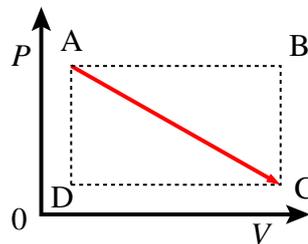


Lista de exercícios de processos termodinâmicos
SLC0628 - fluidos e termodinâmica

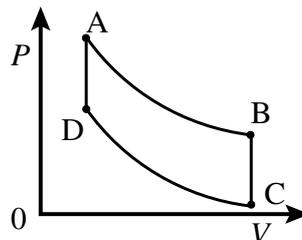
1. O corpo A tem o dobro de massa do corpo B e o dobro do calor específico do corpo B. Se quantidades iguais de calor são transferidas para esses corpos, como se comparam as subsequentes variações de temperaturas?
 - (a) $\Delta T_A = 4\Delta T_B$,
 - (b) $\Delta T_A = 2\Delta T_B$,
 - (c) $\Delta T_A = \Delta T_B$,
 - (d) $2\Delta T_A = \Delta T_B$,
 - (e) $4\Delta T_A = \Delta T_B$.
2. O corpo A tem o dobro de massa do corpo B. A variação da temperatura do corpo A é igual à variação de temperatura do corpo B quando eles absorvem quantidades iguais de calor. Conseqüente, a relação entre seus calores específicos é
 - (a) $c_A = c_B$,
 - (b) $2c_A = c_B$,
 - (c) $c_A = 2c_B$,
 - (d) nenhuma das respostas anteriores.
3. O calor específico do alumínio é mais do que o dobro do calor específico do cobre. Um bloco de cobre e um bloco de alumínio têm a mesma massa e a mesma temperatura (20°C). Os blocos são jogados simultaneamente em um único calorímetro contendo água a 40°C . Qual afirmativa é verdadeira quando o equilíbrio térmico é atingido?
 - (a) O bloco de alumínio está a uma temperatura maior do que o bloco de cobre.
 - (b) O bloco de alumínio absorveu menos energia do que o bloco de cobre.
 - (c) O bloco de alumínio absorveu mais energia do que o bloco de cobre.
 - (d) As afirmativas (a) e (c) estão corretas.
4. Você derrama água a 100°C em alguns cubos de gelo a 0°C em um recipiente isolado. A temperatura final da mistura será
 - (a) 50°C ,
 - (b) menor do que 50°C , mas maior que 0°C ,
 - (c) 0°C ,
 - (d) você não pode dizer a temperatura a partir dos dados fornecidos.
5. Você derrama água a 100°C e alguns cubos de gelo a 0°C em um recipiente isolado. Quando o equilíbrio térmico é atingido, você percebe que alguns cubos de gelo permanecem e flutuam na água líquida. A temperatura final da mistura será
 - (a) maior do que 0°C ,
 - (b) menor do que 0°C ,
 - (c) 0°C ,
 - (d) você não pode dizer a temperatura a partir dos dados fornecidos.
6. O experimento de Joule estabelece o equivalente mecânico do calor envolvido na conversão de energia mecânica em energia interna. Dê alguns exemplos do dia a dia nos quais parte da energia interna de um sistema é convertida em energia mecânica.
7. Um gás pode absorver calor enquanto sua energia interna não varia? Caso afirmativo, dê um exemplo. Caso negativo, explique por quê.

8. A equação $\Delta U = Q + W$ é o enunciado formal da primeira lei da termodinâmica. Nesta equação, as quantidades Q e W , respectivamente, representam
- o calor absorvido pelo sistema e o trabalho realizado pelo sistema,
 - o calor absorvido pelo sistema e o trabalho realizado sobre o sistema,
 - o calor liberado pelo sistema e o realizado pelo sistema,
 - o calor liberado pelo sistema e o trabalho realizado sobre o sistema.
9. Um gás real resfria durante uma expansão livre, enquanto um gás ideal não resfria durante uma expansão livre. Explique a razão para esta diferença.
10. Um gás consiste em íons que se repelem. O gás sofre uma expansão livre, na qual não ocorre absorção ou liberação de calor e nenhum trabalho é realizado. A temperatura do gás aumenta, diminui ou permanece a mesma? Explique sua resposta.
11. Dois balões de borracha de mesmo volume, cheios de gás, estão localizados no fundo de um lago frio e escuro. A temperatura da água diminui com o aumento da profundidade. Um dos balões sobe rapidamente e se expande adiabaticamente enquanto está subindo. O outro balão sobe mais lentamente e se expande isotermicamente. A pressão em cada balão permanece igual à pressão da água em contato com o balão. Qual dos balões terá maior volume quando atingir a superfície do lago? Explique sua resposta.



