

# **CAPACIDAD TÉRMICA**

## **Practica 6**

## Objetivos

- ❖ Que el alumno comprenda los conceptos de capacidad térmica y capacidad térmica específica.
- ❖ Que logre visualizar la influencia de este concepto en diferentes fenómenos cotidianos
- ❖ Que además mediante una interacción energética entre dos sustancias pueda identificar a la propiedad característica de los materiales que permite modificar su temperatura en forma particular
- ❖ Distinguir las unidades en las cuales pueden ser expresadas.

# Cuestionario previo

- ▶ 1.- Si en una misma fuente de energía se colocan un gramo de agua y un gramo de metal durante el mismo tiempo, ¿cuál de las siguientes aseveraciones es correcta?
  - a) las dos sustancias elevan de igual forma su temperatura
  - b) el agua eleva más su temperatura
  - c) el metal eleva más su temperatura

No todos los cuerpos reaccionan de la misma forma ante el calor:



2.- ¿Cuál es la propiedad de los materiales que permite dar respuesta a la pregunta anterior?

Esta diferencia se puede cuantificar mediante la **capacidad térmica** también llamada **capacidad calorífica**),  $C$

$$Q = C\Delta T$$

En la mayor parte de los casos conviene conocer mas bien la capacidad calórica por unidad de masa del cuerpo, lo que es llamado **capacidad calorífica específica** o más comunmente, **calor específico**,  $c = C/m$  donde  $m$  es la masa del cuerpo

$$Q = mc\Delta T$$

capacidad calorífica = cal/ g°C

Las ecuaciones anteriores representan la reacción de los materiales a la pérdida o a la absorción de calor en tanto el cuerpo permanezca en el mismo estado., sea éste como sólido, como líquido o como gas.

Mientras mayor sea el calor específico de un cuerpo, menos sensible es la temperatura del cuerpo a ganancias o pérdidas de calor.

Para la misma ganancia de calor, por ejemplo, un cuerpo de calor específico grande cambiará menos su temperatura que uno de calor específico pequeño

## Valores del calor específico para algunos materiales:

| Material      | aluminio | acero | nitrógeno (gas) | oxígeno (gas) | agua líquida | hielo (-10°C) | vapor de agua |
|---------------|----------|-------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| c [kJ/(kg K)] | 0,898    | 0,447 | 1,040           | 0,915         | 4,169        | 2,089         | 1,963         |

| Sustancia | CTE (KJ / Kg°C) |
|-----------|-----------------|
| Hierro    | 0.475           |
| Cobre     | 0.391           |
| Aluminio  | 0.911           |
| Plata     | 0.235           |
| Vidrio    | 0.836           |
| Plomo     | 0.130           |
| Latón     | 0.390           |
| Mercurio  | 0.140           |
| Acero     | 0.480           |

▶ 3.- ¿Por qué el agua es un excelente refrigerante?

