

# ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

01 - Você recebeu do fiscal o seguinte material:

a) este caderno, com os enunciados das 70 questões objetivas, sem repetição ou falha, com a seguinte distribuição:

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS							
Questões	Pontos	Questões	Pontos	Questões	Pontos	Questões	Pontos
1 a 10	0,5	21 a 30	1,5	41 a 50	2,5	61 a 70	3,5
11 a 20	1,0	31 a 40	2,0	51 a 60	3,0	—	—

b) 1 **CARTÃO-RESPOSTA** destinado às respostas às questões objetivas formuladas nas provas.

02 - Verifique se este material está em ordem e se o seu nome e número de inscrição conferem com os que aparecem no **CARTÃO-RESPOSTA**. Caso contrário, notifique **IMEDIATAMENTE** o fiscal.

03 - Após a conferência, o candidato deverá assinar no espaço próprio do **CARTÃO-RESPOSTA**, a caneta esferográfica transparente de tinta na cor preta.

04 - No **CARTÃO-RESPOSTA**, a marcação das letras correspondentes às respostas certas deve ser feita cobrindo a letra e preenchendo todo o espaço compreendido pelos círculos, a **caneta esferográfica transparente de tinta na cor preta**, de forma contínua e densa. A LEITORA ÓTICA é sensível a marcas escuras; portanto, preencha os campos de marcação completamente, sem deixar claros.

Exemplo: (A) ● (C) (D) (E)

05 - Tenha muito cuidado com o **CARTÃO-RESPOSTA**, para não o **DOBRAR, AMASSAR ou MANCHAR**. O **CARTÃO-RESPOSTA SOMENTE** poderá ser substituído caso esteja danificado em suas margens superior ou inferior - **BARRA DE RECONHECIMENTO PARA LEITURA ÓTICA**.

06 - Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 alternativas classificadas com as letras (A), (B), (C), (D) e (E); só uma responde adequadamente ao quesito proposto. Você só deve assinalar **UMA RESPOSTA**: a marcação em mais de uma alternativa anula a questão, **MESMO QUE UMA DAS RESPOSTAS ESTEJA CORRETA**.

07 - As questões objetivas são identificadas pelo número que se situa acima de seu enunciado.

08 - **SERÁ ELIMINADO** do Processo Seletivo Público o candidato que:

a) se utilizar, durante a realização das provas, de máquinas e/ou relógios de calcular, bem como de rádios gravadores, *headphones*, telefones celulares ou fontes de consulta de qualquer espécie;

b) se ausentar da sala em que se realizam as provas levando consigo o Caderno de Questões e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**;

c) se recusar a entregar o Caderno de Questões e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA** quando terminar o tempo estabelecido.

09 - Reserve os 30 (trinta) minutos finais para marcar seu **CARTÃO-RESPOSTA**. Os rascunhos e as marcações assinaladas no Caderno de Questões **NÃO SERÃO LEVADOS EM CONTA**.

10 - Quando terminar, entregue ao fiscal **O CADERNO DE QUESTÕES E O CARTÃO-RESPOSTA** e **ASSINE A LISTA DE PRESENÇA**.

**Obs.** O candidato só poderá se ausentar do recinto das provas após **1 (uma) hora** contada a partir do efetivo início das mesmas. Por motivos de segurança, o candidato **NÃO PODERÁ LEVAR O CADERNO DE QUESTÕES**, a qualquer momento.

11 - **O TEMPO DISPONÍVEL PARA ESTAS PROVAS DE QUESTÕES OBJETIVAS É DE 4 (QUATRO) HORAS**, findo o qual o candidato deverá, **obrigatoriamente**, entregar o **CARTÃO-RESPOSTA**.

12 - As questões e os gabaritos das Provas Objetivas serão divulgados no primeiro dia útil após a realização das mesmas, no endereço eletrônico da **FUNDAÇÃO CESGRANRIO** (<http://www.cesgranrio.org.br>).

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

1

Em relação ao coeficiente global de transferência de calor, analise as afirmativas a seguir.

- I - Deve ser sempre calculado tomando como base a área externa do tubo interno de um trocador de calor CT 1-2.
- II - É calculado diretamente pelo número de Nusselt.
- III - Expressa o inverso do somatório das resistências existentes no sistema em análise, multiplicadas pelas respectivas áreas.
- IV - Com o aumento da incrustação nas paredes dos tubos de um trocador de calor, esse coeficiente e a resistência à condução de calor diminuem.
- V - Uma das maneiras de calcular a taxa de troca térmica é multiplicar o coeficiente global pela área perpendicular ao fluxo de calor e por uma diferença de temperatura.

Está correto **APENAS** o que se afirma em

- (A) I e II.
- (B) II e V.
- (C) III e IV.
- (D) III e V.
- (E) I, II e IV.

2

O bom desempenho de uma operação de extração líquido-líquido está diretamente relacionado à escolha adequada do solvente. Nessa perspectiva, analise as características dos solventes, apresentadas a seguir.

- I - Alta seletividade em relação ao soluto quando comparado aos demais componentes da mistura.
- II - Alta capacidade de solubilização do soluto.
- III - Baixa viscosidade para promover a separação de fases, minimizar a queda de pressão e aumentar a taxa de transferência de massa do soluto.
- IV - Elevada pressão de vapor.
- V - Baixa diferença de densidade relativa entre as fases extrato e refinado.

São corretas **APENAS** as características

- (A) I e II.
- (B) I e V.
- (C) II e IV.
- (D) III e IV.
- (E) II, III e V.

3

- Em relação às leis da termodinâmica em trocadores de calor, um Engenheiro de Processamento deve reconhecer que
- (A) se um dos fluidos mudar de fase, o outro fluido ficará sujeito à menor diferença possível de temperatura.
  - (B) se, em um trocador de calor hipotético, de comprimento tendendo a infinito e operando em contracorrente, a capacidade calorífica do fluido frio fosse menor do que a do fluido quente, o fluido frio experimentaria a maior variação absoluta de temperatura, sendo então aquecido até a temperatura de entrada do fluido quente.
  - (C) o fluido que experimenta a maior variação de temperatura é aquele de maior capacidade calorífica.
  - (D) a média logarítmica da diferença de temperatura negativa, significando que o limite termodinâmico em um trocador foi atingido e que não haverá mais transferência de calor entre as correntes, é possível ser obtida.
  - (E) a máxima taxa de calor trocado entre as correntes fria e quente é dada pelo produto entre a maior capacidade calorífica dentre as dos dois fluidos, e a máxima diferença de temperatura existente no trocador.

Considere o texto abaixo para responder às questões de nºs 4 a 6.

Pretende-se destilar 200 mol/h de uma mistura binária, líquida saturada, formada por 60% de benzeno e 40% de tolueno em base molar. Deve-se produzir um destilado com 95% molar de benzeno e um produto de fundo com 5% molar de benzeno. A alimentação é líquido saturado. A volatilidade relativa é constante e igual a 5.

4

Usando o método McCabe-Thiele, a razão de refluxo mínima é

- (A) menor que 1.
- (B) entre 1 e 2.
- (C) entre 2 e 3.
- (D) entre 3 e 4.
- (E) entre 4 e 5.

5

Os valores aproximados das vazões molares, em mol/h, dos produtos de topo e de fundo são, respectivamente,

- (A) 78 e 122
- (B) 80 e 121
- (C) 111 e 90
- (D) 121 e 80
- (E) 122 e 78

6

Usando a Equação de Fenske, o número de estágios, a refluxo total, é

- (A) menor que 5.
- (B) 6
- (C) 7
- (D) 8
- (E) maior que 9

7

Constatou-se que uma variável de processo em malha fechada apresentava elevadas sobrelevações (ou *overshoots*) em resposta a distúrbios ou mudanças no seu *set-point*. Diagnosticou-se que a causa desse comportamento era sintonia inadequada do controlador, que era um PI, com função de transferência dada por

$$G_c(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right), \text{ tal que } K_c \text{ é o ganho do controlador}$$

(adimensional) e  $\tau_I$  é o tempo integral (com unidade de tempo). Dentre as alterações de sintonia apresentadas abaixo, a resposta em malha fechada com o PI se tornará menos oscilatória devido a:

- (A) diminuição de  $K_c$  e de  $\tau_I$ .
- (B) diminuição de  $K_c$  e aumento de  $\tau_I$ .
- (C) aumento de  $K_c$ , mantendo-se  $\tau_I$  fixo.
- (D) aumento de  $K_c$  e de  $\tau_I$ .
- (E) aumento de  $K_c$  e diminuição de  $\tau_I$ .

