

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - ÁREA PROCESSAMENTO

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

01 - Você recebeu do fiscal o seguinte material:

a) este caderno, com o enunciado das 70 (setenta) questões objetivas, sem repetição ou falha, com a seguinte distribuição:

CONHECIMENTOS BÁSICOS				CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS					
LÍNGUA PORTUGUESA		LÍNGUA INGLESA		Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
Questões	Pontuação	Questões	Pontuação	Questões	Pontuação	Questões	Pontuação	Questões	Pontuação
1 a 10	1,0 cada	11 a 20	1,0 cada	21 a 40	1,0 cada	41 a 55	1,0 cada	56 a 70	1,0 cada

b) **CARTÃO-RESPOSTA** destinado às respostas das 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 o fato **IMEDIATAMENTE** ao 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 se, no ato da entrega ao candidato, já estiver danificado em suas margens superior e/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) não assinar a **LISTA DE PRESENÇA** e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**.

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.

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, o CARTÃO-RESPOSTA e ASSINE A LISTA DE PRESENÇA**.

11 - **O TEMPO DISPONÍVEL PARA ESTAS PROVAS DE QUESTÕES OBJETIVAS É DE 4 (QUATRO) HORAS E 30 (TRINTA) MINUTOS**, incluído o tempo para a marcação do seu **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>).

LÍNGUA PORTUGUESA

Um pouco de silêncio

Nesta trepidante cultura nossa, da agitação e do barulho, gostar de sossego é uma excentricidade.

Sob a pressão do ter de parecer, ter de participar, ter de adquirir, ter de qualquer coisa, assumimos uma
5 infinidade de obrigações. Muitas desnecessárias, outras impossíveis, algumas que não combinam conosco nem nos interessam.

Não há perdão nem anistia para os que ficam de fora da ciranda: os que não se submetem mas questionam, os que pagam o preço de sua relativa autonomia, os que não se deixam escravizar, pelo menos
10 sem alguma resistência.

O normal é ser atualizado, produtivo e bem-informado. É indispensável circular, estar enturmado.
15 Quem não corre com a manada praticamente nem existe, se não se cuidar botam numa jaula: um animal estranho.

Acuados pelo relógio, pelos compromissos, pela opinião alheia, disparamos sem rumo – ou em trilhas determinadas – feito *hamsters* que se alimentam de
20 sua própria agitação.

Ficar sossegado é perigoso: pode parecer doença. Recolher-se em casa, ou dentro de si mesmo, ameaça quem leva um susto cada vez que examina sua
25 alma.

Estar sozinho é considerado humilhante, sinal de que não se arrumou ninguém – como se amizade ou amor se “arrumasse” em loja. [...]

Além do desgosto pela solidão, temos horror à
30 quietude. Logo pensamos em depressão: quem sabe terapia e antidepressivo? Criança que não brinca ou salta nem participa de atividades frenéticas está com algum problema.

O silêncio nos assusta por retumbar no vazio dentro de nós. Quando nada se move nem faz barulho, notamos as frestas pelas quais nos espiam coisas incômodas e mal resolvidas, ou se enxerga outro
35 ângulo de nós mesmos. Nos damos conta de que não somos apenas figurinhas atarantadas correndo entre casa, trabalho e bar, praia ou campo.

Existe em nós, geralmente nem percebido e nada valorizado, algo além desse que paga contas, transa, ganha dinheiro, e come, envelhece, e um dia (mas isso é só para os outros!) vai morrer. Quem é
45 esse que afinal sou eu? Quais seus desejos e medos, seus projetos e sonhos?

No susto que essa ideia provoca, queremos ruído, ruídos. Chegamos em casa e ligamos a televisão antes de largar a bolsa ou pasta. Não é para assistir
50 a um programa: é pela distração.

Silêncio faz pensar, remexe águas paradas, trazendo à tona sabe Deus que desconcerto nosso. Com medo de ver quem – ou o que – somos, adia-se o defrontamento com nossa alma sem máscaras.

55 Mas, se a gente aprende a gostar um pouco de sossego, descobre – em si e no outro – regiões nem imaginadas, questões fascinantes e não necessariamente ruins.

Nunca esqueci a experiência de quando alguém
60 botou a mão no meu ombro de criança e disse:

— Fica quietinha, um momento só, escuta a chuva chegando.

E ela chegou: intensa e lenta, tornando tudo singularmente novo. A quietude pode ser como essa
65 chuva: nela a gente se refaz para voltar mais inteiro ao convívio, às tantas fases, às tarefas, aos amores.

Então, por favor, me deem isso: um pouco de silêncio bom para que eu escute o vento nas folhas, a chuva nas lajes, e tudo o que fala muito além das
70 palavras de todos os textos e da música de todos os sentimentos.

LUFT, Lya. *Pensar é transgredir*. Rio de Janeiro: Record, 2004. p. 41. Adaptado.

1

No trecho “ou se enxerga outro ângulo de nós mesmos.” (l. 37-38), o sentido da palavra **mesmo** equivale àquele usado em:

- (A) Ele mesmo falou com a escritora.
- (B) Mesmo a pessoa mais sagaz não perceberia o erro.
- (C) Mesmo que eu me vá, a festa continuará animada.
- (D) Ele acertou mesmo a questão.
- (E) Só mesmo o diretor para resolver esta questão.

2

Observe as palavras “se” no trecho “**se** não **se** cuidar botam numa jaula: um animal estranho.” (l. 16-17)

Afirma-se corretamente que ambas apresentam, respectivamente, as mesmas funções das palavras destacadas em:

- (A) Tire um tempo livre **se** quiser **se** tratar.
- (B) Ele **se** considera sabido **se** acerta todas as questões.
- (C) O consumidor virá queixar-**se**, **se** você não devolver o produto.
- (D) Formaram-**se** diversos grupos para debater **se** é o melhor momento.
- (E) **Se** ele desconhecia **se** ia adotar uma nova política, por que tocou no assunto?

3

Embora no texto “Um pouco de silêncio” predomine o emprego da norma-padrão, em algumas passagens se cultiva um registro semiformal.

O fragmento transposto corretamente para a norma-padrão é:

- (A) “Quem não corre com a manada (...)” (l. 15) / Quem não corre à manada
- (B) “notamos as frestas (...)” (l. 36) / notamos às frestas
- (C) “Chegamos em casa (...)” (l. 48) / Chegamos a casa
- (D) “(...) assistir a um programa:” (l. 49-50) / assistir à um programa
- (E) “trazendo à tona (...)” (l. 52) / trazendo há tona

4

A mudança na pontuação mantém o sentido da frase original, preservando a norma-padrão da língua, em:

- (A) “Nesta trepidante cultura nossa, da agitação e do barulho, gostar de sossego é uma excentricidade.” (l. 1-2) / Nesta trepidante cultura nossa, da agitação e do barulho gostar de sossego é uma excentricidade.
- (B) “algumas que não combinam conosco nem nos interessam.” (l. 6-7) / algumas que não combinam conosco, nem nos interessam.
- (C) “Quem não corre com a manada praticamente nem existe,” (l. 15-16) / Quem não corre, com a manada praticamente nem existe,
- (D) “disparamos sem rumo – ou em trilhas determinadas – feito *hamsters* (...)” (l. 19-20) / disparamos sem rumo ou em trilhas determinadas feito *hamsters*
- (E) “Estar sozinho é considerado humilhante,” (l. 26) / Estar sozinho, é considerado humilhante,

5

No diálogo abaixo, cada fala corresponde a um número.

- I — Por que ele adquiriu somente um ingresso!
- II — Comprou dois: um para você outro para mim.
- III — Mas ele saiu daqui dizendo: “Só comprarei o meu!”
- IV — Pelo visto você acredita em tudo, o que ele diz.

