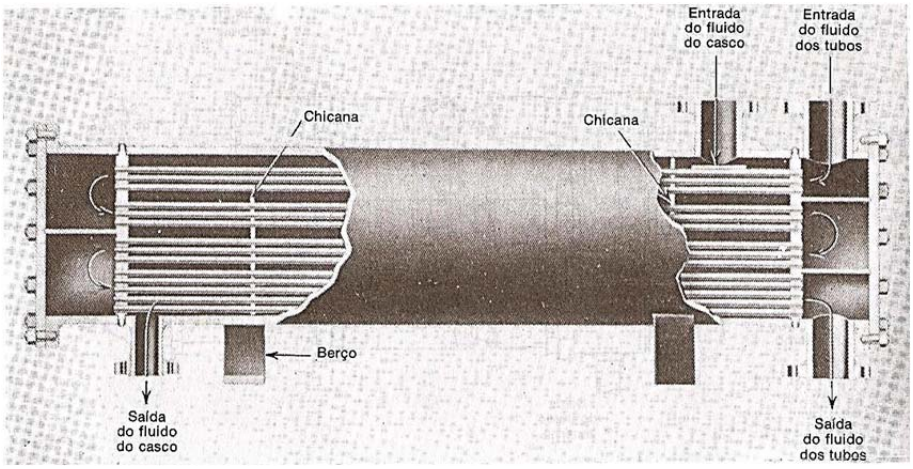
CONHECIMENTOS ESPECIALIZADOS

31) Os trocadores de calor usados pelos engenheiros químicos não podem ser caracterizados por um único modelo e, na realidade, a variedade deste equipamento é infinita. Quando a área da troca térmica é grande, o tipo de trocador recomendado é o de casco e tubo representado pela figura abaixo.



Trocador de calor com quatro passes nos tubos e um passe no casco

Sobre o trocador de calor com quatro passes nos tubos e um passe no casco, analise as afirmativas.

I. A viscosidade dos fluidos é um fator importante na escolha do fluido que deve estar no lado do casco. No casco, mediante o uso de chicanas, é possível ter uma diminuição do atrito.
II. Uma desvantagem dos trocadores de passes múltiplos é a perda extra por atrito provocada pelas velocidades mais altas e as perdas na entrada e na saída dos distribuidores.
III. A modificação constante da velocidade do fluido do casco tende a turbilhonar a corrente, o que melhora a transferência de calor.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

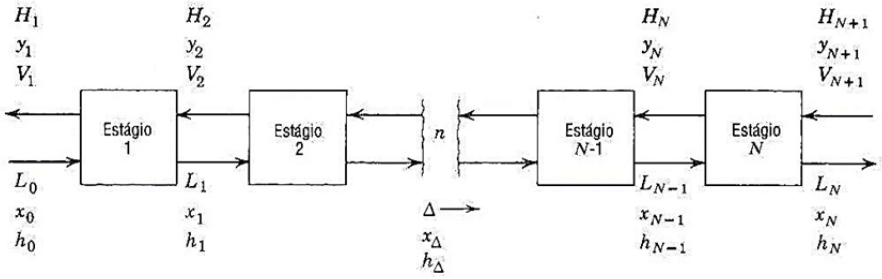
a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

A viscosidade dos fluidos é um fator importante na escolha do fluido que deve estar no lado do casco. No casco, mediante o uso de chicanas, é possível ter turbulência e um acréscimo do atrito. Uma desvantagem dos trocadores de passes múltiplos é a perda extra por atrito provocada pelas velocidades mais altas e as perdas na entrada e na saída dos distribuidores. A modificação constante da velocidade do fluido do casco tende a turbilhonar a corrente, o que melhora a transferência de calor.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

32) Os balanços de massa e de entalpia em torno de uma série de estágios são denominados balanços totais. Os balanços totais podem ser feitos para a cascata generalizada, em contracorrente que aparece na figura abaixo. Os símbolos L, x e h referem-se à massa, à composição e à entalpia da fase L em qualquer ponto; os símbolos V, y e H referem à massa, à composição e à entalpia da fase V.



Contato multiestágio em contracorrente

Sobre o contato multiestágio em contracorrente, analise as afirmativas.

I. Balanço de massa total: $L_0 - V_{N+1} = \Sigma = L_N - V_1$.
II. Balanço de massa de um componente: $L_0x_0 + V_{N+1}y_{N+1} = \Sigma z_\Sigma = L_Nx_N + V_1y_1$.
III. Balanço de energia: $L_0h_0 + V_{N+1}H_{N+1} = \Sigma h_\Sigma = L_Nh_N + V_1H_1$.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Balanço de massa total: $L_0 - V_{N+1} = \Sigma = L_N - V_1$.
Balanço de massa de um componente: $L_0x_0 + V_{N+1}y_{N+1} = \Sigma z_\Sigma = L_Nx_N + V_1y_1$.
Balanço de energia: $L_0h_0 + V_{N+1}H_{N+1} = \Sigma h_\Sigma = L_Nh_N + V_1H_1$.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

33) O tratamento clássico da Segunda Lei da Termodinâmica está baseado em uma visão macroscópica das propriedades, independente de qualquer conhecimento da estrutura da matéria ou do comportamento das moléculas. Ele se origina do estudo de máquinas térmicas. Sobre máquinas térmicas, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) Na operação, o fluido de trabalho de uma máquina térmica absorve calor de um reservatório quente, produz uma quantidade líquida de trabalho, descarta calor para um reservatório frio e retorna ao seu estado inicial.
( ) A eficiência térmica da máquina é definida como $\eta \equiv 1 - \frac{|Q_F|}{|Q_Q|}$.
( ) Uma máquina térmica operando de forma irreversível é chamada máquina de *Carnot*.
( ) Para dois reservatórios de calor dados, nenhuma máquina pode possuir uma eficiência térmica inferior à de uma máquina de *Carnot*.

a) F – F – V – V
b) V – F – F – V
c) V – V – F – F
d) F – V – F – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

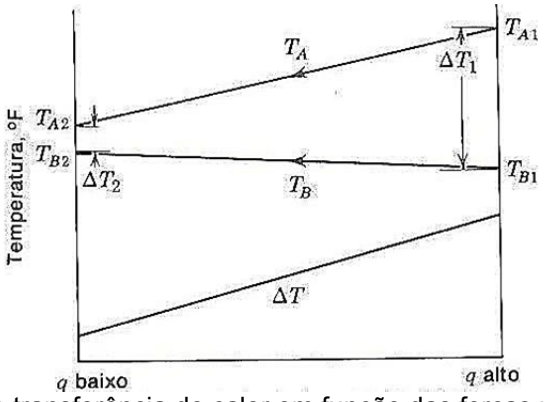
Na operação, o fluido de trabalho de uma máquina térmica absorve calor de um reservatório quente, produz uma quantidade líquida de trabalho, descarta calor para um reservatório frio e retorna ao seu estado inicial.

