

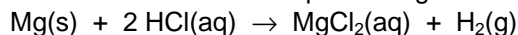
## 5. Com es pot determinar la massa atòmica relativa del magnesi?

### Objectiu

- Determinar la massa atòmica relativa del magnesi

### Introducció

Quan el magnesi reacciona amb l'àcid clorhídric es produeix gas hidrogen:



Com que per cada mol d'àtoms de magnesi reaccionants es forma un mol de molècules de gas hidrogen, podem escriure:

$$\frac{m_{\text{Mg}}}{m_{\text{H}_2}} = \frac{\text{massa d'un àtom de Mg}}{\text{massa d'una molècula d'H}_2} = \frac{A_r(\text{Mg})}{M_r(\text{H}_2)}$$

$A_r$  representa la massa atòmica relativa del magnesi i  $M_r$  la massa molecular relativa de l'hidrogen.

Si coneixem els valors de les masses de magnesi que reacciona ( $m_{\text{Mg}}$ ) i d'hidrogen que es forma ( $m_{\text{H}_2}$ ), com que  $M_r(\text{H}_2) = 2,0$ , podem calcular  $A_r(\text{H}_2)$ . Com que en el cas de gasos és més fàcil mesurar el volum, podem mesurar el volum d'hidrogen que es desprèn i després calcular la massa a través de la densitat o de l'equació dels gasos ideals.

### Material i Equipament (per fer el procediment A)

Equipament	Reactius i altres materials
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Matràs erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup> amb tap foradat</li> <li>– Bureta o tub de recollida de gasos graduat</li> <li>– Proveta de 50 cm<sup>3</sup></li> <li>– Recipient gran o cristal·litzador</li> <li>– Tubs de vidre en colze de 90°</li> <li>– Suport i pinces</li> <li>– Accés a un baròmetre i a un termòmetre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Magnesi, cinta</li> <li>– Dissolució HCl 1 mol·dm<sup>-3</sup></li> </ul> <div style="text-align: right;"> <p>IRRITANT</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> <p style="text-align: right;"><b>Ulleres de seguretat</b></p>

### Procediment A

#### Disseny i realització de l'experiència

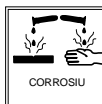

1. Pensa el muntatge experimental que et permeti fer reaccionar el magnesi amb una dissolució d'àcid clorhídric i alhora recollir l'hidrogen que es desprèn i mesurar-ne el volum. Pots utilitzar el material que creguis convenient de la llista anterior. Recorda els mètodes de recollida de gasos que has pogut estudiar en cursos anteriors.

2. Quina quantitat de magnesi creus que és adequat utilitzar?

3. Quin volum i concentració d'àcid clorhídric creus que és adequat utilitzar?

4. Com es pot evitar al màxim possible que la introducció del magnesi no faci que es perdi gas hidrogen?
5. Fes un breu esquema del muntatge i comenta'l amb el teu professor o professora. Si cal fes servir el full d'ajut.
6. Posa en pràctica el procediment i pren les mesures necessàries.
7. Recull i neteja el material emprat.

### Material i Equipament (per fer el procediment B)

Equipament	Reactius i altres materials
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tub de recollida de gasos o bureta de 50 cm<sup>3</sup> amb tap de goma foradat</li> <li>- Proveta de 250 cm<sup>3</sup></li> <li>- Proveta de 10 cm<sup>3</sup></li> <li>- Vas de precipitats de 500 cm<sup>3</sup></li> <li>- Suport i pinces de bureta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissolució d'àcid clorhídric concentrat del 36% en massa</li> </ul> <div style="text-align: right;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnesi, cinta (0,025g)</li> <li>- Tros de gasa i fil de cosir resistent</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Ulleres de seguretat i guants. PREACUCIÓ ESPECIAL AMB L'ÀCID CONCENTRAT!</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accés a un baròmetre i a un termòmetre</li> </ul>	

### Procediment B

#### Muntatge i execució de l'experiència

1. Necessites un tros de cinta de magnesi que pesi 0,025 g. El professor o professora te'l subministrarà (per tenir un tros d'aquesta massa, es mesura 1,00 m de cinta i es pesa. Es talla proporcionalment a la massa desitjada).
2. Agafa el tros de cinta de Mg, embolica'l amb una mica de gasa i fes-ne una bossa que has de lligar amb una mica de fil de cosir. Deixa un tros de fil d'un pam de llarg penjant (figura 1).