Em relação ao diálogo, a pontuação está correta **APENAS** em

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

6

Complete as frases da segunda coluna com a expressão adequada à norma-padrão.

- | | |
|--------------|--|
| I – por que | P – As pessoas ficaram tranquilas _____ não tiveram de refazer o trabalho. |
| II – porque | Q – Não sei o _____ de tanta preocupação com a pressa. |
| III – porquê | R – Afinal, tantas dúvidas com a terapia, _____? |
| | S – Ignoro _____ razão as pessoas não se habituem à solidão. |

O preenchimento dos espaços com as expressões que tornam as sentenças corretas resulta nas seguintes associações:

- (A) I – P , II – S , III – Q
(B) I – S , II – P , III – Q
(C) I – S , II – R , III – P
(D) I – R , II – P , III – S
(E) I – Q , II – R , III – P

7

O trecho em que se encontra voz passiva pronominal é:

- (A) “feito *hamsters* que se alimentam de sua própria agitação.” (l. 20-21)
- (B) “Recolher-se em casa,” (l. 23)
- (C) “sinal de que não se arrumou ninguém” (l. 26-27)
- (D) “Mas, se a gente aprende a gostar (...)” (l. 55)
- (E) “nela a gente se refaz (...)” (l. 65)

8

A explicação correta, de acordo com a norma-padrão, para a pontuação utilizada no texto, é a de que

- (A) a vírgula em “É indispensável circular, estar enturmado.” (l. 14) indica uma relação de explicação entre os termos coordenados.
- (B) os dois pontos em “se não se cuidar botam numa jaula: um animal estranho.” (l. 16-17) assinalam a ideia de consequência.
- (C) as aspas em “(...) se ‘arrumasse’ (...)” (l. 28) acentuam o sentido de organização do verbo “arrumar”.
- (D) os dois pontos em “(...) pensamos em depressão: quem sabe terapia e antidepressivo?” (l. 30-31) indicam dúvida entre duas possibilidades distintas.
- (E) a vírgula antes do “e” em “transa, ganha dinheiro, e come, envelhece,” (l. 43) marca a diferença entre dois tipos de enumeração.

9

A frase em que todas as palavras estão escritas de forma correta, conforme a ortografia da Língua Portuguesa, é:

- (A) Foi um privilégio ser acompanhado pelo advogado do sindicato.
- (B) Estão cojitando de fabricar salas acústicas.
- (C) A senhora possui algumas horas para tirar a cesta.
- (D) O lado de traz segue até à sala de descanso.
- (E) Estava hesitante sobre a escolha do bege claro para a mobília.

10

A sentença em que o verbo entre parênteses está corretamente flexionado é

- (A) O coordenador reveru as necessidades dos grupos. (rever)
- (B) A impaciência deteu as pessoas. (deter)
- (C) Eu reavejo minhas convicções diariamente. (reaver)
- (D) Quando você se opor à minha solidão, ficarei aborrecido. (opor)
- (E) Nós apreciamos os bons alunos. (apreciar)

LÍNGUA INGLESA

Model copes with chaos to deliver relief*Computer program helps responders transport supplies in tough conditions*

By Rachel Ehrenberg

Science News, Web edition: Monday, February 21st, 2011

WASHINGTON — Getting blood or other perishable supplies to an area that's been struck by an earthquake or hurricane isn't as simple as asking what brown can do for you. But a new model quickly determines the best routes and means for delivering humanitarian aid, even in situations where bridges are out or airport tarmacs are clogged with planes.

The research, presented February 18 at the annual meeting of the American Association for the Advancement of Science, could help get supplies to areas which have experienced natural disasters or help prepare for efficient distribution of vaccines when the flu hits.

Efficient supply chains have long been a goal of manufacturers, but transport in fragile networks — where supply, demand and delivery routes may be in extremely rapid flux — requires a different approach, said Anna Nagurney of the University of Massachusetts Amherst, who presented the new work. Rather than considering the shortest path from one place to another to maximize profit, her system aims for the cleanest path at minimum cost, while capturing factors such as the perishability of the product and the uncertainty of supply routes. 'You don't know where demand is, so it's tricky,' said Nagurney. 'It's a multicriteria decision-making problem.'

By calculating the total cost associated with each link in a network, accounting for congestion and incorporating penalties for time and products that are lost, the computer model calculates the best supply chain in situations where standard routes may be disrupted.

'Mathematical tools are essential to develop formal means to predict, and to respond to, such critical perturbations,' said Iain Couzin of Princeton University, who uses similar computational tools to study collective animal behavior. 'This is particularly important where response must be rapid and effective, such as during disaster scenarios ... or during epidemics or breaches of national security.'

The work can be applied to immediate, pressing situations, such as getting blood, food or medication to a disaster site, or to longer-term problems such as determining the best locations for manufacturing flu vaccines.

http://www.sciencenews.org/view/generic/id/70083/title/Model_copes_with_chaos_to_deliver_relief.

Retrieved April 7th, 2011.

11

The communicative intention of the article is to

- (A) criticize the inefficient transportation of supplies during stressful events.
- (B) announce a study to identify an effective strategy to distribute goods and services in emergencies.
- (C) alert society about the arguments against the delivery of humanitarian aid during natural disasters.
- (D) report on a computational model to speed up the shipment of perishable products through clogged roads in summer.
- (E) argue that the building of alternative highways is paramount to a more efficient distribution of supplies in everyday situations.

12

According to Anna Nagurney, in paragraph 3 (lines 14-26), an efficient logistics system must consider the

- (A) shortest route that links two fragile end points.
- (B) only means to take perishable goods by land.
- (C) most profitable network, in terms of cheap transport.
- (D) lowest cost to place goods safely and in adequate conditions.
- (E) use of standard transportation means normally used for medical products.

13

Nagurney's comment "'It's a multicriteria decision-making problem.'" (lines 25-26) refers to the fact that

- (A) in regular deliveries, many problems are caused by the same factors.
- (B) the transportation of unperishable goods is the single issue to be considered.
- (C) finding efficacious transportation solutions depends exclusively on political decisions.
- (D) inefficient management has been multiplying the problems caused by distribution channels.
- (E) delivering products in emergency situations requires analyzing many factors besides cost and time.

14

Iain Couzin is mentioned in paragraph 5 (lines 33-40) because he

- (A) believes that computational tools are very useful in predicting and reacting to misfortunate incidents.
- (B) provides the only efficient alternative to the computer model presented by Anna Nagurney.
- (C) claims that the use of computational tools in dealing with disaster scenarios has been ineffective.
- (D) found a faster and more reliable means of preventing epidemics and breaches of security.
- (E) developed mathematical tools to justify individual animal routines.

15

“such critical perturbations,” (lines 34-35) refers to all the items below, **EXCEPT**

- (A) congestion
- (B) delivery delays
- (C) computer supplies
- (D) disrupted roads
- (E) loss of products

16

The expression in **boldface** introduces the idea of conclusion in

- (A) “**But** a new model quickly determines the best routes and means for delivering humanitarian aid,” (lines 4-6)
- (B) “**Rather than** considering the shortest path from one place to another to maximize profit,” (lines 20-21)
- (C) “her system aims for the cleanest path at minimum cost, **while** capturing factors such as the perishability of the product...” (lines 21-23)
- (D) ““You don’t know where demand is, **so** it’s tricky,”” (lines 24-25)
- (E) ““This is particularly important where response must be rapid and effective, **such as** during disaster scenarios...”” (lines 37-39)

17

In terms of pronominal reference,

- (A) “...that...” (line 2) refers to “...blood...” (line 1).
- (B) “...which...” (line 11) refers to “...supplies...” (line 10).
- (C) “where...” (line 16) refers to “...networks” (line 15).
- (D) “...where...” (line 31) refers to “...routes...” (line 31).
- (E) “This...” (line 37) refers to “...behavior.” (line 37).

