

F609 Tópicos de Ensino em Física I
Coordenador: Prof. Dr. José Joaquin Lunazzi

Título:

Diminuição de temperatura a partir de expansão de gelo seco sublimado.



Aluno: Ricardo Yaguti
RA: 094406
e-mail: [ricardo3bozo x gmail.com](mailto:ricardo3bozo@gmail.com)

Orientador: Johnson Ordoñez
e-mail: [ordonnez x gmail.com](mailto:ordonnez@gmail.com)

07/11/2011

1) RESUMO

Esse relatório quer demonstrar experimentalmente um fenômeno da termodinâmica que pode ser muito útil ao ser humano. Com base em conhecimentos sobre as três leis da termodinâmica, foi possível deduzir teoricamente, que um gás ideal diminui sua temperatura proporcionalmente a sua queda de pressão, portanto, dotando desses estudos, o projeto de resume em resfriar algum fluido a partir da expansão de um gás sob pressão de temperatura inicial ambiente, para que seja notada a queda da mesma. Uma vantagem de realizar esse experimento da forma a ser apresentada, é que o sistema não realiza trabalho.

2) RESULTADOS ATINGIDOS E O QUE FALTA FAZER

A idéia principal do projeto seria um tubo de inox fabricado sob medida a ter aproximadamente uns 700mL de volume, ligado a válvula e a serpentina, porém, consultando especialistas em criogenia e pessoas que trabalham com pressurização, obtivemos uma nova idéia, mais fácil e que ainda seguem mais o proposto pelo curso, sobre os materiais a serem utilizados. Substituímos o tubo de inox por uma panela de pressão. Essa mudança nos proporcionou muito ganho de tempo e menos mão-de-obra, já que com a criação do tubo, deveríamos arrumar o material necessário com as medidas adequadas, soldá-lo, vedá-lo e realizar um teste chamado “Teste Hidrostático”, a fim de saber qual a pressão limite que o tubo poderia suportar. Esse teste e feito com água, já que o líquido pode ser considerado incompressível e a suposta explosão do sistema não teria grandes conseqüências.

Com a mudança do material para a panela de pressão, tivemos um custo insignificante para obter o sistema, pois ela já não era útil para o cozimento de alimentos. Além de que, a pressão no interior dela já é regulada a prevenção de acidentes, ou seja, o peso do corpo na única saída da panela, já esta configurado para não exceder a pressão máxima que ela pode suportar, portanto, a válvula da tampa, já servirá a nós, como válvula de alívio.

Em conversas com o orientador Johnson Ordoñez e o responsável pela busca e fabricação dos materiais Eduardo Valério da Criogenia, tivemos problemas nas diferenças entres os materiais, já que não poderíamos soldar a válvula que é aço inox direto na panela de alumínio. Tivemos que fabricar duas peças de alumínio que serão soldadas diretos na panela para podermos conectar a válvula e o manômetro.

A ordem de serviço para a fabricação das peças de alumínio foi enviada no dia 6 de Outubro, porém, após um mês desse pedido, elas ainda não foram confeccionadas, atrapalhando o andamento do experimento. Essa demora foi devido a greve em que a UNICAMP se encontra, fechando desde restaurantes universitário até bibliotecas. Conversando com o responsável pela oficina de mecânica do IFGW, tive prazo de mais uma semana para a entrega das peças, sendo que essa semana já passou, teremos mais atraso do que o planejado. Portanto, o desenvolvimento e a evolução do experimento dependem da fabricação dessas peças.

Também ainda não temos em mãos a serpentina de cobre responsável pelas trocas de calor, porém, o técnico Eduardo garantiu a disponibilidade de uma em seu laboratório e ainda reforçou que precisamos das peças de

alumínio para continuar com a montagem do material e o progresso do experimento.

3) FOTOS DA EXPERIÊNCIA NO ESTÁGIO EM QUE SE ENCONTRA.



