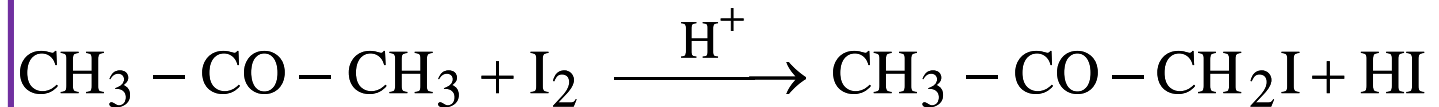


**ESTUDIO CINÉTICO
DE LA REACCIÓN ENTRE
EL YODO Y LA ACETONA
CATALIZADA POR ÁCIDO**

OBJETIVO

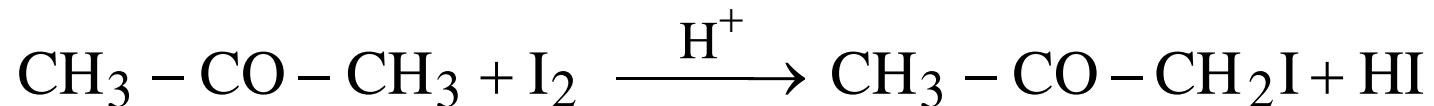
Determinación de la ley de velocidad:
órdenes de reacción y
constante de velocidad absoluta
de la reacción de
yodación de la acetona
en medio ácido
mediante un procedimiento químico



$$v = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]^\alpha [\text{H}^+]^\beta [\text{I}_2]^\gamma$$

¿Porqué se utiliza un procedimiento químico?

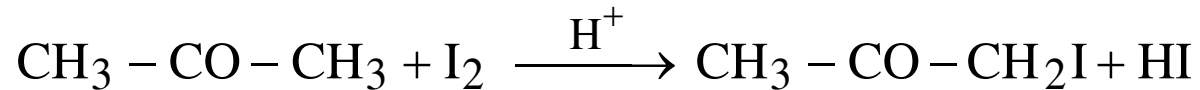
¿De qué componente es fácil seguir su evolución? ¿Cómo lo haremos?



¿Qué otro método podríamos seguir?

¿Qué cambio observaremos?

¿Respecto a que componente expresaremos la ecuación de velocidad?



$$v = -\frac{d[\text{I}_2]}{dt} = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]^\alpha [\text{H}^+]^\beta [\text{I}_2]^\gamma$$

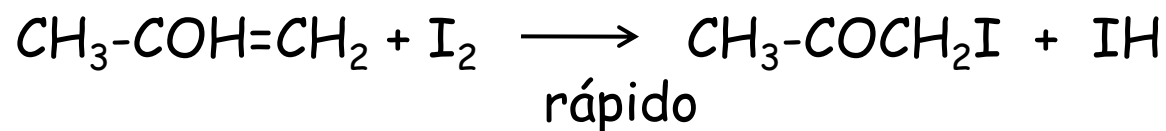
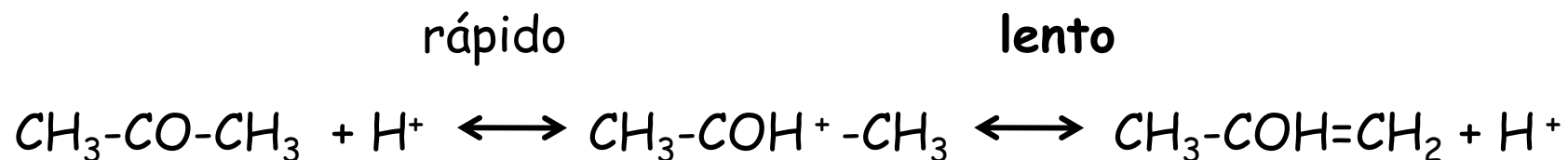
¿Qué condiciones deben cumplirse para seguir la evolución de la reacción respecto al yodo?

$$[\text{H}^+]_0, [\text{Acet}]_0 \gg [\text{I}_2]_0 \rightarrow [\text{H}^+], [\text{Acet}] \cong \text{ctes}$$

$$v = -\frac{d[\text{I}_2]}{dt} = k_{\text{ap}} [\text{I}_2]^\gamma$$

$$k_{\text{ap}} = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]_0^\alpha [\text{H}^+]_0^\beta$$

¿Porqué podemos suponer que el orden respecto al yodo es cero?

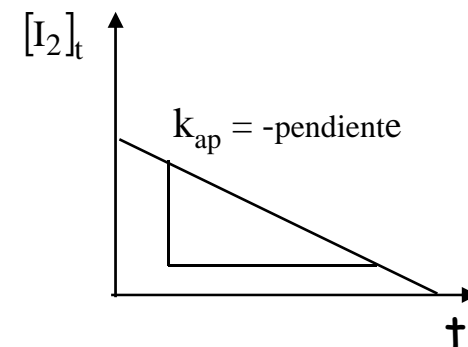


$$\gamma = 0 \quad v = -\frac{d[\text{I}_2]}{dt} = k_{\text{ap}} [\text{I}_2]^0 = k_{\text{ap}}$$

¿Cómo podemos comprobar que el orden respecto al yodo es cero?

$$\gamma = 0 \quad [\text{I}_2] = [\text{I}_2]_0 - k_{\text{ap}} t$$

¿Cómo vamos a seguir la evolución de la concentración de yodo?





