

CIDADE DE CHARQUEADAS  
**INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1 - Este caderno de prova é constituído por 40 (quarenta) questões objetivas.
- 2 - A prova terá duração máxima de 04 (quatro) horas.
- 3 - Para cada questão, são apresentadas 04 (quatro) alternativas (a – b – c – d).  
**APENAS UMA delas** responde de maneira correta ao enunciado.
- 4 - Após conferir os dados, contidos no campo Identificação do Candidato no Cartão de Resposta, assine no espaço indicado.
- 5 - Marque, com caneta esferográfica azul ou preta de ponta grossa, conforme exemplo abaixo, no Cartão de Resposta – único documento válido para correção eletrônica.  

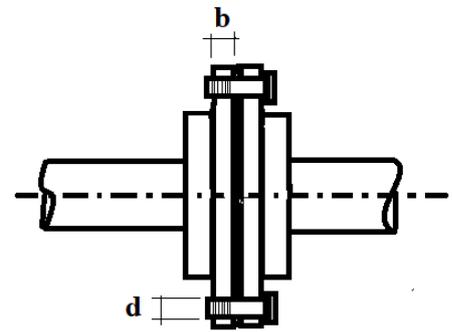
a         c     d
- 6 - Em hipótese alguma, haverá substituição do Cartão de Resposta.
- 7 - Não deixe nenhuma questão sem resposta.
- 8 - O preenchimento do Cartão de Resposta deverá ser feito dentro do tempo previsto para esta prova, ou seja, 04 (quatro) horas.
- 9 - Serão anuladas as questões que tiverem mais de uma alternativa marcada, emendas e/ou rasuras.
- 10 - O candidato só poderá retirar-se da sala de prova após transcorrida 01 (uma) hora do seu início.

***BOA PROVA!***



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

- 1.** Considere que, conforme apresentado na figura ao lado, para permitir a transmissão do esforço de torção, dois semieixos são interconectados através de um par de flanges, cada um com uma espessura ( $b$ ) e com seis pinos roscados, com diâmetro ( $d$ ), igualmente distribuídos ao longo de uma mesma circunferência.



Considerando que o pino está submetido ao cisalhamento simples na junção dos flanges e a uma força de tração devido ao aperto de fixação proporcionado pela parte roscada, e que o material dos semieixos, dos flanges e dos pinos é elástico linear, isotrópico e homogêneo afirma-se que

- a tensão normal é uniformemente distribuída na seção transversal do pino em qualquer ponto ao longo de todo o seu comprimento.
- a tensão de esmagamento no pino é diretamente proporcional ao diâmetro do pino e inversamente proporcional à espessura dos flanges.
- a tensão normal é nula na superfície de contato do corpo do pino com o furo no flange.
- a tensão de cisalhamento varia ao longo da seção transversal do pino no ponto localizado na junção dos flanges.

- 2.** Duas amostras de um material elástico linear, homogêneo e isotrópico foram submetidas a ensaios mecânicos, uma ao de tração e a outra ao de torção. Dos ensaios, obteve-se que o módulo de Young é de  $E=190$  GPa e que o módulo de elasticidade transversal é de  $G=75$  GPa.

Com base nos valores encontrados, o coeficiente de Poisson é de

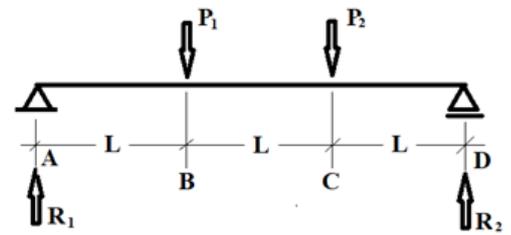
- 0,533
- 0,267
- 0,395
- 0,344

- 3.** Uma barra de aço utilizada como tirante em uma estrutura metálica está submetida a uma carga axial centrada de  $P=6,50$  kN. O material do tirante é isotrópico, homogêneo, com módulo de Young  $E=210$  GPa e com área da seção transversal constante de  $A=125,0$  mm<sup>2</sup>.

Considerando que o comprimento não deformado (antes da aplicação da carga) era de  $L=300$  mm, a deformação longitudinal total, devido ao carregamento imposto, é de

- 0,248  $\mu\text{m}$ .
- 37,1  $\mu\text{m}$ .
- 0,000825  $\mu\text{m}$ .
- 74,3  $\mu\text{m}$ .

4. Considere que, conforme apresentado na figura ao lado, uma viga prismática, com geometria da seção transversal constante ao longo do comprimento, de material elástico linear, homogêneo e isotrópico, está submetida a uma carga concentrada e permanente  $P_1$ , atuante em B, e uma carga concentrada e variável  $P_2$ , atuante em C.



Considerando que  $P_1 \leq P_2$  ( $P_2$  igual ou superior a  $P_1$ ) e que a carga  $P_1 > 0$  (sempre superior a zero) e analisando os esforços, tensões e deformações atuantes na viga, é correto afirmar que, no trecho entre

- B e C, sempre estará atuante a flexão pura.
  - A e B, sempre ocorre a maior tensão cisalhante média.
  - B e C, ocorre o mínimo esforço cortante em módulo.
  - A e B, ocorre a máxima deflexão.
5. Quatro colunas de altura  $h=3,00$  m, de seção transversal constante e engastada nas duas extremidades, suportam um tanque de armazenamento, o qual exerce uma força axial centrada de  $P=8,25$  kN sobre cada coluna.

Admitindo que o material das colunas possui módulo de Young  $E=210,0$  GPa, o momento de inércia da seção transversal mínimo necessário, para que a carga crítica de Euler não seja ultrapassada, deve ser de

- $5,97 \text{ mm}^4$
  - $11,94 \text{ mm}^4$
  - $0,896 \text{ cm}^4$
  - $3,58 \text{ cm}^4$
6. Duas engrenagens, dispostas sobre um mesmo eixo cilíndrico e distantes  $L=150$  mm uma da outra, transmitem entre si um torque constante de  $T=160,0$  N·m. Esse eixo possui seção transversal constante, e seus mancais de sustentação possuem atrito desprezível e não impõem restrição ao movimento de rotação, assim como seu módulo de elasticidade transversal é de  $G=78,0$  GPa e seu momento de inércia polar é de  $J=1,570 \text{ cm}^4$ .

A partir das informações dadas, o ângulo de torção na seção transversal do eixo, no local de fixação de uma das engrenagens em relação à seção transversal do eixo no local de fixação da outra, é de

- $0,01960$  rad.
- $0,13065$  rad.
- $1,123$  rad.
- $1,749$  rad.

- 7.** Um eixo de transmissão foi construído em tubo redondo de seção transversal constante e está submetido à carga combinada de torção e flexão. A fim de analisar as tensões em um ponto específico do eixo tubular, elaborou-se o círculo de Mohr para esse ponto do eixo.

Sabendo que as tensões principais apontadas no gráfico são  $\sigma_{\min} = 100$  MPa e  $\sigma_{\max} = 200$  MPa e que a tensão cisalhante máxima é de  $\tau_{\max} = 50$  MPa, a tensão cisalhante atuante em um plano orientado  $30^\circ$  em relação ao plano de máxima tensão normal é de

- a) 61,2 MPa.
- b) 43,3 MPa.
- c) 25,0 MPa.
- d) 35,4 MPa.

- 8.** À medida que as organizações evoluem, novas teorias são propostas, mantendo alguns conceitos e acrescentando outros.

