 T_2 só será igual a T_1 , ao longo do processo, se a taxa em que trabalho é adicionado ao sistema for numericamente igual à taxa de calor retirado ou se a taxa de trabalho retirado do sistema for igual à taxa de calor adicionado.
- 78 Se houver desbalanceamento entre a taxa de trabalho adicionado e a taxa de calor retirado, o coeficiente politrópico estará entre 1,0 e 1,4 e mais próximo de 1,0, quanto mais eficiente for a troca de calor, se o objetivo for minimizar trabalho.
- 79 As paredes dos compressores devem ser adequadamente tratadas para que o processo ocorra com o mínimo de trabalho, que é obtido quando o coeficiente politrópico se aproxima de 1,4.
- 80 Se o sistema não possui restrições de fronteira, pode-se partir das condições iniciais P_1 , T_1 e V_1 e realizar experimentos em processos combinados a volume (c_v) e pressão (c_p) constantes, de forma que $0,85 > \left(\frac{C_p}{C_v} \right) > 0,95$.

Uma dada substância termodinâmica é avaliada experimentalmente de forma que a temperatura em que ocorre evaporação do líquido, a uma dada pressão P_v , é de $-15\text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura em que ocorre condensação, a uma dada pressão P_c , é de $10\text{ }^\circ\text{C}$. A razão de pressão P_c/P_v é da ordem de 2,5. O fluido de trabalho, no estado líquido, é ligeiramente corrosivo e, no estado gasoso, mais denso que o ar, com razão entre os calores específicos de 1,56. Acerca desse assunto, julgue os itens a seguir.

- 81 A substância citada não poderá ser utilizada em um ciclo de refrigeração, em uma localidade em que a temperatura externa média anual seja de $20\text{ }^\circ\text{C}$, se o objetivo for manter um ambiente refrigerado na faixa de temperatura entre $-5,0$ e $-10\text{ }^\circ\text{C}$.
- 82 O ciclo de refrigeração, considerando-se a temperatura de entrada do compressor de 258 K e isentrópica de saída de 358 K, não poderia ser aplicado em situações de grandes cargas térmicas, devido ao baixo diferencial de temperatura entre as pressões de vaporização e de condensação.

Acerca de sistemas termodinâmicos, julgue os itens que se seguem.

- 83 Em um processo a pressão constante, de secagem de ar, enquanto o vapor d'água troca calor latente, o oxigênio e nitrogênio do ar trocam calor sensível.
- 84 A câmara de combustão de uma turbina a gás opera, idealmente, a pressão constante, pois ocorre aumento do volume específico à medida que calor é adicionado. Não são empregados processos a volume constante, que tornariam o ciclo teoricamente mais eficiente, porque seria necessário isolar esse equipamento do compressor e da turbina, necessitando de dispositivos tecnológicos complexos.
- 85 A entalpia, como propriedade termodinâmica derivada, surge como conseqüência da primeira lei para sistemas abertos, combinando-se energia interna com uma parcela relativa de trabalho na fronteira.

- 86 Não se devem utilizar variações de entalpia, no cálculo de processos de expansão, a partir do calor específico a pressão constante e do diferencial de temperatura, pois a pressão é reduzida ao longo do processo.
- 87 O cálculo do estado de equilíbrio de misturas (gás perfeito) quimicamente reativas, com n espécies, pode ser estimado com auxílio de um termômetro, um manômetro, uma balança e do número de mols, inicialmente introduzidos, de pelo menos $n-1$ substâncias.
- 88 A constante de equilíbrio em sistemas reativos é obtida quando se combinam a primeira e segunda leis da termodinâmica — a função de Gibbs — e dependente unicamente da temperatura, e quanto maior seu valor mais completa se encontra a reação.
- 89 É possível se idealizar uma máquina térmica cíclica e reversível, que troca calor somente com o ar atmosférico local não saturado e produz trabalho líquido, sem violar a segunda lei da termodinâmica.
- 90 Em sistemas fechados, pode-se reproduzir qualquer processo termodinâmico, entre dois estados 1 e 2, por dois processos adiabáticos e um processo isotérmico.
- 91 Em turbinas a vapor, principalmente no primeiro estágio, os termos da equação que descreve a primeira lei que são mais importantes no cálculo dos bocais são o diferencial de pressão e de energia cinética entre a entrada e saída.

