



\* Q U 1 5 \*

15

**Sinaes**Sistema Nacional de Avaliação da  
Educação Superior**enade**2019**ENGENHARIA  
QUÍMICA****15**

NOVEMBRO | 2019

**LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.**

1. Verifique se, além deste Caderno, você recebeu o **CARTÃO-RESPOSTA**, destinado à transcrição das respostas das questões de múltipla escolha, das questões discursivas (D) e das questões de percepção da prova.
2. Confira se este Caderno contém as questões discursivas e as objetivas de múltipla escolha, de formação geral e de componente específico da área, e as relativas à sua percepção da prova. As questões estão assim distribuídas:

Partes	Número das questões	Peso das questões no componente	Peso dos componentes no cálculo da nota
Formação Geral: Discursivas	D1 e D2	40%	25%
Formação Geral: Objetivas	1 a 8	60%	
Componente Específico: Discursivas	D3 a D5	15%	75%
Componente Específico: Objetivas	9 a 35	85%	
Questionário de Percepção da Prova	1 a 9	-	-

3. Verifique se a prova está completa e se o seu nome está correto no **CARTÃO-RESPOSTA**. Caso contrário, avise imediatamente ao Chefe de Sala.
4. Assine o **CARTÃO-RESPOSTA** no local apropriado, com caneta esferográfica de tinta preta, fabricada em material transparente.
5. As respostas da prova objetiva, da prova discursiva e do questionário de percepção da prova deverão ser transcritas, com caneta esferográfica de tinta preta, fabricada em material transparente, no **CARTÃO-RESPOSTA** que deverá ser entregue ao Chefe de Sala ao término da prova.
6. Responda cada questão discursiva em, no máximo, 15 linhas. Qualquer texto que ultrapasse o espaço destinado à resposta será desconsiderado.
7. Você terá quatro horas para responder às questões de múltipla escolha, às questões discursivas e ao questionário de percepção da prova.
8. Ao terminar a prova, acene para o Chefe de Sala e guarde-o em sua carteira. Ele então irá proceder à sua identificação, recolher o seu material de prova e coletar a sua assinatura na Lista de Presença.
9. Atenção! Você deverá permanecer na sala de aplicação por, no mínimo, uma hora a partir do início da prova e só poderá levar este Caderno de Prova quando faltarem 30 minutos para o término do Exame.



**QUESTÃO DISCURSIVA 01**

Conforme levantamento patrocinado pelo Ministério da Integração Nacional, o Brasil sofreu mais de 30 mil desastres naturais entre 1990 e 2012, o que confere a média de 1 363 eventos por ano. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 2013 mostra que, entre 1991 e 2012, foram registradas 31 909 catástrofes no país, sendo que 73% ocorreram na última década. O banco de dados do histórico dos desastres brasileiros associados a fenômenos naturais indica que estiagens, secas, inundações bruscas e alagamentos são as tipologias mais recorrentes do país.

LICCO, E.; DOWELL, S. Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações: digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**. Edição Temática em Sustentabilidade, v. 5, n. 3, São Paulo: Centro Universitário Senac, 2015 (adaptado).

De acordo com o relatório do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres de 2014, a necessidade de minimizar os riscos e os impactos de futuros desastres naturais é algo fundamental para as comunidades em todo o mundo. Reduzir os níveis existentes de riscos que favorecem os desastres, fortalecendo a resiliência social, ambiental e econômica é uma das soluções encontradas para que as cidades consigam conviver com esses fenômenos naturais.

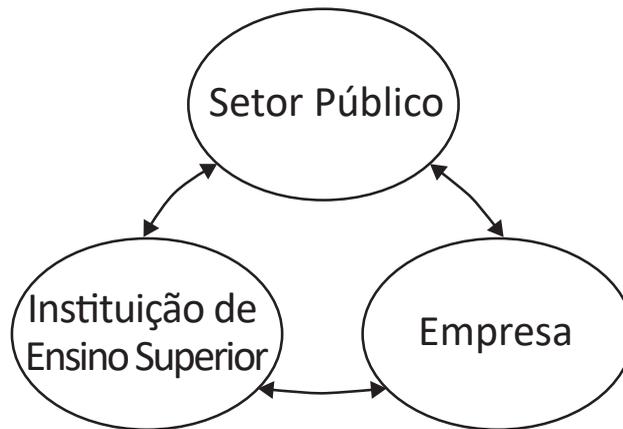
RIBEIRO, J.; VIEIRA, R.; TÔMIO, D. **Análise da percepção do risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola**. UFPR, Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 42, dezembro 2017 (adaptado).

A partir da análise dos textos, apresente duas propostas de intervenção no âmbito da sustentabilidade socioambiental, de modo a contemplar ações de restauração ou recuperação após a ocorrência de desastres. (valor: 10,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

**Área livre**

QUESTÃO DISCURSIVA 02



O Brasil está longe de ser um país atrasado do ponto de vista científico e tecnológico. O país está em posição intermediária em praticamente todos os indicadores de produção e utilização de conhecimento e de novas tecnologias. Em alguns indicadores, a situação do país é melhor até do que em alguns países europeus como Portugal ou Espanha e, de modo geral, estamos à frente de todos os demais países latino-americanos. Talvez nosso pior desempenho esteja nos depósitos de patentes, seja no Brasil ou no exterior.

Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33511&Itemid=433](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33511&Itemid=433)>  
 Acesso em: 01 out. 2019 (adaptado).

A partir das informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Cite dois ganhos possíveis para o campo científico do país, resultantes de uma boa articulação entre os entes representados na figura. (valor: 5,0 pontos)
- b) Cite dois ganhos possíveis para o campo econômico do país, resultantes de uma boa articulação entre os entes representados na figura. (valor: 5,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	



**QUESTÃO 01**

---

---

O regime internacional de mudanças climáticas, organizado no âmbito do Sistema das Nações Unidas há 24 anos, constitui, em essência, um arranjo institucional dinâmico e de construção permanente. Criado para facilitar o entendimento e promover a cooperação entre as 195 partes signatárias, é dotado de estrutura jurídica e organizacional próprias. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas prevê mecanismos para a solução dos conflitos e para promoção da cooperação entre os Estados nacionais.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v14i29.996>>. Acesso em: 22 jul. 2019 (adaptado).

A partir do contexto apresentado, é correto afirmar que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas objetiva

- A** estimular atores estatais e não estatais a planejar e a executar conjuntamente programas dedicados a garantir a redução da interferência humana no meio ambiente.
- B** evitar a propagação do efeito estufa por meio da criação de projetos que visem à redução das emissões a partir de medidas compensatórias, como plantação de árvores e melhor utilização de recursos naturais.
- C** estabelecer mecanismos flexíveis destinados a permitir que países que não utilizam toda a sua quota prevista de emissões vendam o seu excedente a outros que necessitam de limites maiores.
- D** promover o princípio da responsabilidade comum e demandas diferenciadas para permitir que os países desenvolvidos alterem a média global de aumento da temperatura acordada.
- E** assegurar a continuidade dos compromissos para que as metas de redução de emissão mantenham-se regulares e estáveis ao longo dos próximos vinte anos.

**Área livre**

---

---

QUESTÃO 02



CAMPOS, A. *Despoesia*. São Paulo: Perspectiva, 1994 (adaptado).

Augusto de Campos é um artista concretista brasileiro cuja poética estabelece a relação de diálogo entre o aspecto visual, sonoro e tátil do texto verbal.

Com base no poema apresentado, avalie as afirmações a seguir.

- I. O aspecto sensorial é construído por meio da exploração da dimensão visual das palavras, sendo a imagem um elemento essencial do texto.
- II. O artista utiliza técnicas de diagramação, harmonizando os componentes gráficos e espaciais, que se transformam em elementos de construção de sentidos diversos.
- III. A impressão de movimento caótico cria o efeito de uma espécie de *big-bang* que atua sobre ambas as palavras: poema e bomba.
- IV. A utilização do espaço é secundária para a construção de sentidos da obra, já que a palavra escrita, nesse caso, é suficiente para a leitura do poema.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** II e IV, apenas.
- C** III e IV, apenas.
- D** I, II e III, apenas.
- E** I, II, III e IV.



**QUESTÃO 03**

---

---

Na história das civilizações humanas, a agricultura esteve relacionada à origem de um fenômeno que se tornaria o marco da economia alimentar: o aumento demográfico. Entretanto, apesar de toda a força civilizatória da agricultura, muitos povos tornaram-se vulneráveis por falta de alimentos.

Mesmo com o aumento do volume de alimentos, o número de indivíduos subnutridos é grande, como demonstrado pelos dados estatísticos da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO). A análise dos dados revela que, até 2014, a quantidade de pessoas desnutridas no mundo estava diminuindo, porém, entre 2015 e 2017, esse número aumenta.

LIMA, J. S. G. Segurança alimentar e nutricional: sistemas agroecológicos são a mudança que a intensificação ecológica não alcança. *Ciência e Cultura*, v. 69, n. 2, 2017 (adaptado).

Considerando a segurança alimentar e a nutrição no mundo, avalie as afirmações a seguir.

- I. O conceito de segurança alimentar e nutricional admite que a fome e a desnutrição são problemas de oferta adequada e garantia de alimentos saudáveis, respeitando-se a diversidade cultural e a sustentabilidade socioeconômica e ambiental.
- II. A segurança alimentar e nutricional compreende a produção e a disponibilidade de alimentos, bem como o acesso à alimentação adequada e saudável.
- III. A escassez da oferta de alimentos nas últimas décadas decorre da falta de processos de produção e disseminação tecnológica que garantam a produção no campo frente às mudanças climáticas.