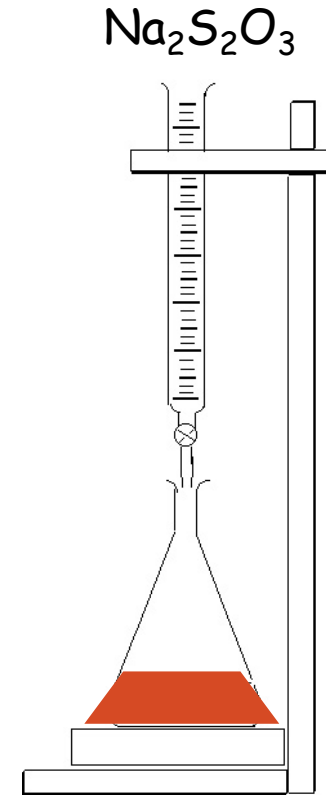
$$n_{\text{I}_2} = \frac{1}{2} n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$[\text{I}_2] V_{\text{I}_2} = \frac{1}{2} [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$[\text{I}_2]_t = \frac{1}{2} \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{V_{\text{alic}}(\text{I}_2)} V_t(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \text{cte} V_t(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

$$\text{cte} = \frac{1}{2} \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{V_{\text{alic}}(\text{I}_2)}$$

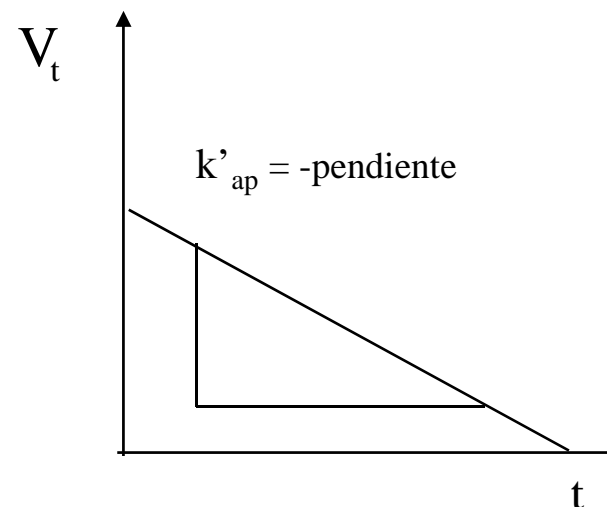
$$[\text{I}_2] = [\text{I}_2]_0 - k_{\text{ap}} t$$



$$\text{cte } V_t(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \text{cte } V_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) - k_{\text{ap}} t$$

$$V_t(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = V_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) - \frac{k_{\text{ap}}}{\text{cte}} t$$

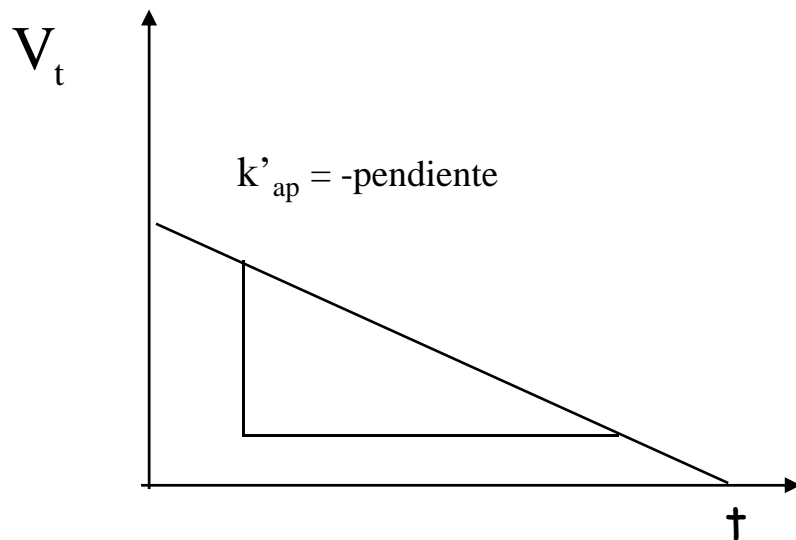
$$V_t = V_0 - k'_{\text{ap}} t$$



$$k'_{\text{ap}} = \frac{k_{\text{ap}}}{\text{cte}}$$

$$k_{\text{ap}} = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]_0^\alpha [\text{H}^+]_0^\beta$$

$$\text{cte} = \frac{1}{2} \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{V_{\text{alic}}(\text{I}_2)}$$



$$V_t = V_o - k'_{ap} t$$

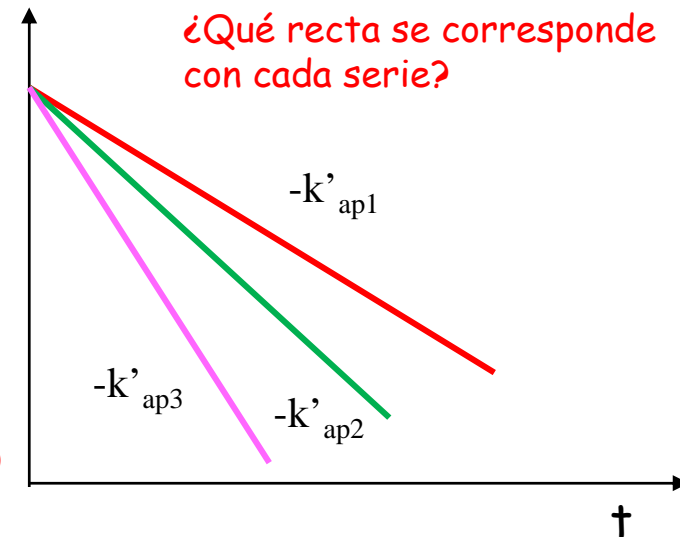
Ya sabemos como comprobar que el orden respecto al yodo es cero.
 ¿Cómo podemos obtener el orden respecto a la acetona y el yodo?

