



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Determinación del calor específico de una sustancia

Apellidos, nombre	Atarés Huerta, Lorena (loathue@tal.upv.es)
Departamento	Departamento de Tecnología de Alimentos
Centro	ETSIAMN (Universidad Politécnica de Valencia)



1 Resumen de las ideas clave

En este objeto de aprendizaje se va a tratar el concepto de calor específico de una sustancia. Se sentarán los fundamentos de dicho concepto, y se describirá el denominado método de las mezclas. Este método es un procedimiento sencillo e intuitivo que permite determinar el calor específico de una sustancia. Tras la exposición de su fundamento teórico, se describirá paso por paso el modo de operación en el laboratorio. Además, se detallarán los cálculos necesarios para obtener resultados fiables.

2 Introducción

El calor específico (c) de una sustancia se define como la energía calorífica necesaria para que una cierta masa de esa sustancia, que inicialmente se encuentra a una cierta temperatura, eleve ésta en un cierto incremento de temperatura ^[1].

Así pues, las dimensiones de esta magnitud son

$$\frac{\text{Energía}}{\text{masa} \cdot \text{incremento de } T}$$

Las unidades que se tienen en el numerador son normalmente julios o calorías (las unidades de energía más utilizadas). La equivalencia entre ambas es $1\text{cal} = 4.18\text{J}$ ^[2]. Las unidades de incremento de temperatura pueden ser, indistintamente, °C o K, ya que un aumento de temperatura de 1°C equivale a un aumento de temperatura de 1K.

El flujo de calor que debe recibir una cierta masa de un fluido para aumentar su temperatura en un cierto incremento de T se calcularía según la siguiente ecuación:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Donde:

Q es el flujo de calor

m es la masa de sustancia

ΔT es el incremento de temperatura que sufre esa sustancia

La misma ecuación se utilizaría para calcular el flujo de calor desprendido por una cierta masa de una sustancia que se enfría.

El calor específico del agua es $1\text{cal/g}^\circ\text{C}$ ^[3]. Este valor es anormalmente alto debido a las peculiaridades de esta sustancia. A modo de ejemplo, calculemos el flujo de calor que sería necesario si tuviéramos 53g de agua inicialmente a 26°C y deseáramos aumentar su temperatura hasta 82°C.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 53\text{g} \cdot 4.18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} (82 - 26)^\circ\text{C} = 53\text{g} \cdot 4.18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 56^\circ\text{C} = 12406.24\text{J}$$



Esa misma cantidad sería el flujo de calor desprendido por 53g de agua que inicialmente se encuentra a 82°C y se enfría hasta 26°C.

3 Objetivos

Con la redacción de este artículo docente se persigue que los alumnos adquieran la capacidad de:

- Comprender el fundamento del método de las mezclas
- Hallar el calor específico de una sustancia utilizando el método de las mezclas

4 Desarrollo

Para comenzar, en el apartado 4.1. se va a exponer el fundamento del método de las mezclas, un método sencillo e intuitivo para la determinación del calor específico de una sustancia. Este método consiste en la mezcla de la sustancia problema con otra sustancia de calor específico conocido. A modo de ejemplo, supondremos que la sustancia cuyo calor específico queremos determinar es etanol (inicialmente frío), y la sustancia de calor específico conocido es agua (inicialmente caliente).

En el segundo subapartado (4.2.) se va a describir el procedimiento experimental que se seguiría para dicha determinación, haciendo énfasis en las precauciones necesarias para la obtención de resultados fiables.

4.1 Fundamentos del método de las mezclas

El método de las mezclas se fundamenta en la utilización de un calorímetro ^[4], un recipiente que permite un alto aislamiento térmico de cualquier sustancia contenida en su interior. En el interior de este recipiente, se mezclará el etanol frío con agua caliente, de modo que se podrá afirmar que el calor recibido por la sustancia fría para calentarse es igual al calor cedido por la sustancia caliente para enfriarse:

$$Q_{\text{ganado}} = Q_{\text{cedido}}$$

Como ya se ha comentado en la introducción, cada flujo de calor puede calcularse como el producto de la masa por el calor específico por el incremento de temperatura ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$). En adelante, vamos a utilizar el subíndice 1 para hacer referencia al fluido inicialmente frío (etanol, de calor específico desconocido) y el subíndice 2 para el fluido inicialmente caliente (agua, de calor específico conocido).

