

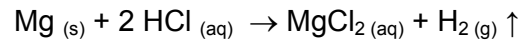
## Concentració i velocitat de reacció

### Objectius

- Determinar com afecta la concentració de l'àcid clorhídric a la velocitat de la reacció amb el magnesi.

### Introducció

La velocitat de reacció és una magnitud que descriu la rapidesa amb què els reactius es transformen en productes. En aquest experiment, estudiareu la velocitat de reacció entre el metall magnesi i l'àcid clorhídric:



Per determinar la velocitat de reacció, cal seleccionar un dels reactius o productes, i mesurar com varia per unitat de temps la seva concentració, o bé una propietat física que s'hi relacioni.

En el nostre cas i d'acord amb l'anterior definició, si l'interval de temps és suficientment petit, la velocitat a la qual es forma l'hidrogen ve donada per:

$$v_{\text{H}_2} = \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

on  $\Delta[\text{H}_2]$  és l'increment de la concentració de gas hidrogen en l'interval de temps  $\Delta t$ .

Com que en aquesta reacció es desprèn un gas, es pot mesurar la variació amb el temps de la pressió dins del recipient on es realitza. Aquesta pressió que, inicialment és la de l'aire contingut en el recipient, anirà augmentant a causa de la formació d'hidrogen gas, fins arribar a un valor màxim en el moment en què finalitza la reacció.


En conseqüència, la velocitat de reacció, com que la temperatura i el volum es mantenen constants, és proporcional a la variació de la pressió per unitat de temps:

$$v_{\text{H}_2} \propto \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

on  $\Delta P$  és l'augment de pressió a l'interior de l'erlenmeyer a causa del gas hidrogen generat en l'interval de temps  $\Delta t$ .

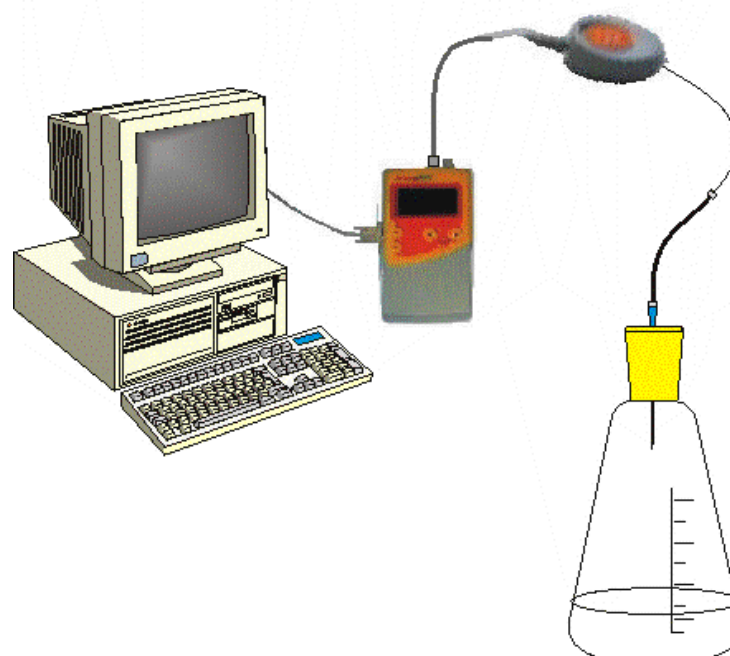
A l'experiment, per determinar l'efecte de la concentració de l'àcid clorhídric en la velocitat de reacció, fareu reaccionar igual quantitat de magnesi amb àcid clorhídric de diferent concentració i calculareu en cada cas la velocitat de reacció inicial.

## Equipament

<p><b>Material de laboratori:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erlenmeyer de 100 mL, amb un tap de goma travessat per una agulla que ajusti hermèticament</li> <li>- Allargador de pressió Luer Lock (d'uns 8 cm)</li> <li>- Proveta de 200 mL</li> <li>- 2 pipetes graduades de 10 mL amb xeringa acoblada</li> <li>- Regle de 30 cm</li> <li>- Tisores</li> <li>- Balança que apreciï cg</li> <li>- Termòmetre</li> <li>- Cinta de magnesi (uns 15 cm)</li> <li>- Aigua destil·lada</li> </ul> <p style="text-align: center;"></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissolució d'àcid clorhídric 2 M</li> <li>- Ulleres de seguretat i guants</li> </ul>	<p><b>Elements de l'equip Multilog:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interfície MultiLogPro amb cable USB</li> <li>- Sensor de pressió (rang: 0 a 700 kPa; resolució: 0,72 kPa)</li> </ul> <p><b>- Ordinador</b></p>
--	--

## Procediment

### Preparació del reactius i muntatge



1. Per estudiar l'efecte de la concentració de l'àcid clorhídric sobre la velocitat de formació del gas hidrogen, realitzareu diverses reaccions en un erlenmeyer de 100 mL tancat. A cada experiment fareu reaccionar la mateixa quantitat de magnesi, 1,5 cm de cinta, el mateix volum d'àcid clorhídric, 10 mL, però variant-ne la concentració (de 2 M a 1 M). El volum de l'erlenmeyer que ocuparà l'hidrogen format serà constant. A part d'aquestes magnituds que es mantindran constants, quina o quines més caldran que també siguin constants?

