

## ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO (QUÍMICO)

## LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

- 01 - O candidato recebeu do fiscal o seguinte material:  
a) este **CADERNO DE QUESTÕES**, com o enunciado das 70 (setenta) questões objetivas, sem repetição ou falha, com a seguinte distribuição:

CONHECIMENTOS BÁSICOS				CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS	
LÍNGUA PORTUGUESA		LÍNGUA INGLESA			
Questões	Pontuação	Questões	Pontuação	Questões	Pontuação
1 a 10	1,0 cada	11 a 20	1,0 cada	21 a 70	1,0 cada
Total: 20,0 pontos				Total: 50,0 pontos	
<b>Total: 70,0 pontos</b>					

- b) **CARTÃO-RESPOSTA** destinado às respostas das questões objetivas formuladas nas provas.
- 02 - O candidato deve verificar se este material está em ordem e se o seu nome e número de inscrição conferem com os que aparecem no **CARTÃO-RESPOSTA**. Caso não esteja nessas condições, o fato deve ser **IMEDIATAMENTE** notificado ao fiscal.
- 03 - Após a conferência, o candidato deverá assinar, no espaço próprio do **CARTÃO-RESPOSTA**, com **caneta esferográfica de tinta preta, fabricada em material transparente**.
- 04 - No **CARTÃO-RESPOSTA**, a marcação das letras correspondentes às respostas certas deve ser feita cobrindo a letra e preenchendo todo o espaço compreendido pelos círculos, com **caneta esferográfica de tinta preta, fabricada em material transparente**, de forma contínua e densa. A leitura ótica do **CARTÃO-RESPOSTA** é sensível a marcas escuras; portanto, os campos de marcação devem ser preenchidos completamente, sem deixar claros.  
Exemplo: (A) ● (C) (D) (E)
- 05 - O candidato deve ter muito cuidado com o **CARTÃO-RESPOSTA**, para não o **DOBRAR, AMASSAR ou MANCHAR**. O **CARTÃO-RESPOSTA SOMENTE** poderá ser substituído se, no ato da entrega ao candidato, já estiver danificado.
- 06 - Imediatamente após a autorização para o início das provas, o candidato deve conferir se este **CADERNO DE QUESTÕES** está em ordem e com todas as páginas. Caso não esteja nessas condições, o fato deve ser **IMEDIATAMENTE** notificado ao fiscal.
- 07 - As questões objetivas são identificadas pelo número que se situa acima de seu enunciado.
- 08 - Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 alternativas classificadas com as letras (A), (B), (C), (D) e (E); só uma responde adequadamente ao quesito proposto. O candidato só deve assinalar **UMA RESPOSTA**: a marcação em mais de uma alternativa anula a questão, **MESMO QUE UMA DAS RESPOSTAS ESTEJA CORRETA**.
- 09 - **SERÁ ELIMINADO** deste Processo Seletivo Público o candidato que:  
a) for surpreendido, durante as provas, em qualquer tipo de comunicação com outro candidato;  
b) portar ou usar, durante a realização das provas, aparelhos sonoros, fonográficos, de comunicação ou de registro, eletrônicos ou não, tais como agendas, relógios de qualquer natureza, *notebook*, transmissor de dados e mensagens, máquina fotográfica, telefones celulares, *paggers*, microcomputadores portáteis e/ou similares;  
c) se ausentar da sala em que se realizam as provas levando consigo o **CADERNO DE QUESTÕES** e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**;  
d) se recusar a entregar o **CADERNO DE QUESTÕES** e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**, quando terminar o tempo estabelecido;  
e) não assinar a **LISTA DE PRESENÇA** e/ou o **CARTÃO-RESPOSTA**.  
**Obs.** O candidato só poderá ausentar-se do recinto das provas após **2 (duas) horas** contadas a partir do efetivo início das mesmas. Por motivos de segurança, o candidato **NÃO PODERÁ LEVAR O CADERNO DE QUESTÕES**, a qualquer momento.
- 10 - O candidato deve reservar os 30 (trinta) minutos finais para marcar seu **CARTÃO-RESPOSTA**. Os rascunhos e as marcações assinaladas no **CADERNO DE QUESTÕES NÃO SERÃO LEVADOS EM CONTA**.
- 11 - O candidato deve, ao terminar as provas, entregar ao fiscal o **CADERNO DE QUESTÕES** e o **CARTÃO-RESPOSTA** e **ASSINAR A LISTA DE PRESENÇA**.
- 12 - **O TEMPO DISPONÍVEL PARA ESTAS PROVAS DE QUESTÕES OBJETIVAS É DE 4 (QUATRO) HORAS E 30 (TRINTA) MINUTOS**, já incluído o tempo para marcação do seu **CARTÃO-RESPOSTA**, findo o qual o candidato deverá, obrigatoriamente, entregar o **CARTÃO-RESPOSTA** e o **CADERNO DE QUESTÕES**.
- 13 - As questões e os gabaritos das Provas Objetivas serão divulgados a partir do primeiro dia útil após sua realização, no endereço eletrônico da **FUNDAÇÃO CESGRANRIO** (<http://www.cesgranrio.org.br>).

## CONHECIMENTOS BÁSICOS

## LÍNGUA PORTUGUESA

## Memórias Póstumas de Brás Cubas

Lobo Neves, a princípio, metia-me grandes sustos. Pura ilusão! Como adorasse a mulher, não se vexava de mo dizer muitas vezes; achava que Virgília era a perfeição mesma, um conjunto de qualidades sólidas e finas, amável, elegante, austera, um modelo. E a confiança não parava aí. De fresta que era, chegou a porta escancarada. Um dia confessou-me que trazia uma triste carcoma na existência; faltava-lhe a glória pública. Animei-o; disse-lhe muitas coisas bonitas, que ele ouviu com aquela unção religiosa de um desejo que não quer acabar de morrer; então compreendi que a ambição dele andava cansada de bater as asas, sem poder abrir o voo. Dias depois disse-me todos os seus tédios e desfalecimentos, as amarguras engolidas, as raivas sopitadas; contou-me que a vida política era um tecido de invejas, despeitos, intrigas, perfídias, interesses, vaidades. Evidentemente havia aí uma crise de melancolia; tratei de combatê-la.

— Sei o que lhe digo, replicou-me com tristeza. Não pode imaginar o que tenho passado. Entrei na política por gosto, por família, por ambição, e um pouco por vaidade. Já vê que reuni em mim só todos os motivos que levam o homem à vida pública; faltou-me só o interesse de outra natureza. Vira o teatro pelo lado da plateia; e, palavra, que era bonito! Soberbo cenário, vida, movimento e graça na representação. Escriurei-me; deram-me um papel que... Mas para que o estou a fatigar com isto? Deixe-me ficar com as minhas amofinações. Creia que tenho passado horas e dias... Não há constância de sentimentos, não há gratidão, não há nada... nada.... nada...

Calou-se, profundamente abatido, com os olhos no ar, parecendo não ouvir coisa nenhuma, a não ser o eco de seus próprios pensamentos. Após alguns instantes, ergueu-se e estendeu-me a mão: — O senhor há de rir-se de mim, disse ele; mas desculpe aquele desabafo; tinha um negócio, que me mordida o espírito. E ria, de um jeito sombrio e triste; depois pediu-me que não referisse a ninguém o que se passara entre nós; ponderei-lhe que a rigor não se passara nada. Entraram dois deputados e um chefe político da paróquia. Lobo Neves recebeu-os com alegria, a princípio um tanto postiça, mas logo depois natural.

No fim de meia hora, ninguém diria que ele não era o mais afortunado dos homens; conversava, chasqueava, e ria, e riam todos.

ASSIS, M. de. Memórias Póstumas de Brás Cubas; IN: CHIARA, A. C. *et alli* (Orgs.). Machado de Assis para jovens leitores. Rio de Janeiro: Eduerj, 2008.

