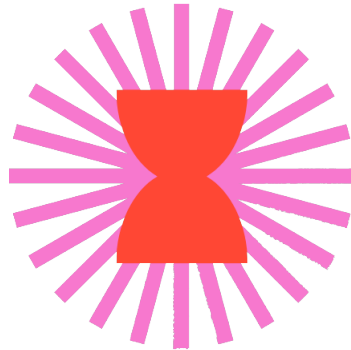




Simulado Experimental - OBF

Autores: João Victor Evers e Patrick Avelar





Questão Experimental: Transformações Gasosas

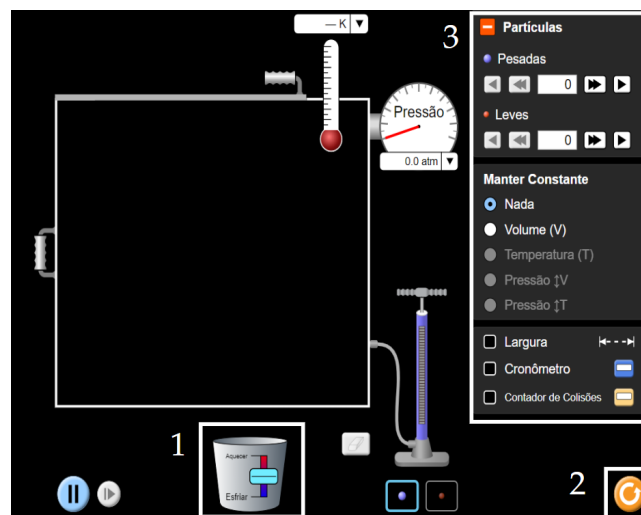
Nessa prática experimental vamos abordar as possíveis transformações que um gás pode sofrer através da variação de parâmetros como temperatura, pressão e volume. Para ela será necessário utilizar o simulador do PhET, clique em <https://phet.colorado.edu/gas>.

Uso do Simulador

Após clicar no link fornecido, você deve ter sido redirecionado para a página abaixo:



Durante as partes do experimento você será instruído em qual aba clicar. Como um exemplo, considere a parte "Ideal", a interface que você verá será:



Ela é bastante intuitiva e você pode explorá-la para se familiarizar mais, mas aqui vão algumas instruções (observe as caixas brancas):

1. Aqui você controlará a temperatura do gás o aquecendo ou resfriando. Confira seu valor em **Kelvins** no termômetro acima da caixa;
2. Esse botão será útil para reiniciar o simulador e você pode usá-lo livremente;



Simulado da OBF - Ampulheta do Saber

- Essa é a parte onde você irá controlar o número de partículas e quais grandezas permanecerão constantes, bem como tem acesso a alguns instrumentos, como uma régua para medir a largura, um cronômetro e um contador de colisões.

Note que existem dois tipos de partículas, azuis (pesadas) e vermelhas (leves). A seguir, iremos instruí-los a quais usar.

Parte A - Equação Geral dos Gases

Você deve conhecer muito bem a Equação de Clayperon para gases ideais, que pode ser escrita como $PV = nRT$, onde P é a pressão, V o volume, n o número de mols, R a constante dos gases ideais e T a temperatura. Perceba que é possível controlar apenas o número de partículas no simulador e não o número de mols, por isso, iremos utilizar uma outra escrita dessa equação, que é:

$$PV = Nk_B T \quad (1)$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann e N o número de partículas. Para essa parte, vá para a guia **ideal** do menu na Figura 1 e siga o comando dos itens a seguir.

Mantendo o Volume Constante

Nessa parte, vamos investigar a relação de Clayperon com o volume e temperatura sendo mantidos constantes. Primeiro, leve o sistema a uma temperatura T , fixe-a no quadro "Manter Constante" e depois siga as instruções a seguir.

A.1 Anote a temperatura T e realize um conjunto de medidas de pressão P , em atm, por número de partículas do tipo azul. Organize seus dados em uma tabela.	pt
--	----

A.2 Repita esse procedimento porém agora com as partículas vermelhas.	pt
--	----

A.3 Faça um gráfico de $P \times N$ para cada tabela dos itens anteriores. De que modo o peso das partículas influencia nessa dependência (de $P \times N$)?	pt
--	----

Utilize o medidor de largura para medir a largura do recipiente, que possui uma área $A = (36,1 \pm 0,1) \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$.

A.4 Usando os gráficos e dados dos itens anteriores, encontre o valor da constante de Boltzmann k_B em $\frac{\text{atm} \cdot \text{m}^3}{\text{K}}$.	pt
--	----

Parte B - Temperatura e agitação

Frequentemente a temperatura de uma substância é relacionada à "agitação" de suas partículas constituintes. Nessa parte, você irá determinar então a relação entre a temperatura de um gás e



Simulado da OBF - Ampulheta do Saber

a velocidade média de suas partículas. Como estamos interessados apenas nisso, desprezaremos fatores numéricos e/ou constantes.

Mais precisamente, você deve determinar apenas α , admitindo:

$$T = Cv^\alpha$$

Onde C é uma constante que depende das propriedades do gás.

Mantenha-se na interface "Ideal" do simulador. Para efetuar a medição da velocidade média a uma certa temperatura, usaremos o contador de colisões. Ele deve ser ativado abaixo do menu "Manter constante". Para utilizá-lo, basta escolher um tempo de amostra e iniciá-lo. Quando o tempo acabar, ele mostrará o número de colisões que ocorreram no período.