Comparando-se a Teoria Clássica e a Teoria da Contingência, afirma-se que:

- a) Enquanto a Teoria Clássica foca na função, a da Contingência foca no ambiente.
- b) A Teoria da Contingência compreende o homem como um ser isolado, em vez de entendê-lo como *homo economicus*.
- c) A Teoria Clássica compreende a organização como um sistema social, em vez de entendê-lo como aberto.
- d) Em ambas, há identidade de interesse entre os objetivos do indivíduo e da organização.

- 9.** A Teoria Neoclássica surgiu por volta da década de 50, no pós-guerra, período de grande desenvolvimento industrial e econômico, apresentando um novo enfoque em relação a Teoria Clássica. Dentro dessa nova abordagem administrativa, um método de grande importância é a Administração por Objetivos, que apresenta como característica

- a) o caráter formal das comunicações.
- b) o foco na estrutura organizacional.
- c) a preocupação com a análise e a divisão do trabalho.
- d) a ênfase na mensuração e no controle de resultados.

- 10.** Um reservatório de gás com selo de água recebe uma entrada de ar, cuja composição média é de 79 mol% de gás nitrogênio e de 21 mol% de gás oxigênio. A pressão interna do reservatório é de 108 kPa e a temperatura é igual a  $25^\circ\text{C}$ . Em um intervalo de tempo de 200 s, foi medido um aumento de volume de  $0,82\text{ m}^3$ .

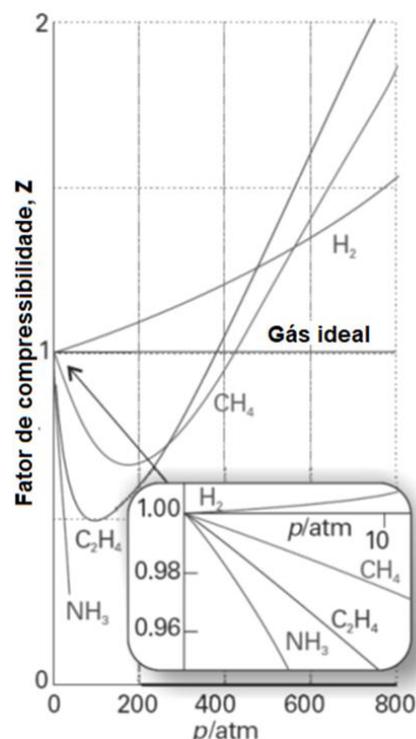
Assumindo que o ar nessas condições apresente o comportamento de gás ideal, considerando que a constante universal dos gases ideais é igual a  $8,314\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ , que a massa molar do nitrogênio é de  $14\text{ g/mol}$  e que a massa molar do oxigênio é igual a  $16\text{ g/mol}$ , qual será o valor da vazão mássica do escoamento que alimenta o reservatório?

- a) 2,58 g/s.
- b) 5,15 g/s.
- c) 4,58 g/s.
- d) 6,15 g/s.

11. O gráfico ao lado apresenta a variação do fator de compressibilidade  $Z$  em função da pressão (em atm) para hidrogênio, metano, amônia e eteno.

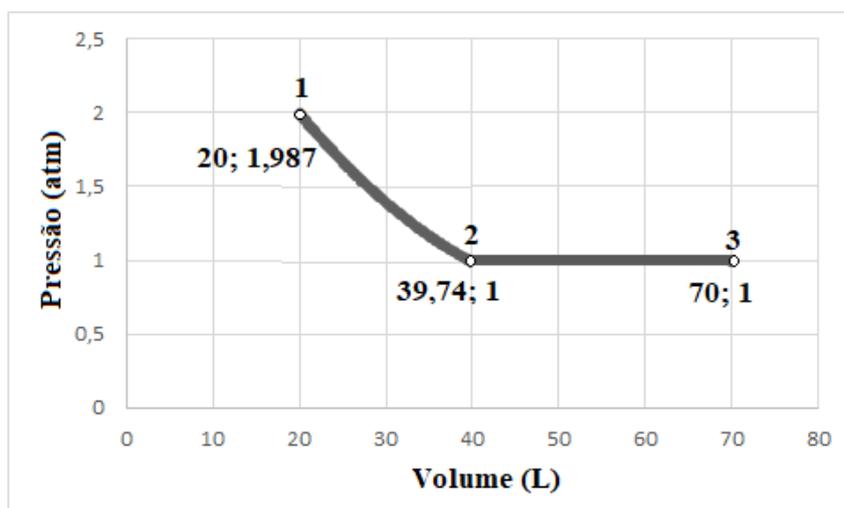
Com base no gráfico, o comportamento observado para o  $\text{CH}_4$ , em função do efeito de interações moleculares, é explicado pela

- predominância de forças de atração em pressão igual a zero, quando  $Z=1$ .
- predominância de forças de repulsão em pressões intermediárias, quando  $Z < 1$ .
- predominância de forças de atração em pressões elevadas, quando  $Z > 1$ .
- predominância de forças de repulsão em pressões elevadas, quando  $Z > 1$ .



Adaptado de: ATKINS, P.; DE PAULA, J. Physical Chemistry: 8 ed. Great Britain: Oxford University Press, 2006, p. 15.

12. Um sistema termodinâmico consiste em 1 mol de gás ideal. Ele sofre duas transformações em sequência, como mostrado no diagrama abaixo, de pressão versus volume. A transformação de 1 para 2 é reversível e isotérmica, e a transformação de 2 para 3 ocorre à pressão constante.



Considerando as informações apresentadas nesse diagrama e considerando também que a constante universal dos gases ideais é igual a  $8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  e que  $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ , a quantidade de calor trocado entre o sistema e a vizinhança, na etapa de 1 para 2, e o trabalho de expansão realizado, na etapa 2 para a 3, são respectivamente:

- $Q_{1 \rightarrow 2} = 2764,12 \text{ J}$  e  $W_{2 \rightarrow 3} = -3065,34 \text{ J}$ .
- $Q_{1 \rightarrow 2} = 3973,66 \text{ J}$  e  $W_{2 \rightarrow 3} = -2764,34 \text{ J}$ .
- $Q_{1 \rightarrow 2} = 1999,66 \text{ J}$  e  $W_{2 \rightarrow 3} = -3065,34 \text{ J}$ .
- $Q_{1 \rightarrow 2} = 2764,34 \text{ J}$  e  $W_{2 \rightarrow 3} = -3973,66 \text{ J}$ .

**13.** Considere um processo de extração de óleo de farelo de arroz, por meio da utilização de hexano, em estágio único. Nesse processo, 200 kg de farelo de arroz, contendo 18% de óleo em massa, são lixiviados com uma corrente de 200 kg de solvente, contendo 2% de óleo de farelo de arroz. O valor de N para a corrente lama (sólido-líquido) é essencialmente constante e igual a 1,4 kg de sólidos insolúveis/(kg de solução retida).

Quais são os valores de fração mássica do soluto nas correntes de saída - extrato e corrente de fundo lama -, respectivamente?

