



**UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA**

POWERED BY Arizona State University

Carreras:

**Ingeniería en Telemática
y Software**

Curso:

Física II

Integrantes y carné:

Juan Pablo Corella Villalobos

20190111625

Alois Wilfredo Tobal Altamirano

20210120692

Alberto Segura Abarca

20220110049

Helen Karina Ewers Oliva

20160130814

Docente:

GIOVANNI GERARDO BLANCO JIMENEZ

Fecha:

21 de julio de 2023

**Universidad Latina de Costa Rica
Laboratorio de Física General II**

Equilibrio térmico

Objetivos

1. Comprobar que, al poner en contacto dos cuerpos a diferentes temperaturas, se produce una transmisión de calor del cuerpo a mayor temperatura al de menor, hasta que las mismas se igualen (equilibrio térmico).
2. Familiarizarse con el uso de equipos de termología.

Introducción

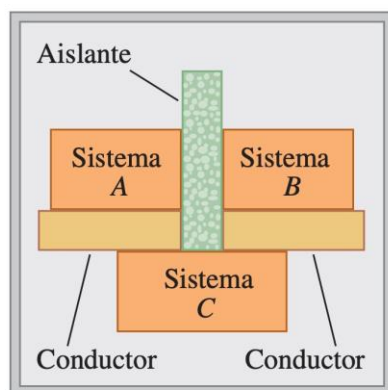
Para medir la temperatura de un cuerpo, colocamos el termómetro en contacto con él. Si queremos conocer la temperatura de una taza con café, introducimos el termómetro en él; al interactuar los dos, el termómetro se calienta y el café se enfría un poco. Una vez que el termómetro se estabiliza, leemos la temperatura. El sistema está en una condición de *equilibrio*, en la cual la interacción entre el termómetro y el café ya no causa un cambio en el sistema. Llamamos **equilibrio térmico** a dicho estado.

Si dos sistemas están separados por un material **aislante**, como madera, espuma de plástico o fibra de vidrio, se afectan mutuamente con más lentitud. Las hieleras portátiles se fabrican con materiales aislantes para retardar el calentamiento del hielo y de la comida fría en su interior, que tratan de llegar al equilibrio térmico con el aire veraniego. Un *aislante ideal* es un material que no permite la interacción entre los dos sistemas; evita que alcancen el equilibrio térmico si no estaban en él inicialmente. Los aislantes ideales son sólo eso: una idealización; los aislantes reales, como los de las hieleras, no son ideales, así que finalmente su contenido se calentará.

Marco teórico

Ley cero de la termodinámica Analice la siguiente figura.

a) Si los sistemas A y B están cada uno en equilibrio térmico con el sistema C ...



b) ... los sistemas A y B están en equilibrio térmico entre sí.

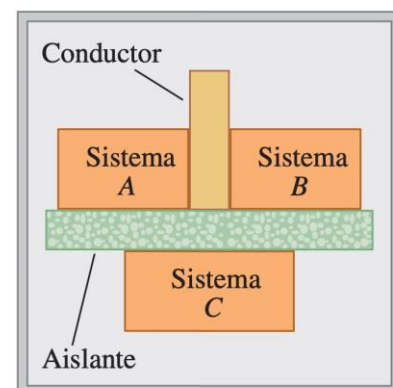


Figura 1. Ley cero de la termodinámica

De esta, es posible concluir que:

Si inicialmente C está en equilibrio térmico con A y con B, entonces A y B también están en equilibrio térmico entre sí. Este resultado se llama ley cero de la termodinámica.

La importancia de esta ley se reconoció sólo después de nombrarse la primera, segunda y tercera leyes de la termodinámica. Dado que es fundamental para todas ellas, el nombre “cero” pareció adecuado.

Finalmente, es posible indicar que:

Dos sistemas están en equilibrio térmico si y sólo si tienen la misma temperatura.

En esto radica la utilidad de los termómetros; un termómetro realmente mide su propia temperatura, pero cuando está en equilibrio térmico con otro cuerpo, las temperaturas deben ser iguales. Si difieren las temperaturas de dos sistemas, no pueden estar en equilibrio térmico.

Trabajo previo

Complete lo solicitado en cada uno de los recuadros.

Investigue como se definió la escala Celsius.

