

Material Instrucional (Professor)**Professor:** Fábio Bartolomeu Santana**Disciplina:** Física**Conteúdo Programático:** Estudo dos Gases**Tópico:** Transformação Isobárica (Lei de Gay-Lussac)**Plano de Aula****Objetivos**

- Introduzir a lei das transformações isobáricas;
- Obter empiricamente a lei de transformações isobáricas;

Conteúdos Relacionados

Gases ideais; transformação isobárica; Lei de Gay-Lussac para as transformações isobáricas;

Recursos instrucionais

Quadro; giz; computador; projetor; tela para projeção; simulação Phet Colorado; roteiro de atividades (em anexo);

Metodologia de Ensino e Orientações ao Professor (tempo previsto para duas aulas de 45 min)

Parte 1 (10 min) – Comentar brevemente acerca de alguns dos aspectos históricos relacionados ao estudo dos gases, destacando que tais estudos foram inicialmente realizados empiricamente; descrever brevemente o que é uma lei empírica; mencionar os estudos teóricos posteriores da Teoria Cinética dos Gases, por meio da qual se pode obter teoricamente a mesma lei;

Parte 2 (10 min) – Apresentar a simulação Phet Colorado para os estudantes, projetando-a na lousa, indicando as funcionalidades básicas disponíveis; simular brevemente alguns aspectos da transformação isobárica, instruindo os estudantes acerca da simulação, ainda que em linhas gerais; salientar que trata-se de uma simulação, o que implica na existência de várias simplificações por trás do modelo matemático que descreve o gás, bem como das limitações do software em reproduzir o comportamento do sistema;

Parte 3 (10 min) – Distribuir o roteiro de atividades e comentar brevemente como a atividade será realizada; o texto apresenta uma estrutura composta por quatro partes: 1) introdução conceitual; 2) coleta de dados a partir da simulação; 3) obtenção empírica da transformação isobárica, suas implicações e aspectos históricos; 4) lista de atividades; salientar que ao longo do texto há perguntas-chaves que devem ser respondidas antes de seguir adiante; alertar os estudantes que a parte de coleta de dados será feita a partir da simulação e somente após esta etapa deve-se seguir para a parte final do texto; ao término, há uma lista de exercícios introdutórios sobre o tema em estudo, a qual deve ser realizada apenas após a leitura de todo o texto, bem como a realização do experimento simulado;

Parte 4 (60 min) – Realização da atividade; os estudantes devem iniciar a leitura e responder as questões-chaves que se encontram intercaladas com o texto; ao chegarem no tópico referente a simulação deve-se iniciar o experimento simulado para coleta de dados; neste momento, deve-se simular os estados sugeridos na tabela do roteiro (5 estados), utilizando os recursos da simulação como descrito abaixo:

1º) Preparar o sistema (executar nesta ordem): adicionar 100 partículas leves; setar a condição de pressão constante (ver Figura 1); a temperatura deverá estabilizar-se em 300 K e a pressão em 11,7 atm.

2º) Marcar a opção “largura”; com o mouse deslocar a parede para a menor posição possível (5nm); esta posição simulará o estado 1 do sistema (ver Figura 1);

3º) Anotar a medida da largura indicada e a pressão na tabela do roteiro (observar que a medida da largura do sistema não é necessariamente o volume, mas a variação desta grandeza faz com que o volume varie na mesma proporção, uma vez que o volume depende diretamente desta medida); calcular o produto entre a pressão e o volume para esta medida;

4º) variar o comprimento da caixa (volume) e anotar o novo valor da temperatura, simulando assim um estado diferente (estado 2); anotar e calcular novamente a razão entre volume e temperatura para este novo estado; repetir este procedimento para simular os cinco estados sugeridos pelo roteiro;

Obs.: deve-se mencionar que a unidade de volume é nm^3 , pois se está assumindo que todas as dimensões da caixa seriam medidas também nesta unidade;