É correto o que se afirma em

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

**Área livre**

---

---



**QUESTÃO 04**

Segundo resultados da última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, a quase totalidade dos municípios brasileiros tinha serviço de abastecimento de água em pelo menos um distrito (99,4%). Além da existência da rede, uma das formas de se avaliar a eficiência do serviço de abastecimento de água à população é examinar o volume diário *per capita* da água distribuída por rede geral. No ano de 2008, foram distribuídos diariamente, no conjunto do país, 320 litros *per capita*, média que variou bastante entre as regiões. Na Região Sudeste, o volume distribuído alcançou 450 litros *per capita*, enquanto na Região Nordeste ele não chegou à metade desta marca, apresentando uma média de 210 litros *per capita*. Embora o volume total tenha aumentado em todas as regiões do país, comparando-se com os números apresentados pela PNSB de 2000, as diferenças regionais permaneceram praticamente inalteradas.

Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=280933>>  
Acesso em: 01 out. 2019 (adaptado).

Com base nas informações apresentadas, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. Em algumas regiões do Brasil, os índices referidos estão abaixo da média nacional, indicando diferenças de acesso de qualidade a abastecimento de água que podem impactar a saúde pública.

**PORQUE**

- II. O aumento da eficiência da política pública de abastecimento de água no Brasil contribui para o desenvolvimento nacional, para a redução dos desequilíbrios regionais e para a promoção da inclusão social.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- A** As asserções I e II são verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- B** As asserções I e II são verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- C** A asserção I é uma proposição verdadeira e a II é uma proposição falsa.
- D** A asserção I é uma proposição falsa e a II é uma proposição verdadeira.
- E** As asserções I e II são falsas.

**Área livre**



## QUESTÃO 05

**Aldeia Watoriki, Terra Indígena Yanomami,  
Amazonas/Roraima**



Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/>>.  
Acesso em: 26 ago. 2019 (adaptado).

**Aldeia Gavião Parkatejê,  
Terra Indígena Mãe Maria, Pará**



Disponível em: <<http://www.videosnaaldeia.org.br/>>.  
Acesso em: 27 set. 2019 (adaptado).

O Supremo Tribunal Federal definiu, em 2009, os critérios para o reconhecimento de determinada terra como território indígena, sendo eles: o marco da tradicionalidade da ocupação; o marco temporal da ocupação; o marco da concreta abrangência e finalidade prática da ocupação tradicional; e, por fim, o marco da proporcionalidade, que consiste na aplicação do princípio da proporcionalidade em matéria indígena. De acordo com o marco da tradicionalidade da ocupação, para que uma terra indígena possa ser considerada tradicional, as comunidades indígenas devem demonstrar o caráter de perdurabilidade de sua relação com a terra, caráter este demonstrado em sentido de continuidade etnográfica.

Disponível em: <<https://doi.org/10.12957/publicum.2018.37271>>. Acesso em: 27 set. 2019 (adaptado).

Com base nas imagens e informações acerca dos referidos marcos para o reconhecimento de determinada terra como indígena, avalie as afirmações a seguir.

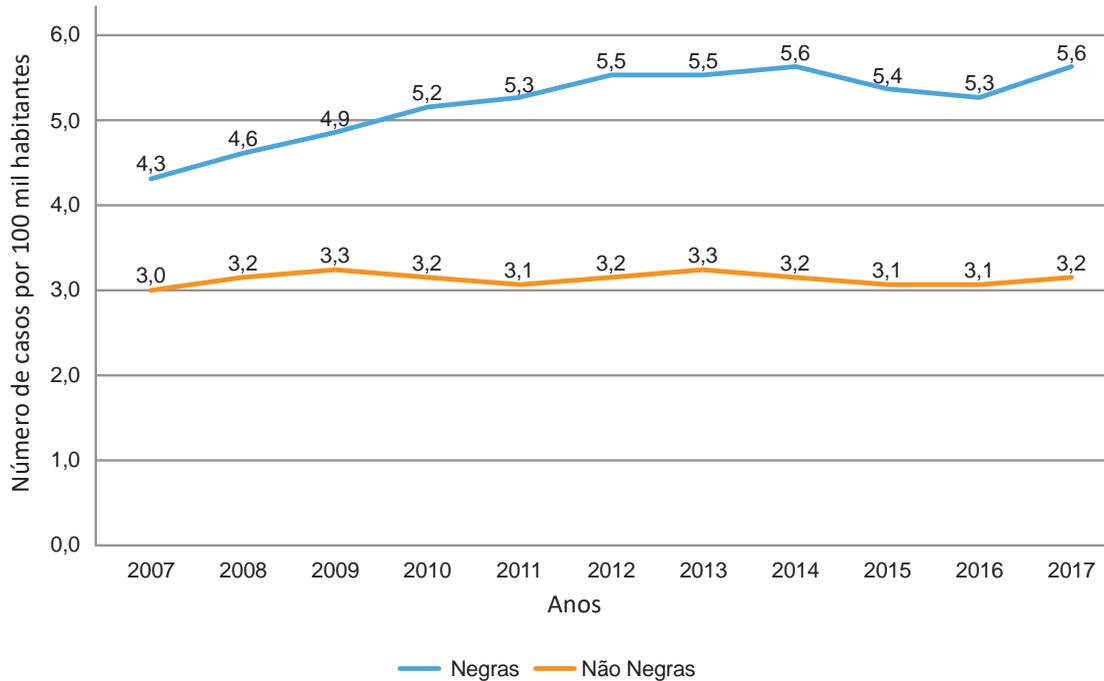
- I. A tradicionalidade é um elemento fundamental para a perpetuação dos vínculos territoriais das populações indígenas, já que remete ao caráter estático de seus modos de vida.
- II. Os marcos de reconhecimento da ocupação viabilizam o alcance do direito de utilização das terras em diferentes tipos de atividades produtivas por parte das comunidades indígenas.
- III. O critério de ocupação tradicional considera que a terra indígena proporciona elementos materiais e simbólicos essenciais à transmissão dos legados culturais entre gerações.
- IV. O reconhecimento de terras ancestrais integra-se à lógica da homogeneidade cultural, já que esta medida valoriza a cultura e a participação dos povos indígenas como elementos do amálgama cultural brasileiro.

É correto apenas o que se afirma em

- A** I e III.
- B** I e IV.
- C** II e III.
- D** I, II e IV.
- E** II, III e IV.

**QUESTÃO 06**

Conforme dados do Atlas da Violência 2019, apresentados no gráfico a seguir, verifica-se o crescimento no número de homicídios de mulheres no país durante o período de 2007 a 2017. Nesse período, a taxa de homicídios entre as mulheres negras cresceu mais do que a taxa de homicídios entre as mulheres não negras. A classificação de raça/cor do IBGE agrega negras como a soma de pretas e pardas e não negras como a soma de brancas, amarelas e indígenas.



Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); Fórum Brasileiro de Segurança Pública (Orgs.).  
**Atlas da violência 2019.** Brasília: Ipea, 2019 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. O maior crescimento dos casos de homicídios de mulheres negras em comparação com os casos de mulheres não negras indica a relevância dos estudos a respeito das múltiplas variáveis relacionadas a este fenômeno social.

**PORQUE**

- II. A análise do gráfico permite concluir que, no início da série histórica, havia um contexto favorável à superação da situação social de maior vulnerabilidade da mulher negra, em razão da menor diferença entre as taxas de homicídios.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- A** As asserções I e II são verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- B** As asserções I e II são verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- C** A asserção I é uma proposição verdadeira e a II é uma proposição falsa.
- D** A asserção I é uma proposição falsa e a II é uma proposição verdadeira.
- E** As asserções I e II são falsas.

QUESTÃO 07



Disponível em: <<https://publications.iadb.org/en/publication/16231/guia-operacional-de-acessibilidade-para-projetos-em-desenvolvimento-urbano-com>>. Acesso em: 11 set. 2019 (adaptado).

O princípio da acessibilidade dispõe que na construção de espaços, na formatação de produtos e no planejamento de serviços deve-se considerar que as pessoas com deficiência (PCD) são usuárias legítimas, dignas e independentes. Nenhum serviço pode ser concedido, permitido, autorizado ou delegado sem acessibilidade plena, para não obstaculizar o exercício pleno dos direitos pelas pessoas com deficiência. A acessibilidade é um direito de todos os cidadãos e, por isso, não se limita a propiciar a inclusão de pessoas com deficiência, mas também de pessoas com mobilidade reduzida, idosos, gestantes e em situação vulnerável.

OLIVEIRA, S. M. de. Cidade e acessibilidade: inclusão social das pessoas com deficiências. In: **VIII Simpósio Iberoamericano em comércio internacional, desenvolvimento e integração regional**, 2017 (adaptado).

Considerando a imagem e as informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

- I. Projetar e adaptar as vias públicas facilita a circulação das pessoas com dificuldade de locomoção e usuários de cadeiras de rodas, sendo uma medida adequada de acessibilidade.
- II. Padronizar as calçadas com implantação universal de rampas, faixas de circulação livres de barreiras, guias e pisos antiderrapantes atende ao princípio da acessibilidade.
- III. Garantir a ajuda de terceiros a pessoas com deficiências, nos edifícios públicos e em espaços abertos públicos, é uma previsão legal convergente ao princípio da acessibilidade.
- IV. Implantar sinalização sonora nos semáforos e informações em braille nas sinalizações dos espaços urbanos para pessoas com deficiência visual são providências de acessibilidade adequadas.

É correto o que se afirma em

- A** III, apenas.
- B** I e IV, apenas.
- C** II e III, apenas.
- D** I, II e IV, apenas.
- E** I, II, III e IV.

