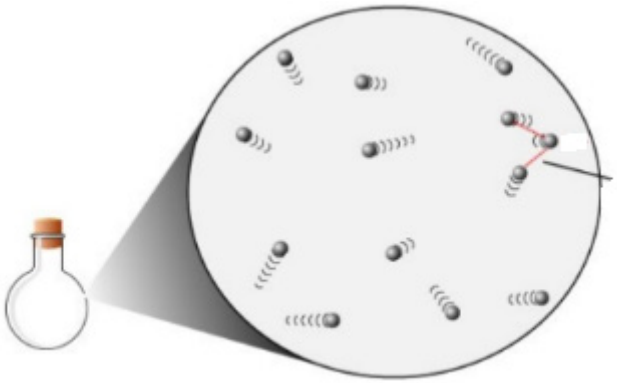
GASES PERFEITOS



O modelo atômico teórico de um gás perfeito foi estabelecido por estudiosos do assunto entre os séculos XVII e XIX, podemos citar Robert Boyle, Jacques Charles, Paul Emile Clapeyron, Louis Joseph Gay-Lussac entre outros.

Leis e proporções foram estabelecidas para descrever o comportamento do gás perfeito, levando-se em consideração as grandezas físicas de **temperatura, volume e pressão**, denominadas **variáveis de estado** do gás.

EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

O físico francês Paul Émile Clapeyron estabeleceu uma relação matemática entre as variáveis de estado de um gás, vale ressaltar que a equação é um compêndio das Leis de Boyle, Charles e Gay-Lussac.

De acordo com a Lei de Boyle, a pressão (P) e o volume (V) são inversamente proporcionais à temperatura constante. Da Lei de Charles e Gay-Lussac, concluímos que o volume (V) é diretamente proporcional a temperatura absoluta (T) de um gás a pressão constante (P), e que a pressão (P) e a temperatura (T) são diretamente proporcionais à volume constante.

A Equação de Clapeyron para gases perfeitos foi definida como:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Onde:

P – Pressão

V – Volume

n – Número de mols

R – Constante Universal dos Gases

T – Temperatura

A grandeza R é uma constante física, portanto, possui unidades que, ao serem alteradas, produzem alteração no seu valor numérico. A constante pode assumir valores como:

$$R = 0{,}082\frac{atm\cdot mol}{mol\cdot K} = 8{,}31\frac{Joules}{mol\cdot K} = 2\frac{cal}{mol\cdot K}$$

Unidade Usual — Unidade no S.I.

Perceba que a grandeza R tem em sua unidade usual e no S.I. a temperatura em kelvin, por isso, na resolução das questões deve-se ter atenção e usar a temperatura na unidade kelvin (K).

Lei Geral dos Gases

Essa Lei se origina a partir da **Equação de Clapeyron.** Vamos supor que uma certa quantidade de massa de gás se encontra inicialmente num estado definido por P_1, V_1 e T_1. Passando por uma transformação, essa **mesma massa** de gás passa para o estado definido por P_2, V_2 e T_2.

Se aplicarmos a Equação de Clapeyron para cada situação, teremos:

Situação 1: $P_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1$ (I)

Situação 2: $P_2 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2$ (II)

Dividindo a equação (I) pela equação (II)

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{P_2 \cdot V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Reorganizando teremos a **Lei Geral dos Gases**:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Nas transformações que vamos estudar a seguir a massa do gás perfeito mantém-se constante, variando apenas as grandezas físicas de pressão **(P)**, volume **(V)** e temperatura **(T)**.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS 1

(Uece) Considere dois balões infláveis, de propaganda, fabricados com tecido de poliéster inextensível. Um dos balões tem iluminação interna feita com uma lâmpada incandescente, que dissipa muita energia por efeito Joule, e o outro com uma lâmpada LED, de baixa dissipação se comparada à incandescente.

Supondo que, após inflados com a mesma pressão, os balões sejam vedados e não tenham vazamentos, é correto afirmar que, após ligadas as iluminações dos dois balões,

a) o balão com a lâmpada incandescente terá sua pressão interna menor que a do balão com LED.

b) as temperaturas nos balões se manterão iguais, tendo em vista que as pressões iniciais eram idênticas.

c) o balão com a lâmpada incandescente terá sua temperatura interna menor que a do balão com LED.

d) o balão com a lâmpada incandescente terá sua pressão interna maior que a do balão com LED.

