

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>).

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono

18

1	2	13	14	15	16	17	18																																																										
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA																																																										
1 H 1,0079 HIDROGÊNIO	2 He 4,0026 HÉLIO	3 Li 6,941(2) LÍTIO	4 Be 9,0122 BERÍLIO	5 B 10,811(5) BÓRO	6 C 12,011 CARBONO	7 N 14,007 NITROGÊNIO	8 O 15,999 OXIGÊNIO	9 F 18,998 FLUOR	10 Ne 20,180 NEÔNIO	11 Na 22,990 SÓDIO	12 Mg 24,305 MAGNÉSIO	13 Al 26,982 ALUMÍNIO	14 Si 28,086 SILÍCIO	15 P 30,974 FÓSFORO	16 S 32,066(6) ENXOFRE	17 Cl 35,453 CLORO	18 Ar 39,948 ARGÔNIO																																																
19 K 39,098 POTÁSSIO	20 Ca 40,078(4) CÁLCIO	21 Sc 44,956 ESCÂNDIO	22 Ti 47,867 TITÂNIO	23 V 50,942 VANÁDIO	24 Cr 51,996 CRÔMIO	25 Mn 54,938 MANGANÊS	26 Fe 55,845(2) FERRO	27 Co 58,933 COBALTO	28 Ni 58,693 NÍQUEL	29 Cu 63,546(3) COBRE	30 Zn 65,39(2) ZINCO	31 Ga 69,723 GÁLIO	32 Ge 72,61(2) GERMÂNIO	33 As 74,922 ARSENÍO	34 Se 78,96(3) SELENIO	35 Br 79,904 BROMO	36 Kr 83,80 CRÍPTON	37 Rb 85,468 RUBÍDIO	38 Sr 87,62 ESTRÔNCIO	39 Y 88,906 ÍTRIO	40 Zr 91,224(2) ZIRCONÍO	41 Nb 92,906 NÍOBIO	42 Mo 95,94 MOLIBDÊNIO	43 Tc 98,906 TECNÉCIO	44 Ru 101,07(2) RÚTÊNIO	45 Rh 102,91 RÓDIO	46 Pd 106,42 PALÁDIO	47 Ag 107,87 PRATA	48 Cd 112,41 CÁDMIO	49 In 114,82 ÍNDIO	50 Sn 118,71 ESTANHO	51 Sb 121,76 ANTIMÔNIO	52 Te 127,60(3) TELÚRIO	53 I 126,90 IODO	54 Xe 131,29(2) XENÔNIO	55 Cs 132,91 CÉSIO	56 Ba 137,33 BÁRIO	57 a 71 La-Lu 178,49(2) LANTÂNIO	72 Hf 178,49(2) HAFNIO	73 Ta 180,95 TÂNTALO	74 W 183,84 TUNGSTÊNIO	75 Re 186,21 RÊNIO	76 Os 190,23(3) OSMÍO	77 Ir 192,22 ÍRIDIUM	78 Pt 195,08(3) PLATINA	79 Au 196,97 OURO	80 Hg 200,59(2) MERCÚRIO	81 Tl 204,38 TÁLIO	82 Pb 207,2 CHUMBO	83 Bi 208,98 BISMUTO	84 Po 209,98 PÓLONIO	85 At 209,99 ASTATO	86 Rn 222,02 RÁDÓNIO	87 Fr 223,02 FRÂNCIO	88 Ra 226,03 RÁDIO	89 a 103 Ac-Lr 261 RUTHERFÓRDIO	104 Rf 261 RUTHERFÓRDIO	105 Db 262 DUBNIO	106 Sg 262 SEABÓRGIO	107 Bh 262 BOHRIUM	108 Hs 262 HASSÍO	109 Mt 262 METNÉRIO	110 Uun 262 UNUNILIO	111 Uuu 262 UNUNILIO	112 Uub 262 UNUNILIO

Série dos Lantanídeos

57 La 138,91 LANTÂNIO	58 Ce 140,12 CÉRIO	59 Pr 140,91 PRASEODÍMIO	60 Nd 144,24(3) NEODÍMIO	61 Pm 146,92 PROMÉCIO	62 Sm 150,36(3) SAMÁRIO	63 Eu 151,96 EURÓPIO	64 Gd 157,25(3) GADOLÍNIO	65 Tb 158,93 TÉRBIO	66 Dy 162,50(3) DISPRÓSIO	67 Ho 164,93 HÓLMIO	68 Er 167,26(3) ÉRBITO	69 Tm 168,93 TULÍO	70 Yb 173,04(3) ÍTERBIO	71 Lu 174,97 LÚTECIO
--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------	------------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-------------------------------

Série dos Actinídeos

89 Ac 227,03 ACTÍNIO	90 Th 232,04 TÓRIO	91 Pa 231,04 PROTÁCTÍNIO	92 U 238,03 URÂNIO	93 Np 237,05 NETÚNIO	94 Pu 239,05 PLUTÓNIO	95 Am 241,06 AMÉRICIO	96 Cm 244,06 CÚRIO	97 Bk 249,08 BERQUÉLIO	98 Cf 252,08 CALIFÓRNIO	99 Es 252,08 EINSTEÍNIO	100 Fm 257,10 FERMÍO	101 Md 258,10 MENDELEVÍO	102 No 259,10 NOBELÍO	103 Lr 262,11 LAURÊNCIO
-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

Número Atômico	Símbolo
6	
Nome do Elemento	Massa Atômica
7	

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

LÍNGUA PORTUGUESA

Science fiction

O marciano encontrou-me na rua
e teve medo de minha impossibilidade humana.
Como pode existir, pensou consigo, um ser
que no existir põe tamanha anulação de existência?

- 5 Afastou-se o marciano, e persegui-o.
Precisava dele como de um testemunho.
Mas, recusando o colóquio, desintegrou-se
no ar constelado de problemas.

E fiquei só em mim, de mim ausente.

ANDRADE, Carlos Drummond de. *Science fiction. Poesia e prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1988, p. 330-331.

1

De acordo com a primeira estrofe do poema, o medo do marciano origina-se no fato de que

- (A) a aparência do homem em conflito consigo mesmo o apavora.
(B) as contradições existenciais do homem não lhe fazem sentido.
(C) o homem tinha atitudes de ameaça ao marciano.
(D) o homem e o marciano não teriam chance de travar qualquer tipo de interação.
(E) o encontro na rua foi casual, tendo o marciano se assustado com a aparência física do homem.

2

Já no título do texto (ficção científica, em português), anuncia-se a possibilidade de utilizar termos correlatos a “espaço sideral”. É o que ocorre logo na 1ª linha, com o uso da palavra **marciano**.

Outra palavra, empregada no texto, que apresenta relação com esse mesmo campo de significação, é

- (A) impossibilidade (l. 2)
(B) anulação (l. 4)
(C) testemunho (l. 6)
(D) colóquio (l. 7)
(E) constelado (l. 8)

3

O elemento em destaque está grafado de acordo com a norma-padrão em:

- (A) O marciano desintegrou-se **por que** era necessário.
(B) O marciano desintegrou-se **porquê**?
(C) Não se sabe **por que** o marciano se desintegrou.
(D) O marciano desintegrou-se, e não se sabe o **porque**.
(E) **Por quê** o marciano se desintegrou?

4

Num anúncio que contenha a frase “Vende-se filhotes de *pedigree*.”, para adequá-lo à norma-padrão, será necessário redigi-lo da seguinte forma:

- (A) Vende-se filhotes que têm *pedigree*.
(B) Vende-se filhotes os quais tem *pedigree*.
(C) Vendem-se filhotes que tem *pedigree*.
(D) Vendem-se filhotes que têm *pedigree*.
(E) Vendem-se filhotes os quais tem *pedigree*.

5

A forma verbal em destaque está empregada de acordo com a norma-padrão em:

- (A) O diretor foi **trago** ao auditório para uma reunião.
(B) O aluno foi **suspendido** por três dias pela direção da escola.
(C) O réu tinha sido **isento** da culpa, quando nova prova incriminatória o condenou.
(D) A autoridade havia **extinto** a lei, quando novo crime tornou a justificar o seu uso.
(E) Pedro já tinha **pegado** os ingressos na recepção, quando soube que o espetáculo fora cancelado.

6

Os alunos, em uma aula de Português, receberam como tarefa passar a frase abaixo para o plural e para o passado (pretérito perfeito e imperfeito), levando-se em conta a norma-padrão da língua.

Há opinião contrária à do diretor.

Acertaram a tarefa aqueles que escreveram:

- (A) Houve opiniões contrárias às dos diretores / Havia opiniões contrárias às dos diretores.
(B) Houve opiniões contrárias à dos diretores / Haviam opiniões contrárias à dos diretores.
(C) Houveram opiniões contrárias à dos diretores / Haviam opiniões contrárias à dos diretores.
(D) Houveram opiniões contrárias às dos diretores / Haviam opiniões contrárias às dos diretores.
(E) Houveram opiniões contrárias às dos diretores / Havia opiniões contrárias às dos diretores.

7

A frase **Compramos apostilas que nos serão úteis nos estudos** está reescrita de acordo com a norma-padrão em:

- (A) Compramos apostilas cujas nos serão úteis nos estudos.
(B) Compramos apostilas as cujas nos serão úteis nos estudos.
(C) Compramos apostilas a qual nos serão úteis nos estudos.
(D) Compramos apostilas as quais nos serão úteis nos estudos.
(E) Compramos apostilas às quais nos serão úteis nos estudos.