¿Habéis hecho antes algo similar en otra experiencia?

¿Cómo lo hacíais?

Estudio cinético de la decoloración de la fenolftaleina.

	V_{acet}	V_{HCl}	V_t
Serie 1	5	5	k'_{ap1}
Serie 2	15	3	k'_{ap2}
Serie 3	15	5	k'_{ap3}



¿Porqué se utilizan volúmenes iguales de ácido y acetona en las diferentes series?

$$V(\text{HCl})_1 = V(\text{HCl})_3 \quad [\text{HCl}]_1 = [\text{HCl}]_3$$

Series 1 y 3 permiten determinar α (orden acetona)

$$V(\text{Acet})_2 = V(\text{Acet})_3 \quad [\text{Acet}]_2 = [\text{Acet}]_3$$

Series 2 y 3 permiten determinar β (orden H^+)

¿Cómo están relacionadas k'_{ap} y las concentraciones de ácido y acetona?

$$\text{cte} = \frac{1}{2} \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{V_{\text{alic}}(\text{I}_2)}$$

$$k_{\text{ap}_i} = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]_{\text{o},i}^{\alpha} [\text{H}^+]_{\text{o},i}^{\beta} \qquad k_{\text{ap}_i} = k'_{\text{ap}_i} \text{cte}$$

$$\frac{(k_{\text{ap}})_1}{(k_{\text{ap}})_3} = \frac{k'_{\text{ap}_1} \text{cte}}{k'_{\text{ap}_3} \text{cte}} = \frac{k_{\text{abs}}}{k_{\text{abs}}} \left(\frac{[\text{Acet}]_{\text{o},1}}{[\text{Acet}]_{\text{o},3}} \right)^{\alpha} \left(\frac{[\text{HCl}]_{\text{o},1}}{[\text{HCl}]_{\text{o},3}} \right)^{\beta} = \left(\frac{[\text{Acet}]_{\text{o},1}}{[\text{Acet}]_{\text{o},3}} \right)^{\alpha}$$

$$\ln \frac{(k'_{\text{ap}})_1}{(k'_{\text{ap}})_3} = \alpha \ln \left(\frac{[\text{Acet}]_{\text{o},1}}{[\text{Acet}]_{\text{o},3}} \right)$$

¿Cómo están relacionadas las concentraciones de acetona en el medio de reacción con los volúmenes de acetona utilizados al preparar la mezcla de reacción?

$$[\text{Acetona}]_i = \frac{(\text{moles acet})_i}{V_T} = \frac{(\text{g}(\text{Acet}) / M_r(\text{g/mol}))_i}{V_T} =$$

$$[\text{Acetona}]_i = \frac{\rho_{\text{Acet}} (V_{\text{acet}})_i \text{riq}(\%)}{M_r(\text{g/mol}) V_T} = \text{cte} (V_{\text{acet}})_i$$

$$\ln \frac{(k'_{\text{ap}})_1}{(k'_{\text{ap}})_3} = \alpha \ln \left(\frac{(V_{\text{acet}})_1}{(V_{\text{acet}})_3} \right) \rightarrow \alpha$$

¿Cómo se determina el orden para el catalizador, H⁺?

$$k_{ap_i} = k_{abs} [\text{Acet}]_{o,i}^{\alpha} [\text{H}^+]_{o,i}^{\beta}$$

$$k_{ap_i} = k'_{ap_i} \text{ cte}$$

$$\frac{(k'_{ap})_2}{(k'_{ap})_3} = \frac{k_{abs}}{k_{abs}} \left(\frac{[\text{Acet}]_{o,2}}{[\text{Acet}]_{o,3}} \right)^{\alpha} \left(\frac{[\text{HCl}]_{o,2}}{[\text{HCl}]_{o,3}} \right)^{\beta} = \left(\frac{[\text{HCl}]_{o,2}}{[\text{HCl}]_{o,3}} \right)^{\beta}$$

$$\ln \frac{(k'_{ap})_2}{(k'_{ap})_3} = \beta \ln \left(\frac{[\text{HCl}]_{o,2}}{[\text{HCl}]_{o,3}} \right)$$

¿Cómo están relacionadas las concentraciones de ácido en el medio de reacción con los volúmenes de ácido utilizados al preparar la mezcla de reacción?

$$[\text{H}^+]_i = \frac{(V_{\text{HCl}})_i [\text{H}^+]_o}{V_T} = \text{cte}' (V_{\text{HCl}})_i$$

$$\ln \frac{(k'_{ap})_2}{(k'_{ap})_3} = \beta \ln \left(\frac{(V_{\text{HCl}})_2}{(V_{\text{HCl}})_3} \right) \rightarrow \beta$$

¿Cómo se determina la constante de velocidad, k_{abs} ?

