



ENGENHARIA QUÍMICA

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 do 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: Discursiva	D1	35%	25%
Formação Geral: Objetivas	01 a 09	65%	
Componente Específico: Discursiva	D2	10%	75%
Componente Específico: Objetivas	10 a 38	90%	
Questionário de Percepção da Prova	01 a 09	-	-

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. A prova terá duração de quatro horas. Lembre-se de reservar um período para transcrição das respostas para o **CARTÃO-RESPOSTA**.
8. Ao terminar a prova, acene para o Chefe de Sala e aguarde-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, **duas horas** a partir do início da prova e só poderá levar este Caderno quando faltarem 30 minutos para o término da prova.



QUESTÃO DISCURSIVA 01

Na publicação Síntese de Indicadores Sociais, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022, é sistematizado um conjunto de informações sobre a realidade social brasileira. Os indicadores ilustram a heterogeneidade da sociedade sob a perspectiva das desigualdades sociais e, de modo geral, demonstram que todas as Grandes Regiões do Brasil registraram aumento da extrema pobreza em 2021. Pelos critérios do Banco Mundial, cerca de 29,4% da população do Brasil estavam em situação de pobreza e 8,4%, de extrema pobreza, sendo esses os maiores percentuais de ambos os grupos desde o início da série, em 2012. O índice de Gini, indicador que permite analisar o nível de igualdade ou desigualdade de uma região ou de um país, teve seu valor elevado e atingiu o segundo maior patamar da série. Com esses resultados, o Brasil permanece entre os países mais desiguais do mundo. Além disso, a urbanização desigual e acelerada resultou na expansão e no agravamento de diversos problemas socioambientais. São evidentes as desigualdades territoriais no acesso a áreas com infraestrutura adequada nas cidades brasileiras. É na periferia, marcada pela estratificação e segregação socioespacial, que se consolida a exclusão da população vulnerabilizada socioeconomicamente.

Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/35687-em-2021-pobreza-tem-aumento-recorde-e-atinge-62-5-milhoes-de-pessoas-maior-nivel-desde-2012>.

Acesso em: 9 jun. 2023 (adaptado).

A partir das ideias apresentadas no texto, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Explique a relação entre o perfil da população brasileira atingida pelas desigualdades sociais nas cidades e os fenômenos de risco socioambiental. (valor: 5,0 pontos)
- Apresente duas propostas que possam ser desenvolvidas em bairros periféricos com condições habitacionais precárias, de forma a serem minimizados os riscos socioambientais, e que envolvam ação governamental e participação da comunidade. (valor: 5,0 pontos)



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



QUESTÃO 01

A fome e a insegurança alimentar, antigos problemas da sociedade, são agravados em regiões com elevados índices de desigualdade social. Propor soluções para esse quadro requer uma abordagem multidimensional, que possibilite a interação entre as dimensões sociais, culturais, políticas, econômicas e ambientais envolvidas na produção e na distribuição de alimentos.



Foto: Unicef/Sayed Bidel.

Impacto dos conflitos sobre pessoas mais vulneráveis.



Foto: FAO/Anatolii Stepanov. Colheita de trigo perto da vila de Krasne, na Ucrânia.



Foto: Unicef/Safidy Andriananten.
Secas em Madagascar colocam o país africano
entre aqueles onde há mais fome.

Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/05/1788102>.

Acesso em: 10 jun. 2023.

Considerando o texto e as imagens apresentados, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

I. A fome no mundo é um fenômeno biológico e sociológico inevitável.

PORQUE

II. A disponibilidade desigual de alimentos, o acirramento de conflitos geopolíticos, a formação de cadeias agrícolas globais e o aumento das catástrofes climáticas são fatores que impactam a segurança alimentar de um grande número de populações.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- A** As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- B** As asserções I e II são proposições 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 proposições falsas.

QUESTÃO 02

O crescimento das cidades promove o aumento da demanda por serviços de água tratada, esgotamento sanitário, manejo das águas pluviais, limpeza urbana e coleta de resíduos sólidos. No Brasil, o processo de urbanização ocorreu de forma rápida e desigual, o que resultou no agravamento de injustiças sociais e econômicas. Os serviços de saneamento básico considerados direitos humanos fundamentais não são acessíveis a uma parcela significativa da população, principalmente àquela em que se concentram os segmentos populacionais em situação de vulnerabilidade.

O atendimento integral e universalizado junto às populações periféricas e em situação de vulnerabilidade constitui um grande desafio, por demandar políticas públicas e investimentos subsidiados e permanentes.

Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/verdegrande/article/view/6018>. Acesso em: 22 jun. 2023 (adaptado).

Acerca do saneamento básico no Brasil, avalie as afirmações a seguir.

- I. A grave desigualdade social, evidenciada pela segregação nos espaços urbanos, é uma das barreiras para a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico.
- II. O serviço de abastecimento de água no Brasil situa-se no mesmo patamar de fornecimento e de infraestrutura que o sistema de coleta e tratamento do esgoto.
- III. A universalização do acesso aos serviços de saneamento básico requer investimentos em políticas públicas e em tecnologias sociais que priorizem a democratização e o atendimento às populações em situação de vulnerabilidade.
- IV. O aumento da incidência de doenças transmitidas pela água resulta não somente da inadequação dos serviços de saneamento, mas também da precariedade das condições de moradia da população em situação de vulnerabilidade.

É correto apenas o que se afirma em

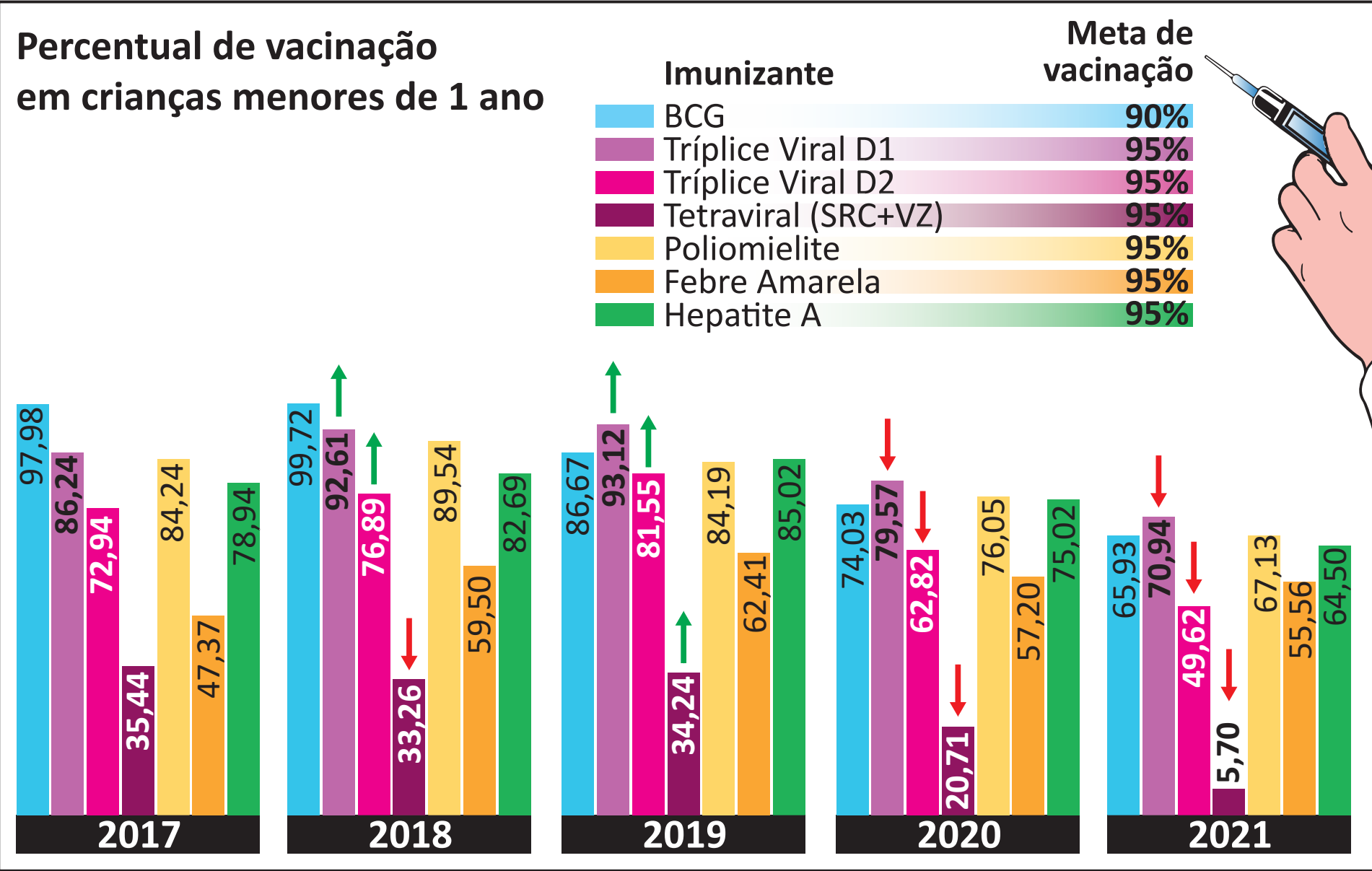
- A** I e II.
- B** I e IV.
- C** II e III.
- D** I, III e IV.
- E** II, III e IV.

QUESTÃO 03

Estudos realizados em 2021 pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), em parceria com a Organização Mundial da Saúde (OMS), mostraram que, no Brasil, houve uma queda brusca da taxa de vacinação infantil nos últimos anos: entre 2017 e 2021, a taxa caiu de 93,1% para 71,49%, considerando-se crianças com menos de um ano de idade.

Essa redução da cobertura vacinal deixa a população infantil muito vulnerável e exposta a doenças que já estavam praticamente erradicadas, tal como o sarampo, que em 2018 voltou a ser uma preocupação para os brasileiros. Além do sarampo, corre-se o risco de outras doenças voltarem a acometer as crianças, como a poliomielite, a meningite, a rubéola e a difteria.

O gráfico a seguir mostra as taxas de vacinação infantil, em crianças menores de um ano de idade, no período de 2017 a 2021.



Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/vacinacao-infantil-sofre-queda-brusca-no-brasil>. Acesso em: 23 de jun. 2023 (adaptado).

Considerando as informações apresentadas no texto e no gráfico, assinale a opção correta.

- A** O percentual de vacinação com o imunizante da poliomielite se manteve constante na maior parte do período de 2017 a 2021.
- B** A baixa cobertura vacinal de crianças menores de um ano de idade é um dos indicadores de baixo desempenho das políticas públicas de atenção primária em saúde.
- C** A cobertura vacinal de crianças menores de um ano de idade foi muito variável, com alto índice vacinal da BCG e média cobertura da vacina tetraviral, no período de 2017 a 2021.
- D** O aumento da taxa de vacinação infantil contra a febre amarela em 2021, em comparação com o índice registrado em 2017, revela que as campanhas de conscientização da população foram bem-sucedidas quanto ao alcance da meta de vacinação contra essa enfermidade.
- E** A pandemia de Covid-19, ao ampliar a conscientização da população sobre a necessidade de manter alto índice vacinal para evitar o reaparecimento de doenças infectocontagiosas, contribuiu para o aumento da cobertura vacinal contra outras doenças, conforme indicado no gráfico.



QUESTÃO 04**TEXTO 1**

A Inteligência Artificial (IA) generativa é capaz de criar novos dados, únicos, que possibilitam aprender por conta própria, indo além do que a tecnologia tradicional proporciona, visto que esta precisa de intervenção humana. Um exemplo da IA generativa é o ChatGPT, que pode gerar imagens, músicas e textos completamente novos. Entre outras coisas, por meio da IA generativa, é possível elaborar modelos de previsão de testes clínicos, realizar a identificação de padrões em exames médicos e, ainda, auxiliar no diagnóstico de doenças.

Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/07/12/internet-e-redes-sociais/inteligencia-artificial-generativa-o-que-e-como-funciona-e-onde-usar/>.

Acesso em: 2 ago. 2023 (adaptado).

TEXTO 2

Acredita-se que a tecnologia de IA generativa será disruptiva e, portanto, capaz de alterar drasticamente a maneira como o ser humano se relaciona com as máquinas. O uso da IA generativa pode causar importante revolução no segmento de produção de conteúdo. Muitas dessas consequências poderão ser maléficas para diversos setores da sociedade. Além do mau uso dessa tecnologia e das questões éticas, avalia-se que ela pode agravar a desigualdade econômico-social, tanto entre nações quanto entre indivíduos da mesma nação.

Disponível em: <https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/o-que-e-ia-generativa/>.

Acesso em: 2 ago. 2023 (adaptado).

Considerando os textos apresentados, é correto afirmar que a IA generativa

- A** proporciona novos recursos de linguagem que geram tecnologias capazes de realizar interações próprias dos seres humanos.
- B** restringe o aprendizado ao que é legalmente estabelecido e útil ao ser humano, o que facilita seu modo de agir no mundo do conhecimento e do trabalho.
- C** promove a igualdade econômico-social ao substituir o ser humano no exercício de profissões cujas atividades sejam repetitivas e exijam pouco conhecimento.
- D** gera pouco impacto socioeconômico em países com elevado desenvolvimento tecnológico, pois, neles, os processos de criação e inovação já estão bem consolidados.
- E** estimula o desenvolvimento intelectual dos seres humanos, uma vez que ela assume parte do conhecimento, resolvendo problemas antes delegados apenas a especialistas.



QUESTÃO 05

Os seguintes ícones foram utilizados em um estudo realizado por um grupo de trabalho de monitoramento da relação das mulheres com a mobilidade urbana na cidade de São Paulo. Na pesquisa, perguntou-se às mulheres como elas se sentiam nas situações representadas por tais imagens.

As respostas relativas a cada tipo de mobilidade urbana são apresentadas a seguir.

 Ando a pé	Atenta Insegura Cansada Ansiosa	 Pego o ônibus	Desconfortável Insegura Péssima
 Ando de bicicleta	Não ando Livre	 Ando de Metrô	Atenta aos assédios Observada Desconfiada Um pouco mais segura
 Ando de trem	Em pânico Apertada	 Frequento o espaço público	Nem fico, tenho medo Passo correndo Em alerta

Coletivo Fórum Regional das Mulheres da Zona Norte, Rede MÁS, Sampapé! (2018). **Relatório de Análises, Resultados e Recomendações.** Projeto Mulheres Caminhantes! Auditoria de Segurança de Gênero e Caminhabilidade Terminal Santana, São Paulo, SP (adaptado).

Considerando o estudo apresentado e relacionando o trabalho de monitoramento social das necessidades de mulheres no contexto urbano aos pressupostos do direito à cidade, avalie as afirmações a seguir.

- I. A predominância de comentários negativos indica o medo generalizado que as mulheres sentem ao se deslocarem ativamente pela cidade, inclusive quanto à percepção de seu corpo no espaço urbano.
- II. Os comentários negativos sobre os modos coletivos de transporte estão relacionados à lotação nesses meios e a situações de assédio, tendo sido o metrô avaliado como um espaço um pouco mais seguro para as mulheres, em comparação com outras formas de mobilidade.

III. Os comentários negativos refletem a percepção das mulheres quanto ao perigo a que se expõem e sugerem que o medo relacionado à vulnerabilidade de gênero aponta para uma geografia particular nas cidades, em que os meios de transporte afetam os movimentos rotineiros das mulheres no espaço urbano.

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.



QUESTÃO 06

TEXTO 1

Maria Bárbara tinha o verdadeiro tipo das velhas maranhenses criadas na fazenda. Tratava muito dos avós, quase todos portugueses. Quando falava dos pretos, dizia “os sujos” e, quando se referia a um mulato dizia “o cabra”. Maria Bárbara tinha grande admiração pelos portugueses, dedicava-lhes um entusiasmo sem limites, preferia-os em tudo aos brasileiros. Quando a filha foi pedida por Manuel Pedroso, então principiante no comércio da capital, ela dissera: “Bem! Ao menos tenho a certeza de que é branco!”

AZEVEDO, A. **O mulato**. São Luís: Typografia o Paiz, 1881 (adaptado).

TEXTO 2

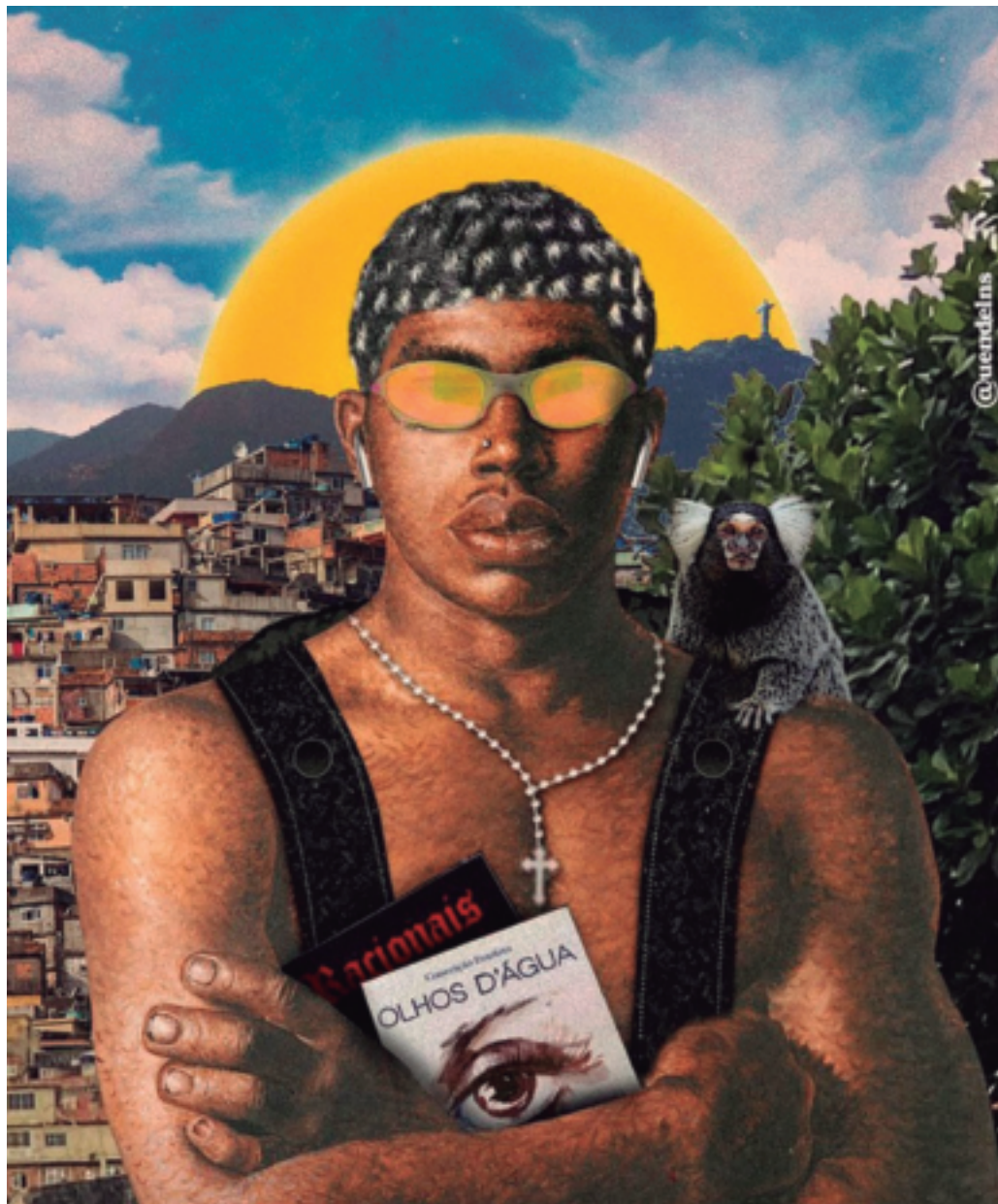
A morte brinca com balas nos dedos gatilhos dos meninos. Dorvi se lembrou do combinado, o juramento feito em voz uníssona, gritado sob o pipocar dos tiros:

— A gente combinamos de não morrer!

