



INDEX OF LANGUAGE-ÍNDICE DE IDIOMAS

ESPAÑOL.....	2
ENGLISH.....	5

CALORÍMETRO DE JOULE

JOULE'S HEATING UNIT

REF. QLJ003

CALORÍMETRO DE JOULE

Artículos incluidos

- Calorímetro de Joule
- Manual de instrucciones

Otros artículos requeridos

- Fuente de alimentación DC (0-6 V)
- Reostato
- Amperímetro DC (0-2 A)
- Voltímetro DC (0-6 V)
- Termómetro
- Cables de conexión
- Llave del enchufe
- Balanza con pesas
- Cronómetro

Teoría

Cuando se hace pasar un flujo de corriente eléctrica a través de un conductor, se produce un aumento de temperatura de dicho conductor. Esto es debido a la generación de calor producida por la resistencia que opone el conductor al paso de la corriente eléctrica y es análogo al calor producido en un cuerpo en movimiento debido a la fricción.

Las leyes que gobiernan la producción del calor debido al paso de la corriente eléctrica fueron postuladas por Joule. Joule observó el aumento de temperatura producido por el paso de una intensidad determinada de

corriente eléctrica durante un tiempo determinado a través de una bobina de cable de resistencia conocida, inmersa en un calorímetro con agua y cuya temperatura inicial y capacidad térmica eran conocidas; a partir de estas observaciones, calculó el calor producido. Y realizando una serie de experimentos variando diferentes parámetros concluyó que:

- a. La cantidad de calor producida se duplica si se duplica la resistencia de la bobina, manteniendo el tiempo y la intensidad de corriente constantes.
- b. La cantidad de calor producida se cuadruplica si la intensidad de corriente se duplica, manteniendo la resistencia de la bobina y el tiempo constantes.
- c. Si se duplica el tiempo de flujo de la corriente a través de la bobina, la cantidad de calor producida también se duplica para la misma resistencia e intensidad de corriente.

Por tanto, si “H” es el calor producido por el paso de un flujo de corriente “I” a través de un conductor de resistencia “R” durante un periodo de tiempo “t”, entonces matemáticamente se expresa,

$$H = I^2 R t$$

Los mismos resultados se pueden derivar de la ley de Ohm.

Por definición, la diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor es de 1 Voltio si se realiza un trabajo de 1 Julio llevando una unidad de carga (1 Coulombio) de un punto al otro. Si “I” es la intensidad de corriente que fluye a través de un conductor durante un periodo de tiempo “t”, la

cantidad de carga “Q” que fluye a través del conductor se obtiene mediante la fórmula

$$Q=It$$

El trabajo de llevar la carga “Q” en contra de una diferencia de potencial de un voltio es = Julios

Además, el trabajo en contra de diferencia de potencial de “V” voltios (en Julios) es

$$W= VIt \dots\dots (1)$$

La ecuación (1) da la energía gastada por el conductor. Esta energía será convertida en calor.

Si “J” es el equivalente de calor, la definición sería,

$$\text{Calor producido} = \frac{W}{J} \text{Calories} = \frac{VIt}{4.186} \text{Calories} \quad (2)$$

