



Determinación del calor específico de materiales industriales utilizando simuladores en el proceso de enseñanza virtual

Determination of the specific heat of industrial materials using simulators in the virtual teaching process

Determinação do calor específico de materiais industriais por meio de simuladores no processo de ensino virtual

Isidoro Enrique Tapia-Segarra^I
itapia@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5569-7146>

Alan Mathias García-Ledesma^{III}
alancrack22@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9376-2762>

Fernando Vicente Cajamarca-Paz^V
fernapoliesPOCH@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1785-3088>

Mayra Alejandra Pacheco-Cunduri^{II}
mayra.pacheco@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6133-7809>

Hugo Alexander Padilla-Cauja^{IV}
derbeth41@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9193-3951>

Karla Vanessa Valdez-Sánchez^{VI}
kvvs@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2785-1772>

Correspondencia: itapia@esPOCH.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículos de investigación

***Recibido:** 16 de julio de 2021 ***Aceptado:** 30 de agosto de 2021 * **Publicado:** 07 de septiembre de 2021

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador.
- III. Investigador.
- IV. Investigador.
- V. Investigador.
- VI. Investigador.

Resumen

El calor específico físicamente se entiende como la cantidad de calor requerida para una unidad de cualquier material incremente su temperatura en una unidad de grado Celsius o Kelvin, siendo un concepto que va de la mano con la temperatura que puede ser definida como la sensación física producida cuando dos cuerpos entran en contacto. El calor específico varia en cada material ya sea de uso comercial o industrial, debido a que su estructura molecular incidirá en la transmisión del calor dentro del sistema de partículas, lo mismo ocurrirá en las condiciones en la que se lo mida ya sea temperatura o presión. Dado a que en S.I la unidad para el calor son Joules (J), se lo expresara en Joules por kilogramo y por grados kelvin $J/(kg \cdot ^\circ k)$.

Palabras Claves: Simulador; calor específico; temperatura; calor ganado; calor perdido; materiales industriales.

Abstract

Physically specific heat is understood as the amount of heat required for a unit of any material to increase its temperature by one unit of degree Celsius or Kelvin, being a concept that goes hand in hand with temperature that can be defined as the physical sensation produced. when two bodies come into contact. The specific heat varies in each material, whether for commercial or industrial use, because its molecular structure will affect the transmission of heat within the particle system, the same will happen in the conditions in which it is measured either temperature or pressure. . Given that in S.I the unit for heat is Joules (J), it will be expressed in Joules per kilogram and by degrees kelvin $J / (kg * ^\circ k)$.

Keywords: Simulator; specific heat; temperature; earned heat; lost heat; industrial materials.

Resumo

Por calor físicamente específico entende-se a quantidade de calor necessária para que uma unidade de qualquer material aumente sua temperatura em uma unidade de grau Celsius ou Kelvin, sendo um conceito que anda de mãos dadas com a temperatura que pode ser definida como a sensação física produzida. quando dois corpos entram em contato. O calor específico varia em cada material, seja para uso comercial ou industrial, pois sua estrutura molecular afetará a transmissão de calor dentro do sistema de partículas, o mesmo acontecerá nas condições em que

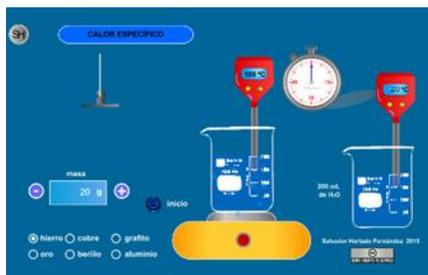
for medido seja temperatura ou pressão. Dado que em S.I a unidade de calor é Joules (J), ele será expresso em Joules por quilograma e em graus Kelvin $J / (kg * ^\circ k)$.

Palavras-chave: Simulator; calor específico; temperatura; calor ganho; calor perdido; materiais industriais.

Introducción

Como estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en estos 3 últimos ciclos hemos tenido problemas para la realización de laboratorios de las materias de Física I y II por la limitante de que no contamos con el acceso a las instalaciones de la universidad debido a la pandemia actual, es por ese motivo que todas las prácticas de laboratorio las hemos realizado por medio de simuladores virtuales, y en este periodo gracias al impulso de nuestro profesor de la asignatura de Física II Ing., Isidoro Enrique Tapia Segarra que nos motivó a realizar este artículo decidimos hacerlo y comprobar con el tema de calor específico si con el uso de simuladores podremos obtener los mismos resultados que se obtienen en un laboratorio real, para la realización de este experimento hemos encontrado un simulador virtual configurado con materiales de uso industrial mostrado en la figura 1.