**QUESTÃO 08**

O esgotamento profissional, conhecido como Síndrome de Burnout, foi incluído na Classificação Internacional de Doenças da Organização Mundial da Saúde (OMS). Essa síndrome, que foi incluída no capítulo de problemas associados ao emprego ou ao desemprego, foi descrita como uma síndrome resultante de um estresse crônico no trabalho não administrado com êxito e caracterizado por três elementos: sensação de esgotamento, cinismo ou sentimentos negativos relacionados a seu trabalho e eficácia profissional reduzida. A nova classificação, publicada em 2018 e aprovada durante a 72ª Assembleia Mundial da OMS, entrará em vigor no dia 1º de janeiro de 2022. A Classificação Internacional de Doenças da OMS estabelece uma linguagem comum que facilita o intercâmbio de informações entre os profissionais da área da saúde ao redor do planeta.

Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2019/05/27/oms-inclui-a-sindrome-de-burnout-na-lista-de-doencas.htm>>. Acesso em: 06 jul. 2019 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

- I. Os programas de formação de lideranças focados na obstinação e na resistência ao erro têm sido eficazes na redução da vulnerabilidade a esse tipo de síndrome.
- II. A compreensão dos sintomas de forma isolada do contexto sociocultural dificulta o estabelecimento do chamado nexos causal entre trabalho e adoecimento.
- III. As relações de trabalho onde predominam o sentido de realização profissional tendem a reforçar elos de coesão e reconhecimento social favoráveis à saúde psíquica.
- IV. A prevalência do protocolo clínico pautado no tratamento medicamentoso é condição determinante para a superação desse problema de saúde pública.

É correto o que se afirma em

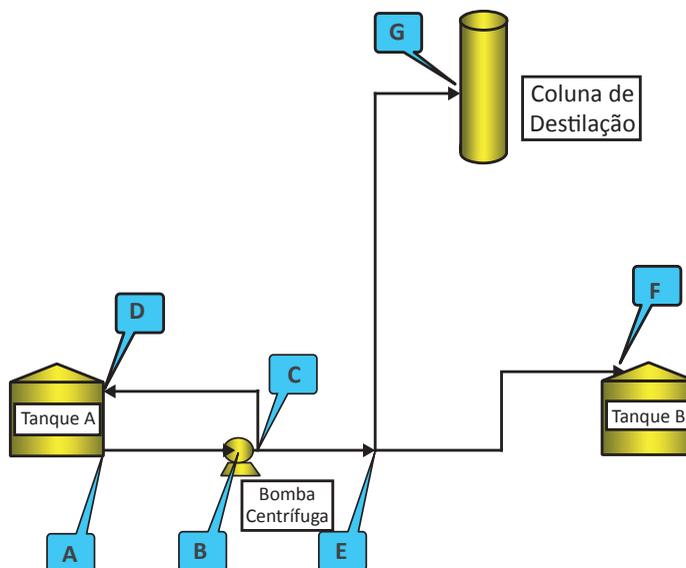
- A** I, apenas.
- B** II e III, apenas.
- C** III e IV, apenas.
- D** I, II e IV, apenas.
- E** I, II, III e IV.

**Área livre**



QUESTÃO DISCURSIVA 03

As bombas são equipamentos utilizados na indústria química para fornecer energia mecânica necessária para que um líquido escoe entre dois pontos. Um sistema de bombeamento de um fluido com peso específico  $10\ 000\ \text{N/m}^3$  está representado a seguir.



O escoamento ocorre através de tubos de mesmo diâmetro entre dois tanques e uma coluna de destilação. A vazão de recirculação para o tanque A é mantida de modo a garantir o fluxo mínimo na bomba e a alimentação para o tanque B só acontece quando a coluna está fora de operação.

Suponha que medidores locais tenham sido utilizados para determinar a vazão em três pontos distintos, conforme o fluxograma a seguir. O primeiro medidor encontra-se na corrente de reciclo do tanque A ( $2\ \text{m}^3/\text{h}$ ), o segundo no ponto de alimentação da coluna de destilação ( $5\ \text{m}^3/\text{h}$ ) e o terceiro nas proximidades da alimentação do tanque B ( $5\ \text{m}^3/\text{h}$ ). Além disso, os desníveis entre a descarga da bomba e a alimentação do tanque B e entre a descarga da bomba e a alimentação da coluna de destilação são  $2\ \text{m}$  e  $20\ \text{m}$ , respectivamente. Despreze a variação de energia cinética, considere que os tanques e a coluna de destilação estão à mesma pressão e que  $1\ \text{bar} = 100\ 000\ \text{N/m}^2$ .

A tabela a seguir apresenta as perdas de carga para cada um dos trechos considerando diferentes vazões.

Trecho	Vazão ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Comprimento tubulação (m)	Perda de carga (bar/100 m)
AB	2	10	0,02
	7		0,25
	12		0,70
CD	2	10	0,20
CE	5	10	0,50
	10		2,00
EF	5	10	2,00
	7		3,92
EG	5	50	1,00
	7		1,96



Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Determine a vazão ( $Q$ ,  $m^3/h$ ) para o dimensionamento da bomba centrífuga. (valor: 2,0 pontos)
- b) Determine a diferença de pressão na bomba ( $\Delta P$ , bar) para dimensionamento da bomba centrífuga. (valor: 8,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Área livre



**QUESTÃO DISCURSIVA 04**

---

---

Um dos objetivos da engenharia de bioprocessos é incrementar a atividade catalítica de enzimas livres ou imobilizadas. A produção de xilitol por via enzimática é conduzida usando a enzima xilose isomerase. Esse biocatalisador é obtido pelo cultivo submerso de *Kluyveromyces marxianus* em biorreator. Após o crescimento celular, as células são separadas por centrifugação e permeabilizadas para extrair a enzima xilose isomerase. O extrato enzimático é purificado e a enzima é imobilizada e utilizada na produção de xilitol. Esse bioprocessos pode ser conduzido em um reator tanque agitado ou tubular.

Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Elabore um diagrama de blocos indicando as etapas relatadas do processo. (valor: 3,0 pontos)
- b) Cite três características que diferenciam os biorreatores tanque agitado de biorreatores tubulares, seja em termos de geometria ou condições de processo, considerando a operação em regime contínuo. (valor: 3,0 pontos)
- c) Cite duas vantagens e duas desvantagens da utilização de enzimas imobilizadas em comparação ao uso de enzimas livres. (valor: 4,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

**Área livre**

---

---

**QUESTÃO DISCURSIVA 05**

Caldeiras são equipamentos comumente empregados em indústrias de processos químicos para a geração de vapor. Diversos tipos de combustíveis podem ser utilizados para esse fim, tais como: gás natural, gás liquefeito do petróleo, óleos, carvão e biomassa. A escolha do combustível e da porcentagem de ar em excesso na combustão influencia nas características dos fumos gerados, com impacto direto sobre o meio ambiente.

O uso de carvão ou de bagaço de cana está sendo avaliado em um processo produtivo para alimentar uma caldeira. No quadro a seguir, tem-se a composição elementar aproximada (em base mássica), a massa específica e o Poder Calorífico Inferior (PCI) desses dois insumos.

Características	Carvão	Bagaço de cana
Carbono (%)	84,3	36,5
Hidrogênio (%)	0,7	4,6
Oxigênio (%)	0,2	38,5
Nitrogênio (%)	0,1	0,3
Enxofre (%)	0,9	0,0
Cinzas (%)	5,8	0,1
Umidade (%)	8,0	20,0
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	670,0	100,0
PCI (MJ/kg)	30,2	26,3

PODOLSKI, W.F. *et al.* Energy resources, conversion and utilization. In: PERRY, R. H.; GREEN, D. W.; MALONEY, J. O. **Perry's chemical engineers' handbook**. 7 ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1999 (adaptado).

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Cite duas vantagens e duas desvantagens do uso do bagaço de cana como combustível em caldeiras em relação ao carvão. (valor: 4,0 pontos)
- Justifique a importância do emprego do excesso de comburente em processos de combustão. (valor: 3,0 pontos)
- Explique por que uma quantidade exagerada de comburente provoca um efeito negativo na combustão, apesar da necessidade do uso de ar em excesso. (valor: 3,0 pontos)



**RASCUNHO**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Área livre

---

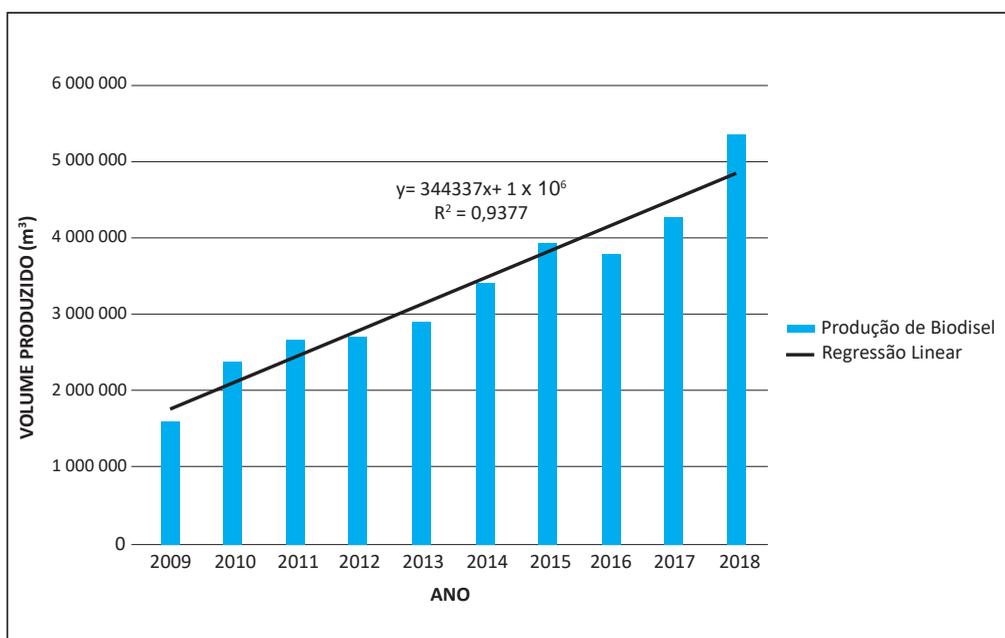
---

**QUESTÃO 09**

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou, no início de novembro de 2018, o cronograma de expansão da mistura do biodiesel ao diesel no Brasil. A proposta estabelece que a adição de biodiesel cresça um ponto percentual ao ano, passando do atual patamar de 10% (mistura B10) para 11% (mistura B11) em junho de 2019. O processo continuará sucessivamente e a ampliação será realizada até março de 2023, quando o diesel comercializado ao consumidor final conterà 15% de biodiesel. De acordo com o CNPE, a estimativa é que a produção brasileira do biodiesel passe de 5,4 bilhões para mais de 10 bilhões de litros anuais, entre 2018 e 2023, o que representará um aumento de 85% da demanda doméstica.