18

Based on the meanings in the text, the two items are antonymous in

- (A) “...tough...” (subtitle) – complicated
- (B) “...clogged...” (line 7) – crowded
- (C) “...disrupted...” (line 32) – destroyed
- (D) “...breaches...” (line 40) – violations
- (E) “pressing...” (line 41) – trivial

19

In “The work can be applied to immediate, pressing situations,” (lines 41-42), the fragment “**can be applied**” is replaced, without change in meaning, by

- (A) may be applied.
- (B) has to be applied.
- (C) ought to be applied.
- (D) will definitely be applied.
- (E) might occasionally be applied.

20

The computer model discussed in the text “...copes with chaos to deliver relief” (title) and analyzes different factors.

The only factor **NOT** taken in consideration in the model is the

- (A) probability of product decay or loss.
- (B) possible congestions in chaotic areas.
- (C) reduction of costs to increase profits.
- (D) unpredictability of status of certain routes.
- (E) most efficient route between geographical areas.

RASCUNHO



CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

BLOCO 1

21

Um reator exibe comportamento dinâmico de segunda ordem subamortecido, com ganho estático igual a 2 (adimensional). Quando submetido em $t = 0$ a um degrau de magnitude $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ em sua temperatura de entrada, esse reator exibe uma resposta com sobrepasso (ou *overshoot*) de $0,6$.

O desvio máximo atingido nessa resposta, em relação ao estado estacionário inicial, será de

- (A) $0,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (B) $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ (C) $1,3 \text{ }^\circ\text{C}$ (D) $1,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (E) $2,6 \text{ }^\circ\text{C}$

22

Dois sistemas apresentam as seguintes funções de transferência $G_1(s) = \frac{5}{50s+1}$ e $G_2(s) = \frac{5}{50s+1} \exp(-10s)$, com constantes de tempo e tempo morto em segundos. Comparando, na frequência $\omega = 0,1 \text{ rad/s}$, os valores de razão de amplitudes (RA_1 e RA_2 , para os sistemas 1 e 2, respectivamente) e os valores absolutos dos ângulos de fase ($|\phi_1|$ e $|\phi_2|$, para os sistemas 1 e 2, respectivamente) dos respectivos Diagramas de Bode, resulta:

- (A) $RA_1 = RA_2$ e $|\phi_1| = |\phi_2|$
(B) $RA_1 = RA_2$ e $|\phi_1| < |\phi_2|$
(C) $RA_1 < RA_2$ e $|\phi_1| < |\phi_2|$
(D) $RA_1 < RA_2$ e $|\phi_1| > |\phi_2|$
(E) $RA_1 > RA_2$ e $|\phi_1| > |\phi_2|$

23

É conhecida a seguinte função de transferência em malha aberta (MA): $G_{MA}(s) = G_C(s)G_f(s)G_P(s)G_m(s) = \frac{0,25Kc}{(s+1)(0,5s+1)}$, tal que G_C denota a função de transferência do controlador, G_f , da válvula, G_P , do processo e G_m , do elemento de medida.

O maior valor de ganho do controlador (Kc) para o qual o sistema não oscila em malha fechada, quando perturbado por degrau no *set point*, é

- (A) $0,25$
(B) $0,50$
(C) $0,75$
(D) $1,00$
(E) $1,25$

24

Sendo G_C a função de transferência do controlador, G_f , da válvula, G_P , do processo, e G_m , do elemento de medida, considere que um dado sistema apresenta função de transferência em malha aberta $G_{MA}(s) = G_C(s)G_f(s)G_P(s)G_m(s) = \frac{KcK}{\text{den}(s)}$.

Admita que $KcK > 0$ e $\text{den}(s)$ é um polinômio em s de grau 3, com três raízes reais, distintas e negativas. Para esse sistema em malha aberta, há um único valor de frequência crítica ω_c (para a qual o ângulo de fase vale $-\pi$ rad). Sabe-se também que a razão de amplitudes de G_{MA} na frequência ω_c vale $0,5$.

Em consequência, em malha fechada, o sistema será

- (A) estável, com margem de ganho $1,0$
(B) estável, com margem de ganho $1,7$
(C) estável, com margem de ganho $2,0$
(D) estável, com margem de ganho $4,0$
(E) instável

25

De modo a evitar que a baixa temperatura das águas ultraprofundas do mar provoque uma redução drástica na vazão de escoamento do óleo que é transportado até a plataforma de exploração de petróleo, devido a um aumento de sua viscosidade, propõe-se usar um sistema de isolamento térmico das paredes do tubo. O material do tubo é aço-carbono (condutividade térmica (k) igual a $60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) e as camadas isolantes são formadas por magnésia 85% (espessura = 2,7 cm e $k = 0,08 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) e por sílica diatomácea (espessura = 3 cm e $k = 0,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). A espessura do tubo é 2,4 cm e seu diâmetro interno é 2 metros. Pelo fato de o diâmetro do tubo ser bem maior do que a sua espessura, pode-se admitir curvatura nula da parede do tubo e pensar o cilindro composto como uma parede composta de área igual a 1 m^2 .

Considere que a temperatura da superfície interna do tubo seja $65 \text{ }^\circ\text{C}$, e que o tubo esteja exposto a uma água a $5 \text{ }^\circ\text{C}$, com coeficiente de filme igual a $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Logo, a taxa de calor transferida, em watts, é, aproximadamente,

- (A) 4
- (B) 120
- (C) 180
- (D) 400
- (E) 1,2

26

Cavitação é um fenômeno que pode ser observado em sistemas hidráulicos.

Com respeito à cavitação, analise as afirmativas a seguir.

- I - Se a pressão em qualquer ponto de um sistema de bombeamento de um líquido cair abaixo de sua pressão de vapor, na temperatura de bombeamento, parte desse líquido se vaporizará, formando bolhas no seio do líquido. Essas bolhas, ao atingirem regiões de maior pressão, sofrerão um colapso repentino, retornando à fase líquida. Esse colapso repentino provoca o aparecimento de ondas de choque, gerando o fenômeno conhecido como cavitação.
- II - A probabilidade de ocorrer cavitação é maior nos locais onde há um aumento de velocidade do líquido, uma vez que isso acarreta uma diminuição da pressão local.
- III - NPSH (*Net Positive Suction Head*) 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.

Está correto o que se afirma em

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

27

Com respeito ao escoamento de um fluido, analise as afirmativas a seguir.

- I - No regime laminar, o fator de atrito é diretamente proporcional ao número de Reynolds.
- II - No regime turbulento, o fator de atrito é função do número de Reynolds e da rugosidade relativa da tubulação.
- III - A perda de carga é diretamente proporcional ao comprimento equivalente da tubulação.
- IV - Mantida a vazão constante, a perda de carga é inversamente proporcional ao diâmetro da tubulação elevado ao quadrado.

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

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

28

Analise as afirmativas a seguir que tratam das características dos regimes de escoamento de um fluido.

- I - No regime plenamente turbulento, os turbilhões formados no escoamento são os responsáveis pela transferência convectiva de quantidade de movimento.
- II - As flutuações da velocidade de um fluido que escoar, no regime laminar e permanente, em tubos, são máximas no eixo central da tubulação.
- III - No regime laminar, o perfil de velocidades de um líquido escoando em uma tubulação de seção reta circular é um parabolóide de revolução.
- IV - No regime laminar, a transferência de quantidade de movimento ocorre exclusivamente de forma convectiva.