8

Seja um sistema em malha fechada com um controlador P, cuja função de transferência em malha fechada é

$$\frac{Y(s)}{L(s)} = \frac{-4}{s^2 + 2s + 2}, \text{ em variáveis-desvio. Se } L(s) = \frac{3}{s} \text{ e se}$$

o *set-point* for mantido constante, o *offset*, definido como o erro permanente entre o *set-point* e o valor final da variável controlada, será

- (A) 0
- (B) 3
- (C) 6
- (D) 12
- (E)  $\infty$

9

Considere um ciclo de potência a vapor simples em que:

- o fluido de trabalho passa por seus vários componentes sem irreversibilidades;
- não existe queda de pressão por atrito na caldeira e no condensador e o fluido de trabalho fluirá através desses componentes a pressão constante;
- não existem irreversibilidades e transferência de calor com as vizinhanças;
- os processos, através da turbina e através da bomba, são isentrópicos.

Trata-se de um ciclo

- (A) regenerativo.
- (B) de Carnot.
- (C) de reaquecimento.
- (D) supercrítico.
- (E) ideal de Rankine.

10

Quando um fluido escoar através de uma restrição, como um orifício, uma válvula parcialmente fechada ou um tampão poroso, sem qualquer variação apreciável de energia cinética ou potencial, e na ausência de transferência de calor, realiza-se um processo

- (A) isotérmico.
- (B) isentálpico.
- (C) isentrópico.
- (D) isobárico.
- (E) isocórico.

11

Em relação à pressão de vapor de um líquido, é **INCORRETO** afirmar que

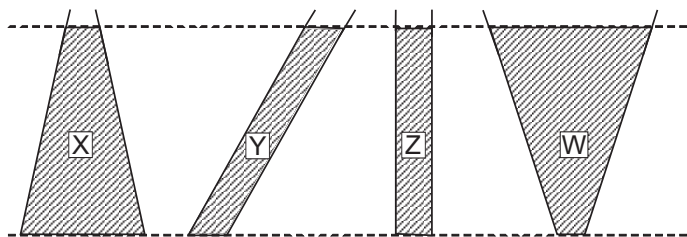
- (A) a pressão de vapor de um líquido aumenta linearmente com o aumento da temperatura.
- (B) a curva de pressão de vapor relaciona pressão a temperatura, sendo que, em qualquer ponto acima da curva, existem duas fases, líquido e vapor.
- (C) a pressão de vapor pode ser estimada por meio de equações empíricas.
- (D) a Equação de Clapeyron estabelece uma relação termodinâmica entre pressão de vapor e entalpia de vaporização de uma substância pura.
- (E) um líquido puro entra em ebulição, em dada temperatura, quando sua pressão de vapor é igual à pressão à qual está submetido.

12

Um gás com comportamento ideal é comprimido isotermicamente do estado caracterizado por pressão e volume molar iguais a  $p_1$  e  $V_1$  para outro cujos valores são  $p_2$  e  $V_2$ . Qual a variação de energia interna ocorrida entre os estados 1 e 2, em J/mol? ( $T$  = temperatura absoluta e  $R$  = constante dos gases)

- (A)  $p_2.V_1 - p_1.V_2$
- (B)  $p_1.V_2 - p_2.V_1$
- (C) 0
- (D)  $R.T$
- (E)  $\left( \frac{p_2.V_1}{p_1.V_2} \right) RT$

13



A figura acima representa quatro recipientes diferentes preenchidos com um mesmo líquido, a mesma temperatura. Sabendo-se que os quatro recipientes estão abertos para a atmosfera, conclui-se que a(s) pressão(ões) no fundo do(s) recipiente(s)

- (A) X é maior que no fundo dos demais recipientes.  
 (B) Y é maior que no fundo dos demais recipientes.  
 (C) Z é maior que no fundo dos demais recipientes.  
 (D) W é maior que no fundo dos demais recipientes.  
 (E) X, Y, Z e W são iguais.

14

Um oleoduto com 6 km de comprimento e diâmetro uniforme opera com um gradiente de pressão de 40 Pa/m transportando um derivado de petróleo de massa específica 800 kg/m<sup>3</sup>. Se a cota da seção de saída do oleoduto situa-se 14 m acima da cota de entrada, e considerando que a aceleração da gravidade local é 10 m/s<sup>2</sup>, a perda de carga total associada ao escoamento, em m, é

- (A) - 44  
 (B) - 16  
 (C) 16  
 (D) 28  
 (E) 44

15

Um fluido newtoniano incompressível escoava numa certa temperatura em uma tubulação vertical, de baixo para cima, com dada vazão. Nesse caso, a queda de pressão (maior pressão - menor pressão) e a perda de carga associadas são, respectivamente, x e y. Se o mesmo fluido escoar com as mesmas vazão e temperatura, na mesma tubulação, de cima para baixo, a queda de pressão e a perda de carga associadas são, respectivamente, z e w, donde se conclui que

- (A)  $x < z$   
 (B)  $x = z$   
 (C)  $x > z$   
 (D)  $y > w$   
 (E)  $y < w$

16

Um tanque retangular contém água mantida a uma temperatura de 100 °C. As paredes do tanque possuem uma espessura de 20 cm e a condutividade térmica é 10 W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>. Considere, ainda, que a temperatura ambiente é 20 °C e os coeficientes de convecção interno e externo sobre as paredes do tanque são 50 W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup> e 25 W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>, respectivamente. Dessa forma, a perda de calor do tanque para o ambiente, em W.m<sup>-2</sup>, é de

- (A) 900  
 (B) 1.000  
 (C) 1.333  
 (D) 1.500  
 (E) 2.000

17

A respeito das colunas de recheio, analise as afirmações a seguir.

- I - Colunas com diâmetros inferiores a 2,5 ft devem ser recheadas.
- II - A separação de misturas corrosivas deve ser conduzida em colunas de recheio, pois existe maior variedade de materiais resistentes à corrosão.
- III - A separação de misturas com tendência à formação de espuma deve ser conduzida em colunas de recheio, pois a capacidade de separação não é reduzida.
- IV - O diâmetro da coluna recheada deve ser cerca de 5 vezes a dimensão das peças do recheio.
- V - A eficiência do processo de separação em uma coluna recheada depende de diversos fatores, sendo a vazão da carga da coluna e a distribuição da fase líquida os dois mais importantes.

São corretas **APENAS** as afirmações

- (A) I, II e IV. (B) I, II e V.  
 (C) I, III e IV. (D) III, IV e V.  
 (E) II, III, IV e V.

18

Um reator químico contínuo, de mistura perfeita, estava operando em regime estacionário. As temperaturas das correntes de entrada e de saída eram 295 K e 320 K, respectivamente. Em um dado tempo  $t = 0$ , a temperatura da corrente de entrada aumentou para 300 K. Em resposta a esse degrau, a temperatura da corrente de saída também aumentou, estacionando, depois de um tempo suficientemente longo, em 330 K.

Um modelo de função de transferência, relacionando a temperatura de saída à temperatura de entrada, em variáveis-desvio, exibe um ganho de processo (adimensional) dado por

- (A) 33/30  
 (B) 1/3  
 (C) 1  
 (D) 2  
 (E) 66

**19**

Um dado sistema em malha fechada apresenta a seguinte equação característica (EC):

$$4s^3 + 8s^2 + 5s + 5 = 0.$$

O Arranjo de Routh abaixo foi construído para analisar a estabilidade desse sistema.