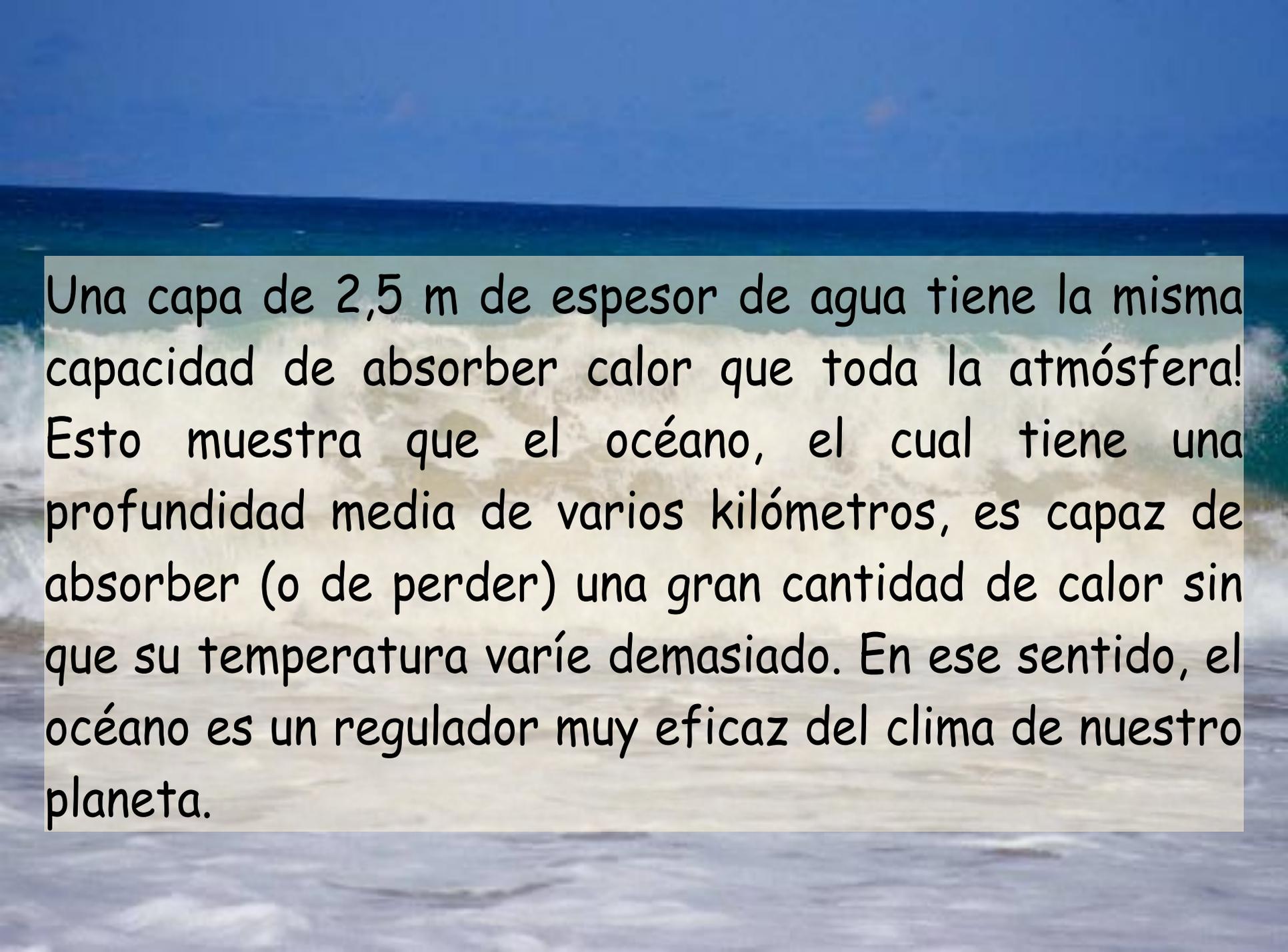


▶ 4.- ¿Por qué los mares y los lagos permanecen a temperaturas relativamente constantes?



El agua, tiene un calor específico que es aproximadamente 4 veces el del aire. Por otra parte, la densidad del agua es aproximadamente mil veces la del aire. Por lo tanto, la capacidad de absorber o emitir calor de un metro cúbico de agua es equivalente a la de unos cuatro mil metros cúbicos de aire

