

-- CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS --

Considerando os conceitos de massa específica e densidade relativa, julgue os itens a seguir.

- 51 A densidade relativa entre dois gases ideais à mesma pressão e temperatura é a razão entre os quadrados de suas massas molares.
- 52 Supondo-se que as massas específicas do chumbo e do alumínio sejam, respectivamente, $11,34 \text{ g/cm}^3$ e $2,70 \text{ g/cm}^3$, conclui-se que a densidade relativa do chumbo em relação ao alumínio é igual a 4,2.

A respeito de umidade relativa e umidade absoluta, propriedades relevantes de psicrometria, julgue os itens que se seguem.

- 53 A umidade relativa de 100% corresponde à temperatura de bolha de ar úmido.
- 54 Umidade relativa é a razão entre o teor de vapor de água no ar e o teor máximo de vapor de água no ar em uma dada temperatura.
- 55 Umidade absoluta é a razão entre a massa de vapor de água no ar úmido e a massa de ar seco.

Julgue os itens subsequentes, acerca de balanços materiais de processos, que são expressões da lei de conservação da matéria.

- 56 Se 20% de uma amostra de 50 kg submetida a moagem for recuperada como finos, então a quantidade de grossos é de 40 kg.
- 57 Caso o teor de água de uma amostra tenha sido reduzido de 40% para 25% em um processo de secagem, conclui-se que a amostra perdeu 15% do seu teor de água.
- 58 Se, durante o escoamento isotérmico de um gás ideal inerte em um conduto, houver 20% de redução da pressão desse gás, então a sua vazão volumétrica aumentará 20%.

Considerando que a redução catalítica de 150 mol de benzeno tenha produzido 75 mol de C_6H_8 , 30 mol de $1,3\text{-C}_6\text{H}_{10}$ e 15 mol de $1,4\text{-C}_6\text{H}_{10}$, julgue os itens seguintes.

- 59 A conversão de benzeno foi de 10%.
- 60 O rendimento de $1,4\text{-C}_6\text{H}_{10}$ foi de 10%.
- 61 A seletividade de $1,3\text{-C}_6\text{H}_{10}$ para $1,4\text{-C}_6\text{H}_{10}$ foi de 2 para 1.

Julgue os itens que se seguem, relativos aos balanços de massa e de energia em processos químicos.

- 62 Um CSTR adiabático opera a uma temperatura inferior à da alimentação se a reação for endotérmica.
- 63 Um CSTR que opere à mesma temperatura da alimentação e realize uma reação exotérmica transfere energia do meio externo para o meio reacional.
- 64 Secagem adiabática consiste no processo de redução do teor de umidade acompanhado da diminuição da temperatura da amostra a ser aquecida.

Considerando as leis da termodinâmica aplicadas a sistemas abertos e fechados, julgue os itens subsequentes.

- 65 Energia interna é o potencial termodinâmico de um processo isotérmico e isobárico em um sistema fechado.
- 66 A entropia de um sistema isolado é monotonamente crescente.
- 67 A variação de entropia de um sistema que transfere calor para o meio externo não pode ser negativa.

Julgue os itens a seguir, referentes a equilíbrio de fases, equilíbrio químico e termodinâmica de deslocamento.

- 68 Considere que, em uma solução aquosa de ácido acético no equilíbrio a 25°C , as concentrações de reagentes e produtos sejam as seguintes: $[\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2] = 1,65 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$; $[\text{H}^+] = 5,44 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$; e $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-] = 5,44 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$. Nesse caso, a constante de ionização do ácido acético na temperatura em questão é inferior a 2×10^{-5} .
- 69 Em uma turbina ou um compressor que, na condição de dispositivo de escoamento permanente, opere em regime estacionário, a energia total transportada pela massa que entra e sai do volume de controle inclui, além da entalpia, as energias cinética e potencial do fluido.
- 70 Para uma substância pura em equilíbrio líquido-vapor a pressão constante, a temperatura de saturação é variável.
- 71 Em uma reação gasosa reversível e exotérmica, caso ocorra o aumento da pressão total do sistema por adição de um gás inerte a volume constante, o equilíbrio será deslocado à medida que a quantidade de matéria gasosa for menor.
- 72 O ponto de ebulição de uma substância corresponde à temperatura em que sua pressão de vapor se iguala à pressão externa, o que permite que ela passe para o estado gasoso; sendo assim, quanto mais baixo o ponto de ebulição, maior a volatilidade.