A eficiência térmica da máquina é definida como $\eta \equiv 1 - \frac{|Q_F|}{|Q_Q|}$

Uma máquina térmica operando de forma reversível é chamada máquina de *Carnot*.
Para dois reservatórios de calor dados, nenhuma máquina pode possuir uma eficiência térmica superior à de uma máquina de *Carnot*.

Fonte: SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C. ABBOTT. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química.** 7. ed. São Paulo: LTC, 2007. 644p.

34) As indústrias de processos químicos utilizam em grande medida a transferência de energia na forma de calor. De acordo com os cálculos de projeto para trocadores de calor e a figura da taxa de transferência de calor em função das forças motrizes, associe corretamente as colunas.



Taxa de transferência de calor em função das forças motrizes

(1) $dq = -U\Delta T dA$

(2) $q_A = -UA\left[\frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{ln\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}\right] = -UA(\Delta T)_{ml}$

(3) $-dq_A = -W_A C_{PA} dT_A$

(4) $q = -A\left[\frac{U_1\Delta T_2 - U_2\Delta T_1}{ln\frac{U_1\Delta T_2}{U_2\Delta T_1}}\right]$

( ) O coeficiente global varia, linearmente, com T ao longo do trocador.
( ) Aplica-se ao escoamento em contracorrente.
( ) Taxa de transferência de calor.
( ) Calor cedido pelo fluido quente, quando ele passa pelo trocador de calor.

A sequência correta é

a) 3 – 2 – 1 – 4
b) 4 – 2 – 1 – 3
c) 3 – 4 – 2 – 1
d) 3 – 1 – 2 – 4

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

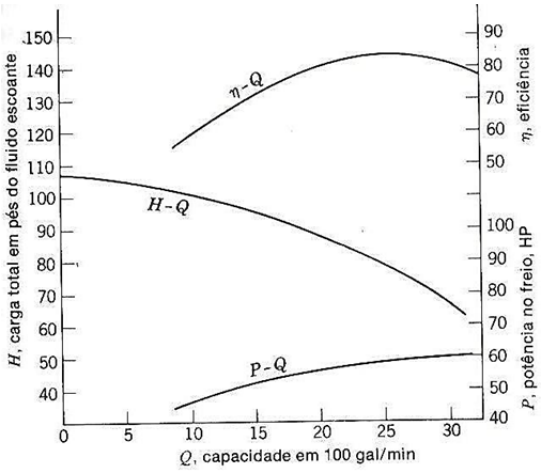
Taxa de transferência de calor: Na maioria dos trocadores de calor, a temperatura de pelo menos um dos fluidos será variável, e por isto a força motriz entre os fluidos quente e frio será também variável. Não apenas ΔT será variável ao longo do trocador, mas também q e U.
Aplica-se ao escoamento em contracorrente: O termo entre colchetes define a força motriz térmica média logarítmica. Assim, a variação da força motriz é levada em conta, com muita simplicidade, mediante o emprego da média logarítmica das forças motrizes nas extremidades do trocador. A equação aplica-se também ao escoamento em contracorrente, e também aos casos em que um dos fluidos está em temperatura constante.

Calor cedido pelo fluido quente, quando ele passa pelo trocador de calor: O fluido quente escoa a uma vazão constante (W_A) em lb/h e a sua temperatura passa de T_{A1} para T_{A2}. O fluido frio escoa em estado permanente, com a vazão (W_B) em lb/h e é aquecido de T_{B1} para T_{B2}. A força motriz térmica, na direção da transferência, em qualquer ponto do trocador, é: $-\Delta T = (T_A - T_B)$, diferenciando a equação: $-d(\Delta T) = dT_A - dT_B$, o calor cedido pelo fluido quente, quando ele passa pelo trocador de calor é: $-dq_A = -W_A C_{PA} dT_A$.

O coeficiente global varia, linearmente, com T ao longo do trocador: Pode fazer um cálculo mais exato usando-se um valor médio logarítmico da combinação UΔT. Deve-se realçar que este é o produto do coeficiente numa extremidade pela ΔT na outra, conforme aparece na indicação dos índices. Na equação admite-se que o coeficiente global varia linearmente com T ao longo do trocador, e também que os calores específicos são constantes e que existe um estado permanente.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

35) A melhor forma de descrever as características operacionais das bombas se faz pelo uso das curvas características. A figura abaixo mostra a relação entre a pressão de descarga (a carga da bomba, altura manométrica (H), a capacidade (Q), a eficiência (η) e a potência (P) para uma dada bomba numa velocidade de rotação).



Curvas características de uma bomba centrífuga

A respeito das curvas características de uma bomba centrífuga, analise as afirmativas.

I. A pressão manométrica de descarga do fluido bombeado é dependente da densidade do fluido.
II. A pressão diminui continuamente à medida que a capacidade diminui.
III. Uma bomba centrífuga opera, usualmente, a velocidade constante, e a capacidade da bomba depende somente da pressão total, do projeto e das condições de sucção.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

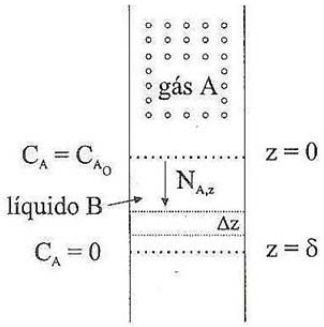
a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

A pressão manométrica de descarga do fluido bombeado é independente da densidade do fluido. A pressão aumenta continuamente à medida que a capacidade diminui. Uma bomba centrífuga opera, usualmente, a velocidade constante, e a capacidade da bomba depende somente da pressão total, do projeto e das condições de sucção.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

36) Considere o fenômeno da absorção química, conforme a figura abaixo. Esse fenômeno se refere ao transporte de um soluto A da fase gasosa à líquida, acompanhado de reação química na fase líquida. Suponha-se que o gás A se dissolve ao atingir a interface gás-líquido e difunde em um líquido reacional estagnado. Ao tempo de difundir-se, a espécie A sofre reação química irreversível na forma: A + B → L. O produto da reação L não interfere na absorção de A por B.



Difusão com reação química homogênea de primeira ordem

Em relação ao fenômeno, analise as afirmativas.

I. O produto da reação L é altamente solúvel no líquido, o que o leva a não influenciar o curso do processo difusivo.
II. A concentração do gás A dissolvido é grande quando comparada à do líquido B, ou seja, A está em excesso.
III. A espécie A difunde desde a interface gás-líquido até o seu desaparecimento total ao atingir uma profundidade Z= δ na fase líquida.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

O produto da reação L é altamente solúvel no líquido, o que o leva a não influenciar o curso do processo difusivo.
A concentração do gás A dissolvido é pequena quando comparada à do líquido B, ou seja, B está em excesso. A espécie A difunde desde a interface gás-líquido até o seu desaparecimento total ao atingir uma profundidade Z= δ na fase líquida.

Fonte: CREMASCO, Marco Aurélio. **Fundamentos de Transferência de Massa.** 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

37) Um reator em batelada é usado para operação em pequena escala, para testar novos processos que não tenham sido desenvolvidos completamente, para a fabricação de produtos caros e para processos que sejam difíceis de converter em operações contínuas. A respeito de reatores em batelada, analise as afirmativas.

