



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA FÍSICA

Práctica laboratorio:

**“Determinación del calor de
combustión mediante bomba
calorimétrica”**



MarcusObal Wikimediacommons.
Creative CommonsAttribution-Share Alike 3.0 Unported
license.http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FIRE_01.JPG

Jorge Bañuelos, Luis Lain, Leyre Pérez, Maria Nieves
Sánchez Rayo, Alicia Torre, Miren Itziar Urrecha

Dpto Química Física

PRÁCTICA LABORATORIO: “Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica”

OBJETIVO:

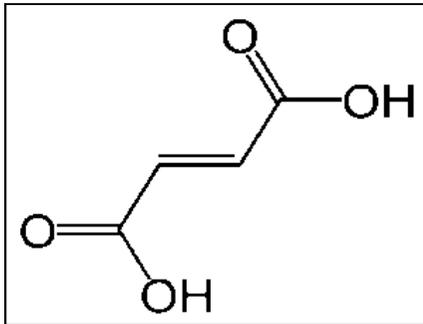
Determinación de **las entalpías de formación del ácido maleico y del ácido fumárico** a través de la **determinación de sus entalpías de combustión.**

MEDIDA EXPERIMENTAL:

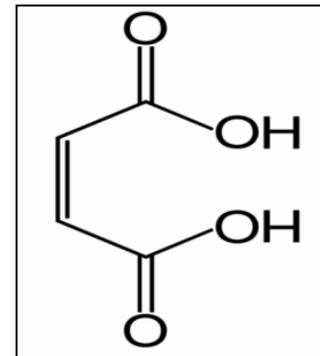
Se utiliza para ello, una **bomba calorimétrica** y se mide **la variación de temperatura** durante la reacción de combustión.

Mediante una bomba calorimétrica

¿ Cómo diferenciar entre dos isómeros, cuál es el cis y cuál el trans?



?
Ácido maleico
Ácido fumárico



Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica

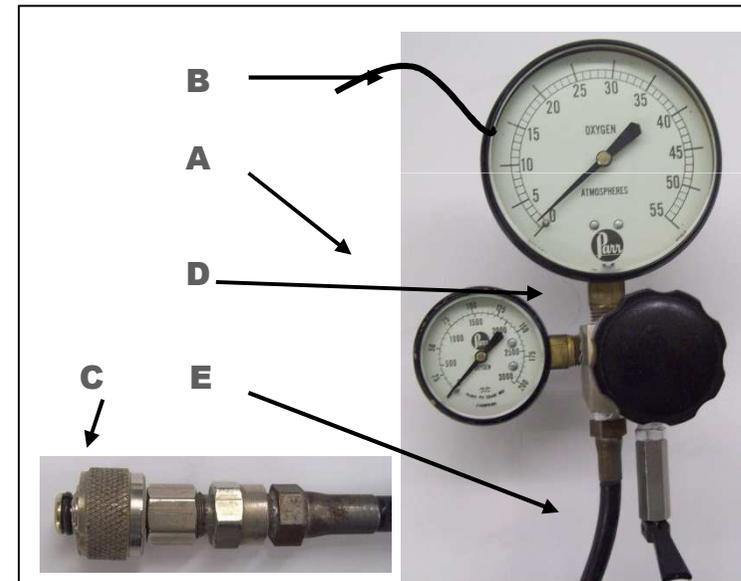
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Pesar 1 gramo (no menor de 0,9 ni mayor de 1,1) de muestra sólida en una cápsula
- Conocer **exactamente la masa de muestra pesada**
- Con la prensa hacer una pastilla
- Colocar la cápsula en el interior de la bomba en el accesorio correspondiente
- Colocar sobre la cápsula **un alambre de exactamente medidos 10 cm** (sin tocar la cápsula de metal !)



Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica

- Poner en la bomba **1 cm³ de agua destilada** y cerrarla
- Llenarla con oxígeno



Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica

- Se introduce la bomba del recipiente del calorímetro
- Se añaden **2000 cm³ de agua**
- Se cierra el calorímetro
- Se conectan los electrodos al sistema de ignición
- Se pone en marcha el agitador
- Cuando la temperatura sea constante se toma el tiempo cero y se comienza a anotar temperaturas.
- Medir cada minuto durante 4 minutos
- Pulsar el botón del sistema de ignición
- Medir la temperatura cada 30 segundos durante 15 minutos

Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica

- Apagar agitador
- Desconectar electrodos
- Abrir ligeramente la bomba para dejar salir gases
- Abrir totalmente la bomba
- **Medir la longitud del alambre que ha quedado sin medir**
- Limpiar y secar el sistema

$$\Delta U^{\circ}_{\text{comb}}(\text{alambre}) = -2,3 \text{ cal/cm}$$

$$\Delta U^{\circ}_{\text{comb}}(\text{benzoico}) = -6318 \text{ cal/g}$$

Medida experimental y determinación de calores de reacción

Se puede determinar el calor de combustión

$V = \text{cte} \Rightarrow q_v = \Delta U$ se determina \longrightarrow *Mismo fundamento que el calorímetro adiabático:*

$$\text{Adiabático: } q_v(\text{total}) = \Delta U(\text{total}) = 0$$

El calor liberado por la muestra es absorbido por el agua y el calorímetro, por lo que el calor total de sistema es:

$$q_{\text{sistema}} = q_{\text{intercambiado}} + q_{\text{combustión hilo}} + q_{\text{combustión muestra}}$$

$$q_{\text{sistema}} = 0$$

donde:

$$q_{\text{combustión hilo}} = \text{Conocido (cal/cm)}$$

$$Q_{\text{intercambiado}} = W \Delta T$$

Capacidad calorífica de la bomba (suponiendo despreciables las de los productos de reacción):
Ácido Benzóico como patrón $\Delta U_{\text{combustión conocido}}$

Medida experimental y determinación de calores de reacción

$$q_{\text{combustión muestra}} = -q_{\text{combustión hilo}} - W \Delta T$$

$$\Delta U_{\text{combustión muestra}} = -\Delta U_{\text{combustión hilo}} - W \Delta T$$

¿Cómo se relaciona ΔU con ΔH ?

Por definición, $\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$

Asumiendo que los productos gaseosos obedecen la ley de los gases ideales y que el término $\Delta(PV)$ es despreciable para líquidos y gases

$$\Delta H_{\text{combustión}} = \Delta U_{\text{combustión}} + \Delta n_g RT$$

Por tanto:

$$\Delta H_{\text{combustión muestra}} = -\Delta U_{\text{combustión}} + \Delta n_g RT$$

Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica

- ❑ ¿Qué debo determinar?
- ❑ ¿Cómo puedo hacerlo? :

- ❖ Determinación capacidad calorífica del calorímetro (Ácido benzoico)
- ❖ Determinación del calor de combustión del ácido fumárico
- ❖ Determinación del calor de combustión del ácido maleico

Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica

□ ¿Qué material requiero? :

MATERIALES

1 matraz aforado de 2000 cm³
1 pipeta de 1 cm³
1 vasos de precipitados de 100 cm³
1 Bomba calorimétrica
1 Bombona de oxígeno con manómetro
Prensa
Alambre
Estufa

SUSTANCIAS

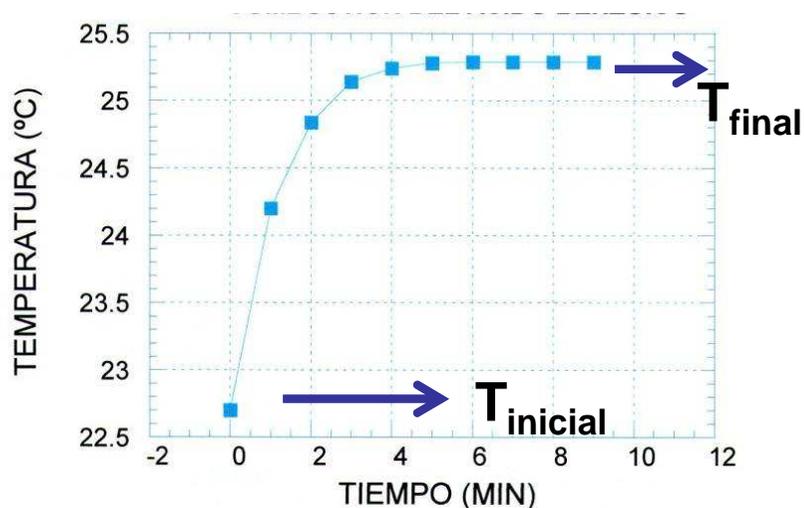
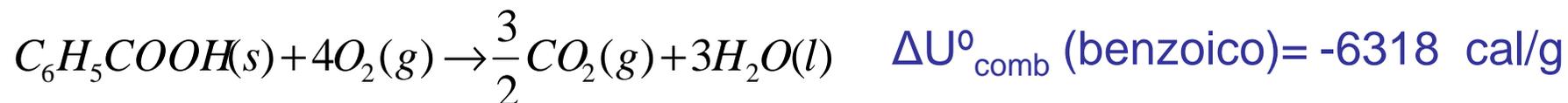
Ácido benzoico(s)
Ácido fumárico(s)
Ácido maleico(s)



