



Laboratorio de Termodinámica

Departamento de Fisicoquímica

Facultad de Química, UNAM

Protocolo de la práctica

EQUIVALENCIA CALOR-TRABAJO

Objetivo

Introducir el tema de energía y ver las interrelaciones de sus diversas formas de manifestación.

Problema

Al introducir una resistencia eléctrica a un recipiente con agua por un determinado tiempo, la temperatura del agua aumenta. Por cada caloría que absorbe el agua ¿cuántos joules cede el dispositivo eléctrico?

Cuestionario previo

1. Dentro de las formas de manifestación de la energía se encuentran la energía térmica y la energía mecánica, defínelas y da sus unidades.
2. ¿Existe alguna relación entre la conservación de la energía y el equivalente mecánico del calor?
3. ¿Qué es un calorímetro a presión constante, volumen constante y temperatura constante? ¿Para qué se usan?
4. ¿Qué es la constante de un calorímetro? ¿Para qué se usa? ¿Cómo se determina?
5. ¿Qué es el equivalente mecánico del calor?

Material y reactivos	
1 calorímetro Dewar	1 resistencia eléctrica
1 probeta	1 vaso de precipitados
1 cronómetro	1 probeta
1 termómetro	agua del grifo

MEDIDAS DE SEGURIDAD

- El calentador eléctrico deberá estar sumergido en el agua antes de conectar a la toma de corriente; no sacar del agua mientras esté conectado, pues se quemará la resistencia.
- No tocar con las manos la parte metálica, y solamente tomarlo por el extremo aislado para evitar un choque eléctrico.

Desarrollo experimental

PRIMERA PARTE: Determinación de la capacidad térmica del calorímetro.

1. Colocar en un frasco Dewar 100 mL de agua fría (a temperatura ambiente).
2. Registrar la temperatura del agua cada 30 segundos durante 5 minutos (para que alcance el equilibrio térmico con el calorímetro).
3. Por otro lado, colocar en el vaso de precipitados de 600 mL, aproximadamente 400 mL de agua y calentar a ebullición con la resistencia eléctrica.
4. Transferir a una probeta 100 mL del agua que está hirviendo, registrar su temperatura (en la probeta) y añadirla al frasco Dewar al minuto 5.
5. Agitar la mezcla y continuar registrando la temperatura cada 30 segundos durante 5 minutos más.

Manejo de datos

Masa del agua fría (m_f) =

Masa del agua caliente (m_c) =

Capacidad térmica específica o calor específico del agua (c_{agua}) =

Temperatura del agua fría (θ_f) =

Temperatura del agua caliente (θ_c) =

Datos Experimentales			
Tiempo (min)	$\theta_{inicial}$ (°C)	Tiempo (seg)	$\theta_{inicial}$ (°C)
0.5		5.15	
1		5.30	
1.5		5.45	
2		6	
2.5		6.15	
3		6.30	
3.5		6.45	
4		7	
4.5		7.15	
5		7.30 ...	

Hoja de cálculo	
θ_{eq}	K dewar

Resolución al problema propuesto (primera parte)

(anexar hoja de cálculos)

1. Con los datos obtenidos, trazar una gráfica de temperatura vs. tiempo. Con ayuda de esta gráfica, determinar la temperatura inicial del agua fría, θ_f , y la temperatura de equilibrio, θ_{eq} .
2. ¿Cómo se calcula la variación de temperatura (en la determinación de la constante del calorímetro)? ¿Por qué?
3. Calcular la constante del calorímetro (Dejar) Kdewar.

SEGUNDA PARTE: Determinación del equivalente calor-trabajo.

1. Colocar 300 mL de agua en el Dewar.
2. Medir y registrar la resistencia del dispositivo eléctrico y el voltaje.
3. Introducir el agua al dispositivo sin encender así como el termómetro a través del tapón de hule, tapando bien el Dewar.
4. Registrar la temperatura inicial.
5. Conectar el dispositivo eléctrico y mantenerlo así durante un intervalo de tiempo entre 10 y 100 s. (refrescar cuando la temperatura del agua se incremente hasta 50°C)
6. Transcurrido el tiempo, desconectar el dispositivo y agitar suavemente el sistema.
7. Registrar el tiempo que estuvo encendido y la temperatura final.
8. Repetir el experimento 15 veces con otros tiempos.