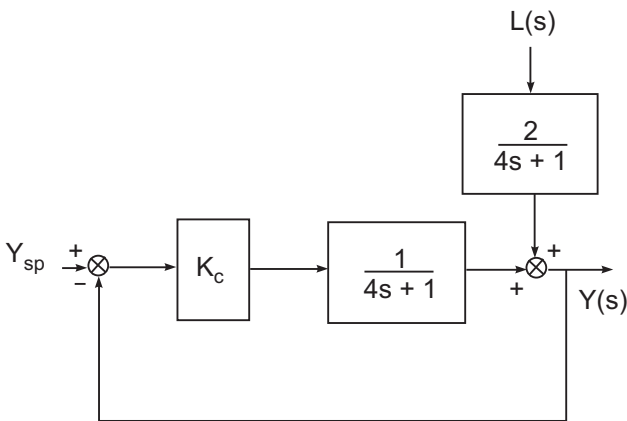
Linha			
1	4	5	
2	8	5	
3	2,5		
4	5		

Mesmo sem o cálculo explícito das raízes, o Critério de Estabilidade de Routh leva a afirmar que, para esse sistema, há

- (A) um par de raízes no semiplano direito e uma raiz no semiplano esquerdo de  $s$ .
- (B) uma raiz no semiplano esquerdo e um par de raízes sobre o eixo imaginário.
- (C) uma raiz no semiplano direito e um par de raízes no semiplano esquerdo de  $s$ .
- (D) três raízes no semiplano direito de  $s$ .
- (E) três raízes no semiplano esquerdo de  $s$ .

**20**

Seja o diagrama de blocos para um processo em malha fechada com um controlador P exibido a seguir.



Para degraus em  $L(t)$ , afirma-se que, em malha fechada com o controlador P ( $K_c > 0$ ), a resposta  $Y(t)$  será

- (A) mais rápida e menos sensível ao distúrbio que em malha aberta.
- (B) mais rápida e mais sensível ao distúrbio que em malha aberta.
- (C) mais lenta e mais sensível ao distúrbio que em malha aberta.
- (D) mais lenta e menos sensível ao distúrbio que em malha aberta.
- (E) tão rápida e tão sensível quanto em malha aberta.

**21**

Um refrigerador ideal opera em um Ciclo de Carnot, sendo constituído por duas etapas isotérmicas nas quais calor  $|Q_F|$  é absorvido no nível mais baixo de temperatura  $T_F$ , e calor  $|Q_Q|$  é rejeitado no nível mais alto de temperatura  $T_Q$ , e por duas etapas adiabáticas. O ciclo requer a adição de uma quantidade líquida de trabalho ao sistema. Considerando-se esses dados, o coeficiente de performance  $\omega$  desse refrigerador é dado por

- (A)  $\frac{T_Q}{T_Q - T_F}$
- (B)  $\frac{T_Q + T_F}{T_F}$
- (C)  $\frac{T_Q - T_F}{T_Q}$
- (D)  $\frac{T_Q - T_F}{T_F}$
- (E)  $\frac{T_F}{T_Q - T_F}$

**22**

Ponto de trabalho é o ponto da curva característica de uma bomba, no qual essa bomba irá operar quando instalada em uma tubulação. Esse ponto fornece a carga repassada pela bomba ao líquido em escoamento e a vazão de operação desse líquido naquela tubulação. Para modificar-se o ponto de trabalho, analise as ações a seguir.

- I - Fechar parcialmente uma válvula instalada na linha.
- II - Mudar a pressão no reservatório para onde o fluido está sendo bombeado.
- III - Instalar a bomba em um nível mais baixo.
- IV - Aumentar a rotação do rotor da bomba.

São corretas **APENAS** as ações

- (A) I e II.
- (B) I e IV.
- (C) II e III.
- (D) III e IV.
- (E) I, II e IV.



**23**

A Equação de Estado de Van der Waals descreve o comportamento de gases reais, ajustando seus desvios em relação ao comportamento ideal através dos parâmetros **a** e **b**. Esses parâmetros estão relacionados com as forças intermoleculares e com os volumes moleculares. Os valores determinados para a amônia (NH<sub>3</sub>), por exemplo, são  $a = 4.233$  e  $b = 3,73 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{mol}$ . Quais as unidades SI corretas para o parâmetro **a**?

- (A)  $\text{J} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-2}$
- (B)  $\text{Pa} \cdot \text{mol}^2 \cdot \text{m}^{-3}$
- (C)  $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-2}$
- (D)  $\text{N} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-2}$
- (E)  $\text{J} \cdot \text{m}^6 \cdot \text{mol}^{-2}$

**24**

Dois grandes reservatórios abertos para a atmosfera armazenam um certo líquido. No reservatório A, é feito um pequeno furo de diâmetro  $x$  na parede lateral, a uma altura  $H_A$  abaixo da superfície livre do líquido. Analogamente, no reservatório B, é feito um pequeno furo de diâmetro  $3x$ , a uma altura  $H_B$  abaixo da superfície livre do líquido. Supondo-se que o líquido é ideal/inviscido, a razão entre as vazões volumétricas de líquido instantâneas  $Q_A/Q_B$  que descarregam dos dois vasos para a atmosfera é

- (A)  $(H_A / H_B)^{1/2} / 9$
- (B)  $(H_A / H_B) / 9$
- (C)  $((H_A / H_B) / 3)^{1/2}$
- (D)  $(H_A / H_B) / 3$
- (E)  $3 (H_A / H_B)^{1/2}$

**25**

Em Mecânica dos Fluidos, diversos instrumentos são utilizados para quantificar as propriedades físicas e outras grandezas características do escoamento de fluidos. Dentre esses instrumentos, o piezômetro, o Tubo de Pitot e o Tubo de Venturi se prestam, respectivamente, a medidas de

- (A) densidade, pressão estática e velocidade média.
- (B) densidade, pressão dinâmica e vazão.
- (C) viscosidade, pressão dinâmica e velocidade média.
- (D) viscosidade, pressão total e velocidade média.
- (E) pressão estática, pressão de estagnação e vazão.

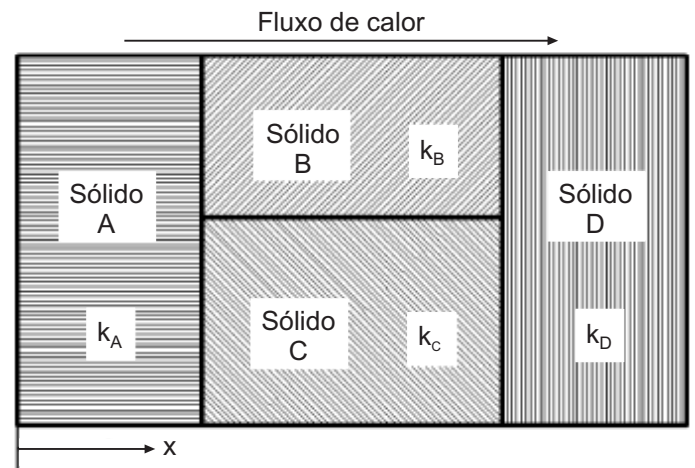
**26**

Um fluido newtoniano de viscosidade absoluta/dinâmica  $\mu$  escoava entre duas placas planas paralelas que estão separadas por uma distância de  $2h$ , com o seguinte perfil de velocidades:  $v = v_{\text{max}} [1 - (y/h)^2]$ , em que  $v$  é velocidade,  $v_{\text{max}}$  é velocidade máxima e  $y$  é distância medida perpendicularmente às placas. O módulo da tensão cisalhante no fluido, a uma distância  $h/10$  das placas, é

- (A)  $0,1 \mu v_{\text{max}} / h$
- (B)  $0,2 \mu v_{\text{max}} / h$
- (C)  $1,8 \mu v_{\text{max}} / h$
- (D)  $2,0 v_{\text{max}} \mu / h$
- (E)  $2,2 v_{\text{max}} \mu / h$

**27**

Considere a representação de uma parede composta com diferentes sólidos, apresentada abaixo.