TRATAMIENTO DE DATOS

❖ Determinación capacidad calorífica del calorímetro

Patrón :Ácido benzoico



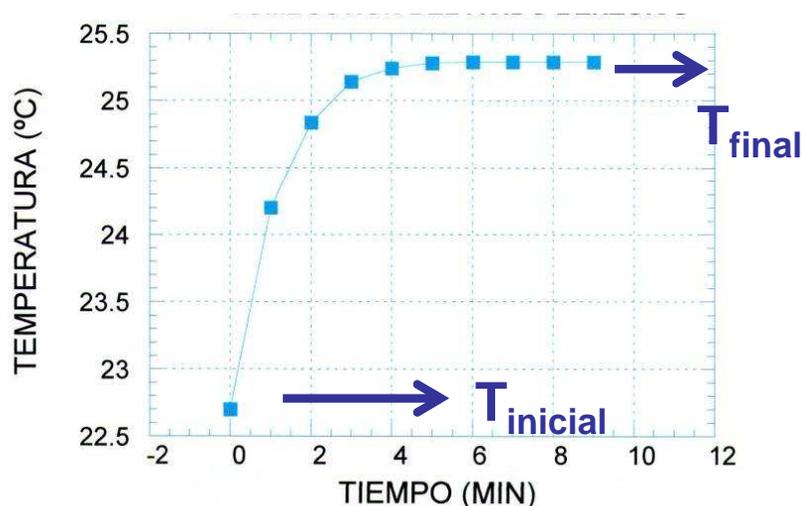
Conocida la **longitud alambre quemado** y $\Delta U^{\circ}_{comb}(\text{alambre}) = -2,3 \text{ cal/cm}$

$$\Delta U^{\circ}_{comb}(\text{alambre})$$

W - capacidad calorífica calorímetro

$$0 = W \Delta T + \Delta U_{combustión \text{ hilo}} + \Delta U_{combustión \text{ muestra}}$$

❖ Determinación entalpía combustión ácido fumárico y maleico



Conocida la longitud alambre quemado y $\Delta U^0_{\text{comb}}(\text{alambre}) = -2,3 \text{ cal/cm}$

$$\Delta U^0_{\text{comb}}(\text{alambre})$$

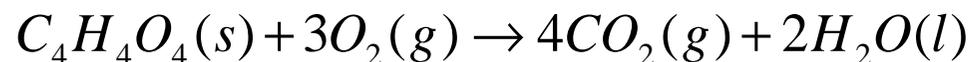
Conocida la capacidad calorífica del calorímetro - W

Conocido el incremento de T^a y moles gaseosos

$$\Delta U_{\text{combustión muestra}} = -\Delta U_{\text{combustión hilo}} - W\Delta T$$

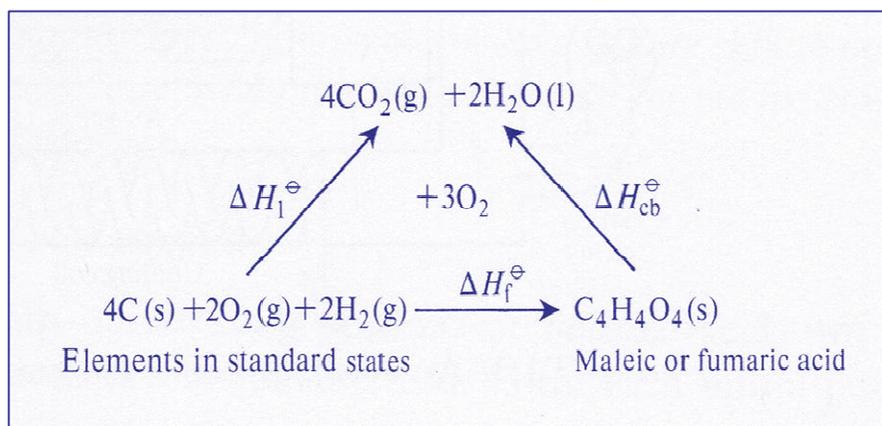
ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Determinación de la entalpía de combustión de las muestras:**



$$\Delta H_{\text{combustión muestra}} = -\Delta U_{\text{combustión}} + \Delta n_g RT$$

- **Determinación de la entalpía de formación del compuesto: LEY DE HESS**



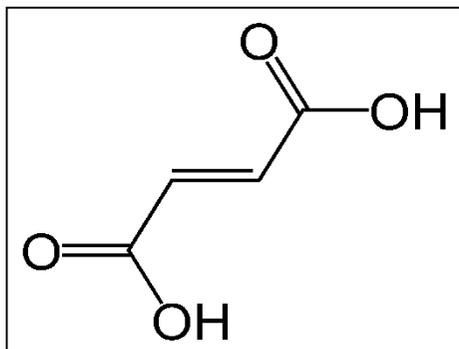
$$\Delta H_f^\ominus = \Delta H_1^\ominus - \Delta H_{\text{comb}}^\ominus$$

$$\Delta H_1^\ominus = ?$$

$$\Delta H_1^\ominus = 4 \Delta H_f^\ominus (CO_2(g)) + 2 \Delta H_f^\ominus (H_2O(l)) - 0$$

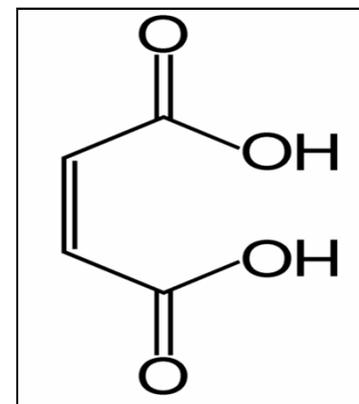
Tablas magnitudes termodinámicas

Determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica



Ácido fumárico

isómeros



Ácido maleico

El isómero con mayor impedimento estérico será menos estable:



Discutir cuál es cis o trans

A la vista de los valores de entalpías de formación determinados:



Asignar quién es cis y quién trans