Manejo de datos

Voltaje = _____ volts

Resistencia = _____ ohms

Datos Experimentales		
Tiempo (s)	T inicial	T final
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		
70		
75		
80		
85		

90		
95		
100		

Realizar 9 eventos.

Hoja de cálculos				
Tiempo (s)	$\Delta\theta$ (°C)	Trabajo eléctrico W elec (J)	Calor absorbido Q abs (cal)	Equivalencia calor-trabajo W/Q (joules/cal)

Resolución al problema propuesto (anexar hoja de cálculos)

1. ¿Cuál es el valor promedio de la equivalencia calor-trabajo, W/Q?
2. Elaborar una gráfica del trabajo realizado (W) vs. el calor absorbido (Q).
3. ¿Qué tipo de comportamiento se observa?
4. ¿Qué información proporciona el gráfico?
5. Dar la interpretación a la información que da la gráfica
6. ¿Qué información de la gráfica nos da la relación de equivalencia calor-trabajo? ¿Cuáles son sus unidades?
7. Esta pendiente se conoce como equivalencia calor-trabajo. Calcular el porcentaje de error del valor experimental del equivalente calor-trabajo y compararlo con respecto al valor teórico de 4.184 joules/caloría.
8. ¿Cómo afectaría al resultado no tomar en cuenta el calor que absorbe el calorímetro?

MANEJO DE RESIDUOS

- Se recomienda el uso de un depósito con el propósito de coleccionar el agua usada durante el trabajo experimental y reutilizarla.

Bibliografía

Manual de prácticas de Laboratorio de Física II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I. P. N.
 Inscho, Paul. The Physics Teacher, Vol. 30 Sept. (1992) 372.
 Weber, Neff. The Physics Teacher, Vol. 30 Nov. (1992) 507.
 Galloway, L. A. and Wilson, J. F. The Physics Teacher, Vol. 30 Nov. (1992) 504.

MULTÍMETRO

- 1.- Si se mide resistencia, poner el selector de multímetro en Ω (K Ω) y en la escala de 200 para protección del aparato. El negro va a tierra () y el rojo en : V- Ω -frecuencia; juntar las puntas sin tocar con la mano y verificar que la lectura sea cero o casi cero.
- 2.- Poner las puntas en la clavija de entrada de la resistencia sin que se toquen entre sí (las puntas o juntas se colocan indistintamente) y hacer la lectura de resistencia.
- 3.- Medir el voltaje (V).- Poner el selector del multímetro en V, en la escala de 200 y en AC (corriente alterna), con el botón superior derecho (AC/AD) y aparece en pantalla AC, hacer lectura de voltaje (V).

NOTA.- Los datos del protocolo original son:

Voltaje en Ciudad Universitaria: 126 volts

Resistencia, viene indicada en el instrumento, por ejemplo 37 Ω .

ACTIVIDADES SUGERIDAS PARA COMPLEMENTAR EL TEMA DE CALOR TRABAJO

Reflexionar y responder

1. Si el trabajo realizado es de un joule y éste se emplea exclusivamente en “calentar”, ¿cuál es el valor equivalente en calorías?
2. En un calorímetro como el usado por Joule que contiene dos litros de agua ($\rho = 1 \text{ g mL}^{-1}$) se dejan caer diez veces dos pesas de mil gramos cada una, las cuales descienden quince metros.
¿Cuál es la variación de temperatura del agua en $^{\circ}\text{C}$?
3. En un recipiente de 250 g de aluminio ($c_{Al} = 0.212 \text{ cal g}^{-1}\text{C}^{-1}$) se colocan 500 mL de agua a 18°C y con una resistencia que opera a 400 W se calienta el agua hasta una temperatura de 30°C . ¿Cuánto tiempo (min) tarda la resistencia en calentar el agua ($c_{agua} = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)?
4. ¿Qué es potencia eléctrica y qué unidades tiene?
5. A partir de la ley de Ohm, la intensidad de corriente y la potencia, encontrar una relación entre la potencia, la resistencia y el voltaje.
6. ¿Cómo se miden la resistencia y el voltaje?

Aplicación de lenguaje termodinámico

1. ¿Qué tipo de paredes tiene el Dewar?
2. ¿Cuál es el sistema en estudio?
3. Clasificar el sistema de trabajo de acuerdo al número de fases que presenta.
4. Clasificar el proceso si el “calentamiento” del agua ocurre a presión constante.