

Lista de Exercícios - Entropia e a Segunda Lei da Termodinâmica

Perguntas:

1. Um gás confinado em um cilindro isolado, é comprimido adiabaticamente até metade do volume inicial. A entropia do gás aumenta, diminui ou permanece constante durante o processo?
2. A entropia por ciclo aumenta, diminui ou permanece a mesma para (a) um refrigerador de Carnot, (b) um refrigerador real e (c) um refrigerador perfeito (que, obviamente, não pode ser construído na prática)?
3. A entropia por ciclo aumenta, diminui ou permanece a mesma para (a) uma máquina de Carnot, (b) uma máquina térmica real e (c) uma máquina térmica perfeita (que, obviamente, não pode ser construído na prática)?

4. Um gás ideal sofre uma expansão isotérmica reversível a 77°C , aumentando seu volume de 1,3 L para 3,4 L. A variação de entropia do gás é 22 J/K . Quantos mols de gás estão presentes?
5. Um gás sofre uma expansão isotérmica reversível. A Figura 1 fornece a variação de entropia do gás versus o volume final V_f do gás. Quantos moles estão presentes na amostra? No gráfico, $\Delta S_s = 64 \text{ J/K}$.

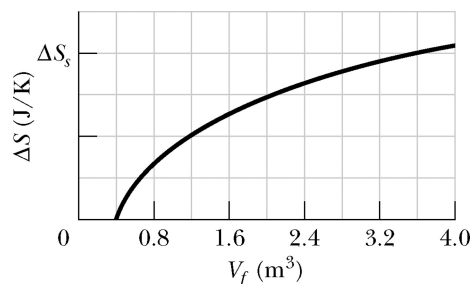


Figura 1: Problema 5.

Problemas

1. Suponha que 4,00 mol de um gás ideal sofre uma expansão isotérmica reversível do volume V_1 para o volume $V_2 = 2,00V_1$ em uma temperatura $T = 400 \text{ K}$. Encontre (a) o trabalho realizado pelo gás e (b) a variação de entropia do gás. (c) Se a expansão fosse reversível e adiabática em vez de isotérmica, qual seria a variação de entropia do gás?
2. Quanta energia deve ser transferida em forma de calor para uma expansão isotérmica reversível de um gás ideal a 132°C se a entropia do gás aumenta de 46 J/K ?
3. Determine (a) a energia absorvida na forma de calor e (b) a variação da entropia de um bloco de cobre de 2kg cuja temperatura é aumentada reversivelmente de 25°C para 100°C . O calor específico do cobre é $386 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

6. Um bloco de cobre de 50,0 g cuja temperatura é 400 K é colocado em uma caixa isolante junto com um bloco idêntico de chumbo cuja temperatura é 200 K . (a) Qual é a temperatura de equilíbrio do sistema dos dois blocos? (b) Qual é a variação na energia interna do sistema entre o estado inicial e o estado de equilíbrio? (c) Qual é a variação na entropia do sistema?
7. Um cubo de gelo de 10 g a -10°C é colocado em um lago cuja temperatura é 15°C . Calcule a variação na entropia do sistema cubo-lago quando o cubo atingir o equilíbrio térmico com o lago. O calor específico do gelo é $2220 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$. (Sugestão: o gelo afetará a temperatura do lago?)
8. Suponha que 1,00 mol de um gás monoatômico ideal inicialmente com pressão p_1 e volume V_1 seja conduzido

através de duas etapas: (1) uma expansão isotérmica até o volume $2,00V_1$ e (2) um aumento de pressão $2,00p_1$ a volume constante. Qual é o valor de Q/p_1V_1 para (a) a etapa 1 e (b) a etapa 2? Qual é o valor de W/p_1V_1 para (c) a etapa 1 e (d) para a etapa 2? Para o processo completo, quais são (e) $\Delta E_{int}/p_1V_1$ e (f) ΔS ? O gás retorna ao seu estado inicial e é levado ao mesmo estado final, mas agora através destas duas etapas: (1) uma compressão isotérmica até a pressão $2,00p_1$ e (2) um aumento de volume até $2,00V_1$ a pressão constante. Qual é o valor de Q/p_1V_1 para (g) a etapa 1 e (h) a etapa 2? Qual é o valor de W/p_1V_1 para (i) a etapa 1 e (j) para a etapa 2? Para o processo completo, quais são (k) $\Delta E_{int}/p_1V_1$ e (l) ΔS ?