La escala Celsius, también conocida como escala centígrada, fue propuesta por el astrónomo y físico sueco Anders Celsius en 1742. La escala Celsius es una escala de temperatura termométrica en la que el punto de congelación del agua se define como 0 grados y el punto de ebullición se define como 100 grados, bajo una presión atmosférica normal, es decir, al nivel del mar.

Estos dos puntos de referencia se eligieron debido a su importancia en la vida cotidiana y su fácil replicabilidad para la calibración de termómetros. Al definir una escala con 100 grados entre estos dos puntos, Celsius también proporcionó una gran cantidad de precisión para la medición de la temperatura.

Es importante señalar que estas definiciones se ajustaron ligeramente con el desarrollo del Sistema Internacional de Unidades (SI). Hoy en día, la escala Celsius se define oficialmente en términos de la escala Kelvin, la escala de temperatura base en el SI. En esta escala, el cero absoluto — el punto teórico en el que todas las partículas materiales han dejado de moverse — se define como 0 K, y un incremento de 1 K es equivalente a un incremento de 1 grado Celsius. Por tanto, el punto de congelación del agua se define en la actualidad como 273,15 K, o lo que es lo mismo, 0 grados Celsius. De igual forma, el punto de ebullición del agua se define como 373,15 K, que corresponde a 100 grados Celsius.

De esta manera, aunque la idea original de Celsius de una escala basada en el agua sigue siendo la misma, la definición actual de la escala Celsius se basa en principios de física más fundamentales.

Investigue como se definió la escala Fahrenheit.

La escala Fahrenheit fue propuesta por Daniel Gabriel Fahrenheit, un científico polaco-alemán, en 1724. A diferencia de la escala Celsius, que se basa en los puntos de congelación y ebullición del agua, la escala Fahrenheit se definió originalmente utilizando tres puntos de referencia:

El cero de la escala Fahrenheit se definió como la temperatura más baja que Fahrenheit pudo alcanzar con una mezcla de hielo y sal, que es una forma común de producir temperaturas muy bajas.

El segundo punto de referencia era la temperatura de congelación del agua pura, que Fahrenheit definió como 32 grados.

El tercer punto de referencia era la temperatura del cuerpo humano, que Fahrenheit definió inicialmente como 96 grados para que la escala entre los puntos de congelación y corporal fuera divisible por 12. Sin embargo, esto fue ajustado más tarde a 98.6 grados para una mayor precisión.

De este modo, la escala Fahrenheit es una escala de temperatura no lineal y asimétrica, en contraste con la escala Celsius. Este es también el motivo por el cual las conversiones entre las dos escalas requieren ajustes no sólo en la proporción, sino también en el desplazamiento (la fórmula para convertir Fahrenheit a Celsius es $(F - 32) * 5/9$, y para convertir Celsius a Fahrenheit es $(C * 9/5) + 32$).

Hoy en día, la escala Fahrenheit se utiliza principalmente en los Estados Unidos y algunos territorios asociados. La mayoría del resto del mundo utiliza la escala Celsius para la mayoría de las aplicaciones de temperatura.

Investigue como se definió la escala Kelvin.

La escala Kelvin se define en términos del cero absoluto, que es teóricamente la temperatura más baja posible en el universo. A esta temperatura, todas las partículas materiales habrían cesado su movimiento, lo que significa que no habría energía térmica presente. El cero absoluto se define como 0 Kelvin.

La unidad de temperatura en la escala Kelvin, el kelvin (K), se define en términos del punto triple del agua. El punto triple de una sustancia es la temperatura y la presión únicas en las cuales la sustancia puede existir simultáneamente en sus estados sólido, líquido y gaseoso. Para el agua, este punto es a una temperatura de 273.16 K bajo una presión específica.

En 2018, la definición de Kelvin fue revisada. Antes de esta revisión, un kelvin se definía como la fracción $1/273.16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. Sin embargo, con la revisión del Sistema Internacional de Unidades (SI) en 2018, el kelvin ahora se define en términos de la constante de Boltzmann, una constante fundamental de la física que relaciona la energía de una partícula a su temperatura. Un kelvin se define ahora como igual a 1.380649×10^{-23} joules por kelvin.

Por lo tanto, a diferencia de las escalas Celsius y Fahrenheit, que se basan en puntos de referencia físicos, la escala Kelvin se basa en principios fundamentales de la física. Esta es una de las razones por las que la escala Kelvin se utiliza ampliamente en muchos campos científicos, incluyendo la física y la termodinámica.

