

CONCURSO PÚBLICO

Maio - 2009



Engenheiro Químico

Leia estas instruções:

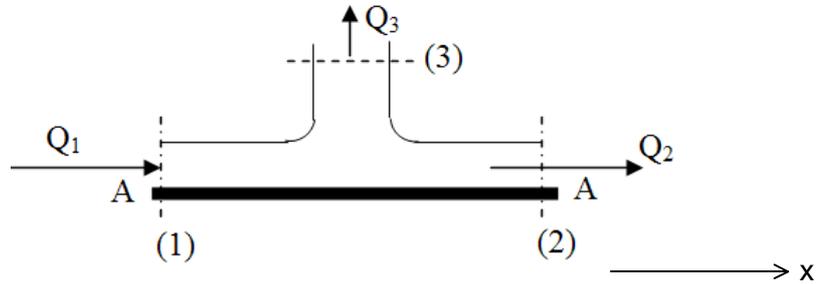
1	Confira se os dados contidos na parte inferior desta capa estão corretos e, em seguida, assinie no espaço reservado para isso. Caso se identifique em qualquer outro local deste Caderno, você será eliminado do Concurso.
2	Este Caderno contém 34 questões de Conhecimentos Específicos: quatro discursivas e trinta de múltipla escolha , respectivamente.
3	Quando o Fiscal autorizar, confira se este Caderno está completo e se não apresenta imperfeição gráfica que impeça a leitura. Se você verificar algum problema, comunique-o imediatamente ao Fiscal.
4	Nas questões discursivas, será avaliado, exclusivamente , o que você escrever dentro do espaço destinado a cada resposta.
5	Escreva de modo legível. Dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
6	Cada questão de múltipla escolha apresenta apenas uma resposta correta.
7	Interpretar as questões faz parte da avaliação; portanto, não adianta pedir esclarecimentos aos Fiscais.
8	Utilize, para rascunhos, qualquer espaço em branco deste Caderno e não destaque nenhuma folha.
9	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
10	Você dispõe de quatro horas, no máximo, para responder às questões discursivas e de múltipla escolha e preencher a Folha de Respostas.
11	O preenchimento da Folha de Respostas é de sua inteira responsabilidade.
12	Antes de retirar-se definitivamente da sala, devolva ao Fiscal a Folha de Respostas e este Caderno.

Assinatura do Candidato: _____

Questões Discursivas

Questão 1

Suponha que um fluido escoe através de um tê, como mostra a figura abaixo.



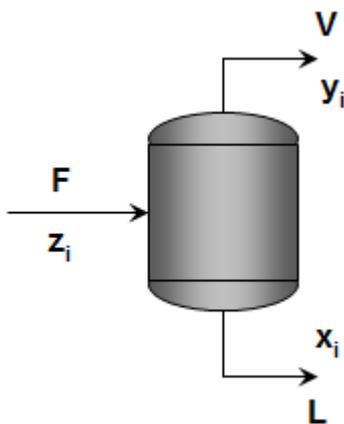
Obtenha uma expressão para a queda de pressão $\Delta p = p_1 - p_2$ ao longo do tê. Expresse os resultados em termos das propriedades de entrada do escoamento e da razão Q_3/Q_1 . Utilize a equação do momento linear considerando o escoamento permanente e somente na direção de x .

Espaço destinado à Resposta

Fim do espaço destinado à Resposta

Questão 2

Considere o vaso *flash* mostrado abaixo, sendo z_i , x_i e y_i , respectivamente as frações molares do componente i na alimentação, no fundo e no topo. Considere também que a massa total de líquido e vapor acumulada no vaso, bem como a temperatura e a pressão são constantes. Uma vez que o equilíbrio é assumido entre as fases líquido e vapor, definindo uma relação de equilíbrio na forma $K_i = y_i/x_i$, segundo a equação de Raoult, deduza uma metodologia para realizar o cálculo *flash*, ou seja, para obter y_i , V , x_i e L a partir de z_i , F , T , P . Adote como base $F = 1 \text{ mol/min}$ e uma mistura binária.

