

# CONCURSO PETROBRAS

ENGENHEIRO(A) DE PROCESSAMENTO JÚNIOR

ENGENHEIRO(A) JÚNIOR - ÁREA: PROCESSAMENTO

QUÍMICO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR

## Termodinâmica

Questões Resolvidas

QUESTÕES RETIRADAS DE PROVAS DA BANCA CESGRANRIO



Produzido por Exatas Concursos

[www.exatas.com.br](http://www.exatas.com.br)

rev.3a

# Índice de Questões

## **Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras 2014/2**

Q31 (pág. 3), Q32 (pág. 4), Q33 (pág. 1), Q34 (pág. 5), Q35 (pág. 6),  
Q38 (pág. 7), Q39 (pág. 8), Q40 (pág. 9), Q41 (pág. 10).

## **Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras 2012/1**

Q21 (pág. 12), Q22 (pág. 15), Q24 (pág. 14), Q25 (pág. 16), Q26 (pág. 18),  
Q27 (pág. 19), Q28 (pág. 20), Q29 (pág. 21), Q34 (pág. 22).

## **Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras 2010/2**

Q27 (pág. 23), Q32 (pág. 25), Q33 (pág. 27), Q34 (pág. 28), Q35 (pág. 29),  
Q36 (pág. 31), Q37 (pág. 32), Q38 (pág. 33), Q39 (pág. 34), Q40 (pág. 35).

## **Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras 2010/1**

Q9 (pág. 36), Q10 (pág. 37), Q11 (pág. 38), Q12 (pág. 39), Q21 (pág. 40),  
Q23 (pág. 41), Q35 (pág. 42), Q36 (pág. 43), Q44 (pág. 44), Q52 (pág. 45),  
Q53 (pág. 46), Q63 (pág. 48), Q69 (pág. 49).

## **Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras 2006**

Q34 (pág. 47), Q35 (pág. 50), Q36 (pág. 51), Q37 (pág. 52), Q38 (pág. 54),  
Q52 (pág. 55), Q53 (pág. 56).

## **Prova: Engenheiro(a) Júnior - Área: Processamento - Transpetro 2012**

Q41 (pág. 57), Q42 (pág. 58), Q43 (pág. 59), Q44 (pág. 61), Q46 (pág. 62),  
Q55 (pág. 63).

## **Prova: Engenheiro(a) Júnior - Área: Processamento - Transpetro 2011**

Q56 (pág. 64), Q57 (pág. 65), Q58 (pág. 66), Q59 (pág. 67), Q60 (pág. 69),  
Q61 (pág. 70), Q62 (pág. 71), Q63 (pág. 72), Q64 (pág. 73), Q65 (pág. 74),  
Q66 (pág. 75), Q67 (pág. 76), Q68 (pág. 77), Q70 (pág. 78).

## **Prova: Engenheiro(a) Júnior - Área: Processamento - Transpetro 2006**

Q24 (pág. 79), Q26 (pág. 80), Q27 (pág. 81).

## **Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - PetroquímicaSuape 2011**

Q36 (pág. 82), Q37 (pág. 83), Q39 (pág. 84), Q40 (pág. 85).

**Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras Biocombustível 2010**

Q26 (pág. 86), Q27 (pág. 88), Q28 (pág. 89).

**Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - PetroquímicaSuape 2009**

Q36 (pág. 90), Q38 (pág. 91), Q39 (pág. 92).

**Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Termoçu 2008**

Q26 (pág. 93), Q27 (pág. 94), Q28 (pág. 95), Q29 (pág. 96), Q30 (pág. 97).

**Prova: Engenheiro(a) de Processamento Júnior - REFAP 2007**

Q34 (pág. 98).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Petrobras 2011/1**

Q36 (pág. 99), Q37 (pág. 100), Q43 (pág. 101), Q44 (pág. 102), Q49 (pág. 103),  
Q50 (pág. 104), Q51 (pág. 105), Q53 (pág. 106).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Petrobras 2010/2**

Q32 (pág. 107), Q41 (pág. 109), Q42 (pág. 110), Q43 (pág. 108), Q44 (pág. 111),  
Q45 (pág. 113), Q51 (pág. 114), Q52 (pág. 115), Q53 (pág. 116).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Petrobras 2010/1**

Q12 (pág. 118), Q13 (pág. 119), Q32 (pág. 121), Q33 (pág. 122), Q34 (pág. 123),  
Q35 (pág. 124), Q36 (pág. 125), Q37 (pág. 127), Q38 (pág. 126), Q39 (pág. 129).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Petrobras 2008**

Q33 (pág. 130), Q50 (pág. 131), Q58 (pág. 134), Q59 (pág. 135), Q60 (pág. 132).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Petrobras 2006**

Q47 (pág. 136), Q48 (pág. 138), Q49 (pág. 139), Q50 (pág. 140), Q51 (pág. 141).