Imagem 1: Panela de pressão de alumínio



Imagem 2: Peça de inox



Imagem 3: Válvula Joule-Thomson



Imagem 4: Manômetro



Imagem 5: Material de alumínio para confeccionar as peças a serem soldadas na panela.

Serão feitos dois furos na panela, um para conectar o manômetro e outro para conectar a válvula e a serpentina, além da solda de ambos. E para o momento da experiência, tal como na apresentação, será necessário o gelo seco também como o artifício para aumentar a pressão dentro da panela.

4) DIFICULTADES ENCONTRADAS

Atualmente, a maior dificuldade encontrada é na fabricação das peças de alumínio que serão soldadas na panela, devido a greve que a UNICAMP se encontra, as peças ainda não foram confeccionadas, o que impede qualquer progresso do experimento. Não há o que fazer.

5) Pesquisa realizada, palavras-chave que foram usadas.

Palavras-chave: termodinâmica, leis da termodinâmica, dióxido de carbono, gás perfeito, temperatura crítica, condutividade térmica, gás freon, latinha

inteligentes, sistema internacional de unidades, Lei Gay-Lussac, energia interna, trabalho de um gás.

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Critical_temperature
- [2] http://pt.wikipedia.org/wiki/Equa%C3%A7%C3%A3o_de_Van_der_Waals
- [3] http://pt.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono
- [4] http://pt.wikipedia.org/wiki/Press%C3%A3o_atmosf%C3%A9rica
- [5] <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n6/20.pdf>
- [6] http://pt.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A2mica#Leis_da_Termodin%C3%A2mica
- [7] http://pt.wikipedia.org/wiki/Condutividade_t%C3%A9rmica
- [8] <http://www.alunosonline.com.br/quimica/gas-freon.html>
- [9] <http://quimicanet.wordpress.com/2010/09/28/como-funcionam-as-latinhas-que-resfriam-em-apenas-segundos/>
- [10] <http://curiofisica.com.br/ciencia/fisica/latinhas-inteligentes>
- [11] http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_Gay-Lussac
- [12] <http://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/transformacao-isocorica-ou-isovolumetrica.htm>
- [13] http://pt.wikipedia.org/wiki/Primeira_lei_da_termodin%C3%A2mica
- [14] <http://www.geocities.ws/saladefisica8/termodinamica/trabalho.html>

6) Descrição do trabalho

TEORIA

a) Nível básico

O ocorrido no experimento é uma transformação termodinâmica, chamada transformação isocórica, ou seja, uma transformação a volume constante, pois a panela não varia seu volume durante a liberação do gás, com isso, existe uma relação entre pressão e temperatura, que em um sistema ideal mostra que diminuição da pressão interna, terá a mesma proporção na diminuição da temperatura. Essa diminuição da pressão é justamente a expansão do gás interno da panela.

b) Nível de Ensino Médio

Em nível de segundo grau, podem-se introduzir conceitos físicos muito relevantes para o entendimento teórico do experimento, a grosso modo, quem explica matematicamente o fenômeno ocorrido na experiência, é a Lei de Gay Lussac em anexo 11 e 12. Lembrando que isso vale para gases perfeitos, e o gás utilizado na panela é um gás real, portanto, o fenômeno ocorre, mas com grandes erros se for calculado e comparado a teoria com a prática.

ANEXO 11

Lei de Gay-Lussac

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Dentro do âmbito da [Química](#) e da [Física](#) a **Lei de Gay-Lussac** é uma lei dos [gases perfeitos](#) que estabelece que sob um [volume](#) e [quantidade de gás](#) constantes, a pressão é [directamente proporcional](#) à [temperatura](#).

$$\frac{P}{T} = k_{PT} \quad \therefore \quad P \propto T$$

onde:

P é a [pressão](#) do gas.

T é a [temperatura termodinâmica](#).

k_{PT} é uma [constante](#).