8

A palavra **a**, na língua portuguesa, pode ser grafada de três formas distintas entre si, sem que a pronúncia se altere: a, à, há. No entanto, significado e classe gramatical dessas palavras variam.

A frase abaixo deverá sofrer algumas alterações nas palavras em destaque para adequar-se à norma-padrão.

A muito tempo não vejo **a** parte da minha família **a** qual foi deixada de herança **a** fazenda **a** que todos devotavam grande afeto.

De acordo com a norma-padrão, a correção implicaria, respectivamente, esta sequência de palavras:

- (A) A - a - à - há - à
- (B) À - à - a - a - a
- (C) Há - a - à - a - a
- (D) Há - à - à - a - a
- (E) Há - a - a - à - à

9

De acordo com a norma-padrão, há indeterminação do sujeito em:

- (A) Olharam-se com cumplicidade.
- (B) Barbearam-se todos antes da festa.
- (C) Trata-se de resolver questões econômicas.
- (D) Vendem-se artigos de qualidade naquela loja.
- (E) Compra-se muita mercadoria em época de festas.

10

Ao escrever frases, que deveriam estar de acordo com a norma-padrão, um funcionário se equivocou constantemente na ortografia.

Ele só **NÃO** se enganou em:

- (A) O homem foi acusado de estuprar várias vítimas.
- (B) A belesa da duquesa era realmente de se admirar.
- (C) Porque o sapato deslisou na lama, a mulher foi ao chão.
- (D) Sem exitar, as crianças correram para os brinquedos do parque.
- (E) Sem maiores pretensões, o time venceu o jogo e se classificou para a final.

LÍNGUA INGLESA

Safety Meeting Presentation

Today's meeting is really about you. I can stand in front of you and talk about working safely and what procedures to follow until I'm blue in the face. But until you understand the need for working safely, until you
5 are willing to be responsible for your safety, it doesn't mean a whole lot.

Some of you may be familiar with OSHA – the Occupational Safety & Health Administration. The sole purpose of this agency is to keep American
10 workers safe. Complying with OSHA regulations isn't always easy, but if we work together, we can do it. Yet, complying with regulations is not the real reason for working safely. Our real motive is simple. We care about each and every one of you and will do what is
15 necessary to prevent you from being injured.

However, keeping our workplace safe takes input from everyone. Management, supervisor, and all of you have to come together on this issue, or we're in trouble. For example, upper management
20 has to approve the purchase of safe equipment. Supervisors, including myself, have to ensure that each of you knows how to use that equipment safely. Then it's up to you to follow through the task and use the equipment as you were trained. If any one part
25 of this chain fails, accidents are going to happen and people are going to get hurt.

Responsibility Number One - Recognize Hazards

At the core of your safety responsibilities lies the task of recognizing safety and health hazards.
30 In order to do that, you must first understand what constitutes a hazard. Extreme hazards are often obvious. Our hopes are that you won't find too many of those around here.

There are, however, more subtle hazards that
35 won't jump up and bite you. As a result of your safety training and meetings like these, some things may come to mind. For example, a machine may not be easy to lock out. Common practice may be to use a tag. This is a potential hazard and should be discussed.
40 Maybe something can be changed to make it easier to use a lock. Other subtle hazards include such things as frayed electrical cords, a loose machine guard, a cluttered aisle, or maybe something that just doesn't look right.

45 Responsibility Number Two - Report Hazards

A big part of recognizing hazards is using your instincts. Nobody knows your job as well as you do, so we're counting on you to let us know about possible problems. Beyond recognizing hazards, you
50 have to correct them or report them to someone who can. This too, is a judgement call. For example, if

RASCUNHO

something spills in your work area you can probably clean it up yourself. However, if there is an unlabeled chemical container and you have no idea what it is, you should report it to your supervisor.

Additional Employee Responsibilities

Good housekeeping is a major part of keeping your work area safe. For example, you should take a few minutes each day to ensure that aisles, hallways, and stairways in your work area are not obstructed. If boxes, equipment, or anything else is left to pile up, you have a tripping hazard on your hands. Those obstructions could keep you from exiting the building quickly and safely should you face an emergency situation.

Also watch out for spills. These can lead to slips and falls. Flammable materials are another thing to be aware of. Make sure they are disposed of properly.

Keep Thinking. Even if you're doing your job safely and you are avoiding hazards, there are often even better ways to work safely. If you have ideas for improving the safety of your job or that of co-workers, share them.

Concluding Remarks

While nothing we do can completely eliminate the threat of an incident, we can work together to improve our odds. As I said, this must be a real team effort and I'm counting on input from all of you. Let's keep communicating and continue to improve safety.

Available at: <<http://www.ncsu.edu/ehs/www99/right/training/meeting/emplores.html>>. Retrieved on: April 1st, 2012. Adapted.

11

The main purpose of the text is to

- (A) blame supervisors and managers who cannot use equipment safely in the office.
- (B) inform employees that the use of instincts is all it takes to prevent dangers at work.
- (C) present OSHA to American workers who had never heard about this organization.
- (D) argue that the acquisition of modern and safer equipment can prevent all job accidents.
- (E) encourage the cooperation of all employees so as to prevent dangers in the workplace.

12

'Until I'm blue in the face' in the fragment "I can stand in front of you and talk about working safely and what procedures to follow until I'm blue in the face." (lines 1-3) is substituted, without change in meaning, by 'until I

- (A) dismiss you'.
- (B) lose your attention'.
- (C) get breathless but cheerful'.
- (D) get exhausted and speechless'.
- (E) become discouraged and melancholic'.

13

The fragment 'all of you have to come together on this issue, or we're in trouble.' (lines 18-19) is understood as a(n)

- (A) funny joke
- (B) call to action
- (C) violent threat
- (D) ineffective request
- (E) welcome imposition

14

The expressions "Complying with" and "follow through" in the fragments "Complying with OSHA regulations isn't always easy," (lines 10-11) and "Then it's up to you to follow through the task and use the equipment as you were trained." (lines 23-24) may, respectively, be substituted, without change in meaning, by

- (A) accepting; quit
- (B) respecting; leave
- (C) refusing; complete
- (D) resisting; pursue
- (E) obeying; conclude

15

The pronoun "those" in the sentence "Our hopes are that you won't find too many of those around here." (lines 32-33) refers to

- (A) safety responsibilities (line 28)
- (B) safety and health hazards (line 29)
- (C) extreme hazards (line 31)
- (D) our hopes (line 32)
- (E) more subtle hazards (line 34)

16

According to the text, employees have several safety responsibilities at work, **EXCEPT**

- (A) understanding what constitutes a hazard.
- (B) using their instincts to help prevent risks.
- (C) avoiding obstructed spaces in the work area.
- (D) eliminating the use of all flammable materials.
- (E) correcting dangers or reporting on them to have them solved.

17

The modal auxiliary in **boldface** conveys the idea of obligation in the fragment:

- (A) "Some of you **may** be familiar with OSHA" (line 7)
- (B) "we **can** do it." (line 11)
- (C) "and **will** do what is necessary to prevent you from being injured." (lines 14-15)
- (D) "you **must** first understand what constitutes a hazard." (lines 30-31)
- (E) "Those obstructions **could** keep you from exiting the building quickly and safely" (lines 62-64)

18

Based on the meanings in the text, it is clear that

- (A) “sole” (line 9) and **only** express similar ideas.
- (B) “injured” (line 15) and **hurt** are antonyms.
- (C) “ensure” (line 21) and **guarantee** express contradictory ideas.
- (D) “subtle” (line 41) and **obvious** are synonyms.
- (E) “odds” (line 77) and **probabilities** do not have equivalent meanings.

19

The expression in **boldface** introduces the idea of consequence in the fragment:

- (A) “**Yet**, complying with regulations is not the real reason for working safely.” (lines 12-13)
- (B) “**In order to** do that, you must first understand what constitutes a hazard.” (lines 30-31)
- (C) “**As a result of** your safety training and meetings like these, some things may come to mind.” (lines 35-37)
- (D) “**However**, if there is an unlabeled chemical container and you have no idea what it is,” (lines 53-54)
- (E) “**While** nothing we do can completely eliminate the threat of an incident,” (lines 75-76)

20

According to the text, it is clear that the author

- (A) believes that labor risks cannot be reduced by team efforts and commitment.
- (B) expects to be kept informed of potential situations that may be dangerous.
- (C) considers the cooperation of workers an irrelevant measure to improve safety at work.
- (D) defends that corporate management is accountable for all issues regarding safety at work.
- (E) feels that co-workers’ suggestions are useless in identifying hazards in the work environment.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

BLOCO 1

EM ANEXO HÁ UMA TABELA DE VAPOR DE ÁGUA. UTILIZE-A QUANDO JULGAR NECESSÁRIO.

21

Em um béquer, prepara-se uma solução contendo 360 g de água, 184 g de etanol e 120 g de fosfato monobásico de sódio ($\text{NaH}_2(\text{PO}_4)$).

