

Lista de Exercícios VII

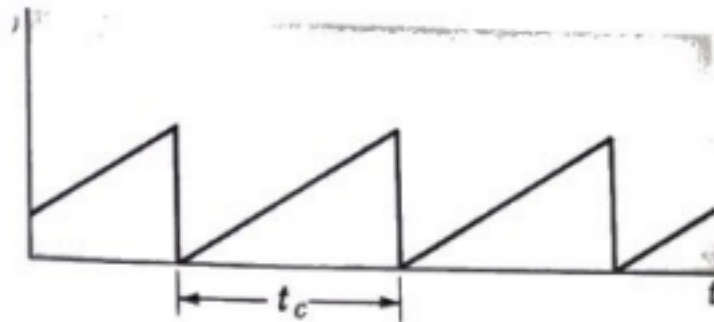
- ① [HMN] Um recipiente de 10 litros contém 7 g de nitrogênio gasoso, à pressão de 4,8 atm e à temperatura de 1800 K. A essa temperatura, x% das moléculas de nitrogênio se encontram dissociadas em átomos. Determine x.
- ② [HMN] Calcule o expoente adiabático $\gamma = c_p/c_v$ para um gás diatômico a uma temperatura elevada, na qual uma fração x das moléculas se encontram dissociadas em átomos. Verifique se o resultado se reduz aos casos limites esperados quando não há dissociação e quando ela é total. Dado que o valor observado é $\gamma = 1,5$, qual é a porcentagem de dissociação x?
- ③ [HMN] O diâmetro efetivo da molécula de CO_2 é $\approx 4,59 \times 10^{-8}$ cm. Qual é o livre percurso médio de uma molécula de CO_2 para uma densidade de 4,91 kg/m³?
- ④ **Comparação de coeficientes de transporte.** O coeficiente de viscosidade do gás Hélio (He) a $T = 273$ K e 1 atm é η_1 , enquanto o respectivo coeficiente do gás Argônio (Ar) é η_2 . As massas atômicas desses gases monoatômicos são μ_1 e μ_2 , respectivamente.
- (a) Qual é a razão σ_2/σ_1 da seção eficaz total de difusão dos átomos Ar-Ar σ_2 comparada com a dos átomos He-He σ_1 ?
- (b) Qual é a razão κ_2/κ_1 da condutividade térmica, κ_2 , do gás Ar comparada com a condutividade térmica do gás He, κ_1 , a $T = 273$ K?
- (c) Determine o quociente D_2/D_1 entre os respectivos coeficientes de difusão dos gases quando $T = 273$ K.
- (d) As massas atômicas de He e Ar são, respectivamente, $\mu_1 = 4$ e $\mu_2 = 40$, ao passo que as viscosidades medidas a 273 K são $\eta_1 = 1,87 \times 10^{-4}$ e $\eta_2 = 2,105 \times 10^{-4}$ g cm⁻¹ s⁻¹. Com essas informações, calcule os valores aproximados das seções eficazes σ_1 e σ_2 .
- (e) Supondo que os átomos se comportam na difusão como esferas rígidas, calcule o diâmetro d_1 do átomo de He e o diâmetro d_2 do átomo de Ar.

- ⑤ **Influência de uma seção eficaz de difusão dependente da velocidade.** Suponha que as moléculas de um gás interagem entre si segundo uma força radial F que depende da separação intermolecular R de acordo com a seguinte expressão:

$$F = CR^{-s}$$

onde s é um inteiro positivo e C uma constante.

- (a) Utilize análise dimensional para determinar a dependência da seção eficaz de difusão total σ das moléculas com respeito a sua velocidade relativa V . Suponha um cálculo clássico de modo que σ dependa apenas de V , a massa molecular m e a constante C .
- (b) Qual é a dependência da viscosidade η deste gás com a temperatura absoluta T ?
- ⑥ **Tempo livre médio e tempo entre choques.** Considere um ion de carga q e massa m dentro de um gás, e submetido a um campo elétrico uniforme \mathcal{E} na direção z . Para efeitos práticos, suponha o seguinte modelo: o ion se move na direção z , partindo sempre do repouso depois de cada choque, e movendo-se com uma aceleração constante e uniforme $a = q\mathcal{E}/m$ durante um tempo finito t_c ; após esse intervalo de tempo, o ion volta bruscamente ao repouso por sofrer um choque seguinte e o processo se repete novamente. Um gráfico da velocidade v do ion em função do tempo teria o seguinte aspecto:



- (a) Considere um *conjunto* destes ions em um instante de tempo qualquer. Qual é o tempo médio transcorrido, τ , antes que um ion

sofra a colisão seguinte? Expresse a resposta em termos de t_c , o intervalo de tempo entre dois choques sucessivos.

- (b) Qual é o tempo médio que transcorreu desde que um ion tenha sofrido a sua última colisão? Expresse-o em função de t_c .
- (c) Qual é a velocidade máxima que o ion alcança? Qual é a velocidade média v ? Expresse os resultados em função de t_c , assim como em função de τ .
- (d) Qual é a distância s percorrida por um ion em um tempo t_c , partindo do repouso? Se definirmos a velocidade média v do ion como $v = s/t_c$, qual é o valor de v assim calculado? Expresse o resultado em função de t_c , e em seguida em função de τ . Compare o resultado com o item (c).