**Prova: 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. 149).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Transpetro 2011**

Q26 (pág. 150), Q53 (pág. 151), Q54 (pág. 153), Q55 (pág. 152).

**Prova: Químico(a) de Petróleo Júnior - Transpetro 2006**

Q31 (pág. 155), Q32 (pág. 156), Q33 (pág. 153).

**Número total de questões resolvidas nesta apostila: 138**

**Questão 3**

(Engenheiro(a) de Processamento Júnior - Petrobras 2014/2)

A primeira e a segunda leis da termodinâmica estabelecem a formulação do critério termodinâmico para espontaneidade e equilíbrio.

Neste contexto, a(s)

- (A) energia livre de Gibbs do universo sempre diminui.
- (B) transformação completa de trabalho em calor não é possível, pois transgride a segunda lei.
- (C) entropia de um sistema fechado, em um processo espontâneo, só pode aumentar.
- (D) variável de estado energia interna é introduzida pela primeira lei, enquanto a segunda lei introduz a variável de estado entropia.
- (E) reações químicas, em que calor é gerado ou consumido, são exceções à primeira lei.

**Resolução:**

Vamos analisar as alternativas:

- (A) INCORRETA. A energia livre de Gibbs pode diminuir, ser igual a zero ou aumentar, dependendo da espontaneidade do processo.
- (B) INCORRETA. Segundo a primeira lei, em processos onde a variação de energia interna é nula, há a completa conversão de trabalho em calor.
- (C) INCORRETA. Processos espontâneos podem ser reversíveis, e nestes casos a variação de entropia é nula.
- (D) CORRETA. A primeira lei da termodinâmica define a energia interna ( $dU = Q + W$ ), enquanto a segunda lei define a entropia ( $dS = \frac{Q_{rev}}{T}$ ). Tanto a energia interna quanto a entropia são funções de estado, pois não dependem da trajetória percorrida, apenas dos estados inicial e final do processo.
- (E) INCORRETA. Reações químicas se aplicam à primeira lei (por exemplo, em uma combustão em um motor automotivo, o calor da reação gera trabalho movimentando o pistão).

**Alternativa (D)**

**Questão 16**

(Eng de Processamento Jr - Petrobras 2012/1)

A equação de estado de um gás é  $P \cdot (v - b) = RT$ , onde  $R$  e  $b$  são constantes,  $P$  é a pressão,  $v$  é o volume específico, e  $T$  é a temperatura absoluta do gás.

A derivada parcial  $\left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T$  da entropia específica do gás em relação à pressão, a uma temperatura constante, é dada pela expressão

(A)  $-\frac{R}{P}$

(B)  $-\frac{P}{R}$

(C)  $-\frac{R}{v - b}$

(D)  $\frac{v - b}{R}$

(E)  $v - b$

**Resolução:**

A questão busca a obtenção da relação  $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$  para um gás cuja equação de estado é descrita por:

$$P(v - b) = RT$$

De onde tiramos uma expressão para  $v$ :

$$v = \frac{RT}{P} + b$$

Com o conhecimento prévio das relações de Maxwell, sabe-se que a seguinte relação é válida:

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

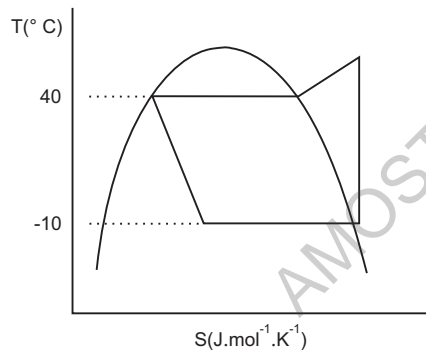
Ou seja, a relação é encontrada se derivando  $V$  em relação a  $T$  a partir da equação de estado, mantendo-se a pressão constante.

$$\begin{aligned}\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T &= -\left(\frac{d}{dT}\left(\frac{RT}{P} + b\right)\right)_P \\ \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T &= -\frac{R}{P}\end{aligned}$$