Figura 1. Interfaz del Simulador



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Materiales y métodos

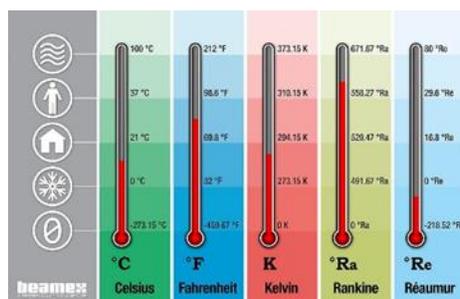
A. Objetivos de la experimentación

El objetivo de este experimento es comprobar si los datos obtenidos en la simulación son exactamente iguales o con un margen de error aceptable a los obtenidos en un laboratorio.

B. Conceptos básicos

Antes de la realización del estudio debemos tener presentes algunos conceptos de suma importancia para el tema como la temperatura y el calor, como bien sabemos tras estos años de estudio podemos definir como temperatura a la sensación física que nos produce un cuerpo cuando entablamos contacto con él las unidades que más utilizamos al medirla son lo Celsius ($^{\circ}\text{C}$), kelvin ($^{\circ}\text{K}$) y Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)

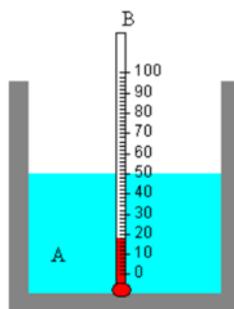
Figura 2. Escalas de Temperatura



Fuente: Laurila, 2017

Al hablar de calor por lo general nos referimos a la energía calórica, que se refiere a la cantidad de energía que se aumenta o disminuye a la energía total de un cuerpo, esto debido a la diferencia de temperatura, podemos medir el calor en unidades estándar de energía por ejemplo en el SI lo medimos como Joule (J) o otra forma de medición común es la caloría (cal)

Figura 3. Representación Gráfica de transferencia Calórica



Fuente: García, 2011

En física, se entiende por calor específico (también llamado capacidad térmica específica o capacidad calórica específica) a la cantidad de calor que se requiere para que una unidad de una sustancia incremente su temperatura en una unidad de grado Celsius[1]. El calor específico va a variar por el estado físico de la materia, es decir, es distinto si la materia se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso porque su particular estructura molecular incide en la transmisión del calor dentro del sistema de partículas. La cantidad de calor (Q) necesaria para variar la temperatura de una masa (m) de una sustancia proporcional al cambio en su temperatura (ΔT) y a dicha masa si lo expresamos en formula obtenemos:

Formula:1

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

donde c es un coeficiente de proporcionalidad conocida como calor específico y representa a la cantidad de calor necesario para elevar en 1°C la temperatura de 1 kg de una sustancia.

C. Fundamentos físicos

Se define calor específico c como la cantidad de calor que hay que proporcionar a un gramo de sustancia para que eleve su temperatura en un grado centígrado. En el caso particular del agua c vale 1 cal/(g °C) ó 4186 J/(kg °K).

La unidad de calor específico que más se usa es cal/(g °C) sin embargo, debemos de ir acostumbrándonos a usar el Sistema Internacional de Unidades de Medida, y expresar el calor específico en J/(kg•K). El factor de conversión es 4186.

Tabla 1. Calor Especifico teórico de los materiales a utilizar

| Material | Calor específico (J/ kg*K) |
|----------|----------------------------|
| Hierro | 450 |
| Oro | 130 |
| Cobre | 390 |
| Berilio | 1970 |
| Grafito | 710 |
| Aluminio | 880 |

Fuente: Koshkin N. I., Shirkévich M., (1975)

D. Estudio del simulador

El simulador es uno de acceso gratuito para todas las personas que tengan acceso a internet, el cual nos ofrece una variedad limitada de materiales, pero son más que suficientes para realizar esta comprobación entre estos materiales encontramos el: Hierro; Oro; Cobre; Berilio; Grafito y Aluminio los cuales podemos variar su peso en un rango de 20 a 75 en intervalos de 5 unidades, también consta de los siguientes elementos:

- 2 vasos precipitados de 200 ml
- 2 termómetros digitales
- 1 calefactor
- Hilo

E. Estudio teorico de los materiales a usar

Hierro

El hierro es uno de los metales más abundantes y probablemente más importantes en el campo industrial se caracteriza por ser muy maleable y alotrópico, es decir que cambia su estructura molecular dependiendo de su temperatura que se encuentre. Es uno de los metales en donde no se utilizan en estado puro o tan solo que se requiera aprovechar sus propiedades magnéticas

Es utilizando este como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material. La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. Se recomienda que no se permita que entre en el medio ambiente porque persiste en éste. Espada, (2021).

Propiedades

- El hierro tiene buena fluidez y moldeabilidad, excelente maquinabilidad y buena resistencia al desgaste.
- El hierro también reacciona de muchas otras maneras, con elementos que van desde el carbono, el azufre y el silicio hasta halógenos como el cloro.
- Presenta una alta conductividad térmica de modo que son utilizadas en utensilios de cocina

Usos en la industria

- El acero es indispensable debido a su bajo precio y tenacidad, especialmente en automóviles, barcos y componentes estructurales de edificios.

- El hierro en estado puro es usado para fabricar potentes electroimanes y láminas metálicas galvanizadas.
- El óxido férrico es utilizado para elaborar tintes rojos, especialmente la tonalidad conocida como rojo veneciano, y también sirve para pulir y para magnetiza cintas y discos.

Oro

El oro es uno de los metales más apreciados por el hombre. Por ello, es utilizado como símbolo de distinción y como reserva de valor económico perenne

Se trata de un elemento metálico no ferromagnético, cuyas características lo hacen idóneo para la fabricación de distintos tipos de objetos, ya que puede fundirse y retomar su dureza al enfriar. Uriarte, (2020).

Propiedades

- La densidad del oro es 19,3 veces la del agua a 20°C (68°F), tal que 1 m³ de oro pesa cerca de 19 000 kg (1 pie³, unas 1200 libras).
- Las masas del oro, al igual que otros metales preciosos, se miden en la escala Troy, la cual contiene 12 onzas por libra. Se funde a 1063°C (1947.97°F) y ebulle a 2970°C
- Es un buen conductor de calor y electricidad. Es el metal más dúctil y maleable. Pueden hacerse láminas transparentes, con espesor de 0.00001 mm con facilidad o estirarlo en alambres con pesos de 0.5 mg/m.
- Su calidad se expresa en la escala de finura como partes de oro puro por mil partes de metal total, o en la escala de quilate como partes de oro puro por 24 partes de metal total

Usos en la industria

- Sus aplicaciones industriales, especialmente en electrónica, consumen 10-15%. El remanente está dividido entre los empleos médicos y dentales.
- También se usa como trazador en el estudio del movimiento de sedimentos sobre el fondo oceánico y en los alrededores de los puertos.
- Todas las partes externas de los trajes espaciales y los módulos lunares están cubiertas por una fina capa de oro.

Cobre

El cobre puede pulirse hasta obtener un acabado brillante. el símbolo del elemento es Cu.

El cobre es el elemento número 29 en la tabla periódica y es un metal de transición. Tiene un número atómico de 29 y un peso atómico de 63.55 amu (unidades de masa atómica).

Propiedades

- EL cobre es un buen conductor térmico
- Resistente a la corrosión
- Antibacteriano
- Gran facilidad para unirse en soldadura
- Dúctil
- No magnético
- Fácil de Alear

Aplicaciones en la Industria

Como conductor eléctrico, térmico, Por su resistencia a la corrección, Como antibacteriano, Por su facilidad de unir y su Ductilidad, por no ser magnético, por su atractivo color. La demanda mundial crecerá 4.2% anual hasta 2019.

Berilio

El berilio es un metal que forma parte del grupo alcalinotérreo de tipo bivalente, éste se encuentra en la tabla periódica dentro del grupo 2, su número atómico es 4, su masa atómica es de 9,0122 y se representa como Be.