Espaço livre

Considerando os processos de compressão, expansão e estrangulamento e os ciclos de potência e de refrigeração, julgue os seguintes itens.

- 73 Em um ciclo de refrigeração por compressão de vapor, a válvula de expansão tem a função de aumentar a pressão do fluido refrigerante antes de sua entrada no evaporador.
- 74 No ciclo Rankine, que é um ciclo de potência, o sistema recebe calor de uma fonte quente, produz trabalho líquido e rejeita parte do calor para uma fonte fria.
- 75 Durante o processo de compressão em um dispositivo, o fluido geralmente recebe trabalho externo, o que tende a aumentar sua pressão.
- 76 O objetivo principal em um ciclo de refrigeração é a retirada de calor de uma região fria e sua transferência para uma região mais quente, mediante consumo de trabalho.
- 77 Em uma válvula de expansão, o fluido realiza, no processo de estrangulamento, grande quantidade de trabalho de eixo sobre o ambiente.
- 78 No processo de expansão adiabática real de um gás em uma turbina que opera em regime permanente, a entropia do fluido na saída pode ser maior que a da entrada, mesmo que não haja transferência de calor para o volume de controle.

Em relação às operações unitárias e aos processos de destilação, julgue os itens que se seguem.

- 79 Na destilação *flash*, a separação ocorre essencialmente em um único estágio de equilíbrio, o que aumenta a pureza do destilado obtido.
- 80 Em uma mistura binária ideal submetida à redução gradual de pressão a temperatura constante, o ponto de orvalho é atingido quando a última fração líquida desaparece, o que caracteriza a transição completa da mistura para a fase vapor.
- 81 Na destilação azeotrópica, cada azeótropo possui um ponto de ebulição distinto, denominando-se azeótropo positivo, ou de mínimo, aquele cujo ponto de ebulição é inferior ao dos componentes puros e azeótropo negativo, ou de máximo, aquele cujo ponto de ebulição é superior ao dos componentes puros.
- 82 Em uma mistura líquida multicomponente, o ponto de bolha corresponde à condição de temperatura e pressão em que se forma a primeira bolha de vapor, sendo o vapor formado geralmente mais rico nos componentes mais voláteis da mistura.

No que se refere a medição e transporte de fluidos, ao tubo de Venturini e à placa de orifício, julgue os itens seguintes.

- 83 O tubo de Venturi transforma a carga piezométrica em carga cinética, o que aumenta a velocidade da água na seção estrangulada e provoca uma queda de pressão em decorrência da redução da seção de escoamento da tubulação.
- 84 Em sistemas de transporte de fluidos em tubulações, a perda de carga ocorre devido ao atrito entre o fluido e as paredes da tubulação, bem como pela presença de conexões, curvas, válvulas e reduções, o que exige maior energia de bombeamento para que se mantenha o escoamento.
- 85 O desempenho da placa de orifício independe da espessura e da planura da placa, mas depende do formato dos cantos do furo central, uma vez que o seu desgaste pode alterar o coeficiente de descarga e ocasionar erros na medição da vazão.

Um engenheiro químico responsável pela regulação de uma concessionária de saneamento avalia o plano de investimentos focado na expansão de uma estação elevatória. O relatório técnico atesta o uso de tubulações de polietileno de alta densidade (PEAD) e bombas centrífugas operando no ponto de máxima eficiência.

A partir dessa situação hipotética, julgue os itens a seguir, que se referem à mecânica dos fluidos aplicada.

- 86 A cavitação em bombas centrífugas ocorre quando o fluido vaporiza na voluta de descarga, região caracterizada pela altíssima pressão hidrodinâmica gerada pelo rotor.
- 87 De acordo com o diagrama de Moody, o fator de atrito na zona de turbulência plena depende exclusivamente do número de Reynolds do escoamento.
- 88 No projeto de uma estação elevatória, para assegurar a integridade da bomba centrífuga, a carga positiva de sucção disponível (NPSHd) da instalação deve apresentar valor numérico superior à carga positiva de sucção requerida (NPSHr) indicada pelo fabricante.
- 89 O regime de escoamento turbulento dissipa uma quantidade de energia superior à dissipada pelo regime laminar em tubulação idêntica, fenômeno provocado pelas intensas flutuações e pela formação de vórtices macroscópicos.