- a) 0,169 e 0,169
- b) 0,169 e 0,362
- c) 0,152 e 0,152
- d) 0,510 e 0,490

**14.** Uma turbina opera de forma adiabática reversível e é alimentada com 1800 kg/h de vapor de água superaquecido a 3 MPa e 400 °C. O vapor sai da turbina a 1 MPa. A tabela abaixo apresenta as propriedades termodinâmicas do vapor de água superaquecido.

| T                         | v<br>(m³/kg) | u<br>(kJ/kg) | h<br>(kJ/kg) | s<br>(kJ/kg K)            | v<br>(m³/kg) | u<br>(kJ/kg) | h<br>(kJ/kg) | s<br>(kJ/kg K)            | v<br>(m³/kg) | u<br>(kJ/kg) | h<br>(kJ/kg) | s<br>(kJ/kg K) |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| P = 1 000 kPa (179,91 °C) |              |              |              | P = 1 200 kPa (187,99 °C) |              |              |              | P = 1 400 kPa (195,07 °C) |              |              |              |                |
| Sat.                      | 0,194 44     | 2 583,64     | 2 778,08     | 6,5864                    | 0,163 33     | 2 588,82     | 2 784,82     | 6,5233                    | 0,140 84     | 2 592,83     | 2 790,00     | 6,4692         |
| 200                       | 0,205 96     | 2 621,90     | 2 827,86     | 6,6939                    | 0,169 30     | 2 612,74     | 2 815,90     | 6,5898                    | 0,143 02     | 2 603,09     | 2 803,32     | 6,4975         |
| 250                       | 0,232 68     | 2 709,91     | 2 942,59     | 6,9246                    | 0,192 35     | 2 704,20     | 2 935,01     | 6,8293                    | 0,163 50     | 2 698,32     | 2 927,22     | 6,7467         |
| 300                       | 0,257 94     | 2 793,21     | 3 051,15     | 7,1228                    | 0,213 82     | 2 789,22     | 3 045,80     | 7,0316                    | 0,182 28     | 2 785,16     | 3 040,35     | 6,9533         |
| 350                       | 0,282 47     | 2 875,18     | 3 157,65     | 7,3010                    | 0,234 52     | 2 872,16     | 3 153,59     | 7,2120                    | 0,200 26     | 2 869,12     | 3 149,49     | 7,1359         |
| 400                       | 0,306 59     | 2 957,29     | 3 263,88     | 7,4650                    | 0,254 80     | 2 954,90     | 3 260,66     | 7,3773                    | 0,217 80     | 2 952,50     | 3 257,42     | 7,3025         |
| 500                       | 0,354 11     | 3 124,34     | 3 478,44     | 7,7621                    | 0,294 63     | 3 122,72     | 3 476,28     | 7,6758                    | 0,252 15     | 3 121,10     | 3 474,11     | 7,6026         |
| 600                       | 0,401 09     | 3 296,76     | 3 697,85     | 8,0289                    | 0,333 93     | 3 295,60     | 3 696,32     | 7,9434                    | 0,285 96     | 3 294,44     | 3 694,78     | 7,8710         |
| 700                       | 0,447 79     | 3 475,35     | 3 923,14     | 8,2731                    | 0,372 94     | 3 474,48     | 3 922,01     | 8,1881                    | 0,319 47     | 3 473,61     | 3 920,87     | 8,1160         |
| 800                       | 0,494 32     | 3 660,46     | 4 154,78     | 8,4996                    | 0,411 77     | 3 659,77     | 4 153,90     | 8,4149                    | 0,352 81     | 3 659,09     | 4 153,03     | 8,3431         |
| 900                       | 0,540 75     | 3 852,19     | 4 392,94     | 8,7118                    | 0,450 51     | 3 851,62     | 4 392,23     | 8,6272                    | 0,386 06     | 3 851,05     | 4 391,53     | 8,5555         |
| 1 000                     | 0,587 12     | 4 050,49     | 4 637,60     | 8,9119                    | 0,489 19     | 4 049,98     | 4 637,00     | 8,8274                    | 0,419 24     | 4 049,47     | 4 636,41     | 8,7558         |
| 1 100                     | 0,633 45     | 4 255,09     | 4 888,55     | 9,1016                    | 0,527 83     | 4 254,61     | 4 888,02     | 9,0171                    | 0,452 39     | 4 254,14     | 4 887,49     | 8,9456         |
| 1 200                     | 0,679 77     | 4 465,58     | 5 145,36     | 9,2821                    | 0,566 46     | 4 465,12     | 5 144,87     | 9,1977                    | 0,485 52     | 4 464,65     | 5 144,38     | 9,1262         |
| 1 300                     | 0,726 08     | 4 681,33     | 5 407,41     | 9,4542                    | 0,605 07     | 4 680,86     | 5 406,95     | 9,3698                    | 0,518 64     | 4 680,39     | 5 406,49     | 9,2983         |
| P = 2 500 kPa (223,99 °C) |              |              |              | P = 3 000 kPa (233,90 °C) |              |              |              | P = 4 000 kPa (250,40 °C) |              |              |              |                |
| Sat.                      | 0,079 98     | 2 603,13     | 2 803,07     | 6,2574                    | 0,066 68     | 2 604,10     | 2 804,14     | 6,1869                    | 0,049 78     | 2 602,27     | 2 801,38     | 6,0700         |
| 250                       | 0,087 00     | 2 662,55     | 2 880,06     | 6,4084                    | 0,070 58     | 2 644,00     | 2 855,75     | 6,2871                    | -            | -            | -            | -              |
| 300                       | 0,098 90     | 2 761,56     | 3 008,81     | 6,6437                    | 0,081 14     | 2 750,05     | 2 993,48     | 6,5389                    | 0,058 84     | 2 725,33     | 2 960,68     | 6,3614         |
| 350                       | 0,109 76     | 2 851,84     | 3 126,24     | 6,8402                    | 0,090 53     | 2 843,66     | 3 115,25     | 6,7427                    | 0,066 45     | 2 826,65     | 3 092,43     | 6,5820         |
| 400                       | 0,120 10     | 2 939,03     | 3 239,28     | 7,0147                    | 0,099 36     | 2 932,75     | 3 230,82     | 6,9211                    | 0,073 41     | 2 919,88     | 3 213,51     | 6,7689         |
| 450                       | 0,130 14     | 3 025,43     | 3 350,77     | 7,1745                    | 0,107 87     | 3 020,38     | 3 344,00     | 7,0833                    | 0,080 03     | 3 010,13     | 3 330,23     | 6,9362         |
| 500                       | 0,139 98     | 3 112,08     | 3 462,04     | 7,3233                    | 0,116 19     | 3 107,92     | 3 456,48     | 7,2337                    | 0,086 43     | 3 099,49     | 3 445,21     | 7,0900         |
| 600                       | 0,159 30     | 3 287,99     | 3 686,25     | 7,5960                    | 0,132 43     | 3 285,03     | 3 682,34     | 7,5084                    | 0,098 85     | 3 279,06     | 3 674,44     | 7,3688         |
| 700                       | 0,178 32     | 3 468,80     | 3 914,59     | 7,8435                    | 0,148 38     | 3 466,59     | 3 911,72     | 7,7571                    | 0,110 95     | 3 462,15     | 3 905,94     | 7,6198         |
| 800                       | 0,197 16     | 3 655,30     | 4 148,20     | 8,0720                    | 0,164 14     | 3 653,58     | 4 146,00     | 7,9862                    | 0,122 87     | 3 650,11     | 4 141,59     | 7,8502         |
| 900                       | 0,215 90     | 3 847,89     | 4 387,64     | 8,2853                    | 0,179 80     | 3 846,46     | 4 385,87     | 8,1999                    | 0,134 69     | 3 843,59     | 4 382,34     | 8,0647         |
| 1 000                     | 0,234 58     | 4 046,67     | 4 633,12     | 8,4860                    | 0,195 41     | 4 045,40     | 4 631,63     | 8,4009                    | 0,146 45     | 4 042,87     | 4 628,65     | 8,2661         |
| 1 100                     | 0,253 22     | 4 251,52     | 4 884,57     | 8,6761                    | 0,210 98     | 4 250,33     | 4 883,26     | 8,5911                    | 0,158 17     | 4 247,96     | 4 880,63     | 8,4566         |
| 1 200                     | 0,271 85     | 4 462,08     | 5 141,70     | 8,8569                    | 0,226 52     | 4 460,92     | 5 140,49     | 8,7719                    | 0,169 87     | 4 458,60     | 5 138,07     | 8,6376         |
| 1 300                     | 0,290 46     | 4 677,80     | 5 403,95     | 9,0291                    | 0,242 06     | 4 676,63     | 5 402,81     | 8,9442                    | 0,181 56     | 4 674,29     | 5 400,52     | 8,8099         |

