

# Aula 43 – exercícios de revisão

- Para a solução de todos os exercícios, utilizem as lousas e formulem o problema primeiro simbolicamente, explicitando os princípios fundamentais que utilizarem na solução. Se for o caso, substituam números tão tardiamente quanto possível.

# Exercício 1

Em um intervalo de 30 s, 500 pedras de granizo atingem uma janela de área  $0,600 \text{ m}^2$  segundo um ângulo de  $45^\circ$  com a superfície da janela. Supondo que os choques sejam elásticos e que uma pedra de granizo tenha massa média de  $5,00 \text{ g}$  e atinja a janela com uma velocidade de  $8,00 \text{ m/s}$ , calcule a força e a pressão médias sobre a janela.

# Exercício 2

No espaço interestelar, estima-se que haja uma molécula (majoritariamente de H) por metro cúbico. Estime a distância que uma molécula percorre e o tempo médio entre colisões. Explícite as hipóteses que fizer e os dados que precisa buscar.

## Exercício 3

Numa câmara de alto vácuo, a pressão é reduzida até um valor de cerca de  $10^{-8}$  Pa. Suponha que as moléculas do gás na câmara tenham diâmetro de  $3 \times 10^{-10}$  m, e que a temperatura seja de 300 K. Estime a distância que uma molécula percorre e o tempo médio entre colisões.

# Exercício 4

Um recipiente contém uma mistura de dois gases ideais:  $N_1$  moléculas de um gás 1, que tem calor específico (medido por molécula)  $C_1$ , e  $N_2$  moléculas de um gás 2, que tem calor específico  $C_2$ . Determine o calor específico da mistura.

# Exercício 5

A função  $E_{\text{int}} = 3.50nRT$  descreve a energia interna de um certo gás ideal. Uma amostra contendo 2.00 mols desse gás sempre parte de uma pressão de 100 kPa e de uma temperatura de 300 K. Para cada um dos processos abaixo, determine a **pressão**, o **volume** e a **temperatura** finais, a **variação na energia interna** do gás, o **trabalho** realizado sobre o gás e a transferência de energia na forma de **calor** para o gás.

- O gás é aquecido a pressão constante até 400 K.
- O gás é aquecido a volume constante até 400 K.
- O gás é comprimido a temperatura constante até 120 kPa.
- O gás é comprimido adiabaticamente até 120 kPa.

# Exercício 6

Uma caixa termicamente isolada é separada por uma partição em duas partes de mesmo volume. O lado esquerdo contém 500 moléculas de um gás ideal a uma certa temperatura. Após a partição ser removida, o gás sofre uma expansão livre, passando a ocupar todo o volume da caixa.

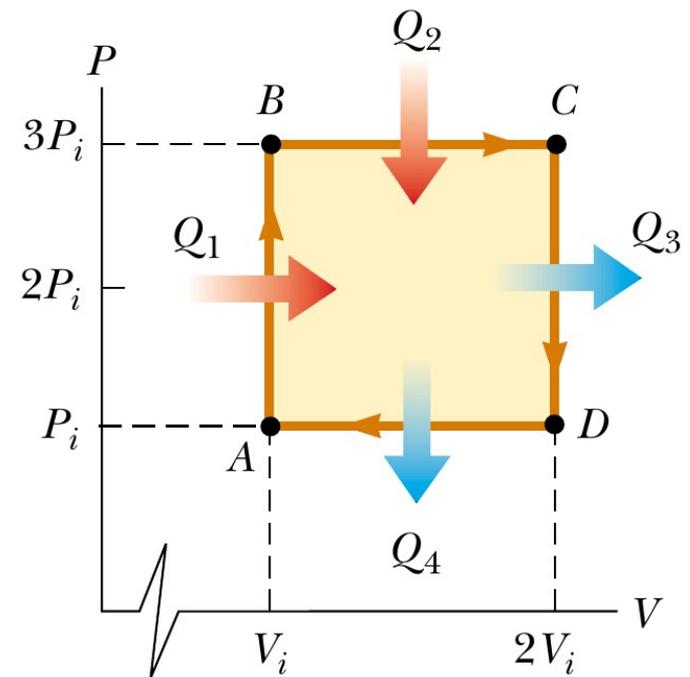
**(a)** Qual a variação na entropia do gás entre o início do processo e o restabelecimento do equilíbrio?

**(b)** Qual é a probabilidade de que em um certo instante todas as moléculas do gás voltem a ocupar apenas a metade esquerda da caixa?

