

**PROPIEDADES COLIGATIVAS.  
ELEVACION DEL PUNTO DE  
EBULLICION DE UN LÍQUIDO  
EN PRESENCIA DE  
UN SOLUTO NO VOLATIL**

# OBJETIVOS

1. Determinación de la constante ebulloscópica de la acetona.

1.- ¿Qué es la constante ebulloscópica?

2. Determinación de masas moleculares por ebulloscopía.

2.- ¿Por qué podemos determinar masas moleculares por ebulloscopía?

3. Determinación de coeficientes de Van't Hoff

3.- ¿Qué es el coeficiente de Van't Hoff?

ANTES DE RESPONDER  
VOLVAMOS AL TÍTULO

**PROPIEDADES COLIGATIVAS**

**ELEVACION**

**DEL PUNTO DE EBULLICION**

**DE UN LIQUIDO EN PRESENCIA DE**

**UN SOLUTO NO VOLATIL**

¿Qué son propiedades coligativas?

¿Porqué se eleva el punto de ebullición del disolvente al añadir un soluto no volátil?

# PROPIEDADES COLIGATIVAS.

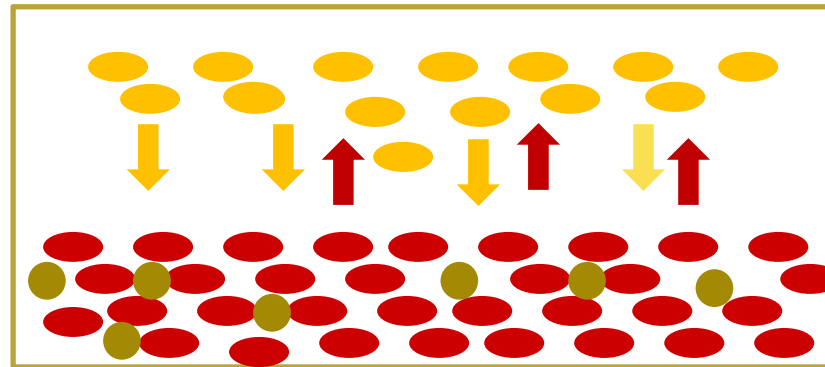
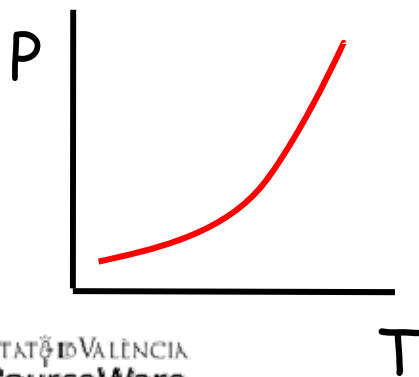
- Propiedades que dependen sólo del número de partículas de soluto en un solvente y no de la identidad del soluto.
- **Disminución de la presión de vapor**
- **Aumento de la temperatura de ebullición**
- **Descenso de la temperatura de fusión**
- **Presión osmótica**