1

Com base na leitura do texto, entende-se que o desabafo de Lobo Neves ao longo do texto deve-se à sua insatisfação com a(o)

- (A) vida pública
- (B) sua família
- (C) seu casamento
- (D) teatro da época
- (E) *glamour* da sociedade

2

Em “Como adorasse a mulher, não se vexava de mo dizer muitas vezes” (l. 2-3), o conector **como** estabelece, com a oração seguinte, uma relação semântica de

- (A) causa
- (B) condição
- (C) contraste
- (D) comparação
- (E) consequência

3

A palavra **carcoma** foi empregada metaforicamente no trecho “Um dia confessou-me que trazia uma triste carcoma na existência” (l. 7-8).

Um outro exemplo de metáfora empregada no texto é:

- (A) “Lobo Neves, a princípio, metia-me grandes sustos” (l. 1-2)
- (B) “De fresta que era, chegou a porta escancarada” (l. 6-7)
- (C) “Evidentemente havia aí uma crise de melancolia; tratei de combatê-la” (l. 17-18)
- (D) “Entre na política por gosto, por família, por ambição, e um pouco por vaidade” (l. 21-23)
- (E) “Lobo Neves recebeu-os com alegria” (l. 43)

4

A partir da leitura do fragmento do texto: “que ele ouviu com aquela unção religiosa de um desejo que não quer acabar de morrer” (l. 10-11), infere-se que Lobo Neves

- (A) estava prestes a morrer.
- (B) era extremamente religioso.
- (C) tinha o desejo de ir para bem longe dali.
- (D) esperava ainda ter uma atuação política satisfatória.
- (E) estava sofrendo de uma gravíssima crise de depressão.

5

O trecho do texto “Vira o teatro pelo lado da plateia; e, palavra, que era bonito!” (l. 25-26) faz referência ao fato de Lobo Neves

- (A) misturar política e lazer.
- (B) ter uma vida social muito intensa.
- (C) poder deslumbrar-se com o teatro.
- (D) estar saudoso de sua vida como ator.
- (E) ter ignorado as dificuldades da atividade política.

6

Os sinais de pontuação contribuem para a construção dos sentidos dos textos.

No fragmento do texto “Escriturei-me; deram-me um papel que... mas para que o estou a fatigar com isso? Deixe-me ficar com as minhas amofinações” (l. 28-30), as reticências são usadas para demarcar a

- (A) interrupção de uma ideia.
- (B) insinuação de uma ameaça.
- (C) hesitação comum na oralidade.
- (D) continuidade de uma ação ou fato.
- (E) omissão proposital de algo que se devia dizer.

7

O fragmento no qual a regência do verbo em destaque é a mesma do verbo **referir** no trecho “que não referisse a ninguém o que se passara entre nós” (l. 40-41) é

- (A) “Como **adorasse** a mulher” (l. 2)
- (B) “Virgília **era** a perfeição mesma” (l. 3-4)
- (C) “Um dia **confessou**-me que trazia uma triste carcoma na existência” (l. 7-8)
- (D) “Mas para que o estou a **fatigar** com isto?” (l. 28-29)
- (E) “**Entraram** dois deputados e um chefe político da paróquia” (l. 42-43)

8

O pronome oblíquo átono está empregado de acordo com o que prevê a variedade formal da norma-padrão da língua em:

- (A) Poucos dar-lhe-iam a atenção merecida.
- (B) Lobo Neves nunca se afastara da vida pública.
- (C) Diria-lhe para evitar a carreira política se perguntasse.
- (D) Ele tinha um problema que mantinha-o preocupado todo o tempo.
- (E) Se atormentou com aquela crise de melancolia que parecia não ter fim.

9

Em português, o acento grave indica a contração de dois “a” em um só, em um processo chamado crase, e está corretamente empregado em:

- (A) Verei a política de outra forma à partir daquela conversa.
- (B) Daqui à duas horas Lobo Neves receberá os amigos com alegria.
- (C) Assistimos à apresentações inflamadas de alguns deputados e senadores.
- (D) Em referência àqueles pensamentos, Lobo Neves calou-os rapidamente.
- (E) A política, à qual não quero mais em minha vida, causou-me muitos problemas.

10

O período que atende plenamente às exigências da concordância verbal na norma-padrão da língua portuguesa é:

- (A) Mais de um mandato foram exercidos por Lobo Neves.
- (B) Fazem quinze anos que ele conseguiu entrar para a vida pública.
- (C) Necessita-se de políticos mais compromissados com a população.
- (D) Com certeza, haviam mais de trinta deputados no plenário naquele dia.
- (E) Reeleger-se-á, somente, os políticos com um histórico de trabalho honesto.

RASCUNHO

Continua 

## LÍNGUA INGLESA

## The key energy questions for 2018

*The renewables industry has had a great year.  
How fast can it grow now?*

What are the issues that will shape the global energy market in 2018? What will be the energy mix, trade patterns and price trends? Every country is different and local factors, including politics, are important. But at the global level there are four key questions, and each of which answers is highly uncertain.

The first question is whether Saudi Arabia is stable. The kingdom's oil exports now mostly go to Asia but the volumes involved mean that any volatility will destabilise a market where speculation is rife.

The risk is that an open conflict, which Iran and Saudi have traditionally avoided despite all their differences, would spread and hit oil production and trade. It is worth remembering that the Gulf states account for a quarter of global production and over 40 per cent of all the oil traded globally. The threat to stability is all the greater given that Iran is likely to win any such clash and to treat the result as a licence to reassert its influence in the region.

The second question is how rapidly production of oil from shale rock will grow in the US — 2017 has seen an increase of 600,000 barrels a day to over 6m. The increase in global prices over the past six months has made output from almost all America's producing areas commercially viable and drilling activity is rising. A comparable increase in 2018 would offset most of the current OPEC production cuts and either force another quota reduction or push prices down.

The third question concerns China. For the last three years the country has managed to deliver economic growth with only minimal increases in energy consumption. Growth was probably lower than the claimed numbers — the Chinese do not like to admit that they, too, are subject to economic cycles and recessions — but even so the achievement is considerable. The question is whether the trend can be continued. If it can, the result will limit global demand growth for oil, gas and coal.

China, which accounts for a quarter of the world's daily energy use, is the swing consumer. If energy efficiency gains continue, CO2 emissions will remain flat or even fall. The country's economy is changing and moving away from heavy industry fuelled largely by coal to a more service-based one, with a more varied fuel mix. But the pace of that shift is uncertain and some recent data suggests that as economic growth has picked up, so has consumption of oil and coal. Beijing has high ambitions for a much cleaner energy economy, driven not least by the levels of air

pollution in many of the major cities; 2018 will show how much progress they are making.

The fourth question is, if anything, the most important. How fast can renewables grow? The last few years have seen dramatic reductions in costs and strong increase in supply. The industry has had a great year, with bids from offshore wind for capacity auctions in the UK and elsewhere at record low levels.

Wind is approaching grid parity — the moment when it can compete without subsidies. Solar is also thriving: according to the International Energy Agency, costs have fallen by 70 per cent since 2010 not least because of advances in China, which now accounts for 60 per cent of total solar cell manufacturing capacity. The question is how rapidly all those gains can be translated into electric supply.

Renewables, including hydro, accounted for just 5 per cent of global daily energy supply according to the IEA's latest data. That is increasing — solar photovoltaic capacity grew by 50 per cent in 2016 — but to make a real difference the industry needs a period of expansion comparable in scale to the growth of personal computing and mobile phones in the 1990s and 2000s.

The problem is that the industry remains fragmented. Most renewable companies are small and local, and in many cases undercapitalised; some are built to collect subsidies. A radical change will be necessary to make the industry global and capable of competing on the scale necessary to displace coal and natural gas. The coming year will show us whether it is ready for that challenge.