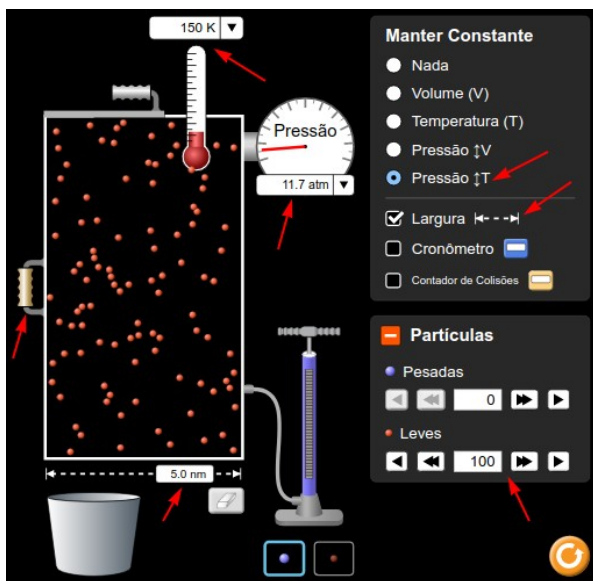


Figura 1: imagem da tela da simulação com indicação do setup inicial da simulação e dos itens a serem manipulados.

Estado	N	p (atm)	V (nm^3)	T	V/T
1	100				
2	100				
3	100				
4	100				
5	100				

Figura 2: imagem da tabela de dados sugerida no roteiro de atividades.

5º) Representar graficamente os valores da pressão e do volume, obtidos a partir da simulação e organizados na tabela disponível no roteiro, indicada pela Figura 2; utilizar o sistema cartesiano disponível no roteiro da simulação (Figura 3)

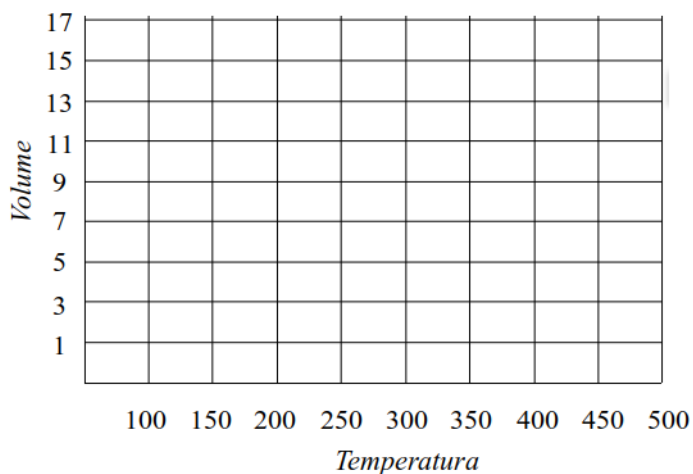


Figura 3: sistema cartesiano disponível no roteiro da simulação

6º) Após a montagem do gráfico os estudantes devem seguir com a leitura do roteiro; ao final, devem resolver os exercícios propostos;

Observações: o professor poderá optar em apresentar aos estudantes a simulação, controlando ele mesmo o desenrolar da atividade, de modo expositivo, enquanto os estudantes realizam a leitura, respondem as questões introdutórias, coletam os dados e resolvem os exercícios; desta forma, os estudantes seguem o roteiro, todos juntos e no ritmo determinado pelo professor; do contrário, pode-se optar por deixar a

execução de toda a atividade pelos estudantes, sendo necessário para isto, que sejam disponibilizados computadores para os estudantes; a atividade pode ser realizada individualmente ou em grupos, de acordo com o perfil de cada turma ou da proposta do professor; também é importante que os resultados obtidos pelos estudantes sejam discutidos, de modo a enfatizar o caráter empírico da Lei de Gay-Lussac, bem como para orientá-los em caso de equívocos na coleta de dados ou no entendimento da simulação.

Referências Bibliográficas

ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; LUZ, Antônio Máximo Ribeira da. **Coleção Curso de Física: Volume 2.** 6. ed. São Paulo: Scipione, 2005.

REF. **Física 2: Física Térmica / Óptica.** 5. ed. São Paulo: Usp, 2007.