2. Marqueu la cinta de magnesi cada 1,5 cm i talleu-la a trossos. ¡És important que els trossos siguin iguals! Mesureu la massa dels 10 trossos i calculeu la massa mitjana d'un tros.
3. Com ho faràs per determinar el volum que ocuparà l'hidrogen?. Per fer-ho cal mesurar el volum d'aire inicial que conté l'erenmeyer quan està tapat:
  - Ompliu d'aigua l'erenmeyer fins a l'alçada del tap.
  - Mesureu amb la proveta el volum d'aigua.
  - El volum d'aire que contindrà en el moment d'iniciar-se la reacció serà el mesurat menys els 10 mL de dissolució d'àcid clorhídric.
4. Calculeu a partir de les quantitats de reactius que intervindran, la quantitat d'hidrogen que es formarà, i el corresponent augment de pressió en l'erenmeyer en finalitzar la reacció. Quin serà el reactiu limitant?
5. Anoteu les dades en una taula com la següent:

Temperatura ambient (°C)	
Volum d'aigua (mL)	
Volum que ocuparà l'hidrogen dins de l'erenmeyer (mL)	
Massa de 10 trossos de cinta de magnesi (g)	
Quantitat de magnesi (1,5 cm de cinta) (mol)	
Augment de pressió (kPa)	

Taula I

6. Uniu un extrem del tub de plàstic a l'agulla i l'altre al sensor de pressió.



Tingueu cura amb l'agulla del tap!

7. Connecteu el sensor de pressió a l'entrada 1 de la interfície.
8. Engegueu la interfície.
9. Connecteu la interfície a l'ordinador amb el cable USB.
10. Obriu el programa **Multilab** amb la icona



### Configuració del sistema



1. Cliqueu el botó **Configurar ajudant.**



Veureu que s'obre la finestra en la qual apareix el sensor connectat i l'escala: **pressió (0-700 kPa)**

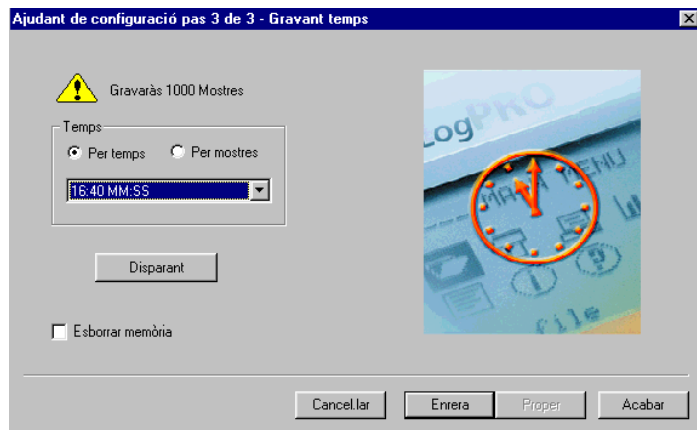
2. Cliqueu **Proper** per obrir la finestra següent.



3. Seleccioneu:

Freqüència: **Cada segon**  
 Mode d'escalat: **Escala completa**  
 Mode de gravació: **Substituir**

4. Cliqueu **Proper** per passar a la finestra següent:



5. Seleccioneu :

Per temps: uns **8 minuts**  
 i **Acabar**.

## Predicció

Abans d'obtenir els gràfics de la pressió a l'interior de l'erenmeyer en funció del temps, per a diferents concentracions d'àcid, dibuixeu la forma que al vostre parer tindran aquests gràfics.

## Enregistrament de les dades

1. Heu de realitzar les reaccions entre 1,5 cm de magnesi i 10 mL de dissolució d'àcid clorhídric de diferent concentració. Comenceu, per exemple, per la dissolució d'àcid clorhídric 2 M. Poseu a l'erenmeyer 10 mL de la dissolució 2 M mesurats amb la pipeta amb la xeringa acoblada.




No pipetegeu mai directament!  
 Utilitzeu ulleres de seguretat i guants de goma.

2. Comenceu la captació clicant el botó **Executar**




3. Afegiu el magnesi a la dissolució d'àcid clorhídric i, **ràpidament**, tapeu l'erenmeyer amb el tap de goma **ajustant-lo** bé per evitar pèrdues d'aire. **Agiteu** el matràs **molt suaument** per

afavorir el contacte entre els reactius. Agafeu l'erenmeyer **només per la part del coll**, per no escalfar-lo amb les mans i produir un augment més gran de la pressió.

4. La reacció haurà finalitzat quan el magnesi hagi desaparegut, moment a partir del qual s'observa que la pressió ja no augmenta més. Donada la sensibilitat del sensor, la pressió pot oscil·lar entre dos valors. Quan considereu la reacció acabada pareu les captacions clicant el botó  **Stop**

5. Anomeneu el gràfic i guardeu-lo amb l'opció **Guardar com** del menú **Guardar**.

**Gestió de residus:** La dissolució que queda després de la reacció podeu llençar-la a la pica, deixant rajar aigua abundant.

