

BCJ0205-15 - Fenômenos Térmicos - U - 2022.2

[Painel](#) / [Meus cursos](#) / [FETERM 2022.2](#) / [Atividades de LAB - em construção](#) / [Roteiro 3 - Calorimetria](#)

Roteiro 3 - Calorimetria

Objetivos

Neste experimento, iremos determinar a capacidade térmica de um recipiente que constitui o calorímetro e também o calor específico de uma peça metálica, bem como avaliar as incertezas nestas medidas.

Introdução

Calor é o mecanismo pelo qual energia é transferida entre um sistema e seu ambiente por causa de uma diferença de temperatura entre eles. É também a quantidade de energia Q transferida por esse mecanismo. Essa energia transferida está em geral associada ao movimento (energia cinética) das partículas constituintes do sistema físico e é transferida entre o sistema e o seu ambiente pelos processos de radiação, condução e convecção.

Como calor é uma forma de energia, sua unidade pelo SI é o **joule (J)**. Entretanto, por razões históricas costumamos usar também a **caloria (cal)**, que é definida como o calor necessário para elevar a temperatura de um grama de água de $14,5^\circ\text{C}$ para $15,5^\circ\text{C}$. O valor equivalente de uma caloria em joules é dado pela relação:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Denominamos **calorimetria** o conjunto de técnicas e métodos dedicados à medição da quantidade de calor absorvido ou liberado por um sistema em um processo físico ou químico, como, por exemplo, em uma reação química ou em uma mudança de estado físico de uma dada substância. O **calorímetro** é um dos instrumentos utilizados na medição do calor envolvido em uma mudança de estado de um sistema. Tal mudança de estado pode envolver uma mudança de fase, de temperatura, de pressão, de volume, de composição química ou de qualquer outra propriedade associada a trocas de calor.

O calorímetro ideal consiste de um sistema termodinâmico **isolado e fechado** que não permite trocas de calor e matéria com o ambiente. Há um estado inicial em que se identificam dois ou mais sistemas separados, cada um com sua temperatura inicial, e há um estado final onde os sistemas que inicialmente estavam separados entram em contato térmico alcançando o equilíbrio termodinâmico. Nos calorímetros, em geral, a transferência externa de calor por condução é minimizada pelo uso de paredes de material isolante térmico e a transferência externa de calor por radiação é isolada por paredes refletoras, por exemplo, recobertas por material como o alumínio.

O princípio de funcionamento do calorímetro baseia-se na proporcionalidade direta entre a quantidade de calor Q e a variação de temperatura. A constante de proporcionalidade é denominada capacidade calorífica (capacidade térmica) C ($\text{cal}/^\circ\text{C}$ ou $\text{J}/^\circ\text{C}$). Podemos escrever:

$$Q = C(T_f - T_i) = C\Delta T \quad (1)$$

onde T_i é a temperatura inicial do sistema e T_f a temperatura final.

Podemos ainda definir uma grandeza associada apenas às características da substância que constitui o corpo, que independe de sua massa. Essa grandeza é denominada **calor específico** c ($\text{cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$ ou $\text{J}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$) e temos a relação direta $C = mc$ entre capacidade térmica e calor específico. Dessa forma, podemos reescrever a equação (1) como:

$$Q = mc(T_f - T_i) = mc\Delta T \quad (2)$$

Vamos considerar, por exemplo, o caso de uma amostra sólida de massa m_A e de calor específico c_A que é aquecida até uma temperatura T_A . Essa amostra A é colocada em um calorímetro, que é um recipiente de paredes adiabáticas e com capacidade térmica C , contendo uma quantidade de um líquido de massa m e de calor específico c (veja a Figura 1). O líquido e o calorímetro estavam inicialmente em equilíbrio térmico a uma temperatura $T_i < T_A$. Após um tempo, o sistema (amostra A + líquido + calorímetro) atinge o equilíbrio térmico a uma temperatura final T_f . Como as paredes do calorímetro são adiabáticas (não há troca de calor com o exterior), toda a troca de energia deve ocorrer entre a amostra A , o líquido e o calorímetro. Desse modo, podemos escrever que:

$$m_A c_A (T_f - T_A) + C(T_f - T_i) + mc(T_f - T_i) = 0 \quad (3)$$

Assim, a amostra A cede calor para o líquido e o calorímetro de modo que a soma total da transferência de energia permanece nula. Veja que o calor cedido é negativo e o calor recebido, positivo.

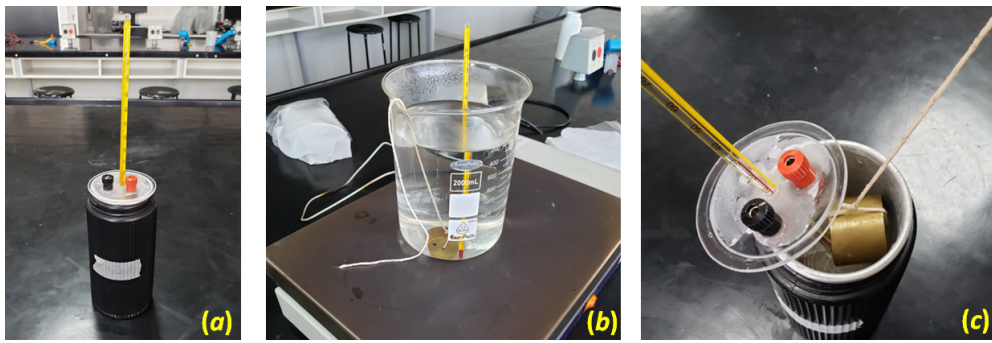


Figura 1: (a) Calorímetro. (b) Amostra sólida (peça metálica) sendo aquecida. (c) Amostra sólida aquecida sendo inserida no calorímetro com o líquido (água) em equilíbrio térmico com o calorímetro.