In many ways, the energy business is at a moment of change and transition. Every reader will have their own view on each of the four questions. To me, the prospect is of supply continuing to outpace demand. If that is right, the surge in oil prices over the past two months is a temporary and unsustainable phenomenon. It would take another Middle East war to change the equation. Unfortunately, that is all too possible.

Available at: <<https://www.ft.com/content/c9bdc750-ec85-11e7-8713-513b1d7ca85a>>. Retrieved on: Feb 18, 2018. Adapted.

11

The main purpose of the text is to

- (A) explain the reasons for the sudden increase in the price of oil in 2018.
- (B) speculate on matters that may affect the global energy market in 2018.
- (C) provide precise answers to the most relevant questions on global energy.
- (D) forecast changes in trade and energy production in Asia and the Middle East.
- (E) measure the devastating impact of renewable industry on coal and natural gas.

12

Saudi Arabia and Iran are mentioned in paragraphs 2 and 3 (lines 8-20) because they

- (A) are latent enemies about to engage in violent strife.
- (B) produce more than 40 per cent of the world's crude oil.
- (C) should spread their influence over the other Gulf States.
- (D) can be considered the most stable countries in the Middle East.
- (E) might affect oil production and trade if they engage in an open conflict.

13

In the fragment "The threat to stability is all the greater given that Iran is likely to win any such clash and to treat the result as a licence to reassert its influence in the region" (lines 17-20), **given that** can be replaced, without change in meaning, by

- (A) even so
- (B) even though
- (C) despite the fact that
- (D) because of the fact that
- (E) taking into account that

14

The production of oil from shale rock in the US is mentioned in paragraph 4 (lines 21-29) because in 2018 it

- (A) can rapidly achieve the record level of 6 million barrels a day.
- (B) will certainly reach higher levels than those announced in 2017.
- (C) will make output from America's producing areas commercially viable in 2018.
- (D) might compensate for present OPEC production cuts and cause a decrease in oil prices.
- (E) is going to have devastating effects on the drilling activity in the country in the near future.

15

The phrase **that shift** (line 46) refers to the change in China from a

- (A) heavy industry fuelled by coal to a service-based industry using a more varied mix.
- (B) large consumption of the world's fossil fuels to lower consumption levels.
- (C) limited demand for oil, gas and coal to an increasing demand.
- (D) low-fossil-fuel economy to a pollution-based economy.
- (E) fast-growing economy to a receding one.

16

In the fragments "some recent data suggests that as economic growth has picked up" (lines 47-48) and "Beijing has high ambitions for a much cleaner energy economy, driven not least by the levels of air pollution in many of the major cities" (lines 49-51), **picked up** and **driven by** mean, respectively,

- (A) declined – guided by
- (B) increased – delayed by
- (C) deteriorated – caused by
- (D) improved – motivated by
- (E) stabilized – hindered by

17

In terms of numerical reference, one concludes that

- (A) "over 40 per cent" (lines 16-17) refers to the percentage of global oil produced by Iran and Saudi.
- (B) "70 per cent" (line 62) refers to the percentage decrease in solar energy costs since 2010.
- (C) "60 per cent" (line 64) refers to the total percentage of solar cells commercialized in China.
- (D) "5 per cent" (line 68) refers to the percentage of global energy generated by hydroelectric plants.
- (E) "50 per cent" (line 70) refers to the percentage decrease in solar photovoltaic capacity in 2016.

18

Based on the meanings of the words in the text, it can be said that

- (A) "rife" (line 11) and **scarce** express similar ideas.
- (B) "claimed" (line 34) can be replaced by **hidden**.
- (C) "flat" (line 43) and **high** express similar ideas.
- (D) "thriving" (line 61) and **developing** are synonyms.
- (E) "surge" (line 87) and **increase** are antonyms.

RASCUNHO

RASCUNHO



19

Concerning the renewable energy industry, the author affirms that it

- (A) has become highly competitive without subsidies or government support.
- (B) has been growing dramatically because of the threat posed by climate change.
- (C) needs to go through a profound change to become global and more competitive.
- (D) will provide most of the global electric supply through solar, wind and hydropower.
- (E) has been expanding faster than personal computing and mobile phones in the 1990s and 2000s.

20

According to the last paragraph, the author believes that the

- (A) future of the energy business is uncertain and difficult to anticipate.
- (B) recent increase in oil prices is definitely a long-lasting phenomenon.
- (C) four questions presented in the article will be answered sooner than we imagine.
- (D) energy business is definitely facing a moment of stability, growth and prosperity.
- (E) inevitable conflict in the Middle East will solve the imbalance between energy supply and demand.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

21

Uma quantidade de ar a uma temperatura de 290K é comprimida de 101,3 KN/m<sup>2</sup> a 2065 KN/m<sup>2</sup> em um compressor de dois estágios. O compressor opera com uma eficiência mecânica de 85%, e a relação entre pressão e volume durante a compressão e expansão do gás é  $PV^{1,25} = \text{Constante}$ . Sabe-se que as taxas de compressão dos dois cilindros são iguais, e o refrigerador intermediário possui 100% de eficiência.

O trabalho de compressão em KJ por Kg de ar comprimido é

- (A) 355,7
- (B) 345,5
- (C) 293,7
- (D) 249,5
- (E) 172,5

Dado

a T=290 K, volume específico = 0,826 m<sup>3</sup>/Kg

22

A pressão de vapor do benzeno e tolueno puro a 293 K são, respectivamente, 0,1 bar e 0,03 bar. Sabe-se que a solução contém 1,2 moles de benzeno e 1,3 moles de tolueno.

Considerando-se a idealidade, a composição da fase vapor em equilíbrio com a solução é

- (A) 0,369 e 0,631
- (B) 0,405 e 0,595
- (C) 0,500 e 0,500
- (D) 0,635 e 0,365
- (E) 0,755 e 0,245

23

A formação do trióxido de enxofre (SO<sub>3(g)</sub>) ocorre a partir da oxidação do dióxido de enxofre (SO<sub>2(g)</sub>), reagindo com oxigênio (O<sub>2(g)</sub>) a temperatura de 960K e a constante de equilíbrio nesta temperatura de K<sub>p</sub>=10.

A energia de Gibbs nessas condições, em KJmol<sup>-1</sup>, é

- (A) - 5,1
- (B) - 12,8
- (C) - 18,4
- (D) - 36,8
- (E) - 42,3

Dado

Pressões parciais, em bar, do SO<sub>2(g)</sub>, O<sub>2(g)</sub>, SO<sub>3(g)</sub>, respectivamente, 10<sup>-3</sup>, 0,20, 10<sup>-4</sup>. Constante dos gases, R = 8,314 J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>; Logaritmo Neperiano, ln(5)=1,609; ln(10)=2,303.

24

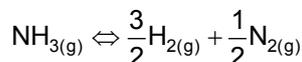
Uma máquina térmica reversível operando com um gás ideal absorve 2,0 KJ a 350 °C, realizando trabalho e rejeitando calor a 40 °C.

Qual o trabalho realizado, em KJ?

- (A) 0,51
- (B) 0,71
- (C) 1,01
- (D) 2,50
- (E) 3,90

25

A reação de equilíbrio a seguir ocorre à pressão de 1 bar, e sua constante de equilíbrio das pressões parciais  $K_p(T)$  é igual a  $1,36 \times 10^{-3}$  na temperatura de 298 K.