# Exercício 7

Um mol de um gás ideal monoatômico é submetido ao processo mostrado na figura. No ponto  $A$ , a pressão, o volume e a temperatura são  $P_i$ ,  $V_i$  e  $T_i$ . **Em termos de  $R$  e  $T_i$** , determine

- a transferência  $Q_1+Q_2$  de energia na forma de calor **do entorno para o gás** a cada ciclo;
- a transferência  $Q_3+Q_4$  de energia na forma de calor **do gás para o entorno** a cada ciclo;
- a eficiência de uma máquina operando segundo esse ciclo;
- a eficiência de uma máquina operando segundo um ciclo de Carnot entre as mesmas temperaturas extremas.



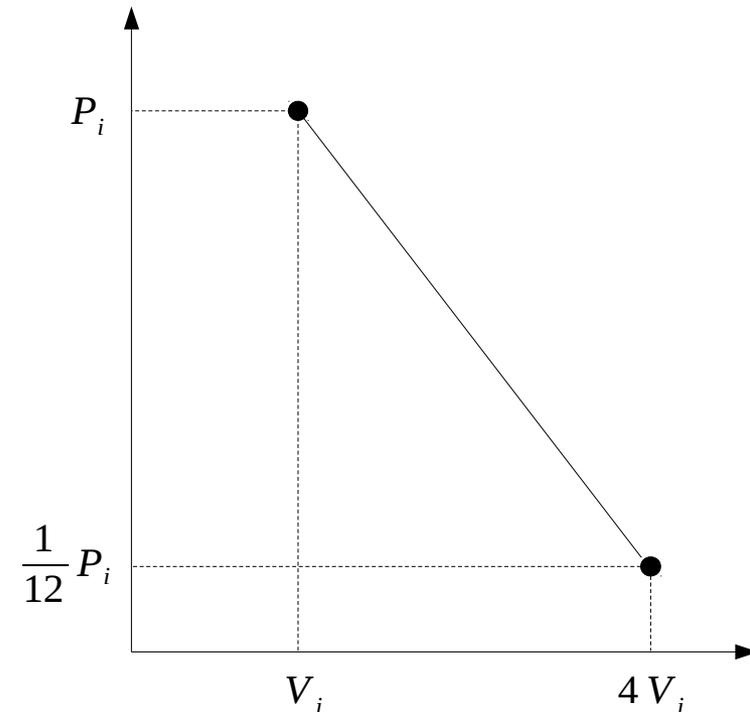
# Exercício 8

**(a)** Mostre que a variação da entropia entre dois estados  $(P_i, V_i)$  e  $(P_f, V_f)$  pode ser escrita como

$$\Delta S = N C_P \ln(V_f/V_i) + N C_V \ln(P_f/P_i).$$

**(b)** Para um gás ideal monoatômico submetido ao processo reversível “linear” mostrado na figura, calcule a transferência de energia na forma de calor e mostre que é positiva, mas que a variação da entropia é negativa. Interprete fisicamente tal resultado, explicando por que não é incompatível com a relação geral

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T}.$$



# Exercício 9

Chama-se coeficiente de desempenho de um refrigerador a razão  $Q_B/W$ , sendo  $Q_B$  a transferência de energia na forma de calor da fonte fria e  $W$  o trabalho fornecido pelo compressor, em cada ciclo.

**(a)** Expresse o coeficiente de desempenho em função das temperaturas  $T_A$  e  $T_B$  das fontes quente e fria, supondo que o refrigerador opere como uma máquina de Carnot ao revés.

**(b)** Um dado refrigerador tem coeficiente de desempenho igual a 40% do ideal; o motor do compressor tem 200 W de potência e o congelador é mantido a  $-13^\circ\text{C}$ . Para uma temperatura ambiente de  $27^\circ\text{C}$ , qual a quantidade de calor removida do congelador, em 15 min de funcionamento do motor? Que quantidade de gelo ela permitiria formar, partindo de água a uma temperatura próxima de  $0^\circ\text{C}$ ? O calor latente de fusão da água é de 80 cal/g.

# Exercício 10

**(a)** A partir da definição da energia livre de Gibbs,  $G = E_{\text{int}} - TS + PV$ , mostre que

$$\left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T = - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P.$$

**(b)** A partir da definição de entalpia,  $H = E_{\text{int}} + PV$ , mostre que

$$\left( \frac{\partial H}{\partial P} \right)_T = V - T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P.$$

**(c)** Aplique o resultado anterior a um gás ideal para calcular  $(\partial H / \partial P)_T$ .