Lista 1 Soluções 2019-2

Exercícios de Termodinâmica- parte A

Exercício-1

Um termômetro de resistência é um termômetro no qual a resistência elétrica varia com a temperatura. É possível definir as temperaturas medidas por este termômetro em kelvins (K) como sendo diretamente proporcionais à resistência *R*, medida em ohms (Ω). Um certo termômetro de resistência apresenta uma resistência *R* de 90,35Ω quando o seu bulbo é colocado em água à temperatura do ponto tríplice (273,16 K). Que temperatura o termômetro indica se o bulbo for colocado em um ambiente no qual a sua resistência elétrica é de 96,28Ω?

Se a temperatura (em Kelvin) é diretamente proporcional a resistência então T = kR,
Onde k é a constante de proporcionalidade. São dados T = 273,16 K quando R = 90,35 Ω,
Portanto a constante k pode ser determinada. Assim (273,16 K) = k(90,35) ou k = 3,023 K/Ω.
Se a resistência medida é R = 96,28Ω.
T = kR = (3,023 K/Ω)(96,28Ω) = 291,1 K.

Exercício-2

Trilhos de trem são instalados quando a temperatura é igual a - 5°C .
Uma seção do trilho tem 12,0 m de comprimento.
Que folga deve ser deixada entre os trilhos de modo a não ocorrer compressão quando a temperatura subir até 42°C? $\alpha_{Fe} = 11 \times 10^{-6} C^{-1}$

O importante é observar a variação de temperatura, não é preciso mudar de representação (escala). Neste caso, $\Delta T = T_f - T_i = 42 - (-5) = 47^{\circ} C$
Então

$$\Delta L = (11 \times 10^{-6} C^{-1})(12{,}0 m)(47°C) = 6{,}2 \times 10^{-3} m$$

Exercício 3

Um frasco de vidro a 100 °C está completamente cheio com 891 g de mercúrio. Qual é a massa de mercúrio necessária para que o frasco fique cheio a -35 °C? (O coeficiente de dilatação linear do vidro é 9,0x10-6/°C; o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é 1,8x10-4/°C.)

A 100 °C o vidro e o mercúrio cada um tem um volume V_0. Depois de resfriado, a diferença em volume da variação volumétrica é dada por

$$\Delta V = V_0(3\alpha_V - \beta_{Hg})\Delta T$$

Desde que $m = \rho V,$ a massa do mercúrio(Hg) que necessita ser adicionada pode ser obtida pela multiplicação da densidade do mercúrio. Assim,

$$\Delta m = (0{,}891)[3(9.0 \times 10^{-6}) - (1{,}8 \times 10^{-4}](-135°C) = 0{,}0184kg$$

A quantidade adicional é 909g

Exercício 4

O melhor vácuo que pode ser obtido em laboratório corresponde a uma pressão de aproximadamente 10-18atm, ou 1,01x10-13Pa. Quantas moléculas existem por centímetro cúbico nesta pressão a 22oC?

n/V = p/kT, assim
n/V =$(1{,}01 \times 10^{-13} Pa)/(1{,}38 \times 10^{-23}\ J/K)(295K)$= 25 part/cm3:

Exercício 5

Uma bolha de ar de 19,4cm3 de volume está no fundo de um lago com 41,5 m de profundidade, onde a temperatura é de 3,80°C. A bolha sobe até a superfície, que está à temperatura de 22,6 ° C. Considere que a temperatura do ar na bolha é a mesma da água em sua volta e determine o seu volume do instante imediatamente anterior à chegada da bolha à superfície.

$p = p_0 + \rho g h$. Portanto pf=$1{,}01 \times 10^5 Pa$.

$$p1 = (1{,}01 \times 10^{-5} Pa) + \left(\frac{998kg}{m^3}\right)\left(\frac{9{,}81m}{s^2}\right)(41{,}5m) = 5{,}07 \times 10^5 Pa$$

Como na bolha há um gás (ar) $V_f = \frac{V_1 P_1 T_f}{P_f T_1}$ assim

$$V_f = \frac{(19{,}4)(5{,}07\times10^5)(296)}{(1{,}01\times10^5)(277)}$$=104cm3

Exercício 6

Um cubo de alumínio de 20cm de aresta flutua em mercúrio. De quanto mais o cubo afunda quando a temperatura aumenta de 270 para 320K? (O coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é 1,8x10-4/oC.)