Adaptado de: BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E. Fundamentos da Termodinâmica [livro eletrônico]; coordenação e tradução de Roberto de Aguiar Peixoto. São Paulo: Blucher, 2018, p. 681.

Quais são os valores, respectivamente, de temperatura de saída desse vapor e de potência gerada por essa turbina?

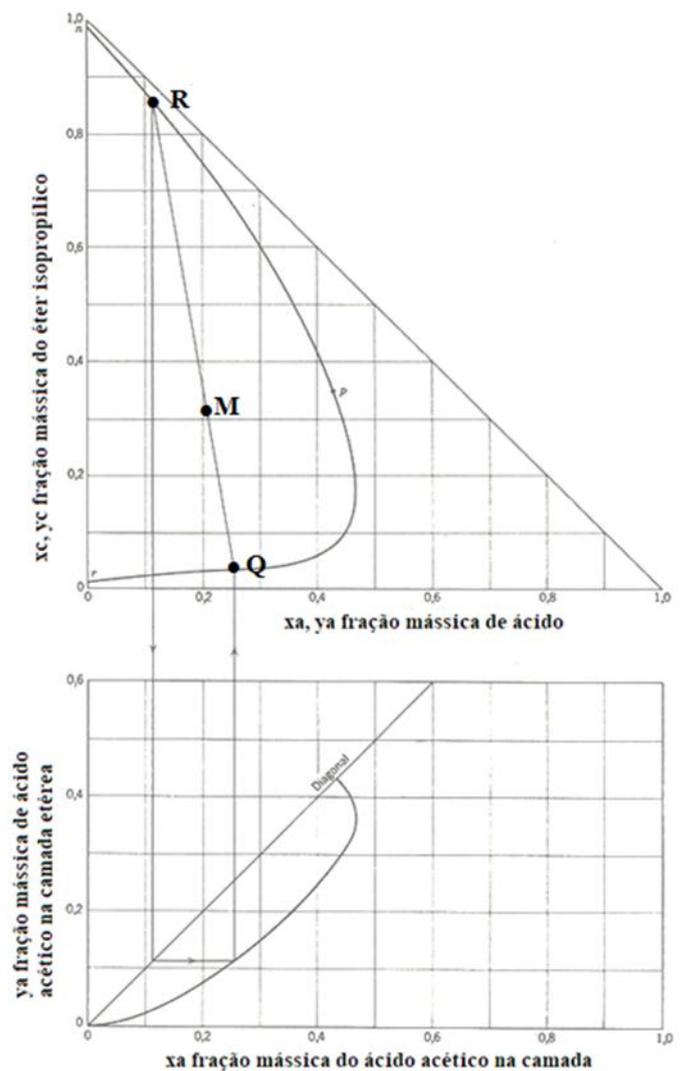
- a) 260,65 °C e 145 kW.
- b) 249,24 °C e 145 kW.
- c) 230,43 °C e 522 kW.
- d) 230,43 °C e 320 kW.

**15.** Considere um estágio de equilíbrio em um processo de extração líquido-líquido, no qual o éter isopropílico é o solvente.

O diagrama de fases ao lado apresenta o equilíbrio entre o ácido acético (a), a água (b) e o éter isopropílico (c) a 293 K e a pressão atmosférica.

Os três pontos M, R e Q, marcados no diagrama, representam, respectivamente:

- a) uma mistura monofásica, a fase de refinado e a fase de extrato.
- b) uma mistura monofásica, a fase de extrato e a fase de refinado.
- c) uma mistura bifásica, a fase de extrato e a fase de refinado.
- d) uma mistura bifásica, a fase de refinado e a fase de extrato.

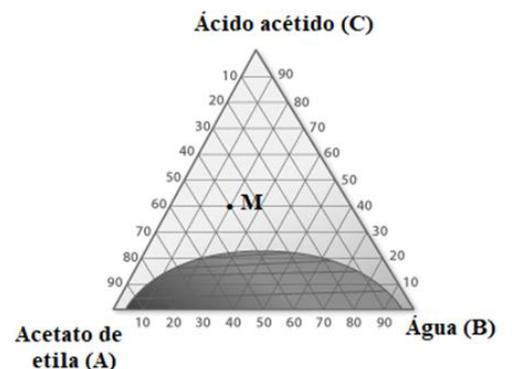


Adaptado de: FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, Curtis W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. Princípios das Operações Unitárias. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

**16.** Considere o diagrama ao lado, de equilíbrio líquido-líquido, o qual descreve um sistema com ácido acético (C), acetato de etila (A) e água (B).

No ponto M marcado no diagrama, qual é a composição da mistura e quantas fases essa mistura possui?

- a)  $x_A=0,2$   $x_B=0,4$   $x_C=0,4$ ; duas fases.
- b)  $x_A=0,2$   $x_B=0,6$   $x_C=0,2$ ; três fases.
- c)  $x_A=0,6$   $x_B=0,2$   $x_C=0,2$ ; duas fases.
- d)  $x_A=0,4$   $x_B=0,2$   $x_C=0,4$ ; uma fase.



Adaptado de: <[http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=63&Itemid=148](http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=148)> Acesso em: 03 jan. 2021.

**17.** Qual é a definição para Limite de escoamento?

- a) A menor tensão que resulta em deformação plástica do material.
- b) A razão entre a tensão e a deformação no regime plástico.
- c) A razão entre a deformação plástica mínima e a área do corpo de prova.
- d) A tensão que leva à ruptura do material.

**18.** Difusão é o transporte de matéria no estado sólido, induzido por agitação térmica. Muitas reações e processos industriais importantes no tratamento de materiais dependem do transporte de massa de uma espécie sólida, líquida ou gasosa (a nível microscópico) para outra, no estado sólido.

Sobre processos de difusão e energia de ativação, afirma-se que:

- a) A energia de ativação elevada resulta em um coeficiente de difusão mais elevado.
- b) A temperatura não possui qualquer influência marcante sobre os coeficientes e taxas de difusão.
- c) A energia de ativação não se mostra dependente do tipo de átomo, da estrutura e do mecanismo.
- d) Quanto maior a energia de ativação, menor a velocidade do processo e maior a sensibilidade da velocidade com a temperatura.

