

**-- CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS --**

Com relação a gases reais e a desvio da idealidade, julgue os itens a seguir.

- 51 A equação mais simples utilizada para explicar o comportamento dos gases ideais é válida para regiões de baixa pressão.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. A equação de gás ideal, a mais simples, apenas tem validade para regiões de baixa pressão.
- 52 Na equação do virial, usada na mistura de gases reais, os coeficientes dependem exclusivamente da temperatura.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. No caso de misturas gasosas, além da temperatura, a composição também é um fator de influência.

Com relação aos processos termodinâmicos que envolvem liberação e aproveitamento de energia, julgue os itens que se seguem.

- 53 Em um processo termodinâmico cíclico, isto é, que se origina e termina em um mesmo estado, a variação da energia interna é nula.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. A energia interna é uma função de estado, que apenas depende dos estados iniciais e finais para sua quantificação. Se estes forem idênticos, não haverá variação alguma da energia interna.
- 54 O calor desprendido em uma reação química é quantificado pela entalpia de reação, cujo valor independe da temperatura de reação.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. As entalpias dos processos reativos variam com a temperatura, sendo definida sua variação por meio das capacidades caloríficas das espécies envolvidas.
- 55 O poder calorífico de um combustível não pode ser calculado a partir dos poderes caloríficos de seus componentes.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. O poder calorífico de uma mistura combustível pode ser realizado como uma média ponderada dos componentes.
- 56 No cálculo do consumo mínimo mássico de oxigênio na combustão de um combustível que contém C, H, S etc., devem ser consideradas as reações de combustão de cada um dos elementos presentes. No caso de um combustível que contém apenas C, H e S, o hidrogênio é o elemento que requer mais massa de oxigênio na combustão.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO.  

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

$$H_2 + 0,5 O_2 \rightarrow H_2O$$

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$
 O carbono e o enxofre consomem uma molécula completa de oxigênio (32 g), enquanto a molécula de hidrogênio consome metade da molécula de oxigênio para formar água (16 g). Portanto, o hidrogênio é o elemento que consome uma menor massa de oxigênio.
- 57 O rendimento de uma máquina térmica que obedece ao ciclo de Carnot depende exclusivamente das temperaturas da fonte fria e da fonte quente.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. Como o ciclo de Carnot é um ciclo com dois processos isotermos e dois processos adiabáticos, somente as temperaturas dos focos definem o rendimento.
- 58 Em diagramas pressão *versus* volume, as curvas que representam uma transformação adiabática e uma transformação isotérmica geralmente se interceptam em dois pontos diferentes.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. Em um diagrama pressão *versus* volume, as curvas que representam uma transformação adiabática e uma transformação isotérmica não podem se interceptar em dois pontos diferentes, senão formariam um ciclo em que se produziria trabalho ao exterior trocando-se apenas calor com um único foco, em contradição com o segundo princípio da termodinâmica. Corresponde ao primeiro teorema de Poincaré.

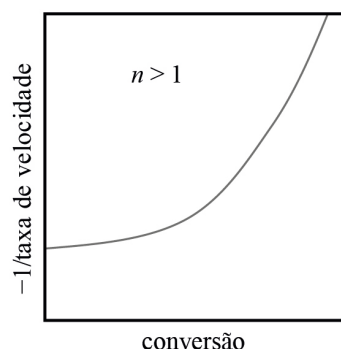
- 59 No caso de um sistema formado por duas fases ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) e dois componentes ( $i$ ,  $j$ ), em que o componente  $i$  se encontra presente apenas na fase  $\alpha$ , o potencial químico do componente  $i$  na fase  $\beta$  pode ser diferente de zero.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. Mesmo com o componente ausente, o potencial químico na fase  $\beta$  pode ser definido, já que depende da pressão, da temperatura e das composições (frações molares, por serem uma propriedade intensiva) nas duas fases.
- 60 Um processo reativo  $A \rightarrow B$ , que apresenta um decaimento da concentração do reagente A ajustável a um polinômio de primeiro grau obedece a uma cinética de primeira ordem.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. Decaimentos lineares (polinômio de primeiro grau) obedecem à cinética de ordem zero. Cinéticas de primeira ordem obedecem a decaimentos exponenciais.
- 61 Em tanques cuja estrutura seja constituída de aço carbono com reforços internos de cobre, utilizados para armazenagem de resíduos sólidos com teor considerável de água com eletrólitos dissolvidos, uma medida adequada à prevenção de corrosão galvânica é a instalação de isolante plástico entre os dois metais que compõem a estrutura do tanque.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. A instalação de isolante plástico entre o aço carbono e o cobre que compõem a estrutura do tanque é uma medida certa para evitar a corrosão, já que o isolante plástico isolará o contato necessário entre os dois metais, evitando-se, desta forma, o avanço do processo corrosivo.