A fração molar de $\text{NaH}_2(\text{PO}_4)$ nessa solução é igual a

Dados

Massa molar do etanol = 46 g/mol

Massa molar da água = 18 g/mol

Massa molar do $\text{NaH}_2(\text{PO}_4)$ = 120 g/mol

- (A) 0,80
- (B) 0,70
- (C) 0,50
- (D) 0,16
- (E) 0,04

22

No reservatório de uma fábrica de polipropileno são armazenados 300 kmol de propileno submetido à pressão de 5 atm e temperatura de 0 °C.

Se o reservatório estivesse submetido à pressão atmosférica e na mesma condição de temperatura, quais seriam o volume e a massa de propeno nele armazenados?

Dados

Massa atômica do C = 12

Massa atômica do H = 1

1 mol de gás ideal a 0 °C e 1atm ocupa 22,4L

- (A) 1.344 m³ e 2.520 kg
- (B) 1.344 m³ e 12.600 kg
- (C) 6.720 m³ e 2.520 kg
- (D) 6.720 m³ e 12.600 kg
- (E) 13.440 m³ e 2.520 kg

23

Para a obtenção de zinco metálico por eletrólise, faz-se necessária a obtenção de solução de zincato de sódio a partir de óxido de zinco, conforme reação a seguir.



Se 3.000 toneladas de um minério contendo 25% de ZnO em massa devem ser tratadas, aproximadamente quantas toneladas de uma solução contendo NaOH 50% (m/m) devem ser empregadas?

Dados

Massa atômica do Zn = 65

Massa atômica do Na = 23

Massa atômica do O = 16

Massa atômica do H = 1

- (A) 300
- (B) 740
- (C) 1480
- (D) 2052
- (E) 2910

24

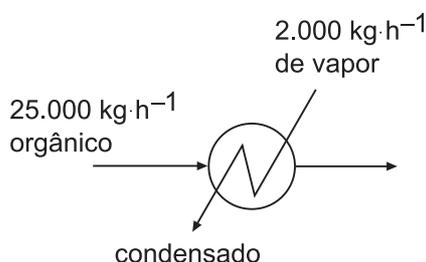
Se, em um dia em Florianópolis a 18 °C, a umidade relativa do ar é igual a 50%, então, a umidade absoluta em gramas de água por quilogramas de ar seco é, aproximadamente, igual a

Dados
 Massa molar da água = 18 g/mol
 Massa molar do ar = 29 g/mol

- (A) 3
- (B) 6
- (C) 10
- (D) 12
- (E) 16

25

Uma corrente líquida contendo um composto orgânico com vazão de 25.000 kg/h é parcialmente vaporizada em um refeedor, sendo o calor de vaporização do orgânico $\Delta h_{\text{vap}} \approx 350 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. O calor é fornecido por 2.000 kg·h⁻¹ de vapor de água saturado que se condensa totalmente, conforme ilustrado na figura a seguir.



Admita que os processos de mudança de fase ocorram isotermicamente, que a pressão manométrica de entrada do vapor é 4 atm e que a temperatura de vapor é 20 °C superior à temperatura do orgânico.

Nessas condições, os valores aproximados da vazão vaporizada do composto orgânico e da temperatura de saída do orgânico são, respectivamente,

- (A) 12 t/h e 132 °C
- (B) 12 t/h e 152 °C
- (C) 8 t/h e 124 °C
- (D) 5 t/h e 132 °C
- (E) 5 t/h e 124 °C

26

Sobre a resolução de balanços materiais e energéticos em fluxogramas de processo, considere as afirmações a seguir.

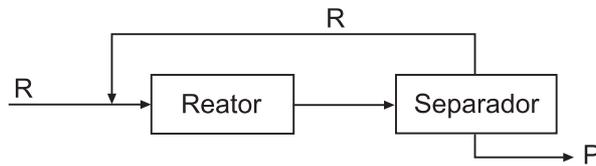
- I – Em quase todos os casos práticos, a presença de ciclos dificulta significativamente o fechamento de balanços materiais e energéticos gerais e associados às equações dos equipamentos; ainda assim, apenas em poucos casos, há realmente necessidade de uso de métodos numéricos e recursos computacionais.
- II – A estratégia modular, empregada em diversos simuladores, consiste em elaborar um grande conjunto de equações envolvendo todos os equipamentos, e tentar resolver tal conjunto de equações simultaneamente.
- III – Segundo a estratégia modular, as variáveis associadas às correntes de ciclos tipicamente são variáveis de abertura, para as quais se devem admitir estimativas iniciais de forma a permitir a resolução das equações dos equipamentos; procedimento esse que irá fornecer novas estimativas para as variáveis das correntes de ciclos, e que, quando há convergência, é interrompido.

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

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

27

Considere que um reagente R deve ser alimentado puro a um reator, onde ocorre unicamente a reação $R \rightarrow P$, sendo o efluente do reator alimentado a um sistema de separação no qual a separação entre reagente e produto é total, conforme a figura abaixo.



A tabela a seguir apresenta a capacidade de processamento do reator em função da vazão de reagente alimentado.

Condição	I	II	III	IV	V
F_R alimentado ao reator (kg/h)	4.000	6.000	9.000	10.000	12.000
F_R não convertido (kg/h)	1.500	2.000	4.000	4.500	6.200

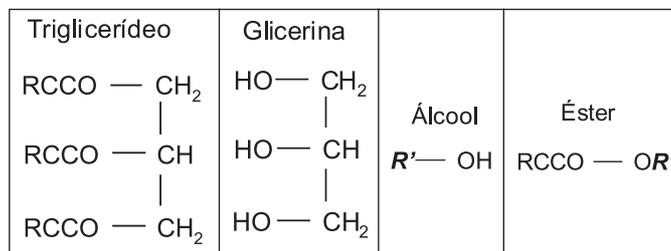
Uma função empírica para o custo de separação, fornecida em função das vazões de R e P alimentadas no separador, tem a forma $C(\$/h) = 0,2(F_R + F_P)$, onde F_R e F_P são dados em kg/h. Por sua vez, o lucro obtido com P produzido é dado por $L(\$/h) = F_P$.

Observando o que foi exposto, a condição apresentada na tabela que fornece maior valor para $L - C$ é

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

28

A reação de transesterificação de um triglicerídeo com um álcool forma um éster mais a glicerina. Tais compostos estão representados na figura abaixo.



Se forem empregados 300 kmol do triglicerídeo e 1.200 kmol de um álcool, para uma conversão de 100% do reagente limitante, a quantidade de matéria do reagente em excesso ao final da reação será

- (A) zero, uma vez que a alimentação é estequiométrica
- (B) 600 kmol do álcool
- (C) 300 kmol do álcool
- (D) 100 kmol do triglicerídeo
- (E) 60 kmol do triglicerídeo

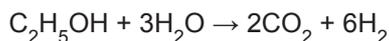
29

No processo de absorção de H_2S por DEA para a eliminação de gases ácidos de correntes gasosas, a eficiência da remoção de enxofre atinge 98%. Nesse processo, uma corrente de gás natural, com vazão mássica de 3 t/h, contendo 15% de H_2S , é tratada com 2 t/h de uma corrente contendo água e DEA.

A fração mássica de H_2S na corrente de líquido efluente da coluna de absorção é, aproximadamente, igual a

- (A) 14%
- (B) 18%
- (C) 22%
- (D) 25%
- (E) 27%

30
Um catalisador para a reforma do etanol leva, predominantemente, à seguinte reação:



Em um reator de bancada, a alimentação se constituía apenas de água, etanol e inerte.

Se, na saída do reator, a razão molar entre H_2 e água, $\text{H}_2/\text{água}$, é igual a 3, sendo a conversão de etanol de 80%, então a razão molar água/etanol na alimentação do reator é igual a

- (A) 2
- (B) 3,6
- (C) 4
- (D) 5
- (E) 7

31
Observe as afirmações a seguir sobre efeitos térmicos e balanços de energia.

- I - Desconsiderando a perda de pressão em dutos, para diferentes trechos em que uma mesma corrente gasosa escoar, a vazão volumétrica nos trechos aquecidos será maior do que nos trechos não aquecidos.
- II - A temperatura de saída em um forno adiabático com queima completa, operando em regime permanente, não depende da vazão total dos gases alimentados, mas apenas da composição da alimentação.
- III - Em balanços de energia de processos com escoamento, o termo associado ao trabalho de compressão das correntes que entram e saem do processo é tipicamente agrupado à energia interna de tais correntes na forma de entalpia das correntes.

Está correto o que se afirma em

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

32
A queima completa de 100 kmol/h de uma mistura contendo um alcano e um alceno leva à formação de 410 kmol/h de CO_2 e 500 kmol/h de água. Na alimentação da corrente de orgânicos do forno, a fração molar do alcano é 0,90 e a do alceno 0,10.

Dentre os pares de compostos abaixo listados, qual deles é compatível com as informações do problema?