Portanto para comparar a mesma substância em estados diferentes (estando de acordo com as condições acima) afirma-se que:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{ou} \quad P_1 T_2 = P_2 T_1$$

ANEXO 12

Transformação isocórica ou

isovolumétrica



Charles e Gay-Lussac foram dois cientistas franceses que estudaram as transformações isocóricas, criando a Lei que leva seus nomes

Uma **transformação isocórica**, também denominada **transformação isovolumétrica**, ou ainda **isométrica**, ocorre quando se mantém o **volume constante** e se variam a temperatura e a pressão de um gás com massa fixa.

O termo isocórica vem do grego: iso significa igual, e *coros* é volume; isto é, volume igualou volume constante.

Dois cientistas franceses, Jacques Alexandre César Charles e Joseph Louis Gay-Lussac, estudaram como diversos gases se comportam quando a pressão e a temperatura variam. Ambos chegaram à mesma conclusão, assim, criou-se a seguinte lei:

Lei de Charles ou Lei de Charles e Gay-Lussac: para uma massa fixa de gás, mantida à volume constante, a pressão exercida pelo gás é **diretamente proporcional** à temperatura absoluta.

Isso quer dizer que se aumentarmos a temperatura, a pressão dentro do recipiente que contém o gás irá aumentar e vice-versa. Isso ocorre porque a pressão é resultado das colisões das partículas do gás com as paredes do recipiente, assim, quanto mais colisões, maior será a pressão. Se a temperatura aumentar, a energia cinética das partículas também aumentará e elas se movimentarão com maior velocidade, aumentando a pressão.

Isso pode ser visto nos pneus de carros, motos e caminhões. Com um aumento de sua temperatura, a pressão dentro dos pneus aumenta. Por isso é necessário calibrar constantemente os pneus, ou seja, regular os níveis da pressão provocada pelos gases que os enchem. Isso garante seu melhor desempenho e também a segurança dos passageiros.

Em uma corrida, a volta de apresentação dos carros não acontece somente para mostrar os competidores e as suas "máquinas", mas para aquecer os pneus, assim as moléculas dos gases atingem uma temperatura certa para dar a pressão ideal para a corrida.



A volta de apresentação serve para aquecer os pneus dos carros e, assim, atingir a pressão ideal para seu melhor desempenho.

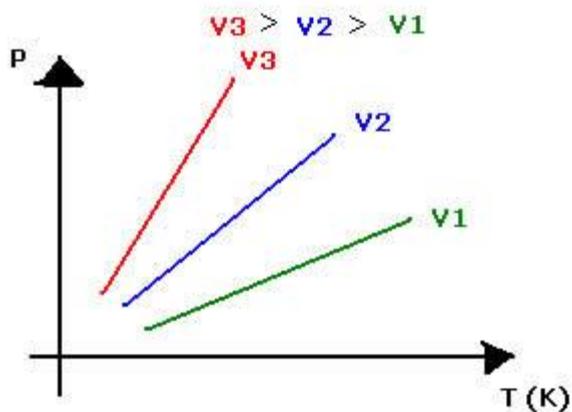
Matematicamente, a Lei de Charles e Gay-Lussac é expressa por:

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

Logo, conclui-se que:

$$\frac{P_1}{T_1} = k, \frac{P_2}{T_2} = k \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Seu gráfico é uma reta. No caso abaixo temos a comparação de três transformações isocóricas, sendo que cada uma foi com um volume diferente:



c) Nível Superior

Em nível superior, podem-se abordar questões sobre a energia do sistema que é apresentada pela primeira lei da Termodinâmica. Ou seja, a variação da

energia interna do gás é diferença entre a quantidade de calor trocado e o trabalho realizado pelo sistema. Porém, segundo o anexo 13, sobre o trabalho de um gás, mostra a dependência dessa grandeza perante a variação do volume, ou seja, a panela não varia seu volume durante o processo, portanto, o trabalho realizado é igual a zero, fazendo com que a variação da energia interna do sistema, seja igual à quantidade de calor trocada.

