Nome Completo: Gabarito

Nota:

Professor de Teoria: ________________ Usuário TIDIA: ________________

Questão 1 – O comprimento da coluna de mercúrio de um termômetro é 4,00 cm quando o termômetro está imerso em água com gelo, e 24,0 cm quando imerso em água fervente, sempre a pressão de 1,00 atm. Suponha que o comprimento da coluna de mercúrio varie linearmente com a temperatura.

a) (15 pontos) Encontre a expressão matemática para o comprimento y em função da temperatura em °C.

b) (10 pontos) Qual é o comprimento da coluna à temperatura ambiente de 22,0 °C?

Resolução:

item (a) Seja $y(T_c)$ o comprimento da coluna de mercúrio (dada em centímetros, cm) uma função que varia linearmente com a temperatura T_c (dada em graus Celsius, °C), tal que:

$$y(T_c) = aT_c + b$$

De acordo com o enunciado do problema, quando o termômetro está imerso em água com gelo ($T_c = 0°C$) o comprimento da coluna de mercúrio é igual a 4,00, ou seja:

$$y(T_c=0°C) = y(0) = 4{,}00 \text{ cm} \Rightarrow y(0) = a.(0) + b \Rightarrow b = 4{,}00 \text{ cm}$$

Por outro lado, quando o termômetro está imerso em água fervente ($T_c = 100°C$) o comprimento da coluna de mercúrio é igual a 24,0 cm, isto é:

$$y(T_c=100°C) = y(100) = 24{,}0 \text{ cm} \Rightarrow y(100) = a(100) + 4{,}00 \Rightarrow a = \frac{24{,}0 - 4{,}00}{100}$$

e, portanto:

$$a = 0{,}200 \text{ cm}/°C$$

Com isto, resulta que a expressão matemática para o comprimento da coluna de mercúrio em função da temperatura é:

$y(T_c) = 0{,}200\, T_c + 4{,}00$, onde $y(T_c)$ é dado em centímetros

item (b) O comprimento da coluna de mercúrio para a temperatura $T_c = 22{,}0°C$ é dado por:

$$y(T_c=22°C) = 0{,}200(22) + 4{,}00 = 4{,}40 + 4{,}00 \Rightarrow y(T_c=22°C) = 8{,}40 \text{ cm}$$

Portanto, obtemos que o comprimento da coluna de mercúrio à temperatura ambiente de 22°C é de 8,40 cm.

1ª Prova de Fenômenos Térmicos – Diurno – Turmas A e B – Versão 1 – Folha 2/4

Nome Completo: Gabarito

Nota:

Professor de Teoria: ______ Usuário TIDIA: ______

Questão 2 – A 0 °C e $1{,}00\times10^{-2}$ atm, a densidade de um gás ideal é $1{,}24\times10^{-5}$ g/cm³. Encontre:
a) (12 pontos) A velocidade média quadrática das moléculas do gás em unidades do sistema internacional.
b) (13 pontos) A massa molar do gás em g/mol.

Resolução:

item (a) A velocidade quadrática média das moléculas do gás é dada por:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Como se trata de um gás ideal, temos que o mesmo obedece à seguinte equação de estado:

$$PV = nRT$$

Agora, lembrando que $\rho = m/V$ e que $n = m/M$, obtemos que:

$$PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{P\cancel{m}}{\rho} = \frac{\cancel{m}}{M}RT \Rightarrow M = \frac{\rho RT}{P}$$

Substituindo este resultado na expressão para a velocidade média quadrática, temos que:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P\cancel{RT}}{\rho \cancel{RT}}} \Rightarrow v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

e, enfim, ao substituir os valores numéricos, resulta que:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3(1{,}00\times10^{-2}\,atm)}{(1{,}24\times10^{-5}\,g/cm^3)}} = \sqrt{\frac{3(1{,}013\times10^{3}\,Pa)}{(1{,}24\times10^{-2}\,Kg/m^3)}}$$

$$= \sqrt{\frac{3039\,N/m^2}{1{,}24\times10^{-2}\,Kg/m^3}} \Rightarrow v_{rms} = 495\,m/s$$

item (b) A massa molar do gás é dada por:

$$M = \frac{\rho RT}{P} = \frac{(1{,}24\times10^{-5}\,g/cm^3)(8{,}314\,J/K\cdot mol)(273\,K)}{(1{,}00\times10^{-2})(1{,}013\times10^{5}\,Pa)}$$

e, portanto:

$$M = 27{,}8\,g/mol$$

1ª Prova de Fenômenos Térmicos – Diurno – Turmas A e B – Versão 1 – Folha 3/4

Nome Completo: Gabarito

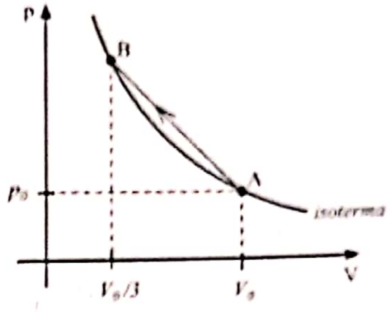
Nota:

Professor de Teoria: ____________ Usuário TIDIA: ____________

Questão 3 – Um gás ideal se encontra em um estado de equilíbrio termodinâmico A no qual tem volume V_0 e pressão p_0 conhecidos. O gás é então comprimido lentamente até atingir um estado de equilíbrio termodinâmico B no qual seu volume é $V_0/3$. Sabendo que o processo que leva o gás do estado A ao estado B é o indicado pelo segmento de reta do diagrama ao lado, e que os estados A e B estão em uma mesma isoterma, calcule:

a) (10 pontos) A pressão no estado B em função de p_0.

b) (15 pontos) O calor total Q_{AB} cedido pelo gás nesse processo em função de p_0 e V_0.



Resolução:

item (a) Como se trata de um gás ideal, temos que o mesmo obedece a seguinte equação de estado:

$PV = nRT$

Para o ponto A do diagrama o volume $V_A = V_0$ e $P_A = p_0$ são conhecidos e, então, temos que:

$P_A V_A = nRT_A \Rightarrow p_0 V_0 = nRT_A$

Para o ponto B do diagrama, apenas o volume $V_B = V_0/3$ é conhecido e, portanto:

$P_B V_B = nRT_B \Rightarrow \dfrac{P_B V_0}{3} = nRT_B$

Finalmente, uma vez que os estados A e B estão sobre uma mesma isoterma, tem que $T_A = T_B = T$. Com isto, obtemos que:

$p_0 V_0 = nRT \Rightarrow nRT = p_0 V_0$ (ponto A do diagrama PV)

$\dfrac{P_B V_0}{3} = nRT \Rightarrow P_B = \dfrac{3nRT}{V_0}$ (ponto B do diagrama PV)

Substituindo a primeira na segunda equação temos, enfim, que:

$P_B = \dfrac{3nRT}{V_0} = \dfrac{3p_0 V_0}{V_0} \Rightarrow P_B = 3p_0$

Portanto, a pressão no estado B em função de p_0 é igual a $P_B = 3p_0$.

item (b) Vide verso.

RASCUNHO

item (b) Como os estados A e B estão sobre a mesma isoterma, temos que $\Delta E_{int}^{AB} = 0$ (isto acontece porque a energia interna nos pontos A e B dependem apenas da temperatura, que é a mesma em ambos os casos). Sendo assim, de acordo com a primeira lei da termodinâmica, temos que:

$$\Delta E_{int}^{AB} = Q_{AB} + W_{AB} \Rightarrow 0 = Q_{AB} + W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = -W_{AB}$$

O trabalho realizado no processo $A \to B$ é, por definição, dado por:

$$W_{AB} = -\int_{V_A}^{V_B} P\,dV$$

Agora, lembrando que a interpretação geométrica da integral que aparece na expressão acima é a área abaixo da curva que representa o processo $A \to B$ no diagrama PV, temos que:

$$W_{AB} = (\text{Área do triangulo}) + (\text{Área do retângulo}) = \frac{(V_0 - V_0/3).(3p_0 - p_0)}{2} + (V_0 - V_0/3)p_0$$

$$= \frac{(2V_0/3)(2p_0)}{2} + (2V_0/3)p_0 = \frac{2V_0p_0}{3} + \frac{2V_0p_0}{3} \Rightarrow W_{AB} = \frac{4V_0p_0}{3}$$

Finalmente, temos que:

$$Q_{AB} = -W_{AB} \Rightarrow Q_{AB} = -\frac{4V_0p_0}{3}$$

Nome Completo: Gabarito

Nota:

Professor de Teoria: ________________ Usuário TIDIA: ________________

Questão 4 – No experimento de calibração de um termistor um grupo obteve as seguintes medidas experimentais:

- Temperatura ambiente $T_0 = 28 \pm 1\,°C$
- Resistência à temperatura ambiente $R_0 = 8{,}80 \pm 0{,}06\,k\Omega$
- Dados de resistência e temperatura

R (kΩ)	0,95	1,65	3,61	4,49	8,55
T (°C)	79	59	46	38	26

a) (10 pontos) Preencha a tabela abaixo:

$\ln(R/R_0)$	−2,226	−1,674	−0,891	−0,673	−0,029
$1/T(K^{-1})$	0,0028	0,0029	0,0030	0,0032	0,0033

b) (15 pontos) Faça o gráfico de $1/T(K^{-1})$ em função de $\ln(R/R_0)$:

Gráfico de T^{-1} em função de $\ln(R/R_0)$