$$k_{\text{ap}} = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]_0^\alpha [\text{H}^+]_0^\beta$$

$$k_{\text{abs}} = \frac{k_{\text{ap}}}{[\text{Acet}]_0^\alpha [\text{H}^+]_0^\beta}$$

$$k_{\text{ap}} = k'_{\text{ap}} \text{cte}$$

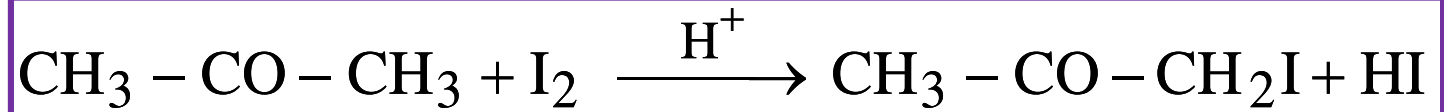
$$\text{cte} = \frac{1}{2} \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{V_{\text{alíq}}(\text{I}_2)}$$

$$k_{\text{abs}} = \frac{k'_{\text{ap}} \text{cte}}{[\text{Acet}]_0^\alpha [\text{H}^+]_0^\beta}$$

$$k(\text{abs})_i = \frac{1}{2} \frac{k'_{\text{ap}i} [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{[\text{Acet}]_{0,i} [\text{H}^+]_{0,i} V_{\text{alíq}}(\text{I}_2)}$$

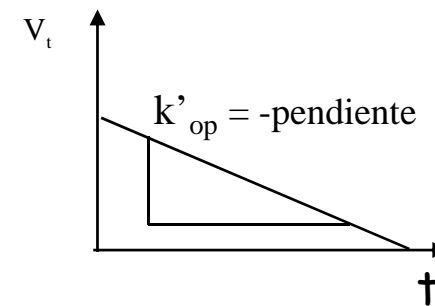
$$\bar{k}_{\text{abs}} \pm t(2,0.975)s(\bar{k}_{\text{abs}}) = \bar{k}_{\text{abs}} \pm t(2,0.975) \frac{s(k_{\text{abs}i})}{\sqrt{3}}$$

¿Hemos cubierto los objetivos? Recapitulemos



$$v = -\frac{d[\text{I}_2]}{dt} = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]^\alpha [\text{H}^+]^\beta [\text{I}_2]^\gamma$$

	V_{Acet}	V_{HCl}	
Serie 1	5	5	k'_{ap1}
Serie 2	15	3	k'_{ap2}
Serie 3	15	5	k'_{ap3}



$$k_{\text{abs}} = \frac{1}{2} \frac{k'_{\text{ap}} [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{[\text{Acet}]_0 [\text{H}^+]_0 V_{\text{alic}}(\text{I}_2)}$$

¿Falta algo?

UNIDADES

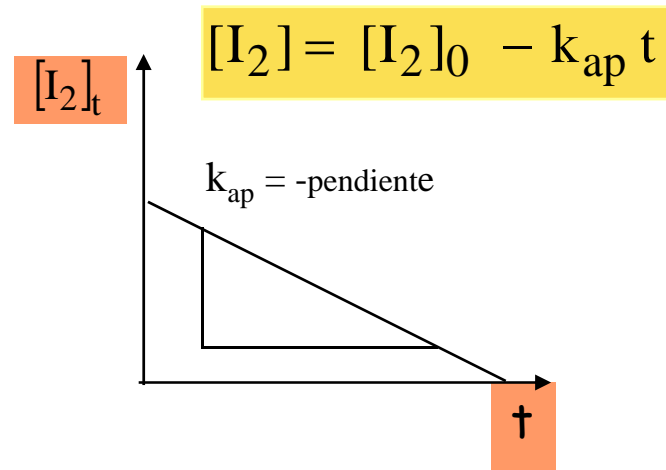
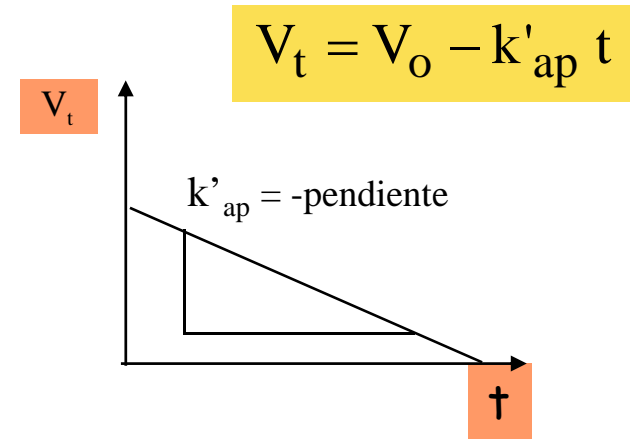
$$k'_{ap} \quad \text{ml t}^{-1}$$

$$k_{ap} \quad \text{M t}^{-1}$$

$$k_{abs} \quad \text{M}^{-1} \text{t}^{-1}$$

$$k(\text{abs})_i = \frac{1}{2} \frac{k'_{ap_i} [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{[\text{Acet}]_{0,i} [\text{H}^+]_{0,i} V_{\text{alíq}}(\text{I}_2)}$$

$$k_{\text{abs}} = \frac{k_{ap}}{[\text{Acet}]_0^\alpha [\text{H}^+]_0^\beta}$$



¿Cómo vamos a realizar la experiencia?

¿Qué es lo primero que hacemos?

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Conectar el baño termostático.

¿Hay que tener alguna precaución?

Comprobar el nivel de agua.
Comprobar la temperatura.

¿Qué hacemos a continuación?

PREPARAR LAS DISOLUCIONES

1) I_2 0.06 M. Preparada.

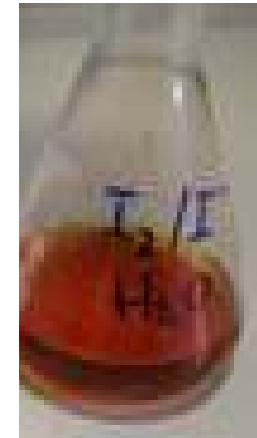
¿Cómo es el I_2 ?

