

PETROBRAS E TRANSPETRO

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

TERMODINÂMICA

QUESTÕES RESOLVIDAS PASSO A PASSO



PRODUZIDO POR EXATAS CONCURSOS
www.exatas.com.br

ÍNDICE DE QUESTÕES

ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO - CEBRASPE - PETROBRAS 2021

Q64 (pág. 1) Q65 (pág. 1) Q66 (pág. 2) Q67 (pág. 4) Q68 (pág. 6)
Q69 (pág. 6) Q70 (pág. 7) Q71 (pág. 8) Q72 (pág. 8) Q73 (pág. 9)
Q74 (pág. 10) Q77 (pág. 11) Q78 (pág. 11)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2018

Q29 (pág. 12) Q31 (pág. 13) Q32 (pág. 14) Q35 (pág. 15) Q37 (pág. 16)
Q38 (pág. 17) Q39 (pág. 18) Q60 (pág. 19)

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2018

Q21 (pág. 19) Q23 (pág. 21) Q24 (pág. 22) Q25 (pág. 24) Q26 (pág. 25)
Q28 (pág. 26) Q29 (pág. 27) Q33 (pág. 27) Q37 (pág. 28) Q43 (pág. 29)
Q49 (pág. 30) Q57 (pág. 31)

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

Q31 (pág. 34) Q32 (pág. 34) Q33 (pág. 32) Q34 (pág. 35) Q35 (pág. 36)
Q38 (pág. 37) Q39 (pág. 38) Q40 (pág. 39) Q41 (pág. 40)

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

Q21 (pág. 41) Q22 (pág. 43) Q24 (pág. 42) Q25 (pág. 44) Q26 (pág. 46)
Q27 (pág. 47) Q28 (pág. 48) Q29 (pág. 47) Q34 (pág. 49)

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

Q27 (pág. 49) Q32 (pág. 51) Q33 (pág. 52) Q34 (pág. 53) Q35 (pág. 54)
Q36 (pág. 55) Q37 (pág. 56) Q38 (pág. 56) Q39 (pág. 57) Q40 (pág. 58)

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

Q9 (pág. 59) Q10 (pág. 60) Q11 (pág. 60) Q12 (pág. 61) Q21 (pág. 62)
Q23 (pág. 63) Q35 (pág. 64) Q36 (pág. 65) Q44 (pág. 65) Q52 (pág. 66)
Q53 (pág. 67) Q63 (pág. 68) Q69 (pág. 69)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2006

Q34 (pág. 68) Q35 (pág. 70) Q36 (pág. 71) Q37 (pág. 72) Q38 (pág. 73)
Q52 (pág. 74) Q53 (pág. 75)

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2012

Q41 (pág. 76) Q42 (pág. 77) Q43 (pág. 78) Q44 (pág. 79) Q46 (pág. 80)
Q55 (pág. 81)

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2011

Q56 (pág. 82) Q57 (pág. 81) Q58 (pág. 84) Q59 (pág. 83) Q60 (pág. 85)
Q61 (pág. 85) Q62 (pág. 87) Q63 (pág. 86) Q64 (pág. 88) Q65 (pág. 89)
Q66 (pág. 90) Q67 (pág. 91) Q68 (pág. 92) Q70 (pág. 93)

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - PROCESSAMENTO - TRANSPETRO 2006

Q24 (pág. 93) Q26 (pág. 94) Q27 (pág. 94)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROQUÍMICA SUAPE 2011

Q36 (pág. 95) Q37 (pág. 96) Q39 (pág. 96) Q40 (pág. 97)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL 2010

Q26 (pág. 98) Q27 (pág. 99) Q28 (pág. 101)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROQUÍMICA SUAPE 2009

Q36 (pág. 102) Q38 (pág. 103) Q39 (pág. 100)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - TERMOAÇU 2008

Q26 (pág. 104) Q27 (pág. 104) Q28 (pág. 106) Q29 (pág. 107) Q30 (pág. 105)

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - REFAP 2007

Q34 (pág. 107)

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

Q36 (pág. 108) Q37 (pág. 109) Q43 (pág. 110) Q44 (pág. 111) Q49 (pág. 112)
Q50 (pág. 113) Q51 (pág. 114) Q53 (pág. 115)

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

Q32 (pág. 116) Q41 (pág. 117) Q42 (pág. 119) Q43 (pág. 118) Q44 (pág. 120)
Q45 (pág. 118) Q51 (pág. 121) Q52 (pág. 122) Q53 (pág. 123)

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

Q12 (pág. 124) Q13 (pág. 126) Q32 (pág. 127) Q33 (pág. 125) Q34 (pág. 128)
Q35 (pág. 129) Q36 (pág. 130) Q37 (pág. 132) Q38 (pág. 131) Q39 (pág. 133)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2008

Q33 (pág. 134) Q50 (pág. 135) Q58 (pág. 137) Q59 (pág. 138) Q60 (pág. 136)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - PETROBRAS 2006

Q47 (pág. 138) Q48 (pág. 140) Q49 (pág. 141) Q50 (pág. 142) Q51 (pág. 143)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - TRANSPETRO 2012

Q34 (pág. 142) Q41 (pág. 143) Q42 (pág. 144) Q46 (pág. 145) Q50 (pág. 146)
Q53 (pág. 147) Q55 (pág. 148)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - TRANSPETRO 2011

Q26 (pág. 149) Q53 (pág. 150) Q54 (pág. 150) Q55 (pág. 151)

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR - TRANSPETRO 2006

Q31 (pág. 153) Q32 (pág. 154) Q33 (pág. 152)

QUESTÕES RESOLVIDAS NESTA APOSTILA: 171

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 4

ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO - CEBRASPE - PETROBRAS 2021

Quanto às propriedades termodinâmicas e às relações de Maxwell, julgue os próximos itens.

