



CONCURSO DE ADMISSÃO  
AO  
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS

ENGENHARIA QUÍMICA

CADERNO DE QUESTÕES

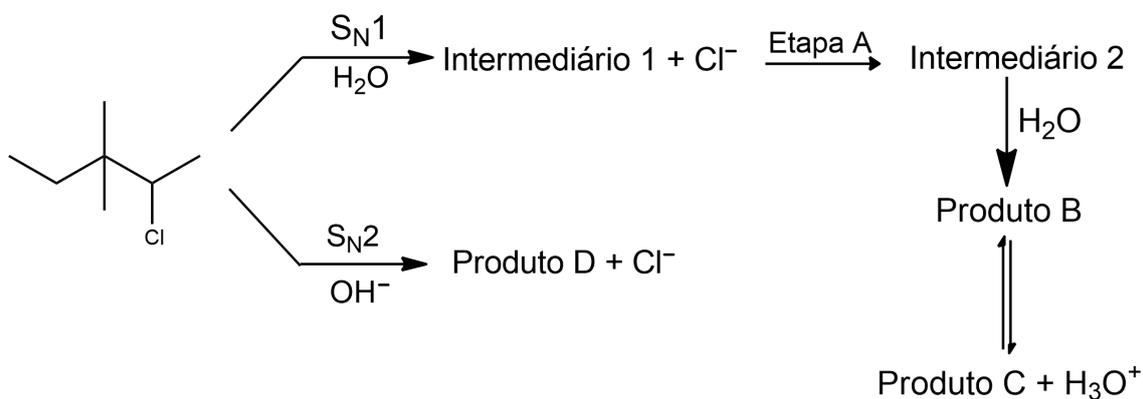
2023/2024



1ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Considere o haleto de alquila abaixo, que reage segundo os mecanismos  $S_N1$  e  $S_N2$ , conforme a figura:



Desenhe as fórmulas estruturais planas dos Intermediários 1 e 2, e dos Produtos B, C e D. Dê a nomenclatura IUPAC dos Produtos C e D, e o nome da reação que ocorre na Etapa A.

2ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Considere um escoamento bidimensional, tal que o seu campo de velocidade ( $v$ ) é dado por:

$$v = \beta t(z\mathbf{j} + 2y\mathbf{k})$$

onde  $\beta$  é uma constante,  $\mathbf{j}$  e  $\mathbf{k}$  são os vetores unitários ortogonais.

Para o instante em que  $t = t_0$ , verifique se:

- o escoamento é incompressível. Caso positivo, obtenha a forma geral da função-corrente.
- as forças viscosas podem ser desprezadas. Caso positivo, obtenha a forma geral do potencial de velocidade associado.

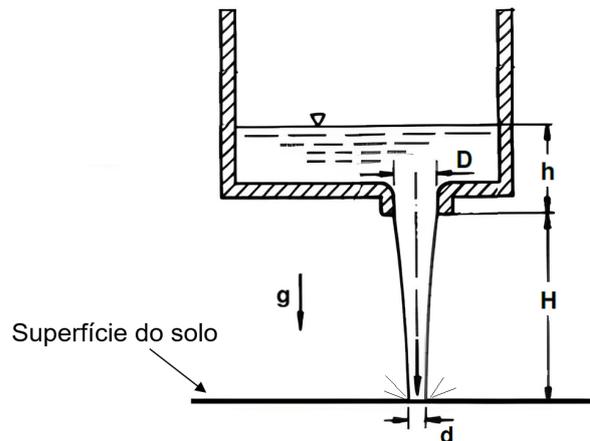
3ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um sistema constituído de um gás ideal encontra-se, inicialmente, numa pressão  $P_1$  - sendo esta a máxima admitida pelo sistema - e numa temperatura  $T_1$ , ocupando um volume  $V_1$ . Se o sistema só pode ser submetido a transformações isobáricas e isotérmicas, deduza a expressão para o trabalho máximo que pode ser realizado quando o sistema se expande até um volume  $V_2$ , sendo  $T_M$  ( $T_M > T_1$ ) a maior temperatura que o sistema pode assumir.