Balas enfeitam o coração da noite. Não gosto de filmes da tevê. Morre e mata de mentira. Aqui, não. Às vezes a morte é leve como a poeira. E a vida se confunde com um pó branco qualquer. Às vezes é uma fumaça adocicada enchendo o pulmão da gente.

EVARISTO, C. **Olhos d’água**. Rio de Janeiro: Pallas. Fundação Biblioteca Nacional, 2016 (adaptado).

TEXTO 3



DEL NUNES. **O Cria**. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CgCSOKegX4J/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

O Cria é uma releitura da pintura “O Mestiço” de Cândido Portinari. Em sua obra, Del Nunes personifica a identidade do jovem brasileiro das periferias do Brasil. Oriundo de São Cristóvão, bairro periférico de Salvador, o artista transmite em suas produções a essência da cultura preta, cria e recria momentos do povo negro apagados pela história, divulgando-as nas redes sociais.

A partir das informações apresentadas e tendo em vista a possibilidade das várias manifestações culturais estabelecerem relação com a construção da memória e a definição da identidade cultural de um povo, avalie as afirmações a seguir.

- I. Os trechos das obras apresentadas nos textos 1 e 2 e a ressignificação artística proposta no texto 3 resgatam uma reflexão acerca da condição histórica da maioria da população brasileira.
- II. Ao longo do processo histórico de constituição da identidade do povo brasileiro, o convívio cooperativo e cordial entre as diferentes culturas contribuiu para a integração e o respeito às diferenças étnicas e religiosas.
- III. A produção de conteúdo artístico que proponha a reflexão sobre a condição social da população negra provoca a quebra do silenciamento imposto pelo processo de segregação historicamente promovido pelo processo de colonização.
- IV. A arte expressa no texto 3, ao imitar uma obra clássica de Portinari, apresenta limitação na promoção do empoderamento da população afrodescendente, provocando um acirramento cultural.

É correto apenas o que se afirma em

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

QUESTÃO 07

No Brasil, os idosos têm sido cada vez mais obrigados a permanecer no trabalho formal ou informal, mesmo após a aposentadoria, visto que os recursos provenientes desta, na maioria dos casos, são insuficientes para a manutenção dos indivíduos. Um fator que pode ter agravado essa situação foi a aprovação da reforma previdenciária de 2019, que modificou as regras de idade e contribuição para o acesso ao direito ao benefício da aposentadoria. Tal mudança pode ter resultado em um número ainda maior de idosos que disputam com as populações jovens e com sistemas de automação, no mercado atual, o trabalho precarizado. Essa situação contribui para o acirramento do preconceito contra essa faixa etária, denominado etarismo.

Considerando o texto apresentado, avalie as afirmações a seguir.

- I. O conceito de etarismo fundamenta-se no fato de os idosos terem capacidade de trabalho reduzida e imporem custo elevado à previdência social, o que compromete a sua sustentabilidade econômica.
- II. As ações legislativas que visem ao prolongamento do tempo de atuação da população idosa no mercado de trabalho devem ser acompanhadas por uma política de promoção da saúde e da qualidade de vida.
- III. As ações intergeracionais no mercado de trabalho têm como premissa o desenvolvimento de tecnologias que dotem o idoso de capacidade de trabalho equivalente à de seus colegas jovens.

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 08

Recentemente, a população carcerária feminina do Brasil tornou-se a terceira maior do mundo. A situação do encarceramento feminino por tráfico de drogas e outras situações que circundam o assunto foi tema de discussão da Secretaria de Políticas sobre Drogas do Ministério da Justiça e Segurança Pública (Senad/MJSP), em seminário realizado em abril de 2023. O evento contou com a participação de 23 países. Segundo os dados apresentados pela Senad, a incidência penal sobre drogas no Brasil é uma das principais causas de prisão de mulheres, chegando a 54% dos casos de encarceramento, contra 28% dos homens, índice que impacta em aspectos como maternidade e primeira infância.

Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/senad-discute-situacao-de-mulheres-encarceradas-no-contexto-de-drogas-no-brasil>.

Acesso em: 15 jun. 2023 (adaptado).

Acerca do tema apresentado, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. A maioria das mulheres envolvidas em atividades do tráfico encontra-se em posições hierarquicamente inferiores, sendo classificadas como “mulas e aviões”, o que revela a reprodução, no mercado ilegal, da divisão sexual do trabalho observada no mercado formal.

PORQUE

- II. O sistema penal agrava a situação de vulnerabilidade das mulheres encarceradas, seja pela invisibilização com que as trata, seja por meio da violência institucional que reproduz a violência estrutural das relações sociais patriarcais.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- A** As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- B** As asserções I e II são proposições 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 proposições falsas.

QUESTÃO 09

A sociedade do século XXI não é mais uma sociedade disciplinar, mas, sim, uma sociedade do desempenho. Os seus habitantes também não se chamam mais sujeitos de obediência, mas, sim, sujeitos de desempenho e produção. São empresários de si mesmos.

BYUNG-CHUL HAN. **Sociedade do Cansaço**. Petrópolis: Vozes, 2015 (adaptado).

Considerando o texto apresentado, avalie as afirmações a seguir.

- I. Os recursos tecnológicos, como notificações de mensagens em tempo real e controle da velocidade de áudio em redes de mensagens, são fatores que podem contribuir para a precarização das relações de trabalho na sociedade contemporânea.
- II. As medidas pessoais de proteção à saúde mental e de promoção da qualidade de vida incluem a desativação de aplicativos e mecanismos de notificações instantâneas, bem como a fixação de horários para uso profissional e uso recreativo das tecnologias digitais.
- III. As medidas públicas de prevenção das doenças e dos danos sociais associados ao uso excessivo dos recursos tecnológicos de comunicação envolvem estímulos ao letramento digital, à alfabetização midiática e à regulamentação do uso de plataformas digitais no ambiente de trabalho.

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.

COMPONENTE ESPECÍFICO

QUESTÃO DISCURSIVA 02

Suponha que uma indústria farmacêutica necessite de um trocador de calor para condensar o vapor de água em um de seus processos. O trocador de calor opera contracorrente. Considere que, nas proximidades dessa indústria, existe um rio cuja temperatura média da água é de 20 °C e que esse rio será utilizado como fonte de fluido de resfriamento para o processo de condensação do vapor. Sabe-se que o vapor está à temperatura de 50 °C e deseja-se que o trocador de calor opere de modo a que haja apenas mudança de fase, sem mudança de temperatura. A água de resfriamento sai à temperatura de 30 °C. Considere, ainda, que a área de troca térmica dos tubos corresponde a 40 m², o coeficiente global de troca térmica do trocador é 2 000 W·m⁻²·°C⁻¹, o calor específico da água a 25 °C é de 4 180 kJ·kg⁻¹·K⁻¹, o calor de vaporização da água a 50 °C é de 23 283 kJ/kg, e que $\ln(2/3) = -0,40$ e $\ln(3/2) = 0,40$.

Nesse contexto, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Represente, em um gráfico, a distribuição de temperaturas em função do comprimento do trocador de calor em contracorrente. (valor: 2,0 pontos)
- Determine a diferença de temperatura entre os fluidos utilizando o método da média logarítmica. (valor: 2,0 pontos)
- Calcule a quantidade de calor trocado para ser realizada a condensação. (valor: 2,0 pontos)
- Determine a vazão mássica de vapor a ser condensado e a vazão mássica de água do rio necessária. (valor: 2,0 pontos)
- Explique por que o uso de um trocador de calor com escoamento paralelo não influenciaria, nesse caso, a troca térmica. (valor: 2,0 pontos)

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

QUESTÃO 10

O peneiramento é uma das operações mecânicas de separação mais simples e econômica. A tabela a seguir apresenta análises granulométricas de um experimento que subsidie o projeto de uma unidade para separar minério de maior granulometria de minério de menor granulometria, empregando-se uma peneira industrial com malha equivalente a 28 *mesh Tyler*. A unidade precisa ser projetada para gerar 1 000 kg/h de minério de maior granulometria. As análises granulométricas da alimentação, do minério de maior granulometria retido na peneira e do minério de menor granulometria, que passa através da peneira, são apresentadas, respectivamente, nas colunas A, B e C.

Tyler (mesh)	Frações mássicas retidas		
	A Alimentação	B Material Grosso	C Material Fino
+3	0,00	0,00	--
-3 a +4	0,10	0,15	--
-4 a +8	0,20	0,30	--
-8 a +14	0,20	0,30	--
-14 a +28	0,30	0,25	0,40
-28 a +48	0,10	--	0,30
-48 a +100	0,07	--	0,20
100	0,03	--	0,10

Com base nos dados apresentados, a quantidade produzida de minério de menor granulometria, em kg/h, corresponde a

- A 100.
- B 250.
- C 400.
- D 500.
- E 1 000.

QUESTÃO 11

O alcance de um sistema de controle com bom desempenho depende, inicialmente, da escolha adequada das variáveis controladas e manipuladas. Em uma coluna de destilação, há grande quantidade de possíveis estruturas de malhas envolvendo essas variáveis. A operação automática da coluna de destilação por meio de sistema de controle realimentado depende da escolha de cinco variáveis controladas e de cinco variáveis manipuladas.

Acerca da situação apresentada, assinale a opção em que está expresso um conjunto consistente de cinco variáveis controladas.

- A** Altura de nível do estágio na base da coluna, fração mássica de um componente na corrente de destilado, pressão do estágio 1, altura de nível do vaso de condensado e temperatura do estágio 3.
- B** Altura do nível do estágio na base da coluna, vazão mássica na corrente de destilado, pressão da corrente de alimentação da coluna, altura de nível do vaso de condensado e carga térmica do refeedor.
- C** Razão de refluxo, fração mássica de um componente na corrente de destilado, pressão do estágio 1, carga térmica do refeedor e altura de nível do vaso de condensado.
- D** Pressão do estágio 1, pressão da corrente de alimentação da coluna, vazão mássica da corrente de retirada na base da coluna, temperatura do estágio 3 e vazão mássica da corrente de destilado.
- E** Altura de nível do vaso de condensado, razão de refluxo, fração mássica de um componente na corrente de destilado, vazão mássica da corrente de retirada na base da coluna e temperatura do estágio 3.

QUESTÃO 12

Em diversos tipos de indústria, caldeiras aquatubulares são largamente utilizadas em processos que requerem geração de vapor superaquecido. São elementos básicos desse tipo de caldeira a parede tubular, constituída de feixe de tubos, e a fornalha. Essas caldeiras podem ter acessórios, como economizadores, superaquecedores e preaquecedores. Uma maneira de se reduzir a poluição causada pela queima de madeira em caldeiras é instalar um sistema de exaustão acoplado a um ciclone.

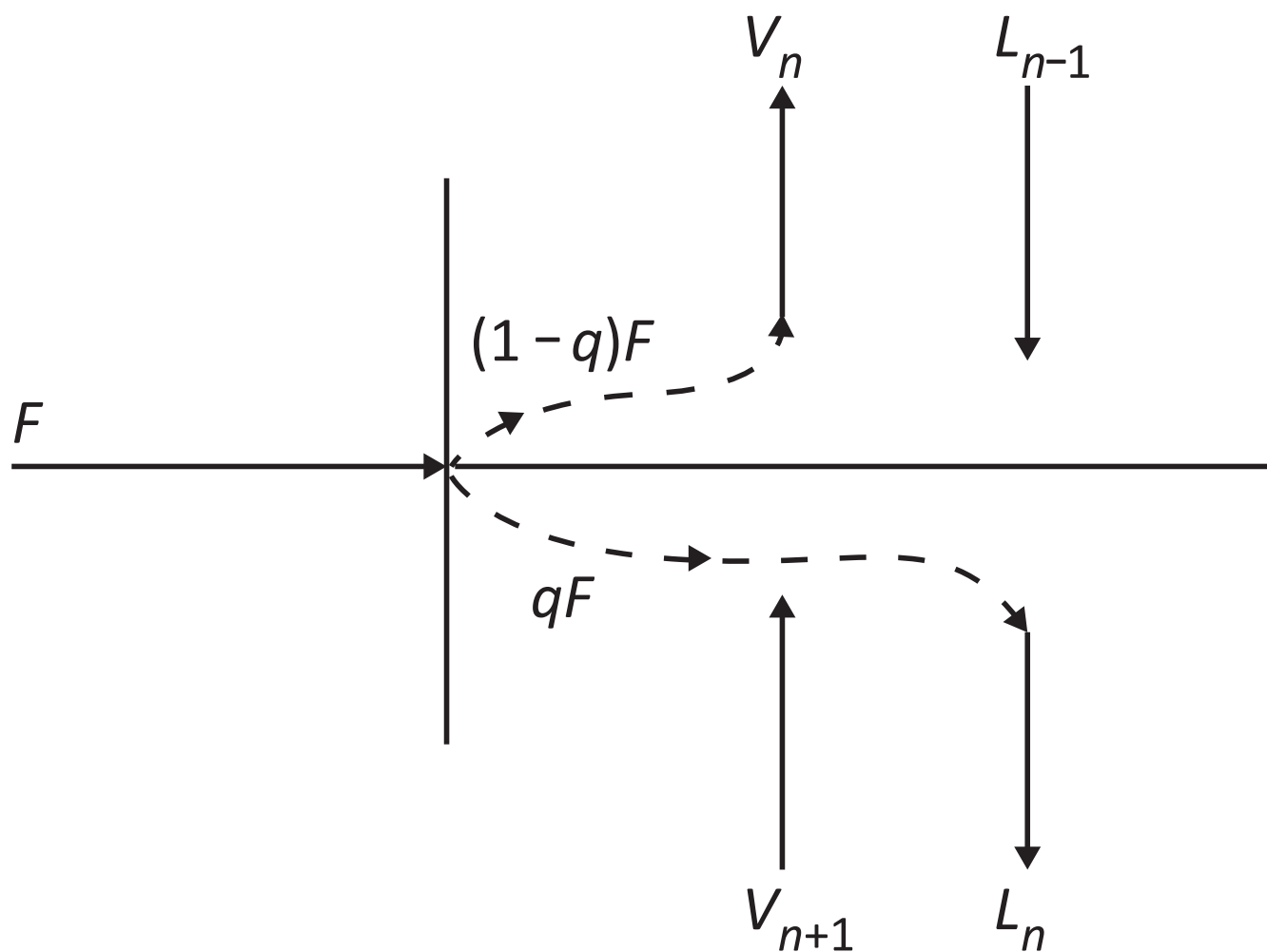
Supondo-se um processo composto por uma caldeira aquatubular e um ciclone, qual seria a ordem correta de passagem dos gases que circulam por esse sistema, desde a entrada do ar no sistema até a saída dos gases de combustão pela chaminé?

- A** Preaquecedor; superaquecedor; fornalha; parede tubular; exaustor e ciclone.
- B** Preaquecedor; superaquecedor; fornalha; parede tubular; ciclone e exaustor.
- C** Preaquecedor; fornalha; superaquecedor; parede tubular; ciclone e exaustor.
- D** Economizador; parede tubular; fornalha; superaquecedor; ciclone e exaustor.
- E** Economizador; fornalha; parede tubular; superaquecedor; exaustor e ciclone.

QUESTÃO 13

Em colunas de destilação fracionada, a corrente de alimentação (F) exerce grande influência na operação e na eficiência de um equipamento e é uma das variáveis importantes para a otimização da operação. Mudanças na condição de alimentação podem perturbar significativamente a coluna de destilação e, devido ao elevado tempo de resposta, podem ser necessárias várias horas para se recuperar o estado estacionário desejado do sistema. Dessa forma, é fundamental o entendimento do Engenheiro Químico sobre o impacto dessa variável na operação.

O esquema a seguir representa o prato de alimentação de uma coluna de destilação em que é válida a hipótese de fluxo molar constante.



Referência da figura: GEANKOPLIS, C. J. **Transport processes and separation process principles (includes unit operations)**, 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003 (adaptado).