I. Um reator em batelada não tem entrada nem saída de reagentes ou produtos enquanto a reação está ocorrendo.
II. O balanço geral molar resultante para a espécie j é $\frac{dN_j}{dt} = \int^V r_j \, dV$.
III. O reator em batelada tem a desvantagem de altas conversões que podem ser obtidas deixando o reagente no reator por longo período de tempo.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Um reator em Batelada não tem entrada nem saída de reagentes ou produtos enquanto a reação está ocorrendo.

O balanço geral molar resultante para a espécie J é $\frac{dN_j}{dt} = \int^V r_j \, dV$.

O reator em batelada tem a vantagem de altas conversões que podem ser obtidas deixando o reagente no reator por longo período de tempo.

Fonte: FOGLER, H. Scott. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas.** 4. ed. São Paulo: LTC, 2012. 853p.

38) Reatores em batelada operando adiabaticamente são frequentemente empregados para a determinação de ordens de reação, de energias de ativação e de velocidades específicas de reações exotérmicas. Essas determinações são feitas através do monitoramento das trajetórias temperatura-tempo para diferentes condições iniciais. A respeito da operação adiabática de um reator em batelada, analise as afirmativas.

I. Equação de projeto: $V = \frac{F_{A0} X}{-r_A}$.

II. Balanço de energia quando o trabalho executado pelo misturador puder ser desprezado: $\frac{dT}{dt} = \frac{(-\Delta H_{Rx})(-r_A V)}{\Sigma N_i C_{P_i}}$.

III. Para determinar o tempo necessário para obtenção de uma conversão específica: $t = N_{A0} \int_0^X \frac{dX}{-r_A V}$.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Equação de projeto: $N_{A0} = \frac{dX}{dt} = -r_A V$.

Balanço de energia quando o trabalho executado pelo misturador puder ser desprezado: $\frac{dT}{dt} = \frac{(-\Delta H_{Rx})(-r_A V)}{\Sigma N_i C_{P_i}}$.

Para determinar o tempo necessário para obtenção de uma conversão específica: $t = N_{A0} \int_0^X \frac{dX}{-r_A V}$.

Fonte: FOGLER, H. Scott. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas.** 4. ed. São Paulo: LTC, 2012. 853p.

39) A escolha da operação de transferência de massa a ser usada para efetuar-se a separação de uma mistura multicomposta depende da viabilidade operacional, da teoria físico-química e das questões econômicas. O porte necessário para a unidade operacional tem seu custo calculado a partir do conhecimento das limitações do equilíbrio de fase. Sobre equilíbrio de fases, analise as afirmativas.

I. Para o equilíbrio líquido-líquido, na extração em fase líquida, no caso mais simples, o soluto é dividido entre duas fases líquidas insolúveis. Os dados de equilíbrio para este caso podem ser registrados como razões entre a massa de soluto e solvente em cada uma das fases em equilíbrio.
II. A adsorção, que é a forma mais comum do estabelecimento de equilíbrio entre gás e sólido, pode ocorrer mediante mecanismos físicos e químicos. As moléculas do fluido aderem à superfície do adsorvente sólido, e fica estabelecido um equilíbrio entre o fluido adsorvido e a fase fluida restante.
III. Para o equilíbrio sólido-líquido, um estágio de equilíbrio pode ser definido como aquele em que o líquido aderente aos sólidos que saem do estágio não tem a mesma composição que o extrato líquido que sai do mesmo estágio.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Para o equilíbrio líquido-líquido, na extração em fase líquida, no caso mais simples, o soluto é dividido entre duas fases líquidas insolúveis. Os dados de equilíbrio para este caso podem ser registrados como razões entre a massa de soluto e solvente em cada uma das fases em equilíbrio. A adsorção, que é a forma mais comum do estabelecimento de equilíbrio entre gás e sólido, pode ocorrer mediante mecanismos físicos e químicos. As moléculas do fluido aderem à superfície do adsorvente sólido, e fica estabelecido um equilíbrio entre o fluido adsorvido e a fase fluida restante. Para o equilíbrio sólido-líquido, um estágio de equilíbrio pode ser definido como

aquele em que o líquido aderente aos sólidos que saem do estágio tem a mesma composição que o extrato líquido que sai do mesmo estágio.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

40) Os mecanismos de proteção anticorrosiva, conferidos por uma tinta ou sistema de pintura, são definidos tomando-se o aço como substrato de referência. Sobre os mecanismos de proteção, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) O cobre se mostra eficaz quando disperso em resina, geralmente epóxi, ou em silicatos inorgânicos ou orgânicos.
( ) No mecanismo de barreira, a eficiência da proteção depende da espessura do revestimento e da resistência das tintas ao meio corrosivo.
( ) No mecanismo de inibição, as tintas de fundo contêm determinados pigmentos inibidores que dão origem à formação de uma camada passiva sobre a superfície do metal, impedindo a sua passagem para a forma iônica.

a) F – F – V
b) V – V – F
c) V – F – V
d) F – V – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

O Zinco se mostra eficaz quando disperso em resina, geralmente epóxi, ou em silicatos inorgânicos ou orgânicos. No mecanismo de barreira, a eficiência da proteção depende da espessura do revestimento e da resistência das tintas ao meio corrosivo. No mecanismo de inibição, as tintas de fundo contêm determinados pigmentos inibidores que dão origem à formação de uma camada passiva sobre a superfície do metal, impedindo a sua passagem para a forma iônica.

Fonte: GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

41) O estado intensivo de um sistema em equilíbrio é estabelecido quando sua temperatura, sua pressão e a composição de todas as suas fases são especificadas. Consequentemente, estas são variáveis desse conjunto que devem ser especificadas arbitrariamente para fixar os valores de todas as variáveis restantes da regra das fases, e assim o estado intensivo do sistema.

Sobre regras das fases são feitas as seguintes afirmativas:

I. Quando F=0, o sistema é invariante.
II. Uma solução líquida de álcool em água em equilíbrio com o seu vapor possui um grau de liberdade 3.
III. A adição de um gás inerte a um sistema formado por água em equilíbrio com o seu vapor altera as características do sistema.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

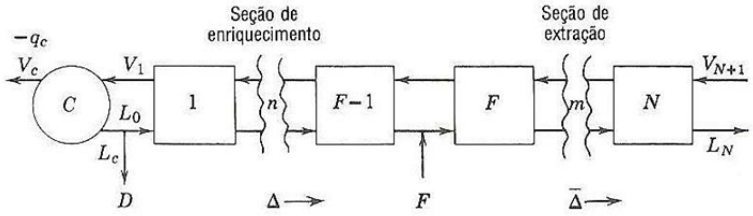
a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Quando F= 0, o sistema é invariante. Uma solução líquida de álcool em água em equilíbrio com o seu vapor possui um grau de liberdade 2. (F= 2-2+ 2= 2). A adição de um gás inerte a um sistema formado por água em equilíbrio com o seu vapor altera as características do sistema.

