

APOSTILA 10 - LEI DOS GASES

As transformações gasosas consistem em submeter uma massa fixa de um gás a diferentes condições enquanto uma grandeza é mantida constante. Os tipos são:

- **Transformação isobárica:** mudança com pressão constante;
- **Transformação isotérmica:** mudança com temperatura constante;
- **Transformação isocórica, isométrica ou isovolumétrica:** mudança com volume constante.

As grandezas físicas associadas aos gases (pressão, temperatura e volume) são denominadas variáveis de estado e uma transformação sofrida por um gás corresponde a variação de pelo menos duas destas grandezas.

O estudo dos gases foi difundido entre os séculos XVII e XIX por meio de cientistas que desenvolveram as leis dos gases. As leis foram obtidas através da manipulação das grandezas associadas e utilizando um modelo teórico chamado de gás perfeito, criado para estudar o comportamento de substâncias no estado gasoso.

1. Transformação Isobárica

Na transformação isobárica a pressão da massa fixa de um gás é mantida constante, enquanto temperatura e volume variam.

A pressão é uma grandeza que relaciona a aplicação de uma força em determinada área, matematicamente expressa por:

$$p = \frac{F}{A}$$

Portanto, no estudo dos gases, a pressão de um gás corresponde à força exercida através dos choques das moléculas nas paredes internas do recipiente.

A transformação isobárica foi estudada, de forma independente, pelos cientistas Jacques Charles (1746-1823) e Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850). A partir de suas observações, foi formulada a Lei de Charles Gay-Lussac:

“Quando a pressão de uma massa fixa de gás é constante, seu volume é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta.”

Confira a fórmula para a **Lei de Charles Gay-Lussac** a seguir.

$$\frac{V}{T} = K$$

Onde,

V: volume do gás;

T: temperatura;

K: constante da pressão.

Mantendo a pressão de uma massa de gás constante, ao aumentar ou diminuir a temperatura da amostra, seu volume irá variar na mesma proporção.

Exemplo

Um gás ideal é mantido a uma pressão constante de 1 atm. O volume inicial do gás é de 2 L e a temperatura inicial é de 273 K. O gás é então aquecido até que sua temperatura seja de 373 K. Qual é o volume final do gás?

Solução

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

$$2 \text{ L} / 273 \text{ K} = V_2 / 373 \text{ K}$$

$$V_2 = (2 \text{ L} \cdot 373 \text{ K}) / 273 \text{ K}$$

$$V_2 = 2.6 \text{ L}$$

2. Transformação Isotérmica

Na transformação isotérmica a temperatura da massa fixa de um gás é mantida constante, enquanto pressão e volume variam.

A temperatura é a grandeza que mede o grau de agitação das moléculas, ou seja, sua energia cinética.

Este tipo de transformação foi estudado por Robert Boyle (1627-1691), que formulou a lei:

“Quando a temperatura de um gás é constante, a pressão do gás é inversamente proporcional ao seu volume.”

A **Lei de Boyle** é expressa matematicamente da seguinte forma:

$$PV = K_2$$

Onde,

P: pressão do gás;

V: volume do gás;

K: constante de temperatura.

Se reduzirmos o volume ocupado por um gás em um recipiente, a pressão exercida por suas moléculas dobrará.

Exemplo

Um gás ideal, inicialmente com $0,0227 \text{ m}^3$ a 20°C e 100 kPa , é comprimido isotermicamente até

que sua pressão seja de 200 kPa . Qual é o volume final do gás?

Solução

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$100 \cdot V_1 = 200 \cdot V_2$$

$$V_2 = 1/2 \cdot V_1$$

$$V_2 = 1/2 \cdot (0,0227 \text{ m}^3)$$

$$V_2 = 0,01135 \text{ m}^3$$

3. Transformação Isovolumétrica

Na transformação isovolumétrica, isocórica ou isométrica, o volume de um gás é mantido constante, enquanto pressão e temperatura variam.

O volume de um gás corresponde ao volume do recipiente que ele ocupa, pois as moléculas preenchem todo o espaço disponível.

A transformação com o volume constante foi estudada por Jacques Charles (1746-1823), que postulou o que veio a ser conhecido como Lei de Charles:

“Quando o volume de um gás é mantido constante, sua pressão varia na mesma proporção que a temperatura da amostra.”

O enunciado da **Lei de Charles** é matematicamente expresso por:

$$\frac{P}{T} = K_3$$

Onde,

P: pressão do gás;

T: temperatura do gás;

K: constante de volume.

Por exemplo, ao dobrar a temperatura de determinado volume de gás, a pressão que o gás exerce nas paredes do recipiente também dobra.

Exemplo

Um gás ideal é mantido a um volume constante de 2 L. A temperatura inicial do gás é de 273 K. O gás é então aquecido até que sua temperatura seja de 373 K. Qual é a variação percentual na pressão final do gás?

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$$

$$P_1 / 273 \text{ K} = P_2 / 373 \text{ K}$$

$$P_2 = (P_1 * 373 \text{ K}) / 273 \text{ K}$$

$$P_2 = 1.38 P_1$$

Logo, a pressão no segundo estado é 38% maior.

ESTUDO DOS GASES

O estudo dos gases compreende a análise da matéria quando se apresenta no estado gasoso, sendo este o seu estado termodinâmico mais simples.

Um gás é composto por átomos e moléculas e nesse estado físico, um sistema apresenta pouca interação entre suas partículas.