Transformação Isobárica

Transformação Isobárica

Considere uma certa massa de gás, em um tubo de vidro, suportando uma pressão igual a pressão atmosférica (1 atm) mais a pressão de uma pequena coluna de Hg (mercúrio). Aquecendo-se o gás e deixando-o expandir-se livremente, a pressão sobre ele não se altera.

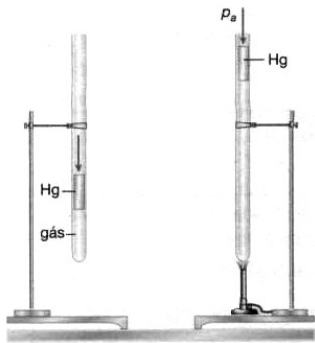


Figura 1

Uma transformação como essa, em que o volume do gás varia com a temperatura, enquanto a pressão é mantida constante, é denominada *transformação isobárica*.

Todos os gases se dilatam igualmente

Os materiais, sólidos ou líquidos, quando aquecidos, experimentam dilatações diferentes. Estudos da dilatação permitem concluir que um dos fatores que afetam a dilatação de sólidos e líquidos é a sua constituição, ou seja, o material de que são feitos.

No entanto, analisando sistemas constituídos por gases (O₂ e H₂, por exemplo) mantidos a pressão constante, verifica-se um fato inesperado. Partindo do mesmo estado inicial, a temperatura T_1 e volume V_1 , quando levados a um novo estado com temperatura final T_2 , ambos ocupam o mesmo volume, V_2 , ao final da transformação.

O físico francês Gay-Lussac, no início do século XVIII, realizando uma série de experimentos, verificou que o resultado era válido para todos os gases.

Se tomarmos um dado volume de gás a uma certa temperatura inicial e o aquecermos sob pressão constante até outra temperatura final, a variação de volume observada será a mesma, qualquer que seja o gás utilizado na experiência, isto é, todos os gases se dilatam da mesma maneira.

Simulação de um gás ideal

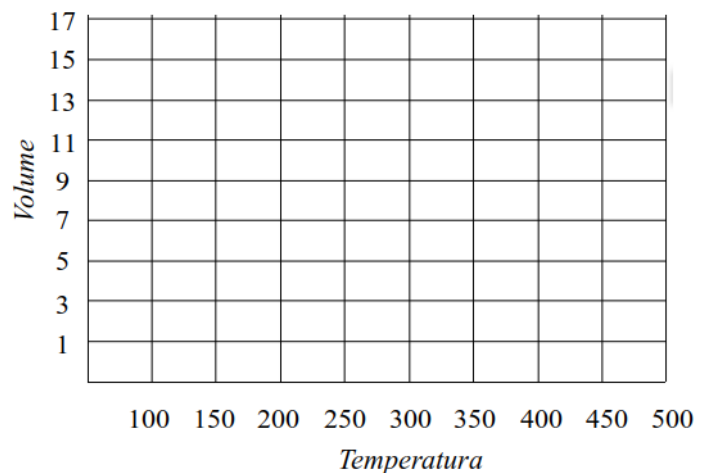
A tabela abaixo sugere uma simulação para o comportamento de um gás ideal, mantido a pressão constante. Preencha as lacunas abaixo de acordo com os dados utilizados na simulação. Serão analisados 5 estados. Observe e anote as informações:

Estado	N	p (atm)	V (nm ³)	T	V/T
1	100				
2	100				
3	100				
4	100				
5	100				

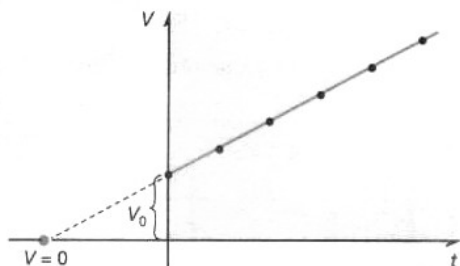
Questão 1: Analisando os dados obtidos a partir da simulação, que tipo de relação matemática pode-se observar entre o volume e a temperatura?

Gráfico $V \times T$

Elabore um gráfico no diagrama abaixo utilizando os dados coletados que foram organizados na tabela (valores do volume no eixo vertical e valores da temperatura no eixo horizontal).



