

Estudo dos Gases

INTRODUÇÃO

Os gases são fluidos facilmente *compressíveis*, que não apresentam forma nem volume próprios, mas por serem *expansíveis*, ocupam sempre todo o volume do recipiente que os contém.

Considera-se o gás ideal como sendo formado de moléculas de dimensões desprezíveis e completamente soltas umas das outras, isto é não há coesão entre elas.

A pressão exercida pelo gás nas paredes do recipiente é consequência dos choques de suas partículas com as paredes do recipiente.

Estado de um gás

Quando um corpo passa da fase sólida para a fase líquida, dizemos que ocorreu uma mudança de fase ou mudança de estado de agregação.

Quando um corpo sofre alteração em uma ou mais de suas variáveis (**Pressão, Volume, Temperatura**), dizemos que houve transformação ou *mudança de estado*.

Ex.: Estado 1 @ P_1, V_1, T_1 .

Estado 2 @ P_2, V_2, T_2 .

A pressão 1 atm e a temperatura de 273 K ou 0 °C caracterizam as condições normais de temperatura e pressão que indicamos por CNTP.

TIPOS DE TRANSFORMAÇÃO

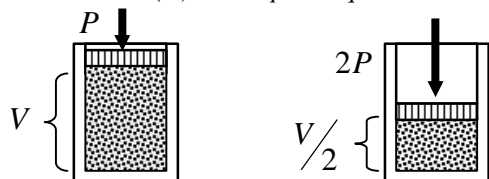
Chama-se transformação de um gás a mudança de estado por ele sofrido devido à alteração de suas variáveis de estado. As mais conhecidas são:

Isotérmica	Ocorre à temperatura constante.
Isobárica	Ocorre sob pressão constante.
Isométrica ou isocórica	Ocorre a volume constante.
Adiabática	Ocorre sem troca de calor com o meio externo

LEIS DAS TRANSFORMAÇÕES DOS GASES

Transformação isotérmica (Lei de Boyle-Mariotte)

Quando a temperatura absoluta (T) de um gás se mantém constante, sua pressão absoluta (P) é inversamente proporcional ao volume (V) do recipiente que o contém.



Então, a lei de Boyle-Mariotte pode ser expressa assim:

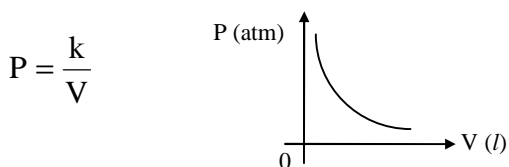
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Também podemos escrever essa lei da seguinte maneira:

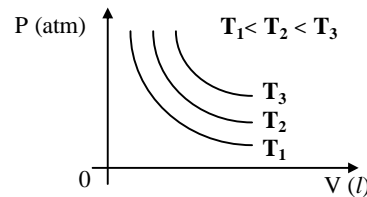
$$P \cdot V = K = \text{constante}$$

Representação gráfica

Na transformação isotérmica, o diagrama $P \times V$ obedece a Lei de Boyle-Mariotte: $P \cdot V = k$. Assim o gráfico obtido é uma hipérbole equilátera, também denominada isoterma:

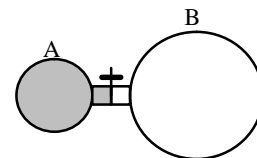


Para cada temperatura se obtém uma hipérbole equilátera. À medida que a temperatura aumenta, elas se afastam da origem dos eixos. Veja:

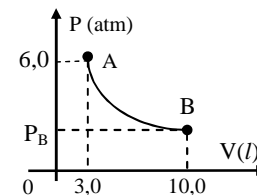


TESTES DE SALA:

T01. A figura ao lado mostra um balão A de 20 l, sob pressão de três atm. Através de um tubo rígido, de volume desprezível e controlado por uma torneira o gás flui do balão A para o balão B, inicialmente vazio. Restabelecido o equilíbrio, a pressão interna passa a valer 0,5 atm. Não há variação de temperatura (a transformação é isotérmica). Determine o volume do balão B.