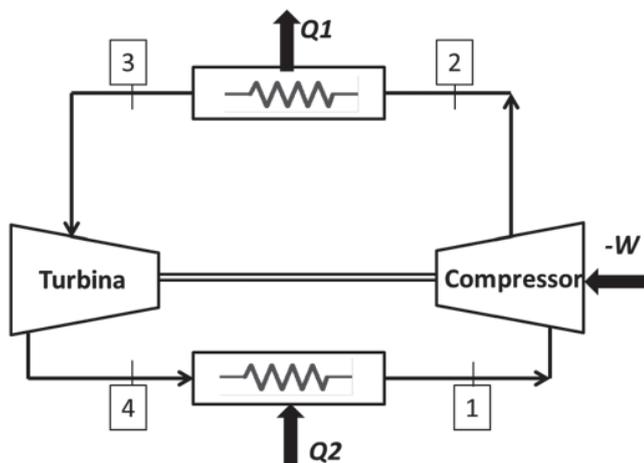
O valor correspondente de  $K_c(T)$  para essa reação no estado padrão de 1 mol L<sup>-1</sup> é de

- (A)  $1,1 \times 10^{-4}$
- (B)  $1,4 \times 10^{-3}$
- (C)  $4,01 \times 10^{-2}$
- (D)  $5,5 \times 10^{-5}$
- (E)  $13,6 \times 10^{-4}$

Dado  
Constante dos gases,  $R=0,083145 \text{ L}\cdot\text{bar}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

26

Um ciclo de refrigeração a ar em que ocorre um processo de expansão numa turbina está representado na Figura abaixo.



Considere o ciclo-padrão a ar de refrigeração simples, onde o ar entra no compressor a 0,1 MPa e 253 K, deixando-o a 0,5 MPa. O modelo utilizado para o ar é de gás perfeito com  $C_p = 1,0035 \text{ KJ Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $C_v = 0,7165 \text{ KJ Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  para uma temperatura de 300K.

Cada processo ocorre em regime permanente e não ocorrem variações de energia cinética ou potencial no sistema.

Sabendo-se que o ar entra na turbina a 288 K, o coeficiente de eficácia desse ciclo é de

- (A) 0,5
- (B) 0,6
- (C) 0,8
- (D) 1,7
- (E) 2,7

27

Um metal apresenta massa de 1 kg e sofre uma pressão, em um processo isotérmico e reversível, de 0,5 a 100 MPa. Sabendo-se que a temperatura do bloco é de 298 K, o calor transferido em J por Kg desse metal nessa mudança de fase é

- (A) 55,5
- (B) 102,5
- (C) 150,5
- (D) 163,9
- (E) 1200,3

Dado  
Expansão volumétrica =  $\alpha = 5,0 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$   
Volume específico =  $v = 0,000114 \text{ m}^3/\text{Kg}$

28

Considere a função de estado da energia interna  $U=U(S,V)$  e sua expressão diferencial  $dU=TdS-pdV$ . Correlacione com a entalpia  $H=H(S,P)$  e sua expressão  $H=U+PV$ .

A relação de Maxwell correspondente é

- (A)  $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_V$
- (B)  $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_V$
- (C)  $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_V$
- (D)  $\left(\frac{\partial P}{\partial U}\right)_V = \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_P$
- (E)  $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$

29

Uma máquina térmica de uma central termoelétrica opera entre um reservatório térmico a 823 K e o ambiente a 300K. Sabe-se que a taxa de transferência de calor do reservatório a alta temperatura para a máquina é de 1 MW, e a potência da máquina, ou seja, a taxa de realização de trabalho é de 450 KW.

A eficiência dessa máquina térmica é de

- (A) 0,36
- (B) 0,45
- (C) 0,55
- (D) 0,64
- (E) 0,81

RASCUNHO



30

Um gás realiza um escoamento adiabático, com uma vazão mássica constante, em um tubo horizontal de área da seção reta também constante. Sabe-se que o volume específico e a velocidade aumentam de acordo com a equação da velocidade máxima ( $u_{\max}$ ) do escoamento neste tubo. Considere que ocorre um processo de escoamento permanente em um sistema de fluidos monofásicos e que o volume de controle só tem uma entrada e uma saída.

Qual a expressão do valor da velocidade máxima ( $u_{\max}$ )?

- (A)  $u_{\max}^2 = V^2 \left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_P$
- (B)  $u_{\max}^2 = -g_c \left( \frac{\partial P}{\partial V} \right)_U$
- (C)  $u_{\max}^2 = -g_c V^2 \left( \frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$
- (D)  $u_{\max}^2 = g_c T^2 \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_S$
- (E)  $u_{\max}^2 = -V^2 \left( \frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$

31

O diagrama de fases pode ser representado por gráficos em função de  $P \times T$  a partir das equações de pressão de vapor de um ou mais componentes. Na construção desses gráficos, é possível encontrar a temperatura normal de ebulição, utilizando-se a equação para a pressão de vapor do líquido a pressão atmosférica. Sabe-se que as pressões saturadas de vapor para as fases sólida e líquida se cruzam no ponto triplo e que a temperatura,  $T_{pt}$ , do ponto triplo é de 1260 K.

As equações para a pressão de vapor do NaF sólido e líquido com a pressão são, respectivamente, as seguintes:

$$\ln p = \frac{-34450}{T} - 2,01 \ln T + 33,740$$

$$\ln p = \frac{-31090}{T} - 2,52 \ln T + 34,660$$

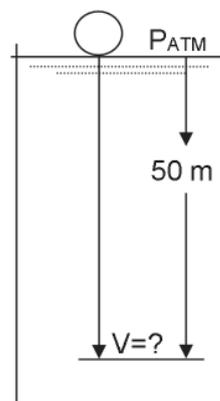
O calor de fusão,  $\Delta H$ , do fluoreto de sódio (NaF), no ponto triplo, em KJ, é

- (A) 27,7
- (B) 32,1
- (C) 33,3
- (D) 298,8
- (E) 314,4

Dado  
 pressão na equação em (atm), temperatura na equação em (K) e constante dos gases  $R = 8,3144 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

32

Uma bola é inflada com 0,005 L de um gás ideal e está inicialmente na superfície de um tanque com água, conforme representado na Figura abaixo. Essa bola é capaz de se expandir ou se comprimir de acordo com as variações de pressão.



Qual o volume dessa bola, quando ela atingir a profundidade de 50 metros?

- (A) 1 L
- (B) 1 cm<sup>3</sup>
- (C) 0,025 L
- (D) 1 m<sup>3</sup>
- (E) 0,01 m<sup>3</sup>

Dado  
 A temperatura é constante e igual a 25°C.  
 1 atm = 10 m

33

Usando os conceitos de Entropia (S) aplicados às reações químicas, observe a reação química  $2A(l) + B(s) \rightarrow 2C(g)$ . A Entropia dessa reação química varia do seguinte modo:

- (A)  $\Delta S > 0$  no sentido dos reagentes para os produtos.
- (B)  $\Delta S > 0$  no sentido dos produtos para os reagentes.
- (C)  $\Delta S = 0$  já que não ocorre variação de entropia.
- (D) os reagentes apresentam maior entropia que o produto.
- (E) o produto apresenta menor entropia que os reagentes.

34

O tempo espacial expressa o tempo necessário para processar um volume de reator considerando-se a alimentação do fluido nas condições de entrada. Considere um reator tubular de 200 L que é alimentado com uma vazão volumétrica de 5 L/s.