Equipo

-Equipo de calentamiento, formado por:

Base soporte con taladro, varilla metálica, aro con vástago, nuez doble, rejilla con fibra cerámica y mechero de gas.

- | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| -Calorímetro | - Termómetro con cero desplazado | - Varilla de vidrio |
| - Tubo de ensayo grueso | - 2 vasos de precipitados de 250 mL | - Cronómetro |
| - 2 termómetros de -10 a 110 °C | - Cilindro metálico | - Guante térmico |

Procedimiento

1. Introduzca el termómetro dentro del tubo de ensayo grueso, y añada agua hasta una altura que no sobrepase la altura que va a tener el agua en el calorímetro, y coloque el conjunto dentro del vaso de precipitados vacío.
2. En el calorímetro, retire la tapa para las conexiones eléctricas, para después introducir por ese orificio el tubo de ensayo grande.
3. Mediante el equipo de calentamiento, caliente unos 150 mL de agua hasta unos 80 °C. Con ayuda del guante térmico, vierta el agua en el calorímetro, tápelo e introduzca el termómetro con cero desplazado, remueva suavemente con el agitador unos momentos y, transcurrido un minuto, anote en la tabla 1 la temperatura indicada por el termómetro.

4. Introduzca el tubo de ensayo grueso con el termómetro en el calorímetro, anotando previamente la temperatura indicada por el mismo. El montaje experimental debe verse tal y como se muestra en la figura 2.