Para um sistema formado por duas fases — uma líquida e outra vapor — em equilíbrio, em que  $x_i$  é a composição do componente  $i$  na fase líquida e  $y_i$  é a composição do componente  $i$  na fase vapor, define-se o termo volatilidade relativa ( $\alpha = \frac{K_i}{K_j}$ ) como o quociente entre as razões de equilíbrio de cada um dos componentes ( $K_{i,j} = \frac{y_{i,j}}{x_{i,j}}$ ).

A partir dessas informações, julgue o item a seguir.

- 62 Para uma mistura binária real com azeótropo de mínimo ponto de ebulição, se o componente mais volátil ( $i$ ) for considerado como componente base, então a volatilidade relativa será tal que variará de valores inferiores à unidade ( $\alpha < 1$ ) a valores superiores à unidade ( $\alpha > 1$ ) ao ultrapassar o ponto azeotrópico.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. Por se tratar de azeótropo de mínimo ponto de ebulição, nas regiões de  $x_i$  abaixo do azeótropo, o vapor ( $y_i$ ) sai enriquecido no componente volátil frente ao componente mais pesado ( $j$ ), o que resulta em uma volatilidade relativa acima da unidade. Para os valores de  $x_i$  acima do azeótropo, o vapor  $y_i$  se empobrece em componente volátil frente ao componente pesado, o que resulta em um valor de  $\alpha$  abaixo da unidade.

O gráfico a seguir representa o inverso da velocidade de reação em função da conversão, para análise da disposição mais adequada de dois reatores de mistura completa, em série e com volumes diferentes.



Tendo como referência esse gráfico, julgue os próximos itens, a respeito de reatores químicos.

- 63 Para sistemas que operem nas mesmas condições de alimentação, se os reatores têm igual volume em operação isoterma, na ocorrência de uma reação  $A \rightarrow P$  de primeira ordem, a conversão obtida com um sistema de fluxo empistonado é maior que com um sistema reacional de mistura perfeita.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O reator de mistura perfeita opera em condições finais, em que a concentração de reagente A é mínima e, portanto, a velocidade de reação de projeto também será mínima. No caso do fluxo empistonado, a concentração evolui ao longo desse fluxo, desde o valor inicial até o final, o que permite que a operação seja mais eficiente.

- 64 Se o processo reativo em questão acontecesse em dois reatores em série de mistura completa (CSTR, *completely stirred tank reactor*), para uma ordem de reação acima da unidade, a configuração mais adequada e, portanto, com menor volume total, corresponde, primeiramente, ao reator de maior volume, seguido do reator de menor volume.

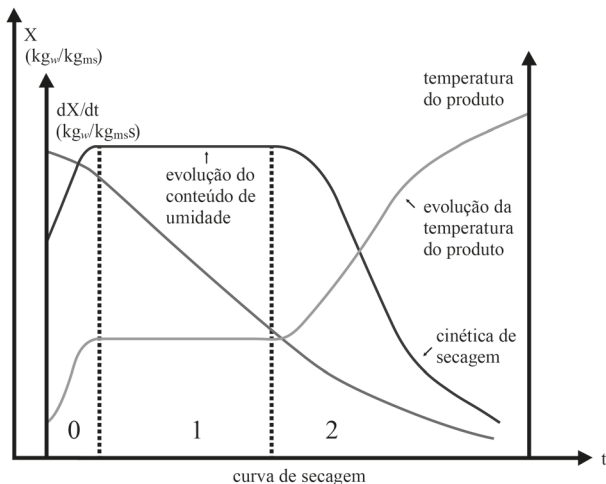
**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** O projeto gráfico dos reatores de mistura completa se baseia na área dos retângulos que vão desde a conversão inicial até a conversão final como base, e o inverso da taxa de reação para as condições finais (conversão final) como altura. Considerando-se a existência de uma conversão intermediária atingida no primeiro reator, a somatória das áreas dos retângulos sempre resultará maior se o reator de maior volume for colocado inicialmente.

Com relação a operações unitárias da indústria química, julgue os itens subsecutivos.

- 65 Nos processos de tratamento de resíduos sólidos, especialmente daqueles destinados a aterros sanitários, existe um grande problema vinculado à lixiviação de poluentes, que é definida como a extração de componentes contidos em um sólido mediante a ação de líquido percolador, resultando no transporte de componentes poluentes para o ambiente.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A lixiviação é uma operação unitária de transferência de massa baseada na dissolução de um ou vários componentes de um sólido em um solvente seletivo. Trata-se de um dos grandes problemas dos aterros.