- (A) propano – propeno
- (B) pentano – propeno
- (C) butano – buteno
- (D) butano – penteno
- (E) hexano – buteno

33
$$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$$

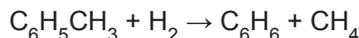
No processo de produção do cloreto de terc-butila, representado acima, adicionaram-se 740 kg de álcool terc-butílico e 432 kg de ácido clorídrico. Se, após uma hora, restaram 4 kmol de ácido clorídrico, a conversão do cloreto de terc-butila é

Dados
Massa atômica do cloro = 35
Massa atômica do hidrogênio = 1
Massa atômica do oxigênio = 16
Massa atômica do carbono = 12

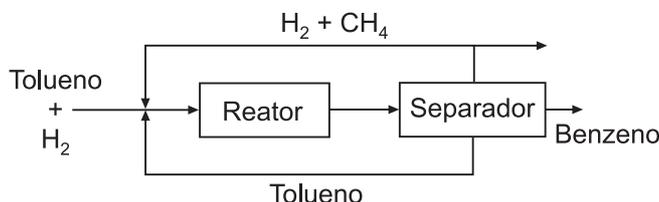
- (A) 100%
- (B) 80%
- (C) 67%
- (D) 60%
- (E) 40%

34

A produção de benzeno a partir de tolueno ocorre de acordo com a seguinte reação:



Um esquema simplificado do processo está apresentado na figura a seguir, onde são desconsideradas reações paralelas.



A purga impede o acúmulo de metano no sistema. Na entrada do reator, a razão molar H₂/tolueno deve ser mantida igual a 5, e a fração molar de metano é 0,20. A conversão de tolueno em único estágio (tomando como referência a corrente de entrada no reator) é de 75%.

Para uma produção de 150 kmol/h de benzeno, a vazão molar de H₂ na purga é, aproximadamente, igual a

- (A) 126 kmol/h
- (B) 203 kmol/h
- (C) 263 kmol/h
- (D) 283 kmol/h
- (E) 306 kmol/h

35

No processamento de álcool a partir de beterraba, utiliza-se extração por água quente, retirando açúcares que, posteriormente, serão fermentados, gerando o álcool. Em tal processo, a beterraba é triturada e lavada com água quente. Considere uma situação na qual são processados 1.000 kg/h de beterraba com 20% em massa de açúcar, sendo extraídos 90% dos açúcares da beterraba. A fração mássica do açúcar na solução final é 0,25, e na corrente de polpa processada, a vazão mássica de água é três vezes a vazão mássica do rejeito da beterraba. A figura a seguir ilustra o processo descrito.



Nessas condições, a quantidade total de água, em kg/h, que deixa o processo é

- (A) 540
- (B) 600
- (C) 2.400
- (D) 2.460
- (E) 3.000

36

Em torres de resfriamento, a água é forçada ao contato com o ar e parcialmente vaporizada para diminuição de sua temperatura. Em uma unidade contendo torres de resfriamento, a água é alimentada saturada a vazão de 1.000 kg/min a 76 °C e sai da torre a 46 °C, havendo necessidade de reposição contínua (*make up*) devido à perda por evaporação.

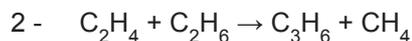
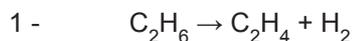
Aproximadamente, qual o valor máximo necessário para a reposição da água, considerando o caso em que o resfriamento se deve inteiramente à evaporação da água (sem transferência de calor com o ar)?

- (A) 15 kg/min
- (B) 20 kg/min
- (C) 35 kg/min
- (D) 55 kg/min
- (E) 100 kg/min

37

Uma das rotas da produção industrial de eteno é o craqueamento do etano, um processo endotérmico, conduzido tipicamente sem a presença de catalisadores, em fornos que operam em altas temperaturas. Uma série de reações radicalares leva a um grande número de compostos.

Considere, apenas, a ocorrência das reações a seguir.



A tabela a seguir apresenta o resultado da análise cromatográfica de uma amostra na saída do reator de uma unidade industrial na qual são considerados, apenas, metano, eteno e etano.

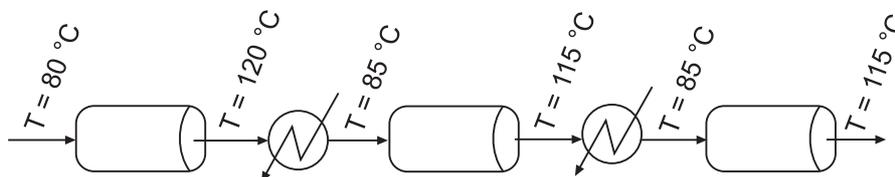
Composto	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆
Área (mV·s)	15	50	25

Se a alimentação consiste de uma mistura metano-etano, com fração molar de etano de 95%, a razão entre o número de mols de hidrogênio e de propeno na saída do reator é

- (A) 6
- (B) 5
- (C) 4
- (D) 3,33
- (E) 2,5

38

Um sistema opera com múltiplos reatores adiabáticos, que processam uma reação $R \rightarrow P$, intercalados com resfriadores, conforme ilustrado na figura a seguir.



As correntes são altamente diluídas com inerte para controle de temperatura, de forma que a capacidade calorífica das correntes é aproximadamente igual à capacidade calorífica do inerte. As temperaturas de entrada e saída das correntes nos reatores estão indicadas na figura.

A conversão total de R no processo é de

Dados:
 ΔH da reação = -25.000 J/mol
 Capacidade calorífica do inerte = $10 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$
 Fração molar de R na alimentação = 0,1

- (A) 30%
- (B) 40%
- (C) 50%
- (D) 60%
- (E) 80%

39

As reações a seguir mostram o processo de SOLVAY para a fabricação de carbonato de sódio.

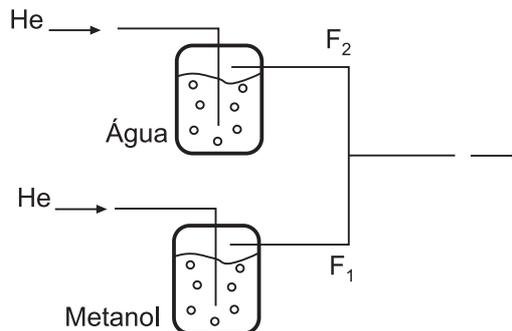
- 1 - $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ - Rendimento de 70%
- 2 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ - Rendimento de 50%
- 3 - $2\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ - Rendimento de 70%
- 4 - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{HCO}_3$ - Rendimento de 80%
- 5 - $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ - Rendimento de 75%
- 6 - $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ - Rendimento de 90%

Para 1.000 kmol de CO_2 na etapa 2, qual a quantidade, em kmol, de carbonato de sódio formado?

- (A) 140
- (B) 189
- (C) 220
- (D) 378
- (E) 420

40

A figura a seguir ilustra uma unidade de bancada na qual correntes gasosas de He, com pressão ligeiramente superior à atmosférica, passam por dois saturadores em paralelo de forma a carrear metanol e água. Os saturadores possuem controles de temperatura independentes. As correntes se juntam e seguem para um reator onde a razão molar água/metanol deve ser 3, e a razão entre as vazões molares das correntes contendo água e metanol F_2/F_1 é igual a 5.



Admitindo que nos saturadores as correntes atinjam o equilíbrio líquido-vapor, a temperatura do saturador de água deverá ser de, aproximadamente,

Dado
Pressão de vapor do metanol no saturador = 0,05 atm

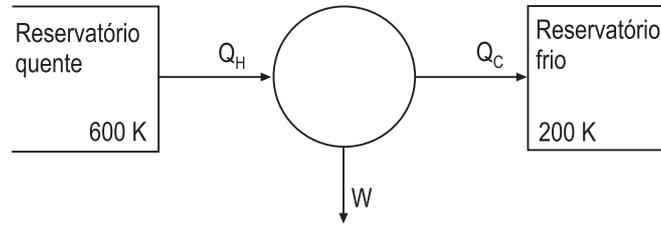
- (A) 15 °C
- (B) 18 °C
- (C) 20 °C
- (D) 25 °C
- (E) 35 °C

Continua

BLOCO 2

41

O esquema de uma máquina térmica que opera em ciclos é mostrado na figura.



Durante cada ciclo, a máquina realiza o trabalho W , absorve a quantidade de calor Q_H do reservatório quente e rejeita a quantidade de calor Q_C para o reservatório frio. As temperaturas dos reservatórios estão indicadas na figura e não variam.

A tabela a seguir apresenta cinco ciclos hipotéticos e valores propostos para Q_H , Q_C e W em cada um desses ciclos.

	Ciclo A	Ciclo B	Ciclo C	Ciclo D	Ciclo E
Q_H (J)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Q_C (J)	400	400	300	500	300
W (J)	700	600	700	600	600

Dentre esses ciclos, o único fisicamente possível é o

- (A) A
- (B) B
- (C) C
- (D) D
- (E) E

42

As usinas termoelétricas e nucleares utilizam, normalmente, máquinas térmicas a vapor para girar suas turbinas. O esquema simplificado dessa máquina térmica com seus principais elementos é mostrado na figura 1. Considere que o fluido de trabalho dessa máquina opere em um ciclo de Rankine ideal ilustrado na figura 2.