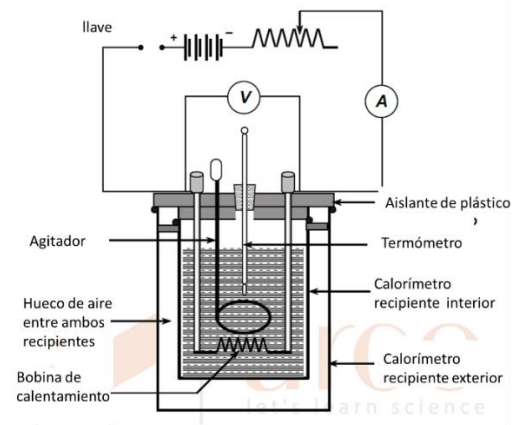
De ahí la constante de Joule= 4186J/Cal

También al ley de Ohm, V= IR

$$\therefore H = \frac{I^2 R t}{4.186} \text{Calories}$$

$$\Rightarrow H \propto I^2 R t$$

Descripción del aparato



Esquema 1: Organización experimental con el calorímetro de Joule

El aparato de Joule es utilizado para la determinación de un equivalente de Calor “J” (también llamada constante de Joule) mediante un método eléctrico usando el principio de calorimetría. El aparato consiste en dos recipientes cilíndricos de metal, sin costuras y con bordes laminados, los dos tienen diferente diámetro y tamaño. El recipiente más pequeño se sitúa en el interior del mayor, el hueco de aire entre las paredes de los recipientes es un aislante que reduce significativamente la pérdida de calor. Una bobina de alta resistencia está situada en el interior del recipiente pequeño y conectada con el aislante superior de plástico mediante dos uniones verticales, estos soportes verticales terminan en dos colores codificados en la superficie del aparato para poder conectar la bobina con una fuente de alimentación eléctrica. El plástico aislante tiene otros orificios uno para el agitador y otro para el termómetro.

Si “M” es la masa del calorímetro (con agitador), “W” es el agua equivalente, “m” es la masa de agua que contiene el calorímetro y las 1 y 2 son la temperatura inicial y final del agua respectivamente y contiene “H” dando la siguiente expresión.

$$H = (m + U)(\theta_2 - \sigma_1) \dots\dots\dots(4)$$

Hence, from equation (2)

$$J = \frac{VI t}{H} = \frac{VI t}{(m + U)(\theta_2 - \sigma_1)} \dots\dots\dots(5)$$

Si “S” es el calor específico del calorímetro, luego MSW=

Para la determinación del equivalente en agua o el calor específico del calorímetro, ver las instrucciones del calorímetro.

Determinación del equivalente mecánico de calor (J)

Procedimiento

1. Pesa el calorímetro completo (vacío) junto con el agitador utilizando una balanza apropiada. Esto te dará la masa del calorímetro (M).
2. Rellena el recipiente interior del calorímetro 2/3rd del nivel con agua y asegura que al cerrar el aislante plástico la bobina está completamente sumergida en agua.
3. Pesa el calorímetro de nuevo. Esta será la masa completa del calorímetro llenado con agua (M+m).
4. Realiza la organización experimental como se muestra en el diagrama 1.

5. Inserta el termómetro dentro del recipiente interior del calorímetro a través del hueco del plástico aislante y utilizando un tapón de goma para sostenerlo. Asegura que el botón terminal del termómetro está sumergido en el agua del recipiente interior.
6. Inicia el flujo de corriente insertando el enchufe en la llave y ajusta el reóstato para obtener una corriente de 1-2 A con una diferencia potencial de 6V. Apunta la temperatura inicial del agua (1), y lectura del amperímetro y voltímetro. Enciende el cronómetro.
7. La temperatura del agua dentro del calorímetro comienza a crecer. Agita el agua con el agitador continuamente. Ajusta cualquier variación del amperímetro y voltímetro para mantener su valor utilizando el reóstato.
8. Cuando la temperatura del agua haya aumentado hasta 100°C detén el cronómetro y desenchufa el aparato para detener la corriente eléctrica. Apunta la temperatura del agua (2). También apunta el tiempo marcado por el cronómetro para saber el tiempo que le ha costado alcanzar la temperatura con esa corriente a través de esa bobina.
9. Deja que la temperatura del agua descienda y apunta la temperatura en descenso (3) durante el mismo espacio de tiempo que ha marcado el cronómetro en el paso 8. Esto se realiza para corregir el valor de (2) del error de radiación.

JOULE'S HEATING UNIT

Items included

1. Joule's Calorimeter Apparatus
2. Instructions

Other items required

1. DC Power Supply (0-6V)
2. Rheostat
3. DC Ammeter (0-2^a)
4. DC Voltmeter (0-6V)
5. Thermometer
6. Connecting Wires
7. Plug Key
8. Physical Balance with weights
9. Stopwatch

Theory

When electric current is made to flow through a conductor, rise in temperature of conductor can be observed. This is due to the heat generation because of resistance offered by the conductor to the flow of electric current and is analogous to the heat produced on account of motion of a body against friction.