- 66 **Situação hipotética:** Para submeter resíduos sólidos com considerável teor de umidade a processos de secagem, foi realizado um experimento piloto em escala laboratorial. A figura a seguir ilustra a curva de secagem obtida para esse processo, que ocorreu em três etapas, identificadas por 0, 1 e 2 na figura seguinte.



**Assertiva:** Nessa situação, a etapa 2, que corresponde a um período de velocidade de secagem decrescente, é controlada pela transferência de massa.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A etapa 2 corresponde efetivamente a

uma velocidade de secagem decrescente e é controlada pela transferência de massa.

- 67 Em se tratando de um sólido poroso com alto teor de água que esteja em processo de secagem com ar quente por meio de secadores em regime contínuo, a temperatura na saída corresponderá à temperatura de bulbo úmido enquanto o sólido ainda se encontrar úmido.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A temperatura do sólido será correspondente à de bulbo úmido nessas condições enquanto o sólido se encontrar úmido.

Acerca de transporte de fluidos compressíveis, julgue os itens que se seguem.

- 68 No cálculo do escoamento de fluidos compressíveis, os termos cinéticos e de pressão devem ser desprezados.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Apenas o termo potencial deve ser desprezado para o cálculo do escoamento de fluidos compressíveis, devido à baixa densidade dos gases.

- 69 A densidade de fluidos compressíveis depende das condições de operação, assim, em cálculos que envolvam esses fluidos, é conveniente considerar as vazões ou velocidades mássicas.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A densidade dos fluidos compressíveis varia notoriamente com as condições de operação, diferentemente dos fluidos incompressíveis.

Com relação a perdas de carga, julgue os itens a seguir.

- 70 Em regime laminar, as perdas de carga por atrito independem da rugosidade da tubulação.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** Em regime laminar, as perdas de carga são determinadas pela equação de Poiseuille, que não considera a rugosidade da tubulação.

- 71 No cálculo das perdas de carga, é necessário considerar o diâmetro equivalente hidráulico, parâmetro que depende do perímetro do duto e de sua seção transversal. No caso de tubulações de seções quadradas, o diâmetro equivalente é igual ao comprimento do lado do tubo.

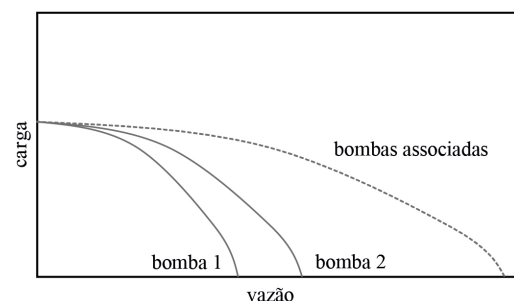
**JUSTIFICATIVA - CERTO.**  $D_e$  (diâmetro equivalente) =  $4S/P$ , em que  $S = L^2$  ( $L$  = lado) é a seção transversal e  $P = 4L$  é o perímetro.

Acerca de bombas, julgue os próximos itens.

- 72 As curvas características das bombas representam a carga ou a pressão frente à vazão e somente podem ser alteradas em função do regime de giro do rotor.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** As curvas características podem ser também alteradas em função do diâmetro do próprio rotor, e não apenas em função do seu regime de giro.

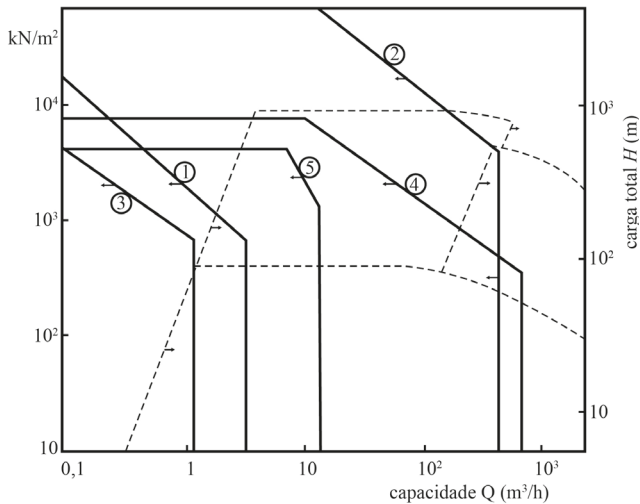
- 73 Infere-se da figura seguinte que a curva bombas associadas corresponde à associação em paralelo das bombas 1 e 2.



**JUSTIFICATIVA - CERTO.** Na associação de bombas em paralelo, aumenta-se a vazão fornecida pela bomba, mantendo-se a carga fornecida.

- 74 **Situação hipotética:** Na figura a seguir, as curvas identificadas por 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a bomba alternativa de êmbolo, bomba alternativa de êmbolo de vários cilindros e bomba alternativa de diafragma. As curvas identificadas por 4 e 5 correspondem, respectivamente, a bomba rotatória de rodas dentadas e

bomba rotatória de parafuso.