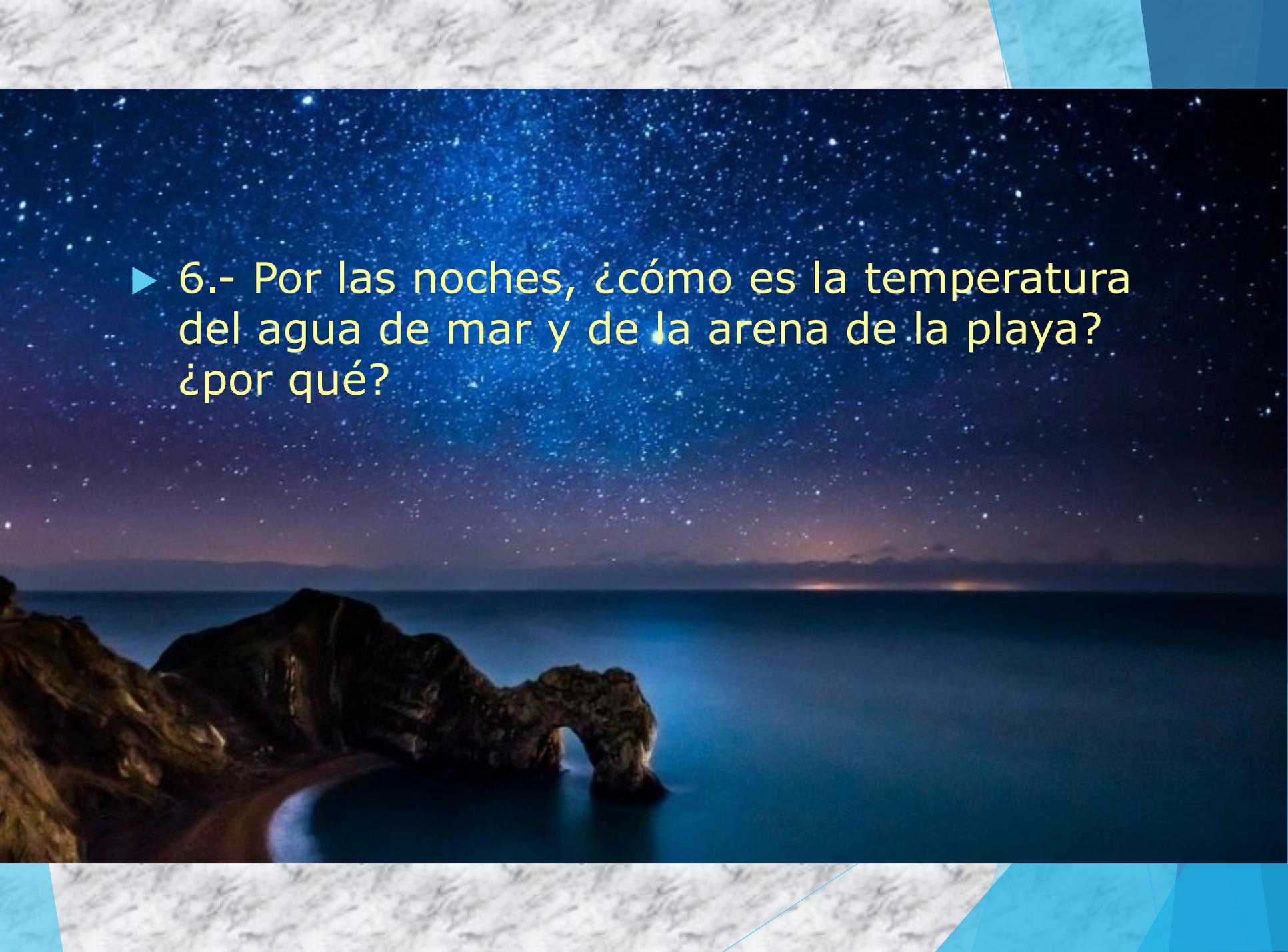




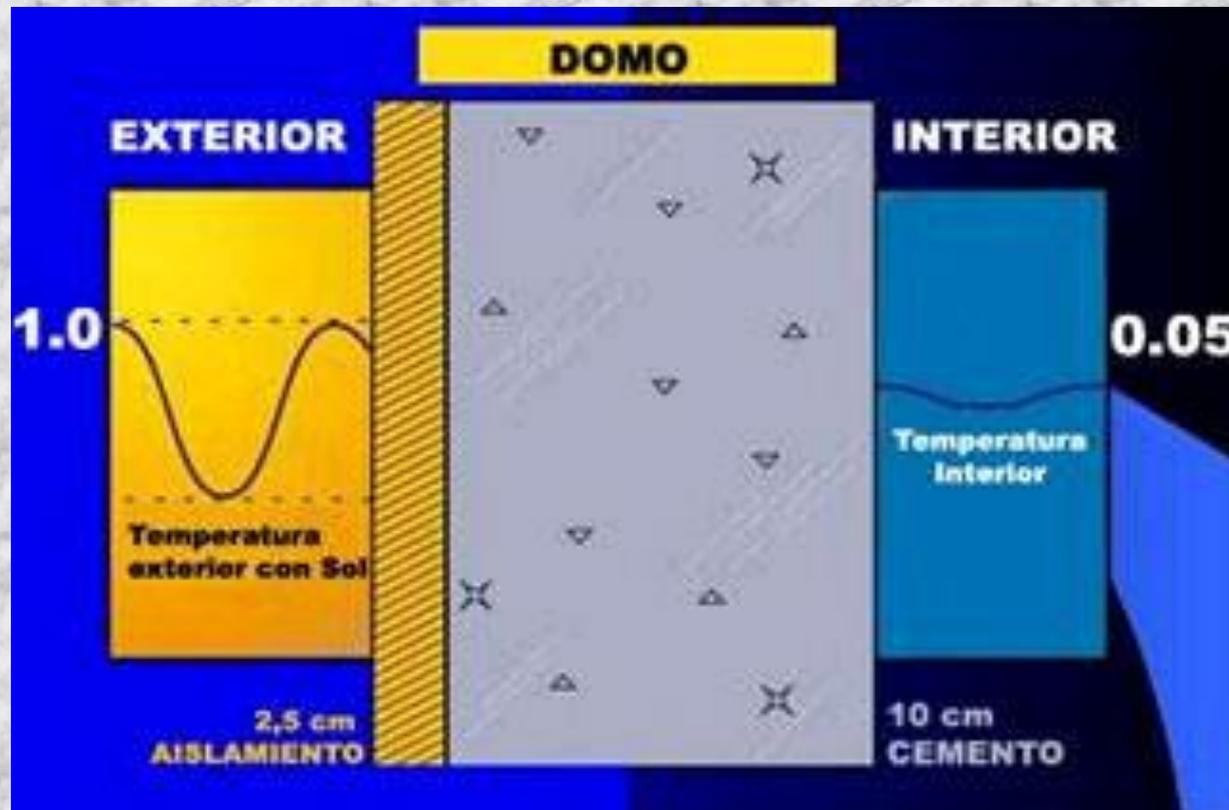
Una capa de 2,5 m de espesor de agua tiene la misma capacidad de absorber calor que toda la atmósfera! Esto muestra que el océano, el cual tiene una profundidad media de varios kilómetros, es capaz de absorber (o de perder) una gran cantidad de calor sin que su temperatura varíe demasiado. En ese sentido, el océano es un regulador muy eficaz del clima de nuestro planeta.