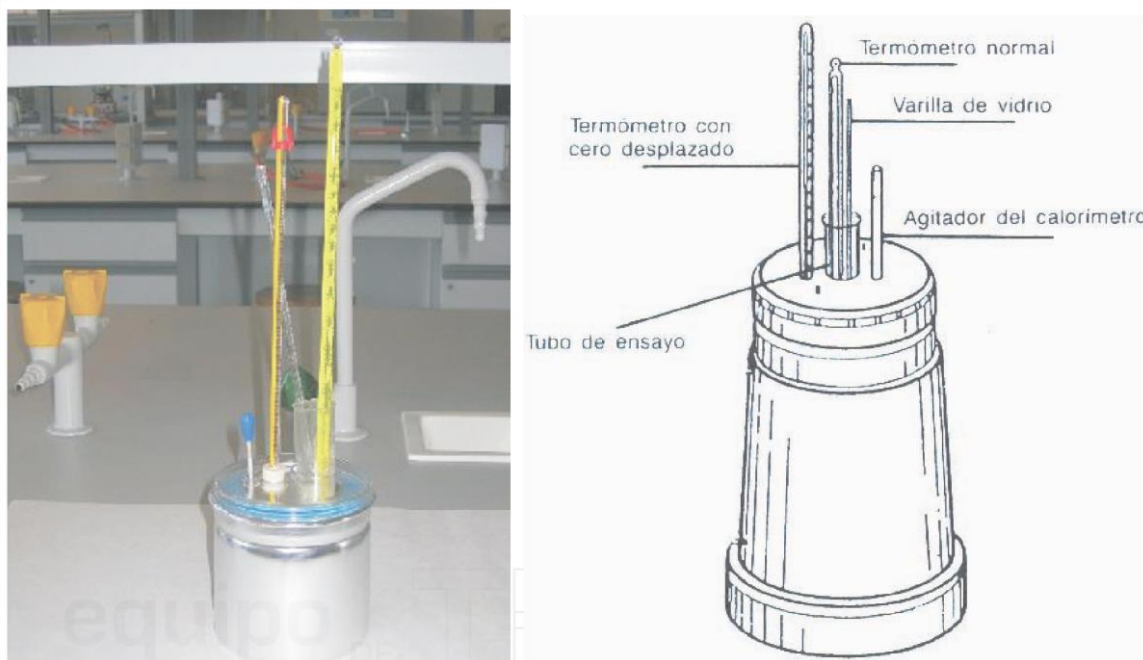


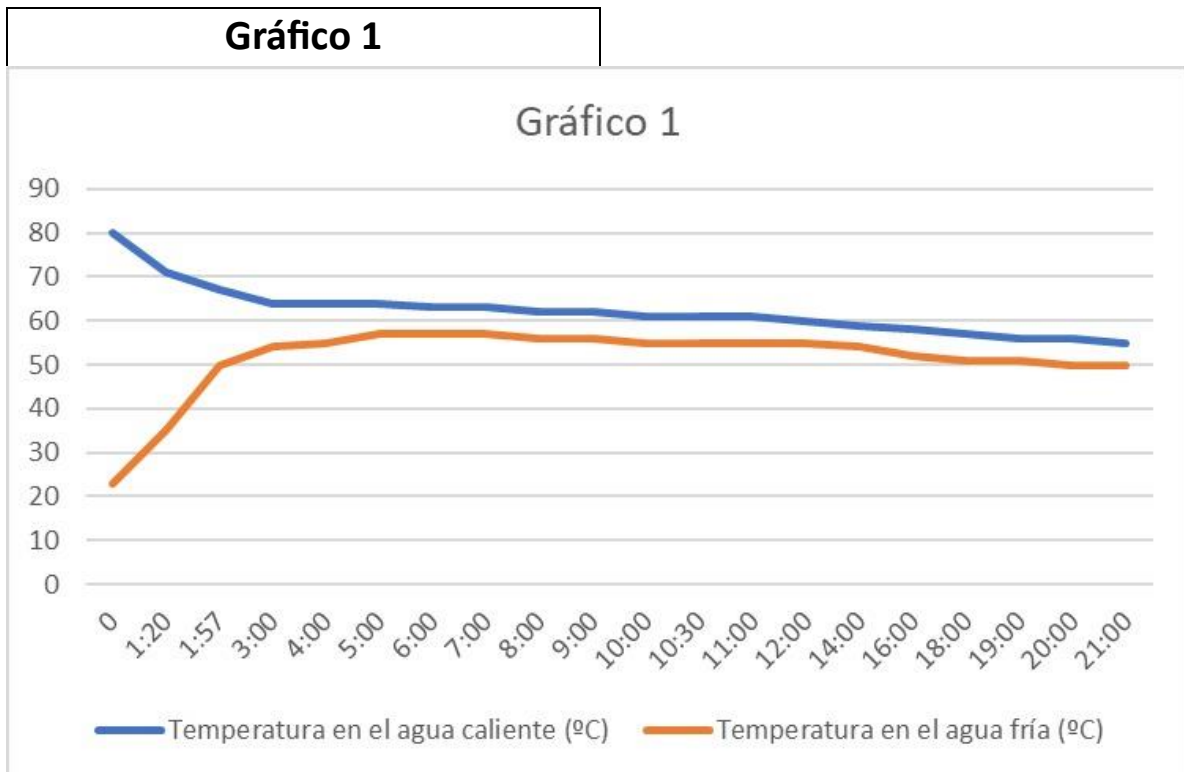
Figura 2. Montaje experimental

5. Mida la temperatura del agua en cada recipiente, cada 20 segundos, hasta que coincidan. Entre medias de cada lectura, agite constantemente con la varilla de vidrio el agua contenida en el tubo de ensayo grueso. Anote los resultados en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados experimentales

Tiempo (s)	Temperatura en el agua caliente (°C)	Temperatura en el agua fría (°C)
0	80	23
1:20	71	35
1:57	67	50
3:00	64	54
4:00	64	55
5:00	64	57
6:00	63	57
7:00	63	57
8:00	62	56
9:00	62	56
10:00	61	55
10:30	61	55
11:00	61	55
12:00	60	55
14:00	59	54
16:00	58	52
18:00	57	51
19:00	56	51
20:00	56	50
21:00	55	50

6. Realice un gráfico de temperatura contra tiempo para cada una de las sustancias. En el mismo gráfico, deben estar representadas ambas líneas. Se observará que las dos curvas coinciden en una ordenada, que es la temperatura de equilibrio. ¿Cuál es esa temperatura?