# ¿Porqué aumenta la temperatura de ebullición?



Descenso de la presión de vapor de un disolvente

DISOLUCION BINARIA IDEAL no electrolítica de un solo componente volátil

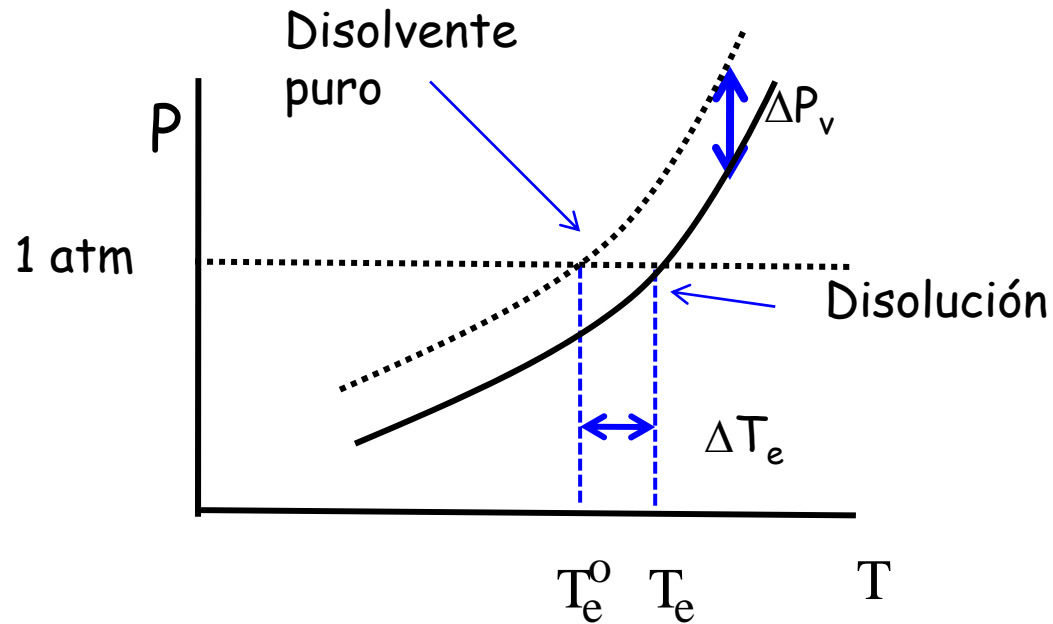


$$P < P^0$$



$$T_e > T_e^0$$

$$\Delta T_e > 0$$



¿Cómo está relacionada  $\Delta T_e$  y la concentración?

$$\Delta T_e = T_e - T_e^* = K_e \cdot m$$

¿Qué es  $T_e$ ,  $T_e^*$ ,  $K_e$  y  $m$ ?

$K_e$  cte ebulloscópica del disolvente

OBJETIVO 1

$$K_e = T_e - T_e^* / m$$

#### Cuestión 4

$$K_e = \frac{RT_e^{*2}}{\Delta H_A^*(\text{vap})} \frac{M_A}{1000}$$

¿Cómo conseguiremos los objetivos 1 y 2?

unidades  $K_e = \frac{(\text{J/mol K}) \text{K}^2}{\text{J/mol}} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} = \text{K kg mol}^{-1}$

$$m = T_e - T_e^* / K_e$$

OBJETIVO 2

$$m = \frac{n_{\text{sto}}}{\text{kg dte}} = \frac{m_{\text{sto}}(\text{g}) / M_{\text{sto}}(\text{g/mol})}{\text{kg dte}}$$

## ¿Cuál es el tercer objetivo?

Propiedades coligativas: soluciones de electrolitos



Concentración total de “partículas de soluto”

**i** m

**$i = n^\circ$  de moles de iones por mol de electrolito.**

$$i_{\text{NaCl}} = 2$$

¿Cómo está relacionada  $\Delta T_e$  y la concentración en una disolución de un electrolito?



# Descenso de la temperatura de ebullición. Disolución de electrolito

$$\Delta T_e = i \cdot K_e \cdot m$$



OBJETIVO 3

¿Cómo conseguiremos  
el objetivo 3 ?

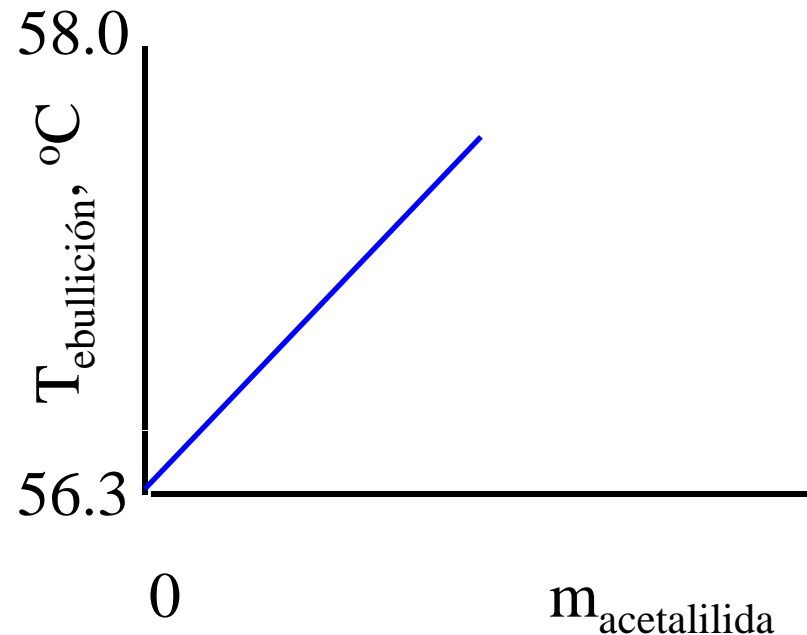
$$i = \Delta T_e / K_e \cdot m$$

# ¿En que consiste nuestra experiencia?

Medir temperaturas de ebullición de disoluciones de solutos no volátiles iónicos y no iónicos de diferente concentración

## ¿Cuál es el OBJETIVO 1?

Determinación de la constante ebulloscópica de la acetona.