The laws governing production of heat on passage of electric current (i.e., heating effect of electric current) were given by Joule. On passing a known amount of current for a known time through a conducting coil of wire of

known resistance, immersed in a calorimeter containing water, whose initial temperature and thermal capacity were known, he noted the rise in temperature. From the observations, he calculated heat produced. From the results obtained through a series of experiments by varying the different parameters, he concluded that.

- a) Amount of heat produced gets doubled on doubling the resistance of coil, keeping current and time constant.
- b) Amount of heat produced becomes four times, if current is doubled, provided resistance of coil and time of flow of current remained constant.
- c) If time of flow of current through the coil is doubled, the amount of heat generated also becomes twice for same coil resistance and current.

Thus, if "H" is the heat produced on account of flow of current "I" through a conductor of resistance "R" for a time period "t", then mathematically

$$H = I^2 R t$$

Same result can also be derived from Ohm's law. Joule was not aware of Ohm's law, when he experimentally deduced his law for production of heat due to flow of electric current.

By definition, the potential difference between two points of a conductor is one volt if one joule of work is done in carrying a unit charge (of a coulomb) from one point to the other. If "I" is the magnitude of current that flows through a conductor of time "t", the quantity of charge "Q" that has flown through the conductor is given as

$$Q = It$$

The work done in carrying charge “ Q ” against a potential difference of one volt is = It joules.

Therefore, work done against a potential difference of “v” volts (in Joules) is

$$W = VIt$$

.....(1)

Equation (1) gives the energy spent in overcoming the resistance offered by the conductor. This complete energy is converted into heat.

If “J” is the mechanical equivalent of heat, then by definition,

$$\text{Heat produced} = H = \frac{W}{J} \text{Calories} = \frac{VIt}{4.186} \text{Calories}$$

Here, “J” is the Joule’s constant = 4186 J/Cal

Also, from Ohm’s law, $V = IR$

$$\therefore H = \frac{I^2 R t}{4.186} \text{Calories}$$

$$\Rightarrow H \propto I^2 R t$$

For better results, it is more desirable to use equation (2) than equation (3), since, resistance of conductor “R” in equation (3) varies significantly with the change in temperature.

Observations and calculations

1. Water equivalent of calorimeter =W=
2. Mass of empty calorimeter (in grams)=M=
3. Mass of Calorimeter filled with water (in grams) =M’=
4. Mass of calorimeter filled inside calorimeter (in grams)=m=M’ -M=
5. Ammeter reading (in Amperes)= I =
6. Voltmeter reading (in Volts) = V=
7. Initial temperature of water (in °C) =1=
8. Final temperature of water (in °C)=2=
9. Time for which current is passed (in seconds)=t=
10. Decreased temperature when it is allowed to fall for the same time duration “t” (in °C) =3=
11. Corrected final temperature after applying radiation correction (in °C) =4=

$$= \theta_2 + \frac{\sigma_3}{0} t$$
12. Rise of temperature = =4-1=
13. Mechanical equivalent of heat = $\frac{VIt}{(m + W)\theta}$?

Precautions

1. The turns of heating coil should not touch each other.
2. Constantly stir the water with stirrer when electric current is flowing through the coil.
3. In order to obtain better results, some other liquid of known specific heat such as oil can be used. In case of water, certain amount of electrolysis takes place which is quite insignificant when the voltage applied does not exceed 8-10 volts and resistance of coil is less than 2-3 ohms. Other advantages of using oil are (i) losses due to evaporation are small due to their low vapor pressure; and (ii) rise in temperature for a given amount of heat is more on account of low specific heat.