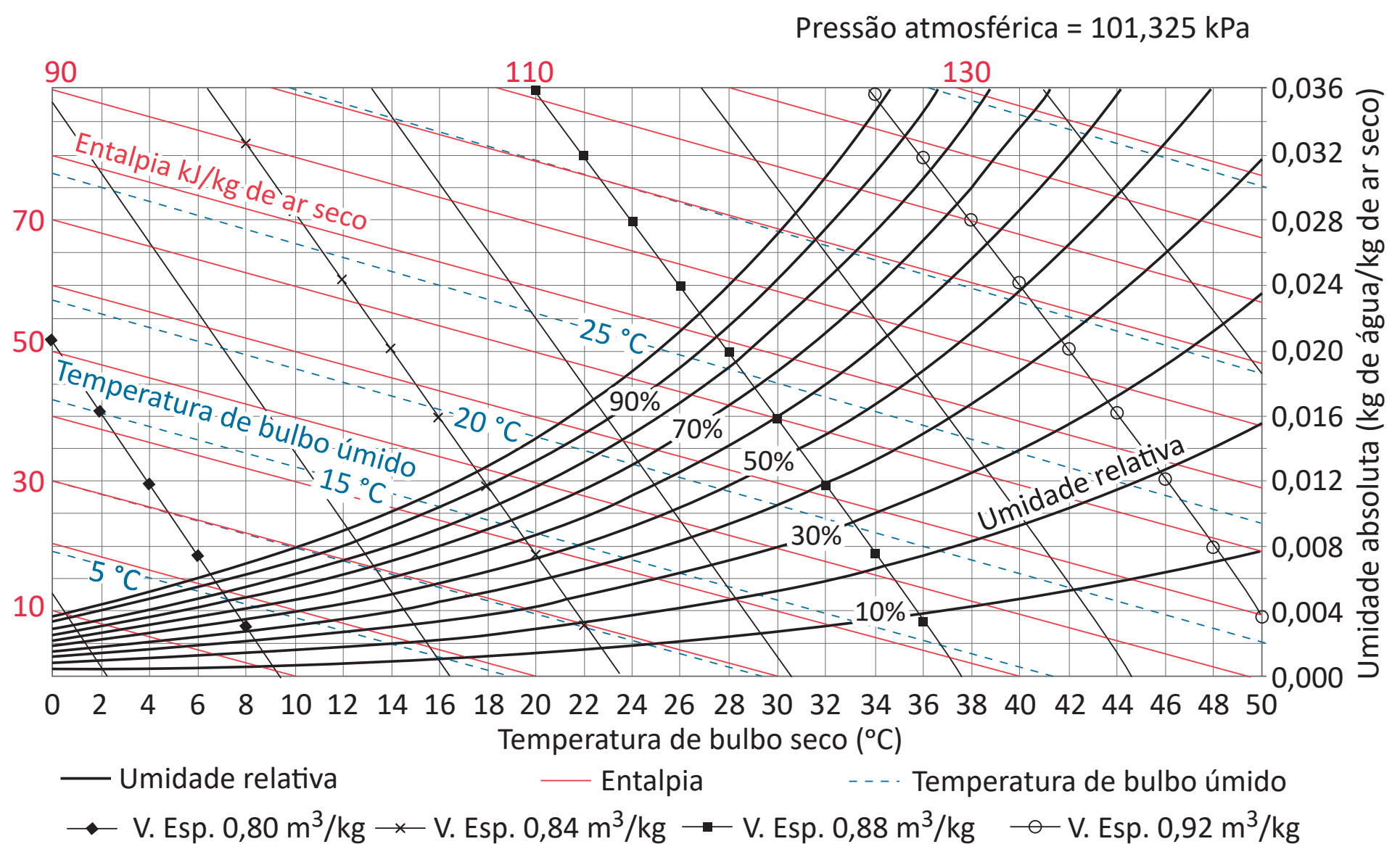
Considerando q a razão de líquido na alimentação, L a corrente interna de líquido na coluna e V a corrente interna de vapor na coluna, assinale a opção correta.

- A** Caso L_n seja maior que L_{n-1} , conclui-se que $q < 0$.
 - B** Se $0 < q < 1$, as correntes V_n e L_n podem não ser iguais.
 - C** Na condição em que $V_n = V_{n+1}$ e $L_n = L_{n-1}$, é possível afirmar que $q = 0,5$.
 - D** Do ponto de vista operacional, deseja-se promover a alimentação da corrente F com $q > 1$.
 - E** Em condições ideais, longo tempo de contato entre as fases e mistura perfeita, V_{n+1} e L_{n-1} são correntes em equilíbrio.
-

QUESTÃO 14

Um resíduo orgânico industrial é composto por 25% de fibras, em base seca, que podem ser processadas e aproveitadas como um subproduto com valor agregado. Uma pesquisa de mercado indicou que o teor de umidade de 10%, em base seca, é aceitável para a comercialização das fibras, uma vez que elas serão, primordialmente, utilizadas na confecção de mantas para contenção de encostas. No entanto, o resíduo gerado tem umidade inicial de 80%, em base úmida, e deve ser submetido a um processo de secagem.

Para tanto, 100 kg/h do resíduo são alimentados continuamente em um secador adiabático do tipo tambor rotativo, no qual o ar ambiente é alimentado em contracorrente. Sabe-se que no local onde a planta de processamento está instalada, o ar apresenta temperatura e umidade relativa médias, respectivamente, de 24 °C e 55%. Para se melhorar o desempenho do secador, um aquecedor foi instalado a montante, de modo a aquecer o ar até 50 °C antes de sua alimentação no equipamento. A carta psicrométrica de ar e vapor de água é apresentada a seguir.



Disponível em: <http://www.demec.ufmg.br/Grupos/Refrigera/arquivos/cartapsicrom.xls>. Acesso em: 27 jul. 2014 (adaptado).

Admitindo que as propriedades do ar são constantes durante a secagem e que, na saída, o ar apresenta umidade relativa de 90%, avalie as afirmações a seguir.

- I. Na situação apresentada, são removidos do resíduo 78 kg/h de água pelo ar de secagem.
- II. A vazão mássica de ar seco a ser alimentado no secador é de, aproximadamente, 7 800 kg/h.
- III. Na saída, o ar apresenta temperatura de bulbo seco igual à de bulbo úmido.
- IV. A variação de entalpia do ar de secagem, desde a entrada no aquecedor, é de, aproximadamente, 27 kJ/kg de ar seco.

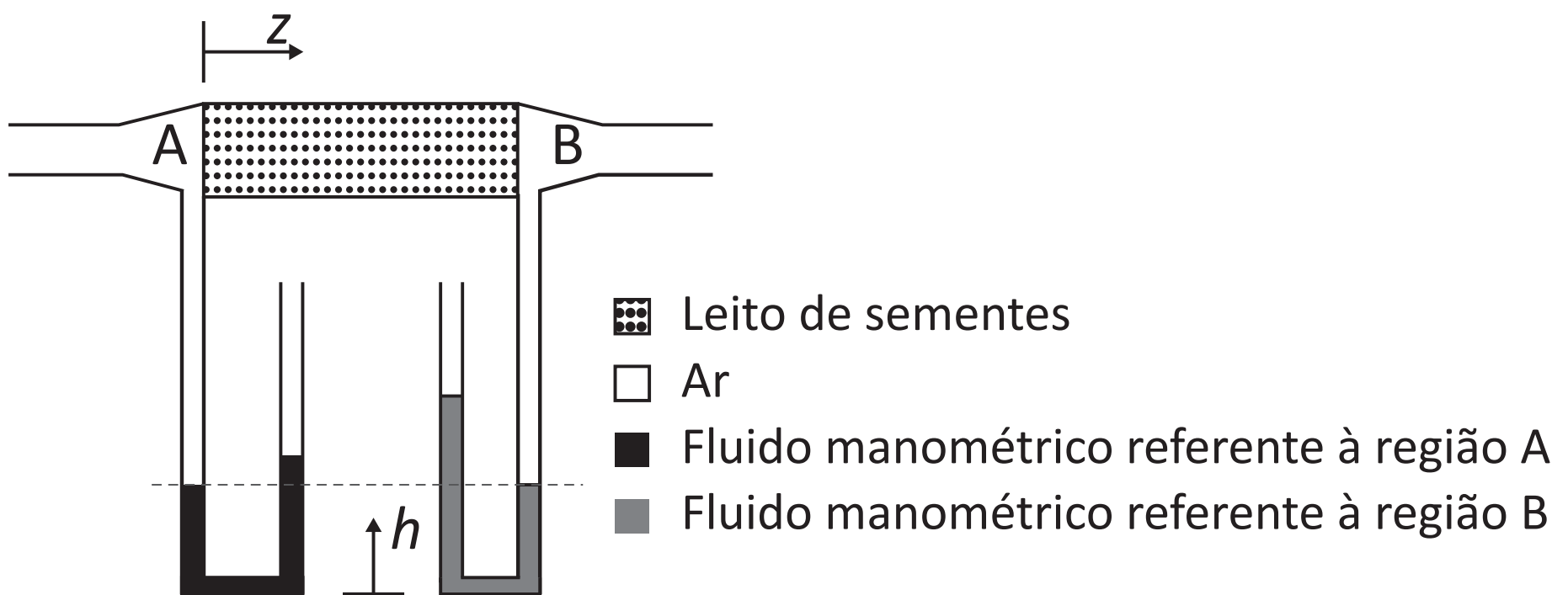
É correto apenas o que se afirma em

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



QUESTÃO 15

Para a análise da figura apresentada a seguir, considere um leito de sementes de soja, recém-chegadas do campo que começa a ser percolado por ar seco e quente. De acordo com a conveniência do engenheiro, o ar seco pode ser alimentado no secador isotérmico pela região A ou B. A cada uma das extremidades do leito de soja, está conectado um manômetro de tubo em U com a extremidade oposta aberta à atmosfera. Considere que a densidade do fluido do manômetro conectado à região A corresponde ao dobro da densidade do fluido do manômetro conectado à região B. Considere, ainda, que a altura do fluido no manômetro da região B corresponde ao triplo da verificada no manômetro da região A.

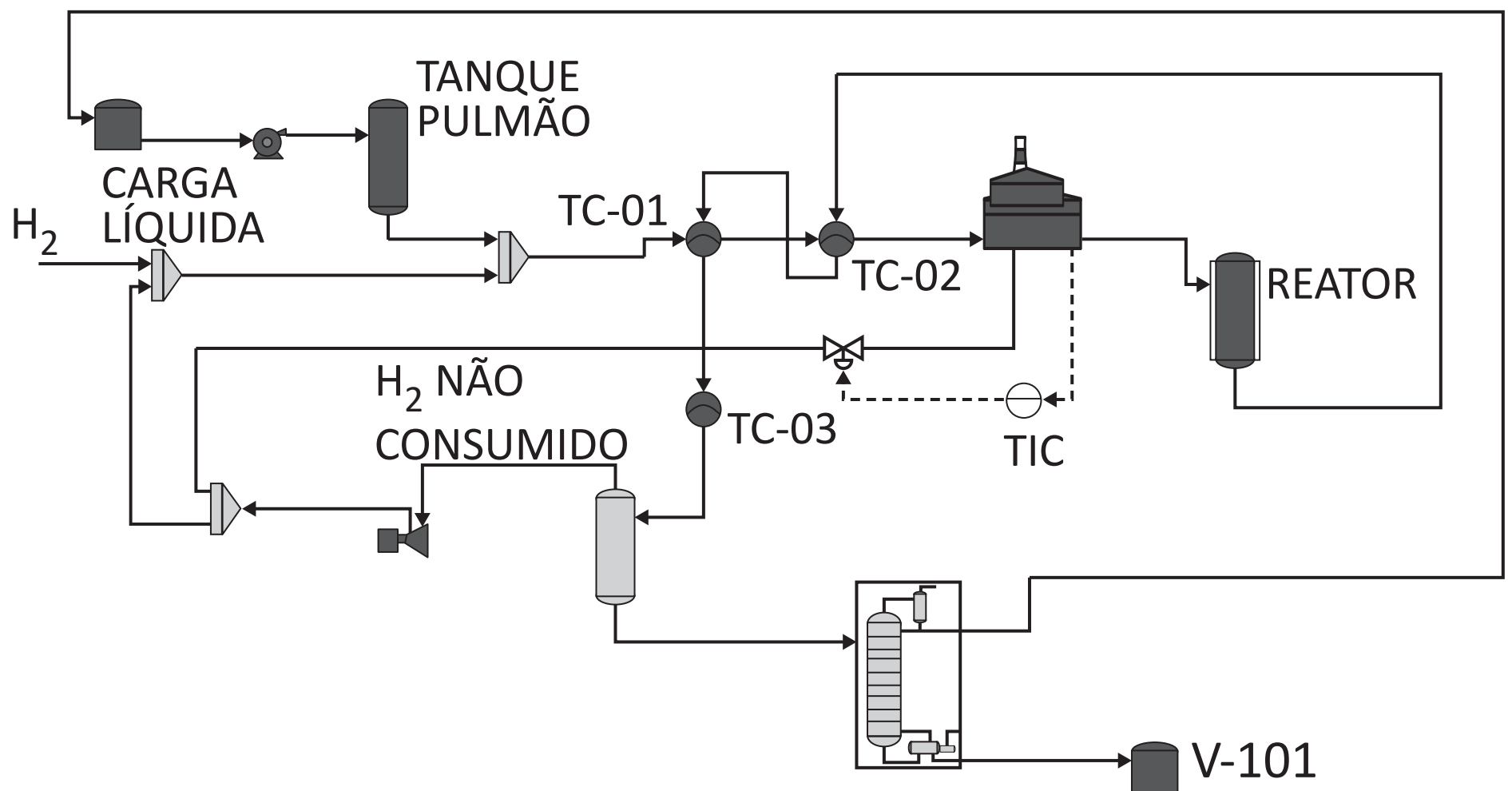


De acordo com o esquema e as informações apresentados, assinale a opção correta.

- A** Se U for a umidade absoluta das sementes de soja em determinada posição axial do secador, então $dU/dz > 0$.
- B** Se T for a temperatura do fluido em determinada posição axial do secador, então $dT/dz < 0$.
- C** A temperatura de bulbo úmido em A é menor que a de bulbo úmido em B.
- D** A temperatura de bulbo seco em A é maior que a de bulbo seco em B.
- E** O escoamento do fluido ocorre da região A para a B.

QUESTÃO 16

O fluxograma a seguir representa uma unidade industrial em que é realizada a isomerização de xilenos.



Legenda: TC: trocador de calor; TIC: controlador e indicador de temperatura; V: vaso.

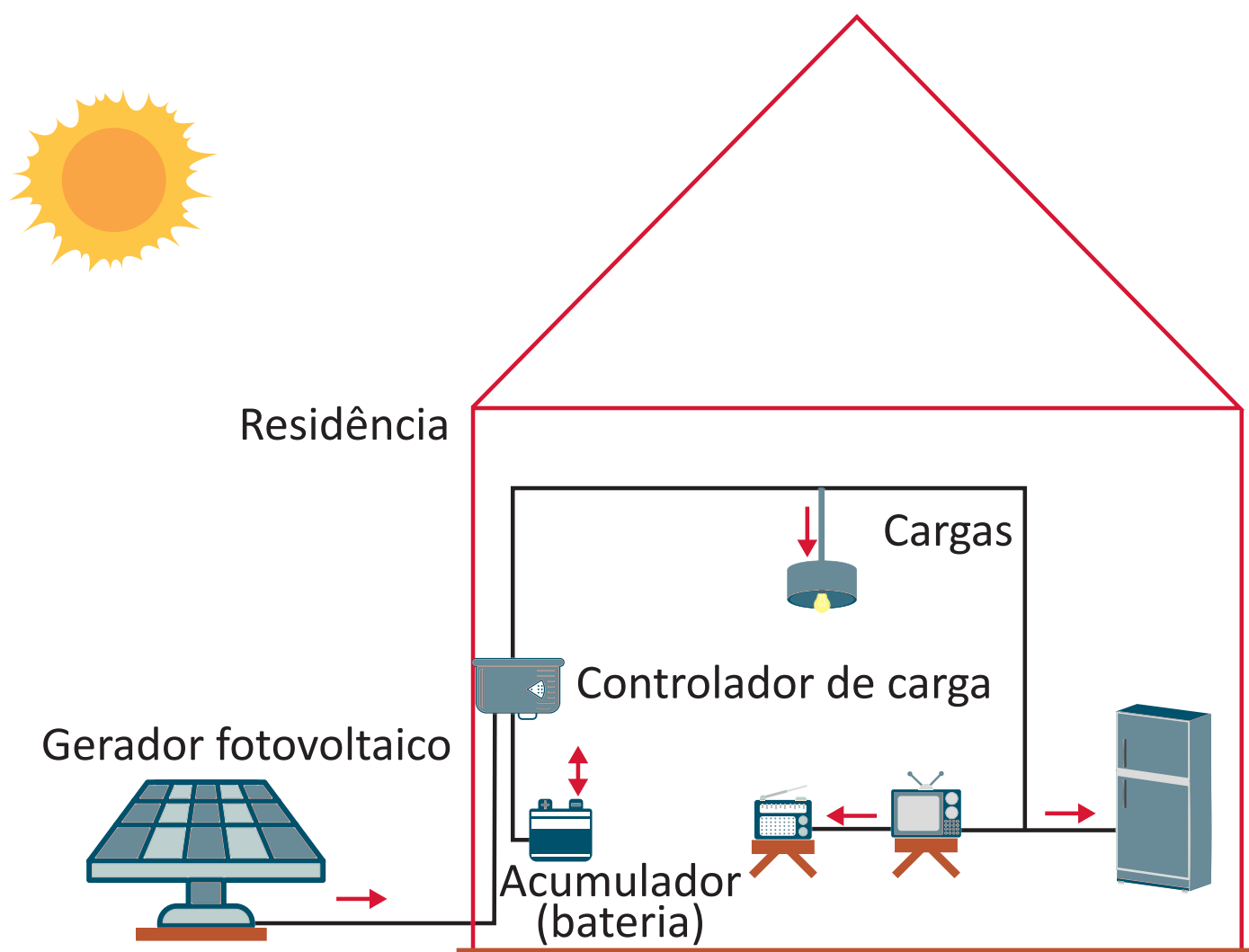
Considere que a referida unidade industrial tenha a função de converter cataliticamente uma mistura líquida cuja composição mássica seja de 20% de etilbenzeno, 21% de paraxileno, 53% de metaxileno e 6% de ortoxileno em outra mistura cuja composição mássica seja de 12% de etilbenzeno, 21% de paraxileno, 47% de metaxileno e 20% de ortoxileno. O objetivo de se proceder à reação de conversão catalítica é maximizar a concentração de ortoxileno.

Com base nas informações e no fluxograma apresentados, assinale a opção correta.

- A** O controle da pressão de operação da coluna de destilação deve ser feito com base no ajuste da vazão de vapor de aquecimento alimentado à coluna.
- B** Como a reação de hidrogenação é altamente exotérmica, realizada em fase gasosa e catalisada, é recomendado o emprego de reator encamisado do tipo tubular.
- C** Na situação de falha no funcionamento da malha de controle da temperatura do forno, a válvula instalada na tubulação de combustível deve falhar na posição aberta, para a proteção do forno.
- D** É mais seguro que o controle da vazão de carga líquida e da vazão de hidrogênio alimentadas à unidade seja feito por meio de malhas de controle independentes, como mostrado no fluxograma.
- E** A temperatura do fluido que circula pela camisa do reator sempre deve ser mantida constante, de modo a atender à troca térmica requerida pelo reator quando em operação em regime estacionário.

QUESTÃO 17

O diagrama apresentado a seguir mostra um sistema fotovoltaico domiciliar (SFD), onde podem ser observados dois componentes fundamentais, que o caracterizam: as cargas e o gerador fotovoltaico, sendo este denominado painel solar. No projeto de instalação dos painéis solares, devem ser analisados, entre outros itens, o espaço para a instalação, a localização geográfica da residência, a intensidade da radiação solar, o custo da energia elétrica convencional e os equipamentos e dispositivos que consomem energia elétrica (cargas).