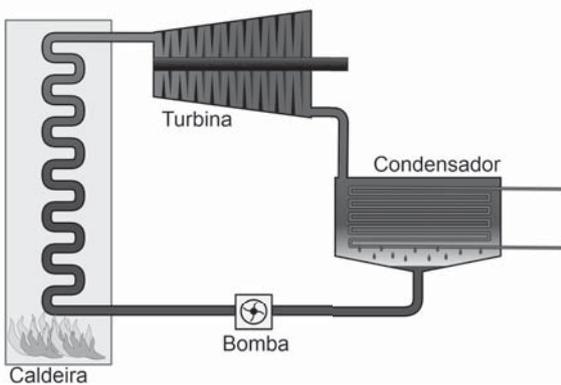


Figura 1

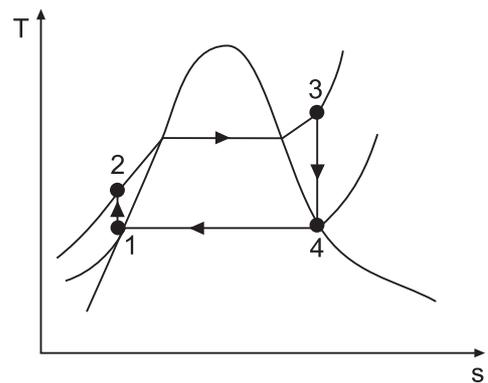


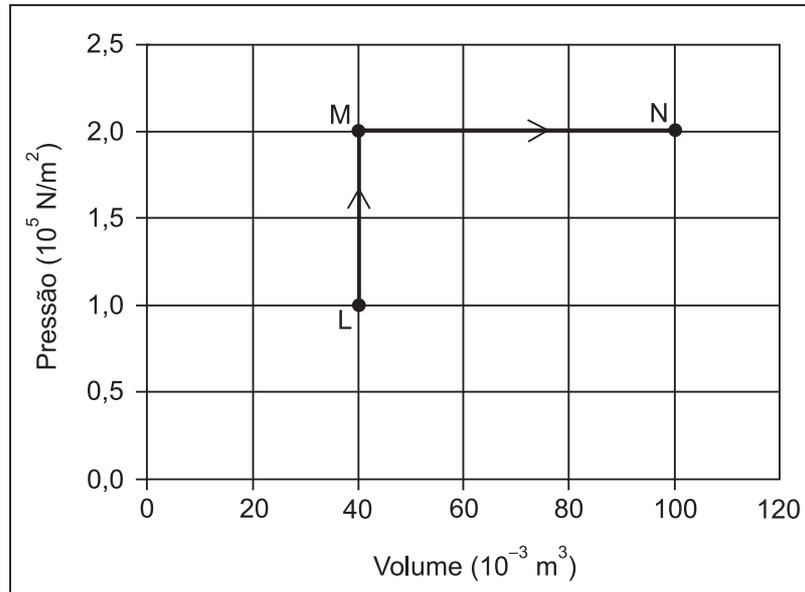
Figura 2

Durante a etapa 3 – 4 do ciclo, a(o)

- (A) máquina cede calor para a fonte fria.
- (B) máquina realiza trabalho girando a turbina.
- (C) máquina absorve calor da fonte quente.
- (D) bomba recebe trabalho de uma fonte externa.
- (E) vapor é condensado no condensador.

43

Um mol de um gás monoatômico ideal sofre a transformação LMN reversível mostrada no diagrama PV.



A quantidade de calor, em kJ, trocada entre o gás e a vizinhança, durante essa transformação, é

Dados:

Calor específico do gás ideal monoatômico a volume constante = $3R/2$

Calor específico do gás ideal monoatômico a pressão constante = $5R/2$

onde $R = 8,3 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

- (A) 6,0
- (B) 15
- (C) 24
- (D) 30
- (E) 36

44

Um sistema termodinâmico é formado por uma substância pura. A energia interna desse sistema é expressa através da relação $U = C \cdot S^3 / V$, onde C é uma constante, S é a entropia, e V é o volume do sistema.

Se P é a pressão interna do sistema, uma equação de estado desse sistema é

- (A) $T = 6 \cdot C \cdot S / V$
- (B) $T = 3 \cdot C \cdot S^3 / V^2$
- (C) $T = 3 \cdot C \cdot S^2 / V$
- (D) $P = C \cdot S^3 / V$
- (E) $P = C \cdot S^2 / V$

45

Uma parede de um forno de área igual a 10 m^2 é constituída de duas camadas: 30 cm de tijolo refratário ($k = 1,5 \text{ kcal} / (\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$) e 15 cm de revestimento isolante ($k = 0,1 \text{ kcal} / (\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$). A temperatura da superfície interna do refratário é $955 \text{ }^\circ\text{C}$, e a temperatura da superfície externa do isolante é $105 \text{ }^\circ\text{C}$.

Se a resistência térmica das juntas de argamassa é desprezível, o calor perdido por unidade de tempo, em kcal/h, e a temperatura da interface refratário/isolante, em $^\circ\text{C}$ são, respectivamente,

- (A) 50 e 945
- (B) 566 e 841,8
- (C) 5.000 e 855
- (D) 50.000 e 855
- (E) 56.666 e 841,8

46

A equação de estado de um gás é a seguinte:

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{\sqrt{T}v(v+b)}$$

Nessa equação, a, b e R são constantes, p é a pressão, v é o volume molar, e T é a temperatura termodinâmica do gás.

Seja s a entropia molar do gás. A derivada parcial $(\partial s/\partial v)_T$ é dada pela expressão

(A) $\frac{R}{v-b} + \frac{a}{2v(v+b)\sqrt{T^3}}$

(B) $-\frac{RT}{(v-b)^2} + \frac{a}{\sqrt{T}v(v+b)^2} + \frac{a}{\sqrt{T}(v+b)v^2}$

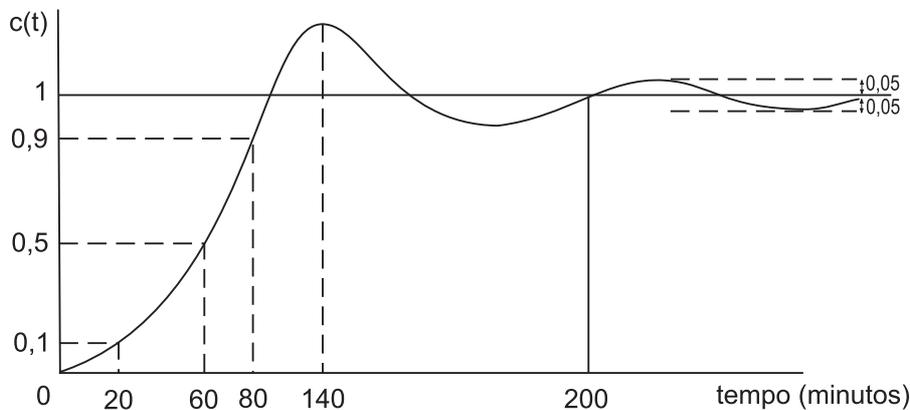
(C) $\frac{RT^2}{2(v-b)} - \frac{2\sqrt{T}a}{v(v+b)}$

(D) $\frac{RT}{(v-b)^2} + \frac{a}{\sqrt{T}v(v+b)^2}$

(E) $-\frac{1}{\sqrt{T}v(v+b)}$

47

A resposta transitória de um sistema de controle a uma perturbação degrau pode ser representada pelo gráfico abaixo, no qual se vê a curva de resposta a uma perturbação degrau unitário.



A respeito das representações das características da resposta transitória observada no gráfico, é **INCORRETO** que o tempo

- (A) de atraso (t_d) é definido como o tempo necessário para a resposta atingir, pela primeira vez, metade do valor final, sendo definido no gráfico como $t_d = 60$ minutos.
- (B) de acomodação (t_s) corresponde ao tempo necessário para a curva de resposta alcançar uma faixa (de valor, normalmente, em torno de 5% a 2% do valor final) e permanecer nessa faixa, sendo relacionado à maior constante de tempo do sistema de controle.
- (C) de subida (t_r), no caso do gráfico $t_r = 60$ minutos, é o tempo necessário para a resposta passar de 10% a 90%, de 5% a 95% ou de 0% a 100%, dependendo do sistema.
- (D) de acomodação (t_s), no caso do gráfico $t_s = 200$ minutos, corresponde ao tempo necessário para a curva de resposta alcançar uma faixa (de valor, normalmente, em torno de 5% a 2% do valor final) e permanecer nessa faixa.
- (E) necessário para o sistema alcançar, após a perturbação, o primeiro pico de sobressinal corresponde ao instante do pico (t_p), sendo definido no gráfico como $t_p = 140$ minutos.

48

As figuras 1, 2 e 3 abaixo mostram os comportamentos dinâmicos da resposta de sistemas de primeira ordem e de segunda ordem.