**Assertiva:** Para uma vazão de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  e pressão de  $10^4 \text{ kN/m}^2$ , a bomba rotatória de rodas dentadas é a escolha mais adequada entre todas as bombas mencionadas.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** O ponto operacional correspondente somente pode ser atendido pela bomba identificada na curva de número 2 (alternativa de êmbolo de vários cilindros).

Acerca dos medidores de vazão dos tipos rotâmetro e tubo de Pitot, julgue os itens a seguir.

- 75** A posição de equilíbrio do flutuador de um rotâmetro é determinada por apenas duas forças contrárias: a força gravitacional e o empuxo exercido pelo fluido na sua base.  
**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Nos medidores de fluxo tipo rotâmetro, a posição de equilíbrio do flutuador será definida por três forças, e não duas: a força gravitacional (para baixo), o empuxo exercido pelo fluido na sua base (para cima) e a força de arraste devido ao atrito pelicular em torno do flutuador (para cima).
- 76** Conforme o esquema de construção do rotâmetro, a direção e o sentido de escoamento do fluido dentro do medidor poderão variar de acordo com a necessidade da instalação industrial.  
**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** O escoamento do fluido dentro do rotâmetro terá sempre a direção vertical e o sentido de baixo para cima.
- 77** A queda de pressão ao longo do flutuador de um rotâmetro é constante.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A queda de pressão ao longo do flutuador permanece praticamente constante.
- 78** Ao se medir a diferença entre as pressões estática e estagnante utilizando-se um tubo de Pitot, é possível determinar a velocidade de um fluido.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O tubo de Pitot mede a diferença entre as pressões conhecidas como estática e estagnante, determinando, assim, a velocidade de um fluido.
- 79** Em um tubo de Pitot, independentemente do esquema de construção adotado, as duas aberturas deverão ser paralelas à direção do fluido cuja velocidade se pretende medir.  
**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Independentemente do esquema de construção, o tubo de Pitot deverá sempre conter uma abertura perpendicular e outra paralela à direção de escoamento do fluido.

A respeito do processo de classificação de sólidos no qual se utiliza uma sequência de peneiras, com malhas diferentes, dispostas sobre uma mesa vibratória, julgue os itens que se seguem.

- 80** As peneiras devem ser empilhadas de forma ordenada: a peneira com maior *mesh* deve ser colocada na base da pilha, e a com menor *mesh*, na parte superior da pilha.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** Número de malha, ou *mesh*, é o

número de aberturas que existe por polegada linear (ou 2,4 cm). Quanto maior a malha, menor o tamanho da abertura. O empilhamento das peneiras deve ser realizado com a abertura maior (ou malha menor) na parte superior, e com a abertura menor (ou malha maior) embaixo.

- 81** Em laboratórios onde se classificam os sólidos por meio de peneiras, o tempo de peneiramento é geralmente inferior a 1 minuto: basta vibrar o sólido particulado por poucos segundos para que a separação ocorra pela ação da gravidade.  
**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** O tempo de peneiramento varia, pois processos de retenção de finos diminuem a eficiência do peneiramento. Para cada tipo de sólido, deve-se determinar o tempo mínimo ótimo para se obter uma eficiência de separação constante. Normalmente, são necessários mais de 10 minutos para que a massa retida em cada peneira passe a ficar constante.
- 82** O tamanho médio de partícula da fração retida em uma peneira corresponde à média entre a abertura dessa peneira com a abertura da peneira que estiver imediatamente acima dela.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O tamanho médio de partícula da fração retida em uma peneira é a média entre a abertura dessa peneira com a abertura da peneira que está acima dela. Teoricamente, o sólido tem um diâmetro inferior à abertura da peneira de cima, para que pudesse ter passado por ela, e superior da peneira na qual ele ficou retido.
- 83** Em um experimento real de peneiramento, sempre ocorre a retenção de partículas finas juntamente com partículas mais grossas e de partículas grossas em frações de partículas mais finas.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A malha tem uma abertura quadrada, assim, ocorre a passagem de partículas com diâmetros superiores ao lado do quadrado da malha, que é considerado o diâmetro das partículas que passam. Da mesma forma, devido a diversos fenômenos físicos, ocorre a retenção de partículas finas juntas com grossas, as quais não passam pela malha mesmo tendo uma dimensão inferior ao quadrado da malha.
- 84** Na classificação de sólidos por peneiras, o entupimento da peneira é um problema recorrente quando o sólido possui diâmetros médios de partícula similares ao da abertura das malhas.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O entupimento de aberturas das malhas é um problema sério, uma vez que aumenta a tendência de retenção de finos em peneiras com abertura maior. Quanto mais similar o diâmetro médio de partículas com a abertura da malha, maior a tendência de ocorrer o entupimento.
- Julgue os itens subsecutivos, com relação a processos industriais de separação de sólidos e líquidos.
- 85** Durante uma filtração, a formação da torta aumenta a queda de pressão.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O acúmulo de partículas que formam a torta implica aumento da queda de pressão. Esse aumento é contínuo com o aumento da espessura da torta durante a filtração.
- 86** Para auxiliar o processo de filtração, é correto o uso de sólidos compressíveis, os quais contribuem para a diminuição da queda de pressão.  
**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Para facilitar o processo de filtração, devem ser utilizados sólidos que sejam incompressíveis, senão aumentará ainda mais a queda de pressão ao longo da torta.
- 87** Apesar de decantadores e centrífugas envolverem diferentes tipos de força motriz para separação de fases, em ambos os dispositivos a separação de duas ou mais fases se dá pela diferença de densidade entre elas.  
**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A centrifugação e a decantação separam fases com diferentes densidades. No caso da decantação, a força motriz é a gravidade e, no caso da centrifugação, é a força centrípeta.