GALDINO, M. A.; PINHO, J. T. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Grupo de Trabalho de energia Solar. GTES – CEPEL – DTE – CRESESB, Rio de Janeiro, 2014 (adaptado).

Suponha que um consumidor, após considerar as cargas de energia elétrica em sua residência, tenha verificado que a soma das potências dos elétricos é de 600 W e que existe, no mercado, um painel solar que opera durante 5 horas por dia e produz 70 miliWatts por $2,5 \text{ cm}^2$ de área exposta à radiação solar.

Diante da situação apresentada, avalie as afirmações a seguir.

- I. A demanda diária de energia elétrica da residência é 0,6 kWh.
- II. O painel solar produz 6,72 kWh por m^2 de energia elétrica diária.
- III. A área necessária para instalar os painéis solares é entre 10 m^2 e 11 m^2 .

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.

QUESTÃO 18

Suponha que, em uma indústria química, o vapor é fornecido por uma caldeira que queima gás natural à vazão de $2\,000\text{ m}^3/\text{h}$, com poder calorífico inferior (PCI) médio de $8\,000\text{ kcal/m}^3$. Nessa indústria, há uma corrente de gás residual rica em hidrogênio, cujo PCI é de $5\,000\text{ kcal/m}^3$, e a vazão é de $800\text{ m}^3/\text{h}$. Essa corrente é vendida por R\$ 2,00/ m^3 a outra empresa, para a recuperação de hidrogênio.

Considerando que o sistema de queima existente é adequado para a corrente residual, engenheiros dessa indústria sugeriram utilizar-se dessa corrente para substituir parte do gás natural, em vez de vendê-la, o que foi acatado pelos gestores.

Sabendo que o gás natural é comprado a R\$ 10,00/ m^3 e a eficiência de queima da corrente residual é igual à do gás natural, avalie as afirmações a seguir.

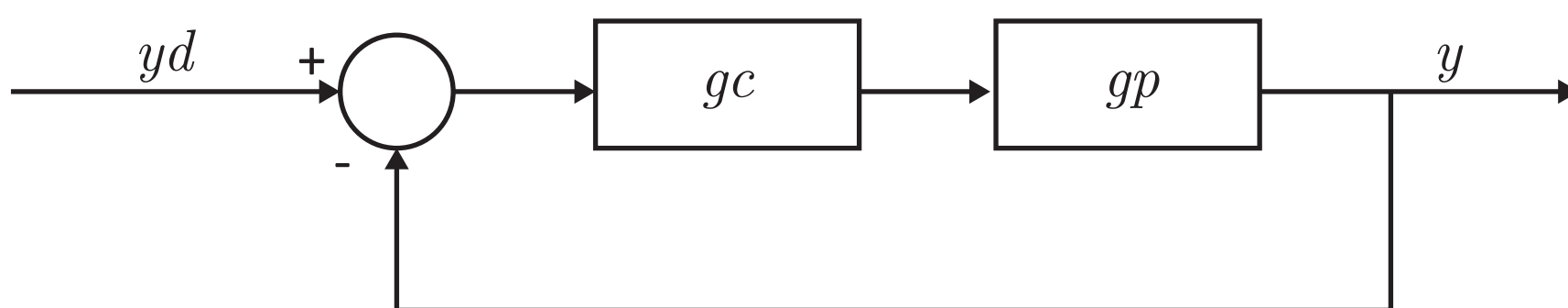
- I. A corrente residual substituiria 40% da vazão atual do gás natural.
- II. A economia prevista, adotando-se a referida medida, é de R\$ 3 400/h.
- III. A corrente do gás residual forneceria 25% da necessidade atual de vapor.

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.

QUESTÃO 19

O diagrama a seguir representa um sistema operando em malha fechada, numa situação de servo-controle, com variáveis de entrada e saída y_d e y , respectivamente, escritas em forma de desvio. Esse sistema opera sob a ação de um controlador proporcional integral (PI), representado pela função de transferência gc . O comportamento dinâmico da planta, indicado no bloco gp , segue uma função de transferência de primeira ordem sem tempo morto.

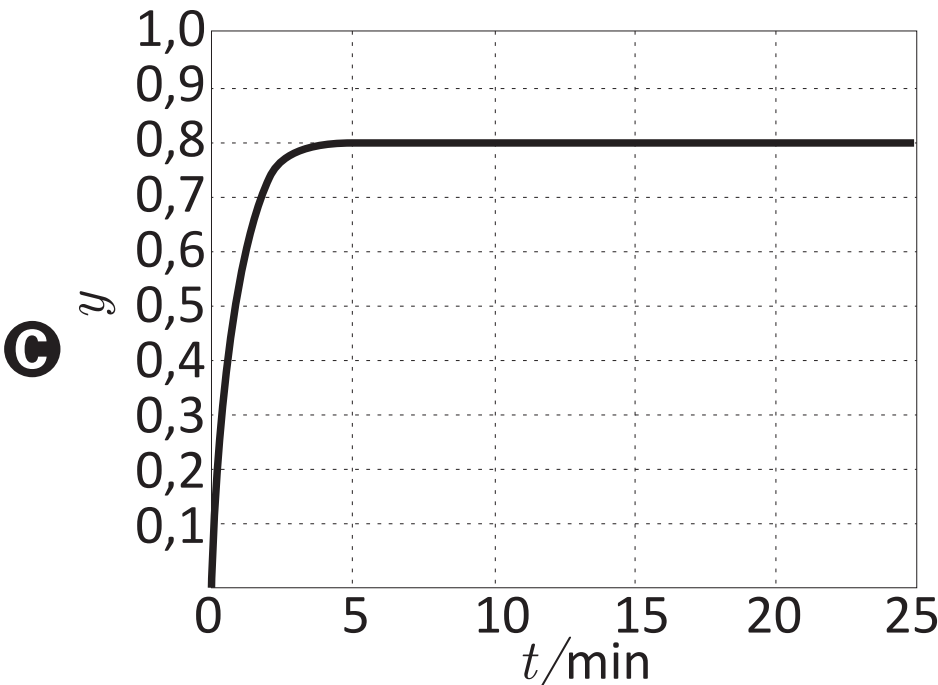
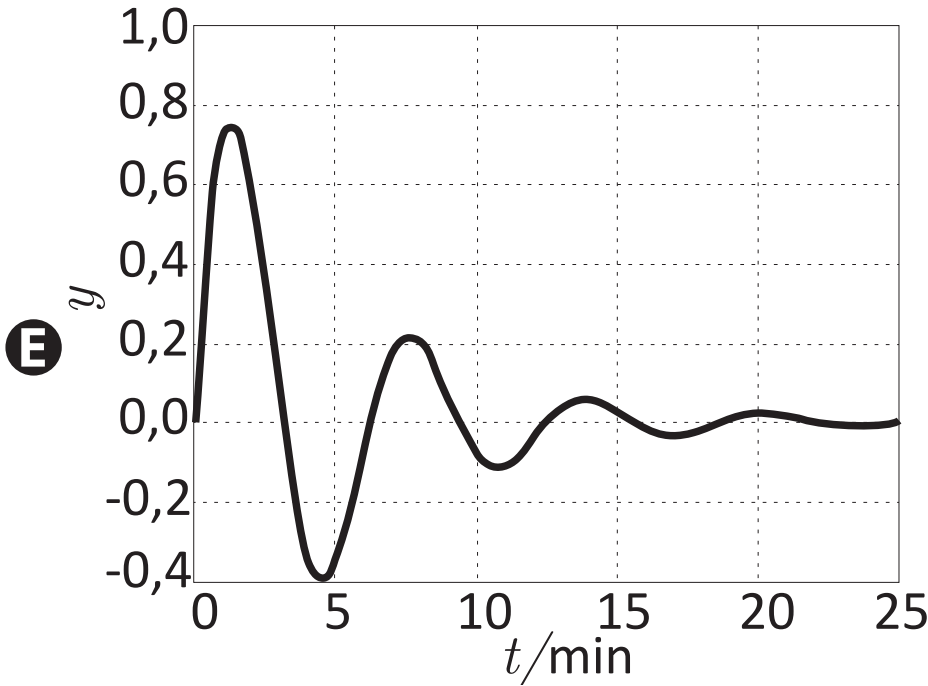
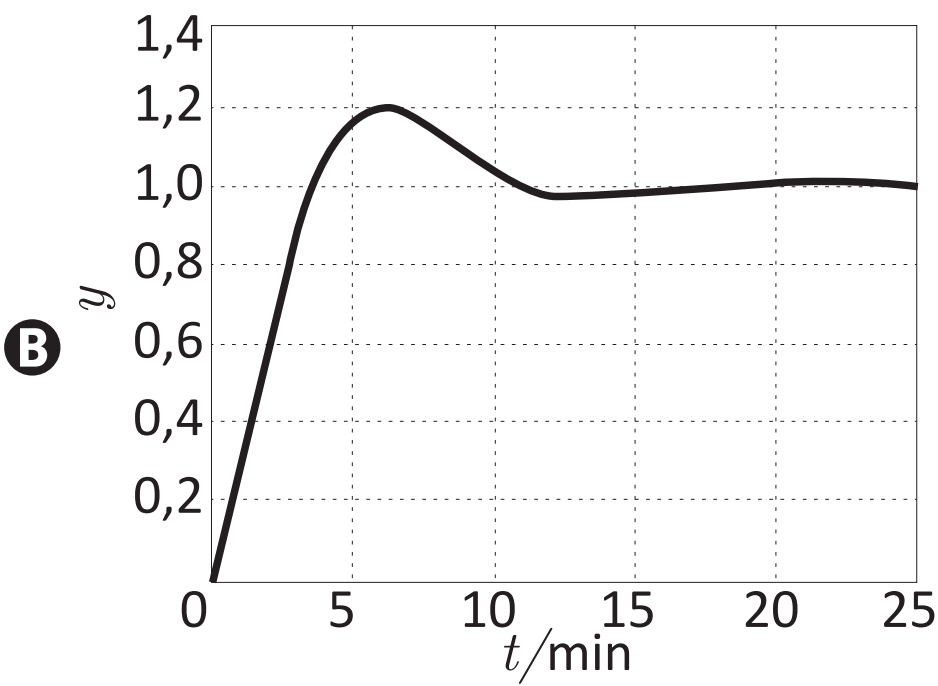
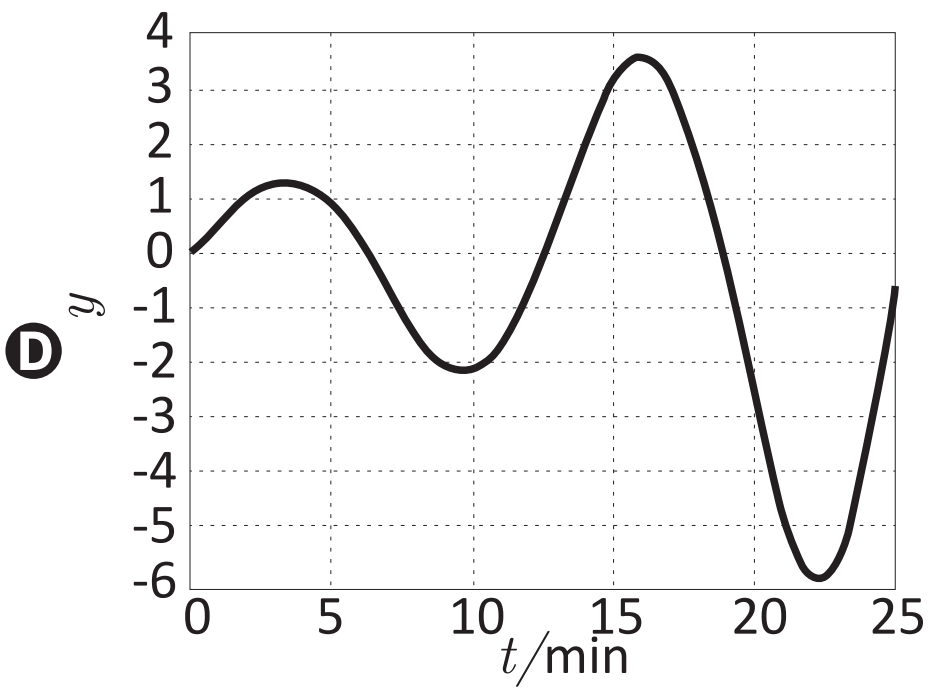
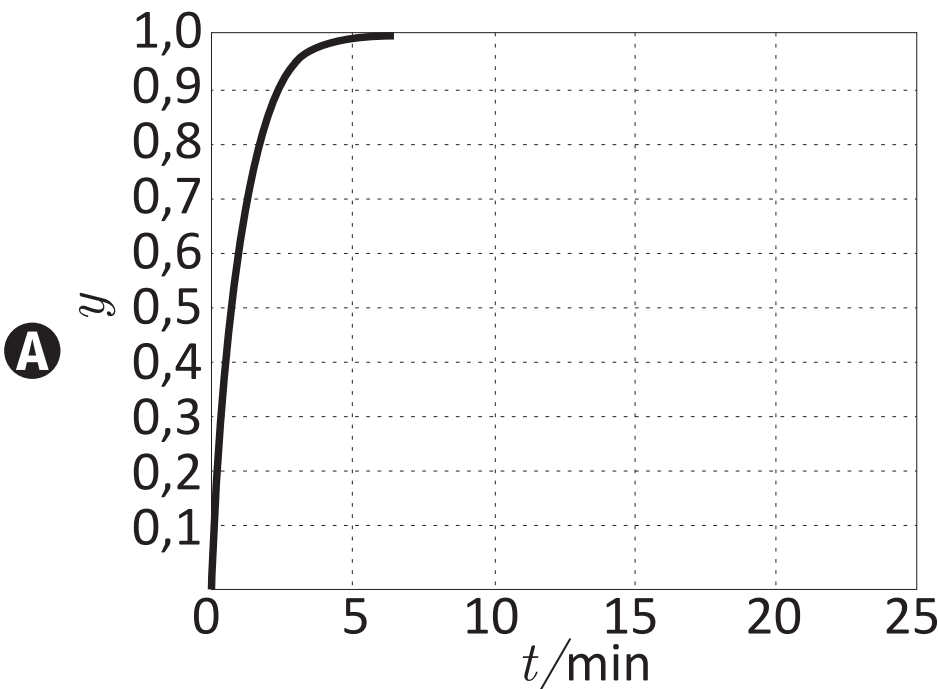


As funções de transferência gc e gp são dadas pelas duas expressões a seguir.

$$gc = K_c \left(\frac{T_I s + 1}{T_I s} \right) \quad gp = \frac{K}{Ts + 1}$$

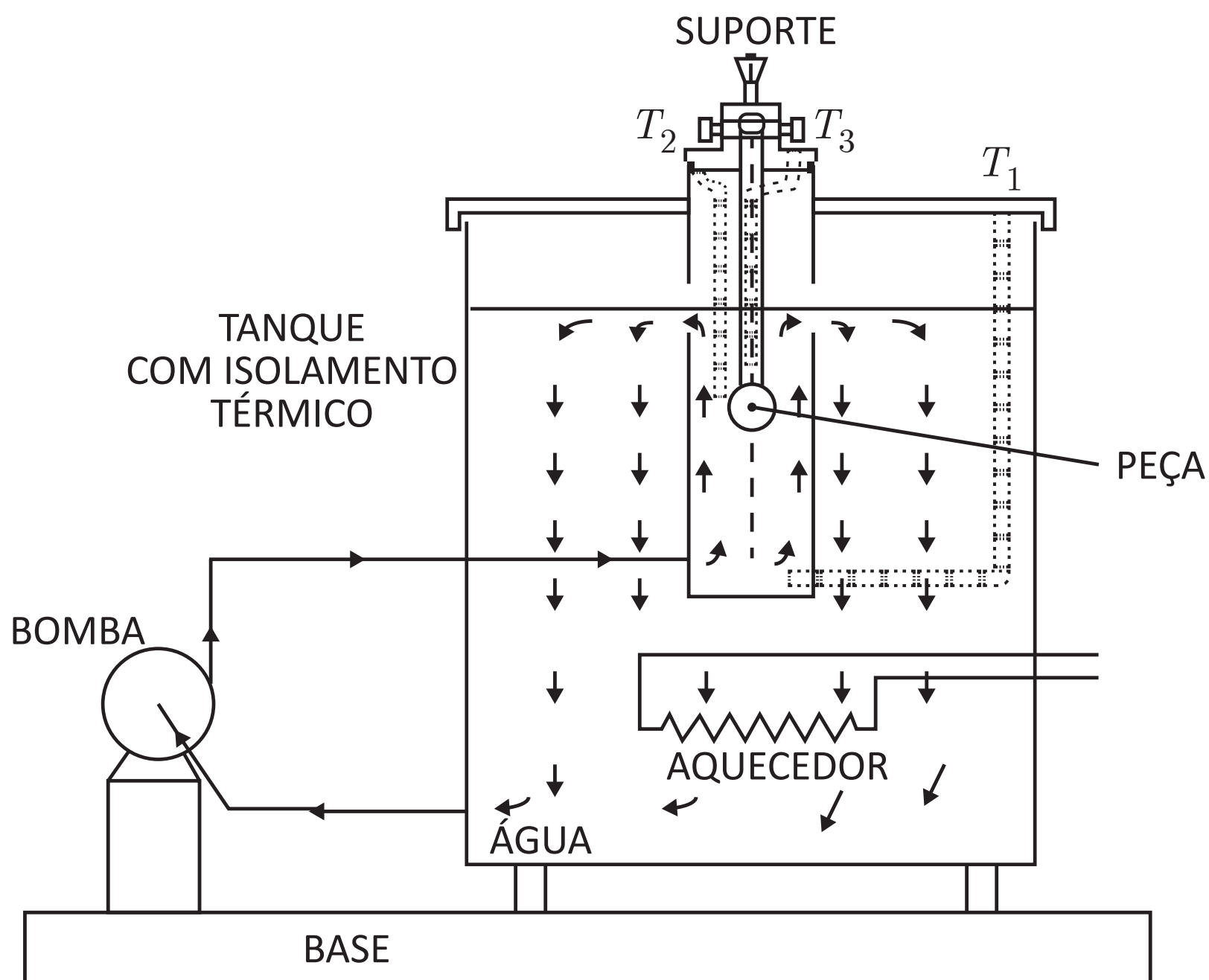
Na primeira expressão, T_I é o tempo integral do controlador, igual a 1 minuto, K_c é o ganho proporcional do controlador, igual a 1. Na segunda expressão, o ganho da planta é igual a 1, e sua constante de tempo, T , corresponde a 4 minutos.