Experimento con soluciones de acetanilida en acetona a  $P = 1$  atm.

## OBJETIVO 1

Determinación de la constante ebulloscópica de la acetona.

$$K_e = T_e - T_e^* / m$$

$$m = \frac{n_{\text{sto}}}{\text{kg dte}} = \frac{m_{\text{sto}}(\text{g}) / M_{\text{sto}}(\text{g/mol})}{\text{kg dte}}$$

¿Qué necesitamos para determinar  $K_e$  ?

$T_e$

$T_e^*$

$m_{\text{sto}}$

$m_{\text{dte}}$

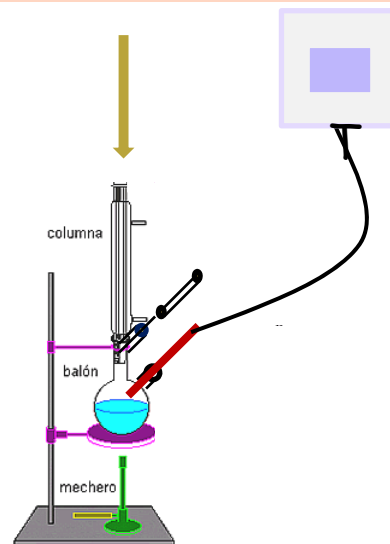
# ¿Cómo vamos a determinar estas magnitudes?

$T_e^*$

Medimos la Temperatura de ebullición de la acetona

$T_e$

Medimos la Temperatura de ebullición de la disolución acetona- acetonitrilo



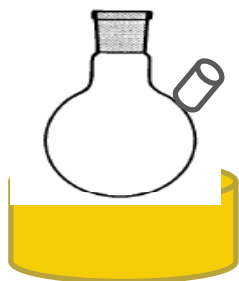
$m_{\text{sto}}$ 

Calculamos la masa de acetonitrilo

 $m_{\text{dte}}$ 

Calculamos la masa de acetona

¿Pesamos la acetona? NO  
¿Qué pesamos?

 $m_v$  $m_{\text{II}}$  $m'_{\text{II}}$ 

$$m_{\text{sto}} = m'_{\text{II}} - m_{\text{II}}$$

$$m_{\text{acet}} = m'_{\text{II}} - m_v - m_{\text{sto}}$$

¿Cómo medimos las temperaturas de ebullición?

¿Cómo y cuando pesamos?

¿Cómo tiene que estar el matraz?

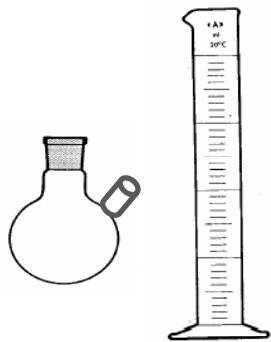
Limpio y seco con un imán y 8 ó 9 perlas de ebullición y con dos tapones

¿Dónde se coloca el matraz para pesarlo?

Sobre una base de corcho.



¿Cuánta acetona se añade?  
¿Cómo se mide el volumen de acetona?



40 mL de acetona

$m_v$

## ¿Qué hacemos a continuación?

Colócar el matraz en el sistema de reflujo.

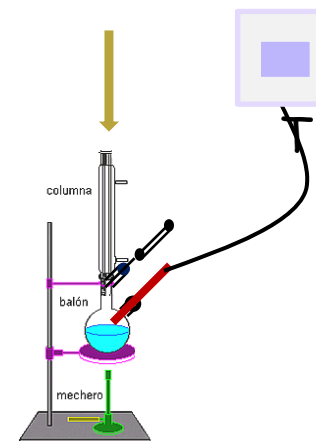
MEDIR LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DE LA ACETONA: CALIBRAR

## ¿Qué hacemos para obtener $m_{ll}$ ?

Retirar el matraz de la placa ,  
quitar la sonda y  
tapar inmediatamente el matraz.

Enfriar y secar el matraz

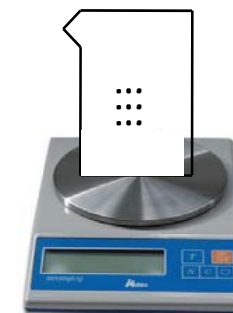
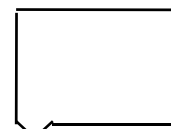
Pesarlo sobre la base de corcho.