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

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

29

Para que as previsões da equação de Bernoulli sejam corretas, é necessário que o fluido em escoamento tenha

- (A) densidade constante
- (B) densidade independente de temperatura
- (C) pressão de vapor baixa
- (D) viscosidade constante
- (E) viscosidade independente de temperatura

30

Água está sendo bombeada através de uma tubulação. A curva característica da bomba e a curva do sistema são representadas pelas equações $H = -Q^2 + 2Q + 8$ e $W_B = Q^2 + 2Q$, respectivamente, onde H é a carga, em metros, fornecida ao líquido pela bomba, W_B é a carga, em metros, requerida pelo sistema, e Q é a vazão de operação, em m^3/s .

A vazão de operação, em m^3/s , é

- (A) 5,0
- (B) 4,0
- (C) 2,8
- (D) 2,0
- (E) 1,5

31

Um líquido foi ensaiado em reômetro de cilindros concêntricos, tendo-se constatado que sua viscosidade aparente diminuía quando a taxa de cisalhamento aumentava, sem apresentar efeitos de histerese.

Tal material se enquadra na categoria dos fluidos

- (A) de Bingham
- (B) dilatantes
- (C) pseudoplásticos
- (D) reopéticos
- (E) tixotrópicos

32

Um trocador de calor casco e tubo deve ser construído para aquecer a água que irá alimentar uma caldeira. O líquido frio é água proveniente da central de utilidades da indústria. O trocador de calor opera em contracorrente e contém tubos de aço-carbono, com diâmetros interno e externo iguais a 2,0 cm e 2,5 cm, respectivamente. A água fria escoar pelo interior dos tubos a uma velocidade de 0,5 m/s, entrando a 30 °C e saindo a 50 °C, enquanto a água quente entra a 80 °C. As taxas mássicas da água fria e da água quente que alimentam o trocador de calor são $15 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ e $30 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente. O coeficiente global de transferência de calor, baseado na área externa, é $250 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Considere a massa específica e o calor específico da água iguais a $1.000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ e $4.200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, respectivamente, independentemente da temperatura. Aproxime o valor π para 3 e considere o fator de correção da MLDT como igual a 1,0.

$$\text{Dados: } 1/\ln(0,95) = -19,5; 1/\ln(0,85) = -6,2; \\ 1/\ln(0,75) = -3,5; 1/\ln(0,65) = -2,3.$$

Se o comprimento máximo do tubo for 2,4 metros, qual é o número de passagens por tubo?

- (A) 16 passagens e 64 tubos
- (B) 13 passagens e 64 tubos
- (C) 10 passagens e 100 tubos
- (D) 8 passagens e 100 tubos
- (E) 4 passagens e 200 tubos

33

Uma bomba centrífuga está sendo empregada para transferir líquido do tanque TQ1 para o tanque TQ2.

Analise as afirmativas abaixo relativas a um aumento na vazão de operação.

- I - Aumentando-se a pressão no tanque TQ2, a vazão de operação também aumenta.
- II - Fechando-se parcialmente uma válvula instalada na linha, a vazão de operação aumenta.
- III - Aumentando-se a rotação de operação do impelidor da bomba, a vazão de operação também aumenta.
- IV - Aumentando-se o nível de líquido no tanque TQ1, a vazão de operação aumenta.

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

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

34

As indústrias, em geral, trabalham constantemente com fluidos escoando pelo interior de tubos. Imagine que água deva ser transportada através de um tubo cilíndrico, cujas superfícies são mantidas a uma temperatura constante igual a 80 °C. A água entra no tubo a 40 °C e sai a 60 °C, escoando com uma taxa mássica de $0,03 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. A média logarítmica de diferença de temperatura é aproximadamente 30 °C. O tubo tem diâmetros interno e externo, respectivamente, iguais a 10 cm e 12 cm, e um comprimento de 10 m. Sabe-se que, se o regime de escoamento da água for laminar, o número de Nusselt será igual a 3,66 (temperatura constante na parede) e, se for turbulento, Nusselt será calculado por $Nu = 0,02(\text{Re}/200)(\text{Pr}/2)$.

De acordo com as informações fornecidas, a taxa de calor trocado entre a água e a parede do tubo é, em watts, igual a

$$\text{Dados: massa específica da água} = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \\ \text{condutividade térmica da água} = 0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \\ \text{viscosidade cinemática da água} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1} \\ \text{condutividade térmica do tubo} = 60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \\ \text{prandtl} = 3 \\ \pi = 3$$

- (A) 1.976,40
- (B) 2.371,68
- (C) 64.800
- (D) 197.640
- (E) 6.480.000

35

Existem várias configurações para os permutadores de calor.

Com respeito a essas configurações, analise as afirmativas a seguir.

- I - A configuração de correntes paralelas em que os dois fluidos escoam no mesmo sentido oferece uma inconsistência termodinâmica, pelo fato de a temperatura de saída do fluido quente poder ser menor do que a temperatura de saída do fluido frio.
- II - A configuração de correntes paralelas em que os dois fluidos escoam em sentidos opostos permite que o fluido quente saia do trocador com uma temperatura menor do que a temperatura de saída do fluido frio.
- III - Considerando-se um mesmo coeficiente global de transferência de calor e uma mesma capacidade térmica, o número de unidades de transferência de um trocador de calor independe da configuração das correntes, uma vez que a área de troca térmica é independente dessa configuração.

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

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

36

A energia sob a forma de calor pode ser transferida pelos mecanismos de condução, de convecção e de radiação.

Sobre essas formas de transferência de energia, analise as afirmativas a seguir.

- I - A condução é um mecanismo de transferência de calor que ocorre em escala macroscópica, devido ao movimento global de um fluido.
- II - A convecção é o mecanismo de transferência de calor existente entre uma superfície sólida e um fluido que precisa estar em movimento.
- III - A radiação térmica é o mecanismo de transferência de calor que está relacionado à radiação eletromagnética e que é propagada como resultado de uma diferença de temperatura.
- IV - A troca de calor radiante entre duas superfícies é proporcional à diferença de temperatura elevada à quarta potência, ou seja, $\text{calor}_{1-2} \sim (T_1 - T_2)^4$.
- V - Chamando de T a taxa de transferência de calor por convecção, de A a área de troca térmica e de D o módulo da diferença de temperatura entre uma superfície sólida e um fluido, o coeficiente de transferência de calor fica definido como a razão

$$\text{coeficiente de calor} = \frac{T}{A \cdot D}$$

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

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

37

Os tanques T1 e T2 estão assentados no mesmo plano horizontal e armazenam um mesmo líquido de massa específica ρ num local onde a aceleração da gravidade é g . Um manômetro de tubo em U tem seu ramo esquerdo conectado à base do tanque T1, onde a pressão é p_1 , e seu ramo direito conectado à base do tanque T2, onde a pressão é p_2 . O líquido manométrico usado tem massa específica ρ_m .

Se o nível do líquido manométrico no ramo direito está a uma altura H acima do nível do líquido manométrico no ramo esquerdo, o valor de $p_1 - p_2$ é

- (A) $\rho_m g H$
- (B) $-\rho_m g H$
- (C) $-2 \rho_m g H$
- (D) $-(\rho_m - \rho) g H$
- (E) $(\rho_m - \rho) g H$

38

A equação de Bernoulli é usada para calcular a queda de pressão de um fluido incompressível que escoar em regime permanente em uma tubulação horizontal de diâmetro uniforme.