Fonte: SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C. ABBOTT. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química.** 7. ed. São Paulo: LTC, 2007. 644p.

42) O refluxo é usado, com mais generalidade, na extração em fase líquida e na destilação, embora o seu princípio seja aplicável a qualquer operação multiestágio em contracorrente. Analise a figura abaixo.



Cascata multiestágio com refluxo da fase L

Sobre a figura cascata multiestágio com refluxo da fase L e aplicações do refluxo, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) O refluxo apresentado na figura é raramente usado na destilação, pois requer a adição de uma corrente de vapor extra V_{n+1}. Usa-se o refluxo simples, ocasionalmente, quando se quer separar água de um componente mais volátil; então a corrente V_{n+1} é constituída por vapor de água.

( ) O número de estágios de equilíbrio necessários para uma dada separação pode ser calculado por $\Delta = L_0 + V_1 = L_n + V_{n+1}$.

( ) Um balanço total de massa em toda a cascata é $F = V_c + D + L_N + V_{N+1}$.

( ) Na extração líquido-líquido, o refluxo do extrato (L_0) pode ser empregado para se ter maior recuperação do soluto no extrato. Neste caso, o solvente é removido de V_1, no separador de solvente (C), para produzir o líquido (L_c) com uma concentração baixa de solvente, parte do qual é o extrato produto (D) e outra parte é o extrato refluxo (L_0).

a) F – F – V – V
b) V – F – F – V
c) V – V – F – F
d) F – V – F – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

O refluxo apresentado na figura é raramente usado na destilação, pois requer a adição de uma corrente de vapor extra V_{n+1}. Usa-se o refluxo simples, ocasionalmente, quando se quer separar água de um componente mais volátil; então a corrente V_{n+1} é constituída por vapor de água. O número de estágios de equilíbrio necessários para uma dada separação pode ser calculado por $\Delta = L_0 - V_1 = L_n - V_{n+1}$. Um balanço total de massa em toda a cascata dá $F = V_c + D + L_N - V_{N+1}$. Na extração líquido-líquido, o refluxo do extrato (L_0) pode ser empregado para se ter maior recuperação do soluto no extrato. Neste caso, o solvente é removido de V_1, no separador de solvente (C), para produzir o líquido (L_c) com uma concentração baixa de solvente, parte do qual é o extrato produto (D) e outra parte é o extrato refluxo (L_0).

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

43) Pode-se considerar que ocorrem no mecanismo eletroquímico reações químicas que envolvem transferência de carga ou elétrons através de uma interface ou eletrólito. Sobre o processo eletroquímico de corrosão, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) No meio não aerado, o hidrogênio pode ficar adsorvido na superfície do catodo, polarizando a pilha formada com consequente redução do processo corrosivo.

( ) Se o oxigênio puder ser rápido e uniformemente fornecido a uma superfície metálica, é possível reparar fraturas que ocorram na película, diminuindo-se, assim, a velocidade de corrosão.

( ) O cobre tem uma velocidade de corrosão rápida em presença de ácidos não oxidantes, e em presença de oxigênio este vai funcionar como estimulador de corrosão.

( ) A corrosão eletroquímica será tanto mais intensa quanto maior o valor do pH.

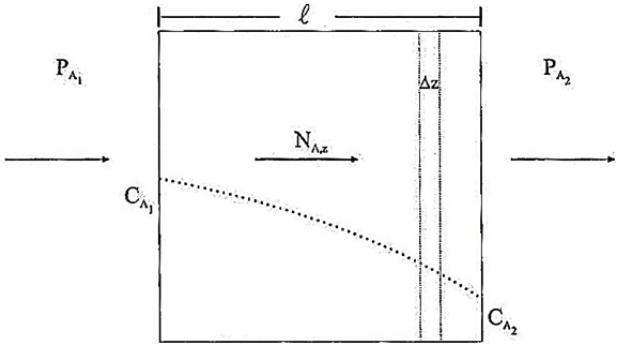
a) F – F – V – V
b) V – F – F – V
c) V – V – F – F
d) F – V – F – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

No meio não aerado, o hidrogênio pode ficar adsorvido na superfície do catodo, polarizando a pilha formada com consequente redução do processo corrosivo. Se o oxigênio puder ser rápida e uniformemente fornecido a uma superfície metálica, é possível reparar fraturas que ocorram na película, diminuindo-se, assim, a velocidade de corrosão. O cobre tem uma velocidade de corrosão lenta em presença de ácidos não oxidantes, e em presença de oxigênio este vai funcionar como estimulador de corrosão. A corrosão eletroquímica será tanto mais intensa quanto menor o valor de pH.

Fonte: GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

44) A característica básica de uma membrana fickiana é que a difusão do penetrante obedece à lei ordinária da difusão. Analise a figura abaixo.



Difusão em regime permanente através de uma matriz polimérica

Sobre a difusão de um gás por uma membrana polimérica amorfa que não apresente variação de volume, analise as afirmativas.

I. Devido às características da membrana, o fluxo global do soluto será governado pela contribuição difusiva, sendo dado pela equação $N_{A,Z} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dz}$ que é, particularmente, válida quando o penetrante apresenta baixa solubilidade em relação ao material de que é feita a membrana.
II. A força motriz para o transporte do difundente é a diferença de concentração entre a alimentação do gás e a sua saída.
III. Para que a difusão do penetrante obedeça à lei ordinária da difusão, a mobilidade do soluto deve ser muito maior se comparada à mobilidade dos segmentos de polímero da cadeia polimérica.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Devido às características da membrana, o fluxo global do soluto será governado pela contribuição difusiva, sendo dado pela equação $N_{A,Z} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dz}$ que é particularmente válida quando o penetrante apresenta baixa solubilidade em relação ao material de que é feita a membrana. A força motriz para o transporte do difundente é a diferença de concentração entre a alimentação do gás e a sua saída. Para que a difusão do penetrante obedeça à lei ordinária da difusão, a mobilidade do soluto deve ser muito menor se comparada à mobilidade dos segmentos de polímero da cadeia polimérica.

