

Nona Lista de Exercícios

CF-370 (Termodinâmica)

Ricardo Luiz Viana

Departamento de Física, Universidade Federal do Paraná

Centro Politécnico - Jardim das Américas - 81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil

M. W. Zemansky, R. H. Dittman, Heat and Thermodynamics, 7th. Ed., McGraw-Hill, 1997.

Capítulo IX: Substâncias Puras

[9.3] Usando a Equação de Estado de Dieterici:

$$P = \frac{RT}{v-b} \exp\left(-\frac{a}{RTv}\right)$$

Mostre que:

$$P_C = \frac{a}{4e^2b^2}; \quad v_C = 2b; \quad T_C = \frac{a}{4Rb}$$

E compare o valor de $\frac{RT_C}{P_C v_C}$ com os valores da tabela 1.

[9.4] Usando a Equação de Estado de Berthelot:

$$P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{Tv^2}$$

Mostre que:

$$P_C = \frac{1}{12b} \sqrt{\frac{2aR}{3b}}; \quad v_C = 3b; \quad T_C = \sqrt{\frac{8a}{27bR}}$$

E compare o valor de $\frac{RT_C}{P_C v_C}$ com os valores da tabela 1.

[9.5] Se P , v e T são a pressão, o volume molar e a temperatura, respectivamente, e ainda se P_C , v_C e T_C são a pressão crítica, o volume molar crítico e a temperatura crítica, respectivamente, então a pressão reduzida P_R , o volume molar reduzido v_R e a temperatura reduzida T_R , são definidos como sendo:

$$P_R = \frac{P}{P_C}; \quad v_R = \frac{v}{v_C}; \quad T_R = \frac{T}{T_C}$$

(a) Mostre que, em termos das quantidades reduzidas, a Equação de Estado de Van der Waals pode ser escrita como sendo:

$$\left(P_R + \frac{3}{v_R^2}\right) \left(v_R - \frac{1}{3}\right) = \frac{8}{3} T_R$$

Quando a Equação de Estado de van der Waals é escrita desta forma, as constantes materiais a e b não aparecem explicitamente nela. Então, todos os gases que obedecem a Equação de Estado de Van der Waals podem ser considerados no mesmo estado quando P_R , T_R e v_R são os mesmos, isto é, cada gás é medido em unidades das seus valores críticos. Este é o *Princípio dos Estados Correspondentes*, que é um Princípio Universal de Similaridade, estabelecido pela primeira vez por Van der Waals.

(b) Faça o gráfico de três curvas de P_R como função de v_R . A primeira para $T = \frac{1}{2}T_C$, a segunda para $T = T_C$ e a terceira para $T = 2T_C$. O que acontece fisicamente quando a equação indica três valores possíveis para v_R para um único valor de P_R e T ?

Tabela 1: Valores calculados de $\frac{RT_C}{P_C v_C}$.

Substância	$\frac{RT_C}{P_C v_C}$
Água	4,36
Amônia	4,13
Dióxido de Carbono	3,64
Oxigênio	3,49
Nitrogênio	3,44
Hélio	3,34
Hidrogênio	3,26
Gás de Van der Waals	2,67
Gás Perfeito	1,00