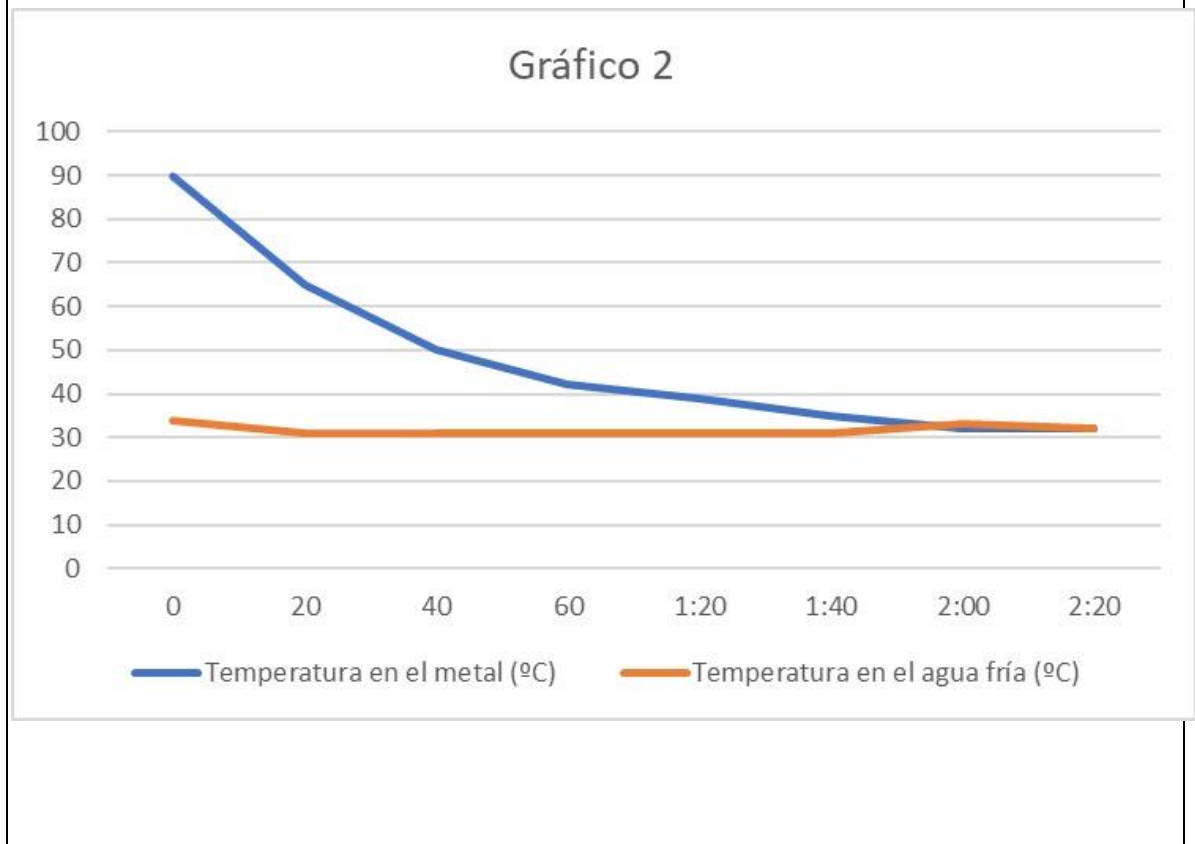


7. Repetir la experiencia, calentando el cilindro metálico a unos 90 °C por inmersión en agua caliente durante dos minutos, e introducirlo en el calorímetro conteniendo 100 mL de agua fría.

Tabla 2. Resultados experimentales

Tiempo (s)	Temperatura en el metal (°C)	Temperatura en el agua fría (°C)
0	90	34
20	65	31
40	50	31
60	42	31
1:20	39	31
1:40	35	31
2:00	32	33
2:20	32	32

Gráfico 2



Cuestionario

1. ¿Existe diferencia cuando se sumerge el metal en comparación con la inmersión del tubo de ensayo? Explique.

Sí, existe una diferencia y la principal está en cómo se comportan los objetos cuando están sumergidos en un fluido, que depende de su forma, densidad y si son huecos o sólidos.

Un metal sólido, como una barra de acero, tiene una densidad mucho mayor que la del agua. Cuando sumerges un objeto metálico sólido en agua, la fuerza de flotación (el peso del agua desplazada) es generalmente menor que el peso del objeto, por lo que se hunde. Esto se debe al Principio de Arquímedes, que establece que la fuerza de flotación en un objeto sumergido en un fluido es igual al peso del fluido que el objeto desplaza.

Por otro lado, un tubo de ensayo, que generalmente es un recipiente hueco de vidrio, es diferente. Aunque el vidrio en sí mismo es más denso que el agua, el tubo de ensayo también contiene aire, que es mucho menos denso que el agua. En consecuencia, el tubo de ensayo en su conjunto (el vidrio más el aire dentro de él) puede ser menos denso que el agua. Si este es el caso, cuando sumerges un tubo de ensayo en agua, la fuerza de flotación puede ser mayor que el peso del tubo de ensayo, y por lo tanto el tubo de ensayo flotará.

Además, la forma de los objetos puede afectar la forma en que interactúan con el fluido en términos de resistencia al movimiento y al flujo de fluido alrededor del objeto.