► 5.- ¿Has estado en la playa? ¿Cómo te explicas que el agua y la arena hayan recibido la misma cantidad de energía térmica del sol y la arena te queme los pies y el agua no? ¿Qué factores contribuyen para explicar este hecho?



- 
- A night sky filled with stars over a rocky coastline with a natural rock archway.
- ▶ 6.- Por las noches, ¿cómo es la temperatura del agua de mar y de la arena de la playa? ¿por qué?

Un muro debe tener dos cualidades relativamente constantes para eliminar cambios diurnos de temperatura: **capacidad térmica** –la habilidad de mantener el calor y baja conductividad térmica- y la habilidad de resistir, o **aislar contra el flujo de calor**.



# Capacidad Térmica



## Problema

A través de una interacción energética entre dos sistemas obtener la capacidad térmica y la capacidad térmica específica de un material, involucrando tanto el calor sensible como el balance energético.

# Experiencia 1

## Problema

A través de una interacción energética entre dos sistemas obtener la capacidad térmica y la capacidad térmica específica de un metal, involucrando tanto el calor sensible como el balance energético.

## Procedimiento experimental (1ª. Etapa)

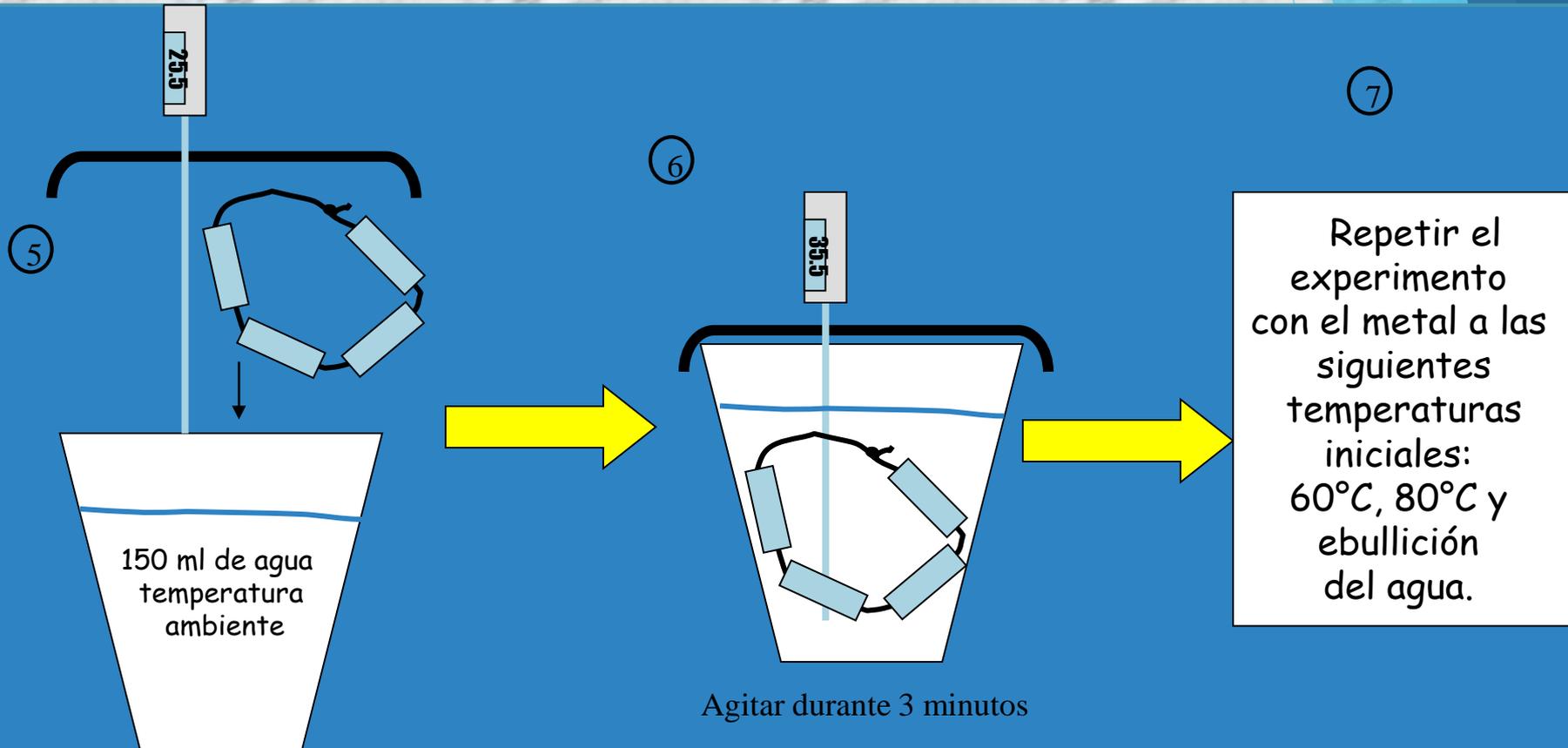
1. Solicitar 4 cilindros de aluminio (o 3 cilindros de latón) amarrados con un hilo que tiene 15 cm libres para poderlos sostener.
2. Colocar 150 mL de agua a temperatura ambiente en el vaso de poliestireno. Tapar el recipiente y colocar el termómetro digital en la horadación de la tapa.
3. Calentar los cilindros metálicos de la siguiente manera: colocar los cilindros en el baño a temperatura constante a  $40^{\circ}\text{C}$ ; dejarlos en el agua por lo menos tres minutos. Mantener el termómetro en el agua durante este tiempo. Después de transcurrido este tiempo, la temperatura del agua caliente y del metal deberán ser iguales; esto es, el agua y el metal deberán estar en equilibrio térmico.
4. Registrar la temperatura de los cilindros de metal.