Description of apparatus

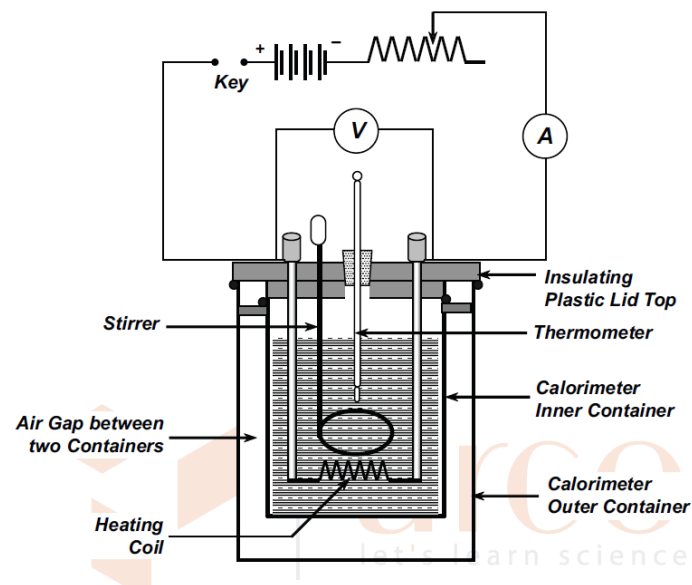


Diagram 1: Experimental setup with Joule's Calorimeter

Joule's apparatus is used for determination of Mechanical equivalent of Heat "J" (also called Joule's constant) by electrical method using the principle of calorimetry. The apparatus consists of two cylindrical shaped metal containers, having sea miles construction and rolled rims, both of different diameter and size. With the smaller container located inside larger one, the air gap between the walls of smaller and larger container provide sufficient insulation, which significantly reduces the heat loss. A high resistance coil is mounted to the underside of plastic top lid of containers through two binding posts, which ends in two color-coded 4mm socket terminals on upper side of lid and are used for connecting electrical

power source to the coil. Plastic lid also has holes for stirrer and mounting of thermometer.

If “M” is the mass of calorimeter (with stirrer) , W is the water equivalent of calorimeter “m” is the mass of water contained in calorimeter and, 1 and 2 are initial and final temperatures of water then heat taken by calorimeter and its contents “H” is given as

$$H = (m + U)(\theta_2 - \theta_1) \quad \dots\dots\dots(4)$$

Hence, from equation (2)

$$J = \frac{VI t}{H} = \frac{VI t}{(m + U)(\theta_2 - \theta_1)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

If “S” is the specific heat of calorimeter, then MSW=

For determination of water equivalent or specific heat of calorimeter, refer to operating instructions of calorimeter.

Determination of mechanical equivalent of heat (J)

Procedure

1. Weigh the complete calorimeter (empty) along with stirrer using a suitable weighing balance. This will give the mass of complete calorimeter (M).
2. Fill the inner container of calorimeter to about 2/3rd level with water and ensure that on closing the top lid coil is completely immersed in water.

3. Weigh the complete calorimeter again. This will give the mass of complete calorimeter filled with water (M+m).
4. Complete the experimental setup as shown in diagram 1.
5. Insert the thermometer inside the smaller inner container of calorimeter through a hole in the top lid using rubber stopper with a hole. See to it that bulb of thermometer is well immersed in water inside the container.
6. Start the flow of current by inserting plug in the key and adjust the rheostat so as to obtain a current of 1-2 A with a potential difference of about 6V. Note the initial temperature of water (1) , ammeter and voltmeter readings. Start the stopwatch.
7. The temperature of water inside calorimeter will start rising. Continuously stir the water with the stirrer. Adjust any variation in ammeter and voltmeter reading to keep their value steady using rheostat.
8. When the temperature of water has risen by about 10°C, stop the stopwatch and remove the plug from key to stop flow of electric current. Note the final temperature of water (2). Also note the stopwatch reading to obtain total time of flow of electric current through the coil.
9. Allow the temperature of water to fall and note the decreased temperature (3) during the same time duration as that noted in step 9, above. This is used to correct the value of 2 for radiation error.