¿Cómo se prepara la disolución?

¿Porqué se da preparada?



$I_2(s)$



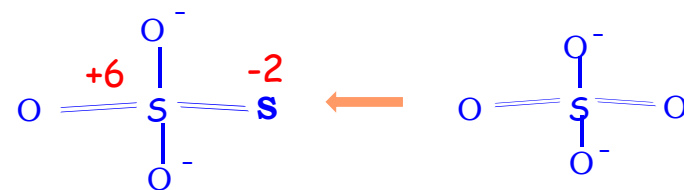
$I_2/I^- (aq)$

2) 500 mL de $Na_2S_2O_3$ 0.005 M

¿Dónde se guarda la disolución de tiosulfato?

¿porqué?

¿En que balanza se pesa el tiosulfato?



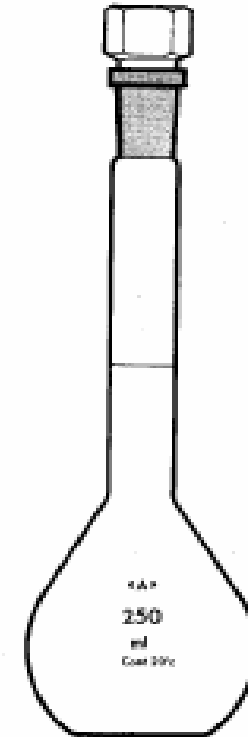
DISOLUCIONES

3) 250 mL de HCl 1.2 M (común a toda la mesa).

¿Cómo se prepara?



EN LA
VITRINA

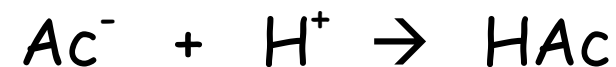


4) 250 mL de AcNa al 2.5 % en peso

¿Para qué se utiliza esta disolución?

¿Qué valor tiene la constante de equilibrio de esta reacción?

¿En que balanza se pesa el acetato?



$$K = 1/K_{\text{HAc}} = 5 \cdot 10^4$$

Una vez preparadas las disoluciones
¿Qué hacemos a continuación?

VALORAR LA DISOLUCIÓN DE HCl

¿Porqué valoramos el HCl?

¿Con qué valoramos el HCl?

¿Qué indicador utilizamos?
¿Cuál será el pH en
el punto de equivalencia?

¿Qué volumen de HCl utilizamos en la valoración?
¿Cómo mediremos este volumen?

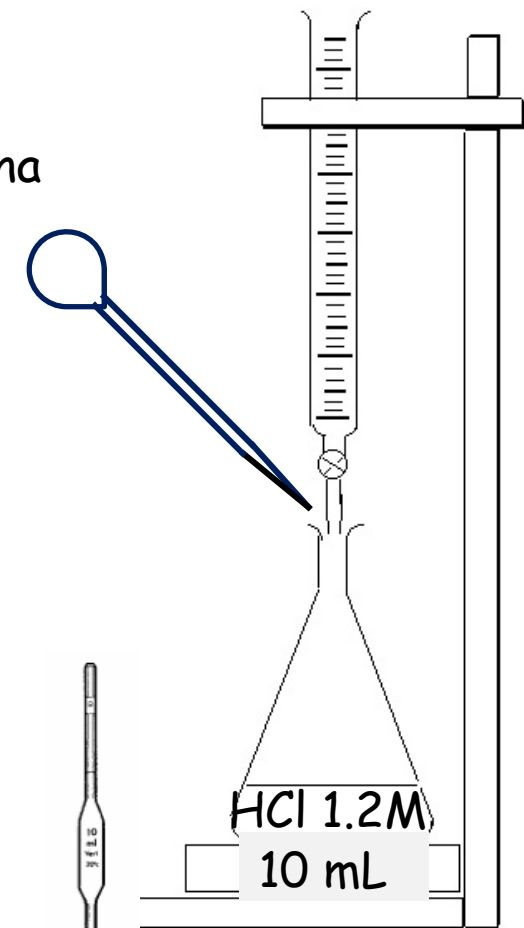
¿Qué volumen de sosa se gastará en la valoración?
¿Cuántas valoraciones hacemos?

¿En qué bureta?

$V_{\text{NaOH}} = 12 \text{ mL}$

NaOH 1M

Fenolftaleína



Una vez valorado el HCl se realizan las tres series correspondientes a diferentes volúmenes de HCl y acetona.

¿Porqué se realizan tres series y porqué estos volúmenes?

$$v = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]^{\alpha} [\text{H}^{+}]^{\beta} [\text{I}_2]^{\gamma}$$

$$[\text{H}^{+}]_i = \text{cte}'(V_{\text{HCl}})_i$$

$$[\text{Acet}]_i = \text{cte}(V_{\text{acet}})_i$$

	V_{Acet}	V_{HCl}	$V_{\text{Acet}} * V_{\text{HCl}}$
Serie 1	5	5	25
Serie 2	15	3	45
Serie 3	15	5	75

¿Porqué se comienza por la serie 1?

¿Porqué es mas lenta la serie 1?