Se representarmos por Δp_5 e Δp_{10} as quedas de pressão previstas para, respectivamente, 5 m e 10 m de tubulação, então, Δp_5 será igual a

- (A) $0,025 \Delta p_{10} \neq 0$
- (B) $0,25 \Delta p_{10} \neq 0$
- (C) $0,50 \Delta p_{10} \neq 0$
- (D) $\Delta p_{10} = 0$
- (E) $\Delta p_{10} \neq 0$

39

Considere o grupo adimensional $P \times H / (V \times S)$ relacionado ao escoamento de fluidos, onde P é queda de pressão, H é uma distância característica no problema sob análise, e V é viscosidade absoluta.

Representando comprimento por L , massa por M , e tempo por T , as dimensões físicas de S são

- (A) L / T
- (B) L^3 / T
- (C) L / T^2
- (D) M / L^3
- (E) $M L / T^2$

40

Um processo submetido a controle proporcional apresenta *offset* para degraus no *set point* e na carga. Sabendo-se que a variável controlada não apresenta ruído de medida, adiciona-se a esse controlador o modo derivativo.

Em consequência da adição da ação derivativa, o *offset*

- (A) não sofrerá qualquer efeito.
- (B) será reduzido, mas não eliminado.
- (C) será eliminado.
- (D) aumentará na forma de um degrau.
- (E) aumentará na forma de uma rampa.



RASCUNHO

BLOCO 2

41

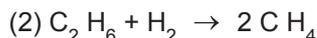
Pretende-se produzir 1.000 kg de um sólido S sob a forma de cristais a partir de 10.000 kg de uma solução aquosa saturada, que se encontra em um cristalizador a 80 °C. A solubilidade de S em água é aproximada por $s = 0,04 + 0,002 T$, em que s [=] g S / gH₂O, T [=] °C.

Até que temperatura deve ser resfriada, no cristalizador, a solução saturada?

- (A) 15 °C
(B) 20 °C
(C) 25 °C
(D) 30 °C
(E) 35 °C

42

Na desidrogenação do etano para a produção de etileno, o hidrogênio também formado reage com o próprio etano gerando metano, de acordo com as seguintes reações:



Considere que:

- a seletividade do etileno em relação ao metano é 4 (mol etileno/mol metano);
- há 125 kmol/h de C H₄ no efluente.

Nesse caso, o rendimento de etileno em relação ao etano consumido é, aproximadamente,

- (A) 0,5
(B) 0,75
(C) 0,8
(D) 0,9
(E) 0,95

43

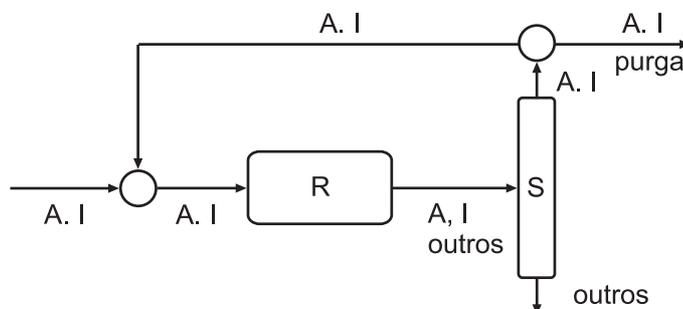
A reação $A + B \rightarrow C$ é conduzida num reator com uma conversão por passe de 50%. Na corrente de alimentação, são identificados 100 kmol/h do reagente A. Uma análise da composição do efluente revela 20% de A, 60% de B e 20% de C, com um total de 250 kmol/h.

Sobre um possível excesso de um dos reagentes na alimentação, afirma-se que

- (A) o reagente B se encontra com um excesso de 25%.
(B) o reagente B se encontra com um excesso de 20%.
(C) o reagente A se encontra com um excesso de 50%.
(D) o reagente A se encontra com um excesso de 20%.
(E) não há reagente em excesso.

Considere o enunciado a seguir para responder às questões de nºs 44 e 45.

No processo químico representado na figura abaixo, o efluente do reator R é dirigido ao separador S, do qual sai uma corrente com todo o A e todo o I presentes nesse efluente. Na alimentação do reator, a vazão de A é de 125 kmol/h.



44

O processo químico apresentado recebe uma alimentação constituída de 100 kmol/h de um reagente A e uma certa quantidade de substância inerte I. Da corrente com todo o A e todo o I que sai de S, 50% são reciclados para a entrada do reator. Os outros 50% são purgados para evitar o acúmulo do inerte I no processo. A conversão por passe é 60%.

Dessas informações, depreende-se que a conversão global de A seja

- (A) 55%
(B) 60%
(C) 75%
(D) 80%
(E) 90%

45

O processo químico apresentado recebe uma certa vazão de um reagente A e 1 kmol/h de uma substância inerte I.

Para que a fração molar do inerte I na alimentação do reator seja mantida a 0,10, a fração da corrente de saída do separador a ser purgada deve ser

- (A) 50%
(B) 60%
(C) 70%
(D) 80%
(E) 90%

46

Uma corrente de ar com umidade relativa igual a 60% entra em um desumidificador, de onde sai com umidade relativa igual a 40%.

Se o desumidificador opera a pressão e temperatura constantes, a razão entre a pressão parcial do vapor d'água na saída e a pressão parcial do vapor d'água na entrada é, aproximadamente, igual a

- (A) 0,50
(B) 0,67
(C) 1,50
(D) 2,00
(E) 2,40

47

Uma solução é constituída por três substâncias, A, B e C. A tabela abaixo mostra as concentrações de A, B e C na solução, bem como suas respectivas massas molares.

Substância	Concentração na solução (kg/m ³)	Massa molar (kg/kmol)
A	C_A	$M_A = M_C/4$
B	$C_B = 2C_A$	$M_B = M_C/2$
C	$C_C = 4C_A$	M_C

A fração molar do componente A na mistura é, aproximadamente,

- (A) 0,14 (B) 0,17 (C) 0,33 (D) 0,39 (E) 0,67

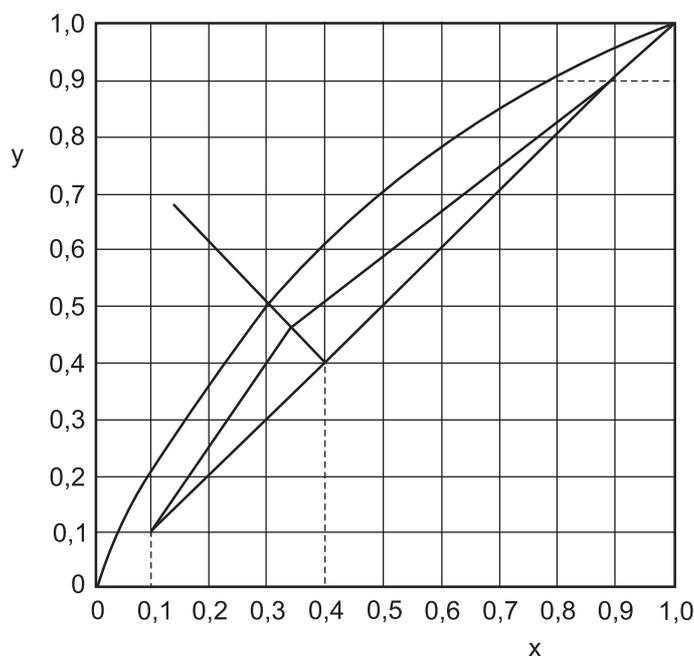
48

Um polímero, dissolvido em tolueno empregado na reação de polimerização, é submetido a um processo contínuo de secagem com ar. O secador opera à pressão de 1×10^5 Pa e à temperatura constante. A corrente de ar que deixa o secador encontra-se saturada com tolueno, cuja fração molar nessa corrente é igual a 0,11.