9. Uma máquina de Carnot tem eficiência de 22%. Ele opera entre duas fontes de calor de temperatura constante cuja diferença de temperatura é 75°C . Qual é a temperatura (a) da fonte fria e (b) da fonte quente?

10. Uma máquina de Carnot opera entre 235°C e 115°C , absorvendo $6,3 \times 10^4 \text{ J}$ por ciclo na temperatura mais alta. (a) Qual é a eficiência da máquina? (b) Qual é o trabalho por ciclo que essa máquina é capaz de realizar?

11. Uma máquina de Carnot, cuja fonte fria está a 17°C , tem uma eficiência de 40%. De quanto deve ser elevada a temperatura da fonte quente para que a eficiência aumente para 50%?

12. A Figura 2 mostra um ciclo reversível percorrido por 1 mol de um gás monoatômico ideal. O processo bc é uma expansão adiabática, com $p_{ac} = 10 \text{ atm}$ e $V_b = 1,00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. Para o ciclo, encontre (a) a energia adicionada ao gás na forma de calor, (b) a energia liberada pelo gás na forma de calor, (c) o trabalho líquido realizado pelo gás e (d) a eficiência do ciclo. No gráfico, $V_c = 8V_b$.

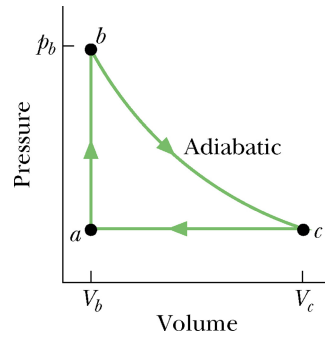


Figura 2: Problema 12.

13. A Figura 3 mostra um ciclo reversível realizado por 1,00 mol de um gás monoatômico ideal. Suponha que $p = 2p_0$, $V = 2V_0$, $p_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ e $V_0 = 0,0225 \text{ m}^3$. Calcule (a) o trabalho realizado durante o ciclo, (b) a energia adicionada na forma de calor durante o percurso abc e (c) a eficiência do ciclo. (d) Qual é a eficiência da máquina de Carnot operando entre a temperatura mais alta e a temperatura mais baixa que ocorrem no ciclo? (e) Este valor é maior ou menor do que a eficiência calculada em (c)?

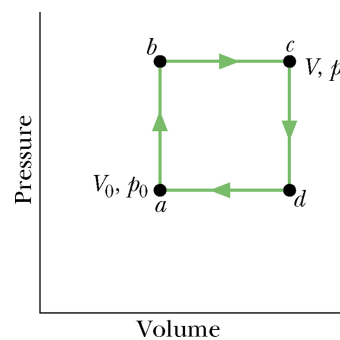


Figura 3: Problema 13.

14. Um gás ideal (1,0 mol) é a substância de trabalho em uma máquina que opera através do ciclo mostrado na Figura 4. Os processos BC e DA são reversíveis e adiabáticos. (a) O gás é monoatômico, diatômico ou poliatômico? (b) Qual é a eficiência da máquina?

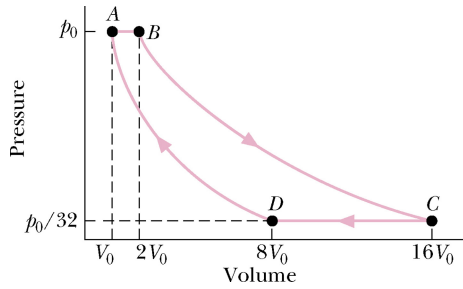


Figura 4: Problema 14.