Embora o fluxo de calor seja multidimensional, é bastante razoável considerar condições unidimensionais na troca de calor entre as superfícies externas. Para tal, formulam-se as hipóteses de que as superfícies

- I - normais à direção  $x$  são isotérmicas;
- II - paralelas à direção  $x$  são adiabáticas;
- III - normais à direção  $x$  são adiabáticas.

É(São) correta(s) a(s) hipótese(s)

- (A) I, apenas.
- (B) III, apenas.
- (C) I e II, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

28

No projeto de trocadores de calor, dois métodos podem ser adotados: o método da média logarítmica da diferença de temperatura (MLDT) e o método da efetividade-NUT. Com relação a esses dois métodos, analise as afirmativas a seguir.

- I - Para que o trocador seja viável economicamente, a sua efetividade deve ser maior do que 2.
- II - Quanto maior o número de unidades de transferência, maior é a área de um trocador.
- III - O cálculo da média logarítmica da diferença de temperatura é o mesmo, independente do tipo de trocador de calor e da orientação das correntes (contracorrente ou cocorrente).
- IV - Se as temperaturas das correntes fria e quente estiverem em graus Celsius, a MLDT será dada também em graus Celsius, tendo-se de adicionar 273,15 para transformá-la em Kelvin.
- V - Devem-se preferir trocadores que operem em contracorrente, visto que a área requerida de troca térmica é menor, para uma mesma quantidade de calor trocado.

Está correto **APENAS** o que se afirma em

- (A) II e V.
- (B) III e IV.
- (C) I, II, e III.
- (D) I, IV e V.
- (E) II, III e V.

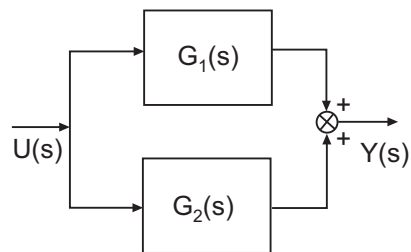
29

Um processo apresenta uma função de transferência de 1ª ordem entre sua saída  $Y(s)$  e sua entrada  $U(s)$ , expressas em variáveis-desvio. Admitindo-se que uma perturbação do tipo degrau unitário foi aplicada em  $U$ , em  $t = 0$ , a constante de tempo  $\tau_p$  pode ser obtida pelo intervalo de tempo decorrido entre  $t = 0$  e um valor definido de tempo posterior. Esse tempo posterior corresponde ao momento para o qual a saída  $Y(t)$

- (A) começou a responder.
- (B) sofreu aproximadamente 63% da variação total até o estado estacionário final.
- (C) sofreu aproximadamente 87% da variação total até o estado estacionário final.
- (D) sofreu aproximadamente 99% da variação total até o estado estacionário final.
- (E) alcançou  $\pm 5\%$  do seu estacionário final e nele permaneceu.

30

$G_1(s) = \frac{1}{s+1}$  e  $G_2(s) = \frac{2}{5s+1}$  foram conectados conforme mostrado abaixo.



A função de transferência  $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ , representada no

diagrama de blocos acima, apresenta polinômios em  $s$ , no numerador e no denominador, de ordens, respectivamente,

- (A) 0 e 1
- (B) 0 e 2
- (C) 1 e 1
- (D) 1 e 2
- (E) 2 e 2

31

Ao processo de combustão do etanol em um reator foram adicionados 20% de oxigênio em excesso, garantindo, dessa forma, a completa combustão desse composto orgânico. Sabendo-se que foram introduzidos 100 kmol de etanol como carga do reator, conclui-se que, na reação envolvida no processo,

- (A) foram consumidos 120 kmol de oxigênio.
- (B) foram consumidos 360 kmol de oxigênio.
- (C) foram produzidos 100 kmol de gás carbônico.
- (D) foram produzidos 120 kmol de água.
- (E) a quantidade (kmol) de gás carbônico produzido é igual à de oxigênio consumido.

32

O gás de cozinha apresenta composição aproximada de 50% de propano e 50% de butano. Devido a problemas operacionais durante a produção, foi encontrada uma mistura constituída de 52% de propano e 48% de butano, ambos expressos em % de quantidade de matéria. Qual é a composição mássica aproximada dessa mistura?

- (A) 38,2% propano e 61,8% butano.
- (B) 45,1% propano e 54,9% butano.
- (C) 49,5% propano e 50,5% butano.
- (D) 50,0% propano e 50,0% butano.
- (E) 52,0% propano e 48,0% butano.

**33**

A fim de recuperar energia do seu processo, uma empresa instalou um equipamento de troca térmica para aquecer uma corrente de ar e resfriar o gás que sai do processo. Sabe-se que o gás é uma mistura contendo metano e vapor d'água e que, com o passar das campanhas, o equipamento, na parte fria, apresenta um ataque corrosivo severo que provoca a perda de uma grande parte da sua massa de aço.

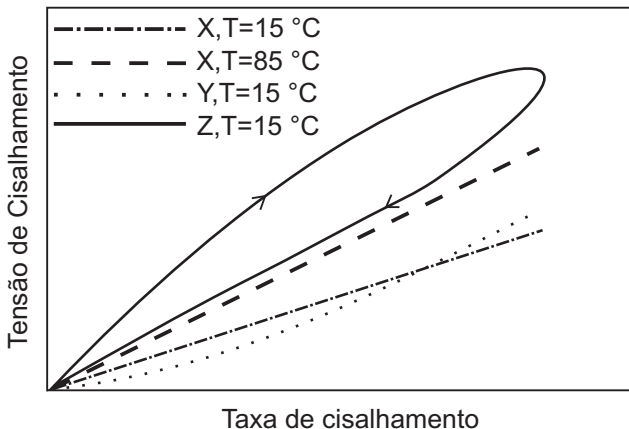
Sobre o caso citado, são feitas as afirmativas a seguir.

- I - A parte fria do equipamento deve apresentar a menor temperatura possível e, assim, não será alcançado o ponto de orvalho do ar.
- II - A temperatura de operação da parte fria deve ser tal que a pressão de vapor da água não se iguale à pressão parcial do vapor d'água.
- III - A temperatura de operação da parte quente deve ser tal que a pressão de vapor do CH<sub>4</sub> não se iguale à pressão parcial do vapor d'água.
- IV - A qualquer temperatura de operação, sempre haverá condensação de uma mistura de CH<sub>4</sub> e água.

Está correto **APENAS** o que se afirma em

- (A) I. (B) II.
- (C) IV. (D) I e III.
- (E) II e III.

**34**



Considerando-se o reograma expresso pela figura acima, pode-se afirmar que

- I - X é um fluido newtoniano;
- II - X é um líquido;
- III - Y é um fluido dilatante;
- IV - Z é um fluido pseudoplástico.

São corretas **APENAS** as afirmativas

- (A) I e II. (B) I e III.
- (C) II e IV. (D) III e IV.
- (E) I, II e IV.