**19.** Técnicas modernas de sintetização dos polímeros permitem controle sobre as formas moleculares, incluindo suas estruturas. A diferença na forma das cadeias moleculares dos polímeros afeta suas características físicas.

Quanto às suas estruturas e ligações, afirma-se que

- a) unidades mero trifuncionais, com três ligações covalentes ativas, formam redes tridimensionais chamadas polímeros em rede.
- b) a eficiência da compactação de polímeros ramificados é aumentada com a formação de ramificações laterais e não afeta a densidade do polímero.
- c) as cadeias lineares adjacentes nos polímeros com ligações cruzadas estão unidas através de pontes de Van Der Waals.
- d) um polímero que possua um grande número de ligações lineares pode ser considerado como um polímero em rede.

**20.** Um fluido escoar a uma velocidade de 10 m/s sobre uma superfície plana com 30 metros de extensão.

Sendo o peso específico e a viscosidade desse fluido, respectivamente,  $60,5 \text{ kg/m}^3$  e  $2,58 \times 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$ , qual é a espessura da camada limite?

- a)  $\delta = 0,1788 \text{ m}$ .
- b)  $\delta = 0,2349 \text{ m}$ .
- c)  $\delta = 10,8893 \text{ m}$ .
- d)  $\delta = 17,8893 \text{ m}$ .

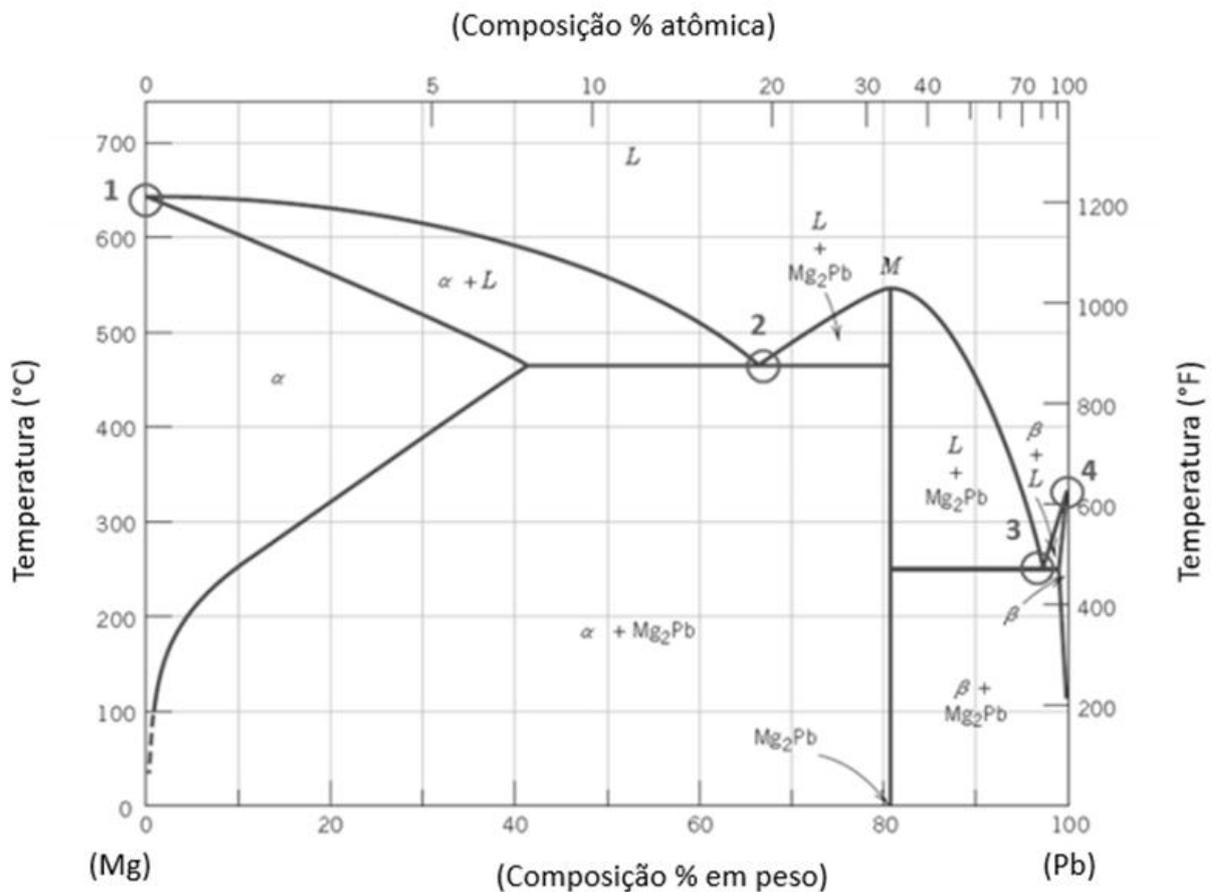
21. O número de Reynolds crítico faz uma distinção entre regimes de escoamento laminar e turbulento de objetos imersos em um fluido, conforme mostra a tabela abaixo.

| Tipo de Escoamento               | $Re_{x, crítico}$ |
|----------------------------------|-------------------|
| Escoamento em dutos              | 2300              |
| Escoamento sobre placa lisa      | $5,0 \times 10^5$ |
| Escoamento sobre uma esfera lisa | $4,0 \times 10^5$ |

Considerando que um avião decola com a velocidade de 260 km/h e que  $\rho_{ar} = 1,29 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu_{ar} = 1,81 \times 10^{-5} \text{ kg/(m}\cdot\text{s)}$ , qual é o comprimento da camada limite sobre as asas onde o escoamento se torna turbulento?

- a) 0,788 m.
- b) 0,999 m.
- c) 0,033 m.
- d) 0,097 m.

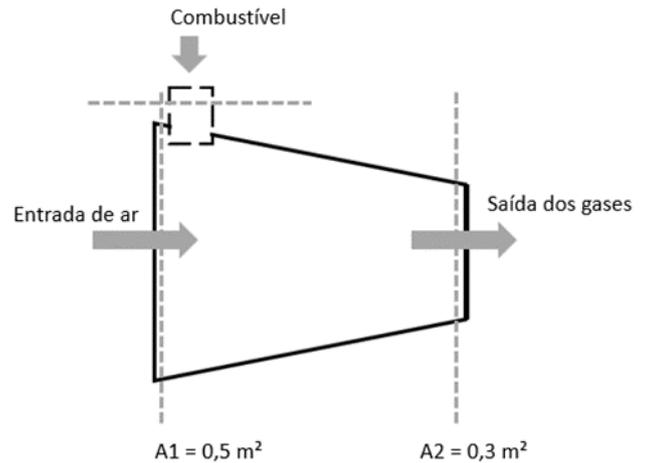
22. Analise o diagrama de fases binário Magnésio – Chumbo, apresentado abaixo.



Os pontos 1, 2, 3 e 4 grafados indicam respectivamente:

- a) fusão do magnésio, eutetoide, eutetoide e fusão do chumbo.
- b) fusão do chumbo, eutetoide, eutético e fusão do magnésio.
- c) fusão do magnésio, eutético, eutético e fusão do chumbo.
- d) fusão do chumbo, eutético, limite de solubilidade do  $Mg_2Pb$  e fusão do magnésio.

**23.** A turbina de uma aeronave utiliza 10 kg/s de combustível para desempenhar uma velocidade de voo e gera gases na sua saída. A velocidade de admissão do ar dessa turbina é de 100 m/s. Nesse sistema, sabemos que  $\rho_{ar} = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{gases} = 0,8 \text{ kg/m}^3$  e que a turbina possui suas dimensões de acordo com a figura ao lado.



