



Entropía

TPL N°3

Objetivo:

- Investigar el concepto de entropía aplicado a calorimetría.
- Calcular y estudiar el cambio de entropía para un proceso.

Fundamentos teóricos: en un sistema cerrado, adiabático, el calor fluye espontáneamente desde los objetos calientes a los objetos más fríos y el cambio de energía para el sistema es cero. El calor entregado por una parte del sistema es igual al recibido por la otra parte. Sin embargo, el cambio total en la entropía no necesariamente es cero.

Para cualquier proceso espontáneo real, el cambio de entropía del sistema más el medio (o universo) debe ser mayor que cero.

$$\sigma = \Delta S_u = \Delta S_{sistema} + \Delta S_{medio} \quad (1)$$

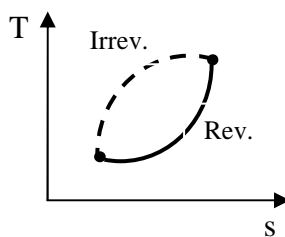
donde σ es la generación de entropía e igual al cambio de entropía del universo.

$$\sigma \begin{cases} > 0 & \text{proceso irreversible} \\ = 0 & \text{proceso reversible} \\ < 0 & \text{proceso imposible} \end{cases} \quad (2)$$

El cambio la entropía (ΔS) de un sistema se define en términos de la energía transferida (dQ) y la temperatura del objeto (T).

$$\Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{dQ}{T} \quad (3)$$

Notar que la entropía es una función de estado. Su variación sólo depende de los estados inicial y final, y no del proceso involucrado.



Para una experiencia de calorimetría, en la que se van a mezclar dos sustancias incompresibles se tiene:

$$dQ = mcdT \quad (4)$$

donde m es la masa y c es el calor específico.

Con esto, la ecuación (3) puede expresarse de la siguiente manera:

$$\Delta S = mc \int_{T_i}^{T_f} \frac{dT}{T} \quad (5)$$

Realizando la integral se obtiene la relación,

$$\Delta S = mc \ln \left(\frac{T_f}{T_i} \right) \quad (6)$$

En esta práctica de laboratorio, se mezcla agua caliente con agua fría en la taza de aluminio de un calorímetro. El agua fría y la taza tienen el mismo incremento de temperatura y deben considerarse, en conjunto, como una de las partes del sistema. La otra parte del sistema es el agua caliente que se agrega a la taza. El cambio de entropía para cada parte del sistema se calcula usando la ecuación (6).

El signo de (ΔS) no va a ser positivo para las dos partes del sistema. En general, un cambio positivo en la entropía indica un proceso que tiende a un estado de mayor desorden. Por la ecuación (3), si dQ es positivo, el cambio en la entropía es positivo, y esto implica (en esta experiencia) que la temperatura aumenta. Un objeto a una temperatura mayor está formado por moléculas moviéndose a mayor velocidad, y en general está en un estado de mayor desorden.

Elementos a utilizar:

- Un calorímetro.
- Calentador.
- Agua fría y caliente.
- Dos termocuplas.
- Una balanza.

Procedimiento:

- Medir la masa de la taza de aluminio del calorímetro. Sólo de la taza interna, que es la que cambia su temperatura y es parte del experimento. La taza externa del calorímetro sólo actúa como recipiente aislante.
- Agregar alrededor de 30 grs. de agua fría (asegurarse que no tenga hielo) dentro de la taza interna del calorímetro.
- Medir la masa de la taza más el agua fría y calcular la masa de agua fría.
- Introducir la taza con el agua dentro de la taza externa del calorímetro y medir la temperatura con la termocupla.
- Poner alrededor de 100 grs. de agua caliente en un recipiente aislado y medir su temperatura con la segunda termocupla.
- Medir las temperaturas con una resolución de $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Agregar 10 grs. de agua caliente en la taza del calorímetro. Mezclar y medir la temperatura final de equilibrio.
- Para verificar: colocar la termocupla que estaba en el agua caliente, en la mezcla y comprobar que mide la misma T que la otra termocupla.
- Retirar las termocuplas y medir la masa de la taza más el total del agua en su interior. Utilizar esta medición para calcular la masa de agua caliente agregada.

PARTE A: Energía

Resultados y discusión

- Calcular el cambio de temperatura, ΔT , de la taza de aluminio del calorímetro y el agua fría.
- Calcular el cambio de temperatura del agua caliente.
- Calcular la cantidad total de calor recibido por la taza de aluminio del calorímetro y el agua fría, Q_F .

- Calcular la cantidad total de calor entregado por el agua caliente, Q_C .
- ¿Qué porcentaje del calor suministrado por el agua caliente es entregado al agua fría y la taza?. Calcular la diferencia porcentual.

$$Diferencia\% = \frac{|Q_C| - |Q_F|}{|Q_C|} \times 100$$

- Si el porcentaje está por encima del 5 %, repetir las mediciones antes de pasar a la Parte B.

PARTE B: Entropía

- Calcular el cambio de entropía de la taza más el agua fría.
- Calcular el cambio de entropía del agua caliente.
- Calcular el cambio de entropía del sistema.

Conclusiones:

Analice los resultados. ¿Por qué considera que en la parte A se pide que el porcentaje sea menor a 5%?