I) Se a pressão aumentar em uma transformação isentrópica, a entalpia também aumentará.

RESOLUÇÃO

As relações de Maxwell são um conjunto de equações que relaciona propriedades de difícil medição com outras mais facilmente mensuráveis. As relações são obtidas a partir da derivada segunda de outras equações, conhecidas como **Relações Fundamentais**. As relações fundamentais são as seguintes:

$$dU = T dS - P dv$$

$$dH = T dS + V dP$$

$$dA = -P dV - S dT$$

$$dG = V dP - S dT$$

Sendo U a energia interna, H a entalpia, A energia de Helmholtz, G a energia de Gibbs, S a entropia, P a pressão, T a temperatura e V o volume.

As quatro **Relações de Maxwell** são as seguintes:

$$-\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

$$-\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$$

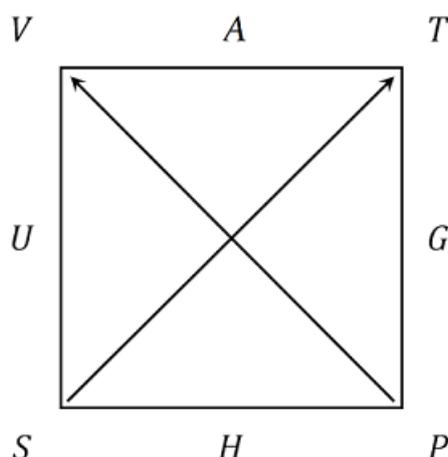
Sendo que $\left(\frac{\partial X}{\partial Y}\right)_Z$ significa “derivada parcial de X em relação a Y , a Z constante”.

A resolução da questão é feita com base na relação fundamental $dH = T dS + V dP$. Considerando um **processo isentrópico** ($dS = 0$), temos:

$$dH = V dP$$

Se a **pressão aumenta** temos que $dP > 0$, portanto $dH > 0$, e a afirmação da questão está **certa**.

Observação: para evitar a necessidade de decorar as 8 equações acima, podemos obtê-las através do quadrado de Born, ou quadrado termodinâmico, representado abaixo. Apesar de parecer complicado, uma vez que se aprende a montá-lo e interpretá-lo esse tipo de questão fica bem mais fácil.



As **relações fundamentais** são obtidas seguindo as seguintes regras:

1. Os vértices adjacentes às propriedades situadas nas laterais do quadrado aparecerão como derivadas em suas respectivas equações. Por exemplo: na equação de dU as derivadas serão dV e dS , e na equação de dG as derivadas serão dT e dP ;
2. O termo multiplicando a derivada será o do vértice oposto, ao qual ela está ligada pela flecha. Ainda no exemplo de dU , teremos T multiplicando dS e P multiplicando dV . Para dG teremos V multiplicando dP e S multiplicando dT ;
3. O sinal do termo de multiplicação de derivada será negativo apenas quando as derivadas estiverem na “ponta da flecha”, ou seja, nos casos de dT e dV .

Para obter as **relações de Maxwell**, seguimos o seguinte roteiro:

1. Escolhemos um vértice qualquer no quadrado e rodamos no sentido anti-horário, totalizando 3 vértices. O primeiro será o numerador, o segundo o denominador e o terceiro o que está fora do parênteses. Por exemplo: começamos em V e rodamos no sentido anti-horário, passando por S e P , então temos $\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$
2. Depois disso, vamos para o vértice seguinte (o quarto vértice do quadrado) e rodamos no sentido horário a partir dele, totalizando 3 vértices novamente. Seguimos a mesma lógica, com o primeiro sendo o numerador, o segundo o denominador e o terceiro o que está fora do parênteses. No mesmo exemplo, teríamos T como o nosso primeiro vértice, P como o segundo e S como o terceiro, obtendo $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S$
3. A relação de Maxwell é então obtida igualando as derivadas parciais encontradas no passo 1 e no passo 2;
4. O ajuste de sinal é feito colocando o sinal de negativo sempre que se inicia a rotação a partir de um vértice na “ponta da flecha”, ou seja, em V e T .

AFIRMAÇÃO CERTA

QUESTÃO 77

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR - PETROBRAS 2006

Os valores aproximados dos coeficientes da Equação de Van der Waals para o metano são: $a = 0,2 \text{ Pa} \cdot \text{m}^6/\text{mol}$ e $b = 4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$. Para 100 mol do gás ocupando o volume de 1 m^3 a 300K, a diferença, em KPa, entre a pressão calculada por essa relação e a verificada para um gás ideal, nas mesmas condições, $R=8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, é:

- (A) -2
- (B) -1
- (C) 0
- (D) +2
- (E) +3

RESOLUÇÃO

Inicialmente iremos calcular a pressão P através da Equação dos Gases Ideais.

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$P = \frac{100 \times 8 \times 300}{1}$$

$$P = 240 \text{ kPa}$$

Em seguida faremos o cálculo da pressão empregando a Equação de Van der Waals.

$$P = \frac{RT}{\bar{V} - b} - \frac{a}{\bar{V}^2}$$

$$P = \frac{8 \times 300}{\frac{1}{100} - 4 \times 10^{-5}} - \frac{0,2}{\left(\frac{1}{100}\right)^2}$$

$$P \approx 239 \text{ kPa}$$

A diferença entre as pressões é, portanto:

$$\Delta P \approx 239 - 240$$

$$\Delta P \approx -1 \text{ kPa}$$

ALTERNATIVA (B)