Espaço livre

No âmbito da gestão de eficiência energética de uma planta petroquímica, um engenheiro químico, responsável por certificar a integridade e a *performance* térmica da rede de dutos de distribuição de vapor de alta pressão, avalia o projeto de isolamento atual quanto à sua capacidade de minimizar as perdas térmicas para o meio ambiente, o que impacta diretamente a pegada de carbono da planta e a conformidade com as metas de sustentabilidade exigidas pelos órgãos reguladores ambientais.

Acerca dos fundamentos das ciências térmicas e das resistências térmicas envolvidas no transporte de energia na situação hipotética apresentada, julgue os itens que se seguem.

- 90 O incremento da turbulência no escoamento interno de fluidos promove o espessamento da subcamada limite laminar colada à parede da tubulação, o que favorece o seu isolamento térmico.
- 91 A radiação térmica demanda a presença de um meio material contínuo e particulado para propagar suas ondas eletromagnéticas entre as fornalhas da planta petroquímica.
- 92 O número de Prandtl quantifica a relação intrínseca entre a difusividade cinemática de quantidade de movimento e a difusividade térmica de um fluido.
- 93 A condução de calor em regime permanente através de um duto cilíndrico metálico apresenta um fluxo de calor (em W/m^2) constante ao longo da direção radial externa.

No plano de modernização de uma unidade industrial de produção de cerveja, o chefe da equipe de engenheiros de processos propôs a substituição dos sistemas convencionais de resfriamento de mosto por trocadores de calor de alta eficiência, visando ao incremento da taxa de recuperação térmica e ao atendimento dos indicadores de sustentabilidade energética estabelecidos pela empresa.

Tendo como referência inicial a situação hipotética precedente, julgue os itens subsequentes, a respeito dos arranjos, das resistências e dos limites termodinâmicos.

- 94 O acúmulo contínuo de depósitos de incrustação (*fouling factor*) nas paredes dos tubos eleva o valor do coeficiente global de transferência de calor (U) da unidade térmica.
- 95 O arranjo em contracorrente em trocadores de calor proporciona uma média logarítmica das diferenças de temperatura (MLDT) superior à da configuração em correntes paralelas que operam com as mesmas temperaturas terminais.
- 96 A modelagem termodinâmica de um trocador de calor de área infinita operando em contracorrente permite que a temperatura de saída do fluido frio se aproxime da temperatura de entrada do fluido quente, enquanto, em correntes paralelas, as temperaturas de saída de ambos os fluidos convergem assintoticamente para um valor intermediário comum.

No âmbito da implementação e acreditação de laboratórios, o controle rigoroso da temperatura em fornos analíticos é requisito fundamental para a validade dos ensaios físico-químicos e a garantia da confiabilidade metrológica. À luz dos fundamentos de controle de processos e das ferramentas analíticas aplicáveis, julgue os seguintes itens.

- 97 O ganho estacionário de um processo industrial define a velocidade ou o tempo necessário para que o sistema dinâmico transite entre dois estados de equilíbrio.
- 98 A transformada de Laplace converte equações diferenciais lineares do domínio do tempo para equações algébricas no domínio da variável complexa de frequência.
- 99 Em um sistema de controle de temperatura de um forno analítico, a implementação de uma malha de controle com realimentação negativa e a aplicação de filtros digitais (como filtros de média móvel) contribuem para a redução do ruído de medição, aprimorando a precisão metrológica ao minimizarem as incertezas de medição.

Em uma biorrefinaria de produção de etanol, o sistema de controle supervísório detectou instabilidades operacionais na coluna de destilação que resultavam em desvios na especificação do produto final e na elevação do consumo energético, sendo necessária, nessa situação, a avaliação da malha de controle de temperatura do topo da coluna.

Considerando a necessidade de otimização do processo, a conformidade com as normas de eficiência energética e o comportamento dinâmico do sistema frente a perturbações na alimentação na situação hipotética descrita, julgue os itens subsecutivos, relativos a instrumentação, modelagem transiente e estratégias de controle e *feedback*.

- 100 A ação de controle integral (I) acelera o efeito do tempo morto do processo de transporte de fluidos, antecipando rigorosamente as correções das perturbações de carga no sistema.
- 101 A implementação de um controlador exclusivamente de ação proporcional (P) zera o desvio de regime permanente (*offset*) do sistema de controle após a estabilização de uma perturbação em degrau.
- 102 O sistema de controle que opera com retroalimentação (*feedback*) atua de forma contínua por meio da comparação entre a variável medida do processo e o valor de referência estipulado (*setpoint*).
- 103 O fenômeno da resposta inversa em processos dinâmicos exibe um movimento transitório inicial da variável controlada na direção oposta ao seu estado estacionário final.