RASCUNHO

Ciclos de vapor com regeneração baseiam-se na alta eficiência do ciclo de Carnot e operam por meio de preaquecimento da água por contato direto com vapor parcialmente expandido, antes da entrada na caldeira. Com relação a esse assunto, julgue os itens a seguir.

- 92** Sob o aspecto operacional, esses ciclos funcionam quando se mistura vapor extraído da turbina de alta pressão com a água de saída da bomba de alimentação da caldeira.
- 93** Além dos ganhos de eficiência, a técnica dos ciclos de vapor com regeneração permite a retirada de ar dissolvido no vapor, causador de corrosão na caldeira, e a utilização de turbinas de baixa pressão com volumes mais modestos.

Considerando que um tanque que armazena gás liquefeito de petróleo (GLP) em estados líquido e gasoso possui um manômetro que registra a pressão manométrica, julgue os seguintes itens.

- 94** A pressão absoluta no tanque é dada pela soma das pressões manométrica e atmosférica.
- 95** A pressão absoluta no tanque é, em geral, inferior à atmosférica, caracterizando uma pressão vacuométrica.
- 96** Se o manômetro for instalado na posição inferior do tanque, ele deverá medir uma pressão equivalente à altura de gás liquefeito dada por $\rho \times g \times H$, em que, ρ é a massa específica, g , a aceleração da gravidade, e H , a altura de fluido no tanque.
- 97** A pressão nas paredes do tanque somente será distribuída uniformemente se o tanque armazenar GLP em fase gasosa.

A equação de Bernoulli, proposta em 1738, relaciona pressão, velocidade e elevação em um escoamento de fluido. Julgue os itens que se seguem, quanto ao uso dessa equação.

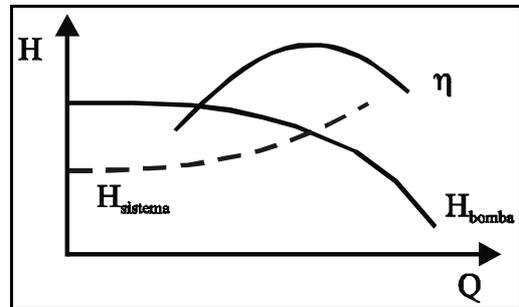
- 98** O escoamento deve ocorrer em regime permanente, sem apresentar atrito.
- 99** Essa equação pode ser corretamente aplicada tanto a escoamentos incompressíveis quanto a escoamentos compressíveis.
- 100** Essa equação quantifica a relação entre pressão, velocidade e elevação em uma única linha de corrente.
- 101** Na ausência de potência de eixo e troca de calor, as equações de energia e de Bernoulli são equivalentes para um escoamento incompressível e em regime permanente.

Considerando que um fluido viscoso escoar em uma tubulação com comprimento, diâmetro e a uma vazão conhecidos, julgue os itens subsequentes.

- 102** A perda de carga nessa tubulação pode ser corretamente estimada a partir do diagrama de Moody, que relaciona um fator adimensional de atrito com o número de Reynolds do escoamento e a rugosidade relativa da tubulação.
- 103** Se o diâmetro da tubulação aumentar, a perda de carga também deve aumentar.
- 104** Se a vazão do escoamento diminuir, a perda de carga também deve diminuir.

Julgue os itens a seguir, relativos a diferentes dispositivos industriais para a medição de vazão em fluidos.

- 105** Placas de orifício, bocais e tubos Venturi são dispositivos de medição de vazão por obstrução que relacionam a vazão com a raiz quadrada da queda de pressão na obstrução.
- 106** Coeficientes de descarga, em dispositivos do tipo obstrução, dependem somente do número de Reynolds do escoamento.
- 107** Em medidores do tipo rotâmetro, a vazão é associada à rotação do fluido em uma turbina.



As curvas características de uma bomba e da instalação são apresentadas no diagrama $(H, \eta) \times Q$ na figura acima. Com base nessa figura, julgue os seguintes itens.