Disponível em: <<http://envolverde.cartacapital.com.br/brasil-pode-se-tornar-o-maior-produtor-de-biodiesel-no-mundo/>>. Acesso em: 6 jun. 2019 (adaptado).

O gráfico abaixo apresenta a produção brasileira de biodiesel (m<sup>3</sup>) no período de 2009 e 2018.



Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=8740>>. Acesso em: 6 jun. 2019 (adaptado).

Com base nas informações e no gráfico apresentado, avalie as afirmações a seguir.

- I. No período de 2009 a 2018, observa-se tendência de aumento na produção de biodiesel.
- II. Quando confronta-se a produção de dois anos consecutivos, a produção de 2016 foi a única que apresentou declínio, contraposto a 2015.
- III. O R<sup>2</sup> é também conhecido como coeficiente de determinação ou coeficiente de correlação.
- IV. A equação  $y = 344337x + 1 \times 10^6$  representa um modelo matemático que descreve a relação entre o volume produzido e o ano.

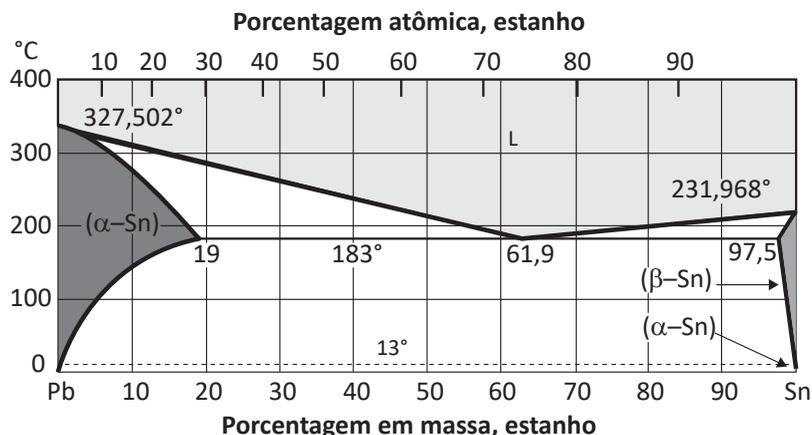
É correto apenas o que se afirma em

- A** I e IV.
- B** II e III.
- C** III e IV.
- D** I, II e III.
- E** I, II e IV.

**QUESTÃO 10**

Ligas de estanho (Sn) e chumbo (Pb) são largamente utilizadas na indústria brasileira na área de soldagem devido ao seu baixo ponto de fusão em comparação com outras ligas metálicas. Dependendo da temperatura e da proporção dos dois elementos, esse tipo de liga pode formar uma microestrutura com uma única fase (solução sólida) ou com mais de uma fase em equilíbrio.

O diagrama a seguir apresenta as fases para esse tipo de liga. Embora o processo industrial de fusão e solidificação não ocorra em uma condição de equilíbrio termodinâmico, o diagrama pode ser utilizado por engenheiros para prever a microestrutura final do material.



SHACKELFORD, J. F. *Introdução à ciência dos materiais para engenheiros*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado).

Com base nas informações e no diagrama de fases Pb-Sn, avalie as afirmações a seguir.

- I. Uma liga contendo 40% em massa de estanho em equilíbrio a 200 °C apresentará uma fase sólida  $\alpha$ -Pb e uma fase líquida.
- II. Uma liga contendo 20% em massa de estanho em equilíbrio a 200 °C apresentará uma grande quantidade de fase líquida e uma pequena quantidade de fase sólida.
- III. Uma liga contendo 20% em massa de estanho estará totalmente fundida em uma temperatura menor que uma liga com 90% em massa de estanho.
- IV. Uma liga contendo 30% em massa de estanho em equilíbrio a 100 °C apresentará duas fases sólidas com composições químicas diferentes.

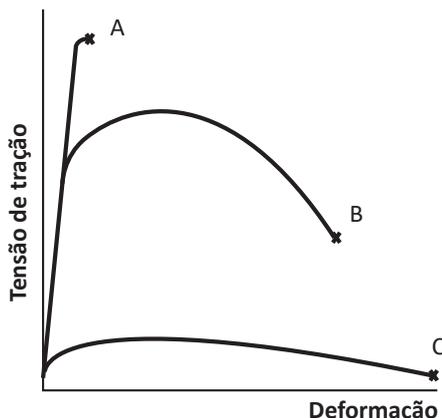
É correto apenas o que se afirma em

- A** I e IV.
- B** II e III.
- C** III e IV.
- D** I, II e III.
- E** I, II e IV.

Área livre

**QUESTÃO 11**

Os engenheiros utilizam o resultado de testes de laboratório na seleção de materiais para determinada aplicação estrutural. O teste de ruptura por tração, por exemplo, fornece informações importantes a respeito do material analisado, tais como resistência, ductibilidade e tenacidade. Durante o ensaio, um corpo de prova de dimensões padronizadas é tracionado a uma velocidade constante, enquanto a força de tração aplicada e o alongamento produzido são monitorados. O resultado do ensaio de três materiais hipotéticos diferentes (A, B e C) é apresentado a seguir na forma de um gráfico de tensão de tração *versus* deformação.



SHACKELFORD, J. F. *Introdução à ciência dos materiais para engenheiros*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado).

Em relação às curvas desse gráfico, assinale a opção correta.

- A** A resistência do material C é maior que a do material A.
- B** A ductibilidade do material A é maior que a do material B.
- C** A tenacidade do material B é maior que a do material A.
- D** A ductibilidade do material B é maior que a do material C.
- E** A tenacidade do material A é maior que a do material C.

**QUESTÃO 12**

Competência é o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA) necessários para resolução eficiente de funções, situações ou problemas, profissionais ou pessoais.

BEHAR, P. A. (Org.). *Competências em educação a distância*. Porto Alegre: Penso, 2013 (adaptado).

Suponha que o engenheiro responsável pela operação de uma planta química que processa produtos inflamáveis, tóxicos e com potencial poluidor deva descrever à área de gestão de pessoas o perfil esperado de um operador de campo para trabalhar nessa unidade.

Assinale a opção que contém o conjunto correto de competências necessárias a ser descrito pelo engenheiro.

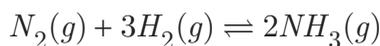
- A** Planejamento e organização; comunicação; gestão do conhecimento.
- B** Planejamento e organização; relacionamento interpessoal; comunicação.
- C** Planejamento e organização; gestão de melhorias e inovação; gestão do conhecimento.
- D** Orientação para a qualidade, saúde, segurança e meio ambiente; capacidade analítica; multifuncionalidade.
- E** Orientação para qualidade, saúde, segurança e meio ambiente; orientação para desenvolvimento pessoal; negociação.

**QUESTÃO 13**

Em uma reação reversível, o equilíbrio químico acontece quando a velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa. Conseqüentemente, as concentrações de todas as substâncias participantes permanecem constantes, possibilitando a determinação da constante de equilíbrio ( $K_c$ ).

CARVALHO G. C. *Química Moderna*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Suponha que, durante um teste em laboratório, um engenheiro tenha necessitado determinar a constante de equilíbrio da reação elementar de formação de amônia, representada a seguir.

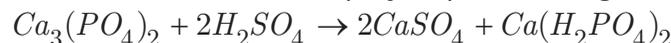


Com base nas informações apresentadas, qual relação de concentrações melhor representa o valor de  $K_c$ ?

- A  $[NH_3]$
- B  $[N_2][H_2]$
- C  $\frac{[N_2][H_2]}{[NH_3]}$
- D  $\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$
- E  $\frac{2[NH_3]}{3[N_2][H_2]}$

**Área livre****QUESTÃO 14**

Uma indústria produz superfosfato com 92% de pureza, a partir de fosfato de cálcio e ácido sulfúrico concentrado, conforme equação química a seguir.



Suponha que, em um teste, foram adicionados a um misturador 500 kg de fosfato de cálcio e 260 kg de ácido sulfúrico, produzindo 280 kg de superfosfato  $Ca(H_2PO_4)_2$ . Considere que os dados de massa molar (g/mol) são  $Ca = 40$ ;  $P = 31$ ;  $O = 16$ ;  $H = 1$ ;  $S = 32$ .

Assinale a opção que apresenta o reagente limitante e sua concentração em kmol.

- A Fosfato de cálcio, 1,48 kmol.
- B Fosfato de cálcio, 2,65 kmol.
- C Ácido sulfúrico, 1,20 kmol.
- D Ácido sulfúrico, 1,48 kmol.
- E Ácido sulfúrico, 2,65 kmol.

**QUESTÃO 15**

Um novo processo baseado na mecanização de uma linha de produção está em avaliação em uma indústria química. O processo atual (A) envolve um custo mensal fixo de R\$ 50.000,00 e um custo operacional de R\$ 80,00 por tonelada do produto. Com a mecanização da linha (processo B), o custo mensal fixo sobe para R\$ 100.000,00, com custo operacional de apenas R\$ 30,00 por tonelada do produto. Considere que o valor de venda da tonelada do produto seja de R\$ 150,00.