Nessas condições, o valor da pressão de vapor do tolueno, em pascal, é

- (A) $0,06 \times 10^5$
 (B) $0,11 \times 10^5$
 (C) $0,13 \times 10^5$
 (D) $0,89 \times 10^5$
 (E) $1,11 \times 10^5$

49



O gráfico da figura acima refere-se ao método de McCabe-Thiele da separação por destilação da mistura AB.

Para a separação dada, a mínima razão de refluxo externa de topo é

- (A) 1,5 (B) 2,0 (C) 3,5 (D) 4,0 (E) 5,5

50

No armazenamento de substâncias de elevada pressão de vapor, existe o risco de ruptura do material dos tanques de armazenamento e da dispersão de tais substâncias em estado gasoso no ambiente. Em uma unidade, é necessário armazenar amônia condensada em um tanque.

Uma forma de diminuir a pressão de vapor de amônia é

- (A) aumentar a altura do tanque de armazenamento.
- (B) injetar, dentro do tanque de armazenamento, um gás inerte e insolúvel na fase líquida.
- (C) instalar uma válvula para retirar amônia líquida do tanque, caso seja detectado um aumento de pressão no seu interior.
- (D) diminuir a área de contato entre as fases líquida e vapor no tanque de armazenamento.
- (E) diminuir a temperatura de armazenamento.

51

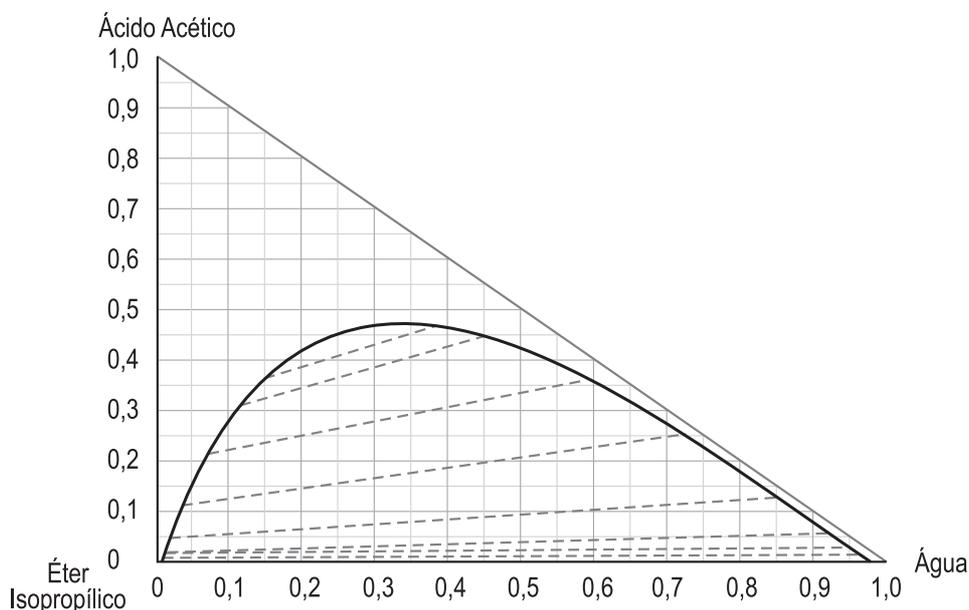
Um material sólido que contém umidade passa por um processo de secagem em batelada. A massa inicial do sólido úmido é de 50 kg, e a percentagem mássica de umidade nesse sólido é igual a 99% (em base úmida, ou seja, em relação à massa total do sólido úmido). Após o processo de secagem, verificou-se que a percentagem mássica de umidade no sólido em base úmida era de 98%.

A massa total do sólido (incluindo a umidade restante) após o processo de secagem é, em quilogramas, igual a

- (A) 49,5
- (B) 49
- (C) 45
- (D) 25
- (E) 24,5

52

**Dados de Equilíbrio: Sistema Ácido Acético–Água–Éter Isopropílico a 101,3 kPa
(Fração Mássica)**



Considere que 1.000 kg/h de uma solução com 35% (massa) de ácido acético e 65% (massa) de água é alimentada a uma coluna de extração que opera em contracorrente. Para extrair o ácido acético, são usados 1.335 kg/h de éter isopropílico. É necessário que o produto refinado contenha apenas 10% (massa) de ácido acético.

Utilizando o gráfico da figura acima, conclui-se que a composição mássica de éter isopropílico da corrente extrato é, aproximadamente,

- (A) 0,06
- (B) 0,18
- (C) 0,24
- (D) 0,76
- (E) 0,97

53

Uma corrente gasosa com vazão molar de 40 kmol/h e contendo ar e 5% molar de acetona é tratada, para remover 80% da acetona presente, em uma coluna de absorção que opera a 300 K e 101,3 kPa. A água é usada como solvente com vazão molar de 100 kmol/h. A equação de equilíbrio do sistema acetona – ar – água é $y = 2,53x$ onde y e x são as composições molares da fase líquida e da fase gasosa em equilíbrio.

A composição molar de acetona do produto líquido é, aproximadamente,

- (A) 0,40% (B) 1,04% (C) 1,57% (D) 5,00% (E) 99,98%

54

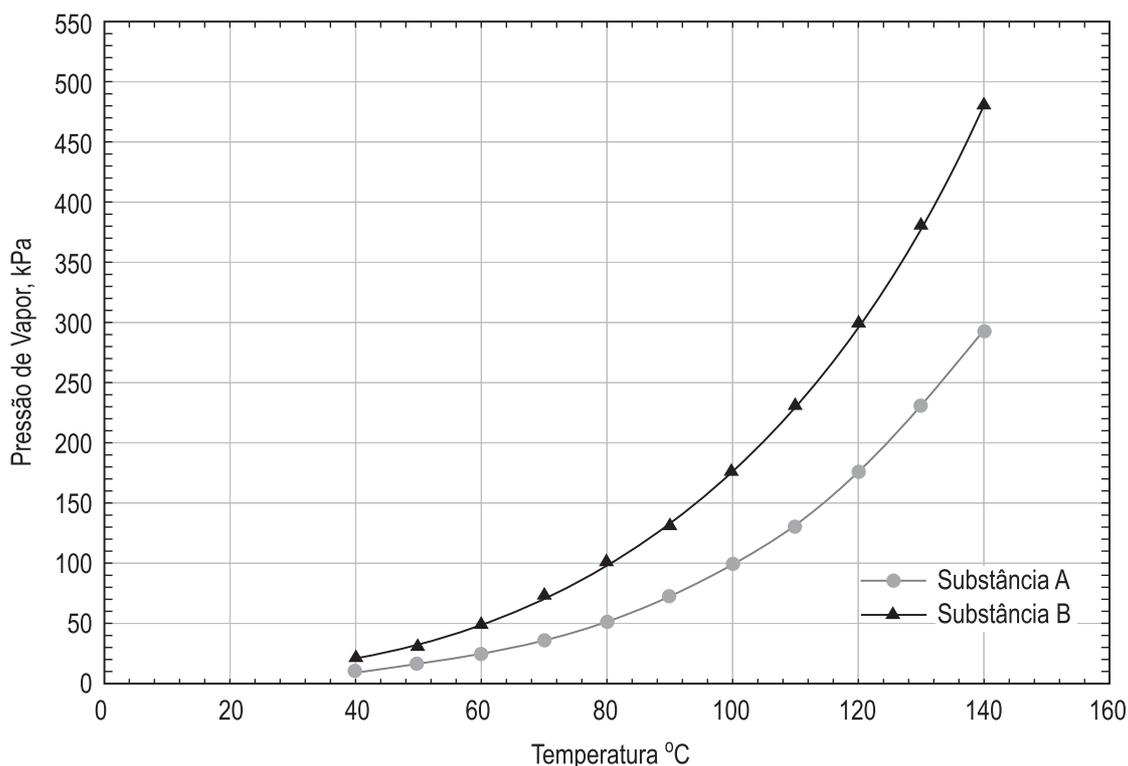
O campo de operação de uma coluna recheada é limitado por vazões da fase líquida e da fase vapor que podem acarretar problemas capazes de comprometer seriamente a operação da coluna. Entre essas anomalias de funcionamento, o gotejamento (*weeping*) causa uma diminuição significativa na eficiência do prato.