O tempo espacial, em minutos, é

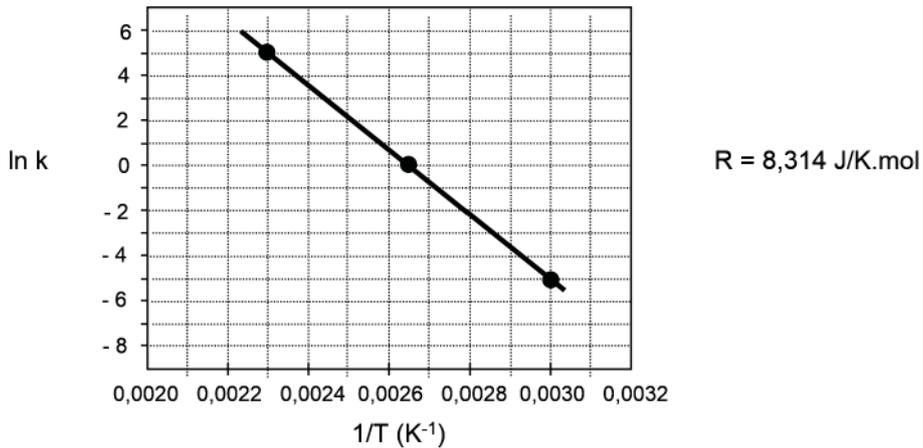
- (A) 0,35
- (B) 0,40
- (C) 0,55
- (D) 0,70
- (E) 0,66

35

A Equação de Arrhenius,  $k = k_0 \exp(-E/RT)$ , pode ser escrita na forma logarítmica gerando a expressão  $\ln k = \ln k_0 - E/RT$ . Os dados apresentados na Tabela a seguir referem-se à reação  $2A \rightarrow 2B + C$ .

T (°C)	T (K)	K (L mol <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	ln k
161,63	434,78	148,42	5,00
104,20	377,35	1	0
60,18	333,33	0,0067	-5,0

A partir desses dados plotados na Figura abaixo, calcula-se a Energia de Ativação desta reação.



O valor da Energia de Ativação expresso em Joules/mol é

- (A) 120.000
- (B) 118.771
- (C) 135.000
- (D) 143.250
- (E) 131.259

36

O reator abaixo ilustra um Reator CSTR (Reator Tanque Agitado Contínuo). A reação  $A \rightarrow B + C$  ocorre nesse reator. A carga inicial é alimentada com uma mistura equimolar de A e inerte à temperatura de 400 K e pressão total de 10 atm. A vazão de entrada é 8 L/s. Os dados coletados no laboratório e processados foram colocados na Tabela abaixo.

X	$-r_A$ (mol/L.s)	$1/(-r_A)$ (L.s/mol)
0,0	0,0060	167
0,20	0,0057	175
0,40	0,0047	213
0,60	0,0030	333
0,80	0,0015	667

$R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$

Usando os dados da Tabela e utilizando a Lei dos Gases Ideais, conclui-se que o volume do reator CSTR (em litros) necessário para alcançar uma conversão de 80% é

- (A) 820
- (B) 750
- (C) 535
- (D) 795
- (E) 640

37

O Primeiro Princípio da Termodinâmica, princípio da conservação da energia, relaciona a variação de energia interna de um sistema com o calor e trabalho. Um gás está contido num cilindro com êmbolo móvel, a uma pressão de  $6,0 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ . São fornecidos ao sistema 10 kJ de calor à pressão constante, e o volume do gás sofre uma expansão de 50 L.

O trabalho realizado e a variação de energia interna nessa transformação em Joule, são, respectivamente,

- (A) -5000 e 5000
- (B) -2000 e 8000
- (C) -3000 e 7000
- (D) -4000 e 6000
- (E) -6000 e 4000

Dado  
 $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$

38

A reação elementar  $A \rightarrow B$  ocorre em um reator tubular (PFR – reator com escoamento uniforme), representado pela Figura abaixo, com uma vazão volumétrica de entrada de 6 L/min. A velocidade específica de reação é  $0,25 \text{ min}^{-1}$ .



O volume do reator necessário para reduzir a concentração de saída a 20% da concentração de entrada é, aproximadamente,

- (A) 38
- (B) 45
- (C) 32
- (D) 50
- (E) 28

Dado  
 $\ln 0,2 = -1,609$   
 $\frac{dX_A}{(1 - X_A)} = -\ln(1 - X_A)$

39

Um engenheiro precisa selecionar um trocador de calor de escoamento em passe único capaz de resfriar óleo de máquina de  $70^\circ\text{C}$  para  $50^\circ\text{C}$  e com carga térmica de projeto igual a 150 kW. Outra exigência do projeto é que a temperatura do fluido de resfriamento (água) deve variar de  $20^\circ\text{C}$  até  $40^\circ\text{C}$ .

Considerando-se as possibilidades de adoção de um trocador de contracorrente, qual a área de superfície de transferência de calor desse trocador?

- (A)  $45 \text{ m}^2$
- (B)  $50 \text{ m}^2$
- (C)  $55 \text{ m}^2$
- (D)  $65 \text{ m}^2$
- (E)  $70 \text{ m}^2$

Dado  
Coeficiente de transferência de calor global médio igual a  $100 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ .

40

Um engenheiro de processamento deseja modelar um sistema de nível, que trabalha em regime laminar. Sabe-se que a equação diferencial desse sistema é  $RC \frac{dh}{dt} + h = Rq_i$  e que  $q_o = \frac{h}{R}$ , onde: R é a resistência ao fluxo de líquido (constante); C é a capacitância do reservatório (constante); h é uma pequena variação da altura do fluido em função de uma pequena variação da taxa de escoamento q, sendo  $q_i$  e  $q_o$  pequenas variações na entrada e na saída do sistema, respectivamente.

Qual a função de transferência do sistema, no domínio da frequência, modelada por esse engenheiro?

- (A)  $\frac{Q_o(S)}{Q_i(S)} = \frac{C}{RC + 1}$
- (B)  $\frac{Q_o(S)}{Q_i(S)} = \frac{R}{RC - 1}$
- (C)  $\frac{Q_o(S)}{Q_i(S)} = \frac{1}{RC + 1}$
- (D)  $\frac{Q_o(S)}{Q_i(S)} = \frac{1}{RC - 1}$
- (E)  $\frac{Q_o(S)}{Q_i(S)} = \frac{RC}{RC + 1}$

41

Qual o valor do fluxo de radiação, em  $\text{kW/m}^2$ , emitido por um corpo a temperatura de  $426,85^\circ\text{C}$  e cuja emissividade seja igual a 0,8, adotando-se a constante de Stefan-Boltzmann igual a  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ?

- (A) 16,63
- (B) 13,63
- (C) 12,00
- (D) 10,90
- (E) 8,50

42

Um engenheiro de processamento precisa definir o ganho para um sistema de controle com retroalimentação unitária negativa. Analisando o sistema para um ganho K igual a 7, o engenheiro encontrou margens de fase e ganho iguais a  $20^\circ$  e 10 dB.

Qual o limite para o aumento do ganho K, em dB, até que o sistema se torne instável?

- (A) 5
- (B) 10
- (C) 15
- (D) 20
- (E) 25

43

Um engenheiro de processamento está analisando um ciclo frigorífico que utiliza freon-12 como fluido de trabalho e decide fazer essa análise adotando a hipótese de que o ciclo seja ideal. É de conhecimento que esse ciclo tem capacidade de refrigeração de 4 kW, ao passo que o coeficiente de eficácia e o trabalho no compressor são iguais a 4 kJ/kg e 20 kJ/kg, respectivamente.

Qual é a vazão de refrigeração nesse ciclo frigorífico?

- (A) 0,01 kg/s
- (B) 0,02 kg/s
- (C) 0,03 kg/s
- (D) 0,04 kg/s
- (E) 0,05 kg/s

44

Um sistema, cuja função de transferência em cadeia aberta é de primeira ordem, apresenta constante de ganho imprópria e polo igual a 6 e  $-2$ , respectivamente. Um engenheiro de processamento decide, então, colocar esse sistema sob realimentação unitária negativa, objetivando tornar o sistema mais rápido.

Qual o valor da nova constante de tempo do sistema?

- (A) 0,125
- (B) 0,25
- (C) 0,5
- (D) 1
- (E) 3

45

Em uma instalação industrial, ar atmosférico à pressão normal é conduzido por um duto de paredes delgadas com seção circular de raio 2,5 cm com velocidade de 0,4 m/s. O ar é aquecido através das paredes do duto, que são mantidas a temperatura constante.