6. Anoteu, tal com s'indica a la taula II, el número de l'experiment que apareix al mapa de dades i la concentració d'àcid clorhídric. Fent ús dels botons **Mostrar primer cursor** i **Mostrar segon cursor**  determineu l'augment de pressió i el temps de reacció, i anoteu-los també a la taula.

*¡Tingueu en compte que la interfície s'apaga després de 15 minuts de no utilitzar-la. Per evitar que es desconnecti, cliqueu de tant en tant el botó del ratolí.*

7. Repetiu el procediment anterior per a una altra concentració d'àcid clorhídric. Per exemple, a concentració d'àcid meitat, 1 M, calculeu els volums de dissolució d'HCl 2 M i d'aigua que heu de mesclar. Abans d'introduir el magnesi, agiteu l'erenmeyer amb la barreja de l'àcid concentrat i l'aigua perquè es dissolgui bé.  
Quant de temps suposeu que trigarà la reacció? La meitat, el doble o quatre vegades més?. Com creus que serà la gràfica?. Anoteu els valors obtinguts a la taula.

8. Varieu la concentració d'àcid, i repetiu el procediment amb 3 o 4 concentracions diferents d'àcid entre 2 M i 1 M. Anoteu a la taula les dades obtingudes.

[HCl] (mol.L <sup>-1</sup> )	Volum d'HCl 2 M (mL)	Volum d'aigua destil·lada (mL)	Núm. Experiment	Augment de pressió (kPa)	Temps de reacció (s)
2	10	0			
1					

Taula II

9. Guardeu els gràfics obtinguts després de cada experiment. Podeu deixar el mateix nom amb què heu anomenat l'arxiu a l'apartat 5, i tenir així tots els gràfics en un únic arxiu.

#### **Anàlisi i tractament de les dades**

1. L'increment de pressió ha estat el mateix en totes les reaccions? Si no és així, a què creus que pot ser degut? Repetiu, si cal, alguna de les reaccions.
2. Per determinar la velocitat de reacció de formació de l'hidrogen per a cada concentració inicial d'àcid, dividiu l'increment de pressió experimental pel corresponent interval de

temps. Aquest valor és en realitat la velocitat de reacció mitjana, però podem considerar-la com a instantània donat que l'interval de temps no és gaire gran.

3. Per determinar quin és l'efecte de la concentració inicial de l'àcid en la velocitat de reacció cal trobar el tipus de relació matemàtica entre ambdues magnituds. Normalment aquesta relació és del tipus:

$$V_0 \propto C_0 \quad \text{o} \quad V_0 \propto C_0^2$$

Quin d'aquests dos tipus de relació correspon a la reacció estudiada?

### Qüestionari

1. Hi ha coincidència entre els gràfics que heu dibuixat en la predicció i els que heu obtingut? Comenteu les similituds i les diferències.
2. Quines són les magnituds que s'han d'haver mantingut constants en totes les reaccions i quines s'han variat?
3. Expliqueu la importància de mantenir el volum de dissolució d'àcid clorhídric igual a 10 ml en totes les reaccions.
4. A quins gasos es deguda la pressió mesurada pel sensor en finalitzar la reacció?
5. La rapidesa amb què reacciona un nombre de mols d'àcid clorhídric és la mateixa amb què es forma l'hidrogen? Quina relació hi ha entre elles? (Tingueu en compte l'estequiometria de la reacció).
6. Doneu una explicació del fet que augmenti la velocitat de reacció en augmentar la concentració de l'àcid clorhídric.
7. Quina influència tindria sobre la velocitat de reacció la utilització de magnesi en pols en lloc de cinta de magnesi?
8. Quines generalitzacions es poden fer respecte del temps que triga la reacció en produir-se quan es modifica la concentració.
9. Calculeu la variació de la concentració d'àcid clorhídric,  $\Delta[\text{HCl}]$ , a cada reacció.
10. Quin seria l'efecte sobre la velocitat de reacció d'un augment de temperatura?
11. Quines són les fonts d'error de l'experiment?

### Informe

Redacteu un informe de l'experiència. En aquest informe s'han de distingir clarament tres parts: objectius, realització i conclusió, a més de les respostes al qüestionari anterior.

### Suggeriment d'ampliació

Es pot estudiar la influència d'altres factors sobre la velocitat de reacció com ara la temperatura i la naturalesa dels reactius.

- Per estudiar l'efecte de la temperatura en aquesta reacció, cal fer el mateix que s'ha descrit, però envoltant l'erlenmeyer amb gel dintre d'un recipient adequat i esperant un cert temps, abans d'afegir el magnesi, per deixar refredar l'àcid.
- Per estudiar la influència de la naturalesa dels reactius es realitza la reacció del magnesi o d'altres metalls amb diferents àcids.