

Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos
7600023 - Termodinâmica e Física Estatística - 2023-2

Prof. Leonardo Paulo Maia

Prova 02 - 2023/11/22

1. (3,5) Um ar condicionado ideal absorve calor Q_2 de uma casa à temperatura T_2 e descarta calor Q_1 no ambiente externo de temperatura T_1 , com $T_1 > T_2$, às custas de uma quantidade E de energia elétrica. No mesmo ciclo temporal de operação do ar condicionado, um calor $Q = A(T_1 - T_2)$, onde A é uma constante positiva, invade a casa vindo do ambiente (lei de Newton).

- a. No estado estacionário, determine T_2 em termos de A , T_1 e E .
- b. O sistema é controlado por um termostato para manter sempre a casa a 20°C . A demanda energética do aparelho depende da temperatura externa, mas há um limite para o fornecimento desse trabalho elétrico. Quando o ambiente está a 30°C , o sistema atende o que dele se pede consumindo 30% da sua “alimentação limite”. Qual é a máxima temperatura ambiente na qual é possível o controle desejado?

2. (3,5) *Custo entrópico de um banho* - Em sua banheira, você pretende misturar um volume V_1 de água quente à temperatura T_1 a um volume V_2 da mesma substância à temperatura T_2 , $T_1 > T_2$, para ter um banho agradável. O calor específico da água é c , em unidades de energia por (massa . temperatura), e sua densidade volumétrica de massa é ρ . Imagine que um estado “final” de equilíbrio, termalizado, seja atingido antes que qualquer calor apreciável seja perdido para a atmosfera ou para as paredes da banheira.

- a. Qual é a temperatura final T_f da água?
- b. Qual será a variação ΔS da entropia do universo? Mostre que $\Delta S > 0$.
- c. Com base nas expressões $(1+x)^{-1} \approx 1-x$ e $\log(1+x) \approx x$ quando $x \ll 1$, obtenha os termos principais de T_f e ΔS quando $V_2 \ll V_1$, ou seja, determine os termos constantes daquelas duas grandezas como séries de potências em λ se $\lambda \equiv V_2/V_1$.

3. (3,5) *Entropia na expansão livre, processo de Joule* - Considere um recipiente, de paredes rígidas e adiabáticas, mas constituído por dois compartimentos idênticos, de mesmo volume, que só podem compartilhar a matéria de um fluido se for aberta a comporta que separa os compartimentos. Um gás ideal em equilíbrio térmico ocupa inicialmente apenas um dos dois compartimentos, enquanto o outro encontra-se no vácuo. A comporta é aberta e, após um intervalo temporal “suficientemente longo”, o sistema exhibe um estado de equilíbrio final. Por que é possível o cálculo da variação da entropia nesse processo mesmo sendo ele irreversível e fora do equilíbrio? Determine a variação da entropia nessa expansão livre usando 3 diferentes processos reversíveis e mostrando que as 3 respostas são idênticas entre si.