**4ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Um grande reservatório de óleo de baixa viscosidade, com densidade  $\rho$ , numa instalação petroquímica, apresentou um furo de diâmetro  $D$  na sua base, ocorrendo o escoamento do óleo em direção ao solo, como ilustrado abaixo.

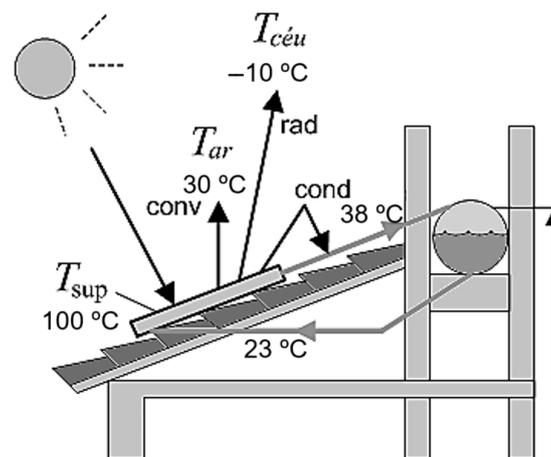


Fonte: adaptado de KRAUSE, E. Fluid Mechanics. Berlim: Springer-Verlag, 2005.

Sabendo que o nível de óleo no reservatório é mantido na altura  $h$  e que o furo está a uma altura  $H$  do solo, determine a expressão para o diâmetro do filamento de óleo ( $d$ ) quando atinge o solo.

**5ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Um aquecedor solar instalado no telhado de uma residência é empregado para aquecer 3,0 L/min de água a 23 °C, conforme mostrado na figura.



Considere que a temperatura da superfície do coletor é 100 °C e que sua absorvidade é 90%. As temperaturas do ar ambiente e do céu são, nesta ordem, 30 °C e -10 °C.

**Dados:**

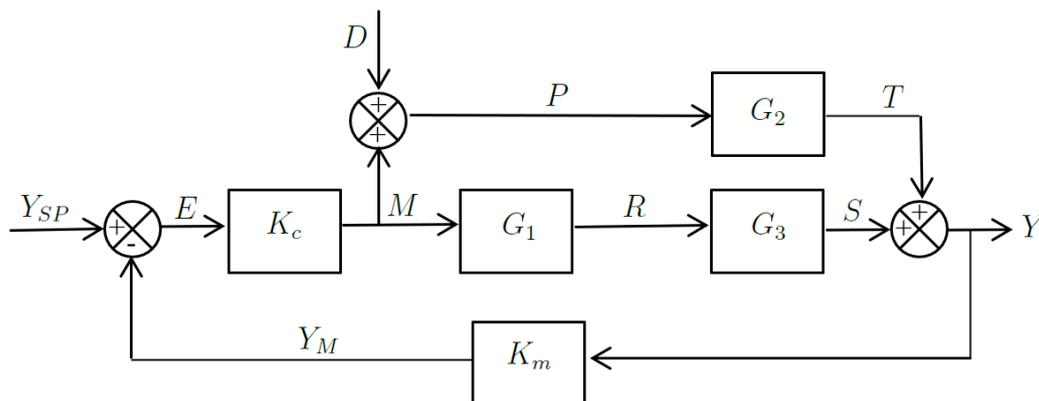
- Irradiação solar média  $G_s = 750 \text{ W/m}^2$
- coeficiente de película sobre a superfície do coletor  $h = 1,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- coeficiente linearizado de transferência de calor por radiação  $h_r = 0,70 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- $\rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ kg/L}$
- $c_{p,\text{água}} = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$

Determine a área do coletor, em  $\text{m}^2$ , para que a água, ao receber todo o calor útil do aquecedor, seja aquecida até 38 °C.

## 6ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Considere o sistema de controle em malha fechada representado pelo diagrama de blocos abaixo.