Fonte: CREMASCO, Marco Aurélio. **Fundamentos de Transferência de Massa.** 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

45) Da qualidade dos métodos empregados no revestimento e na limpeza das superfícies metálicas vai depender a boa aderência e a impermeabilidade da película, que são evidentemente condições essenciais para que haja proteção adequada. Sobre as técnicas mais frequentemente usadas para aplicação de revestimentos metálicos é **incorreto** afirmar que:

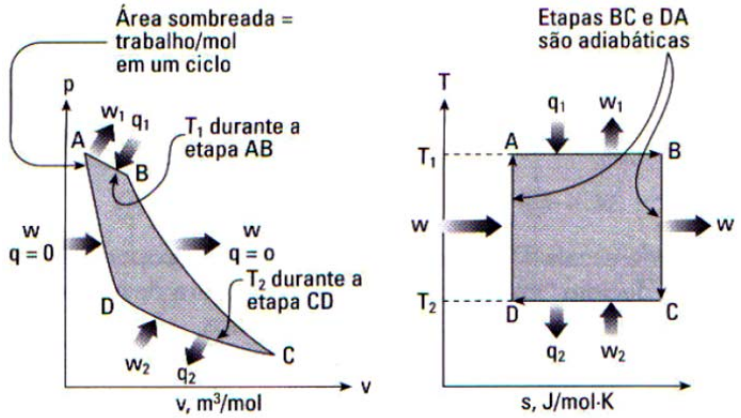
a) na imersão a quente, os banhos de galvanização são mantidos em temperaturas entre 800-1000°C.
b) a cladização pode ser feita pela laminação conjunta, a quente, de chapas do metal-base e do revestimento, pelo processo de explosão ou por solda.
c) a redução química é um método conveniente para revestir peças de formas complicadas e interior de tubos que sejam difíceis de serem revestidos por outros métodos.
d) no processo de eletrodeposição, o material a ser protegido é colocado como catodo de uma cuba eletrolítica, onde o eletrólito contém sal do metal a ser usado no revestimento, podendo o anodo ser também do metal a ser depositado.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Na imersão a quente, os banhos de galvanização são mantidos em temperaturas entre 400-480°C.

Fonte: GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

46) A figura a seguir mostra o ciclo de quatro etapas em um diagrama p-v e também em um diagrama T-s; analise-a.



Associe as duas colunas relacionando as etapas deste ciclo com as equações.

(1) Etapa AB
(2) Etapa BC
(3) Etapa CD
(4) Etapa DA

( ) $|W| = c_v (T_2 - T_1)$
( ) $|W_2| = |q_2| = RT_2 \ell n \frac{P_C}{P_D}$
( ) $|W_1| = |q_1| = RT_1 \ell n \frac{P_A}{P_B}$
( ) $|W| = c_v (T_1 - T_2)$

A sequência está correta em

a) 3 – 4 – 1 – 2
b) 2 – 1 – 4 – 3
c) 1 – 4 – 3 – 2
d) 2 – 3 – 1 – 4

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Etapa AB (isotérmica): $|W_1| = |q_1| = RT_1 \ell n \frac{P_A}{P_B}$

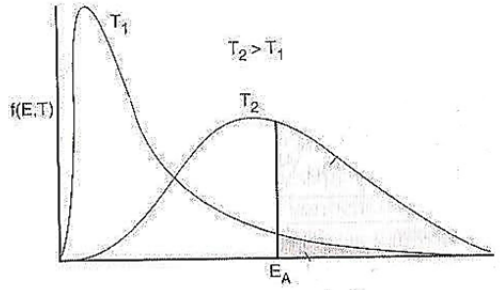
Etapa BC (adiabática reversível) $|W| = c_v (T_2 - T_1)$

Etapa CD (isotérmica): $|W_2| = |q_2| = RT_2 \ell n \frac{P_C}{P_D}$

Etapa DA (adiabática reversível) $|W| = c_v (T_1 - T_2)$

Fonte: LEVENSPIEL, Octave. **Termodinâmica Amistosa para Engenheiros.** São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 336p.

47) A energia das moléculas individuais inclui-se dentro de uma distribuição de energia em que algumas moléculas têm mais energia do que as outras. Esse tipo de distribuição é apresentado na figura a seguir.



Distribuição de energia das moléculas reagentes

Sobre a distribuição de energia das moléculas reagentes, analise as afirmativas.

I. A função f(E, T) é mais facilmente interpretada identificando-se (f.dE) como a fração de moléculas que tem energia entre E e (E+dE).
II. As moléculas na área sombreada contêm energia cinética suficiente para causar a ruptura das ligações e então ocorrer a reação.
III. À medida que a temperatura diminui, mais moléculas contêm energia suficiente para reagir e a velocidade de reação cresce.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

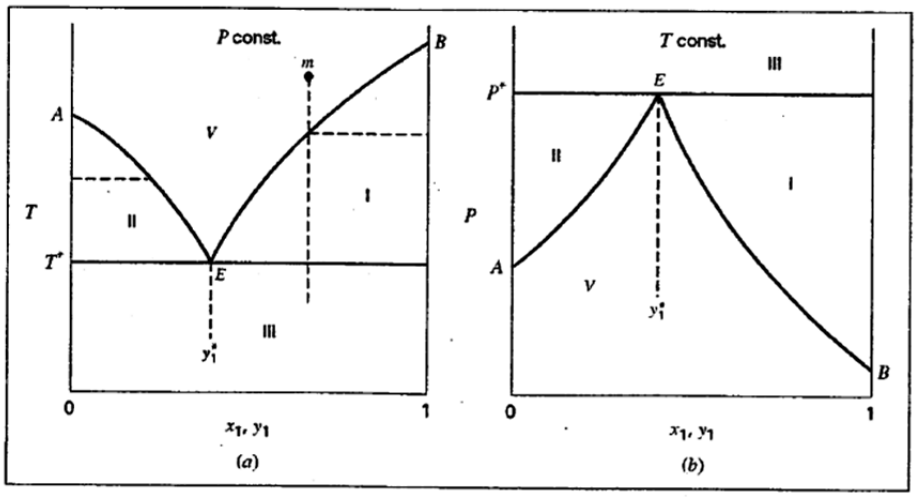
a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

A função f(E-T) é mais facilmente interpretada identificando-se (f.dE) como a fração de moléculas que tem energia entre E e (E+ dE). As moléculas na área sombreada contêm energia cinética suficiente para causar a ruptura das ligações e então ocorrer a reação. À medida que a temperatura cresce mais moléculas contêm energia suficiente para reagir e a velocidade de reação cresce.

Fonte: FOGLER, H. Scott. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas.** 4. ed. São Paulo: LTC, 2012. 853p.

48) As características das fases em um sistema imiscível são ilustradas no diagrama temperatura / composição.



Sistema binário de líquidos imiscíveis (a) Diagrama T_{xy} (b) Diagrama P_{xy}

A respeito dos diagramas, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) No ponto de orvalho, o líquido 1 puro começa a se condensar.

( ) No ponto E, o vapor restante se condensa na temperatura T^*, produzindo duas fases líquidas, uma da espécie 1 pura e outra da espécie 2 pura.

( ) Um posterior aumento na temperatura na direção de T^* causa a condensação continuada do líquido 1 puro.

( ) O líquido 1 puro se condensa primeiro.