4 cilindros de aluminio  
o bronce

Baño Agua a  $t$  cte. a  $40^{\circ}\text{C}$   
por 3 minutos  
hasta equilibrio térmico

5. Transferir los cilindros al vaso de poliestireno que contiene el agua a temperatura ambiente. Usar el hilo que quedó libre en el atado de los cilindros para realizar esta operación. Para minimizar la interacción con el aire, transferir los cilindros al agua rápidamente. Agitar cuidadosamente el vaso durante tres minutos.
6. Registrar la temperatura final del metal y del agua.
7. Repetir el experimento con el metal a las siguientes temperaturas iniciales:  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$  y ebullición del agua. (En el último caso, el agua en el vaso deberá hervir vigorosamente† al calentarlo con el mechero)



$$\Delta T = T_f - T_i$$

## Datos Experimentales

| Agua   |           | Metal   |           |         |
|--------|-----------|---------|-----------|---------|
| Evento | T inicial | T final | T inicial | T final |
| 1      |           |         |           |         |
| 2      |           |         |           |         |
| 3      |           |         |           |         |
| 4      |           |         |           |         |
| 5      |           |         |           |         |

## Hoja de cálculo

| Agua   |                   | Metal    |                    |          |
|--------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Evento | $\Delta T_{H_2O}$ | Q ganado | $\Delta T_{metal}$ | Q cedido |
| 1      |                   |          |                    |          |
| 2      |                   |          |                    |          |
| 3      |                   |          |                    |          |
| 4      |                   |          |                    |          |
| 5      |                   |          |                    |          |

## Manejo de datos (1a. etapa)

- 1.- ¿Cómo se calcula el calor ganado por el agua?
- 2.- ¿Cómo se calcula el calor cedido por los cilindros metálicos?
- 3.- Elaborar una tabla como la que aparece a continuación en la cual se indique el calor ganado y el calor cedido en cada experimento.