El berilio es un elemento sumamente escaso en el planeta y destaca por tener una alta densidad en proporción a su bajo peso. Esta propiedad le ha dado gran valor para la industria de la de la fabricación, especialmente en el área de la aeronáutica, la tecnología, energía nuclear y la salud.

Propiedades

- Presenta un punto de ebullición de 2970 °C, y un punto de fusión de 1278 °C.
- Organolépticamente, es un material de coloración grisácea oscura, de textura similar al vidrio, inodoro.
- Físicamente, es un gran conductor térmico y es un metal no magnético.
- Su densidad es de 1848 kg/m³.

Usos en la industria

Al ser sumamente ligero, el berilio se utiliza para formar aleaciones con otros metales. La aleación más común es berilio-cobre [9][10]. Y se utiliza para la fabricación de piezas que estarán sometidas a grandes pesos, cargas y temperaturas. Algunas de ellas son piezas de satélite, aviones, vehículos y maquinarias.

Grafito

El grafito es un material de carbono casi puro, de brillo metálico color negro. Procede de las rocas carbonosas y se extrae de las minas, especialmente del continente asiático.

Propiedades

- Tiene como propiedades que es un mineral suave, estable, inodoro y no tóxico
- No se funde en condiciones normales, sublimando a temperaturas del orden de 3.725 °C, siendo extremadamente refractario
- Es un magnífico conductor eléctrico en la dirección paralela a los planos y un aislante en la perpendicular.

Aplicaciones en la industria

Entre sus aplicaciones en el plano industrial el grafito dentro de las más comunes tenemos la fabricación de mina para lápices, pero hay muchas más, caso de la industria del automóvil, metalurgia, química, lubricantes o energía móvil.

En áreas como la automoción, podemos ver como se usa en materiales de fricción, escobillas y juntas. En el caso de las pastillas de freno y tambores, proporciona el coeficiente de fricción necesario a varias condiciones de operación, contribuyendo a mantener los niveles de temperatura, vibración y ruido, consiguiendo además que la velocidad de desgaste y el precio del producto estén dentro de unos límites aceptables. Jurado, (2018).

Aluminio

El aluminio es un elemento químico, de símbolo Al, es un metal un no ferromagnético blanco plateado, el elemento 13 en la tabla periódica. Lenntech, (2021). Un hecho sorprendente sobre el aluminio es que es el metal más extendido en la Tierra, que representa más del 8% de la masa central de la Tierra.

Propiedades

- Ligero
- Duradero
- Funcional

Aplicaciones en la Industria

Podemos encontrar aluminio en las casas en las que vivimos, en los automóviles que manejamos, en los trenes y aviones que nos llevan a largas distancias, en los teléfonos móviles y las computadoras que utilizamos a diario, en las estanterías de nuestros frigoríficos y en las modernas. Diseños de interiores, pero hace apenas 200 años se sabía muy poco acerca de este metal. Editor, (2019).

F. Estudio del comportamiento del material en el simulador

Para comenzar a utilizar el simulador debemos seleccionar el metal y la masa. Pulsar el botón inicio para sumergir el sólido en un baño de agua a 100°C. Esperar para que se alcance el equilibrio térmico. Automáticamente se sumergirá la muestra de sólido en 200 mL de agua a 20 °C. Espere y anote la temperatura de equilibrio.

Para la experimentación vamos a utilizar placas de 60 gramos de cada material y determinar su calor específico con la Ecuación 1 anteriormente dada y anotaremos sus datos en una tabla

Para la realización de los cálculos nos mantendremos en los estándares de medición del Sistema Internacional (SI), utilizaremos el principio de conservación de energía partiendo de la fórmula dada y realizando el siguiente despeje

$$Q_m = [-Q]_A \quad \text{Ec:1}$$

QA Es negativo ya que es la que absorbe la temperatura del material

$$t_{fA} = t_{fm} = t_f$$

$$m_m \cdot c_e_m \cdot \Delta T_m = [-(m)_a \cdot c_e_a \cdot \Delta T_A]$$

$$c_e_m = -(m_A \cdot c_e_A \cdot \Delta T_A) / (m_m \cdot \Delta T_m) \quad \text{Ec:2}$$