- 108** A curva do sistema pode ser obtida a partir da estimativa da perda de carga — na tubulação reta e em perdas localizadas —, utilizando-se a equação de Bernoulli modificada.
- 109** As curvas características da bomba $\eta \times Q$ e $H \times Q$, que consideram uma única rotação do rotor, podem ser obtidas a partir de experimentação.
- 110** A bomba escolhida não é adequada à instalação, pois as curvas do sistema e da bomba cruzam-se em um ponto inadequado do diagrama $H \times Q$.
- 111** Ao se modificar a curva do sistema com o aumento da perda de carga (fechamento de uma válvula, por exemplo), a bomba passa a funcionar com rendimento diferente, reduzindo a vazão.

A altura positiva líquida de sucção (NPSH) é um parâmetro operacional importante para o funcionamento de uma bomba. A esse respeito, julgue os itens subsequentes.

- 112** NPSH é a altura necessária na entrada da bomba para que não ocorra cavitação. Esse parâmetro depende da vazão de operação da máquina.
- 113** A cavitação é a vaporização do fluido, que ocorre devido ao aquecimento deste, em razão do atrito viscoso no rotor.

Os mecanismos fundamentais de transferência de calor envolvem o transporte de energia por condução, convecção e radiação. Julgue os itens seguintes, acerca desse assunto.

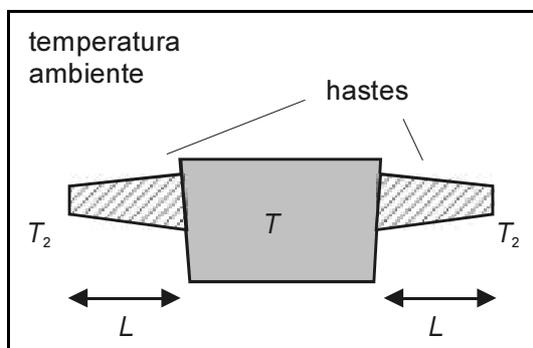
- 114** A condução de calor é o mecanismo que acontece somente em sólidos e ocorre devido ao processo de transporte de energia de origem de difusão molecular tendo em vista a diferença de temperatura.
- 115** A convecção está associada ao transporte de energia em fluidos em movimento, a partir de uma diferença de temperatura no interior do fluido.

116 O processo de transferência de calor por convecção natural associa-se ao movimento de fluidos devido às forças de empuxo.

117 A troca de calor pela radiação é um mecanismo que não está associado aos processos formulados pela mecânica dos meios contínuos, visto que essa troca de calor envolve a propagação de energia por ondas eletromagnéticas.

A formulação elementar das trocas de calor por condução, convecção e radiação envolve leis clássicas, postuladas por relações entre o fluxo de calor e a diferença de temperatura. Com base nessas leis, julgue os seguintes itens.

118 A lei de Fourier para a condução de calor estabelece uma relação linear do fluxo de calor com a diferença de temperatura, tendo como parâmetro de proporcionalidade a difusividade térmica.



Considerando que uma estrutura com hastes de suporte de um equipamento industrial tenha sido construída em material isolante e apresente a geometria mostrada na figura acima, julgue o item a seguir no que concerne à troca de calor por condução nas referidas hastes.

119 Para se determinar a temperatura T_2 , deve-se considerar os efeitos de condução na haste e de convecção para o ambiente.

No escoamento interno em um duto de seção constante, o coeficiente de troca convectiva h pode ser determinado por meio de uma equação empírica na forma $Nu = a.Re^b.Pr^c$, em que Nu é o número de Nusselt, Re é o número de Reynolds, Pr é o número de Prandtl e a , b , e c são constantes. Considerando que a vazão de escoamento do fluido seja igual a Q e que o duto possua diâmetro D , julgue os itens seguintes.

120 O coeficiente de troca convectiva h é proporcional a Q^b .

121 O número de Prandtl é um adimensional que envolve somente as propriedades do fluido.

122 Se a vazão cai pela metade, então o coeficiente de transferência de calor também é reduzido à metade.

123 A vazão do fluido não influencia o fluxo de calor.

A respeito da operação de trocadores de calor julgue os itens seguintes.

