

Lista de problemas baseada em “Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica”, Halliday, Resnick, Walker, 4ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.

1. Se as moléculas presentes em 1 g de água fossem distribuídas uniformemente sobre a superfície da Terra, quantas moléculas haveria em 1 cm^2 desta superfície?

2. (a) Qual é o menor volume ocupado por 1 mol de um gás a condições normais, isto é, à pressão de 1 atm e temperatura de 0°C ? (b) Mostre que o número de moléculas por centímetro cúbico (o número de *Loschmidt*) em condições normais é $2,69 \times 10^{19}$.

3. O melhor vácuo que pode ser obtido em laboratório corresponde à pressão de cerca de 1×10^{-18} atm ou 1×10^{-13} Pa. Quantas moléculas estão neste vácuo, em cada centímetro cúbico, a 293 K?

4. Uma quantidade de um gás ideal a 10°C e à pressão de 100 kPa ocupa um volume de $2,5 \text{ m}^3$. (a) Quantos mols do gás estão presentes? (b) Se a pressão for elevada para 300 kPa e a temperatura para 30°C , qual o volume que o gás ocupará? Suponha que não haja perdas.

5. Calcule o trabalho realizado por um agente externo, durante uma compressão isotérmica de 1 mol de oxigênio, de um volume de $22,4 \text{ l}$ a 0°C e pressão de 1 atm, para $16,8 \text{ l}$.

6. (a) Qual é o número de moléculas por metro cúbico no ar a 20°C e à pressão de 1 atm? (b) Qual é a massa de 1 m^3 deste ar? Suponha que 79% das moléculas seja de N_2 e 21% seja de O_2 .

7. A pressão p , o volume V e a temperatura T para um certo material relacionam-se por $p = (AT - BT^2)/V$. Encontre uma expressão para o trabalho realizado pelo material, se a temperatura mudar de T_1 a T_2 , enquanto a pressão permanece constante.

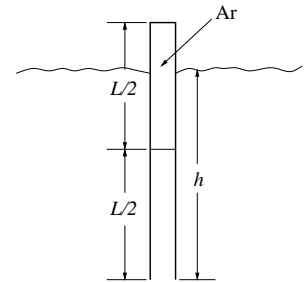
8. Uma quantidade de ar, que ocupa $0,14 \text{ m}^3$ à pressão manométrica de $1,013 \times 10^5$ Pa, expande isotermicamente até atingir a pressão atmosférica e é então resfriada, a pressão constante, até que retorne ao seu volume inicial. Calcule o trabalho realizado pelo ar.

9. Considere uma certa massa de um gás ideal. Compare as curvas representando pressão constante, volume constante, e processos isotérmicos em (a) um gráfico $p - V$, (b) um gráfico $p - T$ e (c) um gráfico $V - T$. (d) De que modo estas curvas dependem da massa de gás escolhida?

10. Uma bolha de ar de 20 cm^3 está no fundo de um lago, a 40 m de profundidade, onde a temperatura é 4°C . Ela solta-se e sobe à superfície, onde a temperatura é 20°C . Considere a temperatura da bolha como sendo igual à da água à sua volta e determine o seu volume no exato momento em que alcança a superfície – ainda na água.

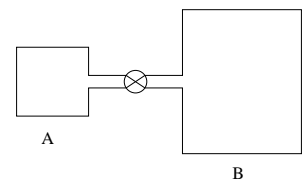
11. Um tubo de comprimento $L = 25 \text{ m}$, aberto numa das extremidades, contém ar à pressão atmosférica. Ele é colocado verticalmente num lago de água doce, até que a água preencha a metade do tubo, como mostrado na figura. Qual é a profundidade h da parte submersa do tubo? Consi-

dere a temperatura da água como sendo uniforme.



12. O recipiente A, na figura, contém um gás ideal na pressão de 5×10^5 Pa e à temperatura de 300 K. Ele está conectado por um fino tubo ao recipiente B, que tem um volume quatro vezes maior que o de A. O recipiente B contém o mesmo gás ideal, à pressão de 1×10^5 Pa e à temperatura de 400 K. A válvula de conexão é aberta e o equilíbrio

é atingido a uma pressão comum, enquanto a temperatura de cada recipiente é mantida constante, em seu valor inicial. Qual é a pressão final do sistema?



13. Calcule a velocidade quadrática média dos átomos de hélio a 1000 K. A massa molar do hélio é 4 g/mol .

14. A temperatura mais baixa possível no espaço sideral é 2,7 K. Qual é a velocidade quadrática média das moléculas de hidrogênio nessa temperatura?

15. A densidade de um gás a 273 K e 0,01 atm é de $1,24 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3$. (a) Encontre a velocidade v_{rms} para as moléculas do gás. (b) Ache a massa molar do gás e identifique-o.

16. A que temperatura a energia cinética de translação de uma molécula é igual a 1 eV?

17. A *lei de Avogadro* afirma que, sob as mesmas condições de temperatura e pressão, volumes iguais de diferentes gases contêm o mesmo número de moléculas. Essa lei equivale à lei dos gases ideais?