- 88 Durante todo o processo de decantação, é possível distinguir apenas duas zonas: a do líquido clarificado e a de compactação, que se adensa com o decorrer do tempo.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. Iniciado o processo de decantação, são formadas quatro zonas distintas: a do líquido clarificado, a zona interfacial, a zona de transição e a zona de compactação. A partir de certo tempo, chamado de tempo crítico, apenas duas zonas ficam aparentes: a do líquido clarificado e a de compactação.

No que se refere à troca térmica durante processos químicos industriais, julgue os itens a seguir.

- 89 A eficiência de trocadores de calor do tipo casco-tubo melhora com o processo natural de depósito de incrustações de sais e óxidos presentes nos fluidos.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. As incrustações, apesar de aumentarem a área superficial do tubo, diminuem a eficiência dos trocadores, uma vez que sais e óxidos geralmente são isolantes.
- 90 A eficiência de trocadores de calor do tipo casco-tubo é sensivelmente melhorada com o emprego de chicanas no seu interior, uma vez que estas aumentam a área superficial dos tubos.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. O uso de chicanas no interior de trocadores de calor do tipo casco-tubo melhora sensivelmente a sua eficiência, uma vez que elas forçam a circulação cruzada do fluido que passa no interior do casco sobre os tubos, não aumentando a superfície de troca, como seria o efeito do uso de aletas.
- 91 A eficiência de caldeiras é diminuída pela perda de calor mediante a emissão de ondas eletromagnéticas, cujo comprimento de onda emitido depende principalmente da temperatura da parede da caldeira.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. Todo corpo aquecido emite calor na forma de ondas eletromagnéticas, e o comprimento de onda está diretamente relacionado com a temperatura do corpo.
- 92 **Situação hipotética:** Para o isolamento de uma parede plana, estão à disposição duas placas de mesma área superficial: uma com 1 cm de espessura e coeficiente de condutividade térmica de  $0,025 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; e outra com 4 cm de espessura e coeficiente de condutividade térmica de  $0,100 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . **Assertiva:** A placa com maior espessura será mais eficiente para evitar perdas de calor.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. A quantidade de calor que vai passar pela placa pode ser determinada pela seguinte equação:  

$$q = \frac{k * A * \Delta T}{\Delta x}$$
ou,  $q_A = \frac{0,025 * A * \Delta T}{0,01} = 2,5 * A * \Delta T$   
e  $q_B = \frac{0,100 * A * \Delta T}{0,04} = 2,5 * A * \Delta T$   
Portanto, as duas placas irão deixar passar a mesma quantidade de calor, não havendo diferença na eficiência delas.
- 93 Em trocadores de calor conhecidos como refulveradores, o fluido mais quente deve fornecer ao líquido frio, além de energia suficiente para elevar a temperatura deste, a energia relacionada à mudança de fase (de líquida para vapor).  
JUSTIFICATIVA - CERTO. Em um refulverador ou evaporador, o líquido quente deve aquecer o líquido frio até à temperatura de evaporação e, ainda, fornecer calor suficiente para garantir que ocorra a evaporação (calor latente de vaporização).

Dois tanques, I e II, contêm misturas de dois compostos químicos, A e B. A concentração molar do composto A é de 20% no tanque I e de 10% no tanque II. Os dois tanques serão ligados por uma tubulação.

Considerando a situação hipotética precedente, julgue os itens subsequentes, com relação aos fenômenos de difusão de massa.

- 94 Na ligação entre as tubulações, ocorrerá a difusão de massa do componente A do tanque I para o tanque II, sendo a principal força motriz dessa difusão os fluxos convectivos

que forçarão os componentes a se difundirem ao longo do sistema.