O gotejamento é causado quando a fase

- (A) vapor tem uma velocidade muito baixa.
(B) vapor tem uma velocidade muito alta.
(C) líquida tem uma vazão muito baixa.
(D) líquida tem uma velocidade muito alta.
(E) líquida e a fase vapor têm a mesma velocidade.

55

Pressão de Vapor das espécies A e B vs Temperatura



Uma mistura formada pelos componentes A e B se encontra à pressão de 120 kPa. No aquecimento dessa mistura, na pressão especificada, é formada a primeira bolha na temperatura de 100 °C. Dadas as respectivas curvas da pressão de vapor dos componentes A e B, presentes na figura acima, a composição aproximada da fase líquida e a da fase vapor em relação ao componente A, na temperatura de 100 °C, são, respectivamente,

- (A) 0,375 e 0,625
(B) 0,625 e 0,250
(C) 0,625 e 0,375
(D) 0,750 e 0,250
(E) 0,750 e 0,625

BLOCO 3

56

Para 1 mol de substância pura sofrendo uma transformação reversível de um estado inicial 1 a um estado final 2, $dU = TdS - PdV$, onde as variáveis U , S e V são, respectivamente, energia interna, entropia e volume molares, e as variáveis T e P são, respectivamente, temperatura e pressão.

A relação de Maxwell obtida a partir da equação acima é

(A) $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$

(B) $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$

(C) $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$

(D) $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$

(E) $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$

57

Os parâmetros “a” e “b” na equação de Van der Waals e outras equações cúbicas de estado representam, respectivamente,

- (A) atração molecular e polaridade molecular
- (B) atração molecular e tamanho molecular
- (C) peso molecular e polaridade molecular
- (D) tamanho molecular e peso molecular
- (E) tamanho molecular e velocidade molecular

58

Em uma turbina bem isolada, o vapor d'água, a alta pressão, sofre uma expansão adiabática e reversível para produzir trabalho mecânico.

Se, para esse processo, as variações de entalpia e entropia específicas forem representadas por (ΔH) e (ΔS) , respectivamente, então,

- (A) $(\Delta H) = 0$ e $(\Delta S) = 0$
- (B) $(\Delta H) > 0$ e $(\Delta S) = 0$
- (C) $(\Delta H) < 0$ e $(\Delta S) = 0$
- (D) $(\Delta H) < 0$ e $(\Delta S) < 0$
- (E) $(\Delta H) < 0$ e $(\Delta S) > 0$

59

Um mol de um gás ideal com capacidades caloríficas constantes (C_p e C_v) sofre uma expansão isentrópica de um estado inicial a uma temperatura T_1 e uma pressão P_1 a um estado final, a uma temperatura T_2 e uma pressão P_2 .

Se a razão $\left(\frac{C_p}{C_v}\right)$ for igual a γ , então, a razão $\frac{P_1}{P_2}$ será

igual a

(A) $\frac{T_2}{T_1}$

(B) $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^\gamma$

(C) $\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^\gamma$

(D) $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\gamma-1}$

(E) $\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\gamma-1}$

60

Sabendo-se que as variáveis entalpia específica, entropia específica e pressão são representadas por H , S e P , respectivamente, em um diagrama de Mollier, a inclinação de uma linha isobárica é dada por

(A) $\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P$

(B) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_S$

(C) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H$

(D) zero

(E) infinito

61

Para uma substância pura nas suas condições críticas (P_c , T_c e V_c), as relações entre P , V e T que devem ser satisfeitas são

(A) $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = 0$

(B) $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_T < 0$ e $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = 0$

(C) $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_T > 0$ e $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = 0$

(D) $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_T < 0$ e $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T < 0$

(E) $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_T > 0$ e $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T > 0$

62

O Teorema dos Estados Correspondentes a Três Parâmetros, quando aplicado a dois gases reais, afirma que se esses gases possuírem o mesmo valor de fator

- (A) acêntrico, quando comparados nas mesmas condições de temperatura crítica e pressão crítica, ambos terão aproximadamente o mesmo fator de compressibilidade.
- (B) acêntrico, quando comparados nas mesmas condições de temperatura reduzida e pressão reduzida, ambos terão aproximadamente o mesmo fator de compressibilidade.
- (C) acêntrico, quando comparados nas mesmas condições de temperatura e pressão, ambos terão aproximadamente o mesmo fator de compressibilidade.
- (D) compressibilidade, quando comparados nas mesmas condições de temperatura crítica e pressão reduzida, ambos terão aproximadamente o mesmo fator acêntrico.
- (E) compressibilidade, quando comparados nas mesmas condições de temperatura reduzida e pressão reduzida, ambos terão aproximadamente o mesmo fator acêntrico.

63

Uma caldeira é alimentada com água, abaixo do seu ponto de ebulição, para gerar vapor d'água superaquecido como produto.

Esse processo pode ser representado em um diagrama pressão, P , versus entalpia específica, H , através de uma linha

- (A) vertical correspondente ao ΔH da caldeira
(B) inclinada correspondente ao ΔH da caldeira
(C) inclinada correspondente à pressão da caldeira
(D) horizontal correspondente à pressão da caldeira
(E) horizontal correspondente à temperatura da caldeira

64

Uma máquina térmica apresenta uma eficiência de 75% em relação à sua eficiência máxima de operação. A razão entre a temperatura da fonte quente (medida em Kelvin) e a temperatura da fonte fria (medida em Kelvin) é de 5/3.

A fração do calor fornecido pela fonte quente que é convertido em trabalho mecânico é igual a

- (A) 0,20
(B) 0,25
(C) 0,30
(D) 0,50
(E) 0,75

65

Em um ciclo de refrigeração por compressão, o fluido refrigerante sai do evaporador na condição de vapor saturado, a uma pressão P_1 e a uma temperatura T_1 , e do condensador, na condição de líquido saturado, a uma pressão P_2 e a uma temperatura T_2 .

Sendo assim, na saída da válvula de estrangulamento, parcialmente aberta e isolada termicamente, o fluido encontra-se na condição de

- (A) vapor saturado a P_1 e T_1
(B) vapor superaquecido a P_2 e T_2
(C) líquido saturado a P_2 e T_2
(D) líquido e vapor em equilíbrio a P_2 e T_2
(E) líquido e vapor em equilíbrio a P_1 e T_1

66

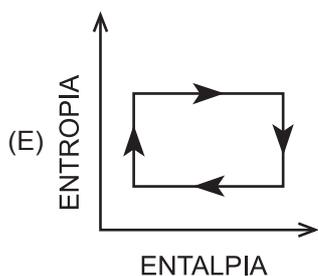
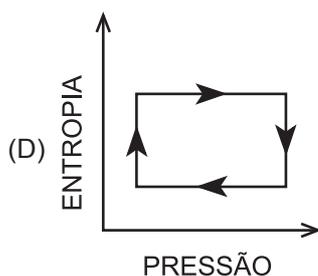
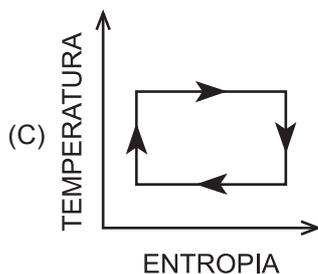
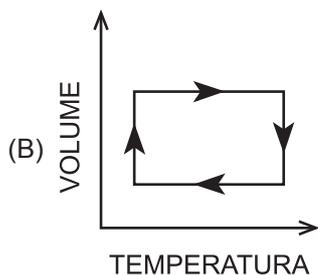
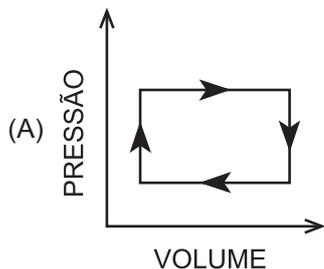
Em um ciclo de potência, a entalpia específica do vapor superaquecido que deixa a caldeira e alimenta a turbina é de 6.000 kJ/kg, e a entalpia específica do vapor que deixa a turbina é de 2.000 kJ/kg.