A partir das informações dadas, qual é a velocidade dos gases gerados na saída?

- a) 200,00 m/s.
- b) 291,67 m/s.
- c) 679,92 m/s.
- d) 168,50 m/s.

**24.** Por uma tubulação de resfriamento, passa o fluido álcool etílico à taxa de  $8 \text{ cm}^3/\text{s}$ .

Considerando o trecho de 4 mm de diâmetro e de 60 cm de comprimento e considerando também que  $\rho_{álcool \text{ etílico}} = 807,6 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu_{álcool \text{ etílico}} = 1,17 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$  e que o fator de atrito é de 0,0436, qual é a perda de carga através da tubulação?

- a) 0,981 m.
- b) 0,132 m.
- c) 0,200 m.
- d) 3,000 m.

**25.** Uma determinada vazão de metano é alimentada a um queimador, com 25% de ar em excesso, a fim de assegurar a combustão completa do gás. Em um segundo momento, o metano é substituído por outro combustível, sem alteração nas vazões de combustível e de ar, resultando em uma combustão incompleta, cujo gás de chaminé, em base seca, é uma mistura equimolar de dióxido de carbono e de monóxido de carbono.

A partir desses dados, afirma-se que o segundo combustível é

- a) etano.
- b) etanol.
- c) eteno.
- d) etino.

**26.**A NR-16 - Atividades e Operações Perigosas trata de atividades e operações perigosas, assim como da exposição ao risco e à integridade física do empregado.

Sobre essa norma, afirma-se que

- a) a caracterização ou a descaracterização da periculosidade não é responsabilidade do empregador. A responsabilidade recai sobre o Estado, mediante laudo técnico elaborado por Médico do Trabalho ou Engenheiro de Segurança do Trabalho, nos termos do artigo 195 da CLT.
- b) a atividade em veículos que não necessitem de emplacamento ou que não exijam carteira nacional de habilitação para conduzi-los não é considerada uma atividade perigosa, segundo a NR-16.
- c) as atividades ou operações que impliquem a exposição dos profissionais de segurança pessoal ou patrimonial a roubos ou outras espécies de violência física são consideradas insalubres.
- d) os trabalhadores em condições previstas pela norma podem receber acumuladamente adicional de insalubridade e de periculosidade.

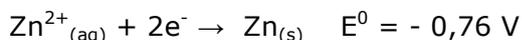
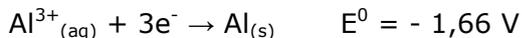
**27.** Leia o texto abaixo e preencha as lacunas.

As reações redox permitem monitorar a atividade do cérebro, do nosso coração e a presença de poluentes na água. Para especificar a estrutura dos compartimentos dos eletrodos, utilizamos o diagrama de células.

Considere a célula eletroquímica representada abaixo:

$Zn_{(s)}, Zn^{2+}_{(aq)} || Al^{3+}_{(aq)} | Al_{(s)}$ , onde  $||$  representa uma ponte salina.

Considere ainda as semirreações de redução e os potenciais padrão em 25 °C:



Assumindo que o potencial de junção líquida é desprezível, o potencial da célula ( $E_{cel}$ ) a 25 °C e 1 bar é igual a \_\_\_\_\_, e a energia livre correspondente a essa célula é igual a \_\_\_\_\_.

As informações que completam, correta e respectivamente, as lacunas são:

- a) 0,90 V e - 521,02 kJ.
- b) 0,90 V e - 260,5 kJ.
- c) - 0,90 V e 521,02 kJ.
- d) - 0,90 V e 260,5 kJ.

**28.** Propriedades coligativas são provocadas pela presença de um soluto no solvente líquido e ocasionam elevação do ponto de ebulição, abaixamento do ponto de congelamento, abaixamento da pressão de vapor e osmose.

Com base nessas informações, analise as proposições abaixo, marcando (V), para as verdadeiras, e (F), para as falsas.

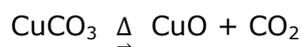
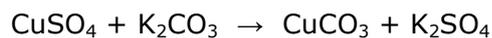
- ( ) A Lei de Raoult é utilizada para determinar a pressão de vapor do solvente na solução de soluções ideais e reais.
- ( ) Uma solução aquosa contendo  $1,0 \times 10^{-5}$  mol/kg de glicose apresenta a mesma temperatura de congelamento do que uma solução aquosa contendo  $1,0 \times 10^{-5}$  mol/kg de sal de cozinha.
- ( ) Todas as propriedades coligativas são decorrentes da energia de interação das partículas do soluto e do solvente.

A sequência correta, de cima para baixo, é

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

**29.** Durante a produção de um fungicida, ocorreu um problema no abastecimento de sulfato de cobre. Para verificar a concentração de sulfato de cobre no produto final obtido, foi realizada uma análise química. Em 20 mL de água destilada, foram adicionados 20,72 g desse produto, com densidade de 1,036 g/mL. Em seguida, foram lentamente adicionados 25 mL de carbonato de potássio 3,2 mol/L e ocorreu a turvação da solução. O béquer contendo a amostra foi aquecido e mantido por 15 minutos próximo à ebulição, com reposição da água evaporada. O precipitado, após envelhecimento, foi filtrado e lavado em papel de filtro quantitativo. Por fim, o precipitado foi colocado em cadinho de porcelana e calcinado a 800 °C por 30 minutos, gerando 4,83 g de CuO.

As reações envolvidas nesse processo são:



Dados:

|    | Massa molar (g/mol) |
|----|---------------------|
| C  | 12,01               |
| Cu | 63,55               |
| K  | 39,10               |
| O  | 16,00               |
| S  | 32,06               |

A concentração molar de  $\text{CuSO}_4$ , no produto final obtido, é de

- a) 2,90 mol/L.
- b) 3,04 mol/L.
- c) 3,21 mol/L.
- d) 3,55 mol/L.

**30.** As reações químicas tendem a avançar a um estado de equilíbrio dinâmico que corresponde ao mínimo de energia de Gibbs em função do avanço da reação, conforme apresentado abaixo.

|                                    | $\text{Hg}^{2+}_{(aq)}$ | + | $4 \text{Cl}^{-}_{(aq)}$ | $\rightarrow$ | $\text{Hg}(\text{Cl})_4^{2-}_{(aq)}$ |
|------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Concentração inicial (mol/L)       | 0,5006                  |   | 0,0124                   |               | 0                                    |
| Concentração no equilíbrio (mol/L) | x                       |   | Y                        |               | $6,0 \times 10^{-4}$                 |

Considerando que os dados da tabela foram obtidos na temperatura de 30 °C e que o reator tem volume de 20 L, o valor da constante de equilíbrio para a reação de formação de cloreto de mercúrio mencionada acima é de

- a)  $1,2 \times 10^5$
- b)  $6,2 \times 10^4$
- c) 0,12
- d) 0,10

**31.** A corrosão metálica ocasiona, além de danos ambientais, perdas econômicas.

Sobre esse aspecto, considere as afirmativas abaixo:

- I. Para minimizar a corrosão galvânica nos projetos de tanques, é recomendado que o fluido circule primeiramente em tubos de cobre e depois seja direcionado para tubos de aço-carbono.
- II. O ferro imerso em solução aquosa neutra de cloreto de sódio sofre corrosão, sem alteração do pH local da solução.
- III. A proteção catódica é utilizada em oleodutos, gasodutos e em tubulações que transportam derivados de petróleo e produtos químicos e ocorre via ânodo de sacrifício ou por uma fonte de corrente externa.