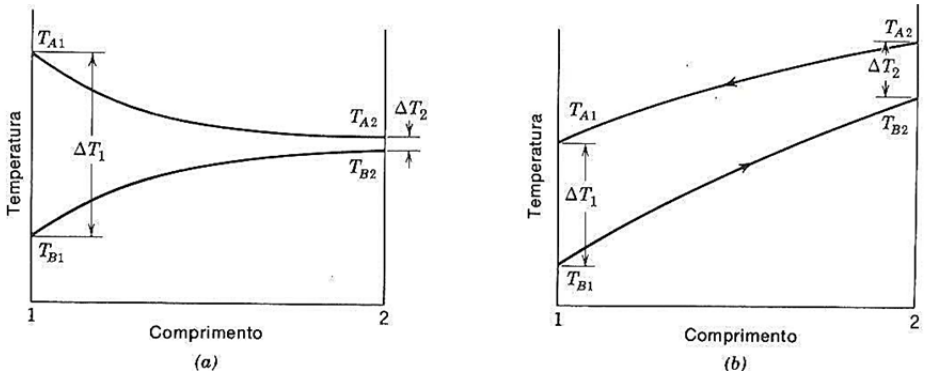
a) F – F – V – V
b) V – F – F – V
c) V – V – F – F
d) F – V – F – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

No ponto de orvalho, o líquido 1 puro começa a se condensar. No ponto E, o vapor restante se condensa na temperatura T^*, produzindo duas fases líquidas, uma da espécie 1 pura e outra da espécie 2 pura. Uma posterior redução na temperatura na direção de T^* causa a condensação continuada do líquido 1 puro. O líquido 2 puro se condensa primeiro.

Fonte: SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C. ABBOTT. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química.** 7. ed. São Paulo: LTC, 2007. 644p.

49) Na figura abaixo aparecem as variações de temperatura dos fluidos no trocador de calor, onde a temperatura de cada corrente está plotada em função do comprimento no trocador.



Distribuição de temperatura em trocadores de calor com escoamento em paralelo e em contracorrente
(a) Escoamento paralelo (b) Escoamento contracorrente

Sobre a distribuição de temperatura em trocadores de calor com escoamento em paralelo e em contracorrente é **incorreto** afirmar que

a) para o escoamento em contracorrente, a força motriz é muito mais constante ao longo de toda a extensão do trocador.
b) para o escoamento paralelo, na entrada, prevalece uma grande força motriz, o que propicia uma grande taxa de transferência de calor.
c) o resultado líquido (figura b) é o de que a área superficial de troca contribui com mais ou menos a mesma taxa de troca de calor ao longo de toda a extensão do trocador.
d) o resultado líquido (figura a) deste tipo de variação de ΔT é o de que o trocador é muito mais eficiente por unidade de área de troca de calor nas vizinhanças de saída do que nas proximidades da entrada.

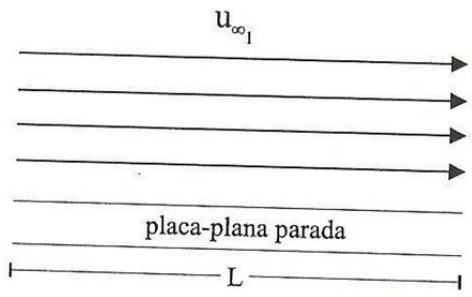
JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

O resultado líquido deste tipo de variação de ΔT é o de que o trocador é muito mais eficiente por unidade de área de troca de calor nas proximidades da entrada do que nas vizinhanças da saída.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

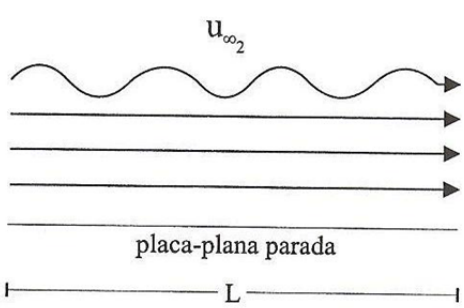
50) Admita que um fluido newtoniano escoe lentamente sobre uma placa-plana horizontal parada de forma que o escoamento do fluido se comporte tal qual um conjunto de lâminas sobrepostas escoando paralelas entre si (a) e considere a situação na qual a velocidade da corrente livre foi aumentada de $U_{\infty 1}$ para $U_{\infty 2}$ (b).

(a)



Escoamento de um fluido sobre uma superfície plana com velocidade $U_{\infty 1}$.

(b)



Escoamento fictício junto à parede de uma placa-plana à $U_{\infty 2}$.

Sobre o escoamento de um fluido sobre uma superfície plana e junto à parede de uma placa-plana, analise as afirmativas.

I. Para a figura b, a transferência de quantidade de movimento se sucede em nível molecular e o regime continua sendo laminar.
II. Houve modificação qualitativa ($U_{\infty 1}$ para $U_{\infty 2}$), mas não quantitativa, pois não ocorreu a mistura macroscópica devido ao entrelaçamento entre as lâminas.
III. Ao regime laminar quando comparado às figuras a e b: as lâminas de fluido mais distantes da parede da placa apresentam agitação distinta se comparada com aquela associada às lâminas próximas à superfície da placa, mas o comportamento macroscópico não é afetado.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

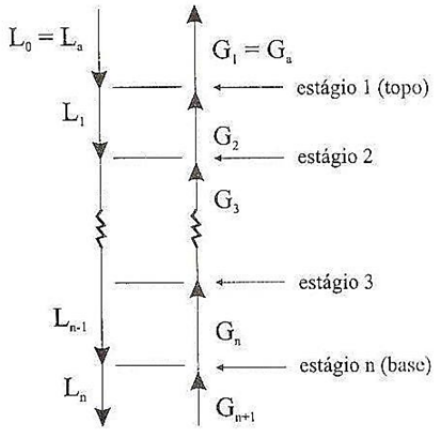
a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Para a figura b, a transferência de quantidade de movimento se sucede em nível molecular e o regime continua sendo laminar. Houve modificação quantitativa ($U_{\infty 1}$ para $U_{\infty 2}$), mas não qualitativa, pois não ocorreu a mistura macroscópica devido ao entrelaçamento entre as lâminas. Ao regime laminar quando comparado às figuras a e b: as lâminas de fluido mais distantes da parede da placa apresentam agitação distinta se comparada com aquela associada às lâminas próximas à superfície da placa, mas o comportamento macroscópico não é afetado.

Fonte: CREMASCO, Marco Aurélio. **Fundamentos de Transferência de Massa.** 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

51) Além das técnicas de separação que se processam em contatos contínuos, existem outras que operam em estágios. A figura abaixo ilustra o contato entre as correntes leve e pesada no interior de uma coluna de estágios.



Representação dos estágios ideais ou teóricos

De acordo com a figura e operações em estágio, analise as afirmativas.

I. Balanço global: $L_a + G_{n+1} = L_n + G_a$.

II. Balanço do componente A: $x_{A_a} L_a + y_{A_{n+1}} G_{n+1} = x_{A_n} L_n + y_{Aa} G_a$.

III. Como exemplo de equipamentos que operam por estágios, cita-se a torre de recheio.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Balanço global: $L_a + G_{n+1} = L_n + G_a$.

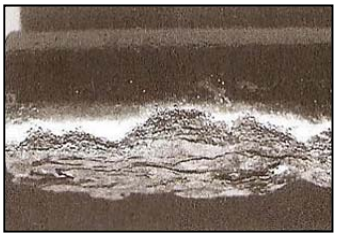
Balanço do componente A: $x_{A_a} L_a + y_{A_{n+1}} G_{n+1} = x_{A_n} L_n + y_{Aa} G_a$.