Se a turbina trabalha com uma eficiência de 90%, a água que alimenta a caldeira tem uma entalpia específica de 1.000 kJ/kg e a água que sai do condensador tem uma entalpia específica de 500 kJ/kg, então, a eficiência térmica do ciclo é de

- (A) 50%
(B) 60%
(C) 70%
(D) 80%
(E) 90%

67

O ciclo percorrido por um fluido em uma máquina de Carnot é representado por



68

Uma corrente de nitrogênio, escoando em regime permanente, passa por uma válvula, parcialmente fechada e isolada termicamente, sofrendo um processo de estrangulamento. Considere o nitrogênio um gás ideal e as variações de energia cinética e energia potencial desprezíveis.

Se as condições de pressão e temperatura a montante da válvula forem iguais a P_1 e T_1 , respectivamente, e a jusante da válvula essas condições forem iguais a P_2 e T_2 , então,

- (A) $P_1 = P_2$ e $T_1 = T_2$
- (B) $P_1 = P_2$ e $T_1 < T_2$
- (C) $P_1 > P_2$ e $T_1 > T_2$
- (D) $P_1 > P_2$ e $T_1 < T_2$
- (E) $P_1 > P_2$ e $T_1 = T_2$

69

Uma corrente (corrente 1) de 100 kg/h de água, na condição de vapor saturado a uma pressão P_1 e a uma temperatura T_1 (entalpia específica = 2.500 kJ/kg), é misturada adiabaticamente com outra corrente de água (corrente 2) que se encontra na condição de vapor superaquecido, a uma temperatura T_2 e a uma pressão $P_2 = P_1$ (entalpia específica = 3.500 kJ/kg). A corrente obtida pela mistura das correntes 1 e 2 (corrente 3) é vapor superaquecido a uma temperatura T_3 menor do que T_2 e a uma pressão $P_3 = P_1$ (entalpia específica = 3.000 kJ/kg).

A vazão mássica da corrente 3, em kg/h, é

- (A) 125
- (B) 150
- (C) 175
- (D) 200
- (E) 225

70

Para uma substância pura sofrendo uma transformação adiabática e reversível, de um estado inicial a um estado final, a variação de entropia do sistema é

- (A) maior que zero
- (B) igual a zero
- (C) menor que zero
- (D) igual à variação da energia interna do sistema
- (E) igual à variação de entalpia do sistema



RASCUNHO

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	VIIIA	
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	VIIIB	VIII	VIII	VIII	IB	IIA	IIIA	IVA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
H 1,0079 HIDROGÊNIO	He 4,0026 HÉLIO	Li 6,941(2) LÍTIO	Be 9,0122 BERÍLIO	B 10,811(5) BORO	C 12,011 CARBONO	N 14,007 NITROGÊNIO	O 15,999 OXIGÊNIO	F 18,998 FLUÓR	Ne 20,180 NEÔNIO	Na 22,990 SÓDIO	Mg 24,305 MAGNÉSIO	Al 26,982 ALUMÍNIO	Si 28,086 SILÍCIO	P 30,974 FOSFÓRIO	S 32,066(6) ENXOFRE	Cl 35,453 CLORO	Ar 39,948 ARGÔNIO	
K 39,098 POTÁSSIO	Ca 40,078(4) CÁLCIO	Sc 44,956 ESCÂNDIO	Ti 47,867 TITÂNIO	V 50,942 VANADIO	Cr 51,996 CRÔMIO	Mn 54,938 MANGANÊS	Fe 55,845(2) FERRO	Co 58,933 COBALTO	Ni 58,693 NÍQUEL	Cu 63,546(3) COBRE	Zn 65,39(2) ZINCO	Ga 69,723 GÁLIO	Ge 72,61(2) GERMÂNIO	As 74,922 ARSENÍO	Se 78,96(3) SELENIO	Br 79,904 BROMO	Kr 83,80 CRIPTONÍO	
Rb 85,468 RUBÍDIO	Sr 87,62 ESTRÔNCIO	Y 88,906 ITRÍO	Zr 91,224(2) ZIRCONÍO	Nb 92,906 NÍOBIO	Mo 95,94 MOLEBDÊNIO	Tc 98,906 TÉCNICIO	Ru 101,07(2) RUTÊNIO	Rh 102,91 RÓDIO	Pd 106,42 PALÁDIO	Ag 107,87 PRATA	Cd 112,41 CÁDMIO	In 114,82 INDÍO	Sn 118,71 ESTANHO	Sb 121,76 ANTIMÔNIO	Te 127,60(3) TELÚRIO	I 126,90 IODO	Xe 131,29(2) XENÔNIO	
Cs 132,91 CÉSIO	Ba 137,33 BÁRIO	La-Lu 178,49(2) LANTÂNIO	Hf 178,49(2) HÁFNIO	Ta 180,95 TÂNTALO	W 183,84 RÊNIO	Re 186,21 RÊNIO	Os 190,23(3) ÓSMIO	Ir 192,22 IRÍDIO	Pt 195,08(3) PLATINA	Au 196,97 OURA	Hg 200,59(2) MERCÚRIO	Tl 204,38 TÁLIO	Pb 207,2 CHUMBO	Bi 208,98 BISMUTO	Po 209,98 PÓLONIO	At 209,99 ASTATO	Rn 222,02 RÁDÓNIO	
Fr 223,02 FRÂNCIO	Ra 226,03 RÁDIO	Ac-Lr 227,03 ACTÍNIO	Rf 261 RUTHERFÓRDIO	Db 262 DUBNIO	Sg 106 SEABÓRGIO	Bh 107 BÓHRIO	Hs 108 HASSÍO	Mt 109 MEITNÉRIO	Uun 110 UNUNILIO	Uuu 111 UNUNÔNIO	Uub 112 UNUNBÓRIO	Uuq 113 UNUNQUÍDIO	Uur 114 UNUNRÊNIO	Uus 115 UNUNSEPTÍDIO	Uud 116 UNUNÓCTÍDIO	Uue 117 UNUNFLUÓRÍDIO	UuF 118 UNUNFÂNIO	UuO 119 UNUNÓXIGÊNIO

Série dos Lantanídeos

Número Atômico	57	58	59
Nome do Elemento	La LANTÂNIO	Ce CÉRIO	Pr PRASEODÍMIO

Série dos Actinídeos

Número Atômico	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	
Nome do Elemento	Ac ACTÍNIO	Th TÓRIO	Pa PROTACTÍNIO	U URÂNIO	Np NETÚNIO	Pu PLUTÔNIO	Am AMÉRICIO	Cm CÚRIO	Bk BERQUÉLIO	Cf CALIFÓRNIO	Es EINSTEÍNIO	Fm FERMÍO	Md MENDELÉVIO	No NOBELÍO	Lr LAURÊNCIO

Massa atômica relativa. A incerteza no último dígito é ± 1, exceto quando indicado entre parênteses.