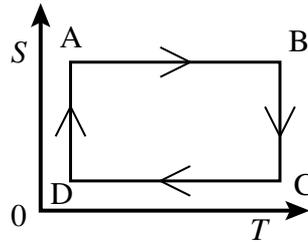
12. Um gás varia quase-estaticamente de A para C, ao longo dos caminhos mostrados na figura acima. O trabalho realizado pelo gás é
- máximo para o caminho $A \rightarrow B \rightarrow C$,
 - mínimo para o caminho $A \rightarrow C$,
 - máximo para o caminho $A \rightarrow D \rightarrow C$,
 - o mesmo para os três caminhos.
13. Quando um gás ideal sofre um processo adiabático,
- nenhum trabalho é realizado pelo sistema,
 - não há transferência de calor para o sistema,
 - a energia interna do sistema permanece constante,
 - a quantidade de calor transferido para o sistema é igual à quantidade de trabalho realizado pelo sistema.
14. Verdadeiro ou falso:
- Quando um sistema pode ir do estado 1 para o estado 2 através de vários processos diferentes, a quantidade de calor absorvida pelo sistema será a mesma para todos os processos.
 - Quando um sistema pode ir do estado 1 para o estado 2 através de vários processos diferentes, a quantidade de trabalho realizado sobre o sistema será a mesma para todos os processos.
 - Quando um sistema pode ir do estado 1 para o estado 2 através de vários processos diferentes, a variação de energia interna será a mesma para todos os processos.
 - A energia interna de uma dada quantidade de gás ideal depende apenas de sua temperatura absoluta.
 - Um processo quase-estático é aquele no qual o sistema nunca está longe do equilíbrio.
 - Para qualquer substância que se expande quando aquecida, c_P é maior do que c_V .
15. Quando um gás ideal sofre um processo isotérmico,

- (a) nenhum trabalho é realizado pelo sistema,
 (b) o sistema não absorve calor,
 (c) o calor absorvido pelo sistema é igual à variação de sua energia interna,
 (d) o calor absorvido pelo sistema é igual ao trabalho que ele realiza.
16. Considere a seguinte sequência de processos quase-estáticos pelos quais um sistema passa sequencialmente: (1) uma expansão adiabática, (2) uma expansão isotérmica, (3) uma compressão adiabática, (4) uma compressão isotérmica que leva o sistema de volta ao seu estado original. Esboce a série de processos em um diagrama PV e, depois, esboce a série de processos em um diagrama VT (no qual o volume é graficado em função da temperatura).
17. Um forno de micro-ondas típico tem um consumo de energia de aproximadamente 1200 W. Estime quanto tempo uma xícara de água levará para ferver no forno de micro-ondas, supondo que 50% do consumo de energia elétrica são utilizados para aquecer a água. Como esta estimativa se compara com a experiência do dia a dia?
18. Em um dia frio você pode aquecer suas mãos esfregando-as uma na outra. Suponha que o coeficiente de atrito cinético entre suas mãos seja 0,500, que a força normal entre elas seja 35,0 N e que você as esfregue com uma velocidade relativa média de 35,0 cm/s.
- (a) Qual é a taxa (potência) na qual a energia mecânica é dissipada?
 (b) Suponha, além disso, que a massa de cada uma de suas mãos seja de 350 g, que o calor específico delas seja de 4,00 kJ/kg K, e que toda a energia mecânica dissipada sirva para aumentar a temperatura de suas mãos. Durante quanto tempo você deve esfregar as mãos para produzir um aumento de 5,00°C na temperatura delas?
19. Neste problema, 1,00 mol de um gás diluído tem, inicialmente, uma pressão de 1,00 atm, um volume de 25,0 ℓ e uma energia interna de 456 J. Enquanto o gás é aquecido lentamente, a representação de seus estados em um diagrama PV move-se em linha reta até o estado final. O gás tem, no final, uma pressão de 3,00 atm, um volume de 75,0 ℓ e uma energia interna de 912 J. Determine o trabalho realizado pelo gás e o calor por ele absorvido.
20. Neste problema, 1,00 mol de um gás ideal monoatômico está inicialmente a 273 K e a 1,00 atm.
- (a) Qual é a energia inicial do gás?
 (b) Determine o trabalho realizado pelo gás quando 500 J de calor são absorvidos por ele a pressão constante. Qual é a energia interna final do gás?
 (c) Determine o trabalho realizado pelo gás quando 500 J de calor são absorvidos por ele a volume constante? Qual é a energia interna final do gás?
21. A lei de Dulong-Petit foi originalmente usada para se determinar a massa molar de uma substância a partir da medida de sua capacidade térmica. O calor específico de certa substância sólida foi medido, obtendo-se como resultado 0,447 kJ/kg K.
- (a) Determine a massa molar da substância.
 (b) Qual é o elemento que tem este valor para o calor específico?
22. Uma amostra de 0,500 mol de um gás diatômico ideal, a 400 kPa e 300 K, expande-se quase-estaticamente até que sua pressão diminua para 160 kPa. Determine a temperatura e o volume finais do gás, o trabalho realizado por ele e o calor que ele absorve, se a expansão é
- (a) isotérmica e
 (b) adiabática.