Los datos a usar en QA son

Tabla 2. Datos del Agua

| | |
|--|---|
| $T_o = 20^\circ\text{C} \rightarrow 293,15 \text{ }^\circ\text{K}$ | $Ce_A = 4186 \text{ J/ kg}^\circ\text{K}$ |
| $T_f = T_M$ | $M_A = 200\text{ml} \rightarrow 0,2 \text{ kg}$ |

Resultados

Hierro

Datos obtenidos del simulador

Tabla 3. Datos del Fe

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| To=100 °C → 373,15 | Tf=22,5 °C →295,65 °K | M=60g → 0,06 kg |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|

$$c_{e_m} = - \frac{0,2kg * 4186J * (295,65 - 293,15)°K}{(0,06kg)(295,65 - 373,15)°K}$$

$$c_{e_m} = 450,10 \frac{J}{Kg°K}$$

Figura4. Simulación del Hierro



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Oro

Datos obtenidos del simulador

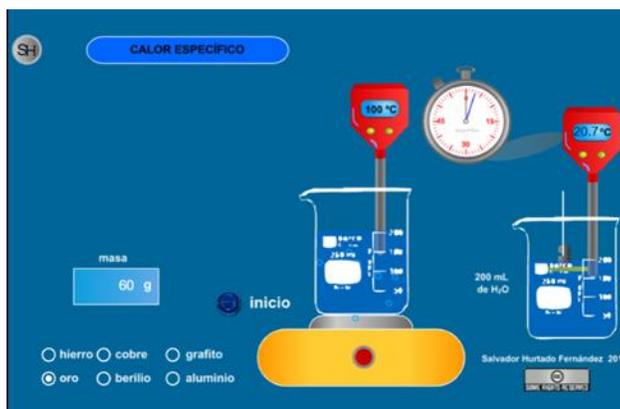
Tabla 4. Datos del Au

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| To=100 °C → 373,15 | Tf=20,7 °C →293,85 °K | M=60g → 0,06 kg |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|

$$ce_m = - \frac{0,2kg * 4186J * (293,85 - 293,15)^{\circ}K}{(0,06kg)(293,85 - 373,15)^{\circ}K}$$

$$ce_m = 123,16 \frac{J}{Kg^{\circ}K}$$

Figura 5. Simulación del Oro



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Cobre

Datos obtenidos del simulador

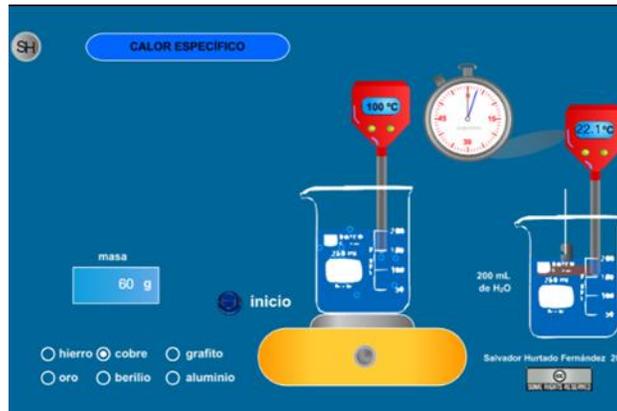
Tabla 5. Datos del Cu

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| To=100 °C → 373,15 | Tf=22,1 °C →295,25 °K | M=60g → 0,06 kg |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|

$$ce_m = - \frac{0,2kg * 4186J * (295,25 - 293,15)^{\circ}K}{(0,06kg)(295,25 - 373,15)^{\circ}K}$$

$$ce_m = 376,45 \frac{J}{Kg^{\circ}K}$$

Figura 6. Simulación del Cobre



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Berilio

Datos obtenidos del simulador

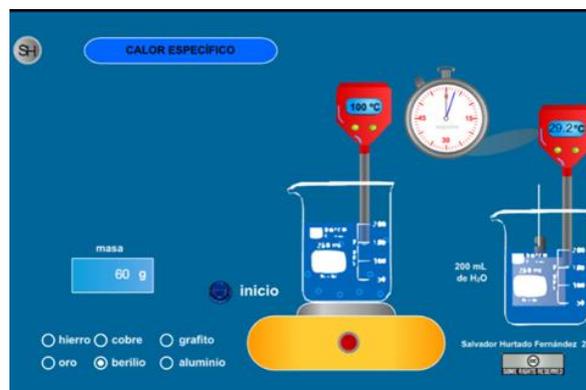
Tabla 6. Datos del Be

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| To=100 °C → 373,15 | Tf=29,2 °C →302,35 °K | M=60g → 0,06 kg |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|