Assinale a opção que apresenta a produção (tonelada) no ponto de equilíbrio para cada um dos processos.

- A  $A = 714,3$  t e  $B = 933,3$  t.
- B  $A = 814,3$  t e  $B = 833,3$  t.
- C  $A = 714,3$  t e  $B = 833,3$  t.
- D  $A = 814,3$  t e  $B = 933,3$  t.
- E  $A = 714,3$  t e  $B = 733,3$  t.

**QUESTÃO 16**

O processo de produção de um polímero (P) a ser utilizado como biomaterial pode ocorrer por rota microbiológica. Esse processo é conduzido em um reator de mistura perfeita (CSTR) em fase aquosa, utilizando um resíduo agroindustrial rico em glicose (A) como substrato. A equação que representa essa reação é  $A \rightarrow P$ .

A vazão volumétrica de entrada e saída do reator é de 25 L/min com uma concentração inicial de glicose de 1 mol/L. Considere a cinética da reação de primeira ordem com a constante cinética igual a  $0,2 \text{ min}^{-1}$ .

Com base nas informações apresentadas, assinale a opção que apresenta o volume necessário do reator (em litros) para obter 95% de conversão de glicose.

- A** 22,75 L.
- B** 227,5 L.
- C** 555,0 L.
- D** 2 275 L.
- E** 5 550 L.

**QUESTÃO 17**

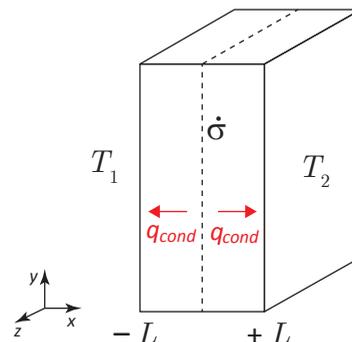
Uma caldeira hipotética foi projetada para gerar vapor saturado à pressão de 40 bar. Para tal, queima 2 t/h de um óleo combustível de Poder Calorífico Inferior (PCI) médio de 50 MJ/kg e 2 000 m<sup>3</sup>/h de um gás residual cujo PCI médio é 35 MJ/m<sup>3</sup>. A eficiência de projeto dessa caldeira é de 60% e o  $\Delta H$  considerado para a vaporização da água a 40 bar é de 1 700 kJ/kg.

Nesse contexto, assinale a opção que apresenta a produção de vapor esperada.

- A** 20 t/h.
- B** 30 t/h.
- C** 40 t/h.
- D** 50 t/h.
- E** 60 t/h.

**QUESTÃO 18**

Uma placa metálica, cujas faces externas estão mantidas às temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  por fluido de resfriamento, possui um aquecedor de resistência de espessura fina com fluxo térmico uniforme igual a  $\dot{\sigma}$ , conforme representado na figura a seguir.



O balanço de energia diferencial dessa placa, em coordenadas cartesianas, pode ser expresso por

$$\rho c_p \left( \frac{\partial T}{\partial t} \right) = \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right] + \dot{\sigma}$$

em que  $\rho$  é a massa específica do material,  $c_p$  é o calor específico do material,  $T$  é a temperatura,  $t$  é o tempo e  $x, y, z$  são as variáveis nos eixos cartesianos.

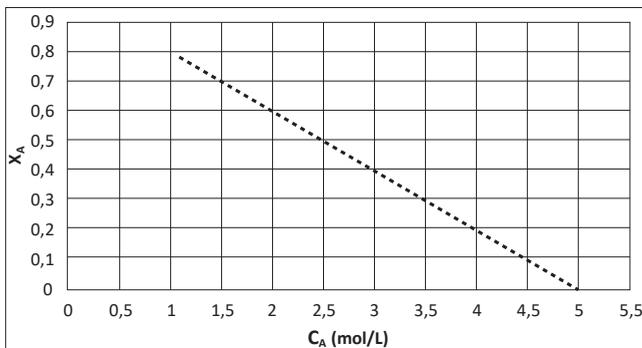
Considere o fluxo de calor dessa placa unidimensional na direção  $x$ , a condutividade térmica do material constante e a operação em regime permanente.

Assinale a opção que apresenta a equação que descreve esse fenômeno.

- A**  $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = -\frac{\dot{\sigma}}{k}$
- B**  $\frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) = 0$
- C**  $\left[ \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right] = -\frac{\dot{\sigma}}{k}$
- D**  $\left( \frac{\partial T}{\partial t} \right) = \frac{k}{\rho c_p} \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right) \right] + \frac{\dot{\sigma}}{\rho c_p}$
- E**  $\left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right] = -\dot{\sigma}$

**QUESTÃO 19**

Um experimento foi realizado em um reator batelada de 1 L, em determinadas condições de pressão e temperatura, durante um tempo de reação de 32 min. O reagente A se transforma no produto P de maneira irreversível em uma reação de primeira ordem. O gráfico a seguir representa o resultado da conversão de A ( $X_A$ ) versus a concentração de A ( $C_A$ ) obtido no experimento.



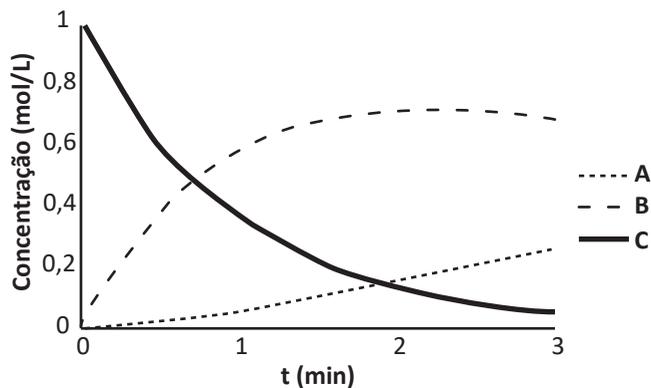
Com base nos resultados experimentais apresentados e nos dados fornecidos e considerando que  $\ln 5$  é aproximadamente igual a 1,6, assinale a opção que apresenta o valor correto da constante cinética da reação.

- A**  $k = 0,05 \text{ min}^{-1}$
- B**  $k = 0,125 \text{ min}^{-1}$
- C**  $k = 0,025 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D**  $k = 0,05 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- E**  $k = 0,125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Área livre

**QUESTÃO 20**

Na presença de ácido clorídrico, o isopropilbenzeno converte-se em isopropil-sec-butilbenzeno, que, por sua vez, transforma-se em isopropil-di-sec-butilbenzeno como resultado de uma reação em série. O gráfico a seguir representa as concentrações (mol/L) das diferentes espécies (A, B e C) em função do tempo (min).



Assinale a opção que apresenta corretamente as curvas associadas a cada uma das espécies.

- A** Isopropilbenzeno (A), isopropil-sec-butilbenzeno (B), isopropil-di-sec-butilbenzeno (C).
- B** Isopropilbenzeno (C), isopropil-sec-butilbenzeno (B), isopropil-di-sec-butilbenzeno (A).
- C** Isopropilbenzeno (B), isopropil-sec-butilbenzeno (C), isopropil-di-sec-butilbenzeno (A).
- D** Isopropilbenzeno (C), isopropil-sec-butilbenzeno (A), isopropil-di-sec-butilbenzeno (B).
- E** Isopropilbenzeno (B), isopropil-sec-butilbenzeno (A), isopropil-di-sec-butilbenzeno (C).

Área livre



**QUESTÃO 21**

A bactéria anaeróbia facultativa *Klebsiella oxytoca* tem a capacidade de utilizar glicerol como fonte de carbono para produção de butano-2,3-diol. Em altas concentrações de oxigênio dissolvido, o microrganismo preferencialmente incrementa a massa celular e, sob limitação de oxigênio, é favorecida a produção do álcool. Além disso, altas concentrações de substrato e produtos inibem o metabolismo nesse bioprocessos.

Considerando essas informações, assinale a opção que apresenta o modo de condução do bioprocessos que proporcionará maior produtividade em termos de butano-2,3-diol e menor quantidade de glicerol residual.

- A** Produção em batelada alimentada com reciclo de células e alto coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio.
- B** Produção em batelada com baixa concentração inicial de glicerol e alto coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio.
- C** Produção em batelada com alta concentração inicial de glicerol e baixo coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio.
- D** Produção em batelada alimentada com baixa concentração inicial de glicerol e alto coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio.
- E** Produção em sistema contínuo com um único reator com alta concentração de glicerol na alimentação e baixo coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio.

**QUESTÃO 22**

Em processos de tratamento de efluentes, vários fatores afetam a velocidade de sedimentação das partículas, a qual é crucial para a estabilidade de suspensões e para a homogeneidade destas preparações.

A respeito da velocidade de sedimentação das partículas em uma suspensão, avalie as afirmações a seguir.

- I. A redução do tamanho das partículas da fase dispersa geralmente diminui a velocidade de sedimentação das partículas.
- II. O aumento da viscosidade da fase dispersante geralmente diminui a velocidade de sedimentação das partículas.
- III. A diferença de densidade entre a fase dispersa e a fase dispersante afeta a velocidade de sedimentação das partículas.
- IV. A velocidade de sedimentação é diretamente proporcional à densidade das partículas, considerando a fase líquida com densidade constante.

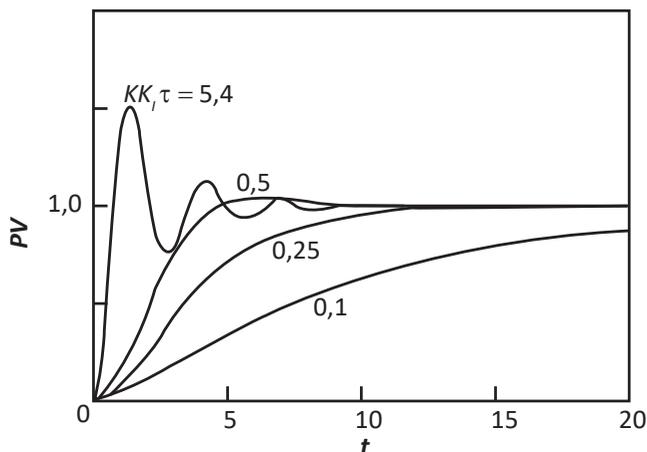
É correto o que se afirma em

- A** I e II, apenas.
- B** I e III, apenas.
- C** II e IV, apenas.
- D** III e IV, apenas.
- E** I, II, III e IV.