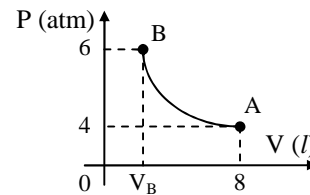
T02. O gráfico ilustra uma isoterma de uma certa quantidade de gás que é levado do estado A para o estado B. Determine a pressão do gás no estado B.



EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

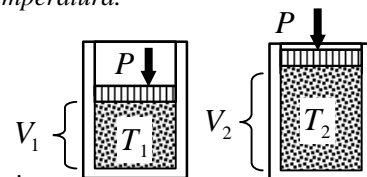
P01. Um recipiente contém 6,0 litros de um gás sob pressão de 3,0 atmosferas. Sem alterar a temperatura, qual o volume quando a pressão do gás for de 0,6 atmosfera?

P02. O gráfico abaixo ilustra uma isoterma de uma certa quantidade de gás que é levado do estado A para o estado B. Determine o volume do gás no estado B.



Transformação isobárica (1ª Lei de Charles e Gay-Lussac)

Sob pressão constante, o volume de um gás é diretamente proporcional à sua temperatura.



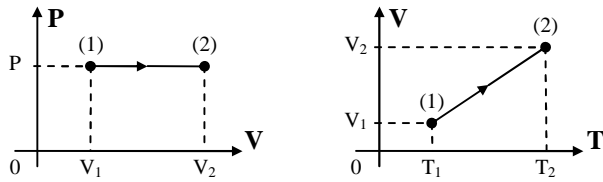
Essa lei pode ser expressa assim:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \rightarrow \frac{V}{T} = \text{constante}$$

Nessa fórmula a temperatura deve ser dada em kelvin.

Representação gráfica

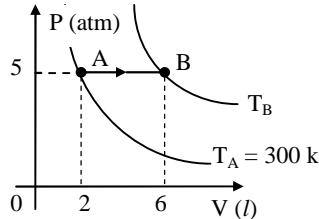
Na transformação isobárica, os diagramas P x V e V x T têm a seguinte configuração:



TESTES DE SALA:

T03. Certa massa gasosa, ocupando a 7°C um volume de 28 l, é aquecida sob pressão constante até a temperatura de 127 °C. Determinar o volume ocupado pelo gás nessa nova temperatura.

T04. Uma certa massa de gás, no estado inicial A, passa para o estado final B, sofrendo a transformação indicada na figura. Determine a temperatura T_B .

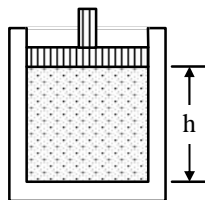


EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

P03. Um cilindro de paredes rígidas e êmbolo móvel sem atrito, contém um certo gás em seu interior. Quando a temperatura é de 27°C, o volume ocupado pelo gás é de 5 litros. Qual deve ser a temperatura para que o volume do gás seja de 8 litros, mantendo a pressão constante?

P04. Um certo gás ideal ocupa um volume de 1 500 cm³ a 27°C. Que volume ocupará a -73°C, sabendo que a transformação é isobárica?

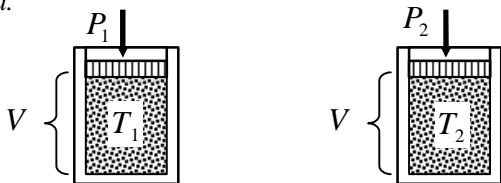
P05. (FATEC-SP) A figura ao lado representa um gás ideal contido num cilindro hermeticamente fechado por um êmbolo que se pode mover livremente. A massa do êmbolo é de 0,5 kg e a área em contato com o gás tem 10 cm². Admita g = 10 m/s².



- a) Qual a pressão que o êmbolo exerce sobre o gás?
- b) Se h = 5 cm a 27°C, qual será a altura se o gás for aquecido a 177 °C?

**Transformação isométrica
(2ª Lei de Charles e Gay-Lussac)**

Numa transformação gasosa, onde a pressão e a temperatura variam e o volume se mantém constante, a pressão é diretamente proporcional à temperatura absoluta da massa gasosa.