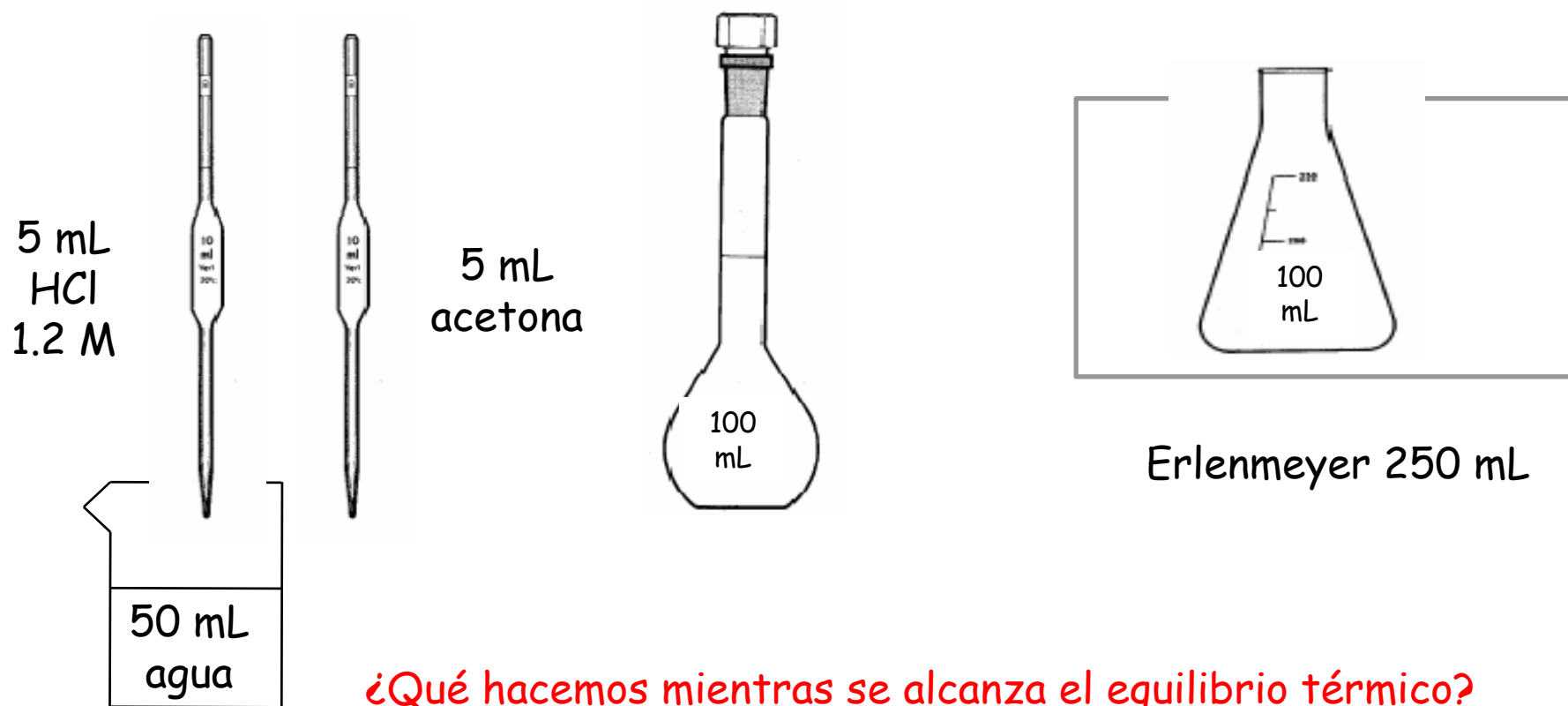
El volumen de yodo, es siempre el mismo ¿Porqué?

Recordad que la reacción es de orden cero respecto al yodo ¿Qué implica esto?

Si la velocidad de reacción no depende de la concentración de yodo ¿Qué sucedería si añadiéramos diferentes volúmenes de yodo?

Serie 1: 5 mL de acetona y 5 mL de ácido clorhídrico 1.2 M

¿Cómo se prepara la mezcla de reacción?

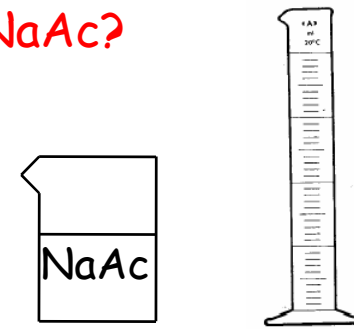


¿Qué hacemos mientras se alcanza el equilibrio térmico?

Preparar los erlenmeyers con NaAc.

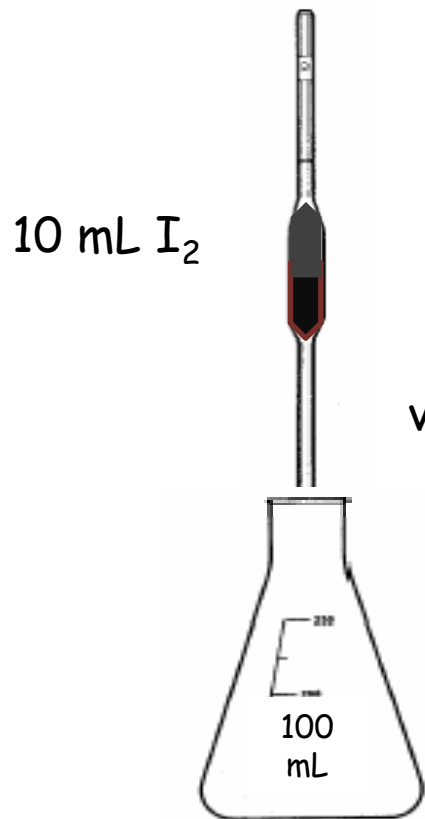
¿Porqué hay que tener preparados los erlenmeyers con NaAc?