**35**

Nos processos de vaporização em pressões baixas, admitindo-se que a fase vapor tenha comportamento de gás ideal e que o volume molar do líquido seja desprezível face ao volume molar do vapor, a expressão a ser utilizada para o cálculo da entalpia de vaporização  $\Delta H^{\text{vap}}$  de uma substância é

(A)  $-R \frac{d(\ln P^{\text{sat}})}{dT}$

(B)  $-R \frac{dP^{\text{sat}}}{dT}$

(C)  $-R \frac{dP^{\text{sat}}}{d\left(\frac{1}{T}\right)}$

(D)  $-R \frac{d(\ln P^{\text{sat}})}{d\left(\frac{1}{T}\right)}$

(E)  $-R \frac{d(\ln P^{\text{sat}})}{d(\ln T)}$

**36**

No escoamento irreversível adiabático de um fluido incompressível, em estado estacionário, por meio de um tubo com área de seção transversal constante, a

- (A) temperatura diminui no sentido do escoamento.
- (B) pressão aumenta no sentido do escoamento.
- (C) variação de entalpia do fluido é maior que zero.
- (D) velocidade do fluido é constante.
- (E) variação de entropia do fluido é zero.

**37**

Um grande reservatório aberto para a atmosfera armazena um líquido de massa específica  $\rho$  em um local onde a aceleração da gravidade é  $g$ . Para esvaziá-lo, usa-se um sifão que descarrega à pressão atmosférica ( $p_{\text{atm}}$ ), estando a superfície livre do líquido no reservatório a uma altura  $H$  acima do ponto de descarga. Suponha que o líquido seja ideal/inviscido com pressão de vapor igual a  $p_v$ . Para que não haja interrupção de seu escoamento através do sifão, o líquido deve permanecer abaixo de um plano horizontal cuja cota em relação à sua superfície livre é

(A)  $2H - (p_v - p_{\text{atm}}) / (\rho g)$

(B)  $H - (p_{\text{atm}} - p_v) / (\rho g)$

(C)  $H - (p_v - p_{\text{atm}}) / (\rho g)$

(D)  $(p_{\text{atm}} - p_v) / (\rho g)$

(E)  $(p_v - p_{\text{atm}}) / (\rho g)$



38

Sobre o mecanismo de condução, analise as afirmações abaixo.

- I - A condutividade térmica é uma propriedade intrínseca do material e independe da temperatura.
- II - A Lei de Fourier unidimensional,  $q_x = -k \frac{dT}{dx}$ , apresenta o sinal negativo, pois o calor é sempre transferido na direção em que a temperatura decresce.
- III - A condutividade térmica é dita anisotrópica quando independe da direção.
- IV - A condutividade térmica em sólidos é geralmente maior que em líquidos e, nestes, é maior que em gases, mostrando uma tendência que ocorre devido às diferenças no espaçamento intermolecular nos respectivos estados.

Está correto **APENAS** o que se afirma em

- (A) I e II. (B) II e IV.  
(C) III e IV. (D) I, III e IV.  
(E) II, III e IV.

39

O fluido contido em um tanque é aquecido continuamente por uma serpentina, com área útil de troca térmica igual a  $5 \text{ m}^2$ , alimentada com vapor saturado a  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na condição permanente de operação, a temperatura do fluido no tanque se mantém a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considerando-se que a resistência condutiva na serpentina seja praticamente nula e se encontre em regime pseudoestacionário, o consumo aproximado de vapor saturado, em  $\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ , na condição de operação, é de

Dados: os coeficientes de convecção no vapor,  $h_v = 10 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ; no fluido próximo à serpentina,  $h_s = 200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ; entalpia de vaporização,  $\Delta h_{\text{vap}} = 2 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

- (A) 1,5  
(B) 2,4  
(C) 3,5  
(D) 4,1  
(E) 8,3

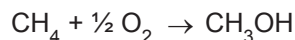
40

Ar úmido a  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1 bar e 30% de umidade relativa é alimentado com uma vazão de  $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$  em um processo químico. Considerando-se o gás ideal, a constante universal dos gases igual a  $0,0831 \text{ m}^3\cdot\text{bar}/\text{kmol}\cdot\text{K}$  e que a pressão de vapor da água a  $75 \text{ }^\circ\text{C}$  é  $0,386 \text{ bar}$ , a vazão molar do ar seco, em  $\text{kmol}/\text{h}$ , está entre

- (A) 20 e 23 (B) 23,1 e 26  
(C) 26,1 e 29 (D) 29,1 e 32  
(E) 32,1 e 35

41

O metanol pode ser produzido a partir da oxidação do metano, utilizando-se catalisadores em condições controladas de temperatura e pressão, segundo a reação



Em uma reação entre  $1,5 \text{ kmol}$  de  $\text{CH}_4$  e  $1,0 \text{ kmol}$  de  $\text{O}_2$ , o rendimento teórico de  $\text{CH}_3\text{OH}$  e o reagente limitante são, respectivamente,

- (A)  $1,0 \text{ Kmol}$  e  $\text{O}_2$   
(B)  $1,5 \text{ Kmol}$  e  $\text{O}_2$   
(C)  $1,0 \text{ Kmol}$  e  $\text{CH}_4$   
(D)  $1,5 \text{ Kmol}$  e  $\text{CH}_4$   
(E)  $2,0 \text{ Kmol}$  e  $\text{CH}_4$

42

Em ambientes confinados, como o interior de tanques de armazenamento de petróleo e derivados, o ar pode não ser apropriado para a respiração de um ser humano. O motivo, em alguns casos, é a composição volumétrica do ar, que pode apresentar um teor de oxigênio menor que 21%. Se o interior de um tanque contém ar com a composição mássica de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio, e admitindo-se que a massa molar média do ar seja, aproximadamente,  $29 \text{ kg}/\text{kmol}$ , conclui-se que

- (A) a composição volumétrica corresponde ao ar respirável.  
(B) a composição mássica e a composição volumétrica são sempre iguais no ar.  
(C) a massa de nitrogênio em  $50 \text{ kmol}$  de ar é, aproximadamente,  $2.230 \text{ kg}$ .  
(D) a massa de oxigênio em  $100 \text{ kmol}$  de ar é menor que  $580 \text{ kg}$ .  
(E) os percentuais volumétricos, no interior do tanque, são, aproximadamente, 19% de  $\text{O}_2$  e 81% de  $\text{N}_2$ .

43

Uma coluna de destilação é alimentada com  $100 \text{ kg}/\text{h}$  de uma mistura a 50% dos compostos **A** e **B**. O destilado contém 98% de **A** e o resíduo de fundo apresenta 94% de **B**. A corrente de vapor que sai da coluna corresponde a 80% da alimentação e uma parte do destilado retorna à coluna como refluxo.

Com base nessas informações, conclui-se que o(a)

- (A) refluxo pode ser determinado pelo balanço de massa global.  
(B) refluxo de destilado é aproximadamente  $20 \text{ kg}/\text{h}$ .  
(C) vazão mássica de destilado que sai da coluna é maior que a vazão mássica da cauda da coluna.  
(D) razão de refluxo (R/D) é aproximadamente 0,7.  
(E) vazão mássica da corrente de fundo da coluna é  $48 \text{ kg}/\text{h}$ .

**44**

O acionamento de um motor a querosene requer a compressão do ar, por meio de um turbocompressor, antes de sua introdução na câmara de combustão. Como o processo de compressão ocorre de forma adiabática, o trabalho requerido é dado pela variação da função termodinâmica de

- (A) Entropia.
- (B) Entalpia.
- (C) Energia livre de Helmholtz.
- (D) Energia livre de Gibbs.
- (E) Energia interna.

**45**

No que se refere ao escoamento de fluidos, analise as afirmativas a seguir.

- I - No regime turbulento, o perfil de velocidades de um fluido escoando em um tubo é um paraboloide de revolução.
- II - No regime laminar, a transferência de momento ocorre unicamente de forma difusiva.
- III - O regime turbulento é sempre transiente.
- IV - As flutuações da velocidade em um escoamento plenamente turbulento ocorrendo em tubos é máxima no eixo central da tubulação.

São corretas **APENAS** as afirmativas

- (A) I e II.
- (B) I e IV.
- (C) II e III.
- (D) III e IV.
- (E) I, II e IV.