**Área livre**

**QUESTÃO 23**

Em um sistema representado por uma função de transferência de 1ª ordem, em malha fechada com um controlador do tipo integral puro ( $K_I/s$ ), o comportamento da variável de processo ( $PV$ ), a partir da variação unitária do *setpoint* ( $SP$ ), pode ser observada a seguir.



SMITH, C. A.; CORRIPIO, A. B. *Princípios e prática do controle automático de processo*. Rio de Janeiro: LTC, 2008 (adaptado).

A função de transferência em malha fechada pode ser representada por:

$$\frac{PV}{SP} = \frac{K \cdot K_I}{\tau \cdot s^2 + s + K \cdot K_I}$$

Com base nessas informações, avalie as afirmações a seguir.

- I. O sistema se instabilizará devido ao aumento excessivo do ganho do controlador.
- II. Quanto maior o valor do ganho da malha, mais rápida será a resposta e sem sobrevalor (*overshoot*).
- III. O controlador do tipo integral é utilizado para mitigar o erro permanente (*offset*) das malhas de controle.
- IV. Se todas as raízes da equação característica forem negativas, a malha de controle será estável.

É correto apenas o que se afirma em

- A** II.
- B** III e IV.
- C** I, II e III.
- D** I, II e IV.
- E** I, III e IV.

**QUESTÃO 24**

Considere uma instalação em que um tanque cilíndrico elevado (tanque 1) alimenta, por gravidade, um tanque cilíndrico menor posicionado em um nível inferior (tanque 2). O tanque 1 não é alimentado e a sua vazão de saída ( $Q_1$ ), que depende do nível de fluido no tanque ( $z_1$ ), é definida por  $k \cdot z_1$ , sendo  $k$  uma constante.

Com base nas informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

- I. A relação entre o nível final de líquido no tanque 1 e o tempo de operação do sistema é representada por uma função linear.
- II. O tempo de enchimento do tanque 2 é uma função logarítmica natural e depende do nível final do tanque 1, desde que o volume retirado do tanque 1 seja igual ou inferior ao volume total do tanque 2.
- III. O nível de líquido no tanque 2 pode ser calculado pela equação:  $z_2 = z_2^o + \frac{kz_1}{A_2} t$ , em que  $z_2$  é o nível final do tanque 2,  $z_2^o$  é o nível inicial do tanque 2,  $A_2$  é a área do fundo do tanque 2 e  $t$  é o tempo de operação.
- IV. No caso de o tanque 1 ter dimensões muito maiores do que o tanque 2, seria possível desprezar a variação da vazão de saída do tanque 1 e considerá-la constante.

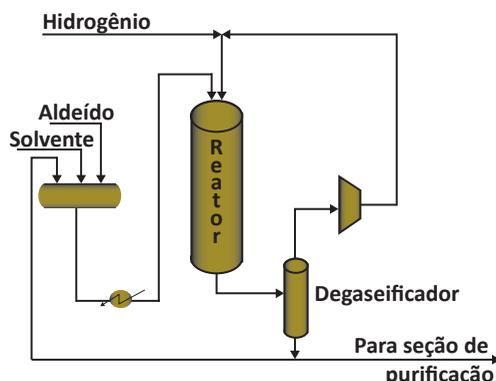
É correto apenas o que se afirma em

- A** I e III.
- B** II e IV.
- C** III e IV.
- D** I, II e III.
- E** I, II e IV.

**Área livre**

**QUESTÃO 25**

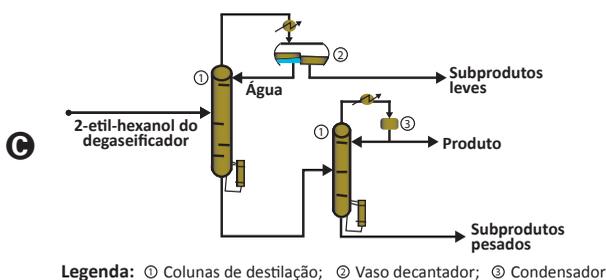
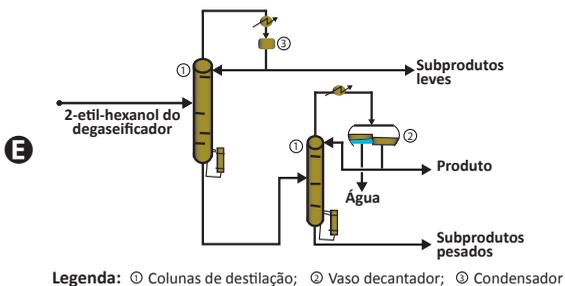
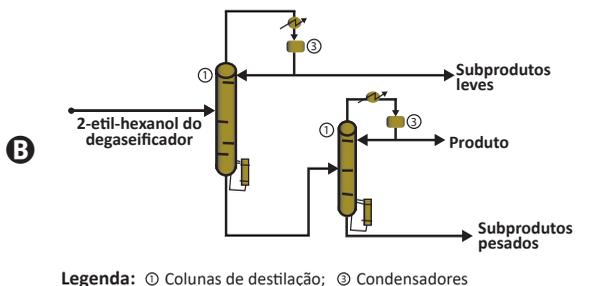
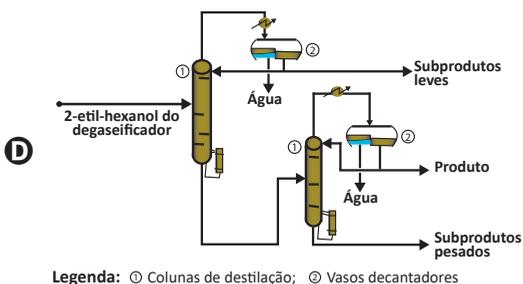
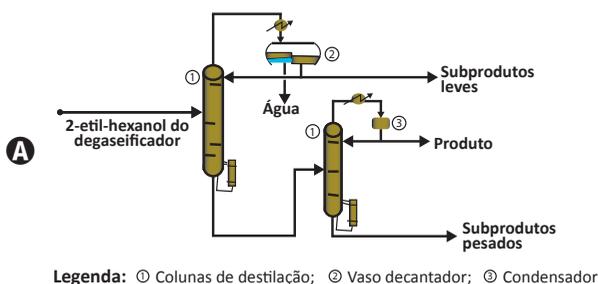
O 2-etil-hexanol, conhecido comercialmente como octanol, é usualmente produzido em um reator de hidrogenação com leito catalítico a base de níquel, conforme fluxograma a seguir.



No processo representado, a corrente oriunda do reator apresenta composição mássica de 90% de 2-etil-hexanol; 1% de água; 5% de subprodutos leves e 4% de subprodutos pesados. Considere que

- a solubilidade do 2-etil hexanol na água é cerca de 1% em massa;
- o 2-etil-hexanol forma com a água um azeótropo de mínimo e o ponto de ebulição é 180 °C a 1 atm;
- os subprodutos leves e pesados são queimados em uma caldeira e não devem ter uma segunda fase aquosa.

Com base nas informações apresentadas, assinale o fluxograma que complementa corretamente o processo para a obtenção de um produto com pureza mínima de 99,5% em massa e com teor máximo de água de 0,1% em massa.



**QUESTÃO 26**

Em uma indústria petroquímica, aldeídos isômeros são separados em uma coluna de destilação com 90 pratos, em que o limite de contaminação aceitável de pesados, no topo, é de 0,25% em peso e de leves, na base, é de 0,15% em peso.

Com base nas informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

- I. Se a contaminação no topo estiver em 0,07% em peso e a da base em 0,03% em peso, pode-se reduzir o consumo energético da coluna.
- II. Se a contaminação no topo estiver em 0,28% em peso, deve-se reduzir a vazão de refluxo.
- III. Se a contaminação na base estiver em 0,19% em peso, deve-se aumentar a vazão de vapor para o reboiler.

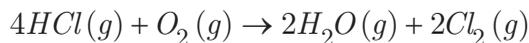
É correto o que se afirma em

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

**QUESTÃO 27**

A entalpia de formação é o calor liberado ou absorvido na reação de formação de 1 mol de determinada substância a partir de seus elementos constituintes (substâncias simples), no estado padrão.

Considerando a reação de oxidação do ácido clorídrico em meio gasoso representada a seguir:

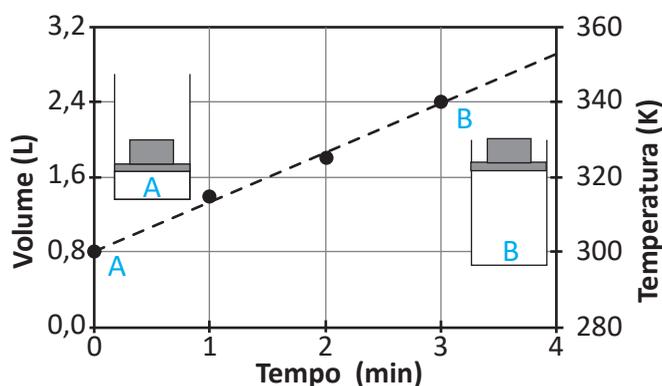


e as entalpias de formação de  $HCl(g)$  e  $H_2O(g)$  como sendo  $-92 \text{ J/mol}$  e  $-241 \text{ J/mol}$ , respectivamente, o calor dessa reação é

- A** 114 J/mol.
- B** -114 J/mol.
- C** 149 J/mol.
- D** 850 J/mol.
- E** -850 J/mol.