15. O ciclo na Figura 5 representa a operação de um motor de combustão interna a gasolina. Suponha que a mistura de admissão gasolina-ar seja um gás ideal com $\gamma = 1,30$. Quais são as razões (a) T_2/T_1 , (b) T_3/T_1 , (c) T_4/T_1 , (d) p_3/p_1 , (e) p_4/p_1 ? (f) Qual é a eficiência do motor?

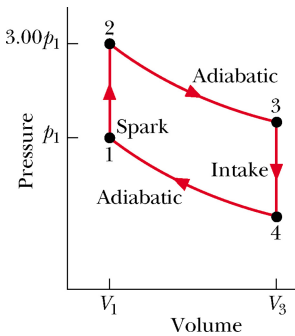


Figura 5: Problema 15.

16. Um condicionador de ar de Carnot retira energia térmica de uma sala a 70°F e a transfere na forma de calor para o ambiente, que está a 96°F . Para cada joule da energia elétrica necessária para operar o condicionador de ar, quantos joules são removidos da sala?
17. Uma bomba térmica é usada para aquecer um edifício. A temperatura externa é $-5,0^\circ\text{C}$ e a temperatura no interior do edifício deve ser mantida em 22°C . O coeficiente de desempenho da bomba é 3,8 e a bomba térmica entrega 7,54 MJ sob a forma de calor para o edifício a cada hora. Se a bomba térmica é uma máquina de Carnot trabalhando no sentido inverso, a que taxa deve ser realizado o trabalho para o funcionamento da bomba?
18. A Figura 6 representa uma máquina de Carnot que trabalha entre as temperat-

uras $T_1 = 400\text{ K}$ e $T_2 = 150\text{ K}$ e alimenta um refrigerador de Carnot que funciona entre as temperaturas $T_3 = 325\text{ K}$ e $T_4 = 225\text{ K}$. Qual é a razão Q_3/Q_1 ?

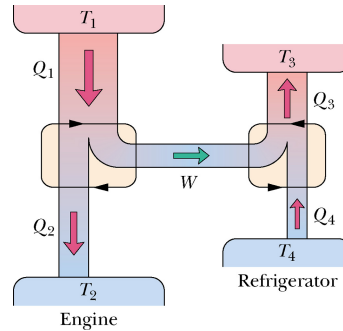


Figura 6: Problema 18.

Respostas:

Perguntas:

1. constante
2. (a) mesma; (b) aumenta ; (c) diminui
3. (a) mesma; (b) aumenta ; (c) diminui

Problemas:

1. (a) 9,22 kJ; (b) 23,1 kJ; (c) 0.
2. $1,86 \times 10^4\text{ J}$.
3. (a) $5,79 \times 10^4\text{ J}$; (b) 173 J/K
4. 2,75 mol
5. 3,50 mol.
6. (a) 320 K; (b) 0; (c) $+1,72\text{ J/K}$.
7. $+0,76\text{ J/K}$.
8. (a) 0,693; (b) 4,50; (c) 0,693; (d) 0; (e) 4,50; (f) 23,0 J/K; (g) -0,693; (h) 7,50; (i) -0,693; (j) 3,00; (k) 4,50; (l) 23,0 J/K.
9. (a) 266 K; (b) 341 K
10. (a) 23,6%; (b) $1,49 \times 10^4\text{ J}$
11. 97 K.
12. (a) 14,7 kJ; (b) 554 J; (c) 918 J; (d) 62,4%.

13. (a) 2,27 kJ; (b) 14,8 kJ; (c) 15,4%; (d) 75,0%; (e) maior. (e) 0,165; (f) 34,0%.
14. (a) monoatômico; (b) 75%.
15. (a) 3,00; (b) 1,98; (c) 0,660; (d) 0,495; 16. 20 J.
17. 440 W.
18. 2,03.