¿Con qué medimos los
10 mL de NaAc?



SIETE erlenmeyers con 10 mL NaAc

¿Cuándo se alcance el equilibrio térmico qué hacemos?

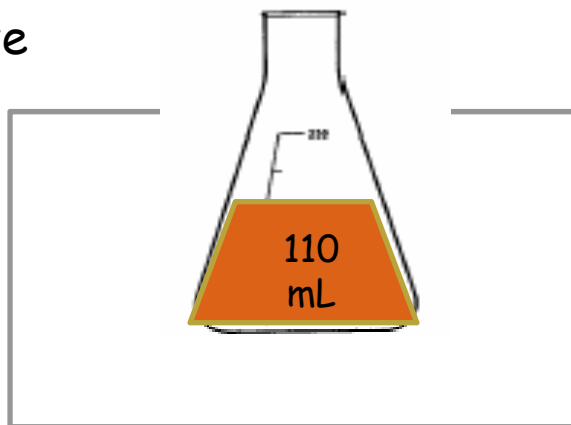


$t = 0$

¿Dónde se añade el yodo?
¿En el baño?

NO

mezclar
vigorosamente



10 mL
mezcla
de
reacción



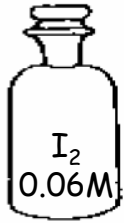
$t = t$

¿Dónde se toman las alícuotas
de la mezcla de reacción?
¿En el baño?

¿Cuándo se toma tiempo cero?

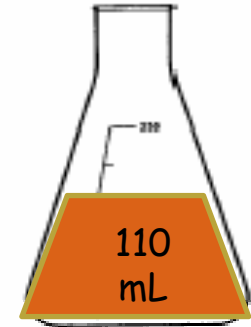
¿Cuándo se toma el tiempo de reacción?

Antes de continuar con la experiencia.
¿Estamos seguros que procedemos correctamente?



¿Podemos aplicar el método de aislamiento de Ostwald?

¿Cuáles serán las concentraciones de ácido y acetona en el medio de reacción. Cuestión 3?



$d = 0.7945 \text{ g/mL}$
 $\text{riq} = 99.5 \%$
 $M_r = 58.08$

$$[\text{Acet}]_{t=0}^{\text{serie1}} = 13.611 \text{ M} \frac{5 \text{ mL}}{110 \text{ mL}}$$

$$= 6.19 \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

$$[\text{HCl}]_{t=0}^{\text{serie1}} = 1.2 \text{ M} \frac{5 \text{ mL}}{110 \text{ mL}}$$

$$= 5.454 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$



$$[\text{I}_2]_{t=0} = 0.06 \text{ M} \frac{10 \text{ mL}}{110 \text{ mL}} = 5.45 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

¿La concentración de yodo es mucho menor que la de ácido y acetóna?

???????

$$[\text{I}_2]_{t=0} 5.45 \cdot 10^{-3} \text{ M} \lll [\text{HCl}]_{t=0} = 5.45 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

10 mL
 I_2
0.06M



5 mL
HCl
1.2 M

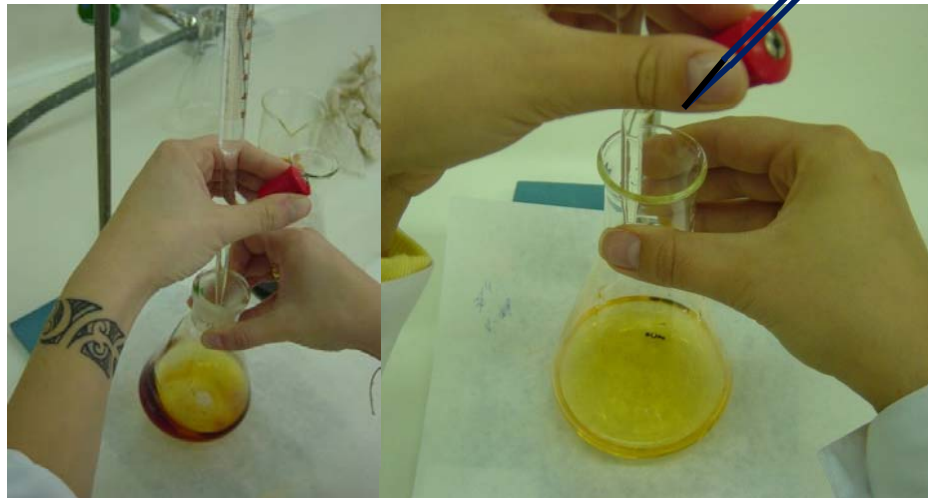


5 mL
acetona
13.611 M

Hemos recogido la muestra de reacción en el erlenmeyers con acetato sódico
¿Es necesario valorar la muestra inmediatamente?

