

0-ésima Prova de Química II

Matheus Justino; Matheus Queiroz; Micael Baruch; Luan Leal

20 de março de 2025

Utilize caso achar necessário $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $R = 0,082057 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $R = 82,05745 \text{ cm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $R = 1,897 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. **Justifique sua resposta e mostre as etapas de cálculo. Não esqueça das unidades!**

Exercício 1. Em um experimento realizado com 1,0000 mol de N_2 gasoso a $0,00^\circ\text{C}$, os seguintes volumes foram observados em função da pressão:

P/atm	1,0000	3,0000	5,0000
V/cm ³ mol ⁻¹	22405	7461,4	4473,1

Resolução. Para realizar o cálculo do valor da constante universal dos gases R , poderemos utilizar a fórmula da lei dos gases ideais.

$$PV_m = RT \rightarrow R = \frac{PV_m}{T}$$

Dessa forma, sabemos que serão necessários os dados de Pressão, Volume molar e Temperatura, para calcularmos o valor da constante universal dos gases. Temos que a temperatura será constante em $0,00^\circ\text{C}$, ou seja $273,15 \text{ K}$, e temos os dados de três casos de Pressão e Volumes diferentes. Calculando a constante para cada caso que temos: Pressão a $1,0000 \text{ atm}$:

$$R = \frac{PV_m}{T} \rightarrow R = \frac{1,0000 \text{ atm} \cdot 22405 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}}{273,15 \text{ K}} \rightarrow R = 82,02452 \text{ cm}^3 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Pressão a $3,0000 \text{ atm}$:

$$R = \frac{PV_m}{T} \rightarrow R = \frac{3,0000 \text{ atm} \cdot 7461,4 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}}{273,15 \text{ K}} \rightarrow R = 81,02452 \text{ cm}^3 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Pressão a $5,0000 \text{ atm}$:

$$R = \frac{PV_m}{T} \rightarrow R = \frac{5,0000 \text{ atm} \cdot 4473,1 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}}{273,15 \text{ K}} \rightarrow R = 81,87991 \text{ cm}^3 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Exercício 2. A equação $P = \frac{RT}{V_m - b}$ é algumas vezes utilizada para descrever o comportamento de gases reais.

- a. É possível liquefazer gases que seguem essa equação? Justifique seu raciocínio. Sugestão: considere a similaridade da equação com a equação de van der Waals.

Resolução. Primeiro, avaliamos a definição de líquido: um fluido constituído de partículas globalmente desorganizadas que ocupam um volume máximo, que pode ser reduzido se aplicada suficiente pressão. O fato de existir um volume máximo implica que existe alguma força atrativa entre as partículas. Portanto, podemos avaliar a equação e determinar se algum dos termos representa tal força. Como R , T e V_m são termos conhecidos que representam uma constante, a temperatura e o volume, respectivamente, resta

avaliar o significado físico de b . Para tanto, avaliamos que quanto maior o valor de b , maior a pressão para uma mesma configuração V_m , T e R . Similarmente, se o volume diminui dado um valor fixo para b , então a pressão aumenta. Dessa forma, quanto maior b , maior a pressão. Fisicamente, podemos interpretar que b representa o volume ocupado pelas moléculas, dado que elas não possam ocupar o mesmo espaço. Similarmente, podemos interpretar que b descreve forças repulsivas entre as moléculas. Por fim, não há forças atrativas em nosso modelo, portanto, um gás que siga literalmente essa equação não poderia se liquefazer.

Exercício 3. A equação $P = \frac{RT}{V_m - b}$ é algumas vezes utilizada para descrever o comportamento de gases reais.

- b. Discuta as condições que uma equação deve satisfazer para ser empregada como uma equação de estado de um gás real e verifique se a equação acima satisfaz tais condições (ou seja, demonstre matematicamente).

Resolução. Agora, vamos provar que $x \rightarrow b^+$ implica em $P(V_m) \rightarrow +\infty$.

Exercício 4. A 273 K, o argônio tem os seguintes coeficientes do virial: $B = -21,7 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ e $C = 1200 \text{ cm}^6 \text{ mol}^{-2}$. Admitindo que a lei dos gases perfeitos seja suficientemente exata para estimar o segundo e terceiro termos da expansão (ou seja, use a lei dos gases perfeitos em caso de necessidade):

- a. calcule o fator de compressibilidade do argônio a 100 atm e 273 K. Sugestão: Obtenha uma expressão para Z em função de P com B , C e T constantes.

Resolução.

Exercício 5. A 273 K, o argônio tem os seguintes coeficientes do virial: $B = -21,7 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ e $C = 1200 \text{ cm}^6 \text{ mol}^{-2}$. Admitindo que a lei dos gases perfeitos seja suficientemente exata para estimar o segundo e terceiro termos da expansão (ou seja, use a lei dos gases perfeitos em caso de necessidade):

- b. Explique como o fator de compressibilidade Z varia com a temperatura. Faça um esboço indicando o comportamento de Z acima e abaixo da temperatura de Boyle (T_B), identificando também essa temperatura no esboço.

Resolução.