

PROPIEDADES TÉRMICAS DEL AGUA

INTRODUCCIÓN

La termodinámica es una de las ramas de la física más grandes en la actualidad, sus aplicaciones van desde las primeras y simples* máquinas de vapor hasta ahora las modernas máquinas de combustión interna.

Por otra parte, el agua, el compuesto más abundante en la tierra y que además de su relevancia para el desarrollo de la vida en el planeta, es relevante por algunas características físico-químicas que hacen sin duda alguna una sustancia única y especial

OBJETIVOS

- Obtener los modelos gráficos de la energía en forma de calor suministrado (Q_{sum}) en función del incremento de temperatura (ΔT), y de la energía en forma de calor suministrado (Q_{sum}) en función de la temperatura (T) de la sustancia empleada.
- Obtener los modelos matemáticos de la energía en forma de calor suministrado (Q_{sum}) a una sustancia en función de la temperatura T y del incremento de temperatura ΔT que la sustancia experimenta.
- Calcular la capacidad térmica y la capacidad térmica específica de la masa de agua empleada.
- Determinar la temperatura de ebullición del agua en esta ciudad y comprobar que, a presión constante, la temperatura de la sustancia permanece constante durante los cambios de fase.

MATERIAL Y EQUIPO

- Parrilla eléctrica
- Calorímetro con tapa, agitador y resistencia de inmersión
- Vaso de precipitados de 600 [ml]
- Fuente de poder digital de 0 a 30 [V] DC y de 0 a 5 [A]
- 2 Cables de conexión de 1 [m]
- Termómetro de inmersión
- Tapón de hule
- Cronómetro digital
- Balanza de brazo triple
- Jeringa de 10 [ml]
- 150 [g] de agua

DESARROLLO

- 1 Registramos las características estáticas de los instrumentos indicados.

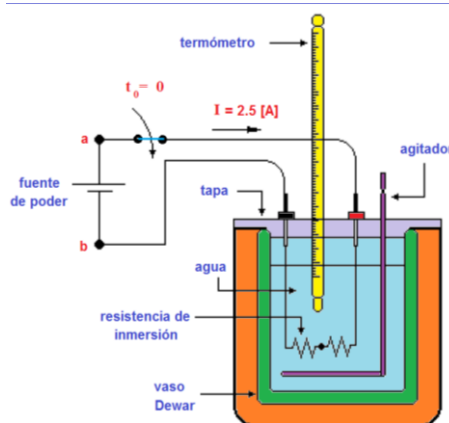
Instrumento	Rango	Resolución	Legibilidad
Termómetro de inmersión	-20 – 100 [g]	1°C	Buena
Balanza	0 – 610 [g]	.1 [g]	Buena

- 2 Medimos una masa de 150 [g] de agua líquida, suficiente para cubrir totalmente la resistencia de inmersión integrada a la tapa del calorímetro, la cual no debe energizarse si está fuera del líquido cuya temperatura se desea elevar.

NOTA: Ajustamos a cero la balanza.

masa de agua líquida: 0.150 [kg]

- 3 Armamos el dispositivo experimental mostrado en la figura 1, sin encender la fuente de poder, verificamos que los dos resistores que formaban la resistencia de inmersión estuvieran conectados en serie.



- 4 Verificamos que las dos perillas de la fuente de poder estén totalmente giradas en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj. Con giros pequeños de las dos perillas de la fuente hacer circular una corriente de 2.5 [A], abrimos el circuito en ese momento sin mover la posición de las perillas.

Intensidad de corriente eléctrica, $I =$ 2.5 [A]

Diferencia de potencial eléctrica, $V_{ab} =$ 6.6 [V]

Potencia eléctrica, $P = V_{ab} * I =$ 16.5 [W]

- 5 Agitamos ligeramente el contenido del calorímetro para que las propiedades del líquido sean homogéneas; medimos y registramos la temperatura inicial del líquido y tuvimos listo el cronómetro para medir el lapso Δt que permaneció energizado el circuito de la fuente y la resistencia de inmersión.