RESPOSTA DINÂMICA DE UM SISTEMA DE 1ª ORDEM

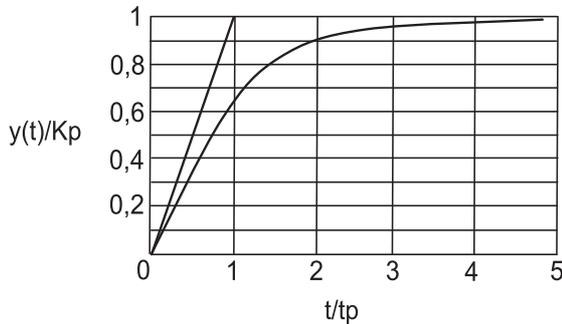


Figura 1

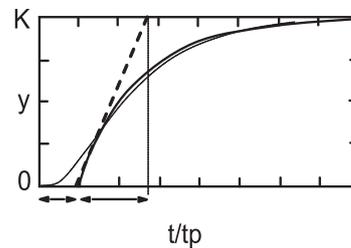


Figura 2

RESPOSTA DINÂMICA DE UM SISTEMA DE 2ª ORDEM

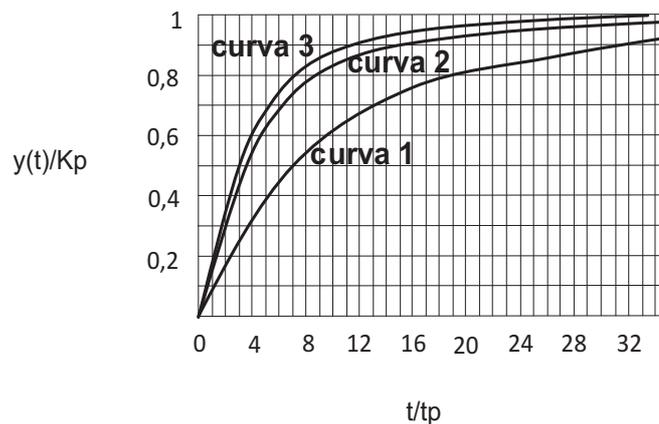


Figura 3

Analise as afirmativas a seguir acerca desses sistemas:

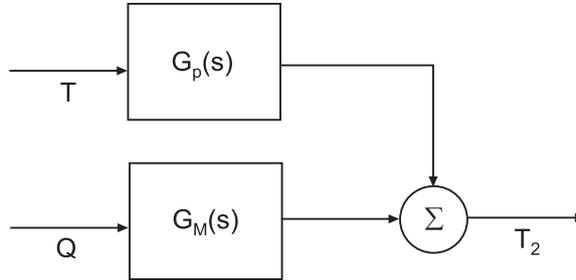
- I - A figura 1 representa um sistema de 1ª ordem onde o valor da resposta $y(t)$ alcança 63,2% de seu valor final quando o tempo decorrido é igual à constante de tempo, e, após decorrido um tempo igual a quatro vezes a constante de tempo, a resposta, praticamente, alcança seu valor em estado-estacionário.
- II - Nos sistemas de 1ª ordem (figura 1), para efetuar a mesma variação na saída do sistema, a mudança na entrada deve ser pequena se K_p for grande (sistemas muito sensíveis) ou deve ser grande se K_p for pequeno, e a figura 2 representa o mesmo sistema, porém com a existência de um tempo morto.
- III - Na figura 3, a representação do sistema de 2ª ordem reflete um sistema sobreamortecido onde quanto maior o fator de amortecimento mais o sistema demora a responder, sendo o valor do fator de amortecimento da curva 1 > curva 2 > curva 3.

Está correto o que se afirma em

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

49

Um sistema é formado por dois tanques agitados, tanque 1 e tanque 2, com fornecimento de aquecimento ao tanque 1 com taxa Q . Um líquido entra no sistema a uma temperatura T e sai dos tanques com temperaturas T_1 e T_2 , respectivamente. O comportamento térmico desse sistema pode ser representado na forma do diagrama de blocos apresentado abaixo.



O comportamento térmico desse sistema também pode ser descrito através da função de transferência

- (A) $T_2(s) = G_p(s) \cdot T(s) + G_M(s) \cdot Q(s)$, sendo T a variável de perturbação e T_2 a variável manipulada.
 (B) $T_2(s) = G_p(s) \cdot T(s) \times G_M(s) \cdot Q(s)$, sendo Q a variável manipulada e T a variável de perturbação.
 (C) $T_2(s) = G_p(s) \cdot T(s) + G_M(s) \cdot Q(s)$, sendo Q a variável manipulada e T a variável de perturbação.
 (D) $T_2(s) = G_p(s) \cdot Q(s) + G_M(s) \cdot T(s)$, sendo Q a variável de perturbação e T a variável manipulada.
 (E) $T_2(s) = G_p(s) \cdot Q(s) \times G_M(s) \cdot T(s)$, sendo Q a variável de perturbação e T a variável manipulada.

50

Um instrumento utilizado para medir temperatura encontra-se a uma temperatura estacionária de 30°C , apresentando uma constante de tempo de $0,5$ min. No tempo inicial ($t = 0$), o instrumento é colocado em um sistema mantido a 70°C .

Após $0,5$ min, a temperatura lida pelo instrumento, em $^\circ\text{C}$, será de, aproximadamente,

Dado:

x	-5,0	-2,5	-2,0	-1,0	-0,5	-0,2	0,2	0,5	1,0	2,0	2,5	5,0
e^x	0,006	0,08	0,14	0,37	0,60	0,82	1,22	1,65	2,72	7,38	12,18	148,41

- (A) 70
 (B) 55
 (C) 50
 (D) 45
 (E) 30

51

A utilização dos sistemas de instrumentação e de controle de processos possibilita a manutenção desses o mais próximo possível das condições desejadas.

Os sistemas de controle em malhas

- (A) fechadas devem apresentar como requisitos de desempenho em regime transitório estabilidade, baixo tempo de resposta e adequado amortecimento.
 (B) fechadas apresentam vantagens de possuir maior sensibilidade a variações ocorridas nas características do sistema, como, por exemplo, a variações dos parâmetros desse sistema.
 (C) fechadas apresentam menor tendência para oscilação e instabilidade, já que os efeitos de não linearidade e distorção são reduzidos.
 (D) abertas utilizam um controlador conectado em série com o processo a ser controlado, de modo que a entrada do processo deve ser tal que sua saída se comportará como desejado, dependendo a ação de controle do valor da saída.
 (E) abertas apresentam o controlador apenas como um ganho K , sendo o erro, muitas vezes, muito maior que a perturbação, quando não controlado, podendo ser muito grande para valores elevados do distúrbio.

52

Em um trocador de calor de correntes paralelas, o fluido quente entra a 160 °C e sai a 80 °C, e o fluido frio entra a 20 °C e sai a 60 °C. O coeficiente global de transferência de calor (limpo) para o trocador é 200 W/(m²·K), e as resistências de depósito para os fluidos quente e frio são, respectivamente, 0,001m²·K / W e 0,002 m²·K / W.

Se a área de troca térmica é de 3 m², a quantidade de calor transferido, em W, é igual a

Dado:

Tabela de logaritmos neperianos, aproximados na primeira decimal

número	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ln	0,7	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3

- (A) 15.000
- (B) 22.500
- (C) 30.000
- (D) 36.000
- (E) 48.000

53

No pátio aberto de uma refinaria, são dispostos tanques fechados, construídos em aço carbono, destinados à estocagem de combustíveis líquidos. Os fundos dos tanques ficam em contato direto com o solo revestido de cimento.

Para a situação apresentada, ocorre transferência de calor por

- (A) condução, somente.
- (B) convecção, somente.
- (C) condução e radiação, somente.
- (D) convecção e radiação, somente.
- (E) condução, convecção e radiação.

54

Gás natural, cuja composição molar é 90% de metano, 7% de etano e 3% de propano, escoo no interior de uma tubulação de 0,1 m² de área de seção transversal, com velocidade uniforme igual a 0,56 m/s, na temperatura de 25 °C e pressão de 200 kPa.

Considerando comportamento ideal do gás, a vazão mássica do gás natural nesse escoamento, expressa em kg/s, é

Dados:

Constante universal dos gases R = 8,31 J/(mol.K)

Massa molar do metano = 16 kg/kgmol

Massa molar do etano = 30 kg/kgmol

Massa molar do propano = 44 kg/kgmol

- (A) 8×10^{-2}
- (B) $7,2 \times 10^{-2}$
- (C) 8×10^{-4}
- (D) 8×10^{-5}
- (E) $7,2 \times 10^{-5}$

55

As propriedades termodinâmicas de uma substância são frequentemente apresentadas, além de em tabelas, em cartas ou em diagramas que são úteis porque apresentam a relação entre as propriedades termodinâmicas e também porque possibilitam a visualização dos fenômenos que ocorrem em cada parte do sistema.

Os chamados diagramas de Mollier usualmente têm como ordenada a

- (A) temperatura (T), como abcissa, a pressão (p), e são adequados à representação do ciclo termodinâmico de refrigeração.
- (B) temperatura (T), como abcissa, a entalpia (h), e são adequados à representação do ciclos termodinâmicos de refrigeração.
- (C) temperatura (T), como abcissa, a entalpia (h), e não são adequados à representação dos ciclos termodinâmicos de refrigeração.
- (D) pressão absoluta (p), como abcissa, a entalpia (h), e são adequados à representação dos ciclos termodinâmicos de refrigeração.
- (E) pressão absoluta (p), como abcissa, a entalpia (h), e não são adequados à representação dos ciclos termodinâmicos de refrigeração.

BLOCO 3

56

A força de arraste (F) de um corpo esférico liso em um dado fluido, depende da velocidade relativa desse corpo (V), do diâmetro (D) desse corpo, da massa específica do fluido (ρ), e da viscosidade do fluido (μ).