Como exemplo de equipamentos que operam por estágios, cita-se a coluna de pratos perfurados.

Fonte: CREMASCO, Marco Aurélio. **Fundamentos de Transferência de Massa.** 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

52) As formas de corrosão podem ser apresentadas considerando-se a aparência ou forma de ataque e as diferentes causas da corrosão e seus mecanismos. Associe as duas colunas relacionando as fotografias com as formas de corrosão. Em seguida, assinale a sequência correta.

(1)

(2) 

(3)

(4)

( ) uniforme.
( ) transgranular.
( ) filiforme.
( ) por esfoliação.

a) 3 – 4 – 1 – 2
b) 2 – 1 – 4 – 3
c) 1 – 4 – 3 – 2
d) 2 – 3 – 1 – 4

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Uniforme: a corrosão se processa em toda a extensão da superfície, ocorrendo perda uniforme de espessura.
Transgranular: a corrosão se processa nos grãos da rede cristalina do material metálico, o qual, perdendo suas propriedades mecânicas, poderá fraturar à menor solicitação mecânica, tendo-se também corrosão sob tensão fraturante.
Filiforme: a corrosão se processa sob a forma de finos filamentos, mas não profundos, que se propagam em diferentes direções e que não se ultrapassam, pois admite-se que o produto de corrosão, em estado coloidal, apresenta carga positiva, daí a repulsão.
Esfoliação: a corrosão se processa de forma paralela à superfície metálica.

Fonte: GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

53) Para caracterizar a agressividade de um determinado meio corrosivo e fornecer fundamentos básicos para o controle da corrosão, realizam-se os chamados ensaios de corrosão. Sobre ensaios de corrosão, é **incorreto** afirmar que

a) para remoção de produto de corrosão de zinco utiliza-se 10% de solução aquosa de cloreto de amônio.
b) os valores de taxas de corrosão são utilizados para corrosão uniforme, puntiforme, intergranular e transgranular.
c) entre os ensaios ou técnicas de inspeção estão o líquido penetrante e partículas magnéticas para identificação de trincas.
d) na limpeza eletrolítica, retira-se previamente, por limpeza mecânica leve, os produtos de corrosão fracamente aderidos e, em seguida, procede-se à limpeza, colocando-se o corpo de prova como catodo de uma cuba eletrolítica.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Os valores de taxas de corrosão só podem ser utilizados para corrosão uniforme, não se aplicando para casos de corrosão localizada.

Fonte: GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

54) Para pressões suficientemente baixas ou temperaturas suficientemente altas, a mistura no equilíbrio se comporta essencialmente como um gás ideal.

A partir da equação $\prod_i (y_i)^{v_i} = \left(\frac{P}{P^o}\right)^{-v} k$ preencha as lacunas abaixo e, em seguida, assinale a alternativa correta.

Um aumento em K, a uma pressão constante, resulta em um(a) _____ em $\pi_i(y_i)^V{}_i$, isso implica um deslocamento da reação para direita e um(a) _____ em ε_e. Um aumento em T causa um(a) _____ em K e um(a) _____ em $\pi_i(y_i)^V{}_i$, a uma P constante.

a) aumento / diminuição / diminuição / aumento
b) aumento / aumento / diminuição / diminuição
c) diminuição / aumento / aumento / diminuição
d) diminuição / diminuição / aumento / aumento

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Um aumento em K, a uma pressão constante, resulta em um aumento em $\pi_i(y_i)^V{}_i$, isso implica um deslocamento da reação para direita e um aumento em ε_e. Um aumento em T causa uma diminuição em K e uma diminuição em $\pi_i(y_i)^V{}_i$, a uma P constante.

Fonte: SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C. ABBOTT. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química.** 7. ed. São Paulo: LTC, 2007. 644p.

55) As operações unitárias são pertinentes aos processos separativos que dependem apenas das diferenças das propriedades físicas e não do comportamento químico. Estes processos ou se fundamentam sobre uma diferença na composição das fases em equilíbrio ou sobre uma diferença na taxa de transferência de massa dos constituintes da mistura. A respeito dos processos de separação, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) No processo de destilação, o efeito final é a diminuição da concentração do componente mais volátil no vapor e do componente menos volátil no líquido.
( ) No equipamento de absorção, o absorvente líquido está acima do seu ponto de bolha e a fase gasosa está abaixo do seu ponto de orvalho.
( ) Para extração líquido-líquido, emprega-se não só equipamento em estágios, mas também equipamento de contato contínuo.
( ) A diálise é um processo de separação no qual se transfere massa através de uma membrana graças à força motriz proveniente de um gradiente de concentração.

a) F – F – V – V
b) V – F – F – V
c) V – V – F – F
d) F – V – F – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

No processo de destilação, o efeito final é o aumento da concentração do componente mais volátil no vapor e do componente menos volátil no líquido. No equipamento de absorção, o absorvente líquido está abaixo do seu ponto de bolha e a fase gasosa está acima do seu ponto de orvalho. Para extração líquido-líquido emprega-se não só equipamento em estágios, mas também equipamento de contato contínuo. A diálise é um processo de separação no qual se transfere massa através de uma membrana graças à força motriz proveniente de um gradiente de concentração.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

56) Os pigmentos inorgânicos, em geral, possuem melhor resistência à radiação solar, em especial aos raios ultravioleta, do que os orgânicos que, por sua vez, para determinadas cores, possuem melhor resistência química do que os inorgânicos.

Associe as duas colunas relacionando os pigmentos inorgânicos com as suas características.

(1) Dióxido de titânio
(2) Zarcão
(3) Óxido de ferro vermelho
(4) Alumínio

( ) Na presença de ácidos graxos de óleos vegetais, confere proteção anticorrosiva ao aço pelo mecanismo de passivação ou inibição anódica.
( ) Apresenta resistência química bastante satisfatória e um custo relativamente baixo.
( ) Pode ser encontrado sob duas formas de estrutura cristalina: rutilo e anatásio.
( ) Uma das propriedades mais importantes é o formato lamelar das partículas.

A sequência está correta em

a) 3 – 4 – 1 – 2
b) 2 – 1 – 4 – 3
c) 1 – 4 – 3 – 2
d) 2 – 3 – 1 – 4

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Dióxido de titânio: O tamanho médio das partículas é aproximadamente 0,3 μm. O rutilo é o mais utilizado na fabricação de tintas, pois possui inúmeras vantagens em relação ao anatásio, como índice de refração mais alto, o que lhe confere maior opacidade ou poder de cobertura e melhor resistência à radiação solar.
Zarcão: é um dos pigmentos mais antigos e eficientes, dentre aqueles utilizados pela indústria de tintas. Trata-se de um pigmento que, na presença de ácidos graxos de óleos vegetais, em especial o óleo de linhaça, confere proteção anticorrosiva ao aço pelo mecanismo de passivação ou inibição anódica.
Óxido de ferro vermelho: Excelente poder de cobertura ou opacidade. Apresenta resistência química bastante satisfatória e um custo relativamente baixo. Estes fatores técnicos e econômicos justificam, plenamente, a sua grande utilização na fabricação de tintas.
Alumínio: dentre os pigmentos metálicos, o alumínio é um dos mais utilizados na fabricação de tintas. Uma das propriedades mais importantes do alumínio é o formato lamelar (em forma de placas) das partículas. No que diz respeito ao aspecto de proteção anticorrosiva, os pigmentos com estrutura lamelar conferem à película de tinta ou aos revestimentos por pintura uma maior resistência à penetração de umidade e, portanto, contribuem para melhorar a proteção anticorrosiva por barreira.