$$c_{em} = - \frac{0,2kg * 4186J * (302,35 - 293,15)°K}{(0,06kg)(302,35 - 373,15)°K}$$

$$c_{em} = 1813,14 \frac{J}{Kg°K}$$

Figura 7. Simulación del Berilio



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Grafito

Datos obtenidos del simulador

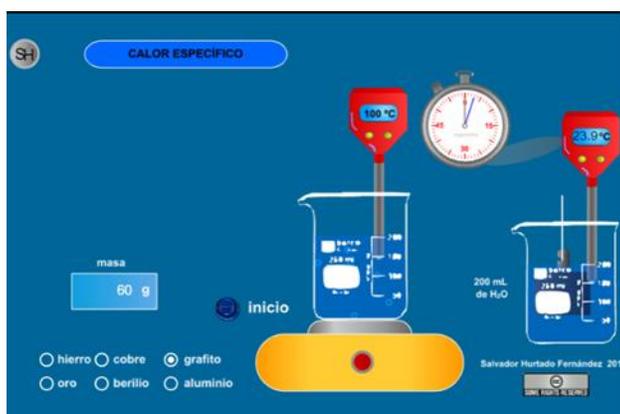
Tabla 7. Datos del Grafito

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| To=100 °C → 373,15 | Tf=23,9 °C →297,05 °K | M=60g → 0,06 kg |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|

$$ce_m = - \frac{0,2kg * 4186J * (297,05 - 293,15)°K}{(0,06kg)(297,05 - 373,15)°K}$$

$$ce_m = 650,91 \frac{J}{Kg°K}$$

Figura 8. Simulación del Grafito



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Aluminio

Datos obtenidos del simulador

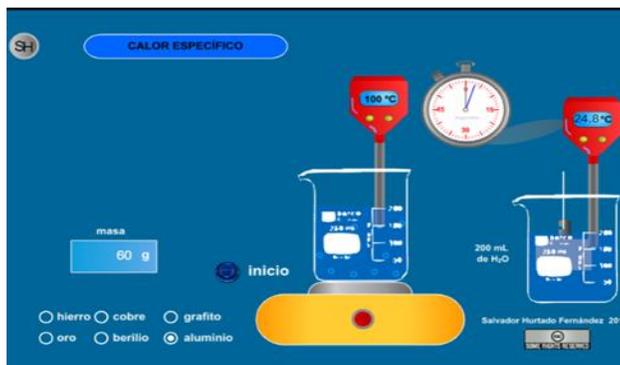
Tabla 8. Datos del Al

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| To=100 °C → 373,15 | Tf=24,8 °C →297,95 °K | M=60g → 0,06 kg |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|

$$ce_m = - \frac{0,2kg * 4186J * (297,95 - 293,15)°K}{(0,06kg)(297,95 - 373,15)°K}$$

$$ce_m = 890,63 \frac{J}{Kg°K}$$

Figura 9. Simulación del Aluminio



Fuente: Hurtado Fernández, 2015

Datos obtenidos del simulador

Tabla 9. Datos Obtenidos

| DATOS OBTENIDOS CON AYUDA DEL SIMULADOR | |
|---|-------------------------------|
| MATERIAL | CALOR ESPECIFICO (J/ kg*K) |
| Hierro | 450,10 |
| Oro | 123,16 |
| Cobre | 316,45 |
| Berilio | 1813,14 |
| Grafito | 715,08 |
| Aluminio | 890,63 |

Tabla 10. Datos Teóricos

| DATOS REALES | |
|--------------|-------------------------------|
| MATERIAL | CALOR ESPECIFICO (J/ kg*K) |
| Hierro | 450 |
| Oro | 130 |
| Cobre | 390 |

| | |
|----------|------|
| Berilio | 1970 |
| Grafito | 710 |
| Aluminio | 880 |

Fuente: Koshkin N. I., Shirkévich M. G.. Manual de Física Elemental. Editorial Mir 1975, pág 74-75

Cálculo de errores

Se calculará el error absoluto y porcentual y determinar si están dentro de los parámetros de error aceptado.