Por lo tanto, si estás realizando un experimento o un procedimiento que involucra sumergir objetos en un fluido, es importante tener en cuenta tanto la densidad del objeto como su forma.

2. En el experimento, ¿existe alguna influencia del calor ambiental? Explique

Sí, el calor ambiental puede tener una influencia significativa en un experimento de equilibrio térmico. Aquí hay algunas formas en que esto puede suceder:

Pérdida o ganancia de calor: Dependiendo de las condiciones del experimento, puede haber pérdida o ganancia de calor al ambiente. Si el sistema que estás estudiando está a una temperatura más alta que el ambiente, puede perder calor al ambiente hasta alcanzar el equilibrio térmico. Inversamente, si el sistema está a una temperatura más baja que la ambiente, puede ganar calor del ambiente.

Convección: Si el aire alrededor del experimento está en movimiento (por ejemplo, si hay un ventilador o un sistema de aire acondicionado en funcionamiento), esto puede aumentar la tasa de transferencia de calor entre el sistema y el ambiente. Este es un proceso conocido como convección.

Radiación: Todos los cuerpos con una temperatura por encima del cero absoluto emiten radiación térmica. Si el sistema y el ambiente están a diferentes temperaturas, habrá una transferencia neta de energía por radiación entre ellos.

Conductividad: La conductividad térmica de los materiales que componen el sistema y el entorno también puede afectar la tasa de transferencia de calor. Si los materiales son buenos conductores de calor, la transferencia de calor será más rápida.

Debido a estas y otras posibles influencias, es común en los experimentos de laboratorio utilizar métodos para minimizar la influencia del calor ambiental. Por ejemplo, se puede

usar un baño termostatzado para mantener constante la temperatura del ambiente, o se puede usar aislamiento térmico para minimizar la pérdida o ganancia de calor. Sin embargo, es importante recordar que es muy difícil eliminar completamente la influencia del calor ambiental.

3. En el desarrollo de la primera parte de la práctica ¿incide el vidrio del tubo de ensayo en los resultados? Explique.

Sí, el vidrio de un tubo de ensayo puede tener un impacto significativo en los resultados de una práctica de equilibrio térmico. Aquí hay algunas formas en que puede influir:

Conductividad térmica: El vidrio es un conductor térmico moderado, lo que significa que puede transferir calor relativamente bien en comparación con los aislantes, pero no tan eficientemente como los metales. Esto significa que cuando pones un tubo de ensayo de vidrio en un baño térmico, el calor se transferirá desde el baño a través del vidrio y hacia el interior del tubo de ensayo.

Capacidad calorífica: El vidrio tiene una capacidad calorífica específica, que es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una cierta cantidad de vidrio en un grado Celsius. Esto significa que el vidrio mismo se calentará y enfriará a medida que se transfiera calor hacia y desde el interior del tubo de ensayo, lo que puede influir en el tiempo que tarda el sistema en alcanzar el equilibrio térmico.

Espesor: El espesor del vidrio del tubo de ensayo también puede afectar la tasa de transferencia de calor. Un tubo de ensayo con paredes más gruesas tardará más en calentarse y enfriarse que uno con paredes más delgadas, todo lo demás es igual.

Efectos de radiación y convección: El vidrio es transparente a la radiación infrarroja, por lo que puede haber transferencia de calor por radiación a través del vidrio. Además, si hay una diferencia de temperatura entre el aire dentro del tubo de ensayo y el aire exterior, puede ocurrir una convección de calor a través del vidrio.

Por estas razones, al realizar un experimento de equilibrio térmico, es importante tener en cuenta el impacto potencial del vidrio del tubo de ensayo. Si es posible, es útil realizar un control, como un tubo de ensayo vacío, para determinar cuánto puede estar influyendo el vidrio en los resultados.

4. Considerando que el metal es conocido ¿se puede calcular su calor específico? Explique.

Sí, si se tiene un metal conocido y podemos realizar algunas mediciones durante un experimento, puedes calcular su calor específico. La capacidad calorífica específica (o calor específico) de una sustancia es la cantidad de calor que se necesita para aumentar la temperatura de una cierta cantidad de esa sustancia en un grado Celsius (o Kelvin).