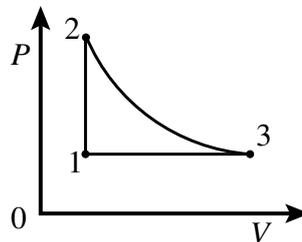


23. No ponto D da figura acima, a pressão e a temperatura de 2,00 moles de um gás monoatômico ideal são de 2,00 atm e 360 K, respectivamente. O volume do gás no ponto B do diagrama PV é igual a três vezes o volume no ponto D e sua pressão é o dobro da pressão no ponto C. Os caminhos AB e CD representam processos isotérmicos. O gás é conduzido através de um ciclo completo ao longo do caminho DABCD. Determine o trabalho realizado pelo gás e o calor por ele absorvido, em cada etapa do ciclo.
24. Em um experimento de laboratório, você testa o conteúdo calórico de vários alimentos. Suponha que, ao ingerir estes alimentos, 100% da energia liberada por eles sejam absorvidos pelo seu corpo. Você queima 2,50 g de batatas fritas e a chama resultante aquece uma pequena lata de alumínio contendo água. Depois de queimar as batatas fritas, você mede a sua massa e obtém 2,20 g. A massa da lata é de 25,0 g e o volume de água contida na lata é de 150 ml. Se o aumento de temperatura da água é de 12,5°C, quantas calorias (1 kcal = 1 caloria dietética) por porção de 150 g destas batatas fritas você estima que hajam? Suponha que a lata com água capture 50,0% do calor liberado durante a queima das batatas fritas. Nota: Apesar de o joule ser a unidade SI de escolha para a maioria das situações em termodinâmica, a indústria alimentícia expressa a energia liberada durante o metabolismo em termos de “caloria dietética”, que é a nossa quilocaloria.
25. Se uma máquina térmica realiza 100 kJ de trabalho a cada ciclo, enquanto libera 400 kJ de calor, qual é o seu rendimento?
- 20%,
 - 25%,
 - 80%,
 - 400%,
 - os dados fornecidos não são suficientes para responder.
26. Se o calor absorvido por uma máquina térmica é de 600 kJ a cada ciclo, e ela libera 480 kJ de calor em cada ciclo, qual é o seu rendimento?
- 20%,
 - 80%,
 - 100%,
 - os dados fornecidos não são suficientes para responder.
27. O CD de um aparelho de ar condicionado é matematicamente idêntico ao de um refrigerador, isto é, $CD_{ac} = CD_{ref} = \frac{Q_f}{W}$. Entretanto, o CD de uma bomba térmica é definido de forma diferente, como $CD_{bt} = \frac{Q_g}{W}$. Explique claramente por que dos dois CD 's são definidos de maneira diferente. Dica: Pense no uso a que se destinam os três diferentes aparelhos.
28. Por que os projetistas de plantas de energia a vapor tentam aumentar o máximo possível a temperatura do vapor?
29. Uma máquina de Carnot opera entre um reservatório frio a 27°C e um reservatório quente, a 127°C. Seu rendimento é
- 21%,
 - 25%,
 - 75%,
 - 79%.
30. A máquina de Carnot do problema anterior funciona no sentido inverso, com um refrigerador. Seu CD é
- 0,33,
 - 1,3,
 - 3,0,

(d) 4,7.

