

PETROBRAS E TRANSPETRO

ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO  
ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO (QUÍMICO)  
QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO

# TRANSMISSÃO DE CALOR E PERMUTADORES

QUESTÕES RESOLVIDAS PASSO A PASSO



PRODUZIDO POR EXATAS CONCURSOS  
[www.exatas.com.br](http://www.exatas.com.br)

# ÍNDICE DE QUESTÕES

---

## ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO - CEBRASPE - PETROBRAS 2021

Q100 (pág. 1) Q101 (pág. 2) Q102 (pág. 2) Q103 (pág. 3) Q104 (pág. 4)  
Q105 (pág. 5) Q106 (pág. 5) Q107 (pág. 6) Q108 (pág. 6)

## ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2018

Q30 (pág. 7) Q33 (pág. 8) Q56 (pág. 9) Q57 (pág. 10) Q58 (pág. 11)  
Q59 (pág. 13) Q66 (pág. 14) Q67 (pág. 15)

## ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2018

Q39 (pág. 15) Q41 (pág. 16) Q45 (pág. 17) Q48 (pág. 18)

## ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2014/2

Q30 (pág. 21) Q56 (pág. 20) Q57 (pág. 22) Q58 (pág. 19) Q59 (pág. 23)  
Q60 (pág. 24) Q64 (pág. 26) Q65 (pág. 25)

## ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2012/1

Q50 (pág. 29) Q56 (pág. 27) Q57 (pág. 28) Q58 (pág. 30) Q59 (pág. 31)  
Q60 (pág. 32) Q62 (pág. 33)

## ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2010/2

Q56 (pág. 34) Q57 (pág. 34) Q58 (pág. 35) Q59 (pág. 36) Q60 (pág. 37)  
Q61 (pág. 38) Q62 (pág. 39)

## ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2010/1

Q1 (pág. 40) Q3 (pág. 41) Q16 (pág. 42) Q27 (pág. 43) Q28 (pág. 45)  
Q38 (pág. 44) Q39 (pág. 46) Q47 (pág. 49) Q48 (pág. 50) Q57 (pág. 51)  
Q59 (pág. 47)

## ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2006

Q40 (pág. 52) Q47 (pág. 51) Q48 (pág. 53) Q50 (pág. 54) Q51 (pág. 55)  
Q59 (pág. 55)

## ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2012

Q45 (pág. 57) Q52 (pág. 58) Q53 (pág. 56)

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2011

Q25 (pág. 59) Q32 (pág. 60) Q34 (pág. 62) Q35 (pág. 64) Q36 (pág. 65)

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2006

Q28 (pág. 66)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROQUÍMICA SUAPE 2011

Q31 (pág. 67) Q41 (pág. 68) Q42 (pág. 68) Q43 (pág. 69) Q44 (pág. 70)  
Q46 (pág. 71)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL 2010

Q34 (pág. 72) Q35 (pág. 74)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROQUÍMICA SUAPE 2009

Q44 (pág. 75) Q45 (pág. 76) Q46 (pág. 78) Q47 (pág. 79)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - TERMOAÇU 2008

Q43 (pág. 73) Q45 (pág. 80) Q46 (pág. 80) Q47 (pág. 81) Q50 (pág. 82)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - REFAP 2007

Q25 (pág. 85) Q27 (pág. 86)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2011/1

Q41 (pág. 87) Q42 (pág. 83)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2010/2

Q64 (pág. 88) Q66 (pág. 89) Q70 (pág. 90)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2010/1

Q48 (pág. 91) Q49 (pág. 93) Q50 (pág. 97) Q51 (pág. 93) Q52 (pág. 94)  
Q53 (pág. 95) Q54 (pág. 96)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2008

Q65 (pág. 95) Q66 (pág. 98) Q67 (pág. 99) Q68 (pág. 100)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2006

Q43 (pág. 101) Q44 (pág. 102) Q46 (pág. 103)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - TRANSPETRO 2012

Q44 (pág. 103) Q45 (pág. 104) Q47 (pág. 100)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - TRANSPETRO 2011

Q31 (pág. 105) Q38 (pág. 106)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - TRANSPETRO 2006

Q34 (pág. 107) Q35 (pág. 108)

QUESTÕES RESOLVIDAS NESTA APOSTILA: 114

# AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Nesta seção você monitora o seu desempenho enquanto estuda esta apostila. **Todos os campos desta página são calculados automaticamente pelo PDF.** Utilize os leitores [Foxit PDF Reader](#) ou [Adobe Acrobat Reader](#) para um funcionamento adequado. Na maioria dos leitores de PDF de **celulares** estes recursos **não funcionam**.