124 Trocadores de calor em contracorrente caracterizam-se por apresentarem a transferência de calor entre as parcelas mais quentes e mais frias dos dois fluidos em suas extremidades.

125 Nos trocadores de calor em correntes paralelas, as diferenças de temperatura entre os fluidos são mais intensas, envolvendo, portanto, maiores gradientes de troca, o que pode comprometer a integridade estrutural devido a questões de dilatação térmica.

126 Para um mesmo coeficiente global de troca U e nas mesmas características de operação, a área necessária para que ocorra uma determinada taxa de transferência é menor para um arranjo de trocador em paralelo do que em contracorrente.

127 As metodologias para cálculo de trocadores de calor baseadas em LMDT ou NUT-efetividade apresentam resultados equivalentes, e a escolha do método deve ser feita com base na facilidade de implementação, o que depende da natureza do problema.

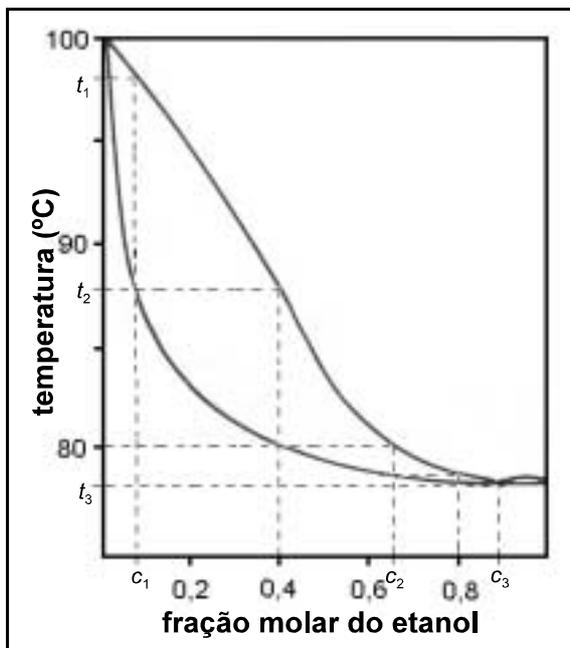
128 O cálculo de coeficientes globais de troca de calor em arranjos de trocadores de calor é definido por gráficos de NUT-efetividade ou LTMD.

129 Trocadores de calor compactos utilizam modificações de projeto que aumentam a área de troca e aumentam os coeficientes de troca convectiva. No entanto, em geral, esses trocadores também ampliam resistências hidráulicas ao escoamento.

130 Ao longo do tempo de operação de trocadores de calor, incrustações de material sólido (óxidos, silicatos etc.) são depositados sobre as superfícies de troca. Esse processo é maléfico para a hidrodinâmica do escoamento interno, pois aumenta a perda de carga. No entanto, isso também aumenta a área de troca e o coeficiente global.

131 Define-se efetividade de um trocador de calor a razão entre a taxa de transferência efetiva em um trocador de calor e a taxa máxima possível de transferência de calor.

132 A taxa máxima de calor trocado está associada à energia relativa ao aumento da temperatura do fluido frio até a temperatura de entrada do fluido quente. Em trocadores de calor sem mudança de fase, este é um limite possível de ser atingido na prática, em particular em trocadores compactos.



O programa PROÁLCOOL foi criado no Brasil em 1975, como uma alternativa energética ao petróleo. Nele, o álcool etílico era usado como aditivo à gasolina (álcool anidro) ou diretamente como combustível (álcool hidratado). Esse programa aumentou muito o interesse pelo processo de obtenção desse produto, devido à possibilidade de independência energética para o país. A produção de álcool nas usinas utiliza como matéria-prima uma solução de açúcar, conhecida por melaço, obtida a partir da cana-de-açúcar. Nesse processo, faz-se uma diluição do melaço até atingir uma concentração em açúcar inferior a 17%, passando a ser chamado de mosto. Este é fermentado com leveduras, dando origem ao vinho fermentado, que possui uma concentração em álcool de aproximadamente 10%. O vinho obtido é então destilado, em torres de pratos ou recheadas, sendo o álcool purificado até atingir concentrações que variam de 92% (álcool hidratado) a 99,3% (álcool anidro), conforme o produto desejado. Nesse processo, o vinho pode ser considerado como sendo uma mistura binária de álcool e água. A figura acima representa o diagrama de equilíbrio de fases da mistura binária álcool/água. Nota-se que esta é uma mistura azeotrópica, sendo a composição em álcool no ponto de azeótropo (c_3) de aproximadamente 95,6%.