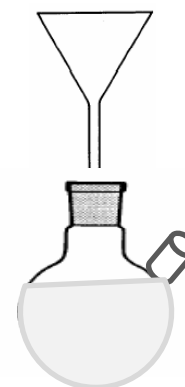
$m_{ll}$

## ¿Cómo obtenemos $m'_{II}$ ?

Pesar en un vaso de precipitado un poco más de un gramo de acetanilida



Introducir en el matraz



Pesar sobre la base de corcho:

$m'_{II}$





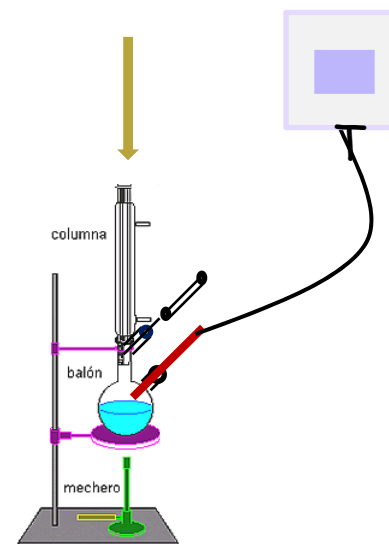
## ¿Cómo medimos la temperatura de ebullición de la disolución?

Colocar el matraz en el sistema de reflujo y medir la temperatura de ebullición de la disolución,  $T_{eb}$ .

¿Qué hacemos a continuación?

Repetir cinco veces los pasos 5, 6 y 7 (experiencias 2, 3, 4, 5 y 6).

¿En que consiste el paso 5?



## Obtener $m_{ll}$ (2)

¿Qué hacemos para obtener  $m_{ll}$ ?

Retirar el matraz de la placa ,  
quitar la sonda y  
tapar **inmediatamente el matraz.**

Enfriar y secar el matraz

Pesarlo sobre la base de corcho.



$m_{ll}$  (2)

¿ Que diferencia hay entre  $m_{ll}$  en la experiencia (1) y  $m_{ll}$  en esta experiencia (2)?

EN LA EXPERIENCIA 1 NO HABÍA SOLUTO.

¿ Que diferencia hay entre  $m'_{ll}$  en la experiencia (1) y  $m_{ll}$  en esta experiencia (2)?

Se ha evaporado parte de acetona al medir  $T_e$  de la disolución.

## ¿Qué hacemos a continuación?

Obtener  $m'_{II}$  (2)

¿Cómo obtenemos  $m'_{II}$ ?

Pesar en un vaso de precipitado un poco más de un gramo de acetanilida

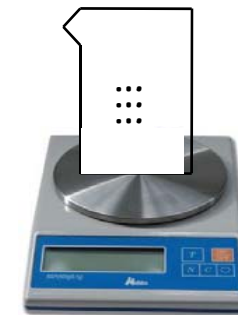
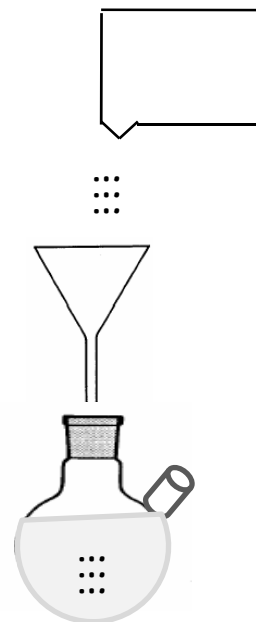
Introducir en el matraz

Pesar:

¿Que diferencia hay entre  $m'_{II}$  en esta experiencia (2) y en la experiencia (1)?

Ahora está el soluto de la adición anterior

$$m_{\text{sto total}} = \sum m_{\text{sto}}$$



$m'_{II}$

## ¿Qué hacemos a continuación?

Medimos la temperatura de ebullición de la disolución (2)

Repetir cinco veces los pasos 5, 6 y 7 (experiencias 3, 4, 5 y 6).