$$Q_g + Q_p = 0$$

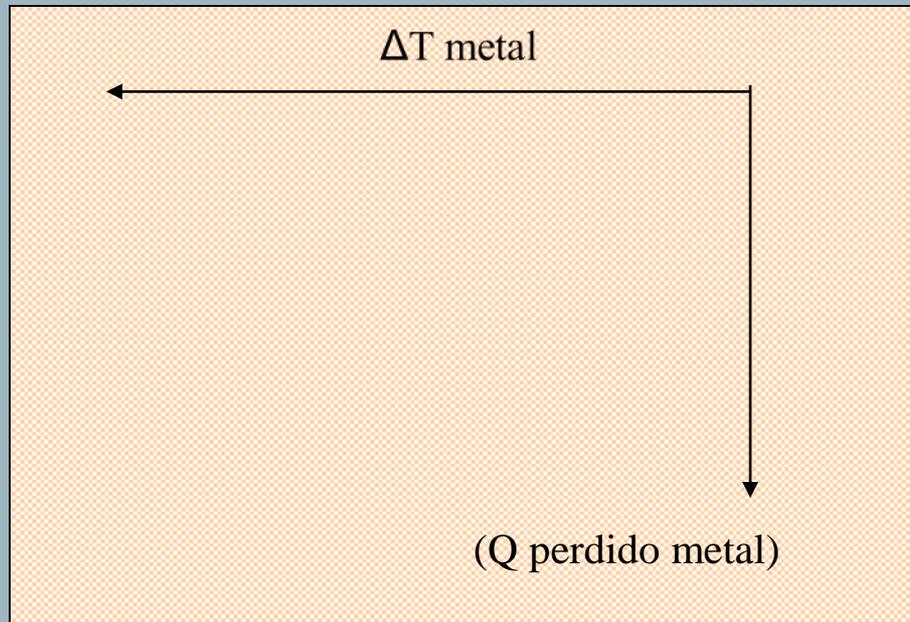


$$Q_g = - Q_p$$

$$ce_{H_2O} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$Q_g = m_{H_2O} ce_{H_2O} \Delta T_{H_2O}$$

4.- Calcular la variación de temperatura para los cilindros de metal en cada experimento. Trazar un gráfico del calor cedido por el metal vs. el cambio de temperatura del mismo. ¡Utilizar papel milimétrico!



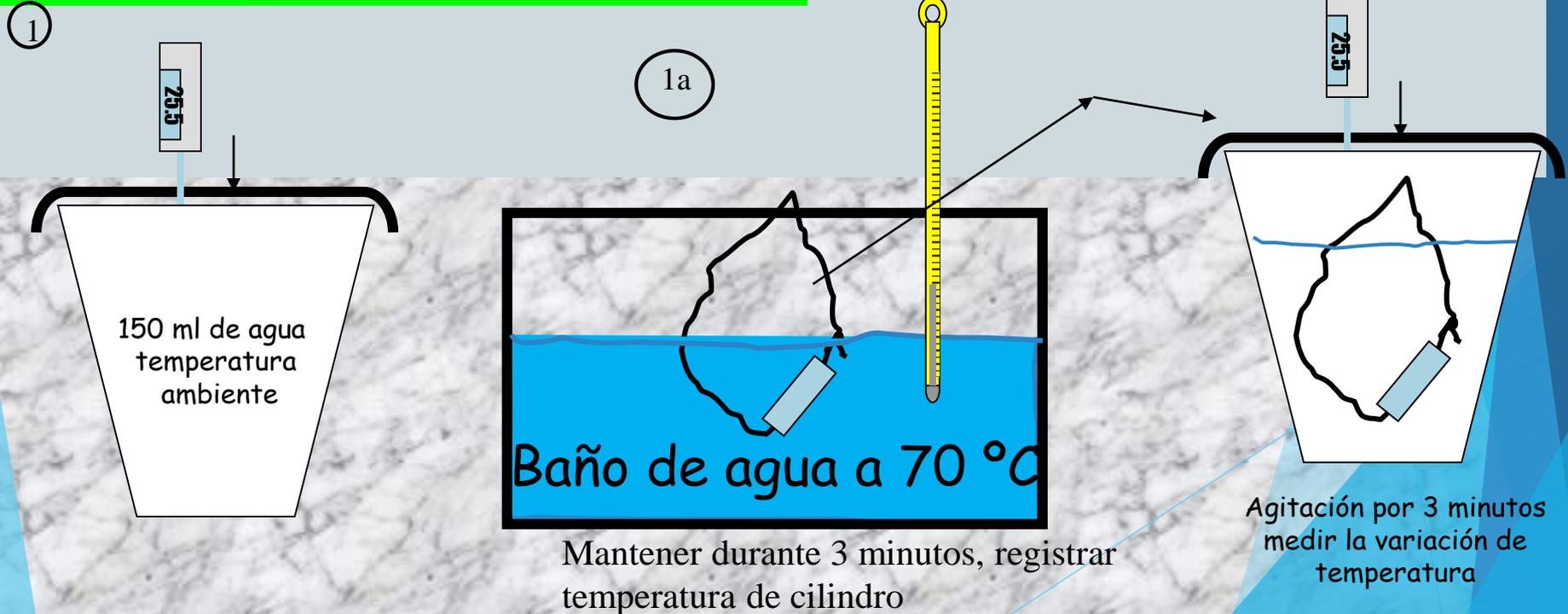
5.- El gráfico debe ser prácticamente una recta. Trazar la mejor recta posible. Si se extrapola la recta, debería llegar al punto (0,0)?