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_e - T_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_2 - T_e)$$

Ambos incrementos de temperatura se han considerado positivos ($T_2 > T_e > T_1$), puesto que al hablar de "calor ganado" y "calor cedido" el criterio de signos es innecesario. En esta ecuación, la única incógnita es c_1 , puesto que el calor específico del agua es conocido, las masas de ambos fluidos se determinan antes



de realizar la mezcla, y todas las temperaturas (de ambos fluidos inicialmente y de la mezcla de ambos al final) se han de determinar experimentalmente.

Vayamos ahora un paso más allá. Hasta aquí habíamos considerado que el calor cedido por el agua equivalía al recibido por el etanol. En realidad, hay un tercer elemento tomando parte en el intercambio de calor: el propio calorímetro. Considerar al calorímetro como un elemento que cede o que toma calor depende del procedimiento experimental que se siga. Supongamos que decidimos introducir en el calorímetro el fluido caliente en primer lugar. En ese caso, el calorímetro tomaría la temperatura del fluido caliente y consideraríamos que el conjunto de ambos cedería calor al fluido frío. Así pues, la aportación del calorímetro se debería tener en cuenta de este modo:

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_e - T_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_2 - T_e) + m_c \cdot c_c \cdot (T_2 - T_e)$$

Donde se ha considerado que el calorímetro cede calor y que el incremento de temperatura que sufre es el mismo que el que sufre el fluido caliente.

Al añadir la aportación del calorímetro, se hace necesario determinar experimentalmente su masa m_c . Además, se nos suma una nueva incógnita: el calor específico del calorímetro c_c . Para determinarla, se debe llevar a cabo la calibración del calorímetro. Esta calibración consiste en el mezclado de fluidos de c conocidos (por ejemplo, agua fría y caliente), de modo que la única incógnita en esta última ecuación sea c_c . Una vez aplicada la ecuación y determinado este valor, c_1 pasará a ser la única incógnita de la ecuación. Por lo tanto se podrá determinar c_1 , mezclando agua caliente con etanol frío y aplicando el valor determinado de c_c .

4.2 Procedimiento experimental

4.2.1 Calibración del calorímetro

Para la determinación del calor específico del calorímetro c_c , es necesario mezclar dos fluidos de c conocido. Normalmente se utiliza agua fría y agua caliente. El procedimiento consistiría en:

- Determinar la masa del calorímetro m_c
- Calentar agua hasta unos 80°C
- Pesarse unos 100g de agua caliente y anotar su masa m_2 . Conviene pesarla en el mismo calorímetro
- Medir la temperatura del agua caliente T_2 . Conviene medirla una vez en el calorímetro, para evitar el enfriamiento que supone el vertido. Mantener el calorímetro tapado.
- Pesarse unos 100g de agua fría, anotar su masa m_1 y medir su temperatura T_1 .
- Verter el agua fría en el calorímetro, tapar y medir la temperatura de equilibrio T_e .

Por último se aplica la ecuación, donde la única incógnita es c_c .

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_e - T_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_2 - T_e) + m_c \cdot c_c \cdot (T_2 - T_e)$$



Es conveniente repetir el procedimiento experimental como mínimo tres veces, de modo que se obtenga c_c como el valor promedio de las tres determinaciones. El valor de c_c suele ser bastante pequeño y por lo tanto el error experimental puede hacer que se obtengan valores negativos, que por supuesto no tienen sentido físico y deberán despreciarse.

4.2.2 Determinación del calor específico del etanol

La determinación del calor específico del etanol se llevaría a cabo a través del mismo procedimiento experimental que en la calibración del calorímetro. La única diferencia es que el fluido frío sería el etanol. Para hallar su calor específico c_1 se utilizaría de nuevo la misma ecuación, donde la única incógnita es c_1 ya que el calor específico del calorímetro se ha determinado previamente.

El calor específico del etanol será un valor obviamente positivo, y no tan elevado como el calor específico del agua.

5 Cierre

En este objeto de aprendizaje se han expuesto los fundamentos del método de las mezclas, un procedimiento sencillo y muy intuitivo para obtener el calor específico de una sustancia. Se ha ejemplificado este procedimiento suponiendo que la sustancia problema es etanol. Se ha descrito la necesidad de la calibración del calorímetro como paso previo a la obtención de resultados fiables.

6 Bibliografía

- [1] http://es.wikipedia.org/wiki/Calor_espec%C3%ADfico
- [2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Caloria>
- [3] http://es.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cula_de_agua
- [4] <http://es.wikipedia.org/wiki/Calor%C3%ADmetro>