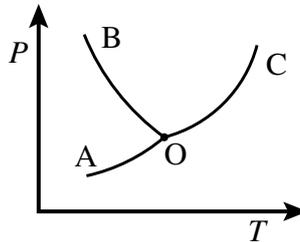


31. A figura acima mostra um ciclo termodinâmico para um gás ideal em um diagrama ST . Identifique este ciclo e esboce-o em um diagrama PV .
32. Numa bela tarde, a mãe de um de seus amigos entra no quarto dele e encontra aquela bagunça. Ela pergunta ao seu amigo como que o quarto chegou aquele estado, e ele responde: “Bem, é o destino natural de qualquer sistema fechado degenerar para níveis cada vez maiores de entropia. É isso aí, Mãe,” A resposta dela é clara: “De qualquer forma, é melhor você arrumar o seu quarto.” Seu amigo responde: “Mas isto não é possível. Isto violaria a segunda lei da termodinâmica.” Critique a resposta do seu amigo. A mãe dele está correta, ao mandá-lo arrumar o quarto, ou a arrumação é realmente impossível?
33. Uma máquina térmica, com 20% de rendimento, realiza 0,100 kJ de trabalho em cada ciclo.
- Quanto calor é absorvido do reservatório quente, a cada ciclo?
 - Quanto calor é liberado para o reservatório frio, a cada ciclo?
34. A substância de trabalho de uma máquina térmica é 1,00 mol de um gás monoatômico ideal. O ciclo inicia a $P_1 = 1,00$ atm $V_1 = 24,6$ l. O gás é aquecido a volume constante até $P_2 = 2,00$ atm. Depois, ele se expande à pressão constante, até 49,2 l. O gás é, então, resfriado a volume constante até sua pressão atingir, novamente, 1,00 atm. Ele é, depois, comprimido à pressão constante até seu estado original. Todas as etapas são quase-estáticas e reversíveis.
- Mostre este ciclo num diagrama PV . Para cada etapa do ciclo, determine o trabalho realizado pelo gás, o calor absorvido pelo gás e a variação de energia interna do gás.
 - Determine o rendimento do ciclo.



35. A Figura acima mostra o ciclo $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ seguido por 1,00 mol de um gás monoatômico ideal com um volume inicial $V_1 = 25,0$ l. Todos os processos são quase-estáticos. Sendo o processo $2 \rightarrow 3$ isotérmico, determine
- a temperatura de cada estado numerado do ciclo,
 - o calor transferido em cada etapa do ciclo e
 - o rendimento do ciclo.
36. Uma máquina de Carnot trabalha entre dois reservatórios de calor com temperaturas $T_q = 300$ K e $T_f = 77,0$ K.
- Qual é o seu rendimento?
 - Se ela absorve 100 J de calor do reservatório quente a cada ciclo, quanto trabalho realiza?
 - Quanto calor ela libera para o reservatório de baixa temperatura, a cada ciclo?
 - Qual é o coeficiente de desempenho desta máquina, quando ela trabalha com um refrigerador entre os dois reservatórios?