Para esse sistema de controle, determine:

- a) as funções de transferência para o problema servo  $\left(\frac{Y(s)}{Y_{SP}(s)}\right)$  e para o problema regulatório  $\left(\frac{Y(s)}{D(s)}\right)$ .
- b) a faixa de valores de  $K_c$  para a qual o sistema de controle será estável, de acordo com o critério de estabilidade de Routh-Hurwitz, considerando que:

$$K_m = 1 \quad G_1(s) = \frac{-1}{s} \quad G_2(s) = \frac{s}{s+1} \quad G_3(s) = \frac{1}{s+1}$$

## 7ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um óleo combustível alimenta uma fornalha a uma vazão de 100 kg/h, onde é totalmente queimado com 18% de ar em excesso molar. Esse óleo apresenta a seguinte composição percentual em massa: 87% de C, 10% de H e 3% de S. O gás de saída da fornalha é composto apenas por  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$  e  $H_2O$ . A emissão de dióxido de enxofre deve ser controlada para atender a requisitos regulatórios ambientais, o que é feito passando-se o gás de saída da fornalha através de uma coluna de lavagem, onde a maior parte do  $SO_2$  é absorvida em uma solução alcalina. Os gases que saem da coluna de lavagem são liberados por uma chaminé. No entanto, a coluna de lavagem tem uma capacidade limitada, de maneira que uma fração do gás de exaustão da fornalha deve ser encaminhada diretamente à chaminé, sendo desviada da coluna de lavagem. Durante a operação do processo em regime permanente, a coluna de lavagem remove 84% do  $SO_2$  contido no gás que a alimenta.

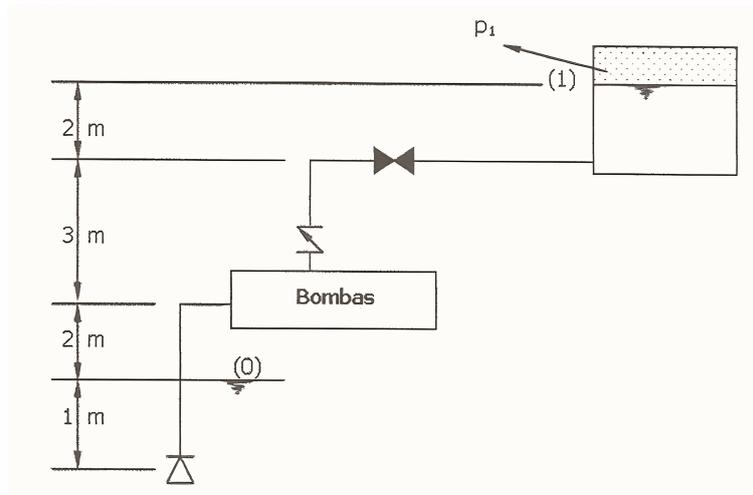
**Dados:**

- massas atômicas do C (12 kg/kmol), do H (1 kg/kmol) e do S (32 kg/kmol)
- composição molar do ar: 79%  $N_2$  e 21%  $O_2$

Considerando que não há absorção de  $CO_2$ ,  $O_2$  e  $N_2$  na coluna de lavagem:

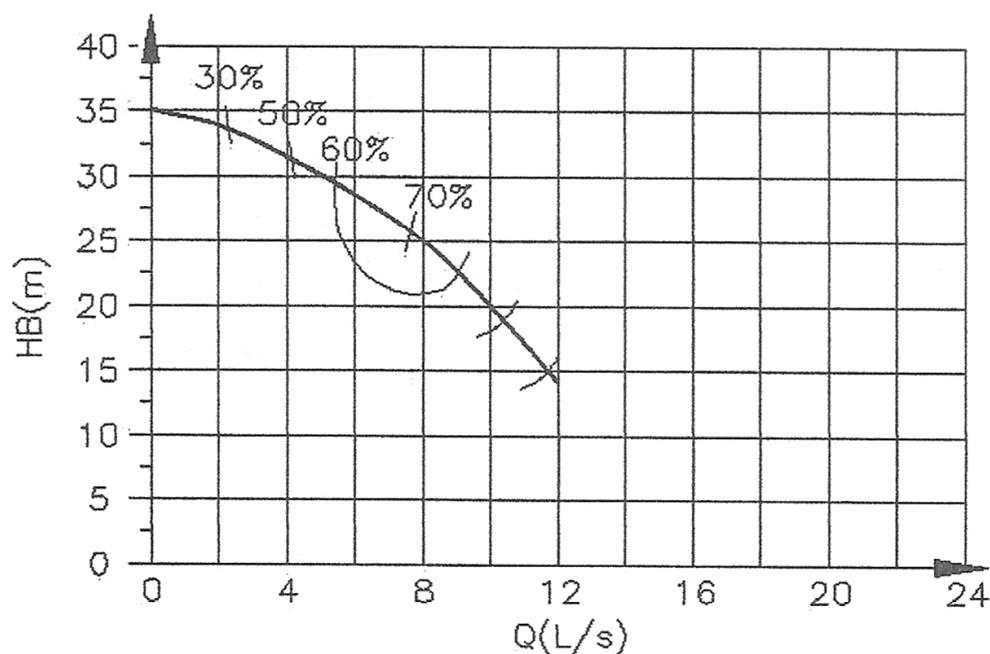
- a) apresente o diagrama deste processo, identificando todas as variáveis;
- b) calcule a fração (mol/mol) de gás de exaustão da fornalha que é desviada da coluna de lavagem nas condições descritas, sabendo que o gás combinado da chaminé contém 600 ppm (mol/mol) de  $SO_2$  em base seca.

Uma instalação hidráulica pode operar com uma ou duas bombas associadas em paralelo, conforme a representação abaixo.



Fonte: adaptado de DOS SANTOS, S. L. Bombas & Instalações Hidráulicas. São Paulo: LTC Editora, 2007.

As bombas são iguais e a curva característica individual segue o perfil abaixo.



Fonte: adaptado de DOS SANTOS, S. L. Bombas & Instalações Hidráulicas. São Paulo: LTC Editora, 2007.

A curva de demanda da instalação hidráulica é dada pela equação:

$$H_B = K_1 + 100000Q^2$$

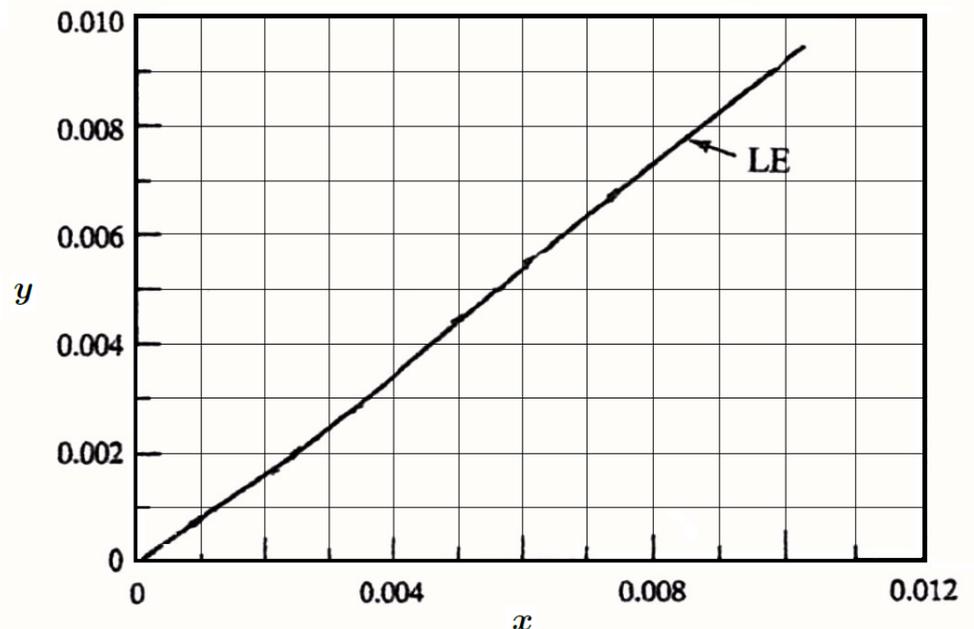
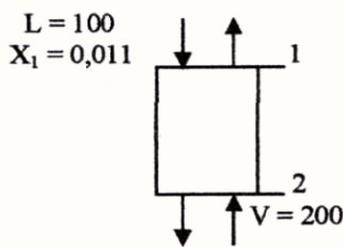
em que  $K_1$  é a carga estática total,  $H_B(m)$  e  $Q(m^3/s)$ .