**46**

Um fluido newtoniano e incompressível escoar em determinada tubulação em regime plenamente turbulento. Se um outro fluido, também newtoniano e incompressível, escoar na mesma tubulação e com a mesma vazão que o primeiro, porém com um terço da viscosidade absoluta/dinâmica e metade da densidade do primeiro, o fator/coeficiente de atrito é

- (A) maior para o fluido mais viscoso.
- (B) maior para o fluido menos viscoso.
- (C) maior para o fluido mais denso.
- (D) menor para o fluido menos denso.
- (E) o mesmo para os dois fluidos.

**47**

A convecção forçada interna ocorre em diversas aplicações industriais, como no escoamento de água ou óleo em tubulações, em dutos de ventilação e no projeto de trocadores de calor casco-tubo ou de tubo concêntrico. Sobre o fenômeno de convecção interna em tubos circulares, é **INCORRETO** afirmar que a(o)

- (A) parede exterior do tubo, uma vez aquecida eletricamente, torna possível a imposição de um fluxo de calor constante sobre a superfície do tubo.
- (B) velocidade do fluido e o diâmetro do tubo são variáveis e afetam diretamente o coeficiente de convecção interna.
- (C) imposição de fluxo de calor e de temperatura constantes na superfície do tubo propicia o aumento do coeficiente de convecção no fluido.
- (D) transferência de calor em escoamentos internos pode ser intensificada, ao se introduzir rugosidade à parede interna do tubo para aumentar a turbulência no fluido.
- (E) coeficiente local de convecção independe da posição axial no escoamento térmico plenamente desenvolvido de um fluido com propriedades constantes de um tubo.

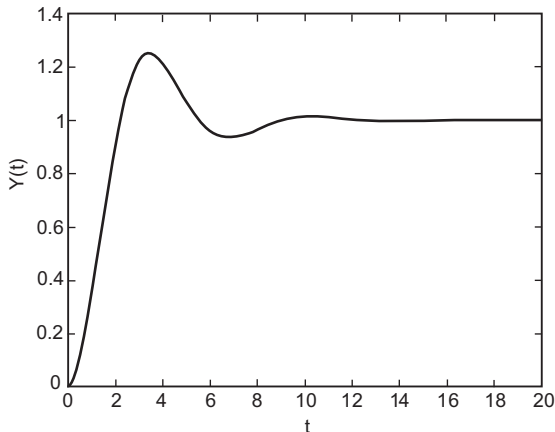
**48**

Em trocadores de calor, as correntes podem ser paralelas e cruzadas, estando em contracorrente ou cocorrentes. Em relação às temperaturas de entrada e de saída dos fluidos quente e frio, é **INCORRETO** afirmar que, em um arranjo

- (A) contracorrente, a temperatura do fluido quente na entrada é sempre maior do que a temperatura do fluido frio na saída.
- (B) contracorrente, é impossível o fluido quente na saída ter uma temperatura menor do que a do fluido frio na entrada.
- (C) contracorrente, a temperatura do fluido quente na saída pode ser menor do que a temperatura do fluido frio na saída.
- (D) cocorrente, as temperaturas dos dois fluidos na saída podem ser iguais, se o trocador tiver um comprimento infinito.
- (E) cocorrente, a temperatura do fluido quente na saída pode ser menor do que a temperatura do fluido frio na saída.

**49**

Quando submetido a um degrau unitário, em  $t = 0$ , na sua entrada  $U(t)$ , um dado sistema apresentou a resposta  $Y(t)$  mostrada na figura abaixo.



Se esse sistema apresenta função de transferência

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{2}{s^2 + 2\xi s + 1}, \text{ conclui-se, com base na resposta}$$

exibida ao degrau, que

- (A)  $\xi < 0$
- (B)  $\xi = 0$
- (C)  $0 < \xi < 1$
- (D)  $\xi = 1$
- (E)  $\xi > 1$

**50**

100 mol/h de uma mistura amônia-ar, considerada ideal, contendo 15% em volume de amônia, entram em uma coluna de absorção em contracorrente para serem tratados com água de modo a recuperar 95% da amônia. A relação solvente líquido / solvente gasoso é 2. A razão molar de amônia no produto líquido e a vazão do solvente, em mol/h, são, respectivamente,

- (A) 0,009 e 85
- (B) 0,077 e 85
- (C) 0,084 e 170
- (D) 0,084 e 200
- (E) 0,850 e 100

**51**

Um extrator recebe 100 kg/h de uma solução aquosa com 2% de soluto. Essa solução deve aparecer no refinado com 1% de soluto. O solvente empregado e a água podem ser considerados imiscíveis. A constante de equilíbrio é 4 (kg soluto / kg solvente) / (kg soluto / kg água). Aproximando-se a fração 98/0,99 para 99, o valor aproximado da vazão necessária de solvente, em kg/h, deve corresponder a

- (A) 21
- (B) 22
- (C) 23
- (D) 24
- (E) 25

**52**

Um reator de volume conhecido contém 100 mol de um gás ideal a uma pressão de  $10^5$  Pa e a uma temperatura  $T_1$ . Se, nessas condições, a variação de entropia com o volume para esse gás vale  $100 \text{ J.m.K}^{-1}$ , e se a constante universal dos gases pode ser considerada igual a  $8,3 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , a temperatura  $T_1$  do reator, em K, é de

- (A) 100
- (B) 200
- (C) 273
- (D) 1.000
- (E) 2.000

**53**

Definindo-se  $(C_p)$  e  $(C_v)$  como as capacidades caloríficas molares de um gás ideal, a pressão e volume constantes, respectivamente, e  $(\gamma)$  como a razão entre essas capacidades caloríficas  $(\gamma = C_p / C_v)$ , a equação que expressa o trabalho (W) de expansão de um gás ideal em um sistema fechado é dada por

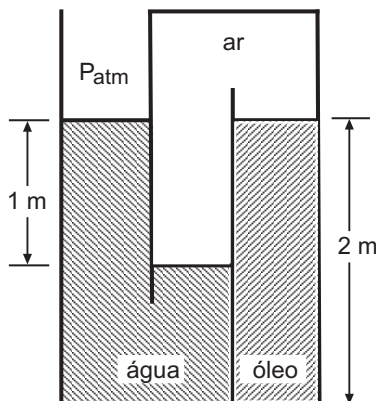
- (A)  $\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1}$
- (B)  $\frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}$
- (C)  $\frac{\gamma - 1}{P_2 V_2 - P_1 V_1}$
- (D)  $\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{(\gamma - 1)^\gamma}$
- (E)  $\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma C_p}$

54

Uma reação exotérmica  $A + B \rightarrow C$  é conduzida em um reator tanque de mistura perfeita. O calor de reação é 500 kJ/kmol. Os reagentes são alimentados a 25 °C e em proporção estequiométrica. A conversão por passe é 100%. O produto é constituído de 100 kmol/h de C, cuja capacidade calorífica é de 20 kJ.kmol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>. O reator tem uma área superficial de 20 m<sup>2</sup> e não é isolado do meio ambiente, que se encontra a 15 °C. O seu coeficiente global de transferência de calor é 400 kJ.h<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>. Nessas circunstâncias, a temperatura da corrente de saída, em °C, é

- (A) 16
- (B) 18
- (C) 22
- (D) 27
- (E) 30

55



O recipiente ilustrado na figura acima contém água (densidade  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ), óleo ( $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ ) e ar ( $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ). Sabendo-se que a pressão atmosférica local ( $P_{atm}$ ) é  $10^5 \text{ Pa}$  e que a aceleração da gravidade local é  $10 \text{ m/s}^2$ , a pressão manométrica no fundo da coluna de óleo, em Pa, é

- (A) 1.400
- (B) 12.000
- (C) 26.000
- (D) 30.000
- (E) 130.000

56

Um oleoduto construído com tubos retos de diâmetros  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ , ligados em série, é usado para transporte de um fluido newtoniano e incompressível com vazão constante. Se  $D_1/D_2 = 3$  e  $D_2/D_3 = 1/2$  e designando-se por  $Re_1$ ,  $Re_2$  e  $Re_3$  os números de Reynolds para o escoamento do fluido nos tubos de diâmetros  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ , respectivamente, conclui-se que