37. Você deixa, inadvertidamente, uma panela de água fervendo no fogão. Você retorna no exato instante em que a última gota é convertida em vapor. A panela tinha, inicialmente, $1,00 \ell$ de água fervendo. Qual é a variação da entropia da água, associada à variação de seu estado de líquido para gasoso?
38. Se um pedaço de $2,00 \text{ kg}$ de chumbo, a 100°C , é largado em um lago a 10°C , determine a variação de entropia do universo.
39. Um reservatório, a 300 K , absorve 500 J de calor de um segundo reservatório a 400 K .
- Qual é a variação da entropia do universo e
 - quanto trabalho é perdido durante o processo?
40. Uma planta nuclear gera $1,00 \text{ GW}$ de potência. Nesta planta, sódio líquido circula entre o núcleo do reator e um trocador de calor imerso no vapor superaquecido que alimenta a turbina. A temperatura do vapor superaquecido é de 500 K . Calor é rejeitado para um rio, cuja água corre a 25°C .
- Qual é o máximo rendimento que esta planta pode ter?
 - Quanto calor é rejeitado para o rio, a cada segundo?
 - Quanto calor deve ser liberado pelo núcleo, para fornecer $1,00 \text{ GW}$ de potência elétrica?
 - Suponha que novas leis ambientais foram aprovadas para preservar espécies animais raras no rio. Como consequência, a planta está proibida de aquecer o rio em mais de $0,50^\circ\text{C}$. Qual é o fluxo mínimo que a água do rio deve ter?



41. Do diagrama de fase da figura acima podemos tirar a informação de como variam, com a altitude, os pontos de ebulição e fusão da água.
- Explique como esta informação pode ser obtida.
 - Como esta informação pode influenciar os procedimentos de cozimento nas montanhas.
42. Explique por que diminuir a temperatura de sua casa à noite, no inverno, pode economizar os gastos com aquecimento. Por que o custo do combustível consumido para reaquecer a casa, pela manhã, não é igual à economia feita mantendo-a fria durante a noite?
43. Dois cilindros maciços, feitos dos materiais A e B, têm o mesmo diâmetro; seus comprimentos estão relacionados por $L_A = 2L_B$. Quando a mesma diferença de temperatura é mantida entre as extremidades dos cilindros, eles conduzem calor com a mesma taxa. As condutividades deles estão, portanto, relacionadas por:
- $\kappa_A = 4\kappa_B$,
 - $\kappa_A = 2\kappa_B$,
 - $\kappa_A = \kappa_B$,
 - $2\kappa_A = \kappa_B$,
 - $4\kappa_A = \kappa_B$.
44. A reforma de casas antigas em um local de clima frio revelou espaços de $3,5 \text{ in}$ ($9,0 \text{ cm}$) de espessura entre as paredes e o revestimento externo cheios apenas de ar (sem isolamento). O preenchimento desses espaços com um material isolante certamente reduz os custos com aquecimento e refrigeração, apesar de o material isolante ser melhor condutor de calor que o ar. Explique por que o uso do isolante térmico é uma boa ideia.
45. Estime a emissividade efetiva da Terra a partir da seguinte informação. A constante solar, que é a intensidade de radiação solar incidente na Terra, é cerca de $1,37 \text{ kW/m}^2$. Setenta por cento desta energia são absorvidos pela Terra, e a temperatura média da superfície da Terra é 288 K . (Suponha que a área efetiva que absorve a luz seja πR^2 , onde R é o raio da Terra, enquanto a área de emissão de corpo negro é $4\pi R^2$.)

46. Um cubo de cobre e um cubo de alumínio, cada um com 3,00 cm de aresta, são dispostos um do lado do outro em máximo contato térmico. A outra extremidade do cubo de cobre está em contato térmico com um reservatório térmico a 100°C . Enquanto isso, a outra extremidade do cubo de alumínio está em contato térmico com um outro reservatório térmico a 20°C . Determine
- (a) a resistência térmica de cada cubo,
 - (b) a resistência térmica da combinação de dois cubos,
 - (c) a corrente térmica I e
 - (d) a temperatura na interface entre os dois cubos.
47. Hélio líquido é armazenado no seu ponto de ebulição (4,2 K) em um recipiente esférico que está separado, por uma região evacuada, de um revestimento que é mantido à temperatura de nitrogênio líquido (77 K). Se o recipiente tem 30 cm de diâmetro e é escurecido no lado externo para que atue com um emissor do tipo corpo negro, quanto hélio ferve por hora?
48. Na média, a temperatura da crosta da Terra aumenta $1,0^{\circ}\text{C}$ para cada 30 m de profundidade. A condutividade térmica média do material da crosta terrestre é $0,74 \text{ J}/(\text{m s K})$. Qual é a perda de calor da Terra, por segundo, devida à condução a partir do núcleo? Como esta perda de calor se compara com a potência média recebida do Sol?