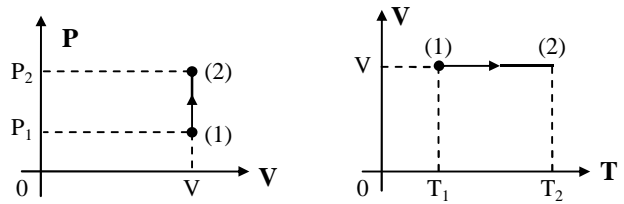
Essa lei pode ser expressa assim:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \rightarrow \frac{P}{T} = \text{constante}$$

Nessa fórmula a temperatura deve ser dada em kelvin.

Representação gráfica

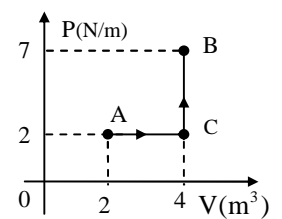
Na transformação isocórica, os diagramas P x V e V x T têm a seguinte configuração:



TESTES DE SALA:

T05. Dentro de um botijão existe uma determinada massa de gás ocupando um volume de 5 litros a 300 K e sob pressão de 6 atmosferas. O botijão é resfriado até 200 K. Determine a pressão final, supondo que o volume do botijão seja invariável.

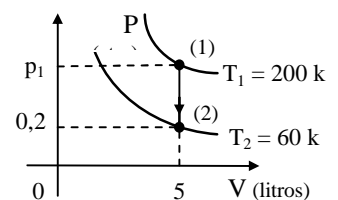
T06. Determinada massa gasosa é levada de um estado A para um estado B, de acordo com o diagrama P x V ao lado. Sabendo que a temperatura inicial do gás no estado A era de -173 °C, determinar a temperatura (θ), na escala Celsius, quando a massa gasosa se encontra no estado B.



EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

P06. Dentro de um recipiente fechado existe uma massa de gás ocupando volume de 20 litros à pressão de 0,5 atmosfera e a 27 °C. Se o recipiente for aquecido a 127 °C, mantendo-se o volume constante, qual será a pressão do gás?

P07. Uma certa massa de gás está no estado inicial 1 e passa para o estado final 2, sofrendo a transformação indicada na figura. Determine a pressão p_1 .



GÁS IDEAL OU GÁS PERFEITO

O gás ideal ou gás perfeito só existe na teoria, pois deve obedecer rigorosamente às leis de Boyle-Mariotte e Charles e Gay-Lussac. No entanto, quando o objetivo é estudar os gases, podemos tomar como ideais os gases reais como o hidrogênio, oxigênio, hélio e nitrogênio, em temperaturas relativamente elevadas e baixas pressões.

Lei dos Gases Ideais

As leis de Boyle-Mariotte e Charles e Gay-Lussac podem ser combinadas numa relação simples denominada **Lei dos Gases Ideais**:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{PV}{T} = \text{constante}$$

Observe que se:

$$T_1 = T_2 \Rightarrow P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad (\text{Isotérmica})$$

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (\text{Isobárica})$$

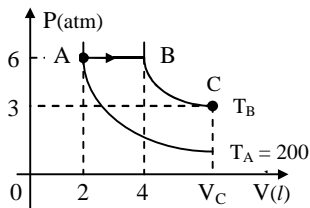
$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (\text{Isométrica})$$

TESTES DE SALA:

T07. Um recipiente de volume igual 1 m³ contém gás hélio a uma temperatura de 27 °C e pressão de 20 atm. Este gás é utilizado para encher um balão, que ao atingir o volume V está sobre pressão de 1 atm e temperatura de – 33 °C. Determine:

- a) O volume final;
- b) O volume do balão quando a temperatura do gás no interior dele volta ser de 27°C, mantida a pressão de 1 atm.

T08. Determinada massa de gás num estado A sofre as transformações indicadas no diagrama. Determinar T_B e V_C.



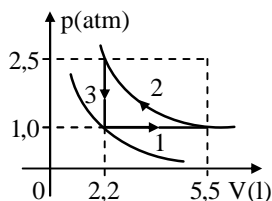
EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

P08. (Fatec-SP) Um gás perfeito tem 300 cm³ de volume à certa pressão e temperatura. Duplicando simultaneamente a pressão e a temperatura absoluta do gás, seu volume é de:

- a) 300 cm³
- b) 450 cm³
- c) 600 cm³
- d) 900 cm³
- e) 1 200 cm³

P09. A 0 °C, o volume de um gás é de 6 ℓ e a pressão é de 4 atm. Determine a nova pressão quando o gás é levado a um outro estado, onde a temperatura é de 273 °C e seu volume é de 8 ℓ.