Considerando que houve variação na forma de degrau unitário no valor de y_d no instante zero, isto é, o *setpoint* passou de 0 para 1, assinale a opção em que a curva mostra corretamente o comportamento transiente da saída y .



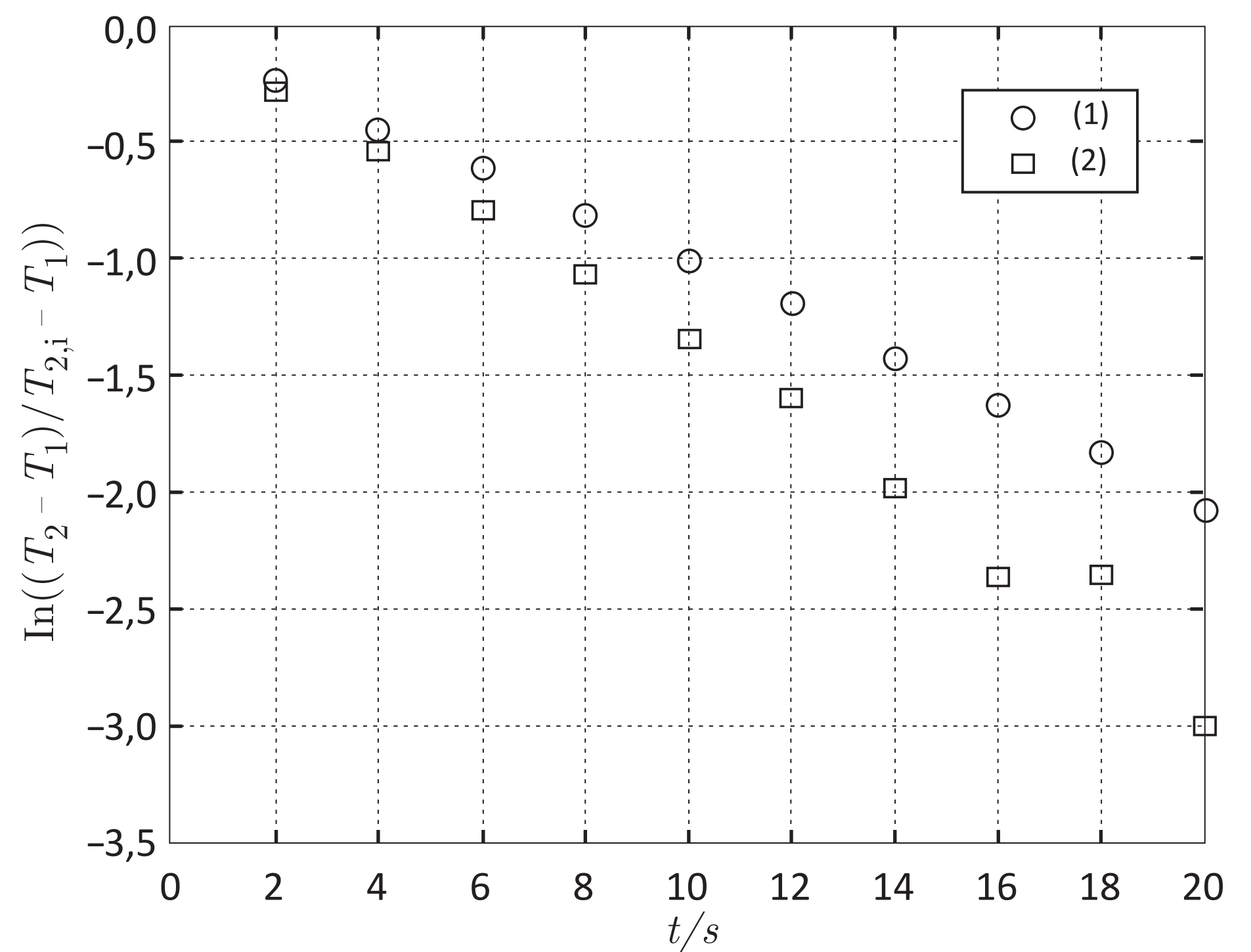
QUESTÃO 20

O esquema apresentado a seguir ilustra um aparato utilizado para se estudar transferência de calor em regime transiente. Considere que um banho com água quente, isolado termicamente do ambiente, tenha sua temperatura controlada por meio da dissipação de potência no aquecedor, que uma peça metálica, de formato esférico e com temperatura inicial igual à do ambiente, seja subitamente mergulhada na água, como indicado no esquema, e que a temperatura do banho, T_1 , é medida por um termopar, por meio do qual, também são medidas as temperaturas da superfície da esfera, T_2 , e do centro da esfera, T_3 . Como a peça tem dimensões reduzidas e elevada condutividade térmica, pode-se assumir a validade do método da capacitância, ou seja, não há variações espaciais de temperatura na esfera, o que faz com que T_2 seja, aproximadamente, igual a T_3 .



Armfield. **HT Series: Heat Transfer and Thermodynamics**. Disponível em: <http://discoverarmfield.com/en/products/view/ht17/unsteady-state-heat-transfer>. Acesso em: 10 jul. 2017 (adaptado).

Para serem avaliados os efeitos de convecção, a bomba de circulação opera com rotação ajustável, proporcionando maior ou menor vazão de fluido. Considere, ainda, que foram realizados dois experimentos com rotações diferentes na bomba, partindo-se de uma temperatura inicial, $T_{2,i}$, da peça igual nos dois ensaios e mantendo-se a temperatura, T_1 , sempre no mesmo valor. Os dados obtidos são apresentados na figura a seguir, na qual o tempo t foi medido em segundos. Os dados do experimento (1) são representados por círculos e os do experimento (2), por quadrados.



A respeito da situação apresentada, avalie as afirmações a seguir.

- I. A resistência à convecção é muito maior que a resistência à condução.
- II. O coeficiente de transferência de calor foi mais elevado no experimento (2), porque a bomba operava com rotação mais alta que no experimento (1).
- III. O método da capacitância é válido quando $Bi = h \cdot L / k \gg 1$, em que h é o coeficiente convectivo, L é o comprimento característico e k é o coeficiente de condutividade térmica da esfera.

IV. O balanço de energia é dado por
$$\ln \left(\frac{T_2 - T_1}{T_{2,i} - T_1} \right) = \frac{h \cdot A}{r \cdot V \cdot C_p} \cdot t,$$

em que A é a área da esfera, r é a densidade da esfera, V é o volume da esfera e C_p é a capacidade calorífica específica.

É correto apenas o que se afirma em

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

QUESTÃO 21

Suponha que, em um centro de pesquisas, foi desenvolvido um novo catalisador metálico para reforma de metano. Estudos preliminares indicaram que o material possui propriedades satisfatórias quanto à estabilidade térmica e mecânica e à área superficial. De modo a investigar o desempenho catalítico e determinar quais são os mecanismos físicos que controlam o processo sob diversas condições operacionais, propôs-se uma série de ensaios em um reator de leito fixo em escala piloto, disponível no referido centro de pesquisas.

Considerando as informações apresentadas, avalie as afirmações a seguir.

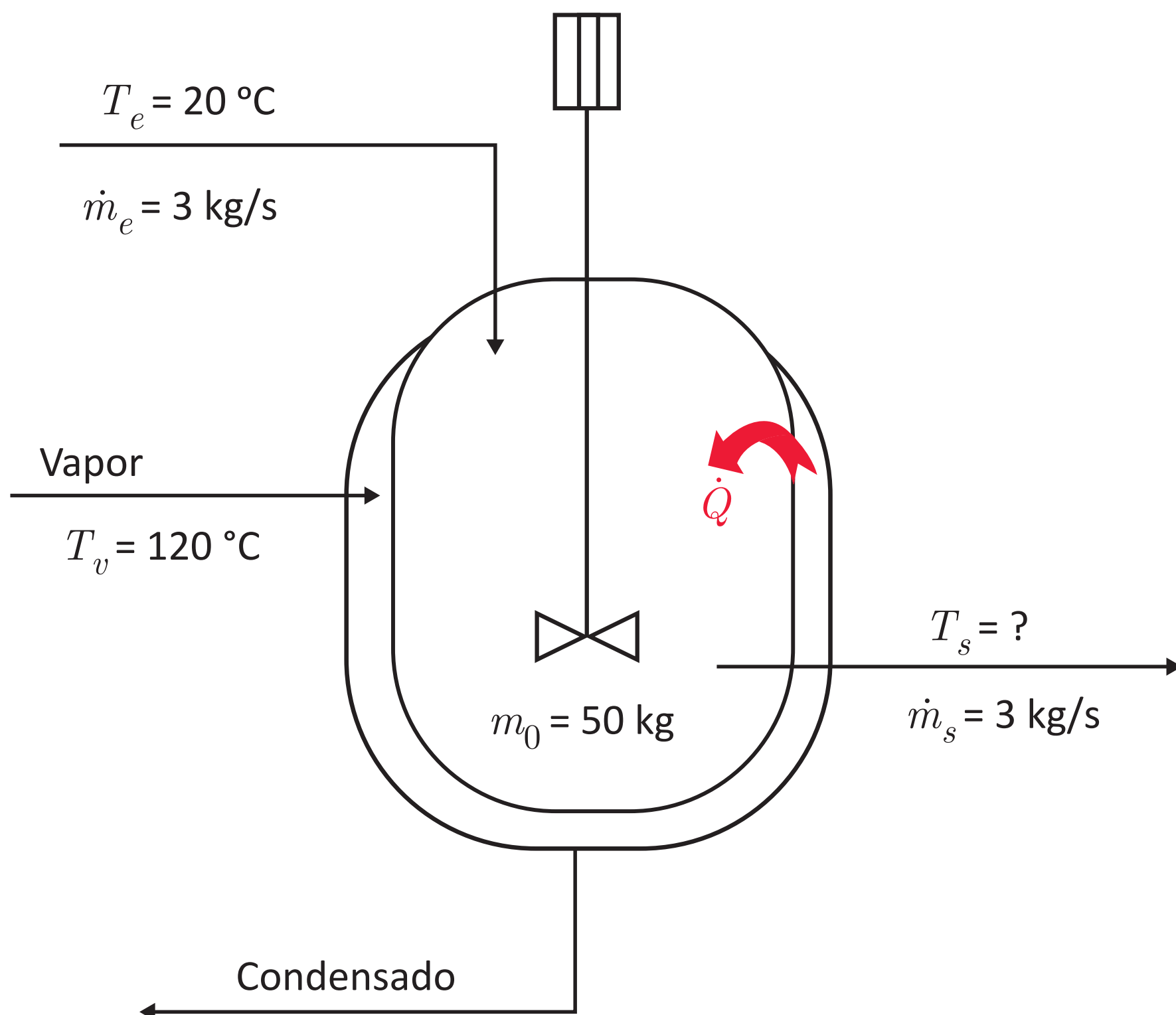
- I. Para avaliar se a transferência de massa externa controla o processo, pode-se variar a velocidade da corrente de gás, mantendo-se fixos o tempo de retenção e o diâmetro das partículas, de modo que, se a conversão dos reagentes aos produtos sofrer alteração, então, a transferência de massa externa é o mecanismo dominante.
- II. Se a velocidade da corrente de gás e o tempo de retenção forem mantidos constantes e o diâmetro das partículas for variado e houver alteração na conversão, então, a cinética intrínseca da reação controla o processo e, portanto, o efeito da transferência de massa interna e externa pode ser desprezado.
- III. Se a velocidade da corrente de gás, o tempo de retenção e o diâmetro das partículas forem mantidos constantes, a variação da temperatura de alimentação do fluido acarretará maior impacto na cinética intrínseca da reação.

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 22

Em uma indústria química, é conduzido determinado processo ao qual deve ser adicionado óleo quente. Para o condicionamento desse fluido, dispõe-se de um tanque acumulador agitado contendo uma camisa de aquecimento, conforme demonstrado na figura a seguir.



Inicialmente, esse tanque continha $m_0 = 50 \text{ kg}$ de óleo a 20 °C . Então, as linhas de alimentação e descarga foram abertas, o que permitia o fluxo de óleo à vazão de 3 kg/s , mantendo-se, portanto, o nível do tanque constante. O coeficiente global de troca térmica, U_C , sugerido pelo fabricante é de $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, a área da camisa de vapor é de 15 m^2 e a capacidade calorífica do óleo, $c_{p,\text{óleo}}$, é de $1,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

O balanço de energia de um sistema sem reação, com variação desprezível de energia cinética e potencial e sem trabalho de eixo é dado por

$$\frac{dU}{dt} = \sum \dot{m}_e \cdot h_e - \sum \dot{m}_s \cdot h_s + \dot{Q}$$

em que: U é a energia interna; $\dot{m}$, a vazão mássica; h , a entalpia por unidade de massa; $\dot{Q}$, a taxa de calor, definido por $\dot{Q} = U_C \cdot A \cdot (T_V - T_s)$; e os subscritos são e , para a corrente de entrada; e s , para a corrente de saída; T_V é a temperatura do vapor; e A é a área de troca térmica.

Com base nesses dados, assinale a opção que apresenta o valor aproximado da temperatura de saída do óleo após 100 s de operação.

- A** 25 °C.
- B** 50 °C.
- C** 60 °C.
- D** 100 °C.
- E** 120 °C.



QUESTÃO 23

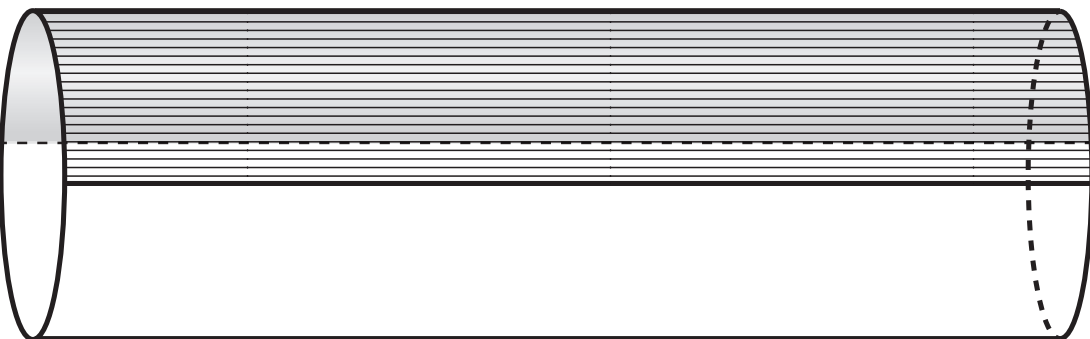
As figuras a seguir apresentam cilindros feitos de serragem prensada e úmida que foram postos em contato com ar seco. Nessas figuras, as áreas hachuradas representam as superfícies que foram impermeabilizadas usando-se uma resina especial. Considere as seguintes direções: radial, axial e angular.

1



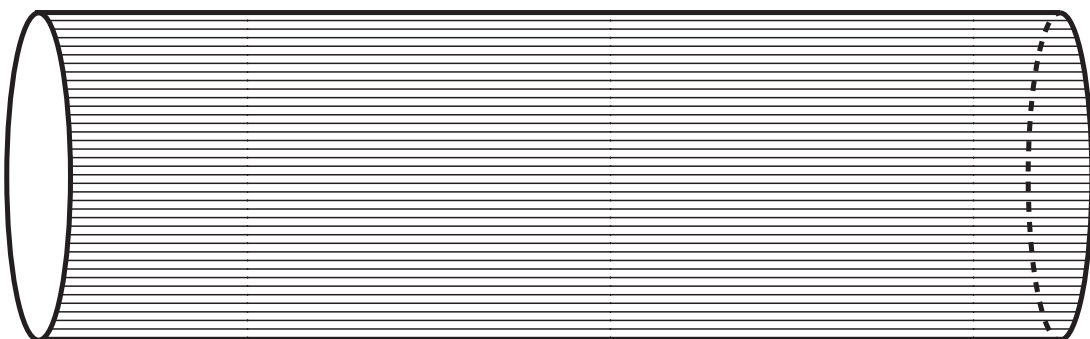
Sem impermeabilização.

2



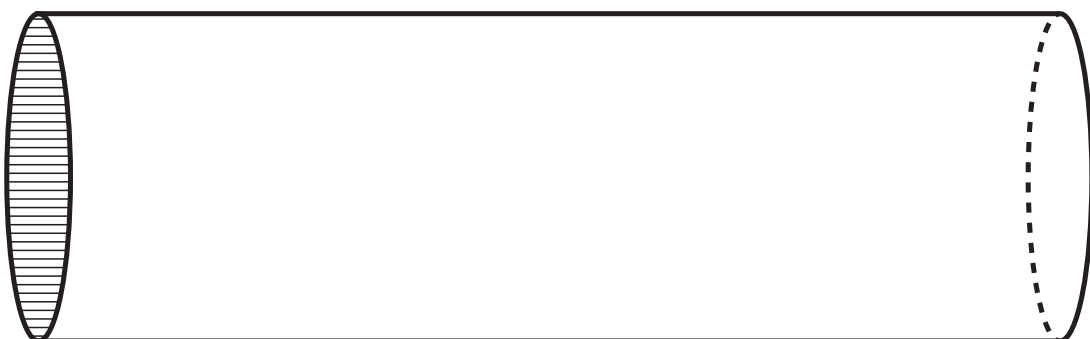
Com impermeabilização apenas na metade superior do corpo do cilindro; extremidades não impermeabilizadas.

3



Com impermeabilização em toda a superfície do cilindro, exceto nas duas extremidades.

4



Com impermeabilização em apenas uma das extremidades.

5



Com impermeabilização apenas nas duas extremidades.

Com base nesses dados, conclui-se que a concentração de água no interior do cilindro, nas situações apresentadas nas figuras 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, é função de

- Ⓐ unidirecional, bidirecional, tridirecional, bidirecional e bidirecional.
- Ⓑ unidirecional, tridirecional, bidirecional, bidirecional e unidirecional.
- Ⓒ bidirecional, tridirecional, bidirecional, unidirecional e unidirecional.
- Ⓓ bidirecional, tridirecional, unidirecional, bidirecional e unidirecional.
- Ⓔ tridirecional, bidirecional, unidirecional, bidirecional e bidirecional.

QUESTÃO 24

Considere o desenvolvimento de um produto cuja produção se dê pela reação de um reagente B. A reação é processada em um reator tubular empacotado com um catalisador apropriado. Com o objetivo de aumento de escala (*scale up*) do processo, das condições de laboratório para as de planta piloto, está sendo desenvolvido um modelo fenomenológico do reator. Foram consideradas as seguintes hipóteses no desenvolvimento do modelo:

- a reação possui cinética isotérmica com taxa de consumo de B dada por $r_B = k \cdot C_B$, com dimensões de mol/(volume x tempo), em que k é a constante da taxa de reação.
- a variação de concentração se dá apenas na direção axial.
- ao longo do reator, a concentração do reagente varia por difusão axial, transporte por convecção e reação química.
- para modelar a difusão axial, é usada a Lei de Fick, $J_E = -D_E \cdot \frac{dC_B}{dz}$, com dimensões de mol/(área x tempo), em que D_E é a difusividade mássica.
- a área de seção transversal do tubo é constante.