**QUESTÃO 28**

Um experimento foi conduzido visando avaliar a energia cedida por uma fonte quente para um sistema cilindro-pistão contendo gás ideal. Para tal, uma massa conhecida de gás foi inserida no cilindro e pressurizada com o peso do pistão, o qual possuía movimentação vertical livre, gerando uma condição inicial  $V_A$ ,  $T_A$  e  $P_A$ . Em seguida, a fonte quente foi acionada por 3 minutos e a condição final  $V_B$ ,  $T_B$  e  $P_B$  foi observada. O sistema manteve-se à pressão constante de 2,5 atm. O gráfico a seguir representa as observações ao longo do experimento.



A partir dos resultados observados no experimento, a variação de energia interna do sistema entre os pontos A e B foi determinada como sendo 8 kJ.

Considerando que não há perdas de energia no sistema e que  $1 \text{ atm} = 105 \text{ Pa}$ , assinale a opção que apresenta o valor correto da energia cedida pela fonte por unidade de tempo.

- A** 8,4 kJ/min.
- B** 8,0 kJ/min.
- C** 7,6 kJ/min.
- D** 2,8 kJ/min.
- E** 2,5 kJ/min.

**Área livre**

**QUESTÃO 29**

A coluna de adsorção é um dos equipamentos utilizados na remoção de contaminantes em efluentes de indústrias. Nesse processo, as moléculas de adsorvato que estão presentes numa corrente líquida ou gasosa são concentradas no adsorvente sólido por meio de ligações interfaciais. Os sítios ativos são preenchidos até que o sólido fique saturado, momento em que é preciso retirar os contaminantes do sólido para sua regeneração, por meio de um processo denominado dessorção.

Com base nessas informações, avalie as afirmações a seguir.

- I. O processo de adsorção é um fenômeno espontâneo.
- II. A etapa de regeneração da coluna apresenta entropia negativa, liberando calor.
- III. O calor envolvido tanto na adsorção química quanto na física é o mesmo, dependendo somente do adsorvente e do adsorvato utilizados.
- IV. A adsorção química nos sítios ocorre em multicamadas, enquanto a adsorção física ocorre em monocamada.

É correto apenas o que se afirma em

- A** I.
- B** III e IV.
- C** I, II e III.
- D** I, II e IV.
- E** II, III e IV.

Área livre

**QUESTÃO 30**

Suponha que uma indústria química gera, diariamente, 24 t de uma lama orgânica que é enviada para incineração em outra empresa a um custo de R\$ 55,00/t.

Experimentos em laboratório indicaram que essa lama tem Poder Calorífico Inferior (PCI) médio de 10 000 kcal/t, porém a eficiência da queima é de 80%, o que ocasiona a formação de cinzas na proporção de 0,05 t por tonelada de lama. O custo de descarte da cinza é de R\$ 100,00/t.

O corpo técnico da empresa propôs que a diretoria investisse R\$ 7.500.000,00 em um projeto de adequação da caldeira existente para queimar toda a lama, substituindo parte do óleo combustível, que apresenta PCI de 16 000 kcal/t e custo de R\$ 1.100,00/t.

A empresa considera que um projeto dessa magnitude é viável, desde que o tempo de retorno simples seja inferior a 1 ano.

Em relação ao projeto, avalie as afirmações a seguir.

- I. A lama orgânica substitui 5 t/h de óleo combustível.
- II. O retorno do investimento é de R\$ 600,00/h.
- III. O projeto é economicamente viável, segundo critério utilizado pela empresa.

É 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.

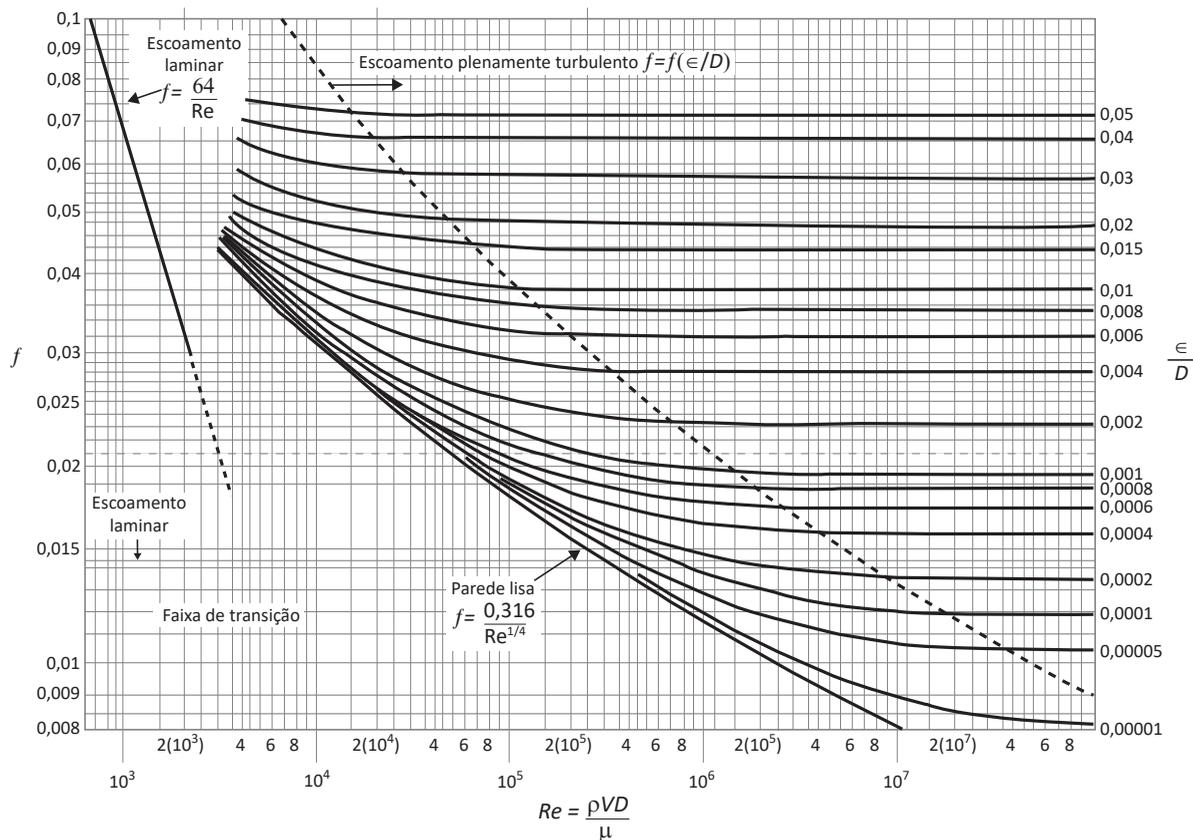
Área livre

**QUESTÃO 31**

O fator de atrito é parâmetro importante a ser avaliado no escoamento de fluidos em tubulações para determinação da perda de carga do sistema e depende do tipo de escoamento e da rugosidade do tubo.

Em 1939, Cyril F. Colebrook combinou dados disponíveis para o escoamento de transição e turbulento, tanto para tubulações lisas quanto para rugosas, e criou uma relação implícita denominada de equação de Colebrook. Posteriormente, Lewis F. Moody elaborou o diagrama de Moody, reunindo os cálculos do fator de atrito para o escoamento em um tubo como uma função do número de Reynolds e da rugosidade relativa.

O diagrama de Moody é apresentado na figura a seguir.



MORAN, M. J. *et al.* **Principles of engineering thermodynamics**. 8. ed. Hoboken, Nova Jersey (EUA): John Wiley & Sons, 2015 (adaptado).

Com base no diagrama de Moody e nas informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

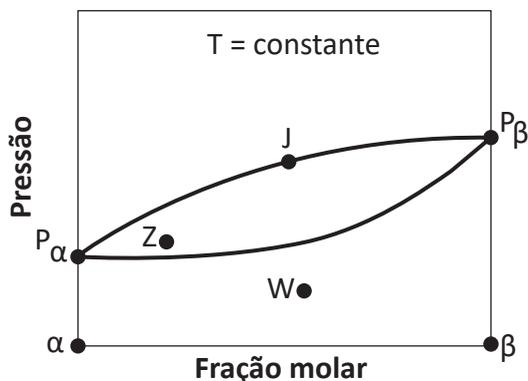
- I. Para o escoamento laminar, o fator de atrito depende do número de Reynolds, sendo independente da rugosidade da superfície.
- II. Para superfícies lisas, a rugosidade relativa é nula, logo, o fator de atrito é zero.
- III. Para números de Reynolds muito grandes, as curvas de fator de atrito correspondentes às curvas de rugosidade relativas especificadas são praticamente horizontais, tornando o fator de atrito independente do número de Reynolds nessa região.

É correto o que se afirma em

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

**QUESTÃO 32**

O conhecimento da composição das fases em equilíbrio é essencial para o fracionamento de compostos de misturas complexas. Nesse contexto, o gráfico a seguir representa as curvas de equilíbrio líquido-vapor para uma mistura binária, sendo  $P_\alpha$  e  $P_\beta$  as pressões de vapor das substâncias  $\alpha$  e  $\beta$ , respectivamente, a uma dada temperatura T.



Com base nas informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

- I. O ponto W representa uma única fase, a fase líquida.
- II. A substância  $\beta$  é mais volátil que a substância  $\alpha$ .
- III. O ponto J representa duas fases em equilíbrio.
- IV. O ponto Z representa uma mistura rica na fase vapor.

É correto apenas o que se afirma em

- A** I e III.
- B** I e IV.
- C** II e III.
- D** I, II e IV.
- E** II, III e IV.