ANEXO 13

Primeira lei da termodinâmica

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

A **primeira lei da termodinâmica** é a [lei de conservação da energia](#). Nela observamos a equivalência entre [trabalho](#) e [calor](#). Esta lei enuncia que **a energia total transferida para um sistema é igual à variação da sua energia interna.**

A expressão matemática que traduz esta lei para um sistema não-isolado é:

$$\Delta U = Q + W + R$$

onde Q representa troca de calor, W a realização de trabalho (sendo respectivamente positivos quando o sistema recebe calor ou nele é realizado trabalho, negativos do contrário) e R a emissão ou absorção de radiação. Podemos simplificar dizendo que existe uma função U (energia interna) cuja variação durante uma transformação depende unicamente de dois estados, o inicial e o final. Num sistema fechado a indicação desta variação é dada como:

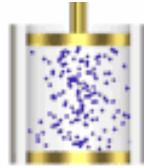
$$\Delta U = Q - W$$

Onde Q e W são, respectivamente, o calor e o trabalho trocados entre o sistema e o meio. As quantidades W e Q são expressas algebricamente, sendo positivas quando expressam energia recebida pelo sistema. A quantidade R é nula pois, em sistema fechado, não se verificam absorções nem emissões de radiação.

A energia interna é definida como a soma das energias cinéticas e de interação de seus constituintes. Este princípio enuncia, então, a conservação de energia.

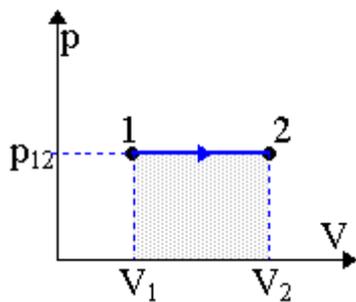
ANEXO 14

Trabalho Realizado pelo Gás



Termodinâmica

A termodinâmica estuda as relações entre o calor trocado e o trabalho realizado numa transformação de um sistema.



Trabalho em um sistema

Considere um gás contido em um cilindro provido de um êmbolo. Ao se expandir, o gás exerce uma força no êmbolo. O trabalho dessa força pode ser calculado.

$$W = P \cdot \Delta V$$

W = trabalho realizado pelo gás

P = pressão exercida pelo gás

ΔV = variação do volume

$$\Delta V = V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}}$$

Na expansão, $V_{\text{final}} > V_{\text{inicial}}$: temos $\Delta > 0$
(o gás realiza trabalho)

Na compressão, $V_{\text{final}} < V_{\text{inicial}}$: temos $\Delta < 0$
(o gás recebe trabalho do meio exterior)

7) Declaração do orientador

Meu orientador concorda com o expressado neste relatório parcial e deu a seguinte opinião:

Nós fomos sim prejudicados pela greve, sendo que sem essas peças não há como evoluir o experimento. Só resta a compreensão do coordenador.

Nas palavras dele: “Desde o início dos processos criogênicos, com Caillet e Pictet, na França, os cientistas descobriram o resfriamento através da expansão dos gases. Até o presente os processos criogênicos utilizam esse mesmo sistema aliado a outras formas de resfriamento, conseguindo temperaturas tão baixas quanto -196 graus Celsius para a produção de nitrogênio líquido ou 4,2 Kelvin para a produção de hélio na forma liquefeita, ambos à pressão atmosférica. Neste trabalho, o aluno Ricardo, promove a expansão do GÁS CARBÔNICO com o objetivo de obter o resfriamento. O projeto já passou pela fase de projeto, onde procuramos formas práticas e acessíveis de fabricar um sistema que possa ser fabricado na universidade. Tivemos algumas dificuldades, porém, agora, estamos na fase final, que é a fabricação do sistema e teste. Este trabalho vem acrescentar ao aluno uma visão prática do assunto.

8) Escolha de horário para apresentação do painel

5a dia 10 de novembro: 16h-18 h no horário da primeira turma, impreterivelmente.