Considerando a reação exotérmica $2A \rightleftharpoons B$, que é reversível em fase gasosa e que ocorre em um reator tubular adiabático no qual o sistema reacional é projetado para atingir a conversão de equilíbrio, julgue os itens a seguir.

- 104 Uma estratégia para aumentar a conversão final é dividir o reator tubular em múltiplos reatores tubulares em série com resfriamento intermediário entre cada reator.
- 105 Um aumento na temperatura de entrada aumenta a conversão final.

Espaço livre

Uma reação possui uma lei de velocidade $r = kc_A^2c_B$, em que r representa a taxa de reação, k , a constante cinética, c_A , a concentração do reagente A, e c_B , a concentração do reagente B.

A partir dessa situação hipotética, julgue o próximo item.

- 106** Em condições iniciais, mantendo-se a temperatura constante, reduzir à metade a concentração de A e duplicar simultaneamente a concentração de B reduz à metade a taxa de reação.

Acerca de reações catalíticas heterogêneas, julgue o seguinte item.

- 107** Em processos heterogêneos, se a cinética da reação química for rápida, então a velocidade de reação será determinada pela reação química.

Considerando duas reações químicas cuja dependência da temperatura segue a lei de Arrhenius, e sabendo que ambas possuem o mesmo fator pré-exponencial, julgue o item a seguir.

- 108** Para o mesmo incremento de temperatura, a reação que possui uma energia de ativação maior terá sua constante de velocidade aumentada em menor proporção.

No dimensionamento dos reatores químicos, utilizam-se os termos tempo de residência e velocidade espacial. A esse respeito, julgue o item a seguir.

- 109** A velocidade espacial representa o número de volumes do reator que podem ser processados por unidade de tempo.

Julgue os itens que se seguem, relativos a reatores químicos e seus modos de operação.

- 110** Considere a reação autocatalítica em fase líquida $A + P \rightarrow 2P$, a temperatura constante e sem variação de densidade. Considere, ainda, que o alimento contenha uma elevada concentração de A e traços de P. Nessa situação, para processar a mesma vazão de alimentação e atingir a conversão correspondente ao máximo da velocidade de reação, um reator tubular de escoamento pistonado (PFR) requererá volume menor que um reator de mistura perfeita (CSTR).
- 111** Considere que um reator de mistura perfeita (CSTR) esteja operando em regime isoterma, com uma reação irreversível de primeira ordem. Nessa situação, mantidas a vazão volumétrica de alimentação e a temperatura, o aumento da concentração inicial acarretará uma queda na conversão final.
- 112** Considere que, em um reator em batelada isoterma, ocorra uma reação irreversível de primeira ordem ($-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = kC_A$), em que r_A representa a taxa de reação, C_A , a concentração do reagente A, t , o tempo e k , a constante cinética. Nessa situação, o tempo para alcançar uma conversão de 90% a partir de conversão inicial zero é igual ao tempo para alcançar uma conversão de 99% a partir de uma conversão de 90%.
- 113** Considere um reator tubular de escoamento pistonado (PFR) com reciclo. Nesse caso, à medida que a razão de reciclo aumenta, o comportamento do sistema aproxima-se do de um reator de mistura perfeita (CSTR).
- 114** Nos reatores de leito recheado (PBR), o catalisador sólido permanece fixo no interior do reator, enquanto os reagentes escoam através do leito catalítico.

No que concerne à adsorção, aos efeitos difusivos em reações heterogêneas e à influência de pressão e temperatura na adsorção, julgue os itens subsequentes.

- 115** Em processos de adsorção de gases que seguem o modelo de monocamada, o efeito do aumento da pressão sobre a quantidade adsorvida torna-se menos pronunciado à medida que a fração de sítios de adsorção ocupados se aproxima da saturação.
- 116** Em processos de adsorção física de gases, o aumento da temperatura favorece a adsorção.
- 117** Na catálise homogênea, a adsorção química dos reagentes nos sítios ativos do catalisador é uma etapa fundamental do processo reacional.
- 118** O transporte difusivo é relevante apenas para os reagentes.
- 119** Os processos de adsorção física apresentam baixas energias de adsorção e são, em geral, reversíveis; já a adsorção química caracteriza-se por energias de adsorção mais elevadas e envolve a formação de ligações químicas entre o adsorbato e o adsorvente.
- 120** A redução do tamanho das partículas de um catalisador poroso não influencia a difusão dentro da partícula catalítica porosa.

Espaço livre