Procedimento Experimental

Materiais

- Calorímetro;
- Termômetro (ou termopar);
- Água;
- Balança;
- Chapa aquecedora;
- Peça de metal.

Métodos: Determinação da capacidade térmica do calorímetro

1. Meça a massa do calorímetro vazio (m_{cal}) com seu respectivo erro e anote na Folha de Dados (não esqueça de medir a massa do conjunto completo, ou seja, com a tampa).
2. Adicione água da torneira no calorímetro (menos da metade do volume total) e meça a massa do sistema (calorímetro mais a água fria), m_1 , com seu respectivo erro e anote na Tabela 1 da Folha de Dados.
3. Espere que o sistema água + calorímetro entre em equilíbrio, meça a temperatura da água (T_a) com o termômetro (ou termopar), com seu respectivo erro, e anote este valor na Tabela 1 da Folha de Dados.
4. Meça a temperatura da água quente (T_q) e o respectivo erro e anote este valor na Tabela 1 da Folha de Dados.
5. Transfira uma quantidade de água quente para o calorímetro e o tampe imediatamente (**cuidado ao manusear a água quente. Conte com a ajuda do(a) técnico(a) responsável**).
6. Meça a temperatura de equilíbrio do sistema (T_f) e a massa total (m_2), que é a massa do calorímetro com a da água. Anote estes valores na Tabela 1 da Folha de Dados, com suas respectivas incertezas.
7. Descarte a água utilizada na medida. Enxague o calorímetro com água fria para resfriá-lo. Então, repita os passos 2 a 6 para uma nova medida. Faça pelo menos três medidas das cinco indicadas na Tabela 1 da Folha de Dados.
8. Faça a análise dos dados coletados, onde as massas de água inicialmente fria e quente são $m_a = m_1 - m_{\text{cal}}$ e $m_q = m_2 - m_{\text{cal}} - m_a$, respectivamente. $\Delta T_q = T_f - T_q$ é a variação de temperatura da água quente e $\Delta T_a = T_f - T_a$ é a variação de temperatura do calorímetro + água fria.

Métodos: Determinação do calor específico de uma peça metálica

1. Meça a massa da peça metálica (m_M) com seu respectivo erro. Anote o material do qual você foi informado que ela é feita na Folha de Dados.
2. Coloque água da torneira no calorímetro (menos da metade do volume total) e meça a massa do sistema (calorímetro mais a água fria), m_1 , com seu respectivo erro e anote na Tabela 2 da Folha de Dados.
3. Espere que o sistema água + calorímetro entre em equilíbrio, meça a temperatura da água (T_a) com seu respectivo erro e anote este valor na Tabela 2 da Folha de Dados.
4. Coloque a peça de metal no recipiente de água quente e a deixe em banho maria. Meça a temperatura da água quente (T_q) e o respectivo erro e anote este valor na Tabela 2 da Folha de Dados. Essa temperatura será considerada a temperatura da peça metálica.
5. Transfira a peça metálica quente para o calorímetro com água fria e o tampe imediatamente. Aguarde até que o sistema alcance o equilíbrio térmico. Meça a temperatura final do sistema (T_f) com seu respectivo erro e anote na Tabela 2 da Folha de Dados (**Atenção! Deixe o(a) técnico(a) retirar e colocar a peça metálica do banho maria**).
6. Devolva a peça metálica para a água quente para aquecer novamente e descarte a água utilizada na primeira medida. Enxague o calorímetro com água fria e repita os passos anteriores para uma nova medida. Faça pelo menos três medidas das cinco indicadas na Tabela 2 da Folha de Dados.

7. Faça a análise dos dados coletados, onde $m_a = m_1 - m_{\text{cal}}$ é a massa da água fria, $\Delta T_q = T_f - T_q$ é a variação de temperatura da peça metálica e $\Delta T_a = T_f - T_a$ é a variação de temperatura do calorímetro e da água fria.

Referências

- [1] H. Moysés Nussenzveig, *Curso de Física Básica - 2*, Editora Edgard Blücher (1996).
- [2] A. A. Campos, E. S. Alves, N. L. Speziali, *Física experimental básica na Universidade*, Ed. UFMG (2008).
- [3] R. A. Serway, J. W. Jewett Jr., *Princípios de Física - vol. 2*, Cengage Learning (2004).
- [4] Paul A. Tipler, *Physics for Scientists and Engineers*, 4th Ed., W.H. Freeman, (1999).

Última atualização: quinta, 14 Jul 2022, 22:59

◀ Vídeo aula sobre variação de entropia em processos irreversíveis

Seguir para...

Folha de Dados 3.pdf (invisível) ▶



Este é o Ambiente Virtual de Aprendizagem da UFABC para apoio ao ensino presencial e semipresencial. Esta plataforma permite que os usuários (educadores/alunos) possam criar cursos, gerenciá-los e participar de maneira colaborativa.

Informação

[Conheça a UFABC](#)

[Conheça o NTI](#)

[Conheça o Netel](#)

Contato

Av. dos Estados, 5001. Bairro Bangu - Santo André /SP – Brasil. CEP 09210-580.

Siga-nos



Universidade Federal do ABC - Moodle (2020)

[Português - Brasil \(pt_br\)](#)

[English \(en\)](#)

[Português - Brasil \(pt_br\)](#)

[Obter o aplicativo para dispositivos móveis](#)