JUSTIFICATIVA - ERRADO. A principal força motriz da difusão é o gradiente de concentração, independentemente de haver ou não fluxo convectivo.

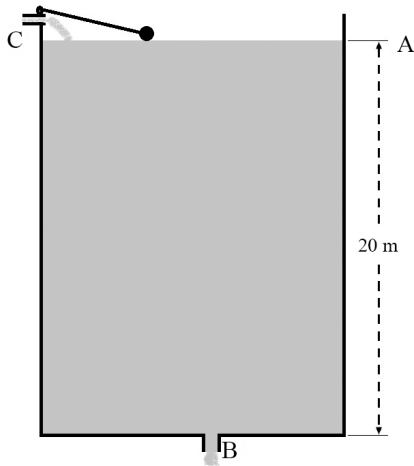
- 95 Ainda que o componente B seja alterado, o coeficiente de difusão mássica de A permanecerá constante.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. O coeficiente de difusão mássica depende do composto e do meio no qual este esteja se difundindo. Portanto, se trocar o componente B por outro soluto as propriedades físico-químicas do meio serão alteradas, e o coeficiente de difusão mássica de A irá mudar.
- 96 Conforme a lei de Fick para a difusão de massa, o fluxo total de massa do componente A é relacionado com o gradiente de concentração desse componente.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. A lei de Fick para a difusão de massa relaciona o fluxo total de massa de um componente com o seu gradiente de concentração.
- 97 Depois de ligados os tanques I e II, o sentido do fluxo do componente B será contrário ao do componente A.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. Os dois componentes irão se difundir em direções opostas até se igualar a sua concentração nos dois tanques.

Água líquida escoar, em regime permanente, através de um duto rígido. A área da seção transversal na entrada do duto é igual a A e, na saída, é igual a B.

A partir dessas informações, julgue os itens a seguir, sabendo-se que, em relação a um fluido incompressível em regime permanente, a lei de conservação de massa ao longo de um volume de controle pode ser expressa pela equação da continuidade.

- 98 Se  $B = A/2$ , então a vazão na saída do duto é o quádruplo da vazão na entrada do duto.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. A vazão em um escoamento em regime permanente de um fluido incompressível — no caso, a água em estado líquido — sempre é constante.
- 99 Se  $B = A/2$ , então a velocidade de escoamento na saída do duto será igual ao dobro da velocidade de escoamento na entrada do duto.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. A velocidade em um escoamento em regime permanente de um fluido incompressível — no caso, a água em estado líquido — segue a relação da equação continuidade (vazão constante), logo: velocidade A  $\times$  área A = velocidade B  $\times$  área B. A assertiva no item obedece à equação da conservação de massa.
- 100 Se as seções transversais da entrada e da saída do duto forem círculos e o diâmetro da seção de saída for igual a  $1/4$  do diâmetro da seção de entrada, então a velocidade de escoamento na entrada do duto será igual a dezesseis vezes a velocidade de escoamento na saída do duto.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. A velocidade em um escoamento em regime permanente de um fluido incompressível, — no caso, a água em estado líquido — segue a relação da equação continuidade (vazão constante), logo: velocidade A  $\times$  (diâmetro A)<sup>2</sup> = velocidade B  $\times$  (diâmetro B)<sup>2</sup>. A assertiva no item não obedece à equação da conservação de massa.

A figura seguinte ilustra um reservatório de água, cilíndrico, com 20 m de altura. Em B, saída do reservatório, há uma tubulação com  $0,002 \text{ m}^2$  de área da seção transversal. Nesse reservatório, que está aberto na parte superior e em B, o nível de água é mantido constante por meio de um sistema de alimentação, em C, munido de boia.



Com referência a esse reservatório, julgue os seguintes itens, considerando que as perdas de cargas sejam desprezíveis e que a aceleração da gravidade seja de  $10 \text{ m} \times \text{s}^{-2}$ .

**101** A velocidade do escoamento em B é igual a duas vezes o produto da altura do reservatório pela aceleração da gravidade.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** O exemplo de reservatório de água é descrito pelo balanço energético em conjunto com o balanço de massa e neste caso do item, a velocidade de escoamento em B é  $(2 \cdot h \cdot g)^{0,5}$  (princípio de Bernoulli), onde  $h$  = altura do reservatório e  $g$  = aceleração da gravidade.