Resposta: [D]

RESOLUÇÃO

Pela equação de Clayperon, temos que:

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$$

Como o balão é vedado e inextensível, podemos assumir n, R e V constantes. Portanto, a pressão é diretamente proporcional à temperatura no interior do balão. Sendo assim, o balão com a lâmpada incandescente terá maior pressão interna devido a um maior aumento de temperatura.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS 2

(Upf) Considerando que o volume de um gás ideal é V_1 = 0,5 m³ na temperatura T_1 = 0 ºC e pressão P_1, podemos afirmar que, na pressão $P_2 = 0{,}5\,P_1$ e $T_2 = 10\,T_1$, o volume do gás, em m³, será

a) 1 b) 5 c) 20 d) 10 e) 0,1

Resposta: [D]

RESOLUÇÃO

Aplicando a equação geral dos gases, obtemos:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \cdot 0{,}5}{273} = \frac{0{,}5P_1V_2}{10 \cdot 273}$$

$$\therefore V_2 = 10\,m^3$$

TRANSFORMAÇÕES

Transformação Isotérmica (Lei de Boyle)

Numa transformação à temperatura constante a pressão e o volume são inversamente proporcionais.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

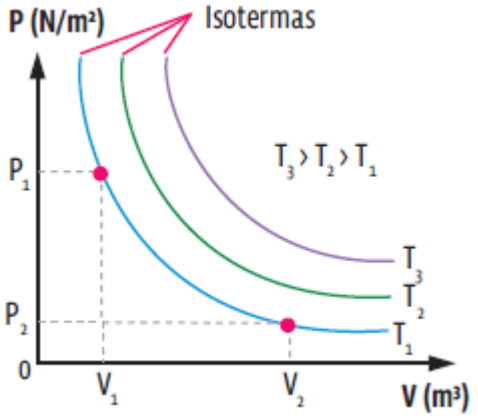
Como T_1 é igual a T_2, temos que:

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

Detalhe → Gráfico P × V

No gráfico P × V essa proporcionalidade forma uma curva conhecida como isoterma, que é uma hipérbole equilátera.

Cada Isoterma representa uma única temperatura, portanto, cada curva representa uma transformação isotérmica diferente.



Quanto mais afastada da origem está a isoterma, maior é a temperatura em que ocorre a transformação.

Transformação Isobárica (Lei de Gay-Lussac)

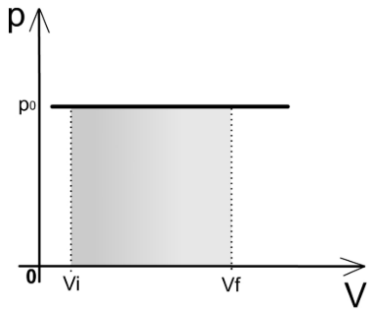
Numa transformação à pressão constante o volume e a temperatura são diretamente proporcionais.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Como P_1 é igual a P_2, temos que:

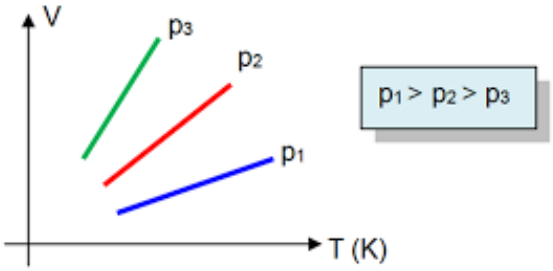
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Detalhe → Gráfico P × V



Detalhe → Gráfico V × T

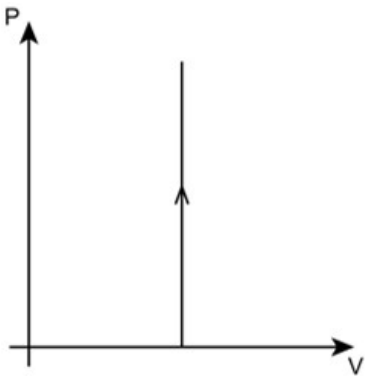
Cada reta representa uma única pressão, portanto, cada reta representa uma transformação isobárica diferente.



Transformação Isovolumétrica, isométrica ou isocórica (Lei de Charles)

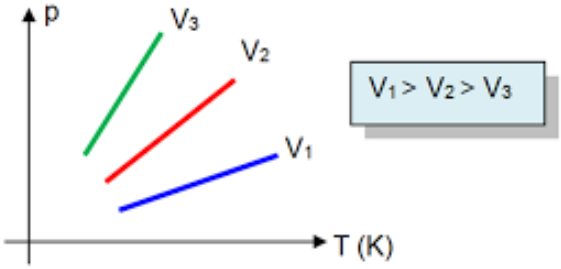
Numa transformação a volume constante a pressão e a temperatura são diretamente proporcionais.

Detalhe → Gráfico P × V



Detalhe → Gráfico P × T

Cada reta representa um único volume, portanto, cada reta representa uma transformação isovolumétrica diferente.



EXERCÍCIO RESOLVIDO 3

(Eear) Um cilindro dotado de um êmbolo contém aprisionado em seu interior 150 cm^3 de um gás ideal à temperatura controlada de 22 °C e à pressão de 2 Pa Considere que o êmbolo do cilindro pode ser movido por uma força externa, de modo que o gás seja comprimido a um terço de seu volume inicial, sem, contudo, variar a sua temperatura. Nessas condições, determine em Pascal (Pa) a nova pressão à qual o gás estará submetido.

