

TERMODINÂMICA

2º Semestre de 2012

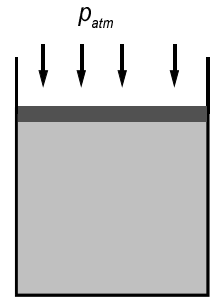
Prof. Maurício Fabbri

© 2012

2ª SÉRIE DE EXERCÍCIOS

1ª Lei; substâncias puras; equilíbrio de fases; uso de tabelas termodinâmicas; comportamento e propriedades da fase gasosa

Exercício 1: O recipiente contém 250g de vapor de água superaquecido, inicialmente a 160°C. O êmbolo pode mover-se praticamente sem atrito, e mantém o vapor a uma pressão de 1,5 bar. O movimento do êmbolo é considerado como trabalho útil. A pressão externa é de 1 atm, e a energia gasta no movimento contra a atmosfera não é considerada como trabalho útil. Calcule a energia térmica que deve ser fornecida para elevar lentamente a temperatura do vapor para 280°C, e o rendimento obtido nesse processo. *Resp.: 60,0kJ e 7,9%*
Use $1\text{bar} = 0,1\text{MPa} \approx 1\text{atm}$



A 1,5bar as propriedades do vapor de água superaquecido são:

temperatura	volume específico (m ³ /kg)	energia interna (kJ/kg)
160°C	1,317	2595,2
280°C	1,695	2778,6

Para os Exercícios 2, 3, 4 e 5, considere os dados para a água saturada (líquido + vapor):

pressão	temperatura	volume específico (m ³ /kg)		energia interna (kJ/kg)	
		liq sat × 10 ³	vapor sat	liq sat	vapor sat
1bar	99,63°C	1,0432	1,694	417,36	2506,1
1,014bar	100°C	1,0435	1,673	418,94	2506,5
1,5bar	111,4°C	1,0528	1,159	466,94	2519,7
10bar	179,9°C	1,1273	0,1944	761,68	2583,6

Exercício 2: Um reservatório de 1m³, fechado, contém 0,5m³ de água líquida com vapor saturado a 1bar. Fornecendo energia térmica, a pressão no reservatório chega a 10bar. Calcule (a) o título e a energia interna inicial da mistura (b) a temperatura final (c) a energia térmica que foi fornecida, e (d) o título e as massas e volumes de vapor e de água líquida na mistura após o aquecimento.

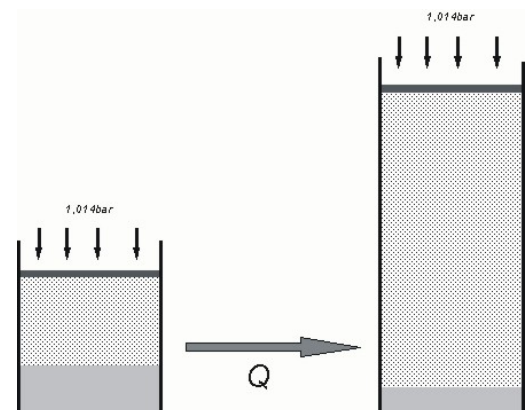
Resp.: (a) $6,15 \times 10^{-4}$; 201MJ (b) 180°C (c) 169MJ (d) $4,96 \times 10^{-3}$ 2,38kg 477,21kg

Exercício 3: Repita o exercício 2 para um conteúdo inicial de água líquida igual a 0,4m³.

Resp.: (a) $9,23 \times 10^{-4}$; 161MJ (b) 180°C (c) 137MJ (d) $7,66 \times 10^{-3}$ 2,94kg 381kg

Exercício 4: Estime a energia térmica para fazer uma panela de pressão de 2 litros, contendo 1,5 litros de água já aquecida a 100°C, chegar à pressão de equilíbrio de 1,5bar. *Resp.: 69kJ*

Exercício 5: O recipiente ao lado contém uma mistura de água e vapor, saturada. O êmbolo pode mover-se praticamente sem atrito, e mantém a mistura a uma pressão de 1atm (1,014bar = 101,4KPa). O volume inicial é de cinco litros, e há exatamente dois litros de água líquida. Uma quantidade Q de calor é fornecida à mistura, até que haja um litro e meio de água no estado final. Durante a expansão do vapor, o êmbolo é empurrado contra a atmosfera.



Calcule as quantidades abaixo. Os cálculos devem ser feitos com seis significativos, e as respostas devem ser dadas com três significativos.

- (a) A massa total de água no recipiente. *Resp.: 1,92Kg*
- (b) O título inicial da mistura. *Resp.: $9,35 \times 10^{-4}$*
- (c) A energia interna da mistura inicial. *Resp.: 807kJ*
- (d) A massa de água líquida após o aquecimento. *Resp.: 1,44Kg*
- (e) A massa de vapor no recipiente após o aquecimento. *Resp.: 0,481Kg*
- (f) O título final da mistura. *Resp.: 0,251*
- (g) A energia interna da mistura após o aquecimento. *Resp.: 1,81MJ*
- (h) O volume de vapor após o aquecimento. *Resp.: 805 litros*
- (i) O trabalho realizado contra a atmosfera durante o aquecimento. *Resp.: 81,2kJ*
- (j) O calor fornecido à mistura durante o aquecimento. *Resp.: 1,08MJ*
- (k) A fração da energia fornecida que foi convertida em energia interna da mistura. *Resp.: 92,5%*
- (l) O calor latente da transformação líquido-vapor, por quilograma de água. *Resp.: 2,26MJ/Kg*

Exercício 6: Calcule a compressibilidade do vapor de água à pressão de 140bar e a 400°C, sabendo que nessas condições o volume específico do vapor é de 0,01722 m³/kg.

A constante dos gases perfeitos é $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol.K})$, e a massa molar da água é 18,02g.
 $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$ e $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$

Resp.: 0,776