Qual o valor do coeficiente de transferência de calor na região hidrodinâmica e termicamente desenvolvida?

- (A) 6,29 W / (m<sup>2</sup>.°C)
- (B) 4,39 W / (m<sup>2</sup>.°C)
- (C) 3,35 W / (m<sup>2</sup>.°C)
- (D) 2,50 W / (m<sup>2</sup>.°C)
- (E) 1,75 W / (m<sup>2</sup>.°C)

Dado  
 $k = 0,03 \text{ W/(m.s)}$ ,  
 $v = 20 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$   
 $Nu_T = 3,657$

46

Um sistema de segunda ordem, cuja função de transferência é representada abaixo, possui frequência amortecida e tempo de pico iguais a 6 rad/s e 0,5236 s, respectivamente.

$$H(S) = \frac{100}{S^2 + 16S + 100}$$

Qual o valor do tempo de acomodação do sistema para o critério de 2%?

- (A) 0,125
- (B) 0,25
- (C) 0,5
- (D) 1,15
- (E) 1,5

47

Um sistema de medição de temperatura de um forno apresenta uma função de transferência, como a ilustrada abaixo.

$$H(S) = \frac{K}{S(S + 0,5)(S + 2)}$$

Qual o erro estático de posição do sistema, se a temperatura do forno permanecer constante e o ganho K for dobrado?

- (A) 0
- (B) K/2
- (C) K/4
- (D) K/8
- (E) K/16

48

Uma unidade industrial apresenta uma parede formada por duas camadas para reduzir a temperatura no ambiente externo à unidade.

A primeira camada da parede tem espessura de 9 cm e é formada de fibra de vidro cuja condutividade térmica é 0,03 W m<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>.

A segunda camada da parede tem espessura de 14 cm e é formada de tijolos cuja condutividade térmica é 0,7 W m<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>.

A área da parede é 4 m<sup>2</sup>. A temperatura na superfície da parede em contato com o interior da unidade industrial é 85 °C, e a temperatura na superfície da parede em contato com o meio externo é 35 °C.

O fluxo de calor estabelecido através da parede, em J s<sup>-1</sup>, é igual a

- (A) 10
- (B) 20
- (C) 40
- (D) 60
- (E) 80

RASCUNHO

49

Em um sistema mantido a 300 K, 4 g de  $H_2$  se expandem isotermicamente e reversivelmente de 5 para 10 L.

Assumindo-se o comportamento de gás ideal para o  $H_2$ , o trabalho de expansão realizado por esse gás, em kJ, é igual a

- (A) -3,44  
(B) -6,88  
(C) -13,76  
(D) -17,20  
(E) -20,64

Dado
Constante dos gases: $8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
$\ln 2 = 0,69$
Massa molar $H_2$ : $2 \text{ g mol}^{-1}$

50

O Número de Prandtl é uma grandeza adimensional que relaciona as camadas limites hidrodinâmica e térmica no estudo da transferência de calor no escoamento de fluidos em tubulações.

Esse Número é função das seguintes grandezas:

$\mu$  = viscosidade dinâmica [ $\text{kg s}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ]

$C_p$  = calor específico a pressão constante [ $\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ]

$K$  = condutividade térmica [ $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ]

A expressão que define o Número de Prandtl corresponde a

- (A)  $\mu \cdot K / C_p$   
(B)  $K / C_p \cdot \mu$   
(C)  $K \cdot C_p / \mu$   
(D)  $\mu / C_p \cdot K$   
(E)  $\mu \cdot C_p / K$

51

Um sistema formado por  $CO_2$  saturado com vapor d'água apresenta pressão total de 100 kPa a 363 K. Nessa temperatura, a pressão de vapor da água é 70 kPa.

A fração molar do  $CO_2$  na mistura é igual a

- (A) 0,1  
(B) 0,3  
(C) 0,5  
(D) 0,7  
(E) 0,9

52

Uma amostra de  $N_2$  é mantida no estado líquido a 60 K. Ao ser posta sob Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), a amostra passou ao estado gasoso e ocupou o volume de  $0,112 \text{ m}^3$ . Considere que o gás formado tenha comportamento ideal e que, nas CNTP, o volume molar de um gás ideal é  $2,24 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

A massa da amostra, em gramas, de  $N_2$  líquido que evaporou é igual a

- (A) 140  
(B) 200  
(C) 280  
(D) 400  
(E) 560

Dado
Massa molar do $N_2$ : $28 \text{ g mol}^{-1}$

53

Um reservatório contém  $40 \text{ m}^3$  de uma solução aquosa de  $H_2S$  na concentração  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ .

A massa de  $H_2S$  presente no reservatório corresponde a

- (A) 0,82 kg  
(B) 4,64 kg  
(C) 13,6 kg  
(D) 27,2 kg  
(E) 34,6 kg

Dado

Massa molar do  $H_2S$ :  $34 \text{ g mol}^{-1}$ 

54

Uma mistura gasosa de hidrocarbonetos é formada por 0,4 mol de  $CH_4$ , 0,7 mol de  $C_2H_6$  e 0,9 mol de  $C_3H_8$ . Essa mistura se encontra em um reservatório sob pressão total de 200 kPa.

A pressão parcial de  $CH_4$  nessa mistura é igual a

- (A) 20 kPa  
(B) 40 kPa  
(C) 50 kPa  
(D) 70 kPa  
(E) 90 kPa

55

Uma corrente de alimentação contém uma mistura formada por dois componentes: A e B. Essa corrente é continuamente separada em duas etapas, sem que haja acúmulo. Na primeira etapa, a corrente de alimentação é separada em duas correntes: X e Y. A corrente Y tem vazão de  $300 \text{ kg h}^{-1}$  e concentração percentual mássica de A igual a 20%.

A corrente X é encaminhada para a segunda etapa, sendo separada em duas novas correntes: W e Z. A corrente W tem vazão de  $80 \text{ kg h}^{-1}$  e contém 95% de A. Por sua vez, a corrente Z tem vazão de  $20 \text{ kg h}^{-1}$  e contém 20% de A.

A concentração percentual de A na corrente de alimentação é igual a

- (A) 15%  
(B) 20%  
(C) 35%  
(D) 70%  
(E) 85%

56

Em um reator é realizada a hidrogenação de  $C_2H_4$ . Esse reator é alimentado por duas correntes: uma com vazão de  $56 \text{ kg h}^{-1}$  de  $C_2H_4$  e outra com vazão de  $10 \text{ kg h}^{-1}$  de  $H_2$ . O processo opera em estado estacionário, e, na saída do reator, verifica-se que apenas o reagente limitante foi consumido por completo.

Em uma etapa posterior, o reagente em excesso que não participou da reação é recuperado, sendo completamente separado do produto formado.

A vazão de reagente recuperado, em  $\text{kg h}^{-1}$ , é igual a

- (A) 2
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 8
- (E) 10

Dado

Massas molares:  $C_2H_4$ :  $28 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $H_2$ :  $2 \text{ g mol}^{-1}$

57

As propriedades termodinâmicas são estudadas por vários pesquisadores em todo o mundo. Em parte desses estudos estão as relações de Gibbs, dentre as quais uma é baseada na função de Helmholtz, apresentada abaixo.

$$da = -sdT - Pdv$$

Utilizando-se as relações de Maxwell e a equação de estado do gás ideal ( $PV = RT$ ), a relação  $\left(\frac{\partial s}{\partial V}\right)_T$  para um gás ideal é

- (A)  $-R/T$
- (B)  $R/V$
- (C)  $-R/P$
- (D)  $T/V$
- (E) 1

58

Dois blocos de transferência de malha fechada que representam partes de um sistema industrial são dadas por  $G_1(s)$  e  $G_2(s)$ , que se apresentam abaixo.

$$G_1(s) = \frac{2 + 0,4s}{8 + 0,2s} \quad G_2(s) = \frac{1 - 0,1s}{4 + 0,1s}$$

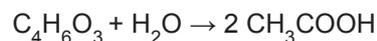
Para controle dessas malhas, um engenheiro deve levar em consideração vários fatores, como estabilidade, margem de fase, ganho, entre outros.

