Lista Foice 5

Rafael Timbó

I. DIFUSÃO

Considere uma distribuição de partículas semelhantes, sendo $n(z)$ a concentração dessas partículas em função da coordenada z. A lei de Fick (também conhecida como primeira lei da difusão) relaciona o fluxo de partículas por unidade de tempo com o gradiente de concentração com:

$$\Phi_z = -D\Big(\frac{\partial n}{\partial z}\Big)$$

Onde D é o coeficiente de difusão do fluido.

a)A partir da lei de Fick, mostre a que $n(z,t)$ é dado pela equação diferencial:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D\frac{\partial^2 n}{\partial z^2}$$

b)Resolva a equação encontrada no item anterior no caso em que $n(x,0) = n_0\delta(x)$, em que $\delta(x)$ é a função delta de Dirac.

II. COEFICIENTES

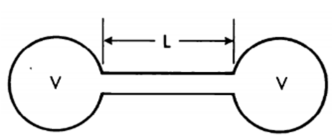
A partir de argumentos termodinâmicos, mostre que o coeficiente de difusão é dado pela expressão:

$$D = \frac{1}{3}\lambda\bar{v}$$

Onde λ é o livre caminho médio das partículas do fluido e $\bar{v}$ é a sua velocidade média.

III. QUASE QUÍMICA

Dois recipientes iguais, cada um com volume V, estão conectados com um tubo de comprimento L e seção de área A pequena ($LA << V$). Inicialmente, o primeiro recipiente contém uma mistura de monóxido de carbono a uma pressão parcial P_0, e nitrogênio a pressão parcial de $(P_T - P_0)$. O segundo recipiente contém somente nitrogênio a pressão de P_T. O coeficiente de difusão de monóxido de carbono em nitrogênio é D. Obtenha a pressão parcial do monóxido de carbono no primeiro recipiente em função do tempo.



IV. CONDUTIVIDADE TÉRMICA

a)Podemos definir um vetor análogo à densidade de corrente elétrica para o transporte de energia térmica, da forma:

$$\vec{J} = -K\vec{\nabla}T$$

Onde K é a condutividade térmica do material por onde a energia térmica flui. Através do balanço energético em um volume de controle, mostre que vale a equação:

$$K\nabla^2 T = C_\rho\frac{\partial T}{\partial t}$$

Onde C_ρ é a capacidade térmica por unidade de volume do material.

b)Considere uma esfera de ferro de raio R que foi aquecida até $T_0 > 0°C$, enquanto sua superfície é mantida em $T = 0°C$.Sendo K e C_ρ a condutividade térmica e a capacidade térmica por unidade de volume do ferro, respectivamente, determine a temperatura no centro da esfera num instante posterior, da ordem de alguns minutos após o início do resfriamento.

V. SUPERFÍCIES

Devido a interações intermoleculares na superfície dos líquidos, podemos definir uma energia associada a esta da forma:

$$E = \sigma A$$

Em que σ é a tensão superficial do líquido em questão.

a)Determine a diferença de pressão entre a superfície interna de uma gota e o meio externo.

b)Faça o mesmo para uma bolha.

c)Generalize o resultado do primeiro item para uma superfície genérica formada por 2 arcos de circunferência perpendiculares, de raios R_1 e R_2.

VI. TUBOS CAPILARES

Determine a altura máxima que um líquido de tensão superficial σ e densidade ρ pode subir em um tubo capilar de raio r, sendo θ o ângulo que o menisco forma com as paredes do tubo.

VII. BOLHA DANÇANTE

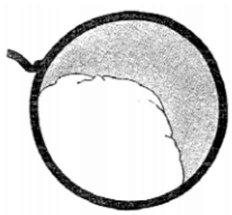
Uma bolha esférica de raio r, contendo um gás ideal diatômico, é revestida com uma fina camada de sabão de espessura h e é colocada no vácuo. A camada de sabão possui tensão superficial γ e densidade ρ.

a)Encontre a capacidade térmica molar do gás dentro da bolha para um processo em que o gás é aquecido tão lentamente que a bolha sempre se mantém em equilíbrio mecânico em função da constante universal dos gases, R.

b)A bolha, originalmente de raio r, sofre uma pequena perturbação radial. Encontre uma expressão para a frequência angular de pequenas oscilações radiais da bolha, assumindo que a capacidade térmica da camada de sabão é muito maior que a capacidade térmica do gás dentro da bolha. Assuma também que o equilíbrio térmico dentro da bolha é atingido muito rapidamente em comparação com o período de oscilação.

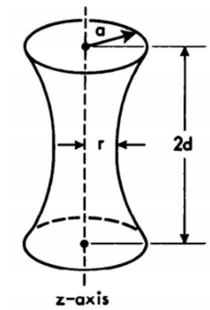
VIII. ESTIMATIVAS

Estime o tempo que leva para um filme circular de sabão colapsar. O filme de sabão é circular, com diâmetro $D = 10cm$ e espessura $h = 1\mu m$. A tensão superficial é $\sigma = 0,025N/m$.



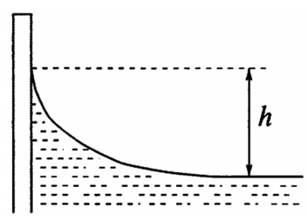
IX. LÍQUIDO GRUDENTO

Um filme líquido de tensão superficial σ é esticado entre duas placas circulares de raio a, como mostrado. Encontre a função $r(z)$. O que você pode concluir sobre esse formato de superfície? Você pode demonstrar esse resultado por argumentos matemáticos? A partir de um certo comprimento d, a superfície entra em colapso e se desfaz. Encontre uma relação entre a e d para que isso ocorra.



X. MENISCO

A água de um aquário forma o menisco mostrado na figura. Calcule a altura h que o menisco alcança relativo à superfície da água a uma distância suficientemente grande.



Dados: ρ-densidade da água, γ- tensão superficial da água, g-gravidade