Em suas experiências, Gay-Lussac efetuou as medidas da temperatura na escala Celsius, concluindo que o volume de uma dada massa gasosa, sob pressão constante, varia linearmente com sua temperatura. O gráfico abaixo ilustra o aspecto da reta por ele obtida.



Analisando este gráfico é possível observar que o gás ocupa um volume V_0 na temperatura de 0°C . A medida que a temperatura diminui, o volume do gás também se reduz.

Pensando nessa redução, Gay-Lussac procurou determinar a que temperatura o volume do gás se anularia (se isso fosse possível). Ele prolongou a reta do gráfico (parte tracejada na figura) e verificou que o ponto em que o volume se anularia correspondia à uma temperatura negativa de -273°C . Atualmente esta temperatura é denominada *zero absoluto* e é considerada o valor *zero* da escala Kelvin.

Joseph-Louis Gay-Lussac (1778 - 1850)

Químico e físico francês, além de suas investigações sobre o comportamento dos gases, desenvolveu várias técnicas de análises químicas e foi um dos fundadores da meteorologia. Usando balões meteorológicos, estudou os efeitos da altitude no magnetismo terrestre e na composição do ar. Deve-se, ainda, a ele a obtenção dos elementos potássio e boro e a identificação do iodo como elemento químico.

As observações de Gay-Lussac permitiram-no concluir que:

O volume V de uma dada massa gasosa, mantida à pressão constante, é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta T , ou seja, $V/T = \text{constante}$:

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

Este resultado é conhecido como *lei de Gay-Lussac*, e somente pode ser aplicado nas transformações isobáricas, ou seja, nas transformações onde a pressão do gás seja mantida constante.

Influência da temperatura na densidade

Na transformação isobárica, além da pressão, a massa do gás também foi mantida constante. É fácil encontrar a relação entre a pressão e a densidade. Verifique abaixo a relação destas grandezas com a temperatura:

$$V \propto T \quad d \propto \frac{1}{V}$$

Qual é a relação entre a densidade e a temperatura?

Exercícios

- Considere um gás durante uma transformação isobárica.
 - Quais das grandezas, p , V , m , T permanecem constantes?
 - Quais estão variando?
- Considere a Figura 1 do texto:
 - De onde provêm a pressão exercida sobre o gás no tubo de ensaio?
 - Explique por que esta pressão pode ser considerada constante enquanto o gás é aquecido.
- Descreva o procedimento que permite concluir que todos os gases dilatam-se da mesma maneira, quando aquecidos.
- Um recipiente contém um volume de 10 litros de CO_2 , à temperatura de 27°C . Submetendo esse sistema a um aquecimento isobárico, a temperatura final atingida foi de 177°C .
 - Aplicando a *lei de Gay-Lussac* determine o volume final ocupado pelo gás.
 - Supondo que a densidade do CO_2 seja, inicialmente de $1,8 \text{ g/L}$, determine sua densidade no estado final.
 - A densidade aumentou ou diminuiu? Tornou-se quantas vezes maior (ou menor)?
- Certa massa de gás ideal sofre uma transformação isotérmica, passando pelos 4 estados indicados na tabela abaixo:

Estado	t ($^\circ\text{C}$)	T (K)	V (litro)	V/T	d (g/L)
1	- 73	200	150		8,0
2	127				
3	327				
4	527				

- Indique as temperaturas dos estados indicados na escala Kelvin.
- Aplice a lei de Gay-Lussac para preencher na tabela os valores da coluna referente ao volume do gás.
- Calcule a razão V/T para todos os estados e preencha a

coluna correspondente na tabela. d) Que tipo de relação matemática pode ser observada entre as grandezas *volume* e *temperatura*, para o gás submetido a uma transformação isobárica? Elas variam de acordo com uma proporção direta ou inversa? e) Se você construísse um gráfico relacionando o *volume* e a *temperatura* para os dados da tabela acima, qual tipo de curva seria obtida? f) Sabendo que a densidade do gás no estado 1 é igual a 8,0 g/L, determine o valor da densidade do gás para cada um dos estados e informe os valores na última coluna da tabela.