Com base nas informações apresentadas, assinale a opção em que está representado o modelo do reator obtido aplicando-se a lei da conservação da massa (balanço de massa) à espécie B, ao longo do reator, no estado estacionário, em que v_0 é a velocidade axial.

A $(D_E - v_0) \frac{dC_B}{dz} - kC_B = 0$

B $(D_E - v_0) \frac{dC_B}{dz} + kC_B = 0$

C $v_0 \frac{dC_B}{dz} + kC_B = 0$

D $D_E \frac{d^2C_B}{dz^2} - v_0 \frac{dC_B}{dz} - kC_B = 0$

E $\frac{d^2C_B}{dz^2} + \frac{v_0}{D_E} \frac{dC_B}{dz} + kC_B = 0$



QUESTÃO 25

Considere que uma torre de absorção reativa será usada na lavagem de um gás tóxico. Nessa torre, o gás solúvel A reativo dissolve-se numa interface plana de um corpo longo de líquido reagente, com o qual ele reage irreversivelmente, conforme a seguinte equação da taxa de reação.

$r_A = k_n C_A^n$, em que: k_n é a constante cinética; C_A , a concentração do gás A; e n , a ordem de reação.

Considere, ainda, que o líquido que entra na torre de absorção reativa está isento do gás solúvel, A, a variação da concentração de A com a posição na entrada da torre ($z = 0$) é igual a $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, o balanço de massa no

sistema no estado estacionário conduz a $D \frac{d^2 C_A}{dz^2} - k_n C_A = 0$, em que D é

a difusividade mássica, e z , a direção axial.

Com base nesses dados, avalie as afirmações a seguir.

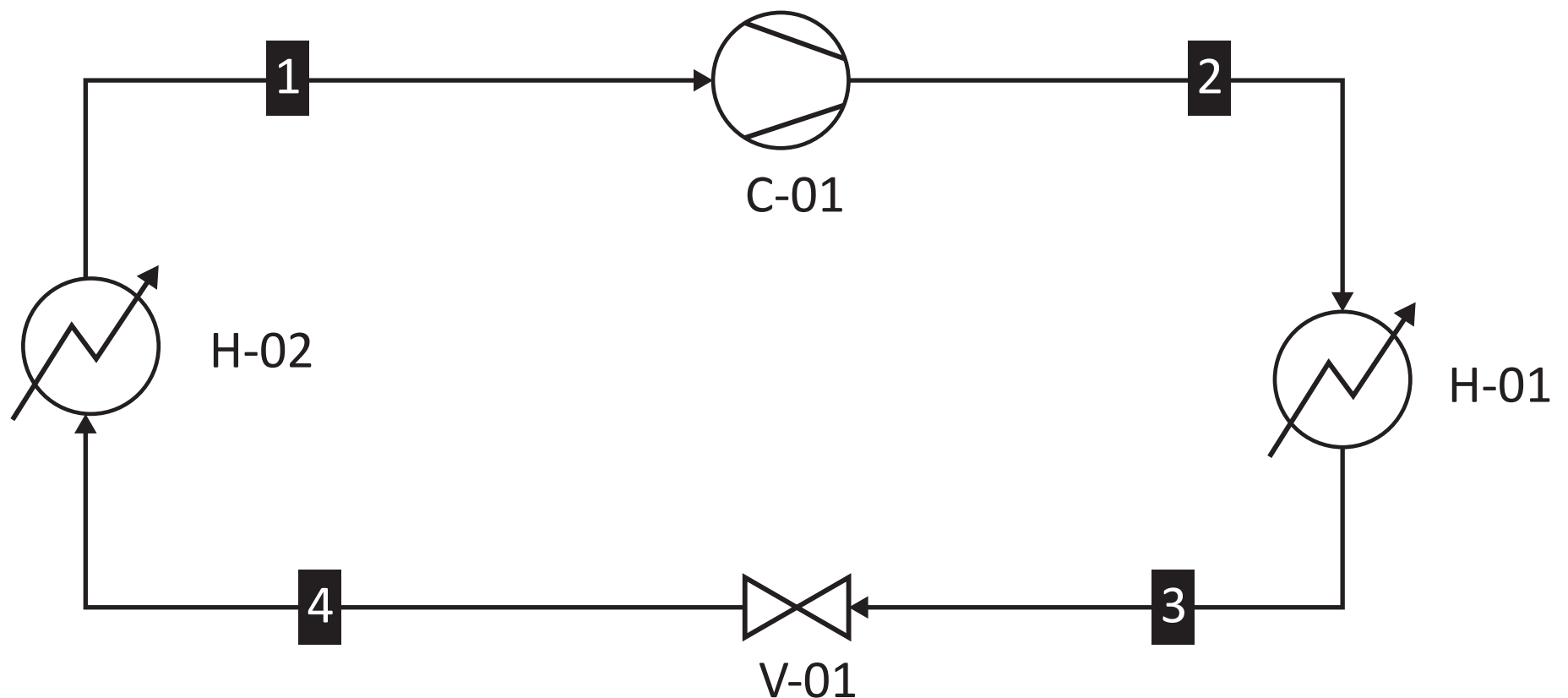
- I. No desenvolvimento do modelo no estado estacionário, assumiu-se que a reação fosse de primeira ordem.
- II. O modelo desenvolvido é descrito por uma equação diferencial ordinária de segunda ordem, logo, são necessárias duas condições para se obter a solução livre das duas constantes de integração.
- III. As duas condições iniciais que estão de acordo com o enunciado do problema são $t = 0$: $C_A = 0$ e $dC_A/dz = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.
- IV. No balanço de massa apresentado, a quantidade de gás que se difunde após a solubilização deve reagir imediatamente, não havendo transporte por convecção.

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 26

A refrigeração é uma operação importante no condicionamento do ar em ambientes como indústria, edificações comerciais e empresariais. Suponha que, em uma indústria de alimentos, queira-se remover 10 000 W de uma câmara refrigerada a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Foi proposto usar-se, para tal fim, um ciclo de refrigeração com compressão de vapor com expansão em uma válvula de estrangulamento, conforme mostrado na figura a seguir.



Acerca da figura apresentada e da termodinâmica da refrigeração, avalie as afirmações a seguir.

- I. O calor é absorvido a baixa temperatura e rejeitado para as vizinhanças em temperatura maior, com gasto energético proveniente de uma fonte externa.
- II. O coeficiente de desempenho do ciclo fornecido é dado por $(H_1 - H_4)/(H_2 - H_1)$, em que H_1 , H_2 , e H_4 são, respectivamente, as entalpias das correntes 1, 2 e 4.
- III. O ciclo de refrigeração representado na figura tem compressão e expansão isentrópicas, pois ele é equivalente ao ciclo de Carnot.
- IV. O condensador é representado por H-02 e o evaporador por H-01.



É correto apenas o que se afirma em

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

QUESTÃO 27

Considere que um produto petroquímico B será produzido em um reator de mistura perfeita continuamente agitado, em fase líquida, a partir de um reagente A, segundo a reação $A \rightarrow 2B$. Com o objetivo de se dimensionar o volume do reator necessário para se processar a reação de interesse, foram levantados dados, usando-se um ensaio de laboratório, para a taxa de geração r_A em função da conversão X , conforme mostrado na tabela a seguir.

X	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,85
$-r_A$	0,0053	0,0052	0,0050	0,0045	0,0040	0,0033	0,0025	0,0018	0,00125	0,0010
$1/(-r_A)$	189	192	200	222	250	303	400	556	800	1000

FOGLER, H. S. **Elements of chemical reaction engineering**, 3. ed., USA: Prentice Hall, 1999 (adaptado).

Considerando as condições fornecidas, faça os cálculos solicitados a seguir:

1. calcule o volume do reator necessário para a produção de B, caso sejam processados 10 mol/s do reagente A no reator e forem produzidos 12 mol/s do produto B.
2. verifique se o volume do reator tubular será maior, menor ou igual ao volume do reator de mistura perfeita, caso seja trocado o reator de mistura perfeita continuamente agitado por um reator tubular de escoamento pistonado.

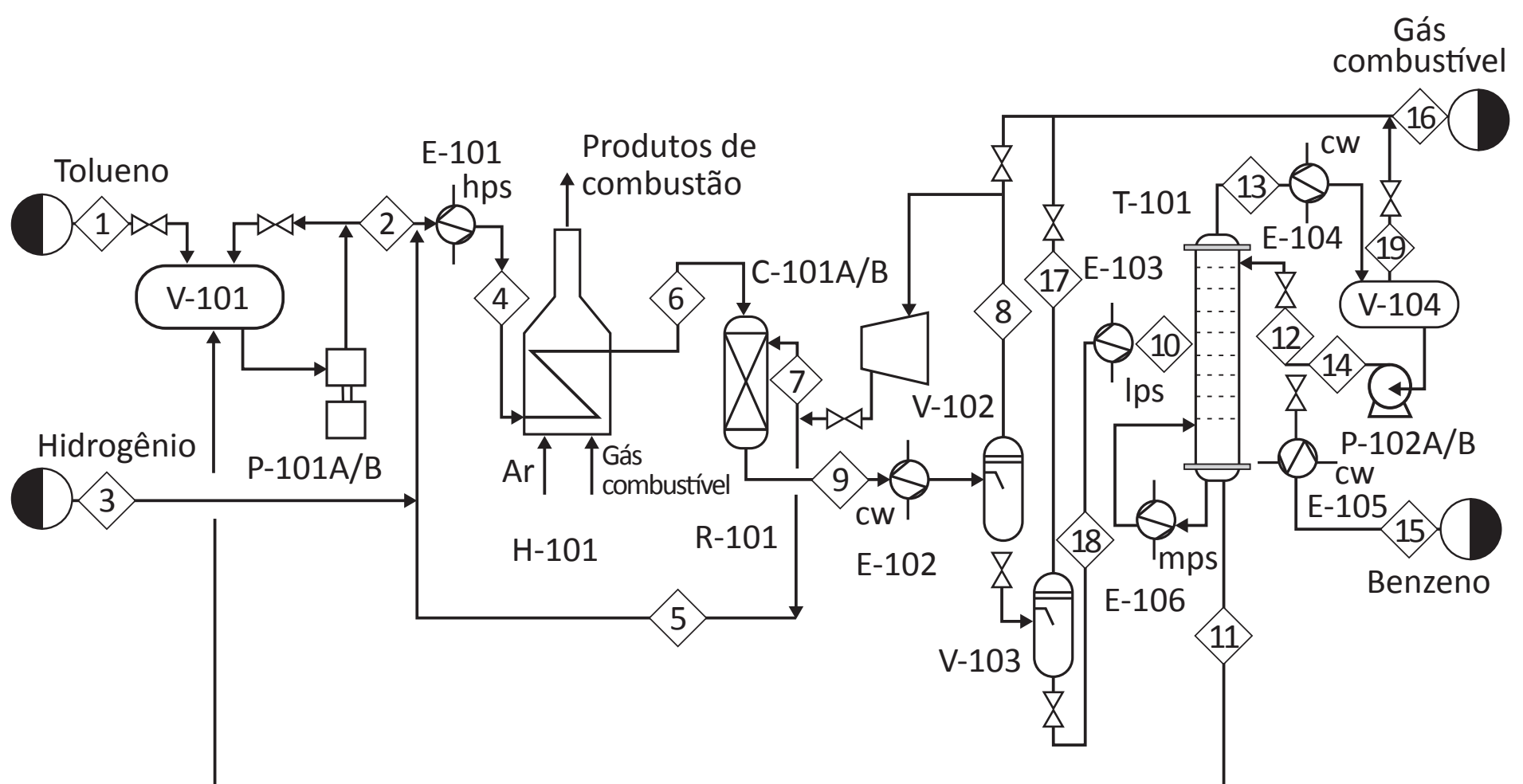
Assinale a opção que apresenta, correta e respectivamente, a resolução do que foi requerido.

- A** 0,015 m³; maior.
- B** 0,24 m³; igual.
- C** 1 m³; menor.
- D** 1,5 m³; maior.
- E** 2,4 m³; menor.

QUESTÃO 28

A figura a seguir mostra o fluxograma de processo para produção de benzeno a partir da hidroalquilação do tolueno.

Fluxograma de processo (PFD, Process Flow Diagram) para a produção de benzeno via hidroalquilação do tolueno



TURTON, R.; BAILIE, R. C.; WHITINGW, B.; SHAEIWITZ, J. A.; BHATTACHARYYA, D.
Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. 4. ed., São Paulo:
 ed. Prentice Hall, p. 10, 2012 (adaptado).

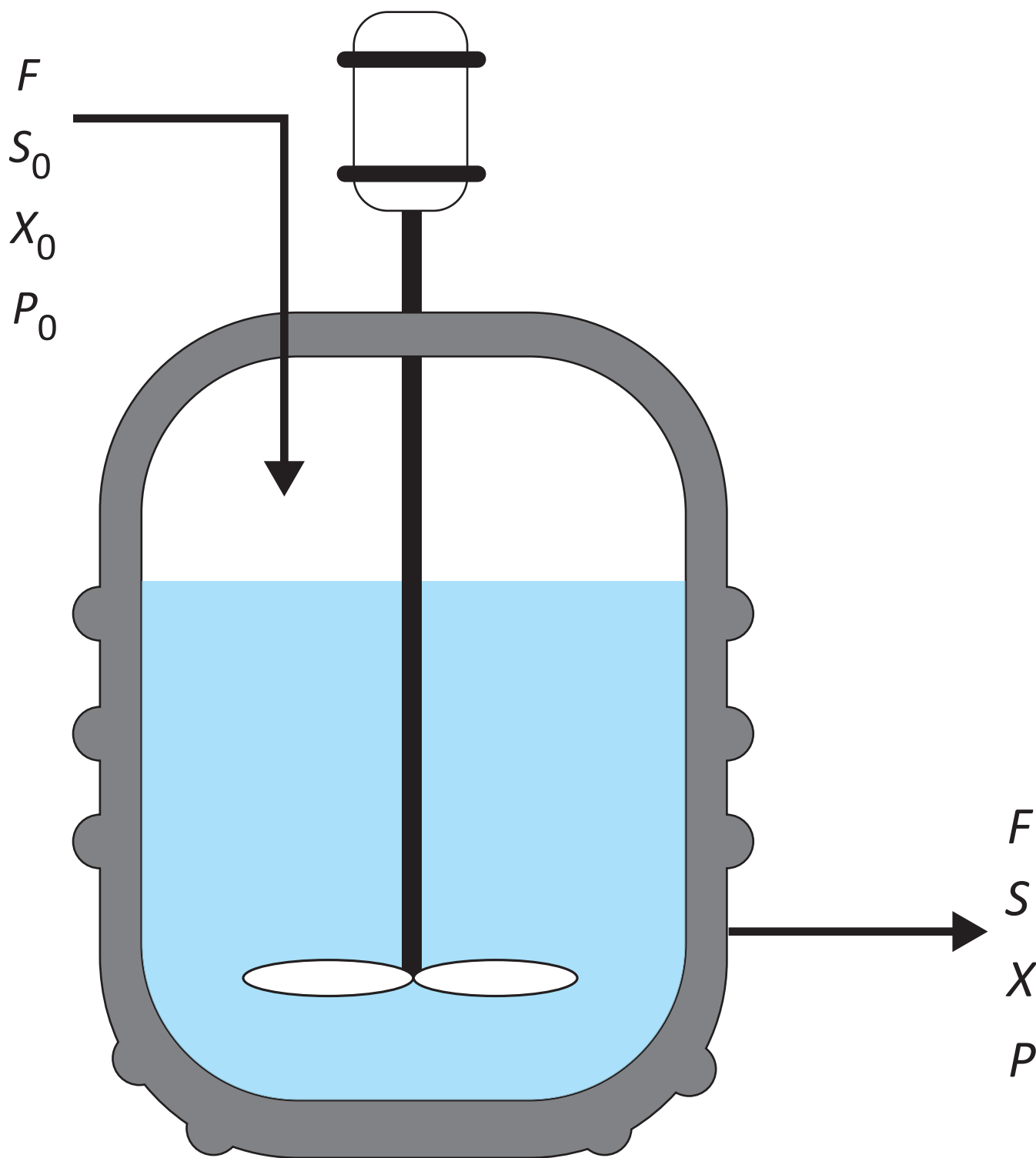
Acerca do fluxograma apresentado, assinale a opção correta.

- A** A corrente 16 sofre expansão, transformando-se na corrente 7 antes de entrar no reator R-101.
- B** O trocador de calor é alimentado pela corrente 2, e a descrição P-101A/B representa uma tubulação com diâmetro de 101 mm.
- C** O equipamento compreendido entre as correntes 4 e 6 é um aquecedor, e o equipamento R-101, um registro para controle de vazão.
- D** A simbologia P-101A/B identifica que o equipamento é uma bomba, com diâmetro de sucção de 100 mm, especifica que é a de número 01 na área e que existem duas bombas idênticas, P-101A e P-101B, estando apenas uma em operação.
- E** A simbologia P-101A/B identifica que o equipamento é uma bomba, localizada na área 100 da planta, especifica que é a de número 01 na área 100 e que existem duas bombas idênticas, P-101A e P-101B, estando apenas uma em operação.



QUESTÃO 29

Considere o esquema de um biorreator contínuo sem recirculação celular operando no estado estacionário, como mostrado na figura a seguir, em que F representa a vazão de entrada/saída em L/h; S_0 e S , a concentração de substrato em g/L na entrada e na saída do biorreator; X_0 e X , a concentração de células na entrada e na saída do biorreator em g/L; e P_0 e P , as concentrações de produto na entrada e na saída do biorreator em g/L.



Em relação aos balanços que ocorrem nesse biorreator, avalie as afirmações a seguir.