Nesse caso, em relação às funções de transferência  $G_1(s)$  e  $G_2(s)$ , tem-se o seguinte:

- (A) ambos os sistemas,  $G_1(s)$  e  $G_2(s)$ , são estáveis.
- (B)  $G_1(s)$  possui polo (-5) e zero (40); sistema estável.
- (C)  $G_1(s)$  possui polo (40) e zero (-5); sistema instável.
- (D)  $G_2(s)$  possui polo (10) e zero (-40); sistema estável.
- (E)  $G_2(s)$  possui polo (-40) e zero (10); sistema instável.

59

Uma indústria de produtos alimentícios possui um reator do tipo CSTR em um processo de mistura intensa. A função desse reator é processar a reação de hidrólise do anidrido acético (1ª ordem em anidrido) com excesso de água a  $25^\circ\text{C}$  e 1 atm. Essa reação está expressa abaixo:



A reação deverá produzir  $20 \text{ kg/h}$  de ácido acético, a constante de velocidade é aproximadamente  $0,05 \text{ min}^{-1}$ , a concentração inicial de anidrido acético é de  $100 \text{ g/L}$ , e a conversão, de 80%.

O volume aproximado, em litros, desse reator é

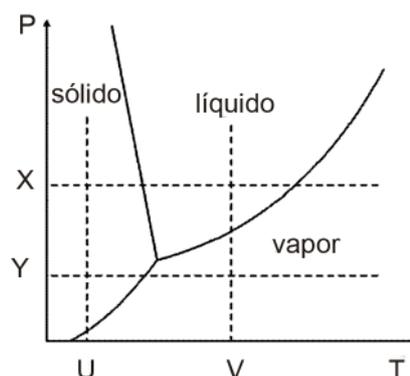
- (A) 550,6
- (B) 253,1
- (C) 128,4
- (D) 103,7
- (E) 96,5

Dados

Massa Molar do Ácido Acético ( $CH_3COOH$ ) =  $60 \text{ g/mol}$   
 Massa Molar do Anidrido Acético ( $C_4H_6O_3$ ) =  $102 \text{ g/mol}$

60

No diagrama de fase PT apresentado abaixo, o estado físico de uma substância pode mudar apenas alterando o valor de uma variável e permanecendo a outra variável constante.



Nesse contexto, em referência ao diagrama, a passagem de

- (A) XU para XV corresponde ao processo de solidificação.
- (B) XV para XU corresponde ao processo de fusão.
- (C) YU para YV corresponde ao processo de sublimação.
- (D) YV para XV corresponde ao processo de solidificação.
- (E) YU para XU corresponde ao processo de vaporização.

RASCUNHO



61

O dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) é um gás muito utilizado em vários processos industriais, dentre os quais o de produção de bebida alcoólica. Considere-se que o dióxido de carbono é um gás ideal, em repouso, com uma temperatura de  $127^\circ\text{C}$ , e pressão a  $1000\text{ kPa}$  e sofre uma aceleração isentrópica, atingindo um número de Mach de  $0,5$ .

A temperatura, em Kelvin, após a aceleração, é de, aproximadamente:

- (A) 989,76
- (B) 832,85
- (C) 712,89
- (D) 558,72
- (E) 387,88

<p>Dado Calor específico de gás ideal <math>k^* = 1,25</math> para uma temperatura de <math>400\text{ K}</math></p>
---

62

Um engenheiro precisa transportar um fluido de massa específica  $1000\text{ kg/m}^3$  e viscosidade dinâmica de  $0,00001\text{ Pa}\cdot\text{s}$  por uma tubulação de  $100$  metros de comprimento e diâmetro de  $0,1$  metro. Entre a saída da bomba utilizada e a saída do tubo que vai para a parte superior de um reservatório aberto a  $10$  metros de altura da bomba, existem duas válvulas abertas com comprimento equivalente adimensional representativo ( $Leq/D$ ) de  $8$ , cada válvula. Além disso, para levar o fluido até o reservatório, foi necessário o uso de dois cotovelos de  $90^\circ$  com  $Leq/D$  de  $52$ .

Considerando-se o escoamento plenamente turbulento com fator de atrito  $f = 0,02$ , a pressão, em,  $\text{Pa}$ , na saída da bomba, para que a vazão volumétrica na tubulação seja  $7,85 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}$ , é de

- (A) 201 kPa
- (B) 222 kPa
- (C) 100 kPa
- (D) 444 kPa
- (E) 402 kPa

<p>Dado Pressão atmosférica: <math>101,325\text{ kPa}</math></p>
--

63

Um engenheiro recebe duas bombas com curva característica que segue a equação  $H = H_0 - AQ^2$ , onde  $H_0$  tem  $15$  metros e  $A$  tem  $10^5\text{ s}^2/\text{m}^5$ . O supervisor desse engenheiro decide, usando as duas bombas em série, transportar um fluido entre dois tanques abertos com diferença de nível do primeiro para o segundo tanque de  $10$  metros. A tubulação que leva o fluido tem diâmetro de  $0,1\text{ m}$  e comprimento de  $10\text{ m}$ .

Desconsiderando-se os efeitos de perda de carga menores e maiores, a vazão de operação da bomba, em  $\text{m}^3/\text{s}$ , é de

- (A) 0,05
- (B) 1,0
- (C) 0,1
- (D) 0,5
- (E) 0,01

64

O número de Reynolds representa a relação entre as forças viscosas e de inércia. Esse número adimensional é usado por engenheiros e cientistas para determinar se o regime de escoamento é laminar ou turbulento, e por isso, é de vital importância em projetos de engenharia. Um engenheiro observou que, com número de Reynolds  $10000$ , o escoamento em um tubo se tornou plenamente turbulento.

Para que a observação do engenheiro responsável seja verdade para uma tubulação de diâmetro  $0,1\text{ m}$ , que escoar um fluido de massa específica  $1000\text{ kg/m}^3$  e viscosidade dinâmica de  $0,00001\text{ Pa}\cdot\text{s}$ , a vazão volumétrica, em  $\text{m}^3/\text{s}$ , é de

- (A)  $7,9 \times 10^{-6}$
- (B)  $3,1 \times 10^{-5}$
- (C)  $1,9 \times 10^{-5}$
- (D)  $3,1 \times 10^{-6}$
- (E)  $7,9 \times 10^{-4}$

65

Medidores de vazão volumétrica internos são escolhidos baseando-se nas incertezas exigidas, custo, tempo de serviço e faixa de medidas. Um dos medidores de vazão bastante utilizados são os do tipo venturi que, apesar de caros, são interessantes devido à sua baixa perda de carga. Esses equipamentos de medição se baseiam em aceleração de fluidos através de um difusor cuja perda de carga é usada para medir indiretamente a vazão no escoamento. Um engenheiro dispõe de um venturi de diâmetro  $0,125$  para medir a vazão volumétrica numa tubulação de  $0,25\text{ m}$  de diâmetro. Após a instalação do equipamento, o engenheiro mediu, no venturi, para o escoamento a queda de pressão em um medidor de pressão diferencial em  $100\text{ mm}$  de água.

