

Prevedo temperatura de equilíbrio utilizando um calorímetro de baixo custo.

Rian Davyd Ribeiro Pereira

Rita de Cássia Paulo dos Santos

Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Campus Santa Cruz – R. São Braz, 304 Paraíso – 59200-000 – Santa Cruz – RN – Brasil e-mail:

d.riandavyd@gmail.com ritinhahesed@hotmail.com

O presente trabalho apresenta a descrição experimental de um calorímetro alternativo, busca-se estabelecer um confronto entre a predição teórica e resultados experimentais acerca da temperatura de equilíbrio de sistemas termodinâmicos. O calorímetro é um equipamento adequado que permite obter o valor das quantidades de calor trocadas entre dois corpos. A análise foi realizada com um calorímetro alternativo, após a obtenção do resultado teórico e experimental foi possível encontrar o erro percentual. Portanto, foi possível compreender que na Física experimental, a probabilidade de erros é comum, um valor medido não é de fato um valor absoluto.

Procedimento experimental

Introdução

A explicação sobre o conceito de equilíbrio térmico de duas ou mais substâncias com temperaturas diferentes ficou conhecida por muito tempo como calórico, para este conceito dizia-se que quanto maior fosse a temperatura de uma determinada substância maior seria o calórico, dessa forma, quando duas substâncias com temperaturas distintas se misturavam, ocorria a passagem de calórico do corpo mais quente para o corpo mais frio até atingir o equilíbrio térmico, este conceito durou pouco tempo, atribuindo uma grande relevância para o conceito de calor, conhecido nos dias atuais o calor é a energia transportada de um corpo para o outro em virtude da diferença de temperaturas entre eles, estando em um sistema fechado isolado do ambiente. (NUSSENZVEIG, H. M. CURSO DE FÍSICA BÁSICA 2; FLUIDOS, OSCILAÇÕES, ONDAS E CALOR.)

De acordo com Cunha (2016), quando um sistema de temperatura mais alta é junto a um sistema de temperatura mais baixa, eles tendem a trocar energia em forma de calor, de forma que o sistema de maior temperatura cede energia em forma de calor para o de menor temperatura até que eles atinjam a mesma temperatura.

Este experimento teve como objetivo determinar o calor específico da água e a capacidade térmica do calorímetro pela análise de duas massas de água colocadas no calorímetro.

Para um sistema isolado, que nesse caso é o calorímetro e tudo que tem dentro dele faz parte do sistema, sabemos que vale a seguinte expressão:

$$\sum Q_A + \sum Q_B = 0. \quad (1)$$

Onde, nesse caso, o sistema isolado é o calorímetro e o que há dentro dele. Utilizamos para esse experimento água quente e água fria, onde, atribuídos na equação (1), configurou a seguinte expressão:

$$\sum Q_C + \sum Q_F + \sum Q_Q = 0.$$

Onde:

Q_C → Calor do calorímetro;
 Q_F → Calor da água fria; Q_Q
→ Calor da água quente.

Partindo desse pressuposto e sabendo que

$$Q = mc\Delta T \quad (2)$$

é a equação fundamental da calorimetria, substituímos (2) em (1), onde obtivemos a seguinte relação:

$$T_F = \frac{(m_{ALCAL} + m_{AFCA})T_{iAF} + m_{AQCA}T_{iAQ}}{m_{ALCAL} + (m_{AFMAQ})C_A} \quad (3)$$

onde:

m_{AL} → massa do calorímetro; m_{AF}
 → massa da água fria;
 m_{AQ} → massa da água quente;
 C_{AL} → calor específico do alumínio;
 C_A → calor específico da água;
 T_{iAF} → temperatura inicial da água fria;
 T_{iAQ} → temperatura inicial da água quente; T_f
 → temperatura final (equilíbrio).

Essa expressão (3) é o modelo físico, ou ainda, o formalismo matemático associado a teoria física que permite prever a temperatura de equilíbrio ao misturarmos a água fria e a água quente no calorímetro.



Figura 1: Calorímetro e Béqueres

O calorímetro mostrado na foto acima é composto de um isolamento de isopor na parte externa, a parte interna é constituída de uma lata de refrigerante de alumínio, a tampa de isopor tem um pequeno furo que constitui a entrada para o termômetro.

Para esse experimento, foi utilizado os seguintes equipamentos:

- Calorímetro;
- Balança de precisão;
- Aquecedor;
- Béqueres;
- Termômetros; □ Lata de refrigerante;
- Recipiente de isopor.