## COMO UTILIZAR:

No cabeçalho de cada questão você encontrará 4 *checkboxes* (um **verde**, um **amarelo**, um **laranja** e um **vermelho**), como no exemplo abaixo:

QUESTÃO 1

À medida que você for estudando cada questão, marque um dos *checkboxes* (*apenas um por questão!*) segundo a seguinte lógica:

- Você acertou a questão sem precisar consultar a resolução.*
- Você quase acertou, mas precisou olhar a resolução por causa de algum detalhe.*
- Você tinha pouca ideia de como resolver, mas compreendeu perfeitamente a resolução.*
- Mesmo vendo a resolução, você ficou com alguma dúvida ou achou muito complicado.*

**Não se esqueça de salvar o PDF ao fechar!**

## ACOMPANHAMENTO:

Questões Estudadas:

Questões A Estudar:

Totalizações	Índice de Desempenho
	$I =$

### Avaliação do Seu Desempenho

$I \geq 8.5$  **Ótimo!** Você está dominando o conteúdo. Parabéns!

$7.0 \leq I < 8.5$  **Bom!** Você só precisa focar seus estudos em alguns pontos.

$5.0 \leq I < 7.0$  **Razoável.** Foque nas questões que marcou em laranja e vermelho.

$I < 5.0$  **Ruim.** Estude melhor o conteúdo teórico e volte a praticar.

## QUESTÃO 1

ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO - CEBRASPE - PETROBRAS 2021

Acerca de transferência de calor, julgue os itens seguintes.

- I ) O equacionamento do balanço de energia necessário para solucionar um problema de transferência de calor por uma aleta parte da premissa da continuidade de fluxo em suas paredes.

## RESOLUÇÃO

**Aletas** são superfícies estendidas utilizadas para aumentar a taxa de transferência de calor entre um sólido e um fluido adjacente. Devem ser feitas de materiais com elevada condutividade térmica e funcionam aumentando a área de superfície por onde ocorre a convecção.

O processo de equacionamento do balanço de energia em uma aleta não difere daquele de outras superfícies - deve-se considerar o fluxo de calor por condução na aleta e por convecção entre a aleta e o meio na qual se encontra. As equações abaixo apresentam o fluxo de calor (razão entre a taxa de calor e a área) por condução (i) e por convecção (ii):

$$(i) \frac{Q}{A} = -k \frac{dT}{dx} \quad (ii) \frac{Q}{A} = h(T_s - T_\infty)$$

Onde  $Q$  é a taxa de calor,  $A$  a área normal ao fluxo de calor,  $k$  a condutividade térmica,  $T$  a temperatura,  $x$  a espessura da parede ou extensão atravessada no sólido,  $h$  o coeficiente de transferência de calor por convecção,  $T_s$  a temperatura na superfície e  $T_\infty$  a temperatura do meio.

Os balanços de energia utilizam também a **Equação do Calor**, cuja equação geral unidimensional em coordenadas cartesianas encontra-se abaixo:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + e_{ger} = \rho C_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

Onde, além dos já listados acima:  $e_{ger}$  é a energia gerada,  $\rho$  a massa específica,  $C_p$  o calor específico e  $t$  o tempo.

Essas são as equações utilizadas para a resolução de balanços de energia envolvendo ou não aletas e todas partem da premissa de **continuidade de fluxo**, que nada mais é do que uma aplicação mais específica das leis de conservação: já sabemos que a energia não se cria e nem se destrói, mas quando aplicamos o conceito de continuidade dizemos também que a energia não desaparece em um local e simultaneamente aparece em outro, sua transferência é feita de forma contínua no espaço.

AFIRMAÇÃO CERTA

## QUESTÃO 21

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2018

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  $0,03 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

A segunda camada da parede tem espessura de 14 cm e é formada de tijolos cuja condutividade térmica é  $0,7 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