Temperatura inicial del líquido, $T_{inicial} =$ 21 [°C] = 294.15 [K]

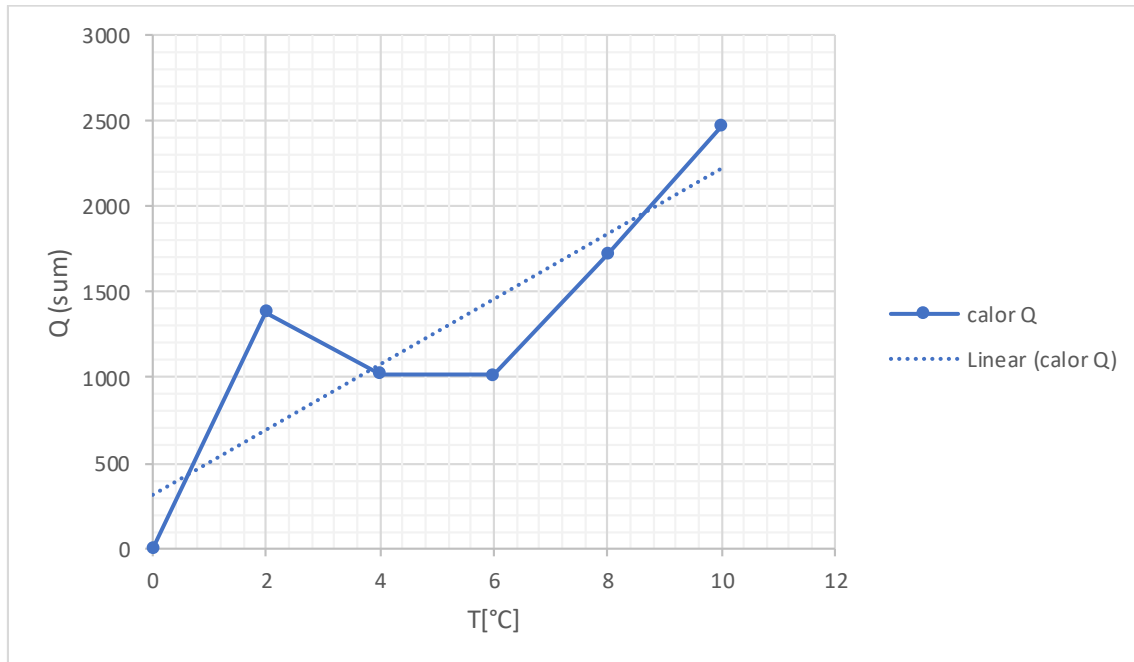
- 6 En el instante $t_0 = 0$ segundos: cerramos el circuito, atendimos al termómetro y pusimos en operación el cronómetro para registrar el lapso Δt [s] que había transcurrido desde que se cerró el circuito y en el que se alcanzó en el líquido un incremento $\Delta T = 2$ [°C] = 2 [K] en su temperatura. Agitamos suavemente el contenido del calorímetro durante la realización del experimento. No detuvimos el cronómetro cuyo funcionamiento fue continuo como el de la fuente de poder.
- 7 Procedimos de manera semejante, cuando el líquido en el calorímetro ha alcanzado un nuevo incremento de $\Delta T = 2$ [°C] = 2 [K]. Observamos que las lecturas del voltímetro y del amperímetro permanecieron constantes durante la realización del experimento. Con las mediciones realizadas, llene la tabla siguiente.

T [°C]	ΔT [°C]	Δt Lectura del cronómetro	Δt [s]	V _{ab} [V]	I [A]	P [W]
T ₀ = T inicial	0	0	0	0	0	0
T ₁ = T ₀ + 2°	2	1.4	84	6.6	2.5	16.5
T ₂ = T ₁ + 2°	4	1.1	66	6.5	2.5	15.5
T ₃ = T ₂ + 2°	6	1.09	65.4	6.5	2.5	15.5
T ₄ = T ₃ + 2°	8	1.86	111.6	6.5	2.5	15.5
T ₅ = T ₄ + 2°	10	2.65	156	6.5	2.5	15.5