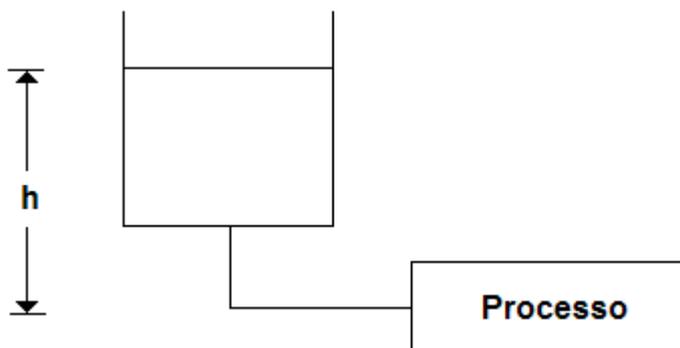


Espaço destinado à Resposta

Fim do espaço destinado à Resposta

Questão 3

Um sistema por gravidade, como mostrado na figura abaixo, é usado para suprir de água um processo, cuja pressão manométrica na entrada é de $2,55 \text{ kgf/cm}^2$.



Admitindo que 1 kgf é, aproximadamente, $9,8 \text{ N}$, calcule:

A) a elevação do nível (h) de água acima do processo;

B) a elevação do nível (h) necessária, caso o fluido tivesse densidade $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$.

Espaço destinado à Resposta

Fim do espaço destinado à Resposta

Questão 4

A viscosidade é uma das propriedades bem conhecidas por caracterizar um fluido. Com base nessa afirmação, escreva uma definição para *reologia* e explique como a *reologia* está relacionada às propriedades dos fluidos newtonianos e não-newtonianos.

Espaço destinado à Resposta

Fim do espaço destinado à Resposta

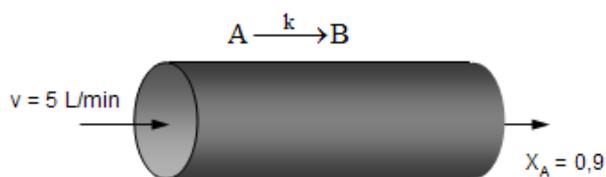
Questões de Múltipla Escolha

- 01.** A reação química, representada pela equação estequiométrica $2A + B \rightarrow 2C + D$ é conduzida num reator batelada, a volume constante. Partindo-se de uma mistura constituída de 5,0 mol/L de A e 2,0 mol/L de B, a conversão e a concentração de A quando 50% do reagente B tiver sido consumido, serão, **respectivamente**:
- A) $X_A = 0,4$ e $C_A = 1,0$ mol/L C) $X_A = 0,4$ e $C_A = 3,0$ mol/L
 B) $X_A = 0,5$ e $C_A = 3,0$ mol/L D) $X_A = 0,5$ e $C_A = 1,0$ mol/L
- 02.** Um reator tanque-agitado contínuo (CSTR) conduz uma reação elementar, isotérmica e em fase líquida. A taxa de reação em mol/min é dada por $(-r_A) = 2 \cdot C_A^2$. Sabendo-se que, na entrada do reator, a vazão molar é 5,0 mol/min e a vazão volumétrica é 10 L/min, o volume do reator necessário para que o processo alcance uma conversão de $x_A = 0,8$ é:
- A) 120 L C) 60 L
 B) 200 L D) 20 L
- 03.** A reação reversível em fase líquida $A \rightleftharpoons C$ é conduzida num reator batelada. Sabendo-se que a constante de equilíbrio é $K = 3$ e que apenas o reagente A é alimentado inicialmente, a conversão de equilíbrio é
- A) 0,75. C) 0,60.
 B) 0,90. D) 0,45.
- 04.** Considere as seguintes sentenças relacionadas aos reatores químicos:

I	Durante a operação de reatores semibatelada, o volume da massa em reação tem como condição o estado permanente.
II	Vários reatores do tipo CSTR, com volumes iguais e conectados paralelamente, apresentam comportamento aproximado ao de um reator tubular (PFR) com volume equivalente à soma dos volumes dos CSTRs.
III	Os reatores batelada, durante sua operação, apresentam composição uniforme em todo o seu interior e tal composição varia ao longo do tempo.