P10. (Mack-SP) Considere o diagrama onde se apresentam duas isotermas, T e T'. As transformações gasosas 1, 2 e 3 são, respectivamente:



- a) isobárica, isocórica e isotérmica
- b) isobárica, isotérmica e isocórica.
- c) isotérmica, isobárica e isométrica.

O número de moles de um gás “n”

- Um mol de um gás é o conjunto de 6,023 · 10²³ moléculas desse gás.

$$N_0 = 6,023 \cdot 10^{23}$$

- O número de moles (n) de um gás é o quociente da massa (m) do gás pela sua massa molar (M), ou seja:

$$n = \frac{m}{M}$$

- 1 mol de qualquer gás (n = 1 mol) à temperatura de 0°C e à pressão de 1 atm ocupa o volume de 22,4 litros.

Exemplo:

Oxigênio é um gás cuja molécula-grama é 32 g. Calculemos o número de moles contido em 96 g desse gás.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{96}{32} = 3 \quad n = 3 \text{ mols}$$

EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

De acordo com a Lei Geral dos Gases, a relação $\frac{PV}{T}$ é constante para determinada massa de um gás ideal. O cientista francês Clapeyron verificou que essa relação é diretamente proporcional ao número de mols *n*.

$$\frac{PV}{T} = Rn \text{ ou } PV = nRT$$

Nessas fórmulas, a constante de proporcionalidade R é denominada *constante universal dos gases perfeitos* e seu valor só depende das unidades utilizadas para medir as variáveis de estado P, V e T.

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \text{ ou } R = 8,317 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \text{ (no S.I.)}$$

TESTES DE SALA:

T09. Num recipiente há 3,0115 · 10²⁴ moléculas de certo gás. Quantos mols desse gás existem no recipiente?

T10. A molécula grama do nitrogênio é 28 g. Calcule o número de mols contido em 168 g de nitrogênio.

T11. O Volume ocupado por um mol de um gás é denominado *volume molar*. Determine o volume molar de um gás ideal em condições normais de pressão e temperatura, isto é, a 0 °C e 1 atm. Dado: R = 0,082 atm·ℓ/mol·K.

T12. (PUC-SP) Um certo gás cuja massa vale 140 g, ocupa um volume de 41 litros, sob pressão de 2,9 atmosferas à temperatura de 17 °C. O número de avogrado vale 6,02 · 10²³ e a constante universal dos gases perfeitos R = 0,082 atm·ℓ/mol·K. Nestas condições o número de moléculas contidas no gás é aproximadamente de:

- a) 3,00 · 10²⁴
- b) 5,00 · 10²³
- c) 6,02 · 10²³
- d) 2,00 · 10²⁴
- e) 3,00 · 10²⁹

EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

P11. Um compartimento de 0,10 m³ é totalmente enchido com nitrogênio. A temperatura do compartimento é de 27 °C e a pressão é igual a 1,23 atm. Determine o número de mols de nitrogênio, considerado um gás perfeito, contido no compartimento. Dados: 1 atm = 10⁵ N/m²; R = 8,31 J/mol·K.

P12. Num Recipiente, fechado de capacidade 80 litros, há um gás à temperatura de 300 K e sob pressão de 8 atm. Se esse recipiente é aberto, através de uma válvula, para o ambiente, onde a pressão é normal e a temperatura é 300 K, qual o número de mols do gás que escapam em relação ao número inicial existente?

Esta apostila foi elaborada e editada pelo professor Adriano Lucciola do Valle
adrianodovalle@yahoo.com.br

RESPOSTAS:

- P01.** 30 litros
- P02.** 5,3 litros
- P03.** 207 °C
- P04.** 1000 cm³
- P05.** a) 0,5 N/cm² b) h = 7,5 cm
- P06.** 2/3 atm
- P07.** 2/3 atm
- P08.** a) 300 cm³
- P09.** 6 atm
- P10.** b) isobárica, isotérmica e isocórica
- P11.** 4,9 mols
- P12.** 7/8 do valor inicial