8. Completamos el llenado de la siguiente tabla, calculando la energía proporcionada Q_{sum}. [J].

T [°C]	ΔT [°C]	Q _{sum} = P [J/s] * Δt [s]
T ₀ =	0	0
T ₁ =	2	1380
T ₂ =	4	1023
T ₃ =	6	1013.7
T ₄ =	8	1720.5
T ₅ =	10	2464.5

9. Trazamos el modelo gráfico y obtuvimos el modelo matemático $Q_{\text{sum}} [\text{J}] = f(T) [^{\circ}\text{C}]$ con la información de la tabla anterior y el método del mínimo de la suma de los cuadrados. Sobre el modelo gráfico trazamos la mejor recta obtenida con el modelo matemático.



valor de la pendiente = 190.49 [J/°C] valor de la ordenada = 314.47 [J]

10. Del modelo matemático obtenido en la actividad anterior, obtuvimos la capacidad térmica (C) y la capacidad térmica específica (c) con sus respectivas unidades en el SI, de la masa de agua empleada. Para lo anterior, comparamos el modelo matemático con el modelo teórico $Q_{\text{sum}} = m c \Delta T$.

Pendiente = (m)(C_c) C_c = pendiente/m

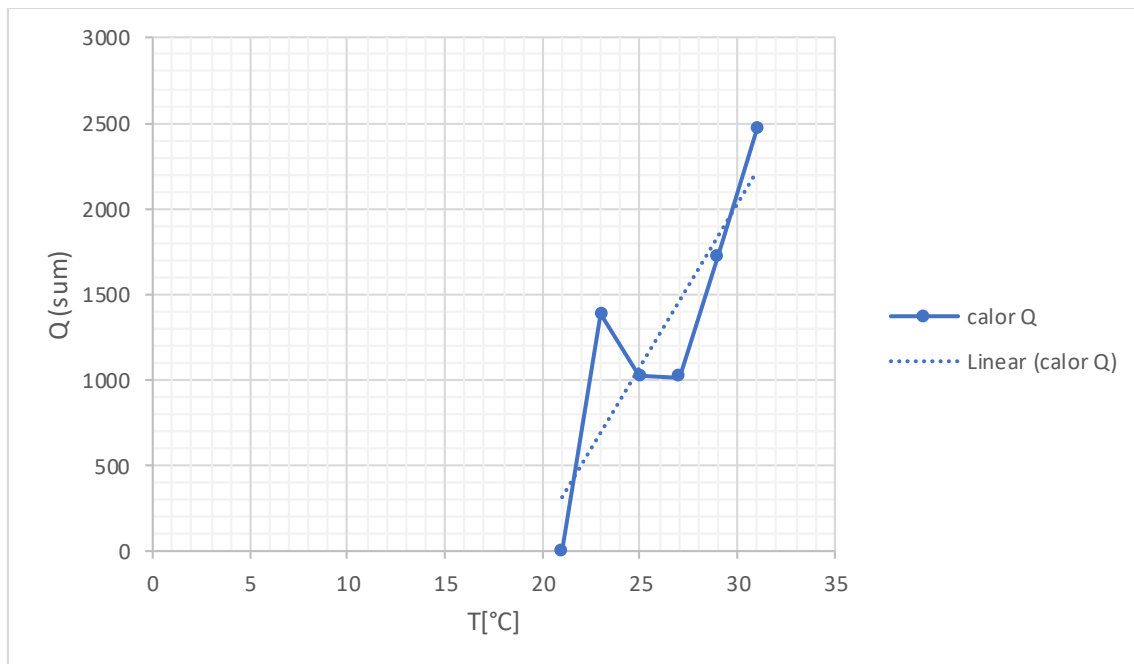
C = 190 [J/C°]

c = 1269.97 [J/(Kg°C)]

11. Trazamos el modelo gráfico y obtuvimos el modelo matemático $Q_{\text{sum}} [\text{J}] = f(T) [^{\circ}\text{C}]$ con las columnas de datos correspondientes de la tabla anterior y el método del mínimo de la suma de los cuadrados. Sobre el modelo gráfico trazamos la mejor recta obtenida con el modelo matemático.