Las experiencias 3, 4, 5 y 6 son como la 2

## ¿Cómo organizamos los datos?

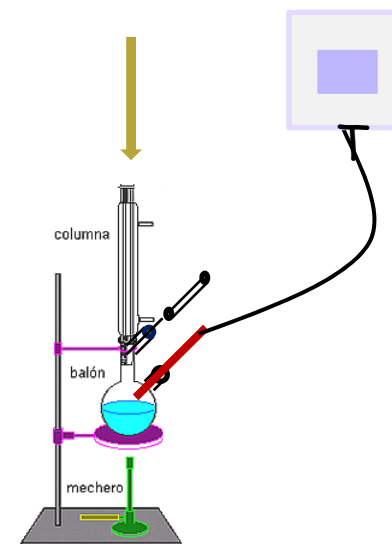


Tabla 1

Magnitudes medidas = ↓

↓ ↓  
 $m_V (g) =$        $T_{eb}^* (°C) =$

Exp.	$m_{II} (g)$	$m'_{II} (g)$	$m_{sto} (g)$	$m_{stototal} (g)$	$m_{acet} (g)$	$n_{sto total} (mol)$	$m_B (mol/kg)$	$T_{eb} (°C)$	$\Delta T (°C)$
1									
2									
3									
4									
5									
6									

¿Cuál es el objetivo que queremos alcanzar?

Tabla 1

$$m_v(g) = \quad T_{eb}^*(^{\circ}C) =$$

Exp.	$m_{II}$ (g)	$m_{II}'$ (g)	$m_{sto}$ (g)	$m_{stototal}$ (g)	$m_{acet}$ (g)	$n_{sto\ total}$ (mol)	$m_B$ (mol/kg)	$T_{eb}$ ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T$ ( $^{\circ}C$ )
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Determinación de la constante ebulloscópica de la acetona.

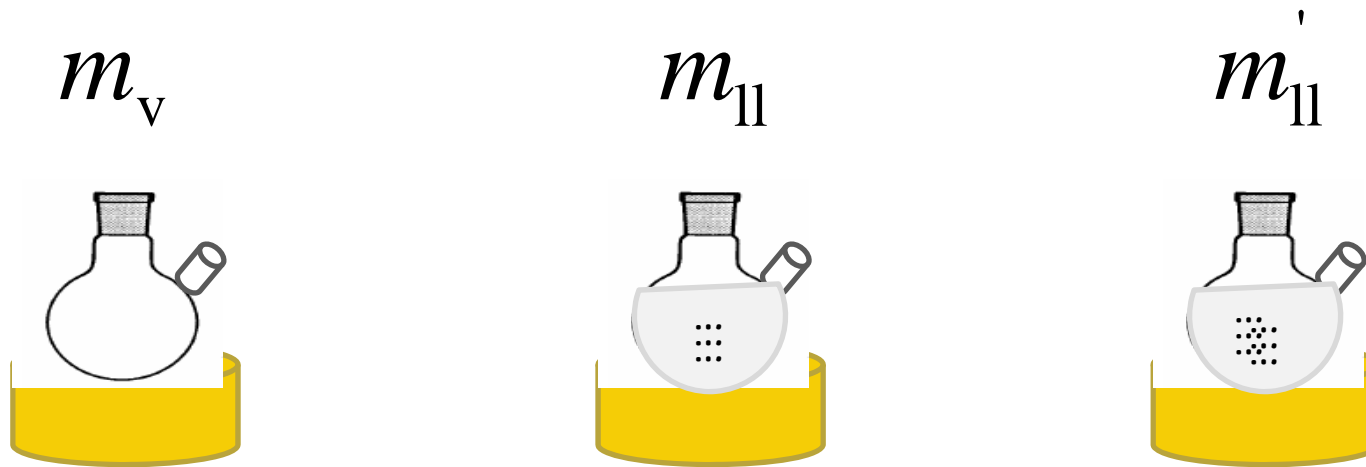
$$K_e = \Delta T_e / m_B$$

¿Qué es  $m_B$  ?

$$m_B = \frac{n_{sto}}{m_{acet} \text{ (kg)}} = \frac{m_{sto\ total} \text{ (g)} / M_{sto} \text{ (g / mol)}}{m_{acet} \text{ (kg)}}$$

¿Qué magnitudes necesitamos para calcular  $m_B$  ?

