

INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA

Licenciatura em Engenharia Química

TERMODINÂMICA QUÍMICA II – 6ª Série de Exercícios

1. Para o diamante o valor de C_V experimental é $2.68 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ a 207 K. Compare este valor com o previsto pelos modelos de i) Einstein e ii) Debye (utilizar as tabelas apropriadas).

2. Dados experimentais do C_V para o ferro a baixas temperaturas:

T/K	32	33.1	35.2	38.1	46.9
$C_V/\text{cal.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$	0.153	0.178	0.242	0.286	0.516

- 2.1. Estimar a temperatura característica de Debye, θ_D , do Fe
- 2.2. Verificar se o ferro obedece à Lei cúbica de Debye
- 2.3. Estimar o valor de C_V a 100 K

3. Para uma liga de Pb/Ag, $C_V = 0.0383 \text{ cal.K}^{-1}.\text{g}^{-1}$ a 300 K. Qual é a composição da liga metálica? $\theta_D(\text{Pb}) = 88 \text{ K}$; $\theta_D(\text{Ag}) = 215 \text{ K}$.

4. Considere o modelo de Einstein para o estado sólido.
 - 4.1. Mostre que a entropia de um cristal que obedece a este modelo é:

$$\frac{S}{3Nk} = \frac{\theta_E}{T} \left(e^{\frac{\theta_E}{T}} - 1 \right)^{-1} - \ln \left(1 - e^{-\frac{\theta_E}{T}} \right)$$

- 4.2. Determine o valor de S quando $T \rightarrow 0$
- 4.3. Calcular a entropia molar do diamante a 300 K e a 1000 K comparando com os valores experimentais, 2.416 e $19.66 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

5. A frequência de Einstein, ν_E para os átomos de cobre é 7.1×10^{12} Hz.
- 5.1. Calcular o C_V do cobre a i) 200 K; ii) 298 K e iii) 700 K utilizando o modelo de Einstein.
- 5.2. Comparar com o valor previsto pela Lei de Dulong e Petit.
6. Na tabela seguinte encontram-se os valores do C_V do KCl cristalino em função da temperatura:

T/K	50	100	175	270
$C_V/\text{cal.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$	5.05	9.31	11.03	11.65

- 6.1. Explique a razão pela qual o valor limite de C_V se aproxima neste caso de um valor diferente do previsto pela Lei de Dulong e Petit.
- 6.2. Será que a teoria de Einstein para os sólidos se aplica igualmente a compostos iônicos e a elementos? Para responder determine:
- 6.2.1. O valor de θ_E para o KCl partindo do valor apresentado para C_V a 100 K.
- 6.2.2. Usando o valor de θ_E obtido estimar C_V às restantes temperaturas. Comentar.

7. A tabela seguinte apresenta valores de C_p para a prata:

T/K	15	20	40	60	100	300
$C_p/\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$	0.670	1.647	8.149	14.27	20.10	25.1

- 7.1. Estimar a temperatura característica de Debye para a prata
- 7.2. Determinar até que temperatura a lei cúbica de Debye é válida.