No estudo e dimensionamento da relação de F com os demais parâmetros, sendo n o número de parâmetros envolvidos, k , o número de dimensões primárias, e Π o(s) grupo(s) adimensional(is), tem-se que

- (A) $n = 4$, $k = 3$ e $\Pi = 2$, sendo $\Pi_{1 \text{ ou } 2} = \mu / \rho V D$
 (B) $n = 4$, $k = 4$ e $\Pi = 2$, sendo $\Pi_{1 \text{ ou } 2} = \mu \rho / V D$
 (C) $n = 5$, $k = 3$ e $\Pi = 2$, sendo $\Pi_{1 \text{ ou } 2} = \mu / \rho V D$
 (D) $n = 5$, $k = 4$ e $\Pi = 2$, sendo $\Pi_{1 \text{ ou } 2} = \mu \rho / V D$
 (E) $n = 5$, $k = 3$ e $\Pi = 1$, sendo $\Pi_1 = \mu / V D$

57

As razões entre algumas forças são representadas como números adimensionais, que são bastante aplicados ao estudo da mecânica dos fluidos. Dentre esses, destacam-se o número de Froude (Fr) e o número de Euler (Eu) que representam a razão entre as forças

Número de Froude	Número de Euler
(A) de inércia e de gravidade	viscosa e de inércia
(B) de pressão e de inércia	viscosa e de compressibilidade
(C) de inércia e de compressibilidade	de pressão e de inércia
(D) viscosa e de atrito	de compressibilidade e de gravidade
(E) de inércia e de gravidade	de pressão e de inércia

58

Algumas propriedades físicas são aplicadas para distinguir analiticamente os fluidos, sendo empregadas para entender o comportamento desses fluidos e, também, no estudo do escoamento. Em geral, estudam-se as variações sofridas por essas propriedades em função de variáveis de processo.

NÃO se aplica ao estudo dos fluidos a(o)

- (A) viscosidade absoluta ou dinâmica (μ ou ν), que representam a resistência do fluido ao escoamento, ou seja, são a resistência que todo fluido oferece ao movimento relativo de suas partes.
 (B) capacidade térmica (C), que corresponde à quantidade de calor (recebida ou cedida) que leva a uma variação na temperatura do corpo.
 (C) massa específica ou densidade absoluta (ρ), que são a quantidade de massa de uma substância existente em um determinado volume, ou seja, a massa que ocupa uma unidade de volume.
 (D) volume específico (v_s), que é o volume ocupado por uma determinada massa de uma substância, ou seja, o volume ocupado por unidade de massa.
 (E) peso específico (g), que é a força exercida por unidade de volume em um corpo de massa específica ρ submetido à aceleração da gravidade g ($\cong 9,81 \text{ m s}^{-2}$), corresponde à razão entre o peso de um corpo e seu volume.

59

Em uma prensa hidráulica, a razão entre os diâmetros dos êmbolos é igual a 8. Um objeto de massa m colocado sobre o êmbolo maior é equilibrado por uma força de 500 N.

Considerando que o sistema está em equilíbrio estático e que os pesos dos êmbolos são desprezíveis, de acordo com a Lei de Pascal, o valor da massa m , em kg, é igual a

- (A) 400
 (B) 800
 (C) 3.200
 (D) 4.000
 (E) 32.000

Dado:

Aceleração da gravidade $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

60

Em um sistema de bombeamento de uma instalação industrial, a curva característica do *net positive suction head* (NPSH) requerido da bomba é dada pela equação 1, ao passo que o NPSH disponível do sistema pode ser calculado pela equação 2. Nessas equações, Q é a vazão, dada em L/s.

$$\text{NPSH}_r = 0,4 Q + 2 \quad \text{equação 1}$$

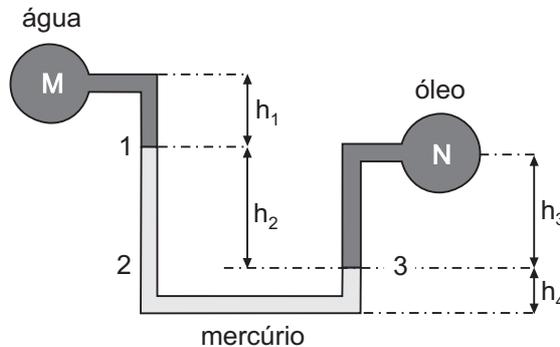
$$\text{NPSH}_d = -0,005 Q^2 + 12 \quad \text{equação 2}$$

De acordo com essas informações, o valor limite de vazão do fluido, expresso em L/s, a partir do qual ocorrerá cavitação, é igual a

- (A) 2
- (B) 20
- (C) 40
- (D) 80
- (E) 100

61

A figura a seguir mostra um manômetro diferencial, onde o fluido M é água, o N é óleo e o fluido manométrico é mercúrio.



Sabendo-se que $h_1 = 0,3 \text{ m}$, $h_2 = 1,2 \text{ m}$ e $h_4 = 0,2 \text{ m}$, e que a diferença de pressão entre os pontos M e N é igual a 16 kPa, qual é o valor da altura h_3 , expresso em cm?

Dados:

Massa específica da água $\rho_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$

Massa específica do mercúrio $\rho_{\text{Hg}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$

Massa específica do óleo $\rho_{\text{óleo}} = 775 \text{ kg/m}^3$

Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

- (A) 0,8
- (B) 17
- (C) 20
- (D) 40
- (E) 80

62

Para uma carga com as mesmas características, os projetos das torres de destilação podem envolver um pequeno ou um elevado número de pratos. Existe uma relação entre o número de pratos de uma coluna e a razão de refluxo interna ou externa do equipamento.

Para que seja atingido o fracionamento desejado, o refluxo

- (A) total corresponderá a uma coluna com um número infinito de pratos.
- (B) total corresponderá a uma coluna onde a retirada de produtos é máxima.
- (C) mínimo corresponderá a uma coluna com o menor número possível de pratos.
- (D) mínimo corresponderá a uma coluna com um número infinito de pratos.
- (E) mínimo corresponderá a uma coluna cujo projeto apresenta a maior viabilidade econômica.

63

O caso mais simples de uma separação é a destilação *flash*, que apresenta boa eficiência de separação e pode ser aplicada à destilação de misturas binárias

- (A) somente, desde que a diferença de volatilidade entre os compostos a separar seja baixa.
- (B) somente, desde que a diferença de volatilidade entre os compostos a separar seja elevada.
- (C) ou multicomponentes, independente da diferença de volatilidade entre os compostos a separar.
- (D) ou multicomponentes, desde que a diferença de volatilidade entre os compostos a separar seja baixa.
- (E) ou multicomponentes, desde que a diferença de volatilidade entre os compostos a separar seja elevada.

64

Existem três tipos convencionais de colunas de destilação: colunas com pratos e borbulhadores, colunas com pratos perfurados e colunas com recheios que funcionam com a finalidade de promover, ao máximo, o contato entre as fases líquido e vapor.

A respeito da comparação entre colunas de pratos e colunas com recheio, analise as afirmações a seguir.

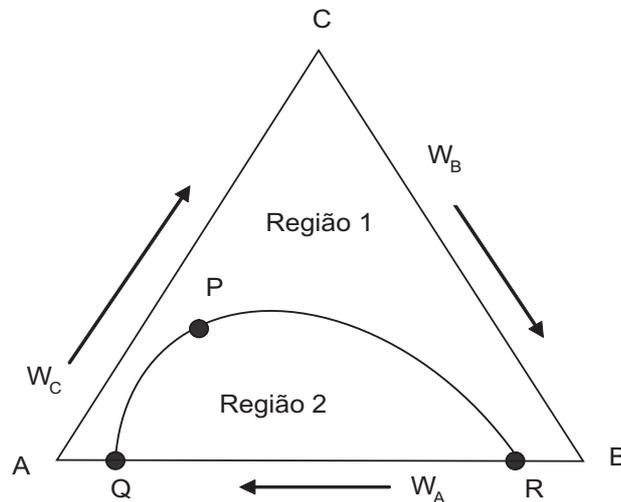
- I - As colunas com recheios apresentam menor perda de carga do que as colunas de pratos.
- II - Os projetos das colunas com recheios são menos econômicos por serem mais sofisticados.
- III - As colunas com recheios são mais susceptíveis à formação de espumas do que as colunas de pratos.

Está correto o que se afirma em

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

65

A extração líquido-líquido é um processo de separação baseado na propriedade de miscibilidade de líquidos, cujo conhecimento é fundamental para a realização da operação de separação. Constitui-se em uma alternativa a outros processos de separação, quando esses não são recomendáveis ou não são viáveis. O diagrama esquemático a seguir representa a curva de equilíbrio líquido-líquido de um sistema ternário, constituído por três substâncias, A, B e C.

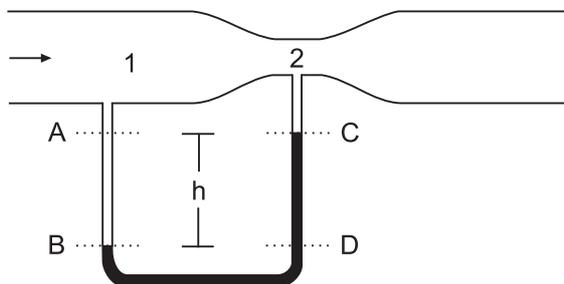


A partir da interpretação do diagrama, conclui-se que

- (A) o diagrama se refere a um sistema com duas zonas de miscibilidade parcial.
- (B) a região 1 representa duas fases líquidas imiscíveis.
- (C) a região 2 representa uma fase líquida homogênea.
- (D) a região 2 representa duas fases líquidas imiscíveis.
- (E) as solubilidades de A em B e de B em C se igualam no ponto crítico, representado pelo ponto P na curva [QPR].