Sabendo que a pressão manométrica em (1) é  $p_1 = 80 \text{ kPa}$  e que o peso específico da água é  $\gamma = 10000 \text{ N/m}^3$ , determine, evidenciando os parâmetros necessários aos cálculos em esboços gráficos:

- a vazão recalçada por uma bomba, em  $L/s$ , quando esta operar sozinha na instalação;
- a potência ao freio (BHP) do motor elétrico, em  $kW$ , que deverá acionar cada uma das bombas na associação em paralelo.

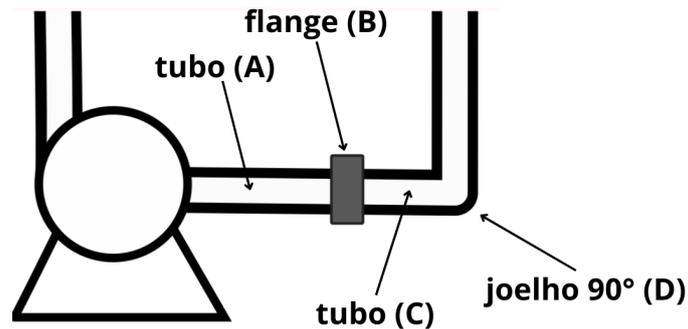
Uma solução diluída de nicotina (soluto) em água (diluyente), com vazão mássica de água  $L = 100$  kg/h, contendo uma razão mássica de nicotina  $X_1 = 0,011$ , deve ter a nicotina extraída com querosene puro (solvente), com uma vazão  $V = 200$  kg/h em uma torre contracorrente. Considere a água e o querosene completamente imiscíveis entre si.

**Observação:** A Linha de Equilíbrio (LE) está expressa em termos de  $y$  (fração mássica da nicotina no querosene) e  $x$  (fração mássica da nicotina na água), porém, para soluções diluídas, os valores são praticamente iguais às respectivas razões mássicas.



Determine, pelo Método de McCabe-Thiele, o número de estágios ideais necessários para extrair 90,9% da massa da nicotina presente na água.

Em uma indústria de processos químicos, encontra-se o bombeamento de fluidos, conforme ilustrado na figura, em 4 situações a seguir:



**Situação 1:** bombeamento de pellets metálicos de diâmetro 2 mm em um mineroduto, carregados por um fluido, nas seguintes condições:

- velocidade do fluido:  $v = 1 \text{ m/s}$
- diâmetro do tubo (C):  $d = 40 \text{ cm}$
- densidade do fluido:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- viscosidade do fluido:  $\mu = 1,003 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

**Situação 2:** tubo (A) de aço inoxidável austenítico com mais de 17% de cromo, unido por um flange (B) a um tubo (C) de aço carbono, conduzindo um fluido aquecido a uma temperatura entre 560 °C e 900 °C.

**Situação 3:** operadores anteriores substituíram o flange (B) por uma solda sem tomar os cuidados adequados, para a junção de aços inoxidáveis austeníticos com alto teor de cromo, causando sensitização em altas temperaturas.

**Situação 4:** operadores anteriores haviam trocado o tubo (C), preso pelo flange ao tubo (A), de aço carbono, por um tubo de latão. Com o passar do tempo, um dos tubos apresentou porosidade e a coloração avermelhada.

Com relação às Situações 1 e 2, analise e conclua sobre as condições de utilização apresentadas, eventuais processos corrosivos e riscos envolvidos nos tubos e acidentes A, B, C e D.

Com relação às Situações 3 e 4, discorra sobre o que ocorreu com cada material metálico.

**RASCUNHO**

**RASCUNHO**