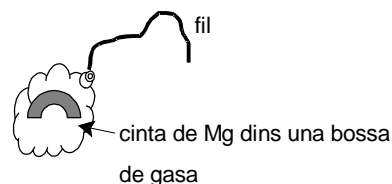


Figura 1

3. Prepara un vas de precipitats de 500 cm<sup>3</sup> amb aigua fins a les  $\frac{3}{4}$  parts. Omple també la proveta de 250 cm<sup>3</sup> amb aigua.



4. Subjecta el tub de gasos o la bureta al suport. Mesura ara 10 cm<sup>3</sup> d'HCl concentrat amb la proveta petita i posa'ls en el tub. **Aquesta operació és convenient fer-la en una vitrina amb extractor.**

5. Acaba d'omplir fins a la boca el tub de recollida de gasos amb aigua destil·lada. Ho has de fer deixant caure l'aigua a poc a poc (millor que vagi lliscant per les parets del tub), de manera que quedin dues capes, la inferior d'HCl concentrat. (Figura 2).

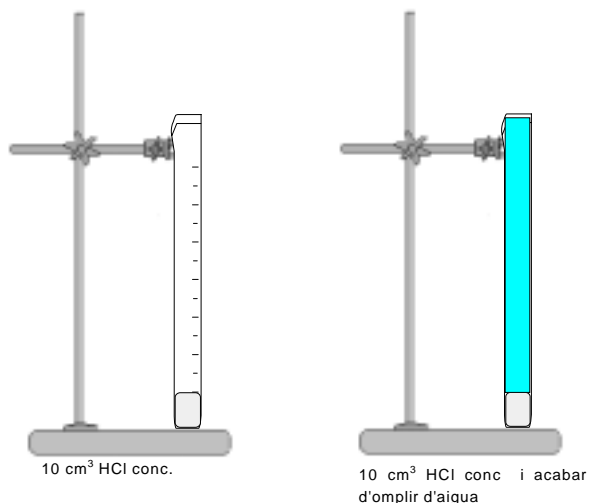
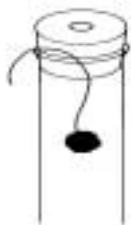


Figura 2



6. Posa la bossa amb el tros de Mg dins el tub de manera que pengi a pocs centímetres de profunditat i tapant el tub amb el tap foradat, procura que agunti bé el fil que havies deixat amb un pam de llarg. (Figura 3).

Figura 3

7. Ràpidament, tapa amb un dit el forat del tap i capgirant el tub, deixa'l invertit dins el vas de precipitats de 500 cm<sup>3</sup>. A partir d'ara, l'àcid concentrat més dens es difondrà ràpidament fins arribar al magnesi i començarà la reacció generant hidrogen que anirà desplaçant l'aigua del tub de recollida de gasos. (Figura 4).

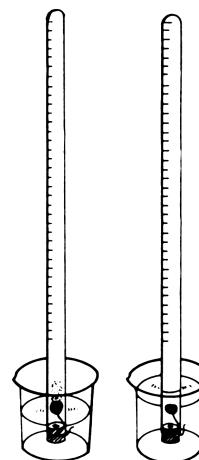


Figura 4

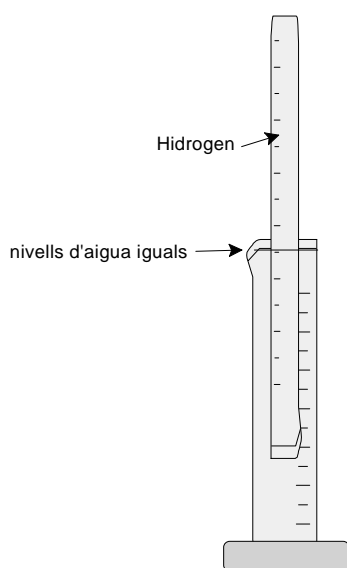


Figura 5

8 Espera que tot el magnesi hagi reaccionat. Ara has de mesurar el volum d'hidrogen generat. Per fer la mesura a la pressió atmosfèrica, has de traslladar el tub sense girar-lo i tapant amb un dit el forat del tap, fins la proveta amb aigua. Un cop hagi submergit l'extrem del tub treus el dit i vas submergint-lo dins la proveta fins que els nivells d'aigua del tub i el de la proveta coincideixin. Segurament es vessarà una mica d'aigua. Procura no fer massa mullader. Aleshores llegeixes el volum de gas hidrogen recollit. (Figura 5).