Julgue os itens a seguir, relativos ao processo de destilação da mistura binária água/álcool, descrito no texto acima.

- 133** Na figura, a região delimitada pelas duas curvas do diagrama indica as composições das fases líquida e vapor em equilíbrio, que podem ser quantificadas pela regra da alavanca.
- 134** A mistura de álcool e água apresenta um forte desvio negativo da lei de Raoult, o que é evidenciado pela formação de um ponto azeotrópico na composição c_3 .

- 135** No azeótropo, as composições das fases vapor e líquida, apesar de serem diferentes, não se alteram ao longo do tempo.
- 136** Partindo-se de uma mistura com fração molar igual a 0,4, no ponto de orvalho, a composição do condensado será igual a c_1 .
- 137** Se fosse utilizada uma destilação a pressão reduzida (*flash*), o ponto de bolha de uma mistura com composição c_1 , inicialmente igual a t_1 , seria inferior a essa temperatura. Isso se deve ao fato de que seria necessária uma temperatura inferior para que a pressão de vapor iguale a pressão na superfície do líquido.
- 138** Se, em determinada usina, obtém-se um vinho com composição c_2 , o número de pratos teóricos para uma destilação fracionada que permita obter álcool hidratado é superior a dois.
- 139** A partir de um vinho fermentado, pode-se obter, por destilação fracionada, álcool anidro, sendo necessário apenas determinar o número de pratos teóricos adequado.
- 140** Em uma usina de produção de álcool, as torres de destilação devem estar dimensionadas para operar sempre abaixo da vazão de inundamento, caso contrário, perder-se-á eficiência de separação da mistura.
- 141** Se for usada uma torre recheada para a destilação da mistura de álcool e água, a eficiência na separação poderá ser modulada pela relação área superficial/volume do recheio.
- 142** Operando em estado estacionário, a temperatura de um prato em uma torre de pratos é aproximadamente constante, sendo esse estado definido pela temperatura de uma fase líquida (temperatura maior) que desce de um prato superior e a temperatura de uma fase vapor (temperatura menor) que sobe de um prato inferior.

No processo de refino de petróleo, além de combustíveis, diversos produtos podem ser obtidos. Por exemplo, dos óleos pesados oriundos dos processos de destilação a pressão reduzida, podem ser extraídas as parafinas. Nesse processo, um solvente — mistura de tolueno e acetona — passa corrente em contracorrente em relação ao óleo pesado em uma torre de extração líquido-líquido. Na saída dessa torre, se obtém uma fase rica em solvente, a qual contém a parafina, e outra rica em óleo com baixo ponto de fluidez, que poderá dar origem a um óleo lubrificante. A fase rica em solvente é então resfriada, ocorrendo a precipitação da parafina, que é finalmente separada por filtração. Com relação a esse assunto, julgue os itens seguintes.

- 143** A força motriz responsável pela migração da parafina do óleo para o solvente permanece constante ao longo de todo o percurso em uma torre, uma vez que ela depende apenas da natureza das fases envolvidas.
- 144** Efetuando-se a extração em uma torre recheada, a altura de uma unidade de transferência pode ser definida como uma medida da eficiência da separação da parafina do óleo pesado pelo solvente.
- 145** O tipo de recheio a ser usado na torre de extração pode ser confeccionado com diferentes materiais, sendo sempre recomendáveis materiais de baixo custo, baixa densidade e quimicamente inertes.

146 Um dos parâmetros que determinam a eficiência de extração da parafina pelo solvente é a temperatura na qual ela é realizada.

147 Uma desvantagem do processo em apreço é a contaminação do óleo residual com tolueno e acetona, os quais ficam retidos no óleo em teores consideráveis sem que seja possível removê-los.