6.- Determinar la pendiente de la recta. ¿Qué interpretación se le da a este valor?

## Procedimiento experimental (2ª. Etapa)

- 1.- Colocar 150 g de agua a temperatura ambiente en un recipiente de poliestireno y registrar su temperatura. Amarrar un hilo a uno de los cilindros metálicos para poderlo manipular. Introducir el cilindro en agua caliente (utilizar el baño de temperatura constante a  $70^{\circ}\text{C}$  aproximadamente) durante tres minutos y luego registrar la temperatura inicial del metal.
- 2.- Transferir rápidamente el cilindro metálico al recipiente que contiene el agua a temperatura ambiente. El cilindro debe quedar totalmente cubierto de agua. Registrar la temperatura final después de transcurridos tres minutos.
- 3.- Repetir el mismo procedimiento con dos, tres, cuatro y cinco cilindros de metal.

Para cada caso, determinar la masa de los cilindros.



## Datos Experimentales

| Núm. cilindros | Masa de metal | Temp. Inicial del metal | Temp. Inicial del agua | Temp.. final |
|----------------|---------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| 1              | 1             |                         |                        |              |
| 2              | 1+2           |                         |                        |              |
| 3              | 1+2+3         |                         |                        |              |
| 4              | 1+2+3+4       |                         |                        |              |
| 5              | 1+2+3+4+5     |                         |                        |              |

## Hoja de cálculo

| Núm. cilindros | Masa de metal | $\Delta T_{\text{metal}}$ | $\Delta T_{\text{agua}}$ | Capacidad térmica del metal |
|----------------|---------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1              |               |                           |                          |                             |
| 2              |               |                           |                          |                             |
| 3              |               |                           |                          |                             |
| 4              |               |                           |                          |                             |
| 5              |               |                           |                          |                             |

## Manejo de datos (2a. etapa)

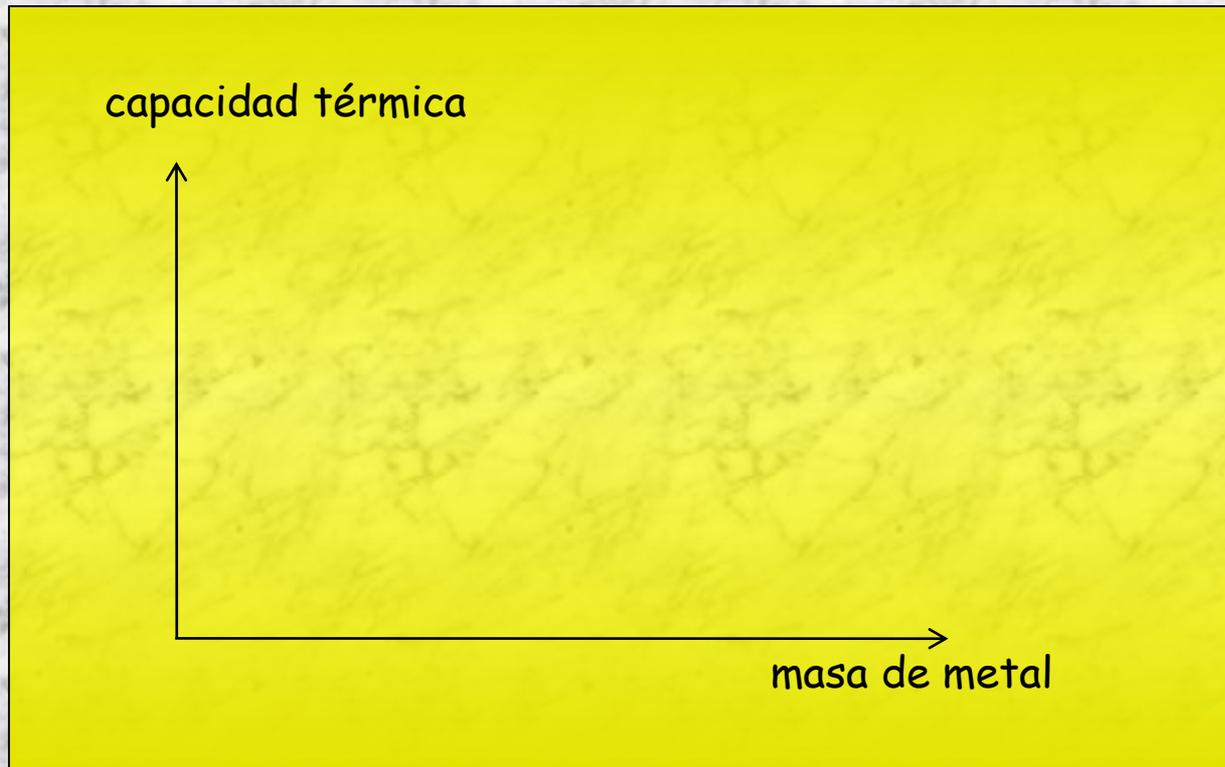
1.- Calcular la capacidad térmica para cada caso a partir de los datos experimentales obtenidos.