Resposta: [C]

a) 2 b) 3 c) 6 d) 9 e) 12

RESOLUÇÃO

Pela equação geral dos gases, temos:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V_0/3}{T_0} \Rightarrow P = 3P_0$$

$$\therefore P = 6\,Pa$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO 4

(Upf) Dois mols de um gás ideal, inicialmente sob pressão de $1{,}01 \times 10^5$ Pa, temperatura de $-10\,°C$ e volume de 4 m^3, são submetidos a uma transformação isobárica, elevando seu volume até 8 m^3.

Nessas condições, é possível afirmar que a temperatura final do gás, em graus Celsius, é de:

a) 526 a) 131,5 c) 20 c) 10 e) 253

Resposta: [E]

RESOLUÇÃO

Para o processo isobárico, temos:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Como a equação demonstra, volume e temperatura absoluta são diretamente proporcionais, logo como o volume dobra a temperatura absoluta também deve dobrar.

$$V_2 = 2V_1 \Rightarrow T_2 = 2T_1$$

Assim,

$$T_2 = 2(-10 + 273) = 2 \cdot 263 \therefore T_2 = 526\,K$$

Passando a temperatura absoluta para Celsius:

$$T_2 = 526 - 273 \therefore T_2 = 253\,°C$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO 5

(Pucrj) Uma certa quantidade de gás ideal ocupa inicialmente um volume V_0 com pressão P_0.

Se sobre esse gás se realiza um processo isotérmico dobrando sua pressão para $2P_0$. Qual será o volume final do gás?

a) $V_0/3$ b) $V_0/2$ c) V_0 d) $2\,V_0$ e) $3\,V_0$

Resposta: [B]

RESOLUÇÃO

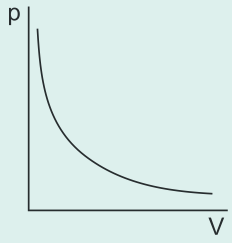
$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0}$$

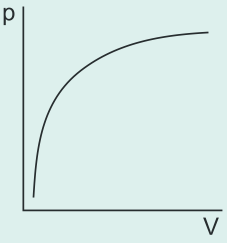
$$\frac{2 \cdot P_0 \cdot V}{T_0} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} \Rightarrow 2 \cdot P_0 \cdot V = P_0 \cdot V_0 \Rightarrow 2 \cdot V = V_0 \Rightarrow V = \frac{V_0}{2}$$

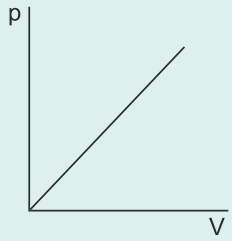
EXERCÍCIO RESOLVIDO 6

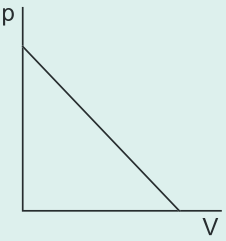
(Ufrgs) Considere que certa quantidade de gás ideal, mantida a temperatura constante, está contida em um recipiente cujo volume pode ser variado.

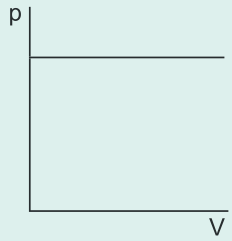
Assinale a alternativa que melhor representa a variação da pressão (p) exercida pelo gás, em função da variação do volume (V) do recipiente.

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

Resposta: [A]

RESOLUÇÃO

Em gases ideais mantidos à temperatura constante (processo isotérmico), a equação geral dos gases é simplificada para a Lei de Boyle:

$$\frac{pV}{\cancel{T}} = \text{constante} \Rightarrow pV = \text{constante}$$

Assim, pressão e volume são inversamente proporcionais, logo temos um gráfico representativo de uma hipérbole.

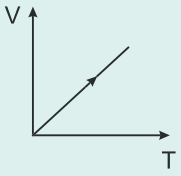
EXERCÍCIO RESOLVIDO 7

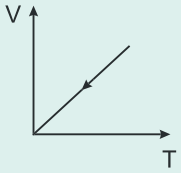
(Eear) O gráfico que melhor representa a expansão de uma amostra de gás ideal a pressão constante é:

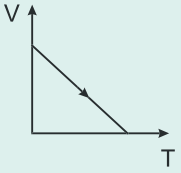
Considere:

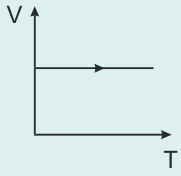
1. a temperatura (T) dada em kelvin (K) e

2. V= volume.

a) 

b) 

c) 

d) 

Resposta: [A]

RESOLUÇÃO

Da equação de Clayperon, temos que:

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nR}{P}T$$

$$V = kT$$

Portanto, a relação entre V × T deve ser linear e crescente.