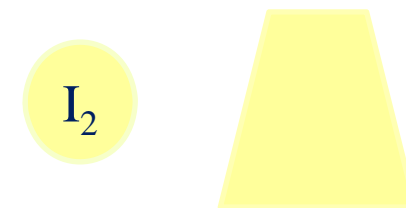
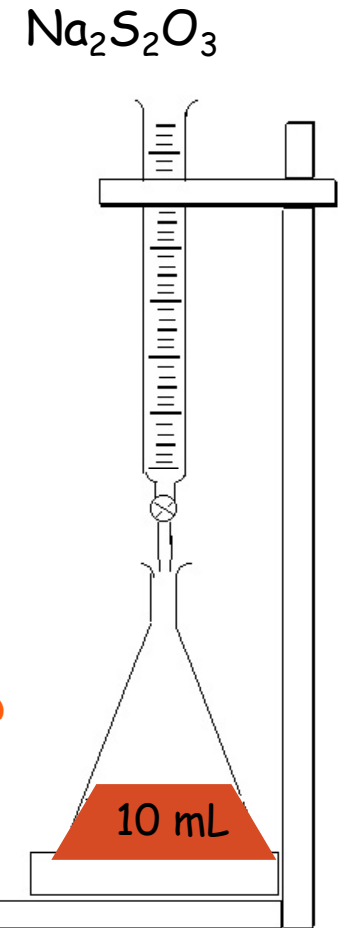
¿Cómo sabremos que hemos llegado al punto de equivalencia?

¿Cuándo se añade el indicador?



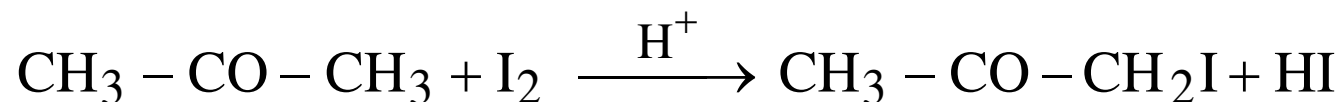
ALMIDÓN

¿Cómo irá cambiando el color de la muestra de reacción?



¿Cuántas muestras tomaremos y cada cuanto tiempo?

¿En las sucesivas valoraciones gastaremos más o menos volumen de tiosulfato?



¿Cómo podemos saber si los volúmenes de tiosulfato que gastamos son correctos?

¿Qué volumen de tiosulfato se gastaría a $t = 0$? **Cuestión 13**



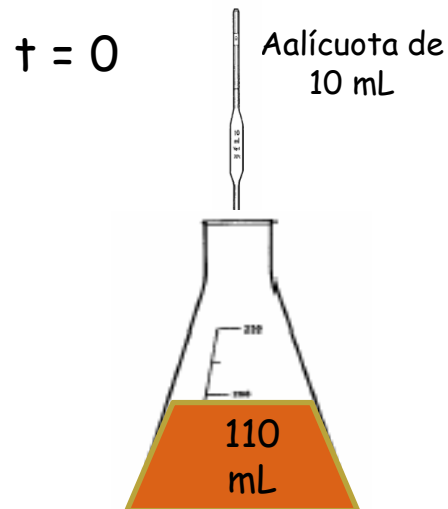
$$n_{\text{I}_2} = \frac{1}{2} n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$[\text{I}_2] V_{\text{I}_2} = \frac{1}{2} [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{2[\text{I}_2] V_{\text{I}_2}}{[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]}$$

V_{I_2} = volumen de la alícuota que se valora

$[\text{I}_2]$ = concentración de yodo en el medio de reacción



$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{2[\text{I}_2] V_{\text{I}_2}}{[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]}$$

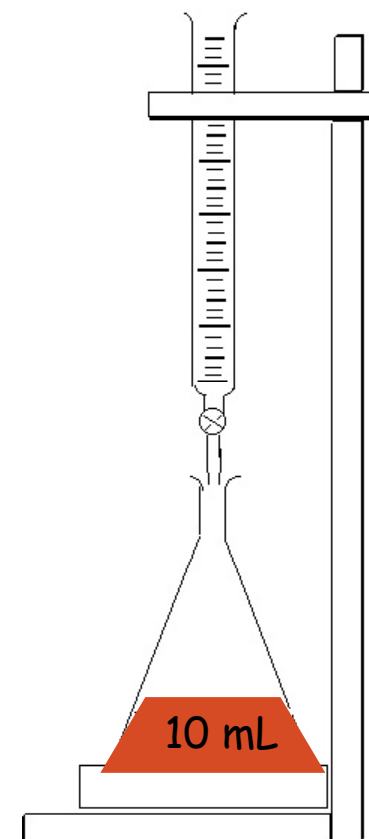
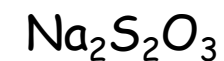
¿Cuál es $[\text{I}_2]$, $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ y V_{I_2} ?

$$V_{\text{I}_2} = V_{\text{alícuota}} = 10 \text{ mL}$$

$$[\text{I}_2]_{t=0} = 0.06 \text{ M} \frac{10 \text{ mL}}{110 \text{ mL}} = 5.45 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 0.005 \text{ M} \quad \text{¿Será esta concentración?}$$

$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{2 \times 5.45 \times 10^{-3} \text{ M} \times 10 \text{ mL}}{5 \times 10^{-3} \text{ M}} = 21.8 \text{ mL}$$



Una vez terminada la experiencia se realizan las series 2 y 3

Serie 2: 15 mL de acetona y 3 mL de ácido clorhídrico

Repetir el experimento, según lo indicado para la serie 1, extrayendo las muestras cada 6 minutos.

Serie 3: 15 mL de acetona y 5 mL de ácido clorhídrico

Repetir el experimento, según lo indicado para la serie 1, extrayendo las muestras cada 4 minutos.

¿Porqué en estas series los intervalos de tiempo son menores?

$$v = k_{\text{abs}} [\text{Acet}]^{\alpha} [\text{H}^+]^{\beta} [\text{I}_2]^{\gamma}$$

	V_{Acet}	V_{HCl}	$V_{\text{Acet}} * V_{\text{HCl}}$
Serie 1	5	5	25
Serie 2	15	3	45
Serie 3	15	5	75