$m_{stototal}$  y  $m_{acet}$



¿Cómo calculamos  $m_{\text{stototal}}$  y  $m_{\text{acet}}$ ?

$$m_{\text{sto total}} = \sum m_{\text{sto}}$$

$$m_{\text{sto}} = m'_{\text{II}} - m_{\text{II}}$$

$$m_{\text{acet}} = m'_{\text{II}} - m_{\text{V}} - m_{\text{sto total}}$$

$$m_{\text{B}} = \frac{m_{\text{stototal}}(\text{g}) / M_{\text{sto}}(\text{g/mol})}{m_{\text{acet}}(\text{kg})}$$

## OBJETIVO 2

### DETERMINACION DE MASAS MOLECULARES POR EBULLOSCOPIA

$$\Delta T_e = K_e \cdot m$$

$$m = T_e - T_e^* / K_e$$

$$m = \frac{m_{sto} (g) / M_{sto} (g/mol)}{kg\ dte}$$

¿Qué necesitamos para determinar  $M_{sto}$  ?

$K_e$

$T_e$

$T_e^*$

$m_{sto}$

$m_{dte}$



# ¿Cómo vamos a determinar estas magnitudes?

$K_e$

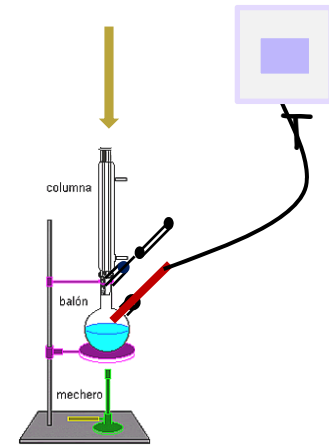
Determinada previamente

$T_e^*$  y  $T_e$

Medidas experimentalmente

$m_{sto}$  y  $m_{dte}$

Calculadas



$m_v$



$m_{II}$



$m'_{II}$



¿Cómo medimos las temperaturas de ebullición?

¿Cómo y cuando pesamos?

¿Cómo obtenemos  $m_v$ ?

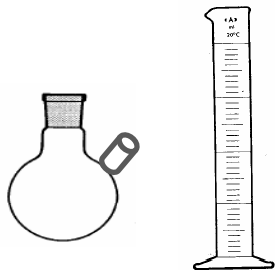
¿Cómo tiene que estar el matraz?

Limpie y seque el matraz con un imán y 8 ó 9 perlas de ebullición.

Pesar, sobre una base de corcho, el matraz con las perlas, el iman y dos tapones.



$m_v$ .



Añada al matraz unos 40 mL de acetona

Colóque el matraz en el sistema de reflujo.

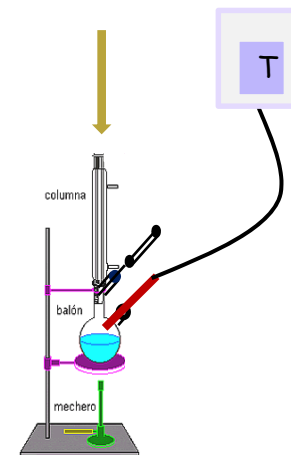
MIDA LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DE LA ACETONA: CALIBRAR

¿Cómo obtenemos  $m_{II}$ ?

Retire el matraz de la placa ,  
quite la sonda y  
tape inmediatamente el matraz.

Enfríe el matraz y séquelo

Péselo sobre la base de corcho.



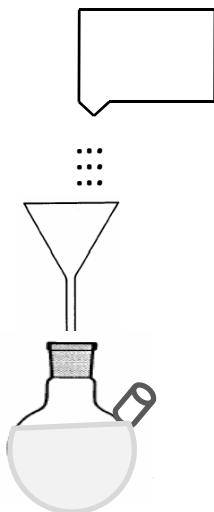
$m_{II}$

# ¿Cómo obtenemos $m_{II}$ ?

Pese en un vaso de precipitado  
3.5 g  
de sustancia desconocida X



Introdúzcalo en el matraz



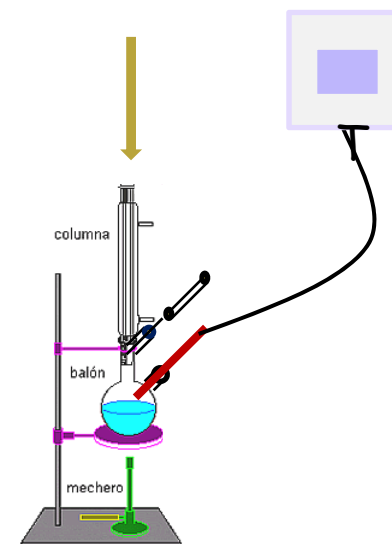
Péselo:



$m_{II}$

Vuelva a colocar el matraz en el sistema de reflujo y comience una nueva medida.

Cuando la temperatura se mantenga constante determine la temperatura de ebullición de la disolución,  $T_{eb}$ .