66

Um fluido incompressível ($\mu_{\text{fluido}} = 1,28 \times 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ e $\rho_{\text{fluido}} = 0,80 \text{ g/cm}^3$) escoam em regime permanente através do tubo de Venturi esquematizado na figura abaixo. No trecho mostrado, as perdas de carga são desprezíveis. Entre as seções 1 e 2, cujos diâmetros são 8 cm e 4 cm, respectivamente, é instalado um manômetro de mercúrio ($\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$), no qual o desnível h é igual a 20 cm.



Com base nas informações do enunciado, e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3$, a vazão de escoamento do fluido, em L/s, e o regime de escoamento (laminar ou turbulento) na seção 1 são

Obs.:
Aproxime o valor de raiz quadrada para um número inteiro.

- (A) 9,6 e turbulento
- (B) 9,6 e laminar
- (C) 24 e turbulento
- (D) 24 e laminar
- (E) 96 e turbulento

67

Um fluido escoam em uma tubulação linear de diâmetro nominal igual a 25mm, que tem dois joelhos retos e duas válvulas do tipo borboleta, de modo a controlar o fluxo. Devido a modificações na planta, as duas válvulas borboleta foram substituídas por uma válvula globo e os dois joelhos retos foram substituídos por três joelhos curvos ($R = 2d$). A seguir é dada a tabela de comprimentos equivalentes de um fabricante, para alguns componentes de tubulações.

Diâmetro da tubulação		DN = 25 mm comprimento equivalente[m]
Joelho reto		1,5
Joelho R = 2d		0,3
Joelho R = d		0,4
Válvula globo		5
Válvula borboleta		0,3

Adaptado de www.kaeser.com.br

Sabendo-se que as propriedades do fluido, o diâmetro e o comprimento da tubulação, bem como as condições operacionais não foram alterados, a perda de carga, após as modificações,

- (A) diminuiu, devido à diminuição do número de válvulas.
- (B) diminuiu, devido à substituição dos dois joelhos e à diminuição do número de válvulas.
- (C) aumentou, devido, principalmente, à substituição das válvulas borboleta por uma válvula globo.
- (D) aumentou devido à presença de mais um joelho na instalação.
- (E) não foi alterada, já que se trata do mesmo fluido nas mesmas condições operacionais, sem alteração do número de acidentes na tubulação.

68

No projeto de colunas de destilação para misturas multicomponentes, a primeira estimativa pode ser feita empregando-se os chamados métodos não rigorosos, em especial os métodos de Fenske e o de Underwood.

A respeito desses métodos, analise as afirmações a seguir.

- I - O número mínimo de estágios teóricos pode ser determinado pelo método de Fenske, aplicado para os dois componentes chave (CL – chave leve e CH-chave pesada) da coluna, em condição de refluxo mínimo.
- II - O número mínimo de estágios teóricos pode ser determinado pelo método de Fenske, aplicado para os dois componentes chave (CL – chave leve e CH-chave pesada) da coluna, em condição de refluxo total.
- III - O método de Underwood é aplicado para a determinação do refluxo mínimo, R_m , assumindo vazões constantes em ambas as seções da coluna.
- IV - Tanto o método de Fenske quanto o método de Underwood utilizam o conceito de volatilidade relativa.

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

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

69

Deseja-se remover etanol de uma corrente de ar, cujo teor de etanol é igual a 30% em base molar. Para tal, foi dimensionada uma coluna de absorção para remover 87% do etanol presente na corrente de ar, empregando-se água pura como solvente. Na solução aquosa formada, o teor de etanol é de 25% em massa.

Considerando desprezíveis a solubilidade do ar na água e a não ocorrência de evaporação da água, qual é a razão molar entre a água usada como solvente e a corrente de ar a ser tratada?

Dados:

Massa molar do etanol = 46 kg/kmol
Massa molar do hidrogênio = 1 kg/kmol
Massa molar do oxigênio = 16 kg/kmol
Massa molar do ar = 29 kg/kmol

- (A) 1,1
- (B) 2,0
- (C) 2,6
- (D) 2,9
- (E) 3,3

70

Em operações de destilação, o método McCabe-Thiele é amplamente utilizado para o cálculo, a partir da curva de equilíbrio líquido-vapor, do número de estágios ou pratos

- (A) teóricos, aplicado a sistemas de destilação de misturas multicomponentes
- (B) teóricos, aplicado a sistemas de destilação de misturas binárias
- (C) teóricos, aplicado a sistemas de destilação em torres de recheio
- (D) reais, aplicado a sistemas de destilação de misturas multicomponentes
- (E) reais, aplicado a sistemas de destilação de misturas binárias

Tabela de vapor de água saturado

T (°C)	P (atm)	H _{liq} (kJ/kg)	H _{vap} (kJ/kg)	ΔH _{vap} (kJ/kg)
2	0,0070	-15952	-13420	2532
4	0,0080	-15943	-13417	2526
6	0,0092	-15934	-13413	2521
8	0,0106	-15926	-13409	2516
10	0,0121	-15917	-13406	2511
12	0,0139	-15908	-13402	2506
14	0,0158	-15899	-13398	2501
16	0,0180	-15890	-13395	2496
18	0,0204	-15881	-13391	2490
20	0,0231	-15872	-13387	2485
22	0,0261	-15863	-13383	2480
24	0,0295	-15855	-13380	2475
26	0,0332	-15846	-13376	2470
28	0,0374	-15837	-13372	2465
30	0,0419	-15828	-13369	2459
32	0,0470	-15819	-13365	2454
34	0,0526	-15810	-13361	2449
36	0,0587	-15801	-13357	2444
38	0,0655	-15793	-13354	2439
40	0,0729	-15784	-13350	2434
42	0,0811	-15775	-13346	2428
44	0,0900	-15766	-13343	2423
46	0,0997	-15757	-13339	2418
48	0,1103	-15748	-13335	2413
50	0,1219	-15739	-13332	2408
52	0,1346	-15730	-13328	2403
54	0,1483	-15722	-13324	2397
56	0,1632	-15713	-13320	2392
58	0,1793	-15704	-13317	2387
60	0,1969	-15695	-13313	2382
62	0,2158	-15686	-13309	2377
64	0,2363	-15677	-13306	2371
66	0,2584	-15668	-13302	2366
68	0,2822	-15659	-13298	2361
70	0,3079	-15650	-13295	2356
72	0,3355	-15642	-13291	2350
74	0,3652	-15633	-13287	2345
76	0,3970	-15624	-13284	2340
78	0,4312	-15615	-13280	2335
80	0,4678	-15606	-13277	2329
82	0,5070	-15597	-13273	2324
84	0,5490	-15588	-13269	2319
86	0,5937	-15579	-13266	2313
88	0,6415	-15570	-13262	2308
90	0,6925	-15561	-13259	2303
92	0,7468	-15552	-13255	2297
94	0,8046	-15543	-13251	2292
96	0,8661	-15534	-13248	2286
98	0,9315	-15525	-13244	2281
100	1,0000	-15516	-13241	2276
100	1,0008	-15516	-13241	2276
102	1,0744	-15507	-13237	2270
104	1,1525	-15498	-13234	2265
106	1,2351	-15489	-13230	2259
108	1,3226	-15480	-13227	2254
110	1,4151	-15471	-13223	2248
112	1,5129	-15462	-13220	2242
114	1,6161	-15453	-13216	2237
116	1,7251	-15444	-13213	2231
118	1,8400	-15435	-13209	2225
120	1,9611	-15426	-13206	2220
121	2,0000	-15423	-13205	2218
122	2,0886	-15417	-13203	2214
124	2,2228	-15408	-13199	2208
126	2,3639	-15398	-13196	2203
128	2,5123	-15389	-13193	2197
130	2,6681	-15380	-13189	2191
132	2,8317	-15371	-13186	2185
134	3,0000	-15362	-13183	2179
134	3,0033	-15362	-13183	2179
136	3,1832	-15353	-13179	2173
138	3,3717	-15343	-13176	2167
140	3,5691	-15334	-13173	2161
142	3,7758	-15325	-13170	2155
144	3,9919	-15316	-13166	2149
144	4,0000	-15315	-13166	2149
146	4,2179	-15306	-13163	2143
148	4,4541	-15297	-13160	2137
150	4,7007	-15288	-13157	2131
152	4,9582	-15278	-13154	2124
152	5,0000	-15277	-13153	2123
154	5,2268	-15269	-13151	2118
156	5,5069	-15260	-13148	2112
158	5,7988	-15250	-13145	2106
159	6,0000	-15244	-13143	2101
160	6,1030	-15241	-13142	2099
162	6,4197	-15232	-13139	2093
164	6,7493	-15222	-13136	2086
165	7,0000	-15215	-13134	2081
166	7,0923	-15213	-13133	2080
168	7,4489	-15203	-13130	2073
170	7,8195	-15194	-13127	2066
171	8,0000	-15189	-13126	2063
172	8,2047	-15184	-13125	2060
174	8,6046	-15175	-13122	2053
176	9,0000	-15165	-13119	2046