Para calcular el calor específico de un metal, generalmente necesitarías realizar un experimento en el que midas la cantidad de calor transferido al (o desde) el metal y la cantidad correspondiente de cambio de temperatura. Aquí está un ejemplo de cómo podrías hacer esto:

Calienta un pedazo conocido del metal a una temperatura alta conocida, luego colócalo rápidamente en una cantidad conocida de agua a una temperatura más baja y mide la temperatura final del agua y del metal. Asegúrate de que el recipiente donde se realiza el experimento esté bien aislado para minimizar la pérdida de calor al ambiente.

La cantidad de calor que perdió el metal (q_{metal}) debe ser igual a la cantidad de calor que ganó el agua (q_{agua}), ya que el calor no puede ser creado ni destruido, sólo transferido (esto es una declaración de la primera ley de la termodinámica). Entonces, tienes que $q_{\text{metal}} = -q_{\text{agua}}$.

La cantidad de calor transferido puede ser calculada usando la fórmula $q = mc\Delta T$, donde m es la masa, c es el calor específico y ΔT es el cambio de temperatura (la temperatura final menos la inicial).

Resolviendo las ecuaciones anteriores para el calor específico del metal, obtendrías $c_{\text{metal}} = - (m_{\text{agua}} * c_{\text{agua}} * \Delta T_{\text{agua}}) / (m_{\text{metal}} * \Delta T_{\text{metal}})$.

Para realizar este cálculo, necesitarías conocer las masas del metal y del agua, el calor específico del agua (que es $4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$), y los cambios de temperatura del metal y del agua. Recuerda que el signo negativo es para indicar que el metal está perdiendo calor mientras que el agua está ganándolo.

Además, este experimento asume que no hay pérdida significativa de calor al ambiente, que no siempre es exactamente verdadero en la práctica. Por lo tanto, los resultados del experimento serían una aproximación del verdadero calor específico del metal. También es importante recordar que los valores específicos del calor pueden variar ligeramente dependiendo de la temperatura.

5. Escriba 3 aplicaciones que se le puede dar a la ley cero de la termodinámica en ingeniería.

La Ley Cero de la Termodinámica, que establece que si dos sistemas están en equilibrio térmico con un tercer sistema, entonces también están en equilibrio térmico entre sí, es fundamental para la definición y medición de la temperatura. Aquí hay tres aplicaciones de esta ley en ingeniería:

Diseño y análisis de sistemas de calefacción y refrigeración: La Ley Cero de la Termodinámica es crucial para entender cómo funcionan los sistemas de calefacción y refrigeración. Permite a los ingenieros predecir cómo cambiarán las temperaturas en diferentes partes del sistema con el tiempo y cómo diseñar sistemas para lograr un equilibrio térmico deseado. Por ejemplo, en un sistema de aire acondicionado, la ley cero ayuda a los ingenieros a diseñar el sistema para que pueda enfriar efectivamente el aire en una habitación hasta una temperatura deseada.

Diseño de instrumentos de medición de temperatura: La Ley Cero de la Termodinámica es la base para el funcionamiento de los termómetros y otros instrumentos de medición de temperatura. Un termómetro funciona porque se equilibra térmicamente con lo que está midiendo. Por ejemplo, cuando colocas la punta de un termómetro médico bajo tu lengua, la punta del termómetro se calienta hasta que su temperatura se iguala con la de tu cuerpo, permitiendo medir tu temperatura corporal.

Simulación y modelado de transferencia de calor: En ingeniería, se realizan a menudo simulaciones computacionales para modelar la transferencia de calor en sistemas complejos, como motores de automóviles, turbinas de gas, etc. La Ley Cero de la Termodinámica es esencial para estos modelos, ya que permite a los ingenieros calcular cómo se distribuirá el calor en el sistema con el tiempo y cómo se alcanzará el equilibrio térmico.

Estas son solo algunas de las muchas aplicaciones de la Ley Cero de la Termodinámica en ingeniería. Esta ley fundamental de la física juega un papel crucial en muchas áreas de la ingeniería y la ciencia.

Discusión de resultados

Para proporcionar una discusión de los resultados sobre una práctica de equilibrio térmico, necesitaríamos conocer los detalles y los resultados específicos de tu práctica. Sin embargo, puedo proporcionarte una estructura general y algunos puntos que puedes considerar al discutir los resultados de tal experimento.

Comparación con la teoría: ¿Tus resultados se alinean con lo que esperarías en base a la teoría del equilibrio térmico y la transferencia de calor? Por ejemplo, si estabas calentando o enfriando una sustancia, ¿encontraste que su temperatura cambiaba de la manera esperada? ¿Alcanzó eventualmente un estado de equilibrio térmico?