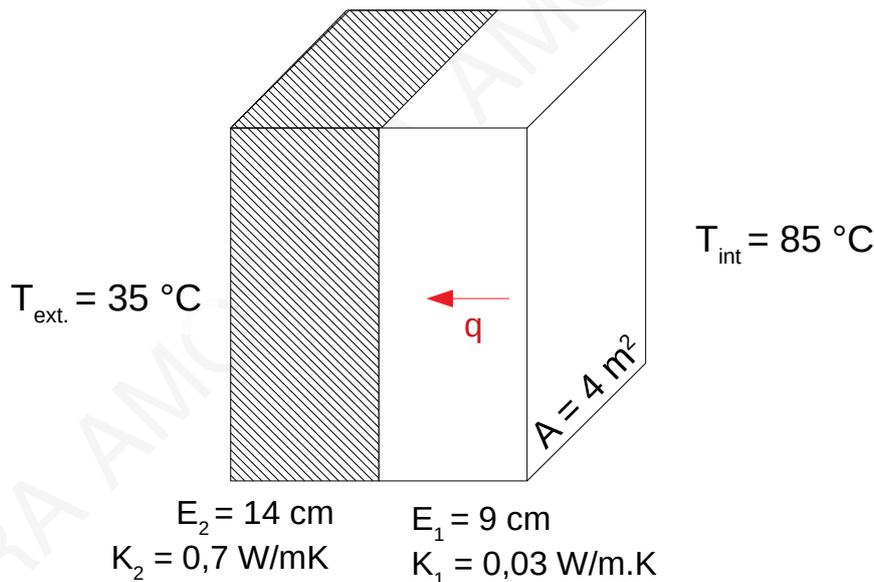
A área da parede é  $4 \text{ m}^2$ . A temperatura na superfície da parede em contato com o interior da unidade industrial é  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ , e a temperatura na superfície da parede em contato com o meio externo é  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ .

O fluxo de calor estabelecido através da parede, em  $\text{J s}^{-1}$ , é igual a

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

## RESOLUÇÃO

A situação é ilustrada na figura abaixo:



Podemos utilizar a teoria das resistências térmicas para calcular o fluxo de calor que atravessa a parede da seguinte maneira:

$$q = \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{R_1 + R_2}$$

onde  $T_{\text{int}}$  e  $T_{\text{ext}}$  são as temperaturas interna e externa, respectivamente,  $R_1$  e  $R_2$  são as resistências à condução da parede 1 (fibra de vidro) e 2 (tijolos).

A resistência à condução é dada por:

$$R = \frac{E}{K A}$$

onde  $E$  é a espessura da parede,  $K$  é a condutividade e  $A$  é a área da parede. Substituindo  $R_1$  e  $R_2$  na expressão de  $q$ :

$$q = \frac{T_{int} - T_{ext}}{\frac{E_1}{K_1 A_1} + \frac{E_2}{K_2 A_2}}$$

Finalmente, substituindo os valores fornecidos:

$$q = \frac{85 - 35}{\frac{0,09}{0,03 \times 4} + \frac{0,14}{0,7 \times 4}}$$

$$q = \frac{50}{0,75 + 0,05}$$

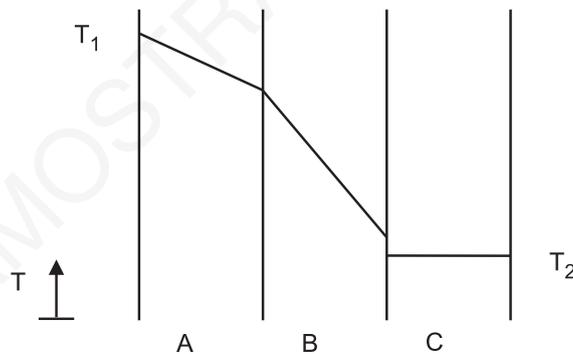
$$q = 62,5 \text{ W} = 62,5 \text{ J s}^{-1}$$

ALTERNATIVA (D)

### QUESTÃO 22

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2014/2

Uma transferência de calor ocorre em regime estacionário através de três paredes planas de igual espessura (A, B e C), com propriedades distintas e constantes, sem geração térmica. A Figura mostra os perfis de temperatura ao longo dessas paredes, indicando que o diferencial de temperaturas na parede C é praticamente desprezível e que há um salto de temperatura na interface entre as paredes B e C.



Com base no comportamento do perfil mostrado, tem-se que a(o)

- (A) resistência térmica condutiva na parede A é maior do que a resistência térmica condutiva na parede B.
- (B) resistência térmica de contato entre as paredes A e B é da mesma ordem de grandeza da resistência condutiva na parede C.
- (C) troca de posição entre as paredes A e B contribuiria para a diminuição do fluxo térmico através do sistema, desde que haja igualdade entre as resistências de contato B-C e A-C.
- (D) fluxo térmico que atravessa a parede A é maior do que o fluxo térmico que atravessa a parede B.
- (E) fluxo térmico que atravessa a parede C é praticamente nulo, pois o diferencial de temperatura tem o mesmo comportamento.