Valor de la pendiente = 190.49 [J/°C]

Valor de la ordenada = -3685.93 [J]



12. Del modelo matemático obtenido en la actividad anterior, obtuvimos la capacidad térmica (C) y la capacidad térmica específica (c) con sus respectivas unidades en el SI, de la masa de agua empleada. Para lo anterior, comparamos el modelo matemático con el modelo teórico $Q_{sum} = m c T - m c T_0$

$$C = 190.49 \text{ [J/°C]}$$

$$c = 1269.97 \text{ [J/(Kg°C)]}$$

13. Colocamos 50 gramos de agua líquida en el vaso de precipitados, elevamos su temperatura empleando la parrilla y deje que el agua alcance su punto de ebullición en esta ciudad. Medimos el valor del punto de ebullición del agua con el termómetro de inmersión proporcionado.

$$\text{Temperatura de ebullición} = 90 \text{ [°C]}$$

$$\text{Temperatura de ebullición} = 363.15 \text{ [K]}$$

CUESTIONARIO

1. Escriba el modelo matemático del calor suministrado $Q_{\text{sum}} [\text{J}] = f(\Delta T) [^{\circ}\text{C}]$ para la masa de agua utilizada, indicando las unidades en el SI para cada término.

$$Q(\text{sum}) = 190.49 (\Delta T) + 314.47 [\text{J}]$$

2. Escriba el modelo matemático del calor suministrado $Q_{\text{sum}} [\text{J}] = f(T) [^{\circ}\text{C}]$ para la masa de agua utilizada, indicando las unidades en el SI para cada término.

$$Q(\text{sum}) = 190.49 (T) - 3685.93 [\text{J}]$$

3. ¿Cómo son las pendientes m y m' entre sí y cuánto valen? y ¿las ordenadas al origen b y b' ? de los modelos matemáticos obtenidos. Justifique sus respuestas.

En ambos modelos matemáticos la pendiente es la misma con un valor de 190.49 y las ordenadas diferentes la primera con un valor de 314.47 y la segunda (m') con 3685.93

4. Determinar el porcentaje de exactitud de la capacidad térmica específica del agua líquida obtenida experimentalmente, si se sabe que el valor patrón es $4186 [\text{J}/\text{kg } ^{\circ}\text{C}]$

$$\%EE = (|V_p - V_L|/V_p) \times 100 = 69\%$$

$$\%E = 31\%$$

5. ¿Cuál es la temperatura de ebullición del agua a la presión atmosférica de la CDMX? Explique su respuesta comparándola con la temperatura de ebullición a nivel del mar.

Experimentalmente obtuvimos que es aproximadamente 90°C en comparación a la temperatura de ebullición a nivel del mar es menor, ya que a nivel del mar es de aproximadamente 100°C

CONCLUSIONES

La presente práctica tuvo como principal objetivo conocer algunas características térmicas del agua de manera experimental y como a través de estos resultados al contrastarlos con los valores experimentales podemos notar propiedades como la temperatura de ebullición y etc.

Lo primero que cabe destacar es que el valor experimental obtenido para el calor específico del agua fue muy distinto al valor teórico, creemos que esto debió a las constantes caídas de corriente en nuestra fuente de voltaje al suministrar corriente al calorímetro, sin embargo, no podemos afirmar cual haya sido la causa de haber tenido tan poca exactitud en nuestro experimento.

Por otro lado, mediante el uso de modelos físico-matemáticos aprendimos a obtener valores experimentales como el calor específico a través de la pendiente de un modelo gráfico.

Para concluir, quisiéramos mencionar que en general esta práctica tiene diversos factores que pueden alterar nuestros resultados experimentales, los cuales para poder tenerlos más controlados deberíamos tener un equipo en mejor estado además de contar de una manera más precisa para medir los intervalos de tiempo cuando incrementaba la temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Paul E. Thippens. Física conceptos y aplicaciones, 7° edición. México, McGrawHill 2010.
- Gutierrez Aranzeta, Carlos; Introducción a la metodología experimental, 2da. Edición, México, Limusa Noriega, 2006.
- Frederick J. Bueche. Fundamentos de Física 1. México. McGraw Hill