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

- a) I, II e III.
- b) I e II, apenas.
- c) II e III, apenas.
- d) III, apenas.

**32.** Os materiais sólidos podem adotar vários arranjos de átomos e podem ser classificados de acordo com a regularidade com que átomos ou íons se arranjam entre si.

Sobre os materiais sólidos, é **INCORRETO** afirmar que

- a) o índice de refração e a condutividade elétrica dependem da direção cristalográfica, para todos os materiais cristalinos anisotrópicos.
- b) o fator de empacotamento, considerando o modelo de esfera rígida para sólidos de estrutura cúbica de corpo centrado, é menor que o de estrutura cúbica de face centrada.
- c) os polímeros transparentes e muitos materiais cerâmicos formam estruturas cristalinas sob condições normais de solidificação.
- d) a difração de raios-X permite a identificação dos planos cristalográficos de uma amostra e a estrutura cristalina desse material.

**33.** Muitas das propriedades de materiais sólidos são resultantes dos defeitos que apresentam.

A respeito desses defeitos, afirma-se que:

- a) Controlando as condições experimentais, pode ser obtido um sólido finito livre de defeitos.
- b) Para que haja a formação de uma solução sólida substitucional completa, é suficiente que o átomo do soluto apresente raio atômico, eletronegatividade e valência semelhantes aos átomos do solvente.
- c) Em temperatura acima de 910 °C, há uma mudança na estrutura do ferro de cúbica de corpo centrado para estrutura cúbica de faces centradas, de forma que os interstícios entre os átomos de ferro tornam-se maiores, o que possibilita que uma maior quantidade de átomos de carbono seja alojada nos interstícios e que haja aumento da solubilidade do carbono.
- d) As vacâncias são defeitos pontuais nos sólidos e são caracterizadas pela ausência de um átomo no seu sítio normal de rede e têm como única origem o empacotamento imperfeito na solidificação.

**34.** O conhecimento da estrutura interna dos átomos é fundamental para compreender a reatividade e as propriedades químicas dos materiais.

Com base nessa informação, analise as proposições abaixo, marcando (V), para as verdadeiras, e (F), para as falsas.

- ( ) Bohr elaborou um modelo atômico que explicava a emissão de apenas certas frequências no espectro de átomos monoelétrônicos e polieletrônicos.
- ( ) Os números quânticos associados ao modelo de Bohr são o número quântico principal, o número quântico do momento angular secundário e o número quântico magnético, os quais indicam a energia, o tamanho, a forma e a orientação no espaço da densidade de probabilidade de um elétron.
- ( ) Sob ação de um campo magnético, os estados de energia da subcamada **d** encontram-se no mesmo nível de energia.

A sequência correta, de cima para baixo, é

- a) V - V - V.
- b) F - F - V.
- c) V - F - F.
- d) F - F - F.

**35.** Considere a tabela a seguir que apresenta propriedades de saturação para o propano:

| Temperatura<br>(°C) | Pressão<br>(kPa) | Volume Específico<br>(m <sup>3</sup> /kg) |                | Entalpia<br>(kJ/kg) |                |
|---------------------|------------------|---|----------------|---------------------|----------------|
|                     |                  | Líquido Saturado                          | Vapor Saturado | Líquido Saturado    | Vapor Saturado |
| 7                   | 581,5            | 0,001925                                  | 0,07919        | -82,05              | 282,57         |
| 27                  | 997,4            | 0,002043                                  | 0,04618        | -28,81              | 303,16         |
| 47                  | 1598,4           | 0,002200                                  | 0,02793        | 28,90               | 320,42         |

Adaptado de: <romulus.sdsu.edu>. Acesso em 26 dez. 2020.

Um tanque contém 100 kg de propano líquido saturado, à temperatura de 10 °C. Calor é fornecido de maneira que todo o propano se converta em vapor saturado, à temperatura de 35 °C. Considere que o volume do tanque é fixo e igual ao volume final do propano vapor, que o volume inicial do propano líquido é desprezível e que o tanque não se movimenta durante o processo.

Assim sendo, a quantidade de calor necessária para o processo é de aproximadamente

- 30500 kJ.
- 35000 kJ.
- 33600 kJ.
- 38400 kJ.

**36.** O funcionamento das usinas termoelétricas pode ser explicado com base no ciclo de Rankine modificado.

Analise as afirmativas a seguir, as quais apresentam propostas de modificação desse ciclo, no sentido de aumentar a eficiência de uma usina termoelétrica.

- Adicionar mais calor após a água ter sido convertida em vapor, tornando o vapor superaquecido.
- Reaquecer o vapor, após a expansão até uma pressão intermediária e antes da expansão até a pressão de saída.
- Pré-aquecer a água de alimentação, usando o vapor quente da descarga da turbina.

Estão corretas as afirmativas

- I e II, apenas.
- I e III, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III.

37. Analise a figura a seguir, que representa a curva de secagem de um sólido inorgânico.

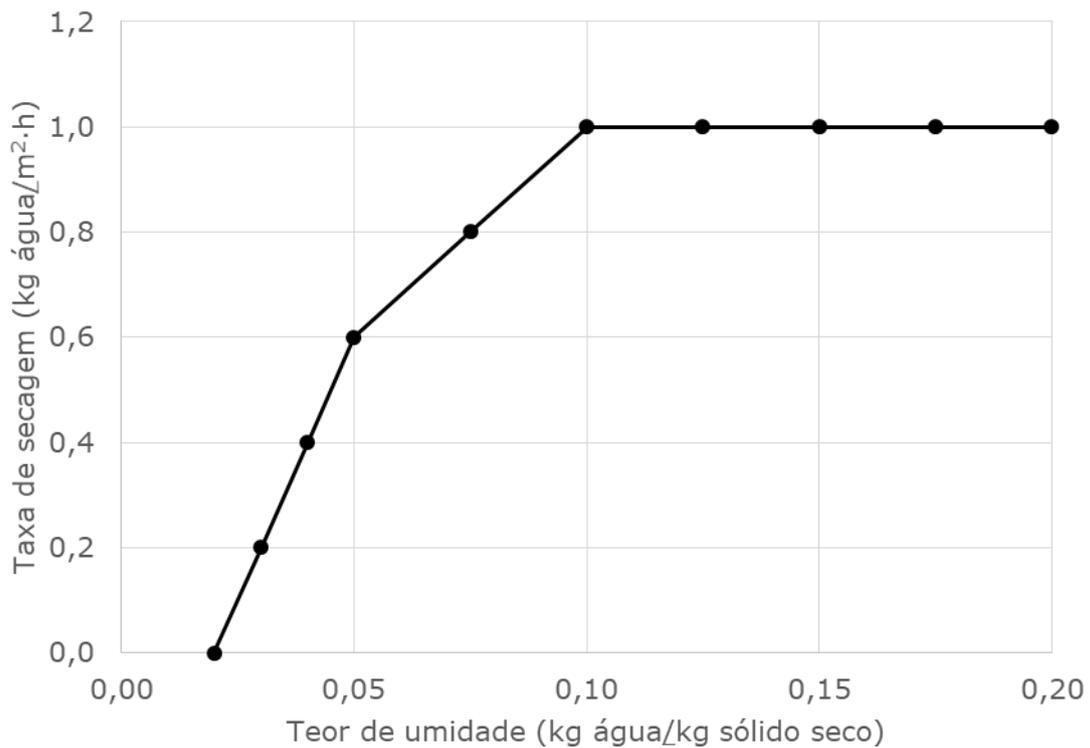


Figura – Curva de Secagem: Taxa de Secagem versus Teor de Umidade  
Fonte: autoral.