$$\Delta Q = C \Delta T \quad \longrightarrow \quad C = \Delta Q / \Delta T$$

$$C = c m$$

2. Elaborar un gráfico de la capacidad térmica contra la masa de metal. ¿Qué tipo de comportamiento se observa?

¿Qué información proporciona este gráfico?



# Valores del calor específico para algunos materiales:

| Material      | aluminio | acero | nitrógeno (gas) | oxígeno (gas) | agua líquida | hielo (-10°C) | vapor de agua |
|---------------|----------|-------|-----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| c [kJ/(kg K)] | 0,898    | 0,447 | 1,040           | 0,915         | 4,169        | 2,089         | 1,963         |

| Sustancia | CTE (KJ / Kg°C) |
|-----------|-----------------|
| Hierro    | 0.475           |
| Cobre     | 0.391           |
| Aluminio  | 0.911           |
| Plata     | 0.235           |
| Vidrio    | 0.836           |
| Plomo     | 0.130           |
| Latón     | 0.390           |
| Mercurio  | 0.140           |
| Acero     | 0.480           |

## Reflexionar y Responder

1.- ¿Cómo es la capacidad calorífica específica de las sustancias que se calientan rápidamente: grande o pequeña?

2.- ¿Por qué los lagos y estanques se congelan de arriba hacia abajo y no de abajo hacia arriba?

3.- En los viejos tiempos era común llevarse objetos calientes a la cama en las noches frías de invierno. ¿Cuál de estos objetos sería más eficaz: un bloque de hierro de 10 kilogramos o una botella con 10 kilogramos de agua caliente a la misma temperatura? Explicar la respuesta.

4.- En un día caluroso se saca del refrigerador una sandía y unos emparedados fríos. ¿Cuál de los dos alimentos permanecerá frío más tiempo? ¿Por qué?

5.- Si se ponen en contacto dentro de un recipiente aislado 100 gramos de oro a  $100^{\circ}\text{C}$  con 12 gramos de cobre a  $0^{\circ}\text{C}$ , se alcanza una temperatura final de  $73.5^{\circ}\text{C}$ . Si la capacidad térmica específica del oro es  $6.147 \text{ cal/mol}^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál es el valor de la capacidad térmica específica del cobre en  $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ ?

Nota: la masa molar del oro es  $196.97 \text{ g/mol}$ .

## Reflexionar y Responder

1. ¿Cómo es la capacidad calorífica específica de las sustancias cuyo aumento de temperatura es mayor: grande o pequeña?
2. En los viejos tiempos era común llevarse objetos calientes a la cama en las noches frías de invierno. ¿Cuál de estos objetos sería más eficaz: un bloque de hierro de 10 kg o una botella con 10 kg de agua caliente a la misma temperatura? Explicar la respuesta.
3. Dentro de un recipiente adiabático se ponen en contacto 100 g de oro a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  con 12 g de cobre a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Si la temperatura de equilibrio es de  $73.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la capacidad térmica específica del oro es  $6.147\text{ cal/mol}^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál es el valor de la capacidad térmica específica del cobre en  $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ ?

# Aplicación del lenguaje termodinámico

1. Al sumergir las piezas de metal en el baño de agua, ¿qué materiales alcanzan el equilibrio térmico?
2. ¿Cómo son las paredes o fronteras de las piezas de metal empleadas?
3. ¿Qué parámetros experimentales se modifican durante cada una de las etapas de la práctica?
4. ¿Qué parámetros experimentales se mantienen constantes durante cada una de las etapas de la práctica?
5. En esta práctica no se toma en cuenta al calorímetro (vaso, termómetro, tapa) al plantear los balances energéticos. ¿Cómo afecta esto a los resultados?