18. A 2500 km acima da superfície da terra, a densidade da atmosfera é cerca de 1 molécula/cm^3 . (a) Qual é o valor do livre caminho médio e (b) qual é o seu significado, sob estas condições? Suponha o diâmetro molecular igual a $2 \times 10^{-8} \text{ cm}^2$.

19. (a) Qual é a energia interna de 1 mol de um gás ideal monoatômico a 273 K? (b) Ela depende do volume ou da pressão?

20. Um mol de um gás ideal passa por uma expansão isotérmica. Encontre o calor adicionado ao gás em termos dos volumes inicial e final e da temperatura. (*Sugestão*: use a primeira lei da termodinâmica.)

21. A massa do átomo de hélio é de $6,66 \times 10^{-27}$ kg. Calcule o calor específico a volume constante para o hélio gasoso (em $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$), a partir da sua capacidade calorífica molar a volume constante.

22. 20,9 J de calor são adicionados a um gás ideal. Como resultado, seu volume aumenta de 50 para 100 centímetros cúbicos, enquanto a pressão permanece constante em 1 atm. (a) Qual é a variação da energia interna do gás? (b) Calcule o calor específico molar a pressão constante. (c) Calcule o calor específico molar a volume constante.

23. A massa de uma molécula de gás pode ser calculada a partir do seu calor específico a volume constante, c_V . Considere $c_V = 0,075 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$ para o argônio (monoatômico) e calcule (a) a massa de um átomo de argônio e (b) a massa molar do argônio.

24. Um mol de oxigênio (diatômico) é aquecido a pressão constante, com o processo tendo início a 0°C . Quanto calor precisa ser adicionado para que o gás duplique o seu volume?

25. Suponha que 4 mols de um gás ideal diatômico sofrem de um aumento de temperatura de 60 K à pressão constante. (a) Quanto calor foi transferido para o gás? (b) em quanto aumentou a energia interna do gás? (c) Quanto trabalho foi realizado pelo gás? (d) Qual foi o aumento da energia interna translacional das moléculas do gás?

26. Uma certa massa de gás ocupa um volume de $4,3 \text{ l}$ à pressão de 1,2 atm e temperatura de 310 K. Ele é comprimido adiabaticamente até o volume de $0,76 \text{ l}$. Determine (a) a pressão final e (b) a temperatura final, supondo que o gás seja ideal, com $\gamma = 1,4$. (*Sugestão:* não é necessário fazer conversão de unidades.)

27. (a) Um litro de gás com $\gamma = 1,3$ está a 273 K e 1 atm. O gás é subitamente (adiabaticamente) comprimido até a metade do seu volume inicial. Calcule suas temperatura e pressão finais. (b) O gás é, então, resfriado até 273 K, à pressão constante. Qual é o seu volume final?

28. Para um processo adiabático num gás ideal, mostre que (a) o módulo de elasticidade volumétrica é dado por

$$B = -V \frac{dp}{dV} = \gamma p.$$

e (b) a velocidade do som é

$$v_s = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}.$$

29. Use o resultado do problema acima para calcular a velocidade do som no ar a 0°C . Mostre que na vizinhança desta temperatura ela aumenta de 0,61 m/s para cada grau de elevação da temperatura.

30. Um gás sofre uma compressão adiabática de $p = 1 \text{ atm}$, $V = 1 \times 10^6 \text{ l}$, $T = 0^\circ\text{C}$ para $p = 1 \times 10^5 \text{ atm}$, $V = 1 \times 10^3 \text{ l}$. (a) Este gás é monoatômico, diatômico ou poliatômico? (b) Qual é a sua temperatura final? (c) Quantos mols de gás estão presentes? (d) Qual é a energia cinética translacional total por mol, antes e depois da compressão? (e) Qual é a razão entre os quadrados das velocidades rms de suas moléculas, antes e depois da compressão?

31. Uma certa quantidade de um gás ideal ocupa um volume inicial V_0 à pressão p_0 e temperatura T_0 . O gás expande até o volume V_1 (a) à pressão constante, (b) à temperatura constante e (c) adiabaticamente. Construa o gráfico $p - V$ para cada caso. Em qual deles Q é maior? E menor? Em qual caso W é maior? E menor? Em qual caso ΔU é maior? E menor?

32. Certa máquina térmica processa 1 mol de um gás ideal monoatômico através do ciclo mostrado na figura. O processo $1 \rightarrow 2$ acontece a volume constante, o $2 \rightarrow 3$ é adiabático e o $3 \rightarrow 1$ acontece a pressão constante. (a) Calcule o calor Q , a variação da energia interna ΔU e o trabalho realizado W para cada um dos três processos e para o ciclo como um todo. (b) Se

a pressão inicial no ponto 1 for 1 atm, encontre a pressão e o volume nos pontos 2 e 3. Use $1,0 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ e $R = 8,31 \text{ J}/\text{mol} \cdot \text{K}$.