**Alternativa (A)**

**Questão 45**

(Eng de Processamento Jr - Petrobras 2006)



Em coordenadas T (temperatura) e S (entropia), o diagrama acima ilustra um típico ciclo de evaporação, compressão, condensação e expansão, válido para o refrigerante HFC-134a. O coeficiente de desempenho (COP) desse ciclo de refrigeração deve ser avaliado em:

- (A) 1      (B) 2,5      (C) 3,3      (D) 5,3      (E) 6,3

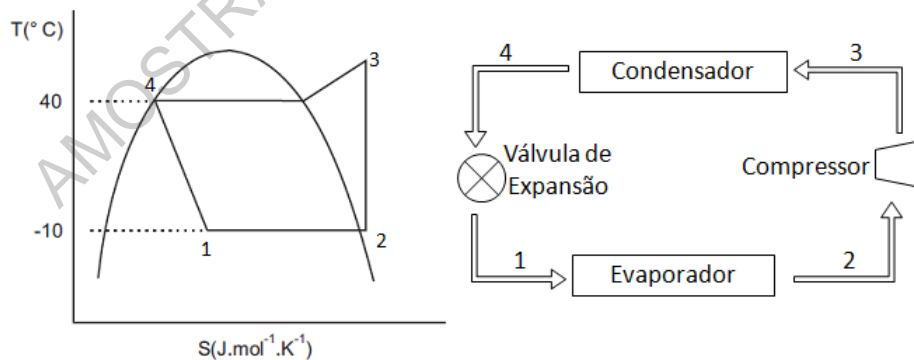
**Resolução:**

A questão aborda o tema ciclos térmicos de refrigeração. Para estes ciclos, utiliza-se o conceito de coeficiente de performance:

$$COP = \frac{\text{calor absorvido no evaporador}}{\text{trabalho de compressão}}$$

O calor absorvido empregado na expressão do COP pode ser calculado através da diferença das entalpias entre os pontos 2 e 1, enquanto o trabalho fornecido pelo compressor pode ser obtido através da diferença de entalpia entre os pontos 3 e 2. Desta forma, pode-se reescrever a expressão da seguinte forma:

$$COP = \frac{H_2 - H_1}{H_3 - H_2}$$



Para a resolução da questão se torna então necessário a obtenção dos va-

lores de  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  através do diagrama termodinâmico para o fluido refrigerante HFC-134a, disponível no final da prova em questão e também no Anexo B.

$H_1$ : O ponto 1 está localizado na região bifásica a  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ , onde há equilíbrio entre líquido e vapor. Neste ponto, a maneira mais adequada de se encontrar o valor de entalpia é através da entalpia do ponto 4 ( $H_4$ ). Visto que a expansão é isentálpica, pode-se dizer que  $H_1 = H_4$ . Desta forma, para localizá-lo no diagrama termodinâmico basta encontrar o ponto sobre a curva de equilíbrio líquido-vapor, para fase líquida, correspondente à temperatura de  $40\text{ }^\circ\text{C}$ .

$$H_1 = H_{4(T=40^\circ\text{C})} = 258\text{ kJ/kg}$$

$H_2$ : Como pode ser visto na figura anterior, o ponto 2 está localizado sob a curva de equilíbrio e portanto corresponde a vapor saturado. Analogamente, para localizá-lo no diagrama termodinâmico é necessário encontrar o ponto sobre a curva de equilíbrio, para fase vapor, correspondente à  $T = -10\text{ }^\circ\text{C}$ .

$$H_2 = 390\text{ kJ/kg}$$

$H_3$ : O ponto 3 está representando o fluido como vapor superaquecido. Para este ponto não é conhecida a referente temperatura, porém se sabe que o sistema correspondente tem a mesma pressão que o ponto 4 e, ainda, que este possui a mesma entropia do ponto 2. Estes dados podem ser obtidos no diagrama termodinâmico e tem os seguintes valores:  $P_4 = 10\text{ bar}$  e  $S_2 = 1,75\text{ kJ/kgK}$ . Através destes dados, podemos localizar efetivamente o ponto 3 no diagrama e obter o valor da entalpia do sistema representado pelo ponto 3.

$$H_3 = 430\text{ kJ/kg}$$

Com posse dos valores de entalpia para os pontos 1, 2 e 3 podemos calcular o  $COP$ .

$$COP = \frac{390 - 258}{430 - 390}$$

$$COP = 3,3$$

**Alternativa (C)**