O volume do bloco que está abaixo da superfície do mercúrio desloca uma massa de mercúrio igual a massa do bloco. A massa do bloco é independente da temperatura mas o volume deslocado varia de acordo com
V m = V m0(1 + βmΔT):
Este volume é igual a quanto o bloco afunda (hs) vezes a área do bloco
(que também varia com a temperatura). Então

$$h_s h_b^2 = h_{s,0} h_{b,0}^2 (1 + \beta_m \Delta T)$$

onde hs é o quanto o bloco afunda e hb,0 = 20 cm é o lado do bloco na temperatura inicial.

Mas $$h_b = h_{b,0}(1+\alpha_b \Delta T) \Rightarrow h_s = h_{s,0}\frac{(1+\beta_m \Delta T)}{(1+\alpha_b \Delta T)^2}$$

Desde que as mudanças sejam pequenas nós podemos expandir o lado direito usando uma expansão binomial em termos da temperatura ΔT. Obtemos:

$$\boxed{h_s \approx h_{s,0}[1 + (\beta - 2\alpha)\Delta T]}$$

O que significa que o bloco afundará de uma distância $h_s - h_{s,0}$

$$h_{s,0}(\beta_m - 2\alpha_b)\Delta T = h_{s,0}[(1,8\times 10^{-4}) - (2(23\times 10^{-6})](50) = 6,7\times 10^{-3} h_{s,0}$$

Para saber o quanto o bloco afundará precisamos saber o quanto ele estava submerso inicialmente. Desde que a razão entre as frações submersas é igual a fração das densidades ($\vec{P} = \vec{E}$) temos

$$h_{s,0} / h_{b,0} = \rho_b / \rho_m = (2,7\times 10^3)/(1,36\times 10^4)$$

Portanto

$h_{s,0} = 3,97 cm$ e a mudança de profundidade é 0,27 mm

Exercício 7

Em um termômetro usou-se como grandeza termométrica a altura *h* da coluna de mercúrio. No gelo fundente (primeiro ponto fixo) mediu-se *hg*=20mm; no vapor (água em ebulição (segundo ponto fixo), *hv*=270mm. a)Qual é a escala centesimal deste termomêtro? b) quando a altura indicar 70mm que temperatura corresponde nesse termômetro?

Escolhida a grandeza termométrica x, escolhemos uma função termométrica linear por convenção, e da forma $T = ax + b$

De acordo com os pontos fixos: $ax_g + b = 0$ $\quad ax_V + b = 100$

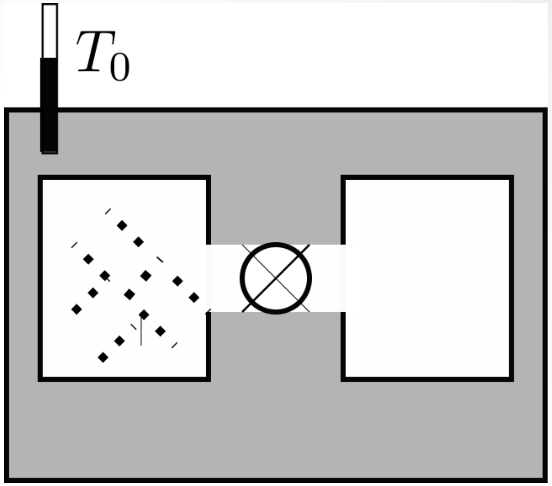
Portanto

$$a = \frac{100}{x_V - x_g}; \quad b = \frac{100x_g}{x_V - x_g}$$

a) $T = (100^\circ)\dfrac{h-20}{250}$

b) $T = (100^\circ)\dfrac{70-20}{250} = 20^\circ$

Exercício 8



Experiência de Joule
Considere um gás (hélio) contido em um dispositivo constituido de cilindros . No cilindro A está contido o gás e o cilindro B está vazio. Num dado instante abre-se a válvula que liga os dois cilindros e o gás passa a ocupar ambos os cilindros. Os cilindros estavam em um banho térmico à temperatura To e em equilíbrio térmico com água que envolve os cilindros; o recipiente está isolado do exterior. Após a expansão qual é a temperatura do gás que ocupa ambos os cilindros?

$$\Delta U = Q - W \qquad Q = 0 \quad \text{e} \quad W = 0$$

$$\Delta U = 0 \qquad \therefore \qquad \Delta T = 0$$