A correta avaliação de cada sentença como verdadeira (V) ou falsa (F) é

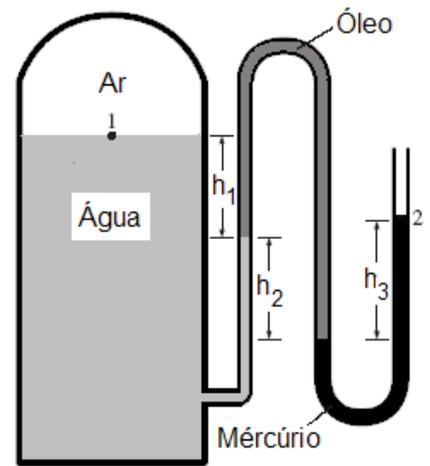
- A) I – V; II – F; III – V
 B) I – V; II – V; III – F
 C) I – F; II – V; III – V
 D) I – F; II – F; III – V
- 05.** Considere o reator PFR, ao lado, conduzindo uma reação de 1ª ordem, em fase líquida, com constante cinética $k = 1 \text{ min}^{-1}$, vazão volumétrica $v = 5,0 \text{ L/min}$ e conversão $x_A = 0,9$. Dado que $\ln(y) = 2,303 \cdot \log(y)$, o volume aproximado do reator é:
- A) 7,2 L
 B) 11,5 L
 C) 12,7 L
 D) 6,4 L



06. Num tanque, a água é pressurizada pelo ar, sendo a pressão medida por um manômetro de fluidos, como mostrado na figura ao lado. O tanque está localizado numa montanha com altitude de 1400 m, onde a pressão atmosférica é 85,6 kPa e a gravidade é $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Sendo $h_1 = 0,1 \text{ m}$, $h_2 = 0,2 \text{ m}$ e $h_3 = 0,3 \text{ m}$ e admitindo-se densidades dos fluidos $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{óleo}} = 850 \text{ kg/m}^3$ e $\rho_{\text{mercúrio}} = 13600 \text{ kg/m}^3$, a pressão absoluta aproximada do ar no tanque será

- A) 130 kPa
 B) 128 kPa
 C) 123 kPa
 D) 126 kPa



07. Um fluido é uma substância que

- A) não pode permanecer em repouso sob ação de qualquer força de cisalhamento.
 B) sempre se expande, até encher um recipiente qualquer.
 C) não pode ser submetida a forças de cisalhamento.
 D) é praticamente incompressível.

08. A lei de viscosidade de Newton relaciona

- A) pressão, temperatura, viscosidade e velocidade de deformação angular num fluido.
 B) temperatura, tensão de cisalhamento e viscosidade.
 C) tensão de cisalhamento, pressão, viscosidade e velocidade.
 D) tensão de cisalhamento e velocidade de deformação angular num fluido.

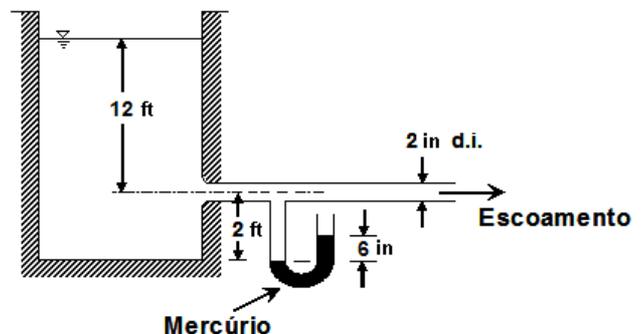
09. Escoamento isentrópico refere-se a um escoamento

- A) de fluido perfeito.
 B) adiabático irreversível.
 C) reversível sem atrito.
 D) adiabático reversível.

10. Água flui de um tanque de grandes proporções, através de um tubo de 2 polegadas de diâmetro, conforme a figura dada. O fluido de cor escura no manômetro, é mercúrio, cuja gravidade específica é $S = 13,6$.

Efetuando-se um balanço de energia, a velocidade em ft/s, na saída do tubo, será:

- A) $v = 5,3 \text{ ft/s}$
 B) $v = 21,53 \text{ ft/s}$
 C) $v = 53 \text{ ft/s}$
 D) $v = 12,35 \text{ ft/s}$

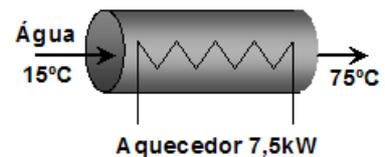


11. Um fio elétrico de diâmetro 0,3 cm e comprimento 2 m é estendido ao longo de uma sala com temperatura de 22°C. Calor é gerado no fio como resultado da resistência elétrica, tal que a temperatura da superfície do fio é de 162°C no estado estacionário. A tensão e a corrente no fio são de 60 V e 1,5 A, respectivamente.