- (A)  $Re_1/Re_2 = 1/3$  e  $Re_2/Re_3 = 1/2$
- (B)  $Re_1/Re_3 = 2/3$  e  $Re_2/Re_1 = 3$
- (C)  $Re_3/Re_2 = 1/2$  e  $Re_1/Re_3 = 3$
- (D)  $Re_2/Re_3 = 2$  e  $Re_1/Re_3 = 1/3$
- (E)  $Re_1/Re_2 = 1/3$  e  $Re_3/Re_2 = 3$

57

No escoamento forçado de ar sobre uma placa horizontal aquecida, desenvolve-se a camada limite térmica quando a temperatura do ar for diferente daquela na superfície da placa. Em relação aos mecanismos de transferência de calor, compreende-se que

- (A) a movimentação do fluido é a única responsável pelo transporte de calor em toda a região compreendida pela camada limite térmica.
- (B) o escoamento forçado sobre a placa impede que ocorra transferência de calor por convecção livre (ou natural).
- (C) os efeitos difusivos são predominantes na região próxima à superfície da placa e aumentam ao longo da espessura da camada limite térmica.
- (D) os efeitos de radiação podem surgir com o aumento da temperatura da superfície, e a troca de calor varia linearmente com a temperatura.
- (E) o fenômeno de convecção térmica se caracteriza pelo transporte de energia por difusão molecular e pela movimentação global do fluido.

58

Em relação a uma coluna de pratos, é **INCORRETO** afirmar que

- (A) *flooding* é o fenômeno que acontece quando a quantidade de líquido no prato atinge valores acima dos aceitáveis, devido à formação de espuma ou à grande perda de carga entre os pratos.
- (B) *weeping* é o fenômeno que ocorre quando a velocidade do vapor é muito baixa, de tal forma que o líquido goteja através do orifício, resultando uma baixa eficiência de separação.
- (C) o líquido circula horizontalmente sobre o prato enquanto o vapor ou gás escoam de forma ascendente; assim, a composição do líquido não varia com a altura de líquido no prato, mas pode variar ao longo do mesmo, estabelecendo o perfil de concentração desse prato.
- (D) o arraste de líquido pela fase vapor representa um fator positivo, pois aumenta a variação de concentração ocorrida em um determinado prato.
- (E) o domínio satisfatório de operabilidade de uma coluna é definido pelas velocidades ou pelos fluxos do líquido e do vapor.

59

Um forno industrial libera gases de exaustão que podem ser utilizados para aquecer água pressurizada em um trocador de calor CT 1-2. A água escoam, em contracorrente, através de tubos cilíndricos a uma vazão de 3 kg/s, enquanto os gases de exaustão escoam no casco a 2 kg/s. Existem 100 tubos, cada um com 25 mm de diâmetro interno e 2,5 mm de espessura. As temperaturas de entrada da água e dos gases são iguais a 300 K e a 800 K, respectivamente. Os calores específicos da água e dos gases de exaustão são iguais, aproximadamente, a  $4.200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  e a  $1.000 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , respectivamente. A resistência condutiva da parede do tubo deve ser desprezada. Os coeficientes interno e externo de filme são iguais a  $60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  e a  $200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , respectivamente. O número de unidades de transferência é 0,90.

Considerando-se  $\pi = 3$ , aproximadamente, e de acordo com os dados fornecidos, os valores aproximados para o coeficiente global de transferência de calor, com base na área externa, e o comprimento de cada tubo, por passagem, são iguais, respectivamente, a

- (A)  $40 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  e a 2,5 m
- (B)  $40 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  e a 5,0 m
- (C)  $46 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  e a 1,5 m
- (D)  $46 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  e a 3,0 m
- (E)  $46 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  e a 5,0 m

60

Deve ser projetada uma coluna de destilação com unidades totais para separar uma mistura binária (A + B), líquida saturada, com vazão  $F \text{ mol/h}$ . A razão de refluxo operacional é 2. O produto de topo tem uma composição  $x_D$  e o produto de fundo, uma composição  $x_B$ .

Dados  $V$ ,  $L$ : vazões molares das fases vapor e líquida da seção de absorção;  $D$ : vazão molar do produto de topo e  $y$ : composição da fase vapor que entra na seção de absorção.

O número de unidades de transferência global líquida da seção de absorção será dado por  $N_{\text{ox}} = \int_{x_e}^{x_s} \frac{dx}{(x^* - x)}$ , em que

(A)  $x^*$  é a composição da fase líquida em equilíbrio com a fase gás na interface.

(B)  $x$  é a composição da fase líquida que está em equilíbrio com a fase vapor.

(C)  $x_s$  é dado pela equação  $x_s = \frac{V \cdot y - D \cdot x_D}{L}$

(D)  $x_e$  é dado pela equação  $x_e = \frac{V \cdot y - D \cdot x_D}{L}$

(E)  $x_s$  é igual à composição do produto líquido da coluna.

61

Um tanque de *flash* recebe 600 kmol/h de uma mistura equimolar dos componentes 1 e 2. A fração molar do componente 1, na fase líquida, é 0,3, e a sua constante de equilíbrio é 3. As vazões totais das fases vapor e líquido devem ser, respectivamente,

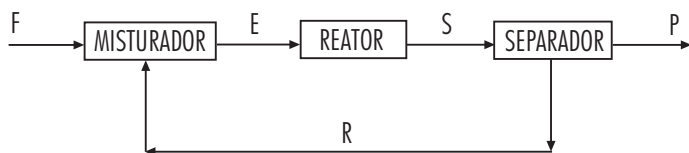
- (A) 200 e 400
- (B) 250 e 350
- (C) 300 e 300
- (D) 350 e 250
- (E) 400 e 200



**62**

Um reator catalítico foi alimentado com uma vazão de 200 kmol/h de  $C_2H_6$  para produzir  $C_2H_4$  e gás hidrogênio, conforme a figura abaixo.

Diagrama de blocos do processo



Em que

F = Vazão de alimentação de  $C_2H_6$ ;

P = Vazão de saída dos produtos;

R = Vazão de reciclo de  $C_2H_6$ .

A conversão global do  $C_2H_6$ , no processo, deve ser igual a 100%, e a conversão por passe da mesma substância, no reator, igual a 90%.

Com base nas informações, conclui-se que a

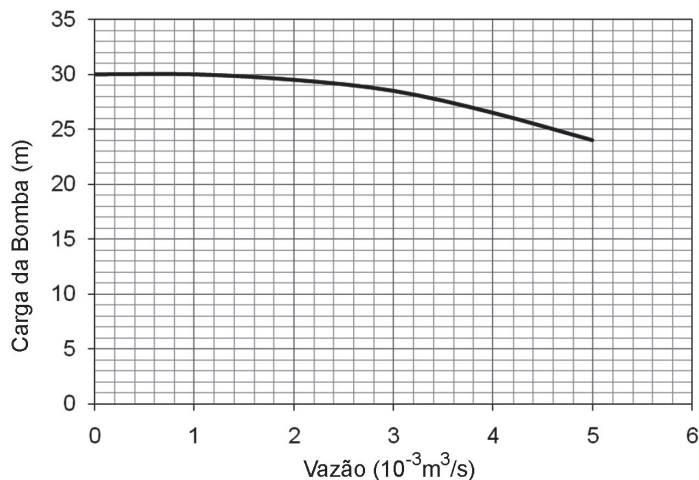
- (A) composição molar da corrente de produtos (P) é 50%  $H_2$ , 20%  $C_2H_6$  e 30%  $C_2H_4$ .
- (B) vazão de saída da corrente de produtos (P) é 10 kmol/h de  $C_2H_6$ , já que a sua conversão é de 90%.
- (C) vazão de  $C_2H_6$  (kmol/h) na entrada do reator (E) deve ser igual à vazão de  $C_2H_4$  (kmol/h) na corrente de produtos (P).
- (D) vazão de refluxo (R) é, aproximadamente, 28 kmol/h de  $C_2H_6$ .
- (E) vazão (E) que alimenta o reator é, aproximadamente, 220 kmol/h de  $C_2H_6$ .