Variaciones y errores: Si hubo alguna variación entre tus resultados y lo que la teoría predice, ¿qué factores podrían haber causado esto? ¿Podría haber habido errores en tus mediciones de temperatura o en la cantidad de calor aplicado? ¿Podrían las pérdidas de calor al ambiente o a través de la convección haber jugado un papel? ¿Cómo podrías cuantificar estos errores y su impacto en tus resultados?

Control de variables: ¿Se mantuvieron todas las demás variables controladas durante el experimento? Por ejemplo, ¿el entorno se mantuvo a una temperatura constante? Si no, ¿cómo podrían estas variables no controladas haber influido en tus resultados?

Replicabilidad y consistencia: Si repetiste el experimento varias veces, ¿obtuviste resultados consistentes cada vez? Si hubo variaciones, ¿qué podría explicarlas?

Implicaciones y aplicaciones: ¿Qué implicaciones tienen tus resultados para la comprensión del equilibrio térmico y la transferencia de calor? ¿Cómo podrían aplicarse en situaciones prácticas o utilizarse para informar futuros experimentos o desarrollos en este campo?

En resumen, al discutir tus resultados, debemos considerar tanto la precisión de tus medidas y experimentos como las implicaciones teóricas y prácticas de tus hallazgos. Recordar también considerar cualquier limitación o posible mejora en el diseño de tu experimento.

Conclusiones:

Resultados principales: Comienza destacando los resultados más importantes de tu experimento. Por ejemplo, puedes mencionar cuánto tiempo tomó alcanzar el equilibrio térmico, la temperatura final que se alcanzó, o cualquier otro hallazgo relevante.

Alineación con la teoría: Comenta sobre si tus resultados se alinean o no con las teorías existentes sobre equilibrio térmico y transferencia de calor. Si hubo discrepancias, sugiere posibles razones para estas diferencias.

Influencia de factores externos: Evalúa cómo los factores externos pueden haber influido en tus resultados. ¿Podrían las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, haber afectado tus resultados? ¿Fue la conductividad térmica del material un factor significativo?

Implicaciones prácticas: Discute las posibles implicaciones prácticas de tus resultados. Por ejemplo, ¿tus hallazgos podrían tener implicaciones para la eficiencia de los sistemas de calefacción o refrigeración, o para el diseño de materiales con propiedades térmicas específicas?

Sugerencias para investigaciones futuras: Finalmente, puedes sugerir ideas para futuras investigaciones. ¿Existen aspectos de tu experimento que podrían explorarse más a fondo? ¿Qué otras preguntas relacionadas con el equilibrio térmico podrían ser interesantes para investigar en el futuro?

Referencias bibliográficas y electrónicas:

Para la definición de las escalas de temperatura:

- Atkins, P., & de Paula, J. (2010). *Physical Chemistry*. Oxford University Press. (Explora las bases físicas de las escalas de temperatura)
- Fahrenheit, D. G. (1724). *Experimenta & Observationes de Congelatione aquae in vacuo factae* a D. G. Fahrenheit, R. S. S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.

Acerca del equilibrio térmico y la transferencia de calor:

- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Wiley.

Qiu, G. (2007). *Introduction to Thermal Science*. Tsinghua University Press.

Sobre métodos experimentales en termodinámica:

- Goldstein, R. J., & Nag, P. K. (2017). *Experiments in Fluids and Thermal Sciences*. Springer.
- Tipler, P., & Mosca, G. (2018). *Physics for Scientists and Engineers*. W.H. Freeman and Company.

Para referencias en línea, los siguientes sitios web proporcionan información útil y confiable:

- **NIST:** El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos ofrece una gran cantidad de información sobre termodinámica y escalas de temperatura.
<https://www.nist.gov/>
- **Hyperphysics:** Este recurso en línea, mantenido por la Universidad Estatal de Georgia, proporciona explicaciones detalladas y visualizaciones de muchos conceptos en física, incluyendo la termodinámica. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/>
- **Khan Academy:** Ofrece una serie de lecciones y videos educativos sobre termodinámica.
<https://www.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics>

El presente informe fue elaborado por:

- _____, carnet # _____.
- _____, carnet # _____.
- _____, carnet # _____.
- _____, carnet # _____.
- _____, carnet # _____.