Através da teoria cinética dos gases, é possível relacionar a velocidade média v_m das partículas do gás com o número médio de colisões nas paredes do recipiente por unidade de tempo f :

$$v_m = kf$$

Onde k é uma constante, que depende das dimensões do recipiente e do número de partículas nele. Para que essa constante não mude, é importante manter o formato e o número de partículas do recipiente fixo durante todas as medições.

Finalmente, note que o número de colisões é uma grandeza probabilística, fruto do movimento aleatório das partículas, e sofre flutuações estatísticas. Para obter f , você deve realizar várias medições com o contador de colisões.

Coloque então uma quantidade qualquer de partículas de apenas uma cor no recipiente e depois siga as instruções a seguir.

B.1 Fixando uma temperatura T , meça alguns valores do número de colisões n_c por unidade de tempo. Com esses valores, obtenha o f correspondente. Organize seus dados em uma tabela.	pt
--	----

B.2 Repita o procedimento anterior para uma faixa de valores de T . Organize seus dados em uma tabela.	pt
---	----

B.3 Faça um gráfico de $T \times f$ para a tabela do item anterior. Faça uso de folhas apropriadas (ex. linear, monolog, dilog).	pt
---	----

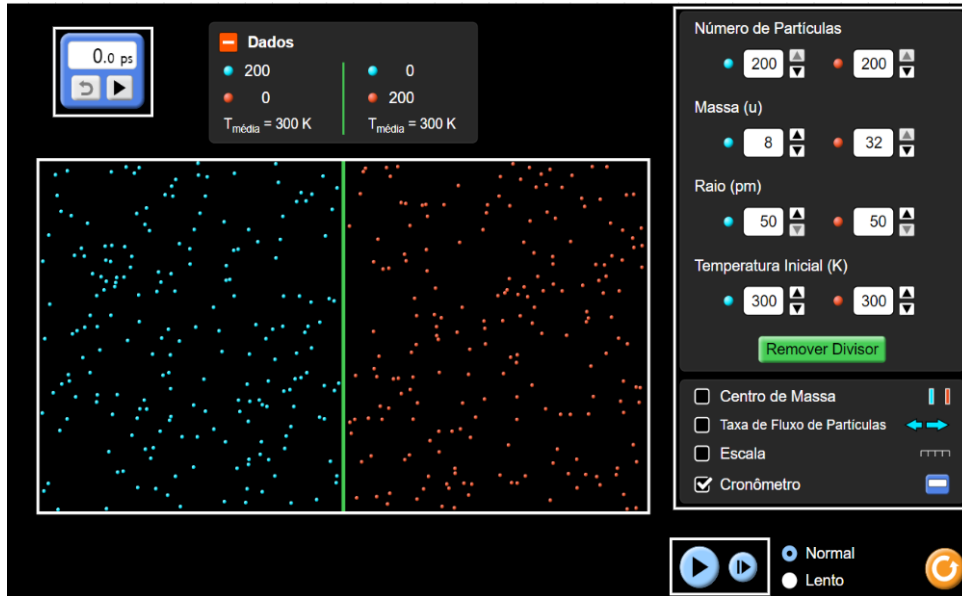
B.4 Determine α , e estime sua incerteza.	pt
---	----

B.5 O valor de α sugere a relação da temperatura T com alguma outra grandeza média? Se sim, qual?	pt
---	----



Parte C - Difusão

Agora vamos trabalhar na aba **difusão**. Entre nessa aba e a configure da seguinte forma de acordo com os seguintes passos:



1. Coloque 200 partículas azuis e 200 partículas vermelhas;
2. Coloque a massa da azul em 8u e a da vermelha em 32u;
3. Reduza o raio de ambas até 50pm;
4. Coloque a temperatura inicial em 300K;
5. Selecione o cronômetro;
6. Pause a simulação.

Você não precisa despausar a simulação, isso acarretaria em uma evolução temporal do sistema que eventualmente pode fugir do seu controle. Em vez disso, você irá usar o botão ao lado direito do botão de play até atingir o tempo desejado e podendo coletar os dados com a simulação pausada.

A seguir despausa o **cronômetro** e faça os passos descritos anteriormente.¹

C.1 Fazendo o procedimento descrito anteriormente registre em uma tabela as medidas da quantidade de partículas azuis em cada lado do compartimento como função do tempo em ps. pt

C.2 Repita o procedimento do item anterior para as partículas vermelhas. pt

Podemos mostrar que, sob uma boa aproximação, a diferença do número de partículas em uma situação com o esse segue a seguinte lei:

$$\Delta N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (2)$$

¹lembre-se que ps = 10⁻¹²s



Simulado da OBF - Ampulheta do Saber

Onde N_0 é o número total de partículas e τ é uma constante com dimensão de tempo.

C.3 Faça uma linearização de $\Delta N \times t$ (ps) e registre suas medidas em uma tabela para cada tipo de partícula. pt

C.4 Em um mesmo papel milimetrado faça dois gráficos, um para cada linearização. pt

C.5 Calcule τ_a e τ_v , para azul e vermelha, respectivamente, assim como calcule suas respectivas incertezas. pt

C.6 Por análise dimensional como o tempo τ característico de um tipo de partícula deve depender de sua velocidade média? Com isso em mãos, estime a razão entre as velocidades médias das partículas azuis e vermelhas. pt