9. Pren nota del volum d'hidrogen, de la pressió atmosfèrica i de la temperatura ambient.
10. Recull i neteja el material emprat.

## Conclusions

---

### Anàlisi de les dades, càlculs i avaluació del resultat

Pots fer un càlcul aproximat de la massa d'hidrogen que contenia el tub de recollida de gasos sabent que la densitat del gas en condicions estàndard (25°C i 1 atm) és de 0,082 g/dm<sup>3</sup>

Un càlcul més exacte requereix utilitzar les dades de la pressió atmosfèrica, la temperatura del laboratori i el volum d'hidrogen, i emprar l'equació general d'estat dels gasos.

1. Calcula la massa d'hidrogen obtinguda per qualsevol de les dues vies proposades.
2. Aplica la fórmula indicada en la introducció per calcular la massa atòmica relativa del magnesi.
3. Compara el valor obtingut amb el que figura en una taula de masses atòmiques relatives. Quin error relatiu has comès?
4. Quines creus que poden ser les causes d'aquest error?

### Qüestionari

1. En recollir el gas hidrogen sobre aigua, has de recordar que l'espai que aparentment ocupa només el gas hidrogen també està ocupat per vapor d'aigua. D'on procedeix aquest vapor? Quina correcció cal fer per calcular la pressió parcial de l'hidrogen sec?
2. Per què cal situar el tub amb hidrogen de manera que el nivell d'aigua del tub sigui el mateix que el d'aigua de la proveta?
3. En el tub de gasos del muntatge del procediment A es recull hidrogen o una mescla d'hidrogen i d'aire, procedent de l'erlenmeyer i els tubs de connexió? En qualsevol cas, té això algun efecte en les mesures realitzades?

## Com es pot determinar la massa atòmica relativa del magnesi? Material per al professorat

### Orientacions didàctiques

#### Temporització

- ½ hora per a la planificació de l'experiment a seguir
- 1 hora per a l'experimentació d'un dels procediments i els càlculs
- ½ hora per a les conclusions i la posada en comú

#### Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de primer o de segon de batxillerat. Si són alumnes de segon es pot utilitzar l'equació dels gasos en el càlcul del volum i fer la correcció de la pressió de vapor de l'aigua. Si són alumnes de primer és millor fer un càlcul aproximat a partir de la densitat de l'hidrogen ha condicions estàndard, tot i que convé fer notar l'aproximació que s'està realitzant.

#### Orientacions metodològiques

L'experiment serveix per adonar-se de com es van trobar en els segles passats els valors d'algunes masses atòmiques relatives. La investigació es presenta en dues versions, el procediment A més obert, i el procediment B més tancat. Si es vol, es pot fer que uns grups segueixin el procediment A i d'altres el B. En aquest cas, els estudiants als quals es proposi el mètode B convé que a nivell de disseny, encara que no de realització, passin pel mètode A, per tal que es puguin plantejar les qüestions que se'ls presenta. Un cop finalitzada la realització de l'experiència i fets els càlculs és convenient que cada un dels grups expliqui a classe el mètode seguit i els resultats obtinguts per tots ells. Convé comparar i avaluar a classe aquests resultats i discutir les possibles fonts d'error que s'han pogut cometre.

#### Full d'ajut per al procediment A

##### Muntatge i execució de l'experiència



1. Munta el dispositiu de la figura 1. La bureta o el tub per recollir gasos han de quedar plens d'aigua.
2. Pesa 0,05 g de cinta de magnesi (el millor és mesurar un tros de cinta de 1,0 m i després d'haver-la pesat, es calcula la longitud que correspon a aquesta massa).
3. Mesura amb la proveta 50 cm<sup>3</sup> de la dissolució d'HCl 1 mol.dm<sup>-3</sup> i posa'ls en el matràs erlenmeyer. Acaba d'omplir el matràs amb aigua destil·lada. Destapa l'erlenmeyer just el temps per posar-hi dins el tros de cinta de magnesi.
4. Espera que tot el magnesi hagi reaccionat. Ara has de mesurar el volum d'hidrogen generat. Per fer la mesura a la pressió atmosfèrica, has de traslladar el tub o la bureta sense girar-lo i tapant-ne la boca amb un dit, fins la proveta amb aigua. Un cop hakis submergit l'extrem del tub treus el dit i vas submergint-lo dins la proveta fins que els nivells d'aigua del tub i el de la proveta coincideixin. Segurament es vessarà una mica d'aigua. Procura no fer massa mullader. Aleshores llegeixes el volum de gas hidrogen recollit. (Figura 2)

