



UNIVERSIDADE da MADEIRA

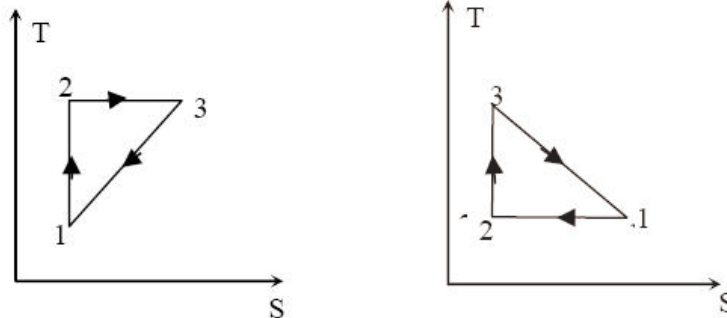
**Termodinâmica e Teoria Cinética**  
**Folha 7 – Entropia.**

1. Durante uma transformação de um sistema fechado, o trabalho fornecido ao sistema foi 20 kJ e a quantidade de calor transferida do sistema para o meio exterior foi 30 kJ.
  - a) Se a transformação for reversível a variação de entropia do sistema foi positiva, negativa, nula ou não se pode saber?
  - b) Se a transformação for irreversível o que se pode dizer acerca da variação de entropia do sistema? Justifique.
2. Calcule a taxa de geração de entropia, sabendo que a taxa de transferência de calor entre dois reservatórios, às temperaturas de 1921,9 e 810,8 K, respectivamente, é de  $2.49 \cdot 10^9 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$ . [ $1,7754 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
3. Uma máquina térmica de Carnot funciona entre dois reservatórios às temperaturas de 200 °C e 30 °C. Calcule a variação de entropia de cada um dos reservatórios, sabendo que a máquina absorve em cada ciclo a energia de 5000 J. [ $-10,57 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  (T = 200 °C);  $+10,57 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
4. 5 kg de água a 37 °C mistura-se adiabaticamente e isobáricamente com 10 kg de água a 72 °C. Calcule a variação da entropia do sistema constituído pelos 15 kg de água. O calor específico da água é  $c = 1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ . [ $1,87 \cdot 10^{-2} \text{ kcal} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
5. Uma resistência de 50  $\Omega$  é mantida à temperatura constante de 100 °C e é percorrida por uma corrente contínua de 20 A. A energia dissipada na resistência é transferida para a atmosfera que se encontra à temperatura constante de 25 °C. Calcule, em  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ , a entropia gerada num intervalo de tempo de 2 h, sabendo que  $P = V \cdot I^2$ . [ $9,72 \cdot 10^4 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
6. Uma mol de um gás ideal monoatômico a 27 °C e 1 atm é aquecida sob pressão constante até o seu volume triplicar. Calcule para este gás:
  - a) a variação de energia interna; [ $7,5 \cdot 10^3 \text{ J}$ ]
  - b) o trabalho realizado; [ $5 \cdot 10^3 \text{ J}$ ]
  - c) o calor absorvido; [ $12,5 \cdot 10^3 \text{ J}$ ]
  - d) a variação de entropia. [ $22,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
7. O calor de fusão do gelo é  $1435 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$  e o calor da vaporização da água é  $9712 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Calcule a variação da entropia de 1 mol de água aquecida reversivelmente de -20 °C para 150 °C à pressão constante de 1 atm.  
As capacidades térmicas molares nestas condições são:  $c_{\text{gelo}} = 9,0 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $c_{\text{água}} = 7,9 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $c_{\text{vapor}} = 8,6 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .  
Atenção: tome em conta que a temperatura de uma substância mantém-se constante durante as mudanças de fase. [ $149 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

8. Considere um sistema com  $10^3$  moles de um gás ideal diatômico, com o volume de  $0,5 \text{ m}^3$  e temperatura de  $350 \text{ K}$ . Suponha que o gás execute uma expansão isobárica até que o seu volume aumente para o triplo. Calcule:

- o volume e temperatura finais; [ $1,5 \text{ m}^3$ ,  $1050 \text{ K}$ ]
- o trabalho realizado pelo gás; [ $5,82 \cdot 10^6 \text{ J}$ ]
- o calor recebido (ou cedido) pelo gás; [ $6,87 \cdot 10^6 \text{ J}$ ]
- a variação de entropia do gás. [ $31,96 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

9. Os dois ciclos imaginários que se representam na figura são constituídos por transformações reversíveis. Determine uma expressão para o rendimento térmico de cada um destes ciclos em função de  $T_1$  e  $T_3$ , justificando.



$$[\eta = 1/2(1-T_1/T_3); \eta = (T_3-T_1)/(T_3+T_1)]$$

10. Um ciclo, realizado por  $1 \text{ kg}$  de azoto ( $\text{N}_2$ ), é constituído por uma compressão isocórica, uma expansão adiabática e uma isobárica. As condições iniciais de pressão e temperatura são, respectivamente,  $1 \text{ bar}$  e  $330 \text{ K}$ . O calor fornecido ao sistema durante a compressão isobárica é de  $1250 \text{ kJ}$ . Considere as transformações reversíveis e o azoto um gás perfeito. Determine:

- as restantes coordenadas dos vértices do ciclo e represente-o no diagrama P-V; [ $P_1 = 1 \text{ bar}$ ;  $V_1 = 0,979 \text{ m}^3$ ;  $T_1 = 330 \text{ K}$ ;  $P_2 = 6,1 \text{ bar}$ ;  $V_2 = 0,979 \text{ m}^3$ ;  $T_2 = 2012,4 \text{ K}$ ;  $P_3 = 1 \text{ bar}$ ;  $V_3 = 3,56 \text{ m}^3$ ;  $T_3 = 1199,5 \text{ K}$ ]
- o trabalho do ciclo e o seu rendimento; [ $344,88 \text{ kJ}$ ;  $27,6\%$ ]
- as variações de entropia nas diferentes transformações e represente o ciclo no diagrama T-s. [ $S_{2-1} = 1,343 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $S_{3-2} = 0$ ;  $S_{1-3} = -1,343 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]