**Repita todo el procedimiento para obtener otra medida.**

**¿Cómo organizamos los datos?**

Tabla 2.

exp	$m_v(g)$	$m_{II}(g)$	$m'_{II}(g)$	$m_{sto}(g)$	$m_{acet}(g)$	$T_{eb}^*(^{\circ}C)$	$T_{eb}(^{\circ}C)$	$\Delta T(^{\circ}C)$
1 <sup>a</sup>								
2 <sup>a</sup>								

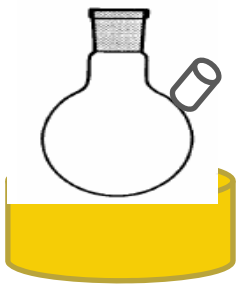
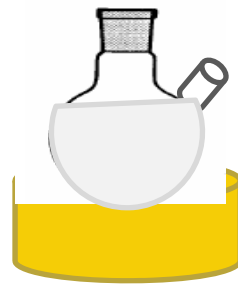
$$\Delta T_e = K_e \cdot m_B$$

$$m_B = \frac{n_{sto}}{m_{acet}(kg)} = \frac{m_{sto}(g) / M_{sto}(g/mol)}{m_{acet}(kg)}$$

$$M_{sto}(g/mol) = \frac{K_e(K \text{ kg/mol}) m_{sto}(g)}{\Delta T(K) m_{acet}(kg)}$$

¿Cómo calculamos  $m_{sto}$  y  $m_{acet}$ ?

$$m_{\text{sto}} = m'_{\text{ll}} - m_{\text{ll}}$$

 $m_{\text{v}}$  $m_{\text{ll}}$  $m'_{\text{ll}}$ 

$$m_{\text{acet}} = m'_{\text{ll}} - m_{\text{v}} - m_{\text{sto}}$$

$$m_{\text{acet}} = m_{\text{ll}} - m_{\text{v}}$$

### OBJETIVO 3

## DETERMINACION DE COEFICIENTES DE VAN'T HOFF

$$\Delta T_e = i \cdot K_e \cdot m$$

$$i = (T_e - T_e^*) / K_e \cdot m$$

$$m = \frac{m_{\text{sto}} (\text{g}) / M_{\text{sto}} (\text{g/mol})}{\text{kg dte}}$$

¿Qué necesitamos para determinar  $i$  ?

$K_e$

$T_e$

$T_e^*$

$m_{\text{sto}}$

$m_{\text{dte}}$



# ¿Cómo vamos a determinar estas magnitudes?

$K_e$

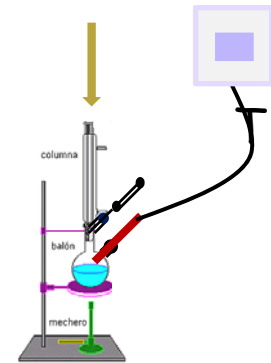
Tablas

$T_e^*$  y  $T_e$

Medida experimentalmente

$m_{sto}$  y  $m_{dte}$

calculadas



$m_v$



$m_{II}$



$m'_{II}$



¿Cómo medimos las temperaturas de ebullición?

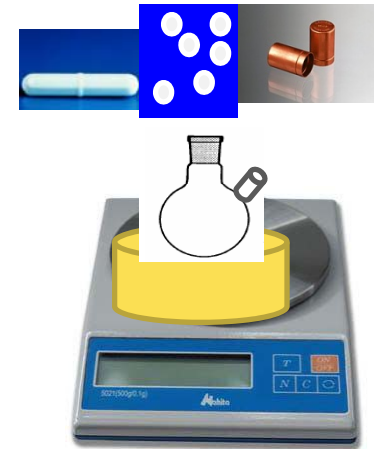
¿Cómo y cuando pesamos?

¿Cómo obtenemos  $m_v$ ?

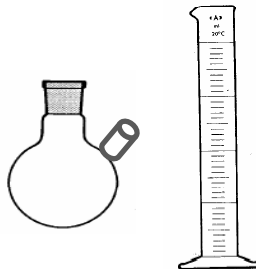
¿Cómo tiene que estar el matraz?

Limpie **CON AGUA** y seque el matraz con un imán y 8 ó 9 perlas de ebullición.

Pesar, sobre una base de corcho, el matraz con las perlas, el iman y dos tapones.



$m_v$ .



Añada al matraz unos **30 mL de agua**

Colóque el matraz en el sistema de reflujo.