O gás natural, essencialmente formado por hidrocarbonetos saturados leves — metano, etano, propano etc. —, é uma fonte de energia que, no Brasil, vem aumentando consideravelmente a sua importância na matriz energética, sendo exemplos de uso a frota de táxi da cidade do Rio de Janeiro e usinas termelétricas. A preocupação crescente com os problemas ambientais ocasionados pela queima de combustíveis fósseis, como o efeito estufa, bem como o declínio das reservas destes, poderão gerar no futuro a necessidade de substituir o gás natural por gases combustíveis renováveis, como os obtidos por gaseificação e(ou) biodigestão de biomassa. Este último processo tem como inconveniente a presença de elevados teores de água no gás obtido. Com relação à mistura obtida por biodigestão, essencialmente metano e água, julgue os itens que se seguem.

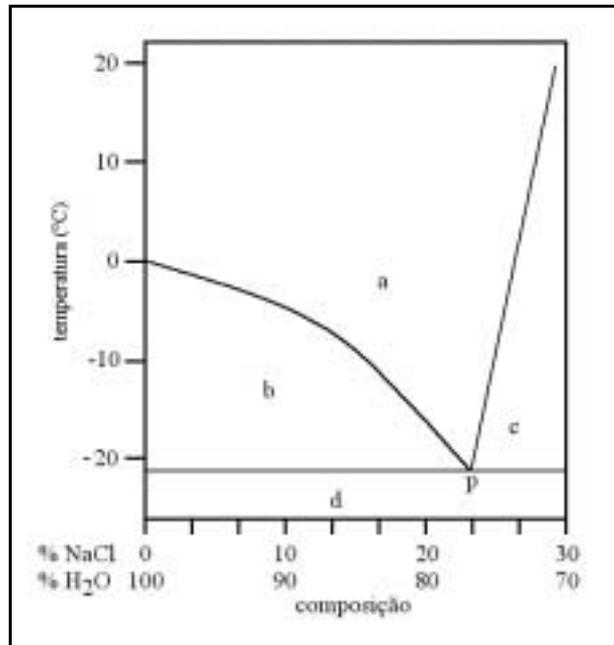
148 A umidade relativa dessa mistura gasosa é uma relação entre a pressão parcial de vapor de água presente e a pressão parcial de vapor de água na saturação do seu equilíbrio com seu líquido puro.

149 A umidade relativa da mistura pode ser reduzida apenas se for retirada água da mistura.

150 Se a mistura for transportada em dutos sem a desidratação, além de poder provocar corrosão, a presença de vapor de água poderá gerar água líquida no interior do duto, se a pressão de vapor da água estiver abaixo da pressão de saturação.

151 Um dos métodos existentes para retirar a água da mistura consiste na sua adsorção em leitos ou colunas contendo agentes secantes, como óxidos, peneiras moleculares, argilas etc.

152 Pode-se determinar o teor de água na mistura pela medida da temperatura, bastando apenas seguir uma metodologia de medida adequada e usar uma carta psicométrica.



Na figura acima, é mostrado um diagrama de fases de soluções de água e sal (NaCl) em diferentes proporções. No que se refere aos equilíbrios sólido-líquido das soluções de sal e água, julgue os itens subsequentes, sabendo que a porcentagem de NaCl em água no ponto p é igual a 23,3%.

153 O gráfico da figura permite inferir que, para a composição de NaCl compreendida entre 0% e p%, a adição de sal diminui a temperatura na qual o material se torna heterogêneo.

154 Na região b, tem-se a coexistência de duas fases sólidas: o gelo e o sal hidratado.

155 Um material com composição de 23,3% de sal em água é necessariamente homogêneo.

Um sistema dinâmico possui como modelo matemático uma função de transferência de segunda ordem, tal que o ganho DC é unitário, o coeficiente de amortecimento é igual a 0,5 e a frequência natural não-amortecida é de 1 rad/s. A respeito das características dinâmicas desse sistema, julgue os itens que seguem.

156 Para uma excitação do tipo degrau de amplitude igual a 5 unidades, em regime permanente, a saída deverá apresentar valor igual a 5 unidades.

157 Sendo $r(t)$ o sinal de entrada de referência e $c(t)$ o sinal de saída controlada, a função de transferência é dada por $C(s)/R(s) = 1/(s^2 + s + 1)$.