Fonte: GENTIL, Vicente. **Corrosão.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

57) A determinação experimental dos coeficientes individuais de transferência de massa não é trivial. Uma das maneiras para estimá-los consiste na realização de experimentos nos quais é estabelecido, operacionalmente, que a resistência oferecida ao transporte do soluto de uma das fases venha a ser desprezível em face da outra. Caso contrário, o coeficiente obtido engloba as resistências das fases envolvidas no processo de separação. Sobre os coeficientes globais de transferência de massa, resistência e processo de separação, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) Para o sistema absorção da amônia por água, a equação é $1/K_Y \approx 1/K_Y$; nesse caso a resistência da fase gasosa controla o processo de transferência de massa.
( ) O equipamento de separação utilizado para um sistema envolvendo um gás pouco solúvel na fase líquida são as torres *spray*.
( ) Utilizam-se as torres de borbulhamento quando as duas fases (líquido e gás) controlam o processo de transferência de massa ou quando se opera com elevadas taxas de vapor em relação às do líquido.
( ) Para o sistema absorção do dióxido de carbono por água, a equação é $1/K_x \approx 1/K_x$; nesse caso a resistência da fase líquida controla o processo de transferência de massa.

a) F – F – V – V
b) V – F – F – V
c) V – V – F – F
d) F – V – F – V

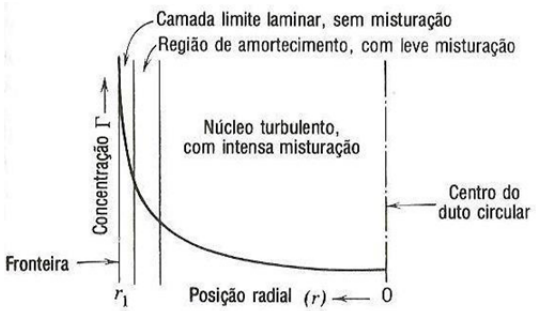
JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Para o sistema absorção da amônia por água, a equação é $1/K_Y \approx 1/K_Y$; nesse caso a resistência da fase gasosa controla o processo de transferência de massa. O equipamento de separação utilizado para um sistema envolvendo um gás pouco solúvel na fase líquida é a torre de borbulhamento. Utilizam-se as torres de recheio, quando as duas fases (líquido e gás) controlam o processo de transferência de massa ou quando se opera com elevadas taxas de vapor em relação às do líquido. Para o sistema absorção do dióxido de carbono por água, a equação é $1/K_x \approx 1/K_x$; nesse caso a resistência da fase líquida controla o processo de transferência de massa.

Fonte: CREMASCO, Marco Aurélio. **Fundamentos de Transferência de Massa.** 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

58) A atividade dos vórtices na turbulência serve como um mecanismo para a transferência de momento. Além disso, uma vez que existem partículas grandes do fluido em movimento transversal, esta atividade turbulenta também serve como meio para a misturação física. Esta misturação física dos fluidos é importante na transferência de massa e calor. Consideremos uma fronteira numa parede que é capaz de fornecer calor ou massa a uma

corrente de fluido. Se a concentração da propriedade transferível na parede for, significativamente, mais elevada que na corrente principal do fluido, haverá um gradiente nas vizinhanças da parede e ocorrerá transferência para o fluido. Depois de instalar-se o estado permanente, os gradientes de concentração nas diversas seções das correntes fluidas são os que aparecem na figura.



Transferência de calor e de massa no escoamento turbulento. Variação da concentração da propriedade transferida com a posição radial

Sobre a transferência de calor e massa no escoamento turbulento (figura) analise as afirmativas.

I. O gradiente na camada laminar é grande, com a maior parte da diferença de concentração entre a parede e o centro do fluido ocorrendo nesta delgada camada laminar. Nela ocorre transferência molecular, com uma taxa que depende do gradiente e da difusividade molecular.
II. O gradiente na região de amortecimento é, consideravelmente, maior que na camada laminar, com uma diferença de temperatura, ou de concentração, maior que na camada laminar.
III. O gradiente através do núcleo turbulento é muito pequeno em comparação com o da região de amortecimento. Parte da transferência ocorrerá em virtude do mecanismo de transporte molecular, mas a maior parte do transporte ocorrerá pela misturação física de massa.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

O gradiente na camada laminar é grande, com a maior parte da diferença de concentração entre a parede e o centro do fluido ocorrendo nesta delgada camada laminar. Nela ocorre transferência molecular, com uma taxa que depende do gradiente e da difusividade molecular. O gradiente na região de amortecimento é, consideravelmente, menor que na camada laminar, com uma diferença de temperatura, ou de concentração, menor que na camada laminar. O gradiente através do núcleo turbulento é muito pequeno em comparação com o da região de amortecimento. Parte da transferência ocorrerá em virtude do mecanismo de transporte molecular, mas a maior parte do transporte ocorrerá pela misturação física de massa.

Fonte: FOUST, Alan S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1982. 670p.

59) Além dos reatores contínuo de tanque agitado, outro tipo de reator comumente usado na indústria é o reator tubular. Sobre os reatores tubulares, informe se as afirmativas abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F) e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

( ) Reatores tubulares são usados mais frequentemente para reações em fase líquida.
( ) Os reagentes são continuamente consumidos à medida que eles escoam ao longo do reator.
( ) É normalmente operado em estado estacionário.

a) F – F – V
b) V – V – F
c) V – F – V
d) F – V – V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Reatores tubulares são usados mais frequentemente para reações em fase gasosa. Os reagentes são continuamente consumidos à medida que eles escoam ao longo do reator. É normalmente operado em estado estacionário.

Fonte: FOGLER, H. Scott. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas.** 4. ed. São Paulo: LTC, 2012. 853p.

60) O desenvolvimento da termodinâmica é facilitado pela introdução de um tipo especial de processo em sistemas fechados, caracterizado como reversível. Sobre os processos reversíveis analise as afirmativas.

I. Atravessa uma sucessão de estados de equilíbrio.
II. Pode ser revertido em qualquer ponto por uma variação infinitesimal nas condições externas.
III. Tem atrito.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

a) III.
b) I e II.
c) I e III.
d) II e III.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Atravessa uma sucessão de estados de equilíbrio. Pode ser revertido em qualquer ponto por uma variação infinitesimal nas condições externas. Não tem atrito.

Fonte: SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C. ABBOTT. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química.** 7. ed. São Paulo: LTC, 2007. 644p.