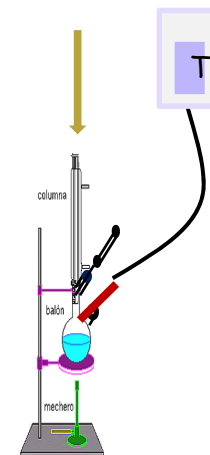
MIDA LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DEL AGUA: CALIBRAR

¿Cómo obtenemos  $m_{ll}$ ?

Retire el matraz de la placa ,  
(CUIDADO QUEMA!!!)  
quite la sonda y tape el matraz.

Enfríe el matraz y séquelo

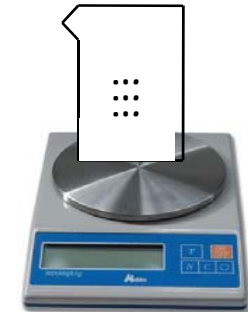
Péselo sobre la base de corcho.



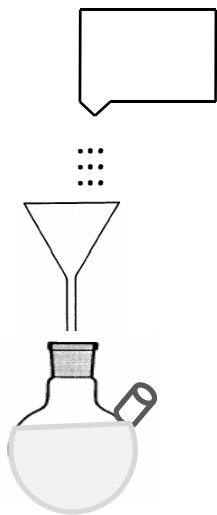
$m_{ll}$

# ¿Cómo obtenemos $m_{II}$ ?

NaCl      Pese en un vaso de precipitado  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      la sal necesaria para obtener  
AlCl<sub>3</sub>      una disolución 0.5 m



Introdúzcala en el matraz



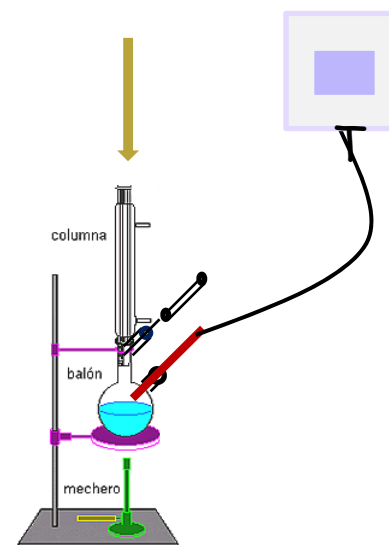
Péselo:



$m_{II}$

Vuelva a colocar el matraz en el sistema de reflujo y comience una nueva medida.

Cuando la temperatura se mantenga constante determine la temperatura de ebullición de la disolución,  $T_{eb}$ .



Repita todo el procedimiento con las otras sales

¿Cómo organizamos los datos?

Tabla 3.

$T_{eb}^*(^{\circ}C)=$

Sal	$m_v(g)$	$m_{II}(g)$	$m_{II}(g)$	$m_{sto}(g)$	$m_{agua}(g)$	$n_{sto}(mol)$	$m_B(mol/kg)$	$T_{eb}(^{\circ}C)$	$\Delta T(^{\circ}C)$
1									
2									
3									

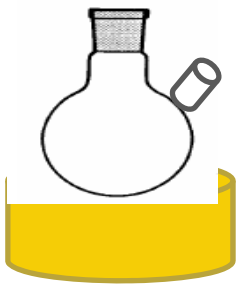
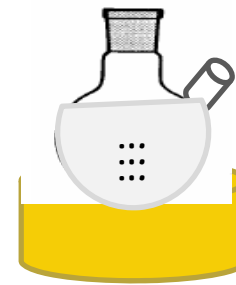
$$i = \frac{\Delta T_{real}}{\Delta T_{noelec}} = \frac{T_e - T_e^*}{K_e \cdot m_B}$$

$$\Delta T_{real} = T_e - T_e^*$$

$$\Delta T_{noelec} = \Delta T_e = K_e \cdot m_B$$

$$m_B = \frac{n_{sto}}{m_{agua}(kg)} = \frac{m_{sto}(g) / M_{sto}(g/mol)}{m_{agua}(kg)}$$

$$m_{\text{sto}} = m'_{\text{II}} - m_{\text{II}}$$

 $m_{\text{V}}$  $m_{\text{II}}$  $m'_{\text{II}}$ 

$$m_{\text{agua}} = m'_{\text{II}} - m_{\text{V}} - m_{\text{sto}}$$

$$m_{\text{agua}} = m_{\text{II}} - m_{\text{V}}$$