158 Em razão de suas características, esse sistema é do tipo sobreamortecido, ou seja, na resposta transitória para uma entrada do tipo degrau, não haverá oscilação em torno do valor em regime permanente.

159 Esse sistema possui 2 pólos, nenhum zero finito e 2 zeros no infinito.

160 Avaliando sua resposta em frequência, esse sistema se comporta como um filtro passa-baixas, em que, na região de altas frequências, ocorre uma atenuação de -20 dB/década e ângulo de fase de 180° .

A estabilidade de sistemas em malha fechada apresenta grande importância em controle de processos industriais. Um sistema instável, teoricamente, deveria apresentar saídas que divergem com o tempo, mas, em razão de não-linearidades inerentes aos sistemas físicos reais, este tem suas saídas de alguma forma limitadas. A respeito de estabilidade de sistemas lineares, julgue os itens a seguir.

- 161** Um processo de primeira ordem com ganho DC ajustável, mas positivo, com zero no infinito e constante de tempo igual a 5 s, quando submetido a um procedimento de realimentação unitária negativa, não se torna instável para qualquer valor do ganho DC positivo.
- 162** Um sistema de terceira ordem com pólos em $s = -0,2 + j1$, $s = -0,2 - j1$ e $s = 0,5$ deve ser estável.
- 163** A análise do lugar geométrico das raízes para determinação do comportamento dos pólos em malha fechada de um sistema não permite obter informações a respeito da estabilidade do mesmo.
- 164** Uma vez conhecida a resposta em frequência de um sistema em malha aberta, não é possível saber se o sistema em malha fechada é ou não estável.
- 165** Um sistema que, em malha aberta, não possui zeros finitos e possui pólos em $s = 0$, $s = -1$ e $s = -2$ pode-se tornar instável em malha fechada para ganho de malha elevado.

O petróleo é matéria-prima para geração de muitos produtos da indústria química. Tais produtos são produzidos por meio de processos químicos projetados em escala industrial. Um dos equipamentos industriais mais utilizados são os reatores químicos de diversas formas e tamanhos.

Com base no texto acima, julgue os itens a seguir, acerca de reatores químicos e reações químicas em processos industriais.

- 166** A velocidade de uma reação homogênea é fortemente influenciada pela pressão, pela temperatura e pelos processos de transferência de massa e calor entre regiões no interior do reator.

167 Reatores de mistura e tubulares são reatores de fluxo contínuo. Em um reator de mistura, existe escoamento ordenado, sem difusão. Em um reator tubular, não há variação de concentração, temperatura ou taxa de reação.

168 O tempo espacial em um reator de fluxo contínuo é expresso em função do volume do reator e da sua vazão de alimentação, sendo equivalente ao tempo de permanência, no caso especial de fluido com densidade constante.

169 Sabendo que o benzeno é produzido por desidrogenação do cicloexano (obtido diretamente do refino do petróleo cru), usando apenas platina sobre alumina ($Al_2O_3 \cdot xH_2O$) como catalisador, é correto afirmar que esse é um processo catalítico heterogêneo, em que o catalisador precisa de suporte.

170 Considere uma dada reação isotérmica de ordem maior que zero ocorrendo em reator com taxas de alimentação e conversão definidas. Nesse caso, se o reator projetado é tubular, o seu volume será menor que seria se o reator projetado fosse de mistura.

171 Projetos com reatores tubulares em série permitem empregar um volume total menor que projetos com um único reator tubular, para uma mesma taxa de conversão e alimentação.

172 Considerando que o aumento de temperatura faz aumentar a velocidade da reação, é correto afirmar que a temperatura interfere na energética de uma reação da mesma forma que um catalisador.

173 As reações elementares têm a ordem da reação igual a sua molecularidade.

174 A constante de equilíbrio da adsorção de um reagente por um catalisador aumenta com o aumento da temperatura.

175 Algumas reações que se processam na superfície de catalisadores podem ser corretamente modeladas sem que todas as espécies que reagem nessa superfície estejam adsorvidas para reagir.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Criando Oportunidades para Realizar Sonhos



Universidade de Brasília (UnB)