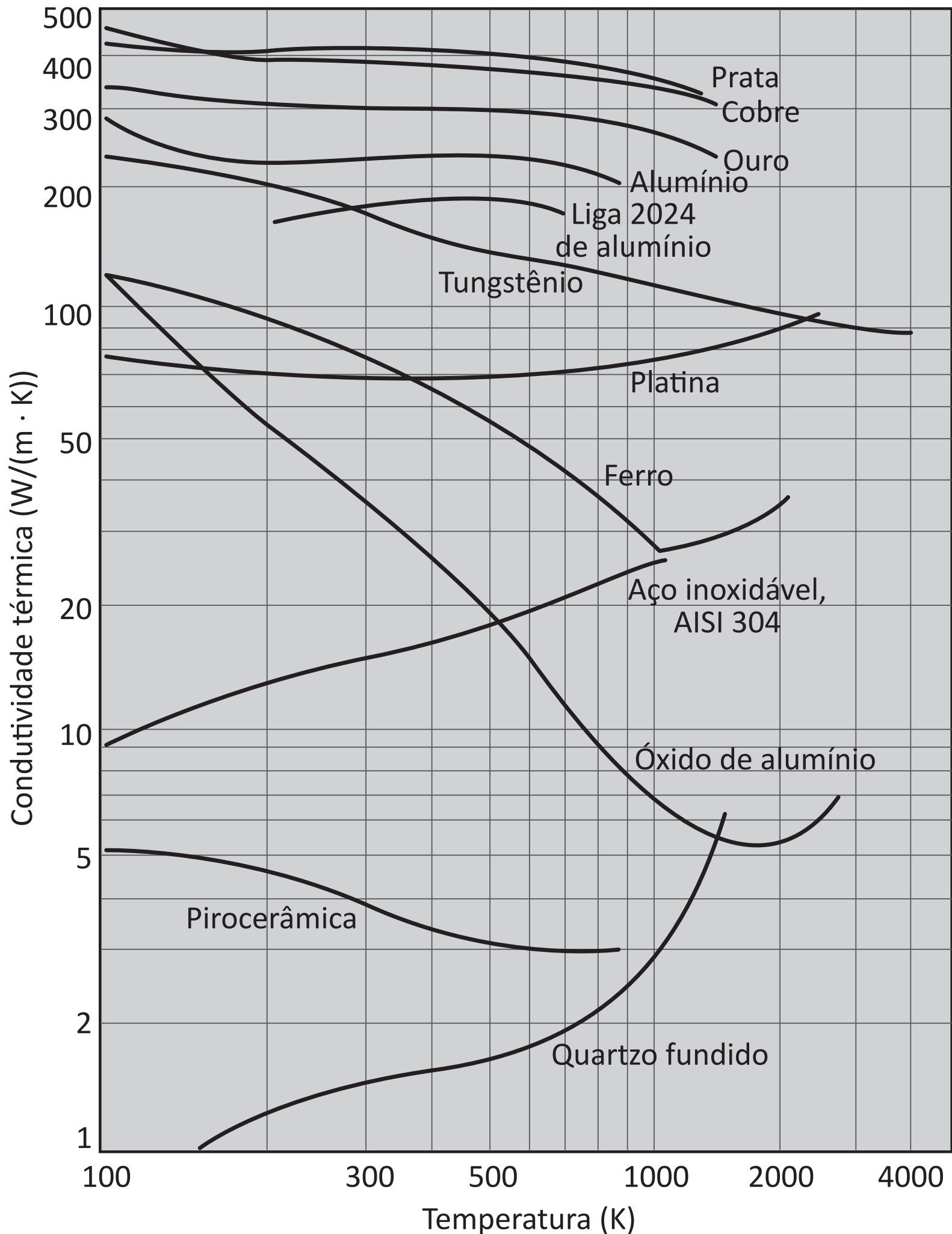
- I. A concentração S será superior a S_0 , pois o substrato é gerado ao longo do bioprocessamento pelas células presentes.
- II. A concentração de X , S e P são as mesmas que estão no interior do biorreator, visto que o processo já se encontra em estado estacionário.
- III. A concentração de células que deixam o biorreator é função do fator de conversão do substrato em células.
- IV. A produtividade do biorreator, em função da formação de células, depende da vazão e do volume do biorreator, além da concentração (inicial e final) de células.

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 30

O fluxo de calor que atravessa determinado meio sólido é proporcional à razão entre a diferença de temperatura e a distância. Essa proporcionalidade é mensurada por um parâmetro denominado condutividade térmica. A variação dos valores de condutividade térmica com a temperatura é mostrada na figura a seguir.



Fonte: BERGMAN, T.L.; LAVINE, A.S.; INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P. **Transferência de calor e de massa**. Rio de Janeiro: LTC, 2014 (adaptado).

A partir da análise da figura apresentada, avalie as afirmações a seguir.

- I. À temperatura ambiente, uma porta fabricada de ferro é um isolante térmico melhor que uma parede de aço inoxidável AISI 304, de mesmas dimensões.
- II. Prata e cobre são os melhores materiais para serem utilizados nos tubos internos de um trocador de calor.
- III. Entre os materiais mencionados na figura, o quartzo fundido é o melhor isolante para ser utilizado em qualquer temperatura.
- IV. Todos os materiais mencionados tendem a ser piores isolantes térmicos com o aumento da temperatura.

É correto apenas o que se afirma em

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



QUESTÃO 31

Em 2016, a revista científica Nature apresentou um estudo em que se indicava que a emissão de metano, durante a produção e a utilização de gás natural, petróleo e carvão, é de 20% a 60% maior do que se julgava. Dado que o metano é 28 vezes mais eficiente na retenção do calor na atmosfera da Terra, constatou-se haver desafios adicionais na luta contra as mudanças climáticas. Nesse sentido, tem aumentado o número de pesquisas sobre como utilizar o gás metano, em vez de “lançá-lo” na atmosfera. Um pesquisador sugeriu que o metano fosse queimado como forma de se atenuar o problema. A tabela a seguir apresenta os dados de calor de formação padrão a 25 °C.

Substância	$H_f^\ominus$ (kJ/mol)	Substância	$H_f^\ominus$ (kJ/mol)	Substância	$H_f^\ominus$ (kJ/mol)	Substância	$H_f^\ominus$ (kJ/mol)
CO ₂ (g)	-393,5	CO(g)	-110,3	NH ₃ (g)	-46,1	NaCl(s)	-412,1
C ₂ H ₂ (g)	+226,8	CH ₄ (g)	-74,8	H ₂ O(v)	-241,8	H ₂ O(l)	-285,8
O ₃ (g)	+143	SO ₂ (g)	-296,8	H ₂ O ₂ (l)	-187,6	SO ₃ (g)	-395,7

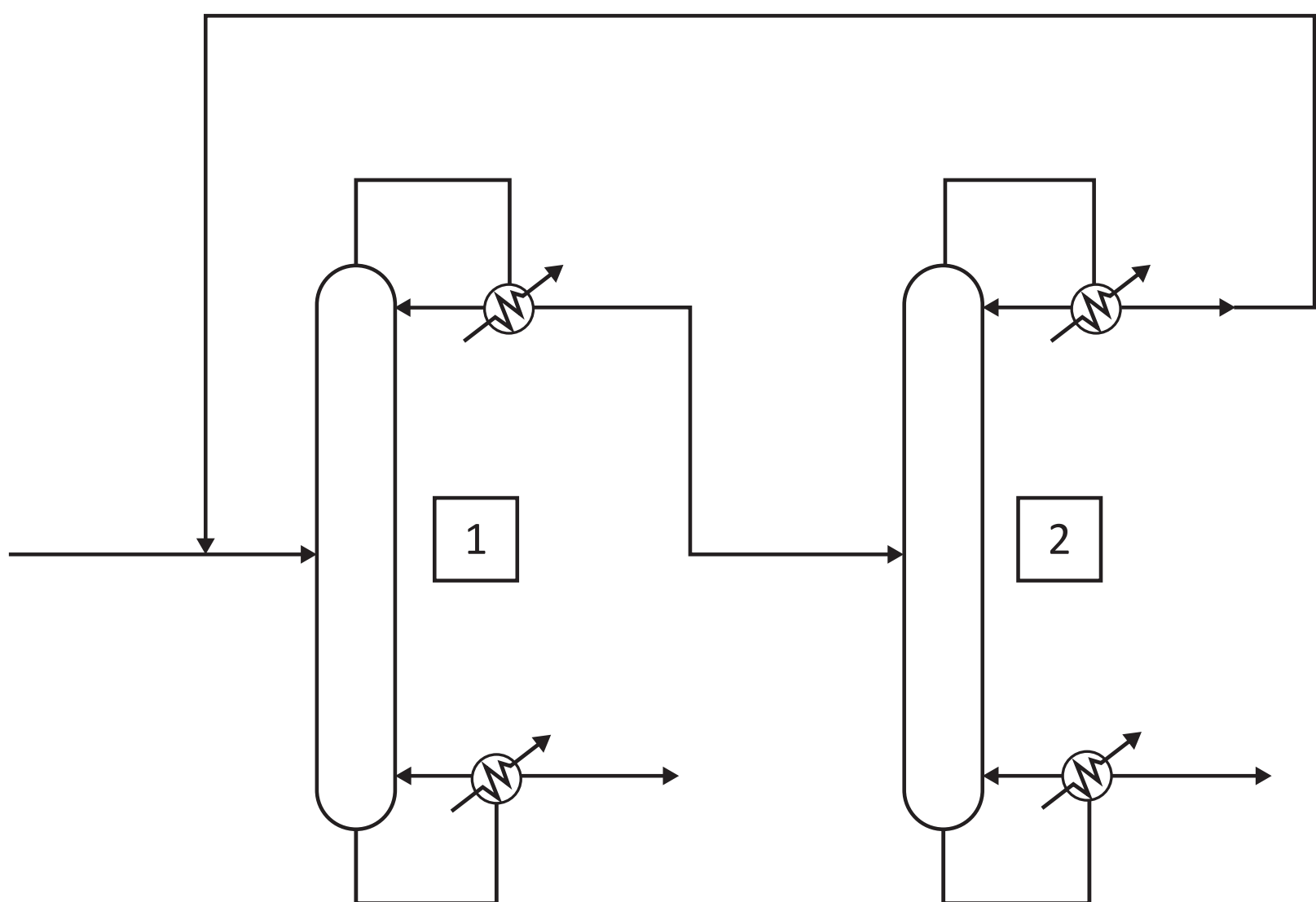
Com base nos dados apresentados, verifica-se que o calor de reação da combustão do metano corresponde a

- A** -973,3 kJ/mol.
- B** +973,3 kJ/mol.
- C** -890,3 kJ/mol.
- D** +890,3 kJ/mol.
- E** -1 367 kJ/mol.

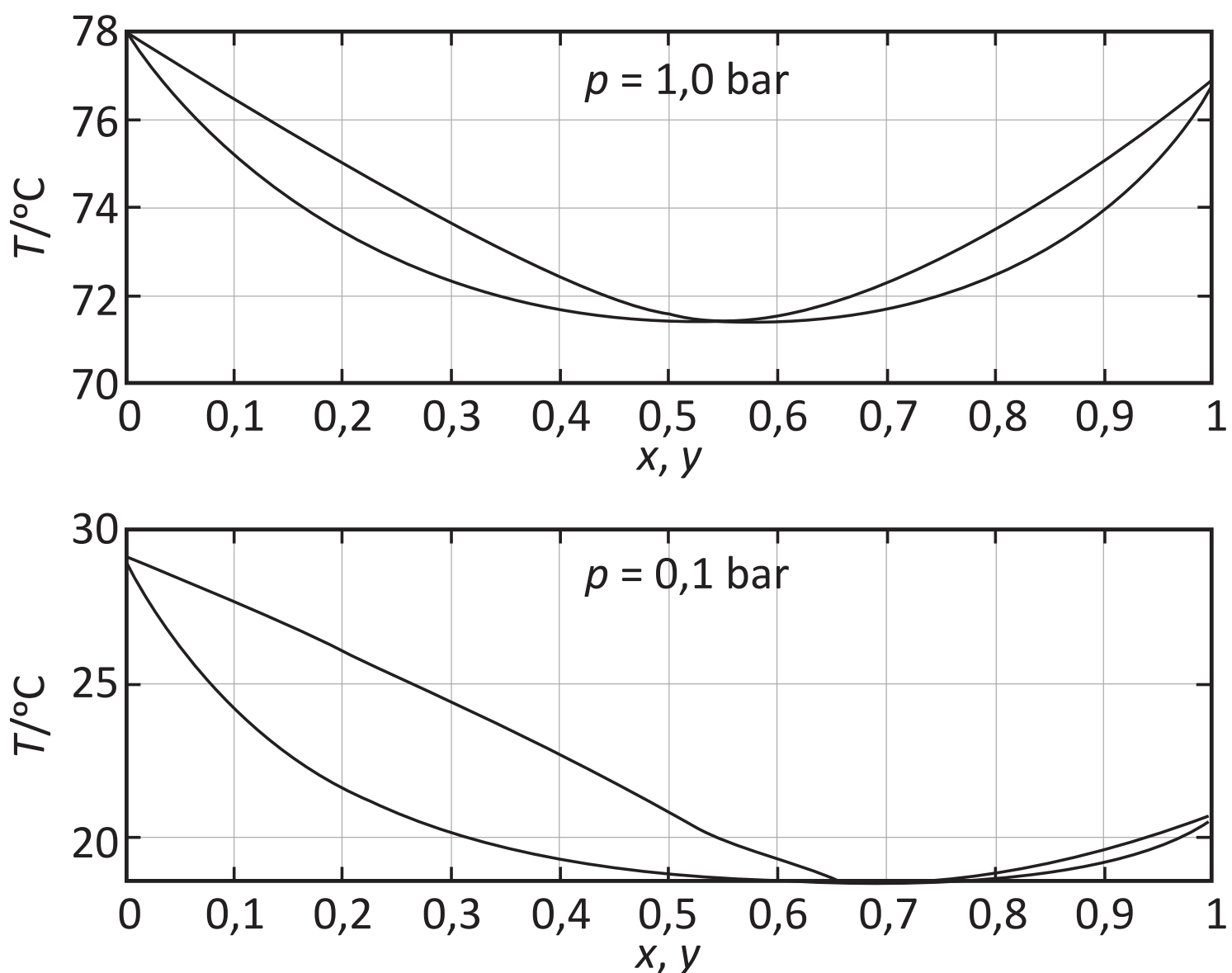
QUESTÃO 32

É difícil a separação de misturas azeotrópicas por destilação fracionada, tal como ocorre, por exemplo, no acetato de etila e etanol. Uma das possibilidades para resolver esse problema é alterar a pressão de operação, de modo a se conseguir uma diferença na composição da mistura azeotrópica.

Com base nesse princípio, é sugerido o fluxograma de processo a seguir, com duas colunas de destilação. Nesse sistema, é alimentada uma mistura que contém 20% de acetato de etila e 80% de etanol, em base molar.



As figuras a seguir apresentam os diagramas de equilíbrio temperatura/composição em duas pressões diferentes (1,0 bar e 0,1 bar). Neles, x e y são frações molares de acetato de etila, e T é a temperatura. Nota-se a formação de duas misturas azeotrópicas com composições aproximadas de 55% e 72% de acetato de etila, em base molar.



Com base nas figuras apresentadas e no que foi descrito, avalie as afirmações a seguir.

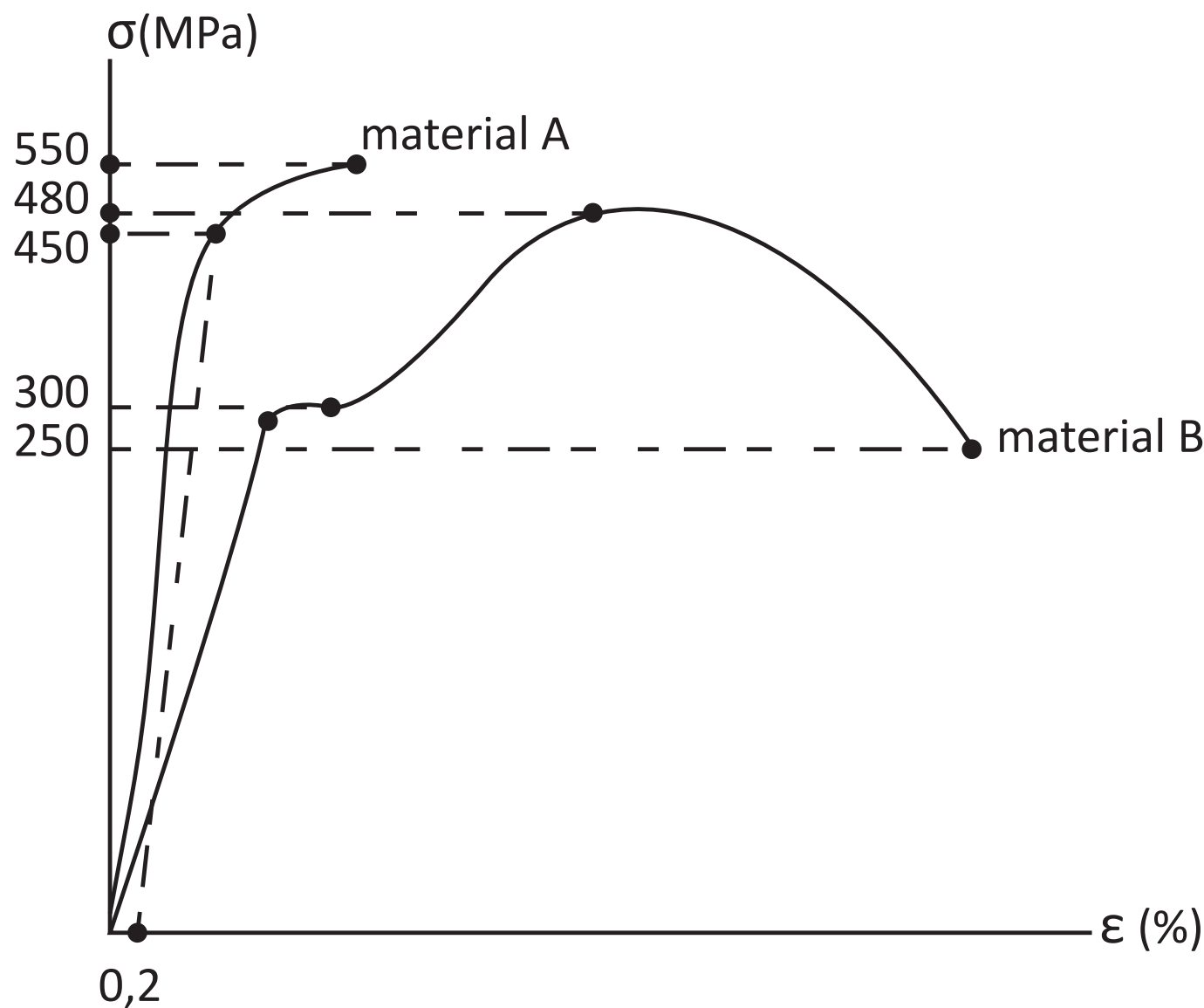
- I. Para que se consiga a separação completa de acetato de etila e etanol, é preciso que a coluna de destilação 1 opere sob pressão de 0,1 bar, e a coluna 2, sob pressão de 1,0 bar.
- II. Da análise dos diagramas de equilíbrio, pode-se inferir corretamente que as pressões de vapor de acetato de etila e de etanol são baixas, o que os torna inflamáveis.
- III. Como produtos de fundo das colunas de destilação 1 e 2, tem-se, respectivamente, etanol e acetato de etila puros.