Desconsiderando qualquer transferência de calor por radiação e dado que a potência é igual à multiplicação da tensão pela corrente, o coeficiente de transferência de calor entre a superfície externa do fio e o ar da sala é, **aproximadamente**,

- A) 20,4 W/m²·°C
- B) 51,1 W/m²·°C
- C) 34,1 W/m²·°C
- D) 45,5 W/m²·°C

12. Baseado na figura ao lado, suponha que um aquecedor de resistência elétrica com potência de 7,5 kW aquece água ao longo de um tubo isolado e de diâmetro constante igual a 2 cm. Com escoamento permanente, a água entra no tubo a 15°C e sai a 75°C.



Dado que o calor específico da água é de 4,18 J/g·°C, a vazão mássica aproximada do sistema será

- A) 29,9 g/s.
- B) 0,0299 g/s.
- C) 4,76 g/s.
- D) 0,00476 g/s.

13. A equação usada para determinar o fluxo de calor pelo mecanismo de condução é:

- A) $-k \cdot \nabla T$
- B) $-k^2 \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$
- C) $h \cdot (T_2 - T_1)$
- D) $\varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$

14. Calor é perdido a uma taxa de 500 W através de uma parede de tijolo ($k = 0,72 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$) com 4 m de altura, 3 m de largura e 25 cm de espessura. Se a superfície interna da parede estiver a 22°C, a temperatura no meio plano da parede (ou seja, na posição 12,5 cm de espessura) será **aproximadamente**,

- A) 7,5°C.
- B) 29,2°C.
- C) 36,5°C.
- D) 14,8°C.

15. A maioria das correlações para coeficiente de transferência de calor convectivo usa o número adimensional Nusselt.

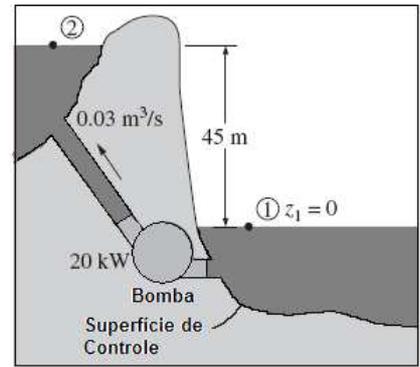
Sendo h o coeficiente de transferência de calor por convecção, k a condutividade térmica do fluido e L o comprimento característico, o número de Nusselt é definido como:

- A) $k \cdot L/h$
- B) $h \cdot L/k$
- C) $h/k \cdot L$
- D) $k/h \cdot L$

21. Bombeie-se água de um reservatório mais baixo para um reservatório mais alto, conforme mostrado na figura ao lado. A bomba proporciona 20 kW de potência mecânica útil para a água. A diferença da superfície livre do reservatório mais alto é de 45 m em relação ao reservatório mais baixo.

Sendo a vazão de $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, a potência mecânica perdida durante esse processo é de

- A) 2,8 kW.
 B) 5,2 kW.
 C) 6,7 kW.
 D) 3,7 kW.



22. Uma das primeiras equações de estado usada para descrever o comportamento PVT de fluidos, abrangendo uma faixa ampla de temperatura e pressão, foi proposta por J. D. van der Waals.

A equação proposta por van der Waals é

A) $P = \frac{R \cdot T}{V} - \frac{a}{V \cdot (V + b)}$

C) $P = \frac{R \cdot T}{V} - \frac{a}{V - b}$

B) $P = \frac{R \cdot T}{V - b} - \frac{a}{\sqrt{T} \cdot V \cdot (V + b)}$

D) $P = \frac{R \cdot T}{V - b} - \frac{a}{V^2}$

23. Para o regime permanente, a primeira lei da termodinâmica

- A) é concernente, basicamente, ao calor transferido.
 B) é relativa a todas as energias que entram e saem de um volume de controle.
 C) é restrita, em suas aplicações, aos gases perfeitos.
 D) é uma expressão da conservação da quantidade de movimento.

24. De acordo com os conceitos termodinâmicos, a segunda lei da termodinâmica estabelece que a entropia

- A) de um sistema isolado sempre aumenta.
 B) de um sistema irreversível se conserva.
 C) de um sistema isolado sempre diminui.
 D) de um sistema reversível aumenta.

25. Sobre a análise dinâmica dos processos, considere as seguintes sentenças:

I	Quanto maior a constante de tempo (τ) num sistema de primeira ordem, mais rápido o sistema atinge o valor último.
II	Os sistemas com resposta inversa se caracterizam por possuírem pelo menos um zero positivo na função de transferência.
III	Se, um sistema de segunda ordem, após sofrer perturbação de grau na entrada, apresentar resposta subamortecida e oscilatória, isso significa que ele possui pólos complexos com parte real negativa.