Considere a seguinte situação: deseja-se secar 360 kg do sólido úmido, com um teor de umidade inicial de 0,2 kg água/kg sólido seco, em um secador com 50 bandejas de 0,8 m<sup>2</sup> cada.

O tempo de secagem pode ser calculado através da seguinte equação:

$$\int_0^\theta d\theta = \frac{-W_s}{A} \int_{X'_1}^{X'_2} \frac{dX'}{R}$$

Nela,  $\theta$  é o tempo de secagem,  $W_s$  é a massa de sólido seco,  $A$  é a área de secagem,  $X'$  é o teor de umidade e  $R$  é a taxa de secagem.

Qual é o tempo necessário para atingir o teor de umidade crítico do material?

- a) 0,75 h.
- b) 0,90 h.
- c) 1,35 h.
- d) 1,62 h.

**38.** A tabela a seguir, que apresenta propriedades da água saturada (líquido e vapor), serve para várias aplicações, entre as quais o balanço energético em evaporadores.

| Temperatura (K) | Pressão (Pa) | Entalpia (kJ/kg) |             |                |
|-----------------|--------------|------------------|-------------|----------------|
|                 |              | Líquido Saturado | Vaporização | Vapor Saturado |
| 298             | 3169         | 104,89           | 2442,3      | 2547,2         |
| 318             | 9593         | 188,45           | 2394,8      | 2583,2         |
| 338             | 25030        | 272,06           | 2346,2      | 2618,3         |
| 358             | 57830        | 355,90           | 2296,0      | 2651,9         |
| 378             | 120820       | 440,15           | 2243,7      | 2683,8         |
| 398             | 232100       | 524,99           | 2188,5      | 2713,5         |
| 418             | 415400       | 610,63           | 2129,6      | 2740,3         |
| 438             | 700500       | 697,34           | 2066,2      | 2763,5         |
| 458             | 1122700      | 785,37           | 1997,1      | 2782,4         |

Adaptado de: <istemas.eel.usp.br> Acesso em: 01 jan. 2021.

Uma vazão de 24000 kg/h de uma solução aquosa, com 10% de sólidos dissolvidos e a uma temperatura inicial de 298 K, deve ser concentrada até 40% de sólidos. A operação será realizada em um evaporador a duplo efeito, com alimentação direta, e com coeficientes globais de transmissão de calor de 10000 kJ/(h·m<sup>2</sup>·K) no primeiro efeito e 3000 kJ/(h·m<sup>2</sup>·K) no segundo efeito. A solução parcialmente concentrada que escoar do primeiro para o segundo efeito possui 15% de sólidos dissolvidos e uma temperatura de 421,5 K. As soluções não têm elevação do ponto de ebulição, o vapor de água disponível está a 1122700 Pa e o condensador opera à pressão de 9593 Pa.

As áreas de troca térmica, no primeiro e no segundo efeitos, serão aproximadas e respectivamente de:

- a) 46 m<sup>2</sup> e 77 m<sup>2</sup>
- b) 73 m<sup>2</sup> e 41 m<sup>2</sup>
- c) 81 m<sup>2</sup> e 55 m<sup>2</sup>
- d) 154 m<sup>2</sup> e 44 m<sup>2</sup>

39. A figura a seguir representa um diagrama de composição da fase vapor versus composição da fase líquida para uma mistura binária, de volatilidade relativa igual a 2,5, onde o componente a é o mais volátil:

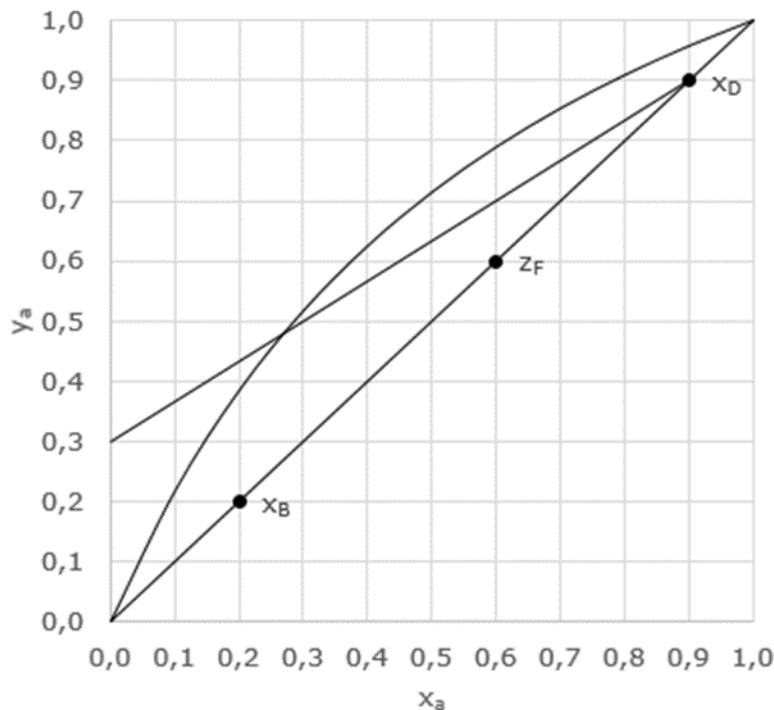


Figura – Diagrama de Composição para uma Mistura Binária  
Fonte: autoral.

Esse diagrama pode ser usado na determinação do número de estágios teóricos para a separação da mistura por destilação, via método de McCabe-Thiele. Sendo a composição inicial da mistura  $z_F = 0,6$ , a composição desejada do produto de topo  $x_D = 0,9$ , a composição desejada do produto de fundo  $x_B = 0,2$ , a razão de refluxo no topo  $L_0/D = 2,0$  (já expressa pela curva de operação incluída no diagrama) e a alimentação na forma de vapor saturado, determinou-se serem necessários 3,5 estágios na seção de retificação e 3,5 estágios na seção de esgotamento.

Se a forma da alimentação passar a ser de líquido saturado e todas as outras variáveis não forem alteradas, os números de estágios necessários na seção de retificação e na seção de esgotamento serão, respectivamente, de

- a) 2,5 e 2,5
- b) 2,5 e 3,5
- c) 3,5 e 2,5
- d) 3,5 e 3,5

**40.** Dentre os equipamentos utilizados na operação unitária de absorção, estão as torres de pratos e as torres recheadas.

Analise as seguintes afirmativas a respeito das vantagens e desvantagens das torres de pratos em comparação às torres recheadas:

- I. As torres de pratos proporcionam um contato mais efetivo entre as fases do que as torres recheadas.
- II. As torres de pratos podem operar com maiores cargas líquidas, sem o risco de inundação do sistema, do que as torres recheadas.
- III. As torres de pratos operam com menor queda de pressão no gás do que as torres recheadas.

Estão corretas as afirmativas

- a) I e II, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) II e III, apenas.
- d) I, II e III.