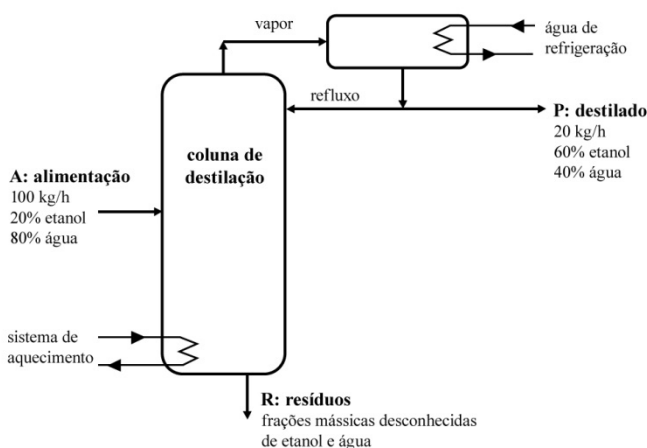
**102** Para que o nível da água no reservatório seja mantido constante, na altura de 20 m, a vazão em C deve ser de 40 L/s.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O exemplo de reservatório de água é descrito pelo balanço energético em conjunto com o balanço de massa e neste caso do item, a vazão de entrada deve ser igual a vazão de saída para manter o nível do reservatório constante a 20 m. A vazão de saída em B é  $vazão = ((2 \cdot h \cdot g)^{0,5}) \times (\text{área da saída}) = (((2 \times 10 \times 20)^{0,5}) \times 0,002) \times 1.000 = 40 \text{ L/s}$ .

**103** Se a área da secção de entrada do reservatório em C for igual a  $0,02 \text{ m}^2$ , então, para que o nível de água no reservatório seja mantido constante, a velocidade de escoamento em C deve ser igual a 1/10 da velocidade de escoamento em B.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** O exemplo de reservatório de água é descrito pelo balanço energético em conjunto com o balanço de massa e, nesse caso, a vazão de entrada deve ser igual à vazão de saída para manter o nível do reservatório constante a 20 m. Assim, deve-se aplicar o princípio do balanço de massa (equação da continuidade), em que velocidade em C é igual ao produto da velocidade em B pela área em B, pela razão da área em C.

A figura seguinte ilustra um processo de destilação de etanol.



A coluna de destilação é alimentada com uma mistura de

água e etanol (80% de água e 20% de etanol) segundo a corrente A = 100 kg/h. A corrente de destilado é P = 20 kg/h, em que 40% é água e 60% é etanol. A corrente R de resíduos e as frações mássicas de etanol e água estão apresentadas na figura, mas seus valores são desconhecidos.

Considerando essas informações, julgue os itens subsecutivos.

**104** A corrente total de resíduos R é igual a 80 kg/h.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** Aplicando-se o balanço de massa no processo de destilação do fluxograma, infere-se que a corrente R é igual a 80 kg/h, pois  $A = P + R$ . Sendo conhecidos A e P, é possível calcular R.

**105** A fração mássica de etanol na corrente de resíduos é de 20%.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Aplicando-se o balanço de massa no processo de destilação do fluxograma, infere-se que a fração molar mássica de etanol na corrente R é igual a 10%. Primeiramente, deve-se encontrar a corrente total em resíduos e, logo após, se aplicar o balanço mássico de etanol; assim, encontra-se a fração mássica de etanol.

**106** A vazão mássica de água na corrente de resíduos R da coluna de destilação é de 16 kg/h.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Aplicando-se o balanço de massa no processo de destilação do fluxograma, infere-se que a vazão mássica de água na corrente R é igual a  $72 \text{ kg h}^{-1}$ . Primeiramente, deve-se encontrar a corrente total em resíduos e, logo após, se aplicar o balanço mássico de água; assim, encontra-se a vazão mássica de água.

**107** A vazão mássica de etanol nas correntes A, P e R são, respectivamente, iguais a 20 kg/h, 12 kg/h e 8 kg/h.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** Aplicando-se o balanço de massa no processo de destilação no fluxograma, infere-se que a vazão mássica de etanol das correntes A, P e R são de 20 kg/h, 12 kg/h e 8 kg/h.

A respeito do processo de destilação, julgue os próximos itens.

**108** Destilação é uma operação unitária em que duas substâncias são separadas mediante aquecimento, com posterior ebulição e condensação seletiva.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A operação de destilação trata-se de uma operação unitária de separação de duas substâncias com pontos de ebulição diferentes, no qual ocorrem as etapas de aquecimento até a ebulição e com a posterior etapa de condensação seletiva das substâncias.

**109** No processo de destilação, quanto menor for a quantidade de estágios de equilíbrio líquido-vapor, mais completa será a separação.

**JUSTIFICATIVA - ERRADO.** Quanto maior for o número de estágios de equilíbrio líquido-vapor, mais completa será a separação.

**110** A eficiência de uma coluna de destilação pode ser expressa por meio do número de pratos teóricos, que corresponde à quantidade de equilíbrios líquido-vapor sucessivos necessária para se obter um condensado com a composição do destilado puro.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** A eficiência de uma coluna de destilação é baseada no número de pratos teóricos, isto é, no número de equilíbrios líquido-vapor necessários para se obter um condensado com a composição do destilado puro.