A vazão volumétrica, em  $\text{m}^3/\text{s}$  nessa tubulação, é de, aproximadamente,

- (A) 0,3
- (B) 0,15
- (C) 0,12
- (D) 0,015
- (E) 0,5

<p>Dado Massa específica da água: <math>1000\text{ kg/m}^3</math> Aceleração da gravidade: <math>10\text{ m/s}^2</math> Massa específica do fluido de trabalho: <math>790\text{ kg/m}^3</math> Coeficiente de vazão: <math>0,8</math></p>
---

66

Um dos problemas que podem causar redução drástica de eficiência em bombas centrífugas é o fenômeno de cavitação. Além de causar redução de eficiência, a cavitação provoca desgaste na superfície da bomba devido à erosão. Para evitar essa cavitação, os parâmetros — o NPSH disponível (NPSHA) e o NPSH requerido (NPSHR) — devem ser comparados, visando a determinar as condições em que a cavitação não ocorreria. Um engenheiro determinou que a vazão de operação da bomba em um dado sistema é  $0,0123 \text{ m}^3/\text{s}$ , com diâmetro de  $0,125 \text{ m}$ . O tanque jusante da bomba está à mesma altura da bomba, e a pressão de sucção no tanque é de  $34 \text{ kPa}$ .

Desconsiderando-se as perdas de carga maiores e menores, NPSHA, em metros, e a vazão volumétrica de operação para uma operação segura de cavitação são assim determinados:

- (A) 3,0, e a vazão não é adequada  
 (B) 4,0, e a vazão não é adequada  
 (C) 2,0, e a vazão é adequada  
 (D) 3,0, e a vazão é adequada  
 (E) 4,0, e a vazão é adequada

Dado altura de sucção positiva líquida requerida: 4 metros Pressão de vapor do líquido: 4,25 kPa Massa específica: $1000 \text{ kg/m}^3$
---

67

Na análise via diagrama triangular de uma separação líquido-líquido de um soluto, a temperatura e pressão conhecidas, inicialmente se calcula o ponto de mistura M para as correntes conhecidas de alimentação e solvente. Na sequência, considerando-se a linha de amarração que passa por esse ponto e suas intersecções com a curva de solubilidade, as composições das fases líquidas em equilíbrio são calculadas.

Admitindo-se que uma corrente orgânica (30% em massa do soluto e 70% do diluente original), com vazão mássica total  $F \text{ kg/s}$  é misturada com um solvente (puro) à vazão de  $0,5 F \text{ kg/s}$ , o ponto M tem composição percentual em massa de soluto, diluente original e solvente dadas, aproximadamente, por

- (A) 0,20 ; 0,47 ; 0,33  
 (B) 0,2 ; 0,8 ; 0,0  
 (C) 0,33 ; 0,2 ; 0,47  
 (D) 0,47 ; 0,2 ; 0,33  
 (E) 0,8 ; 0,2 ; 0,0

68

Na análise da absorção de um soluto (diluído), absorvido da fase gasosa para a fase líquida (solvente), estima-se a altura da torre I (em m) como:

$$I = \frac{G}{K_y a} \left[ \left( \frac{1}{1 - \frac{m^* G}{L}} \right) \ln \left( \frac{y_0 - m^* x_0}{y_1 - m^* x_1} \right) \right]$$

tal que G e L são, respectivamente, as vazões molares de gás e líquido por unidade de área (em  $\frac{\text{kgmol}}{\text{sm}^2}$ );  $m^*$  é a constante de equilíbrio;  $K_y a$  é o coeficiente global de transferência de massa vezes a área por volume (em  $\frac{\text{kgmol}}{\text{sm}}$ );  $y_0$  e  $y_1$  são as frações molares do soluto no gás na entrada e na saída da torre, respectivamente, e  $x_0$  e  $x_1$  são as frações molares do soluto no solvente na saída e na entrada da torre, respectivamente.

Para um dado problema, os valores numéricos (no sistema SI) são conhecidos, e os termos da equação acima foram calculados, aproximadamente, como:

$$\frac{G}{K_y a} = 0,3; \left( \frac{1}{1 - \frac{m^* G}{L}} \right) = 4,0; \ln \left( \frac{y_0 - m^* x_0}{y_1 - m^* x_1} \right) = 2,0$$

tal que as unidades (quando há) foram omitidas aqui propositadamente.

Usando-se o conceito da literatura de “número de unidades de transferência” (NTU) e “altura de uma unidade de transferência” (HTU), tem-se, nesse caso:

- (A)  $I=0,3 \text{ m}$  ; NTU = 8,0 ; HTU = 2,4 m  
 (B)  $I=1,2 \text{ m}$  ; NTU = 2,0 ; HTU = 2,4 m  
 (C)  $I=2,4 \text{ m}$  ; NTU = 8,0 ; HTU = 0,3 m  
 (D)  $I=2,4 \text{ m}$  ; NTU = 2,0 ; HTU = 1,2 m  
 (E)  $I=2,4 \text{ m}$  ; NTU = 4,0 ; HTU = 0,6 m

RASCUNHO

RASCUNHO



69

Considere que foi desenvolvido um modelo empírico, relacionando-se dados experimentais de vazão volumétrica,  $q$ , de um líquido através de uma válvula e a diferença entre as pressões a montante,  $P_1$ , e a jusante da mesma,  $P_2$ , tal que:

$$q = C_v \sqrt{P_1 - P_2}$$

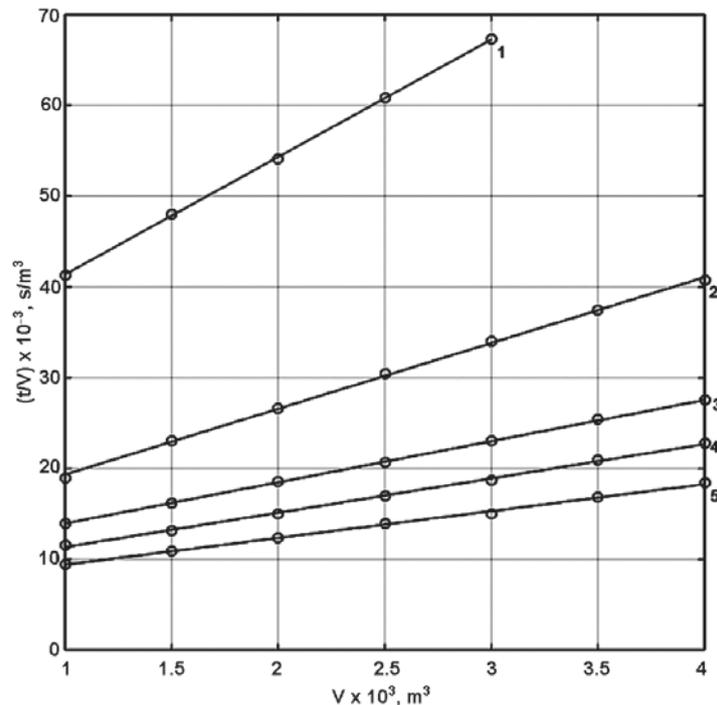
em que a constante  $C_v$  foi estimada por regressão não linear.

Considerando-se as três dimensões fundamentais MLt, a dimensão de  $C_v$  para consistência dimensional é

- (A)  $M^{-1/2} L^{7/2}$
- (B)  $M^{1/2} L^{1/2}$
- (C)  $M^{-1/2} L^{5/2}$
- (D)  $M^{-1/2} L^{7/2} t^{1/2}$
- (E)  $L^{7/2} t^{1/2}$

70

Cinco experimentos de filtração de uma suspensão de um sal em água foram conduzidos em laboratório. Foram mantidas constantes todas as condições experimentais em todos os experimentos, exceto a queda de pressão ( $\Delta p$ ), que foi variada em cinco níveis distintos resultantes, um para cada experimento. Os resultados em termos da razão 'tempo de filtração' por 'volume de filtrado' ( $t/V$ ) versus 'volume de filtrado' são exibidos na Figura abaixo, onde cada reta numerada descreve o comportamento para um experimento.



Analisando-se os coeficientes linear e angular de cada reta, verifica-se que o experimento conduzido com o menor  $\Delta p$  foi o

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