Uma correta avaliação das sentenças como verdadeira (V) ou falsa (F) está expressa por

- A) I – V; II – V; III – F.
 B) I – F; II – V; III – V.
 C) I – F; II – F; III – V.
 D) I – V; II – F; III – V.

26. Um sistema de pura capacidade, $G(s) = K/s$, ao ser perturbado por um pulso retangular,

$$\hat{u}(s) = \frac{A}{s} (1 - e^{-b \cdot s}), \text{ produz como resposta din\u00e2mica}$$

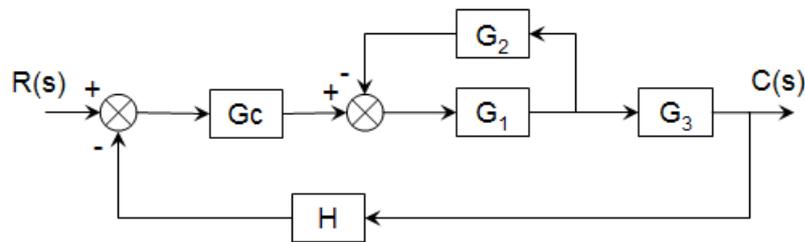
A) $y(t) = K \cdot A \cdot (t - b)$

C) $y(t) = K \cdot A \cdot (1 - e^{-t/b})$

B) $y(t) = \begin{cases} 0, & t < b \\ K \cdot A \cdot t, & t \geq b \end{cases}$

D) $y(t) = \begin{cases} K \cdot A \cdot t, & t < b \\ K \cdot A \cdot b, & t \geq b \end{cases}$

27. Considerando-se o sistema mostrado pelo diagrama de blocos abaixo, a fun\u00e7\u00e3o de transfer\u00eancia $C(s)/R(s)$ \u00e9 determinada por:



Nesse caso,

A) $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_c \cdot \left(\frac{G_1}{1+G_2} \right) \cdot G_3}{1 + G_c \cdot \left(\frac{G_1}{1+G_2} \right) \cdot G_3 \cdot H}$

C) $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_c \cdot \left(\frac{G_1}{1+G_1 \cdot G_2} \right) \cdot G_3}{1 + G_c \cdot \left(\frac{G_1}{1+G_1 \cdot G_2} \right) \cdot G_3 \cdot H}$

B) $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_c \cdot \left(\frac{G_1}{1+G_1} \right) \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_c \cdot \left(\frac{G_1}{1+G_1} \right) \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot H}$

D) $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_c \cdot G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_c \cdot G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot H}$

28. Para uma malha de controle *feedback*, com controlador proporcional $G_c(s) = K_c$, a equa\u00e7\u00e3o caracter\u00edstica resultante \u00e9 $(4 \cdot s + 1) \cdot (2 \cdot s + 1) \cdot (s + 1) + K_c = 0$.

Considerando-se isso, o sistema ser\u00e1 est\u00e1vel para a faixa de valores de K_c igual a

A) $2 < K_c < 11,2$.

B) $0 < K_c < 90$.

C) $0 < K_c < 11,2$.

D) $2 < K_c < 90$.

29. No caso particular de uma separação binária em que a volatilidade relativa (α) dos dois componentes é constante, a equação de Fenske, dada abaixo, pode ser utilizada para calcular o número mínimo de pratos de uma coluna de destilação.

$$N_{\min} = \frac{\ln\left(\frac{x_D \cdot (1 - x_B)}{x_B \cdot (1 - x_D)}\right)}{\ln(\alpha)} - 1$$

Sendo a composição de topo de 0,9 e a composição de fundo de 0,1 para o componente-chave, o número de pratos mínimos, para uma volatilidade relativa de 3, será:

- A) 3
- B) 4
- C) 2
- D) 5

30. Uma coluna de destilação deve operar com razão de refluxo $R_D = 2$, composição de fundo para o componente 1 de 0,025 e composição de topo para o componente 1 de 0,95. Na figura ao lado, é possível observar a curva de equilíbrio do componente 1 e a linha de alimentação da coluna.

Utilizando-se o método de McCabe-Thiele, o número de pratos aproximado para a coluna será

- A) 5.
- B) 15.
- C) 18.
- D) 9.