**111** O processo de dessalinização de água do mar mediante destilação *flash* consiste em aquecer a água e encaminhá-la por bombeamento para um tanque de baixa pressão, onde ela se vaporiza imediatamente. O vapor é condensado e retirado como água pura, e o líquido não vaporizado poderá seguir para a unidade *flash* seguinte.

**JUSTIFICATIVA - CERTO.** Uma das possibilidades de obtenção de água potável é por meio do processo de destilação de *flash*, no qual a água é aquecida e encaminhada por bombeamento para um tanque de baixa pressão, onde se vaporiza imediatamente; o vapor é

condensado e retirado como água pura; o líquido não vaporizado poderá seguir para a unidade *flash* seguinte.

Parâmetros legais devem ser observados para que a água seja classificada como potável e considerada adequada para o consumo humano. Com relação aos padrões de potabilidade, julgue os itens a seguir.

- 112** Decantação é um processo que permite diminuir a turvação da água, na medida em que decantar consiste em separar, fisicamente, as partículas em suspensão, clarificando a água e reduzindo em grande parte as impurezas nela presentes.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. No processo de tratamento de água potável, o processo mais utilizado para reduzir a turvação é a decantação, que corresponde a um processo de separação física das partículas em suspensão, o que clarifica a água e reduz em grande porcentagem as impurezas.
- 113** A cloração com injeção de gás cloro é a operação mais adequada para reduzir a dureza em águas potáveis.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. Para a redução da dureza em águas potáveis, utilizam-se os processos de filtração, decantação ou floculação, mas nunca a injeção de cloro. A injeção de cloro é utilizada para desinfecção da água.
- 114** No tratamento da água para fins de potabilidade, o processo de filtração por membranas é utilizado para reduzir os íons metálicos presentes na água.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. O processo mais utilizado em tratamento de águas potáveis para reduzir a presença de íons metálicos é a filtração por membranas.

Um sistema de controle em planta química visa eliminar os distúrbios e minimizar impactos negativos de perturbações decorrentes de influências externas que não podem ser controladas pelo operador humano. Acerca de controladores, julgue os itens que se seguem, considerando Kc como o ganho do controlador proporcional e PI como o controlador proporcional integral.

- 115** No controle *feedforward*, um instrumento de medida apropriado mede o valor da variável de saída (Y); o valor medido é comparado com um valor desejado ( $Y_{sp}$ ); a diferença  $Y - Y_{sp}$  gera um sinal de saída para manipular outro instrumento, normalmente uma válvula de controle, a fim de se reduzir a magnitude da diferença.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. A assertiva descreve o funcionamento de um controle *feedback*, e não de um *feedforward*.
- 116** No controle *feedback*, a perturbação é detectada na entrada do processo e, nesse momento, uma mudança apropriada reduz a diferença em relação ao *set point*.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. A assertiva descreve o funcionamento de um controle *feedforward*.
- 117** O controle de um processo em um sistema exige um controlador *feedback* proporcional sensível aos desvios entre a variável medida e o *set point* desejado. Para isso, o responsável pelo processo deve ajustar o valor Kc para o menor valor possível.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. O responsável pelo processo deve ajustar o Kc (ganho) para o maior valor possível, para que o controlador *feedback* proporcional seja sensível aos desvios entre a variável medida e o *set point* desejado.
- 118** A ação do controlador *feedback* PI faz o sinal de saída mudar enquanto existir erro na saída do processo. Com isso, esse controlador pode eliminar pequenos erros.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. A ação integral do controlador na forma integrada é  $(Kc/T) \times E \times T = Kc \times E$ ; ou seja, após um tempo T (constante de tempo integral), há uma repetição de ação correspondente a um controlador proporcional.
- 119** O sinal de Kc pode ser escolhido para o controlador *feedback* proporcional, mas não para o controlador PI, uma vez que a constante de tempo integral é ajustável.  
JUSTIFICATIVA - ERRADO. As duas constantes, Kc e tempo

integral, podem ser ajustadas independentemente do controlador. A primeira refere-se à sensibilidade do controlador, e a segunda, ao tempo que se leva para o *reset*, ou seja, para a repetição da ação proporcional.

- 120** Os únicos elementos que distinguem os sistemas de controle *feedback* e *feedforward* são os controladores e a posição de instalação dos sensores na linha de processo.  
JUSTIFICATIVA - CERTO. Os elementos que compõem os sistemas de controle *feedback* e *feedforward* são os mesmos, o que muda entre eles são os controladores e a posição de instalação dos sensores na linha de processo.