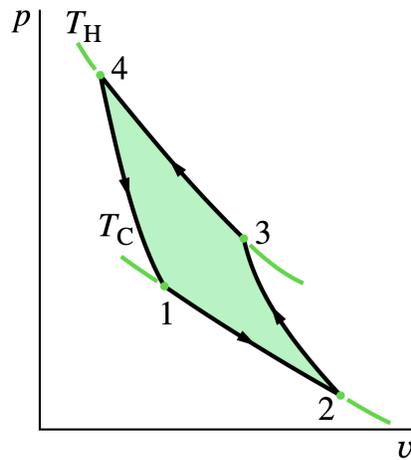


# Segunda Lei da Termodinâmica (Capítulo 5)

## Lista de Problemas

- [Problema 5.3 - Moran e Shapiro, 5.<sup>a</sup> Edição] Demonstre a equivalência entre os enunciados de Clausius e Kelvin-Planck da segunda lei da termodinâmica mostrando que a violação do enunciado de Kelvin-Planck implica necessariamente a violação do enunciado de Clausius.
- [Problema 5.15 - Moran e Shapiro, 5.<sup>a</sup> Edição] O que sugeria para aumentar a eficiência térmica de um ciclo de potência reversível executado entre reservatórios termodinâmicos às temperaturas  $T_H$  e  $T_C$ : (1) aumentar  $T_H$  mantendo  $T_C$  constante; ou (2) diminuir  $T_C$  mantendo  $T_H$  constante? Que limites naturais existem no aumento da eficiência térmica através destes procedimentos?
- [Problema 5.18 - Moran e Shapiro, 5.<sup>a</sup> Edição] Os valores que se apresentam de seguida foram associados a diferentes ciclos de potência a operar entre dois reservatórios termodinâmicos com as temperaturas de 527°C e 27°C. Para cada caso, determine se algum princípio termodinâmico é violado:
  - $Q_H = 700$  kJ,  $W_{\text{ciclo}} = 400$  kJ e  $Q_C = 300$  kJ;
  - $Q_H = 640$  kJ,  $W_{\text{ciclo}} = 400$  kJ e  $Q_C = 240$  kJ; e
  - $Q_H = 640$  kJ,  $W_{\text{ciclo}} = 400$  kJ e  $Q_C = 200$  kJ.
- [Problema 5.19 - Moran e Shapiro, 5.<sup>a</sup> Edição] Um ciclo frigorífico executado entre dois reservatórios termodinâmicos recebe energia do reservatório frio ( $Q_C$ ) à temperatura 280 K ( $T_C$ ) e liberta energia para o reservatório quente ( $Q_H$ ) à temperatura 320 K ( $T_H$ ). Para cada uma das alíneas seguintes determine se o ciclo é reversível, irreversível ou impossível:
  - $Q_C = 1500$  kJ e  $W_{\text{ciclo}} = 150$  kJ;
  - $Q_C = 1400$  kJ e  $Q_H = 1600$  kJ;
  - $Q_H = 1600$  kJ e  $W_{\text{ciclo}} = 400$  kJ; e
  - $\beta = 5$ .
- [Problema 5.46 - Moran e Shapiro, 5.<sup>a</sup> Edição] 2 kg de água executam um ciclo de potência de Carnot. Durante a expansão isotérmica a água é aquecida até ao estado de vapor saturado a partir de um estado inicial cuja pressão e título de vapor da mistura correspondem a 40 bar e 15 %, respectivamente. De seguida, o vapor expande adiabaticamente até à pressão de 1,5 bar produzindo trabalho neste processo igual a 491,5 kJ kg<sup>-1</sup>.
  - Desenho o diagrama  $p - v$  correspondente ao ciclo.
  - Calcule o calor e o trabalho associado a cada processo.
  - Determine a eficiência térmica do ciclo.
- [Adaptado do Problema 5.49 - Moran e Shapiro, 5.<sup>a</sup> Edição] 100 g de ar – considerado gás ideal com  $k = 1,4$  – executa um ciclo frigorífico de Carnot cujo diagrama  $p - v$  se apresenta



Problema 6

na figura. A expansão isotérmica (Processo 1-2) ocorre a  $-23^{\circ}\text{C}$  com uma transferência de calor para o ar de  $3,4\text{kJ}$ . A compressão isotérmica ocorre a  $27^{\circ}\text{C}$  com um volume final de  $0,01\text{m}^3$ . Com base nas Equações (1) e (2) determine:

$$\frac{T_4}{T_1} = \left(\frac{p_4}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (1)$$

$$V_4V_2 = V_1V_3 \quad (2)$$

- a pressão (em kPa) para os quatro estados do ciclo;
- o trabalho (em kJ) para os quatro processos do ciclo; e
- o coeficiente de desempenho do ciclo.