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 33

A figura a seguir mostra as curvas do diagrama tensão-deformação referentes aos ensaios de tração realizados com dois materiais (A e B).



Com base nos dados experimentais apresentados, assinale a opção correta.

- A** A tensão de ruptura do material B ocorre na tensão de 480 MPa.
- B** O ponto de ruptura do material B ocorre na tensão de 300 MPa.
- C** A limitação elástica do material A ocorre na tensão de 550 MPa.
- D** O ponto de ruptura do material A ocorre na tensão de 450 MPa.
- E** O limite de escoamento do material A ocorre na tensão de 300 MPa.

QUESTÃO 34

Analise o pseudocódigo a seguir, em que `re` corresponde à resistência equivalente, considerando que os valores das variáveis `r1`, `r2`, `r3`, `esc` e `nres` estejam armazenados na memória.

Início

Se `esc == 1` e `nres == 2`

Então `re := r1 + r2`

Se não, se `esc == 1` e `nres == 3`

Então `re := r1 + r2 + r3`

Fim

Se `esc == 2` e `nres == 2`

Então `re := (r1*r2) / (r1 + r2)`

Se não, se `esc == 2` e `nres == 3`

Então `re := 1 / (1/r1 + 1/r2 + 1/r3)`

Fim

Escreva `re`

Fim

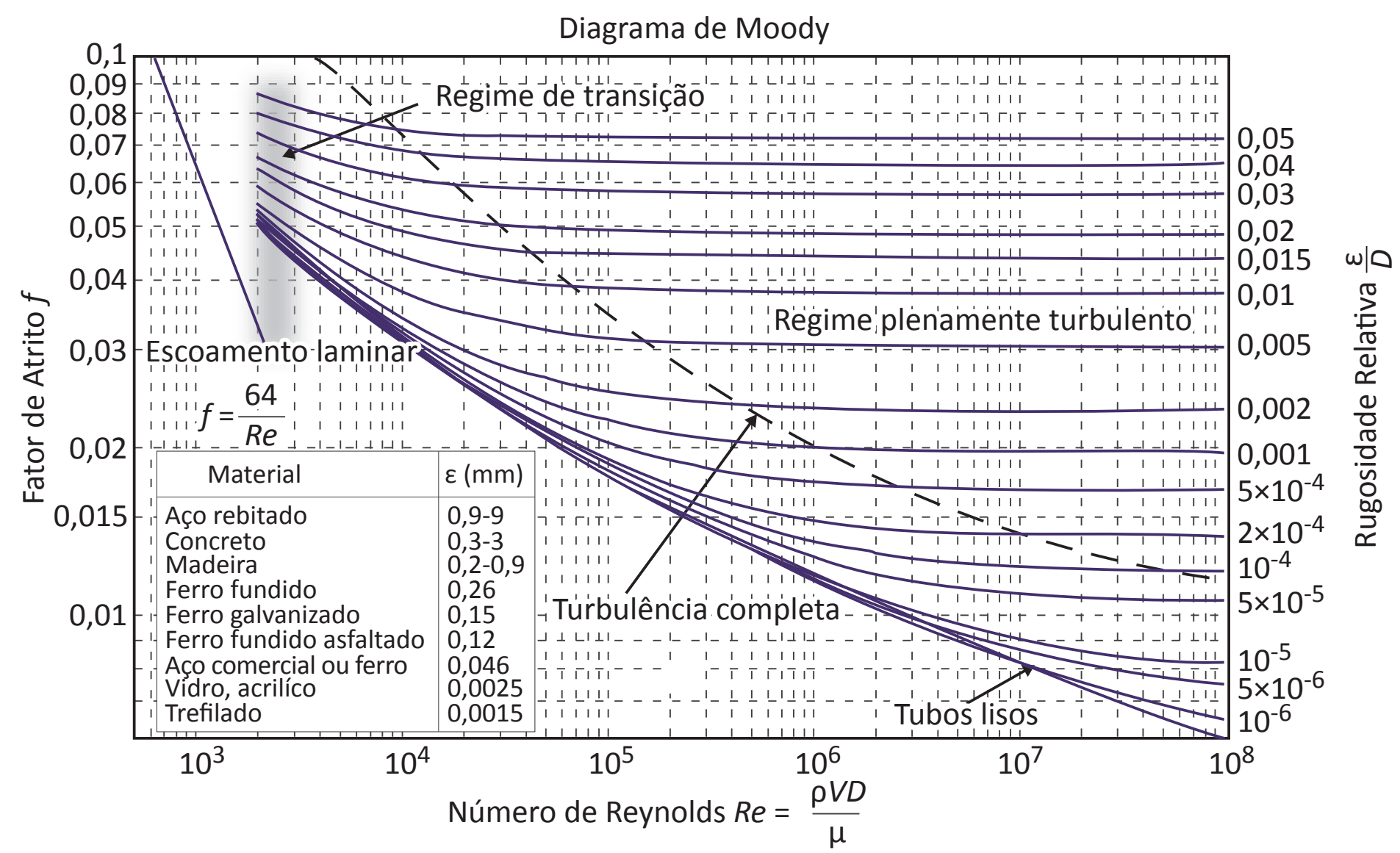
Com base no algoritmo apresentado, assinale a opção correta.

- A** Quando `esc = 1` e `nres = 2`, o cálculo da resistência equivalente envolve um laço iterativo, o resultado é armazenado em `re` e o seu valor é impresso no console.
- B** Quando `esc = 1` e `nres = 3`, é realizado o cálculo da resistência equivalente pela soma de `r1` e `r2`, o resultado é armazenado em `re` e o seu valor é impresso no console.
- C** Quando `esc = 2` e `nres = 2`, é realizado o cálculo da resistência equivalente pela soma de `r1`, `r2` e `r3`, o resultado é armazenado em `re` e o seu valor é impresso no console.
- D** Quando `esc = 2` e `nres = 3`, é realizado o cálculo da resistência equivalente pela soma de `r1`, `r2` e `r3`, o resultado é armazenado em `re` e o seu valor é impresso no console.
- E** Quando `esc = 2` e `nres = 2`, é realizado o cálculo da resistência equivalente por meio de $(r1*r2) / (r1 + r2)$, o resultado é armazenado em `re` e o seu valor é impresso no console.

QUESTÃO 35

Um dos métodos para a obtenção do fator de atrito (f) é o uso do diagrama de Moody. Utilizando-se esse diagrama, é possível obter o fator de atrito para qualquer tipo de escoamento, fluido e rugosidade de uma tubulação. Para tal, é necessário o conhecimento da rugosidade relativa do tubo e do tipo de escoamento, por meio do número de Reynolds.

No diagrama de Moody, apresentado a seguir, estão evidenciados os regimes de escoamento e os valores de rugosidade para alguns materiais.



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 admitindo a densidade e a viscosidade dinâmica da água a 20 °C iguais, respectivamente, a 1 000 kg/m³ e 1,0·10⁻³ Pa·s, avalie as afirmações a seguir.

- I. A água escoar em uma tubulação de ferro fundido com 50 cm de diâmetro à velocidade de 2 m/s, e o regime desse escoamento é turbulento.
- II. Em um tubo de 20 cm de diâmetro, passa água a 0,005 m/s, o regime é laminar e o fator de atrito é 0,064.
- III. A água escoar em um tubo liso de 10 cm de diâmetro a 2 m/s, e o regime é plenamente turbulento.

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.



QUESTÃO 36

Suponha que, em uma unidade fabril, sejam geradas 40 t/h de uma corrente aquosa (densidade = 1 g/mL) contaminada com produtos orgânicos que dão DQO (demanda química de oxigênio) de 25 000 mg/L. O custo de tratamento realizado por uma empresa especializada é de R\$ 2,00/kg de DQO.

Uma possibilidade de redução desse custo é a remoção de parte da carga orgânica usando-se destilação (*stripper*). A simulação desse processo indicou que a DQO é reduzida para 5 000 mg/L, havendo recuperação de 1 000 kg/h de um líquido combustível que, valorado ao preço energético do gás natural, custaria R\$ 1 200,00/t, e o consumo de vapor de 10 t/h, R\$ 120,00/t.

A estimativa do investimento para a instalação de todo o sistema do *stripper* é de R\$ 25 000 000,00. A empresa considera 1 ano como o tempo de retorno do investimento máximo para projetos dessa grandeza. Os custos operacionais de manutenção e de pessoal são desprezíveis, já que são absorvidos por outras unidades.

Acerca do projeto apresentado, avalie as afirmações a seguir.

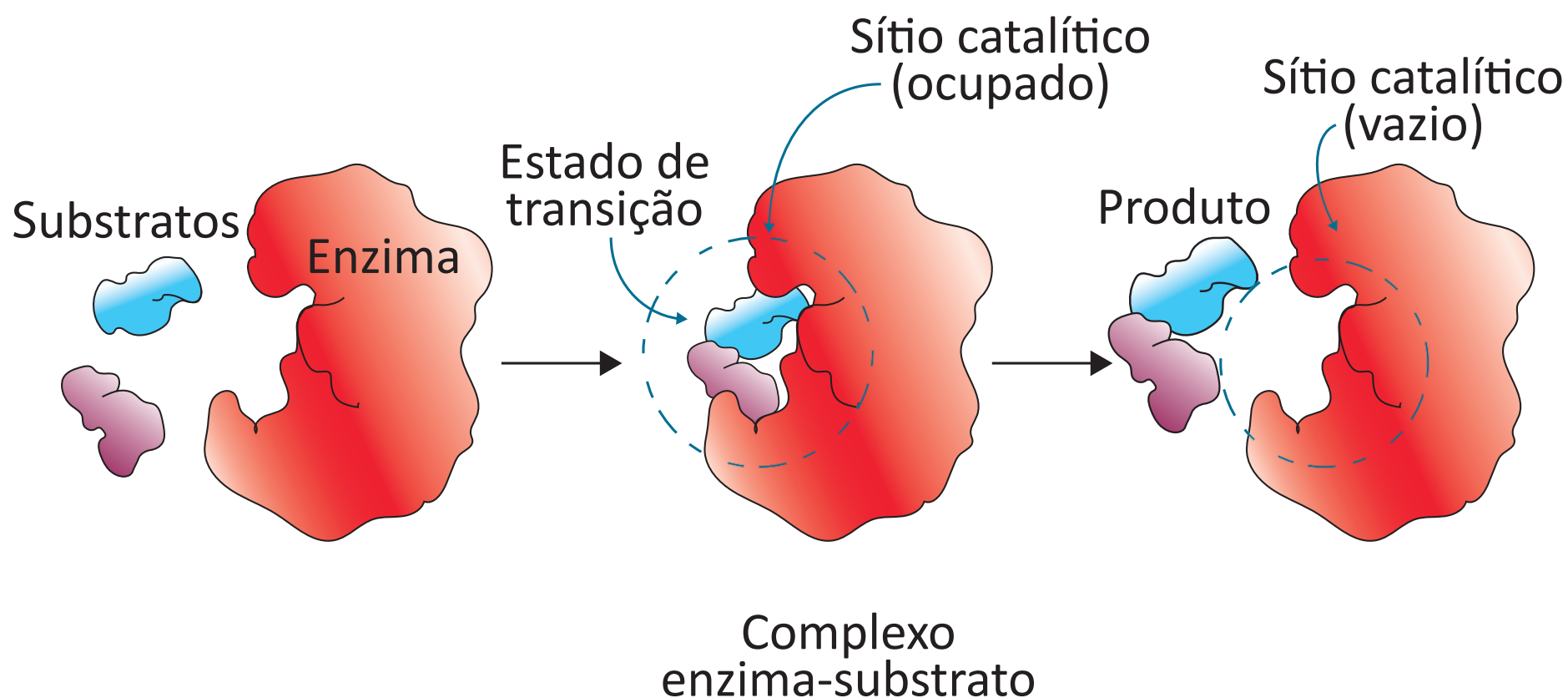
- I. O projeto é viável, segundo o critério estabelecido pela empresa.
- II. O ganho com a instalação do *stripper* será de R\$ 1 610,00/h.
- III. A despesa da empresa com o tratamento de efluente será reduzida em mais de 80%.

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.

QUESTÃO 37

A atividade catalítica de enzimas envolve a ligação aos seus substratos para formar o complexo enzima-substrato. O substrato se liga a uma região específica da enzima, chamada sítio ativo. Quando ligado ao sítio ativo, o substrato é convertido em produto da reação, o qual é, então, liberado da enzima. A reação catalisada por enzimas pode ser esquematizada da forma apresentada a seguir.



COOPER, G. M. **The Cell**: a molecular approach. 2. ed. (MA): Sinauer Associates, 2000 (adaptado).

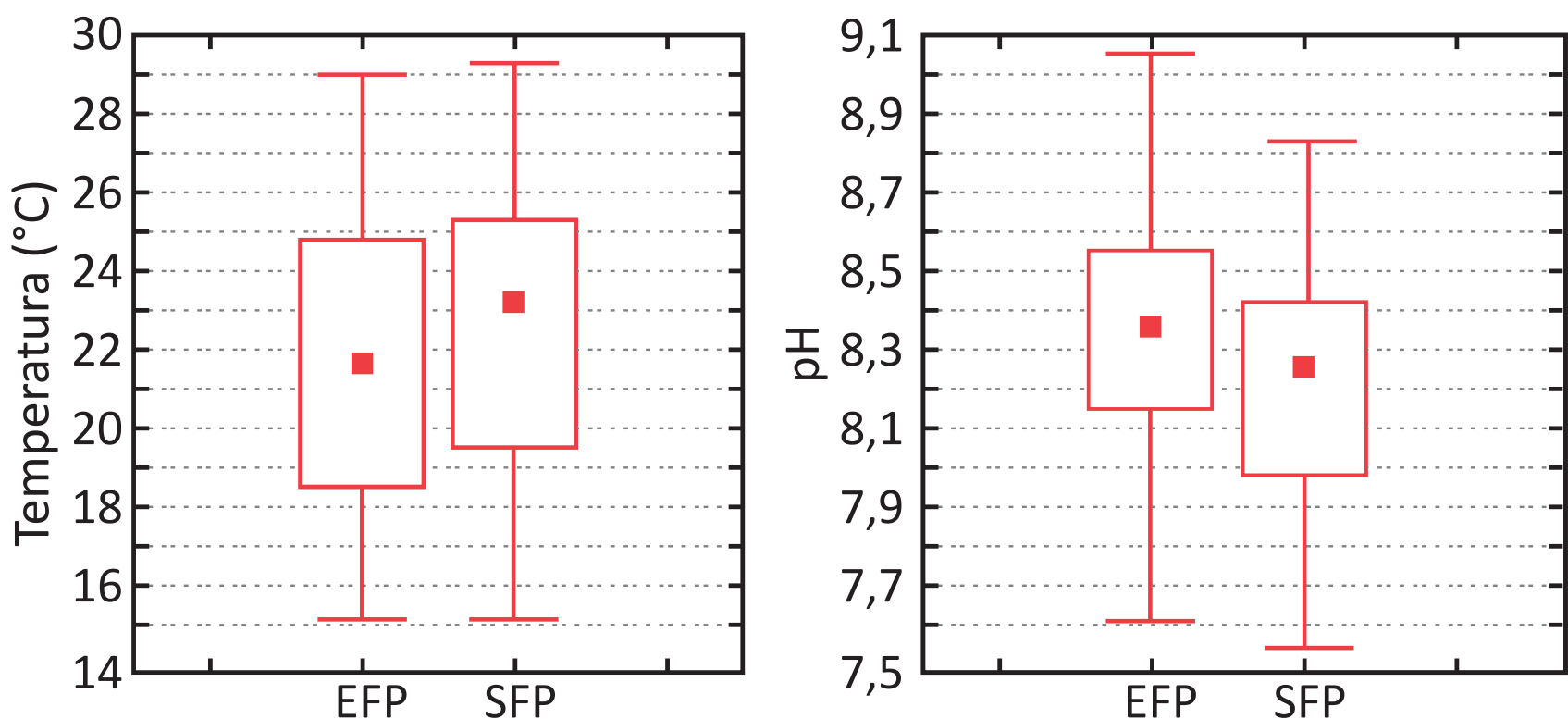
Com base no modelo chave-fechadura, sabe-se que os centros ativos de uma enzima encaixam-se perfeitamente em seus substratos específicos. Nesse modelo, as enzimas reconhecem seus substratos através da

- A** energia de ativação.
- B** temperatura e do pH do meio.
- C** irreversibilidade da reação enzimática.
- D** forma tridimensional das moléculas do substrato.
- E** concentração de sais presentes na solução de substrato.

QUESTÃO 38

A utilização de filtro de pedras no polimento de lagoas de estabilização vem sendo estudada e apresentada em vários eventos da área ambiental. Em um estudo sobre o tratamento de dejetos suínos, visando-se ao reuso do efluente na irrigação, foi verificada a influência de determinados parâmetros na eficiência do filtro de pedras.

Em relação ao pH e à temperatura, foram obtidos os dados de entrada do filtro de pedras (EFP) e de saída do filtro de pedras (SFP), conforme mostram os gráficos de *boxplot*, apresentados a seguir.



OLIVEIRA, J. L. R.; ARAUJO, I. S.; ALVES, R. G. C. M.; BELL FILHO, P.; COSTA, R. H. R. Utilização de filtro de pedras no polimento de lagoas de estabilização para o tratamento de dejetos de suínos visando ao reuso do efluente na irrigação. *In: ANAIS DO 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, ABES. Belo Horizonte (MG), 2007.

Com base nos resultados apresentados nos gráficos, assinale a opção correta.

- A** A eficiência do filtro de pedras sofre efeito significativo do pH.
- B** 50% dos valores de pH na saída do filtro ficaram entre 8,2 e 8,6.
- C** A eficiência do filtro de pedras não sofre efeito significativo da temperatura.
- D** 25% das temperaturas medidas na entrada do filtro eram superiores a 19 °C.
- E** O valor da mediana, na entrada e na saída do filtro, para o pH foi reduzido de 9,1 para 8,8.



As questões abaixo visam conhecer sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar.

Assinale as alternativas correspondentes a sua opinião nos espaços apropriados do **CARTÃO-RESPOSTA**.

QUESTÃO 01

- 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.

QUESTÃO 02

A muito longa.

B longa.

C adequada.

D curta.

E muito curta.

QUESTÃO 03

- 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



QUESTÃO 08

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

QUESTÃO 09

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