Se utilizarán las siguientes formulas de Huidobro y Campana, (2017); Laurila, (2017)

Error Absoluto

$$E_a = \bar{X} - X_i \quad \text{Formula 2}$$

Donde $\left\{ \begin{array}{l} E_a \rightarrow \text{Error Absoluto} \\ \bar{X} \rightarrow \text{valor real de medida} \\ X_i \rightarrow \text{valor experimental de medida} \end{array} \right.$

Error Porcentual

$$E_{\%} = \frac{E_a}{\bar{X}} * 100\% \quad \text{Formula 3}$$

Donde $\left\{ \begin{array}{l} E_{\%} \rightarrow \text{Error Porcentual} \\ E_a \rightarrow \text{Error Absoluto} \\ \bar{X} \rightarrow \text{valor real de medida} \end{array} \right.$

Hierro

Datos $\bar{X}=450$ (J/ kg*°K)
 $X=450,10$ (J/ kg*°K)

$$E_a = 450 \text{ (J/ kg * °K)} - 450,10 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_a = 10 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_{\%} = \frac{10 \text{ (J/ kg * °K)}}{450 \text{ (J/ kg * °K)}} * 100\%$$

$$E_{\%} = 2,2\%$$

Oro

$$\text{Datos } \begin{array}{l} \bar{X}=130 \text{ (J/ kg*°K)} \\ X=123,16 \text{ (J/ kg*°K)} \end{array}$$

$$E_a = 130 \text{ (J/ kg * °K)} - 123,16 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_a = 6,48 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_{\%} = \frac{6,48 \text{ (J/ kg * °K)}}{130 \text{ (J/ kg * °K)}} * 100\%$$

$$E_{\%} = 5,26 \%$$

Cobre

$$\text{Datos } \begin{array}{l} \bar{X}=390 \text{ (J/ kg*°K)} \\ X=316,45 \text{ (J/ kg*°K)} \end{array}$$

$$E_a = 390 \text{ (J/ kg * °K)} - 316,45 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_a = 73,55 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_{\%} = \frac{73,55 \text{ (J/ kg * °K)}}{390 \text{ (J/ kg * °K)}} * 100\%$$

$$E_{\%} = 3,47 \%$$

Berilio

$$\text{Datos } \begin{array}{l} \bar{X}=1970 \text{ (J/ kg*°K)} \\ X=1813,14 \text{ (J/ kg*°K)} \end{array}$$

$$E_a = 1970 \text{ (J/ kg * °K)} - 1813,14 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_a = 156,86 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_{\%} = \frac{156,86 \text{ (J/ kg * °K)}}{1970 \text{ (J/ kg * °K)}} * 100\%$$

$$E_{\%} = 7,96\%$$

Grafito

Datos $\bar{X}=710$ (J/ kg*K)
 $X=715,08$ (J/ kg*K)

$$E_a = 710 \text{ (J/ kg * K)} - 715,08 \text{ (J/ kg * K)}$$

$$E_a = 5,08 \text{ (J/ kg * K)}$$

$$E_{\%} = \frac{5,08 \text{ (J/ kg * K)}}{710 \text{ (J/ kg * K)}} * 100\%$$

$$E_{\%} = 0,72 \%$$

Aluminio

Datos $\bar{X}=880$ (J/ kg*K)
 $X=890,66$ (J/ kg*K)

$$E_a = 880 \text{ (J/ kg * °K)} - 890,63 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_a = 10,63 \text{ (J/ kg * °K)}$$

$$E_{\%} = \frac{10,63 \text{ (J/ kg * °K)}}{890 \text{ (J/ kg * °K)}} * 100\%$$

$$E_{\%} = 1,19 \%$$

Tabla de Errores

Tabla 11. Tabla de errores

| MATERIAL | ERROR ABSOLUTO | ERROR PORCENTUAL |
|----------|-------------------|---------------------|
| Hierro | 10 | 2,2% |
| Oro | 6,48 | 5,26% |
| Cobre | 13,55 | 3,47% |
| Berilio | 156,86 | 7,96% |
| Grafito | 5,08 | 0,72% |
| Aluminio | 10,63 | 1,19% |

Discusión y Conclusiones

Con el calculo de los errores podemos decir lo siguiente:

Los 6 materiales utilizados están en un margen de error aceptable en la física, al ser comparados con valores reales a una temperatura ambiente, por ende, podemos decir que si es factible su uso como herramienta de aprendizaje en el entorno de enseñanza virtual

Entonces una vez realizado el estudio podemos concluir lo siguiente:

- Todos los materiales tienen un error menor del 10% lo cual entra en el margen aceptado en la física experimental.
- En todos los materiales recomendaríamos en la totalidad el uso del simulador, sin embargo en el caso del Berilio usarlo moderadamente ya que es el material con el mayor porcentaje de error al momento de calcular.
- Las condiciones usadas en el Manual de Física Elemental de Koshkin N. I., Shirkévich M. G. son las mas acercadas a las condiciones en las que realizamos los cálculos.

Reconocimientos

Al Ing. Isidoro Tapia de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo por su gran apoyo y motivación que nos brindó para poder realizar este artículo que nos ayudara a tener una mejor interpretación tanto practica como teórica, la misma que servirá como guía a muchos compañeros que necesiten saber sobre el tema. Por habernos transmitido los conocimientos obtenidos y habernos ayudado paso a paso en el proceso de realización. Para que la redacción de este articulo fuera posible muchas fuentes de internet y textos nos brindaron una información muy clara y confiable en donde podíamos ir redactando y fundamentándolo con cálculos en caso que sea necesario. A nuestros compañeros de la materia de física II de la carrera de Ingeniería Industrial que aportaron de una manera muy técnica y responsable investigando cada aspecto del tema.

Referencias

1. COLUCCIO LESKOW, ESTEFANIA, (2021), Calor Específico - Concepto, unidades, fórmulas y ejemplos. Concepto [online]. 2021. [Accessed 12 August 2021]. Available from: <https://concepto.de/calor-especifico/>
2. Koshkin N. I., Shirkévich M. G.. Manual de Física Elemental. Editorial Mir 1975, pág 74-75
3. Espada, B. (2021). OKdiario. Retrived from <https://okdiario.com/curiosidades/caracteristicas-oro-830691>
4. Uriarte, J. (2020). Definicion y Caracteristicas. Retived from <https://www.caracteristicas.co/hierro/>
5. FLORES, OSCAR MANUEL, 2019, Cobre. :: Minería en Línea :: [online]. 2019. [Accessed 12 August 2021]. Available from: <https://mineriaenlinea.com/metales/cobre-14/>
6. CONCEPTOABC, (2019), Berilio. ConceptoABC [online]. 2019. [Accessed 12 August 2021]. Available from: <https://conceptoabc.com/berilio/>
7. JURADO, DAVID, (2018), EL GRAFITO Y SUS APLICACIONES INDUSTRIALES - Mi Patente. Mi Patente [online]. 2018. [Accessed 12 August 2021]. Available from: <https://www.mipatente.com/el-grafito-y-sus-aplicaciones-industriales/>
8. Lenntech B.V. Cobre (Cu) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente. Lenntech.es. Retrieved 13 August 2021, from <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm>.
9. Grupo Lontana. Aluminio, Información técnica, historia y propiedades • Alu-Stock S.A.. Alustock. Retrieved 13 August 2021, from <https://www.alu-stock.es/es/informacion-tecnica/el-aluminio/>.
10. Rodríguez Galbarro, H. (2017). Propiedades del Aluminio. Ingemecanica.com. Retrieved 13 August 2021, from <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn110.html>.
11. EDITOR. (2019). Grafito. :: Minería en Línea :: Retrieved 13 August 2021, from https://mineriaenlinea.com/rocas_y_minerales/grafito/.
12. Huidobro, J., & Campana, J. (2017). ¿Qué es el Grafito? Propiedades y Aplicaciones. Baterías de Grafeno: Precio y Características. Retrieved 13 August 2021, from <http://bateriasdegrafenopara.com/grafito-propiedades-aplicaciones/>.

13. Laurila, H. (2017). Unidades de temperatura y sus conversiones. Blog.beamex.com. Retrieved 12 August 2021, from <https://blog.beamex.com/es/unidades-de-temperatura-y-sus-conversiones>.
14. García, A. (2011). Determinación del calor específico de un sólido. Sc.ehu.es. Retrieved 12 August 2021, from <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/otros/calorimetro/calorimetro.htm>.

© 2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)