Devemos notar que um gás é diferente do vapor. Normalmente consideramos um gás quando a substância encontra-se no estado gasoso em temperatura e pressão ambiente.

Já as substâncias que se apresentam no estado sólido ou líquido em condições ambientes, quando estão no estado gasoso são chamadas de vapor.

Variáveis de estado

Podemos caracterizar um estado de equilíbrio termodinâmico de um gás através das variáveis de estado: pressão, volume e temperatura. Quando conhecemos o valor de duas das variáveis de estado podemos encontrar o valor da terceira, pois elas estão inter-relacionadas.

Volume

Como existe uma grande distância entre os átomos e moléculas que compõem um gás, a força de interação entre suas partículas é muito fraca. Por isso, os gases não possuem forma definida e ocupam todo o espaço onde estão contidos. Além disso, podem ser comprimidos.

Pressão

As partículas que compõem um gás exercem força sobre as paredes de um recipiente. A medida dessa força por unidade de área representa a pressão do gás. A pressão de um gás está relacionada com o valor médio da velocidade das moléculas que o compõem. Desta forma, temos uma ligação entre uma grandeza macroscópica (pressão) com uma microscópica (velocidade das partículas).

Temperatura

A temperatura de um gás representa a medida do grau de agitação das moléculas. Desta forma, a energia cinética média de translação das moléculas de um gás é calculada através da medida da sua temperatura.

Utilizamos a escala absoluta para indicar o valor da temperatura de um gás, ou seja, a temperatura é expressa na escala Kelvin.

Gás Ideal

Sob determinadas condições, a equação de estado de um gás pode ser bastante simples. Um gás que apresenta essas condições é chamado de gás ideal ou gás perfeito.

As condições necessárias para que um gás seja considerado perfeito são:

- Ser constituído por um número muito grande de partículas em movimento desordenado;
- O volume de cada molécula ser desprezível em relação ao volume do recipiente;
- As colisões são elásticas de curtíssima duração;
- As forças entre as moléculas são desprezíveis, exceto durante as colisões.

Na verdade, o gás perfeito é uma idealização do gás real, entretanto, na prática podemos muitas vezes utilizar essa aproximação.

Quanto mais a temperatura de um gás se distanciar do seu ponto de liquefação e a sua pressão for reduzida, mais próximo estará de um gás ideal.

Equação geral dos gases ideais

A lei dos gases ideais ou equação de Clapeyron descreve o comportamento de um gás perfeito em termos de parâmetros físicos e nos permite avaliar o estado macroscópico do gás. Ela é expressa como:

$$P.V = n.R.T$$

Sendo,

P: pressão do gás (N/m^2)

V: volume (m^3)

n: número de moles (mol)

R: constante universal dos gases ($J/K.mol$)

T: temperatura (K)

Constante universal dos gases

Se considerarmos 1 mol de um determinado gás, a constante R pode ser encontrada pelo produto da pressão com o volume dividido pela temperatura absoluta.

De acordo com a Lei de Avogadro, em condições normais de temperatura e pressão (temperatura é igual a 273,15 K e pressão de 1 atm) 1 mol de um gás ocupa um volume igual a 22,415 litros. Assim, temos:

$$P.V = nRT$$

$$1.22,415 = 1.R.273,15$$

$$R = \frac{22,415}{273,15}$$

$$R \approx 0,082 \text{ atm.L / K.mol}$$

Fazendo as devidas transformações, podemos ainda expressar a constante dos gases como sendo igual a:

$$R = 8,314 \text{ J/K.mol ou } 1,986 \text{ cal/k.mol}$$

ATIVIDADE

1- Em uma transformação isovolumétrica, a temperatura final do processo é o quádruplo da temperatura inicial. Sendo assim, determine a relação entre a pressão final e inicial.

- a) A pressão final será quatro vezes menor.
- b) Não haverá variação de pressão, uma vez que a transformação é isocórica.
- c) A pressão final será o quádruplo da pressão inicial.
- d) A pressão final e a inicial serão iguais.
- e) A pressão final é o dobro da pressão inicial.

2- (Enem/2023) Os airbags de segurança dos automóveis são acionados com o impacto, que envia um sinal elétrico para o dispositivo e inicia a reação explosiva do trinitreto de sódio (NaN_3), produzindo sódio metálico e nitrogênio molecular, conforme a equação:



O gás produzido tem função de inflar o airbag. Esse tipo de dispositivo contém, aproximadamente, 100 g de NaN_3 .

Considere: $PV = nRT$; $P = 1 \text{ atm}$; $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;

$$R = 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$\text{Massas molares: } \text{NaN}_3 = 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \text{N}_2 = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \text{Na} = 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Nesse dispositivo, o volume de gás produzido, em litro, é

- a) 4,7
- b) 9,4
- c) 18,8
- d) 56,5
- e) 113,0

3- Mediu-se a temperatura de 20 L de gás hidrogênio (H_2) e o valor encontrado foi de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ a 700 mmHg. O novo volume desse gás, a $87 \text{ }^\circ\text{C}$ e 600 mmHg de pressão, será de:

- a) 75 L.
- b) 75,2 L.
- c) 28 L.
- d) 40 L.
- e) 38 L.

AULAS COMPLEMENTARES

Canal: Café com química

Vídeo: Gases revisão geral – Foco no Enem

Link:

<https://youtu.be/ZmEqdCMsgzY?si=Q4w5Zb51VapS1gl2>

Canal: Gabriel Cabral

Vídeo: Gases

Link:

https://youtu.be/fTAr90tguzc?si=_sO5WmGeVP7zPEq