Área livre

**QUESTÃO 33**

Suponha que uma essência à base de sementes brasileiras tenha sido desenvolvida por um grupo de estudantes visando à valorização da matéria prima local e à produção de um perfume de ambientes de baixo custo. O produto tem aspecto viscoso e será comercializado em um frasco difusor sem tampa, com fundo esférico achatado e gargalo cilíndrico de 10 cm de altura e 2 cm de diâmetro. A seguir, são apresentados alguns dos parâmetros que foram considerados para a estimativa do tempo de sublimação total de uma unidade de 20 g do produto.

- Condições do ambiente: 1 atm e 25 °C.
- Pressão de vapor do produto: 0,1 atm a 25 °C.
- Difusividade do produto no ar: 0,10 cm<sup>2</sup>/s.
- Massa molar média do produto: 80 g/mol.

A partir desses dados e considerando a transferência de massa exclusivamente por difusão, o tempo de consumo estimado para uma carga de 20 g foi de 21 dias, aquém da expectativa inicial de que os consumidores fizessem apenas recargas mensais.

Com base nos dados e informações apresentados e considerando a eficiência das propostas do grupo para aumentar o tempo de duração da carga, avalie as afirmações a seguir.

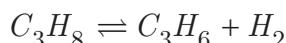
- I. Instalar uma tampa perfurada no frasco.
- II. Diminuir o diâmetro e o comprimento do gargalo da embalagem.
- III. Adicionar pequenas esferas inertes flutuantes no interior do frasco.
- IV. Substituir o solvente utilizado na essência por outro com maior pressão de vapor na temperatura ambiente.

É correto apenas o que se afirma em

- A** I e III.
- B** II e IV.
- C** III e IV.
- D** I, II e III.
- E** I, II e IV.

**QUESTÃO 34**

Uma das rotas para a produção de propeno envolve a desidrogenação catalítica de propano, conforme a equação a seguir.



Nesse processo, são utilizados catalisadores de platina a fim de aumentar a seletividade em propeno e evitar a ocorrência de reações indesejadas, como as que levam à formação de metano. Além disso, temperaturas demasiadamente elevadas podem provocar o craqueamento do propano, formando coque. A entalpia padrão dessa reação a 298 K corresponde a 124 kJ/mol.

A cinética da desidrogenação do propano pode ser escrita por um modelo de Langmuir-Hinshelwood, conforme a expressão a seguir, na qual  $k'$  é uma constante cinética;  $P_j$  é a pressão parcial do componente  $j$ , em que  $j$  pode ser  $C_3H_8$ ,  $C_3H_6$ ,  $H_2$  ou  $CH_4$ ;  $K_{eq}$  é a constante de equilíbrio da reação; e  $K_{C_3H_6}$  e  $K_{CH_4}$  são constantes de adsorção para o propeno e o metano, respectivamente.

$$r_{C_3H_8} = - \frac{k' \left( P_{C_3H_8} - P_{C_3H_6} P_{H_2} / K_{eq} \right)}{\left( 1 + K_{C_3H_6} P_{C_3H_6} + K_{CH_4} P_{CH_4} \right)^2}$$

RICCA, A. *et al.* Membrane assisted propane dehydrogenation: experimental investigation and mathematical modelling of catalytic reactions. **Catalysis Today**, v. 331, p. 43-52, 2019 (adaptado).

Com base na situação descrita, avalie as afirmações a seguir.

- I. Para deslocar o equilíbrio da desidrogenação do propano no sentido de formação de propeno, deve-se conduzir essa reação sob alta temperatura e pressão elevada.
- II. Analisando a lei cinética descrita previamente, observa-se uma competição de moléculas de propeno e de metano nos sítios ativos do catalisador em relação à adsorção de propano.
- III. Em função do potencial craqueamento do propano, o coque formado tende a provocar o bloqueio dos poros do catalisador e levar à sua desativação.

É correto o que se afirma em

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

Área livre

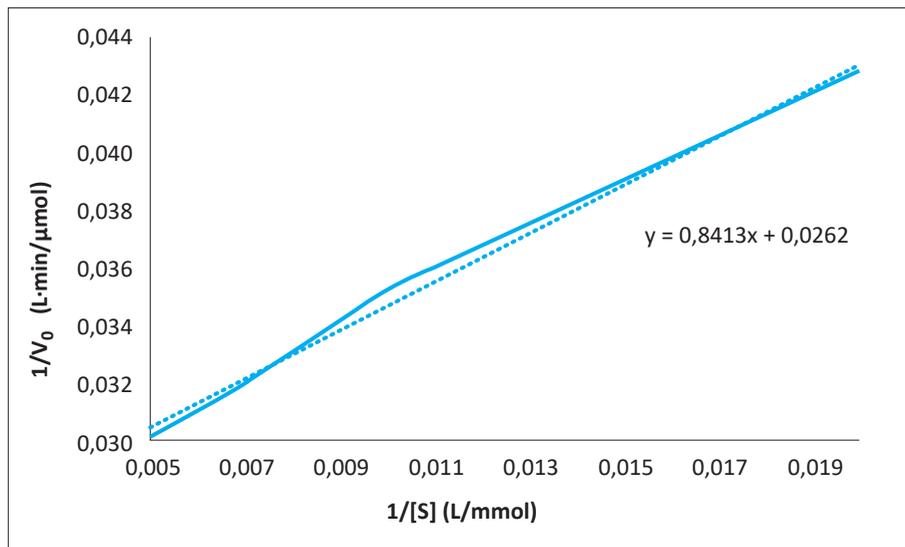
**QUESTÃO 35**

A equação de Michaelis-Menten, apresentada a seguir, descreve a curva hiperbólica da velocidade de reação  $V_0$  versus a concentração do substrato  $[S]$  para a maioria das reações de catálise enzimática com apenas um substrato, sendo  $K_m$  a constante de Michaelis-Menten e  $V_{max}$  a velocidade máxima da reação.

$$V_0 = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

A glicoamilase é uma das enzimas utilizadas pela indústria alimentícia na hidrólise da maltose para produzir xaropes com maior teor de glicose. A cinética dessa reação é determinada experimentalmente em um reator fechado e aquecido a 40 °C. A equação que descreve a reação é  $Maltose + H_2O \rightarrow 2Glicose$

A partir da linearização da equação de Michaelis-Menten, utilizando-se Lineweaver-Burk, e dos dados experimentais obtidos, foi construído o gráfico a seguir.



NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014 (adaptado).

Com base nas informações apresentadas, assinale a opção que apresenta os valores aproximados da constante cinética da Lei de Michaelis-Menten e da velocidade máxima da reação.

- A**  $K_m = 32 \text{ mmol/L}$  e  $V_{m\acute{a}x} = 38 \text{ } \mu\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ .
- B**  $K_m = 0,0262 \text{ mmol/L}$  e  $V_{m\acute{a}x} = 0,8413 \text{ } \mu\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ .
- C**  $K_m = 1,2 \text{ mmol/L}$  e  $V_{m\acute{a}x} = 38 \text{ } \mu\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ .
- D**  $K_m = 0,8413 \text{ mmol/L}$  e  $V_{m\acute{a}x} = 0,0262 \text{ } \mu\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ .
- E**  $K_m = 38 \text{ mmol/L}$  e  $V_{m\acute{a}x} = 32 \text{ } \mu\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ .

Área livre

**QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DA PROVA**

As questões abaixo visam conhecer sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar. Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião nos espaços apropriados do **CARTÃO-RESPOSTA**.

**QUESTÃO 01**

Qual o grau de dificuldade desta prova na parte de Formação Geral?

- A** Muito fácil.
- B** Fácil.
- C** Médio.
- D** Difícil.
- E** Muito difícil.

**QUESTÃO 02**

Qual o grau de dificuldade desta prova na parte de Componente Específico?

- A** Muito fácil.
- B** Fácil.
- C** Médio.
- D** Difícil.
- E** Muito difícil.

**QUESTÃO 03**

Considerando a extensão da prova, em relação ao tempo total, você considera que a prova foi

- A** muito longa.
- B** longa.
- C** adequada.
- D** curta.
- E** muito curta.

**QUESTÃO 04**

Os enunciados das questões da prova na parte de Formação Geral estavam claros e objetivos?

- A** Sim, todos.
- B** Sim, a maioria.
- C** Apenas cerca da metade.
- D** Poucos.
- E** Não, nenhum.

**QUESTÃO 05**

Os enunciados das questões da prova na parte de Componente Específico estavam claros e objetivos?

- A** Sim, todos.
- B** Sim, a maioria.
- C** Apenas cerca da metade.
- D** Poucos.
- E** Não, nenhum.

**QUESTÃO 06**

As informações/instruções fornecidas para a resolução das questões foram suficientes para resolvê-las?

- A** Sim, até excessivas.
- B** Sim, em todas elas.
- C** Sim, na maioria delas.
- D** Sim, somente em algumas.
- E** Não, em nenhuma delas.

**QUESTÃO 07**

Você se deparou com alguma dificuldade ao responder à prova? Qual?

- A** Desconhecimento do conteúdo.
- B** Forma diferente de abordagem do conteúdo.
- C** Espaço insuficiente para responder às questões.
- D** Falta de motivação para fazer a prova.
- E** Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

**QUESTÃO 08**

Considerando apenas as questões objetivas da prova, você percebeu que

- A** não estudou ainda a maioria desses conteúdos.
- B** estudou alguns desses conteúdos, mas não os aprendeu.
- C** estudou a maioria desses conteúdos, mas não os aprendeu.
- D** estudou e aprendeu muitos desses conteúdos.
- E** estudou e aprendeu todos esses conteúdos.

**QUESTÃO 09**

Qual foi o tempo gasto por você para concluir a prova?

- A** Menos de uma hora.
- B** Entre uma e duas horas.
- C** Entre duas e três horas.
- D** Entre três e quatro horas.
- E** Quatro horas, e não consegui terminar.