A parte experimental deste procedimento visando obter a temperatura de equilíbrio está proposta nas etapas descritas abaixo:

- O procedimento experimental iniciou-se com o preenchimento de dois béqueres com água. O primeiro foi retirado da torneira e o

segundo foi retirado do recipiente que estava no aquecedor.

- Utilizando o béquer, foi adicionado 100 ml de água que corresponde a 100 g de água;
- Foi adicionado a água no calorímetro à temperatura ambiente até a temperatura permanecer constante, isto é, atingir o equilíbrio térmico;
- Em seguida, retiramos 100 g de água que estava no aquecedor e adicionamos no calorímetro;
- Foi adicionado rapidamente a água aquecida no calorímetro, esperamos a temperatura estabilizar e medimos a temperatura de equilíbrio.



Figura 2: Balança utilizada no experimento

A montagem se deu da seguinte forma, estando bem tampado de maneira que o ar entre os dois recipientes isole e impeça que o calorímetro perca energia, como mostrado na figura a seguir:



Figura 3: Calorímetro Artesanal

Os dados de temperatura e as conclusões obtidas no processo encontram-se nas próximas seções do relatório.

Resultados e discussão

Depois de realizado todo o procedimento experimental para tentar prever a temperatura de equilíbrio do calorímetro e dos sistemas termodinâmicos que estão contidos nele. Alguns dados foram retirados da literatura acadêmica é o caso do calor específico do alumínio e o da água. Esses valores por serem conhecidos, foram considerados na realização do experimento.

Os dados obtidos foram os seguintes:

Tabela 1: Dados obtidos para o calorímetro de baixo custo

| | |
|------------------------------|--------------|
| Massa do alumínio | 29,4 g |
| Calor específico do alumínio | 0,22 cal/g°C |
| Massa da água fria | 100g |
| Massa da água quente | 100g |

Após a obtenção dos dados, a próxima etapa consiste na verificação de temperatura, com ajuda de um termômetro foi possível obter a temperatura da água quente e da água fria, em seguida foi inserido no interior do calorímetro as massas de água, em seguida, conectou o termômetro no recipiente

adiabático foi possível obter a temperatura de equilíbrio.

Tabela 2: dados de temperatura

| | |
|-------------|----------|
| $T_{i(af)}$ | 28 °C |
| $T_{i(aq)}$ | 80 °C |
| T_f | 53,22 °C |

A temperatura final representada na tabela, foi obtida experimentalmente, esta temperatura apresenta o equilíbrio térmico no interior do calorímetro, em seguida, substituindo os dados na expressão (3) será obtido o valor teórico:

$$T = 53,22 \text{ °C} \quad (4)$$

É importante destacar outros aspectos que podem ter influenciado na realização do experimento, como o material da lata, ao realizar a medida de massa da lata, ainda haviam algumas moléculas de água dentro de seu interior.

Além disso, os erros obtidos foram utilizados como fontes de discussão professor-aluno sobre possíveis fontes de erros experimentais, e suas consequências para a ciência, o que não seria possível em uma aula exclusivamente teórica.

Conclusões

A partir deste desenvolvimento experimental foi possível determinar a capacidade térmica do calorímetro e o calor específico da água que foi obtido no experimento com o valor encontrado na literatura (1cal/g°C), vemos que são iguais, mas deve-se considerar que são iguais por conta de arredondamentos. Comparando os resultados aos valores esperados, pode-se perceber que o calor específico da água determinado experimentalmente é bem próximo do que é considerado correto, portanto, apresentam baixo percentual de erro.

Os erros foram aceitáveis, quando comparados com os tabelados, principalmente levando-se em consideração que foi utilizado um calorímetro de baixo custo e não um industrial. Assim, os resultados podem ser considerados válidos a partir do momento que se assemelham ao esperado.

Referências

- [1] HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK, R. **Fundamentos de física 2: Gravitação, ondas e termodinâmica**. 8.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009. 368 p.
- [2] CUNHA, ANDRÉ FELIPE VIEIRA DA. **Física Aplicada**. Recife: IFPE, 2016.
- [3] TIPLER, PAUL A.; MOSCA, GENE. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2**, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- [4] **DF – Universidade do Algarve**. Protocolo das Aulas Práticas. – 2003/2004. CALORIMETRIA.