**63**

A trajetória de um fluido em um compressor adiabático que opera reversivelmente é representada no Diagrama de Mollier por uma linha

- (A) horizontal da temperatura inicial até a temperatura final.
- (B) horizontal da pressão inicial até a pressão final.
- (C) horizontal da entalpia inicial até a entalpia final.
- (D) inclinada da temperatura inicial até a temperatura final.
- (E) vertical da pressão inicial até a pressão final.

**64**



A figura acima representa a curva característica de uma bomba instalada em dado sistema de tubulações. Na região de interesse, a curva do sistema pode ser aproximada pela equação

$$H = 10.000Q - 10$$

em que H é a carga requerida pelo sistema, em metros de coluna de líquido, e Q é a vazão de operação, em  $m^3/s$ .

A vazão de operação, em  $m^3/s$ , é

- (A)  $1,5 \times 10^{-3}$
- (B)  $2,3 \times 10^{-3}$
- (C)  $3,7 \times 10^{-3}$
- (D)  $4,0 \times 10^{-3}$
- (E)  $5,0 \times 10^{-3}$

**65**

No que diz respeito ao escoamento de fluidos, considere as afirmativas abaixo.

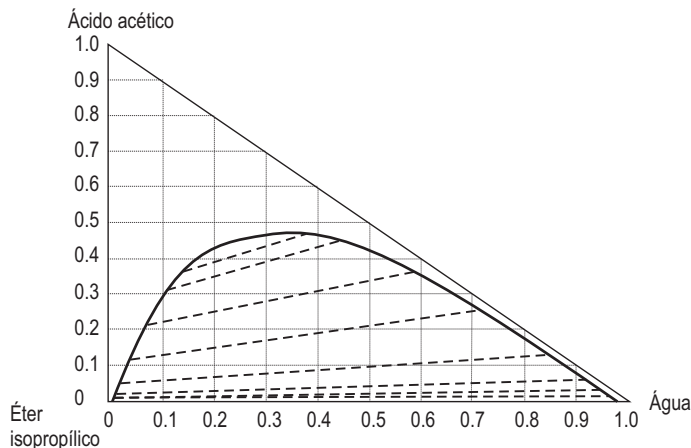
- I - A cavitação ocorre sempre nas regiões de maior pressão do fluido em escoamento.
- II - Em bombas centrífugas, a cavitação ocorre normalmente na entrada do impelidor.
- III - NPSH requerido é a quantidade mínima de energia que deve existir no flange de sucção da bomba, acima da pressão de vapor do líquido, para que não ocorra cavitação.
- IV - Para que não ocorra cavitação, basta garantir que o NPSH requerido seja superior ao NPSH disponível.

São corretas **APENAS** as afirmativas

- (A) I e II.
- (B) I e IV.
- (C) II e III.
- (D) III e IV.
- (E) I, II e IV.

66

Equilíbrio Líquido-Líquido  
Ácido acético/Água/Éter isopropílico  
(Frações mássicas)  
20 °C, 1 atm



100 g de uma mistura ácido acético / água com 60% (em massa) de água são colocados em contato com 140 g de éter isopropílico puro a 20 °C e 1 atm. Usando o diagrama ternário, com as linhas de amarrações (linhas tracejadas), as composições em frações mássicas das fases resultantes dessa mistura (refinado e extrato) são, aproximadamente,

	Fase Refinado	Fase Extrato
(A)	0,04 de água, 0,11 de ácido acético e 0,85 de éter isopropílico.	0,30 de água, 0,65 de ácido acético, e 0,05 de éter isopropílico.
(B)	0,11 de água, 0,04 de ácido acético e 0,85 de éter isopropílico.	0,30 de água, 0,05 de ácido acético e 0,65 de éter isopropílico.
(C)	0,04 de água, 0,30 de ácido acético e 0,66 de éter isopropílico.	0,70 de água, 0,05 de ácido acético e 0,25 de éter isopropílico.
(D)	0,70 de água, 0,25 de ácido acético e 0,05 de éter isopropílico.	0,04 de água, 0,11 de ácido acético e 0,85 de éter isopropílico.
(E)	0,04 de água, 0,11 de ácido acético e 0,85 de éter isopropílico.	0,70 de água, 0,25 de ácido acético e 0,05 de éter isopropílico.

Considere o texto a seguir para responder às questões de nºs 67 e 68.

Uma corrente contendo 20% de n-butano (B), 50% de n-pentano (P) e 30% de n-hexano (H), em base molar, com uma vazão de 200 mol/h, é alimentada em um tambor de *flash* (destilação integral) na temperatura de 482 °C. 90% do n-hexano são recuperados na corrente líquida. Sabe-se que as constantes de equilíbrio, nas condições de operação da destilação integral, são  $K_B = 1,8$ ;  $K_P = 0,9$ ; e  $K_H = 0,5$ .

67

A vazão da corrente vapor, em mol/h, é de

- (A) 36,4
- (B) 50,8
- (C) 100
- (D) 163,6
- (E) 200

68

A composição molar da corrente líquida é

- (A) 17% de n-butano, 51% de n-pentano e 32% de n-hexano.
- (B) 32% de n-butano, 17% de n-pentano e 51% de n-hexano.
- (C) 51% de n-butano, 32% de n-pentano e 17% de n-hexano.
- (D) 60% de n-butano, 20% de n-pentano e 20% de n-hexano.
- (E) 70% de n-butano, 10% de n-pentano e 20% de n-hexano.

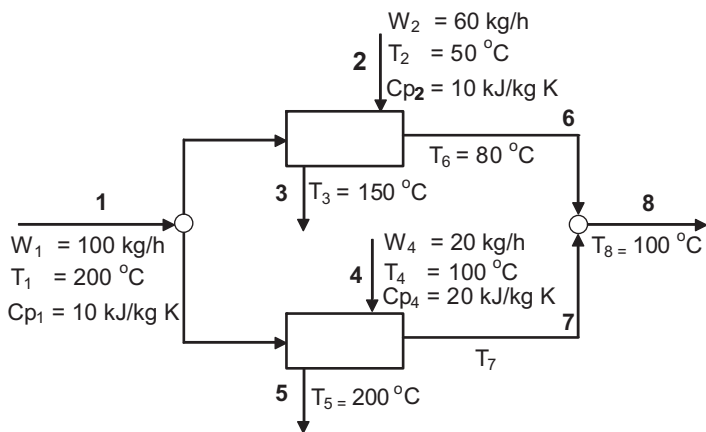
69

Qual dos processos descritos abaixo pode ser associado à variação nula de entropia desse sistema?

- (A) Reação entre HCl e NH<sub>3</sub> formando NH<sub>4</sub>Cl em um reator fechado e isolado.
- (B) Vaporização de um hidrocarboneto em sua temperatura normal de ebulição.
- (C) Expansão adiabática de fluido refrigerante em uma turbina.
- (D) Mistura de 2 gases ideais, em recipiente isolado, mantendo-se constante o volume total.
- (E) Geração de energia elétrica em uma pilha.

70

O fluxograma abaixo mostra um exemplo de integração energética em processos químicos. A Corrente 1 é resfriada e o seu calor é aproveitado para aquecer a Corrente 2 e a Corrente 3, em paralelo.



Considerando-se as informações pertinentes mostradas no próprio fluxograma, o valor da temperatura  $T_7$ , da Corrente 7, em  $^{\circ}\text{C}$ , deve ser

- (A) 110
- (B) 120
- (C) 130
- (D) 140
- (E) 150

RASCUNHO

RASCUNHO