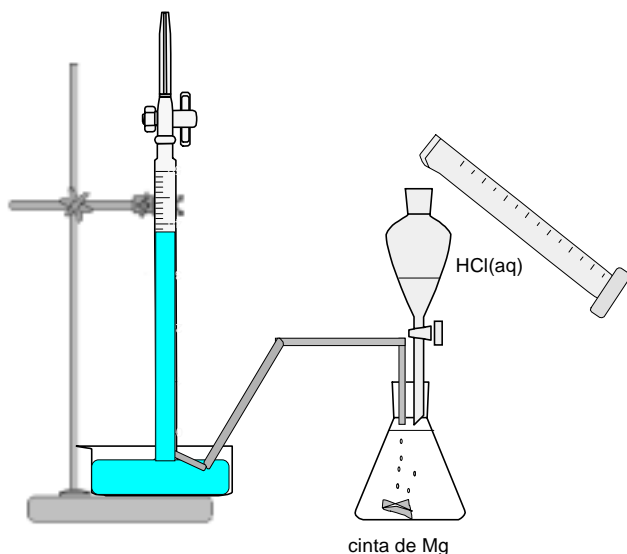


Figura 1

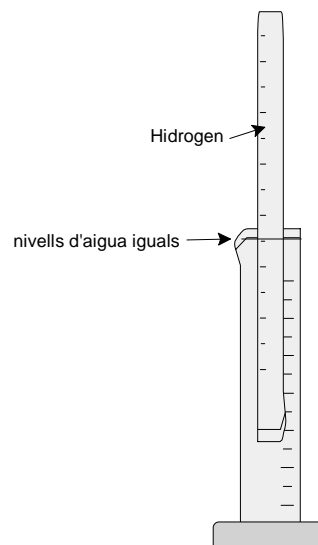


Figura 2

El muntatge del procediment A es pot millorar introduint un tub o embut de decantació en el tap de l'erlenmeyer (cal utilitzar llavors un tap de dos forats). Es posa el tros de magnesi dins de l'erlenmeyer, es tapa l'erlenmeyer i s'aboca la dissolució d'HCl a través de l'embut de decantació. D'aquesta manera s'eviten les fuites d'hidrogen.

Si s'utilitza una bureta invertida en lloc d'un tub de recollida de gasos, cal tenir en compte el volum que queda comprès entre la clau i la primera divisió, que no es troba graduat. Es pot mesurar aquest volum, prèviament, omplint-lo amb l'aigua abocada des d'una pipeta graduada.

**Gestió dels residus:** poden llançar-se a la pica.

## Conclusions

### Resultats esperats

El procediment B acostuma a donar resultats més propers al valor real que el procediment A, excepte si aquest es perfecciona mitjançant la utilització d'un embut de decantació per abocar-hi la dissolució d'àcid clorhídric. Són d'esperar resultats amb errors relatius inferiors al 5 % si es treballa amb cura.

### Respostes al qüestionari

**1** En recollir el gas hidrogen sobre aigua, has de recordar que l'espai que aparentment només ocupa el gas hidrogen també està ocupat per vapor d'aigua. D'on procedeix aquest vapor? Quina correcció cal fer per calcular la pressió parcial de l'hidrogen sec? El vapor d'aigua procedeix de l'evaporació de l'aigua del tub de recollida de gas. Se suposa que passa el temps suficient perquè s'aconsegueixi la pressió de vapor d'equilibri.

La pressió d'hidrogen sec es pot calcular a partir de l'equació:

pressió d'hidrogen sec = pressió de la mescla – pressió de vapor d'aigua

La pressió de la mescla és igual a la pressió atmosfèrica si s'ha fet la igualació de nivells. La pressió de vapor d'aigua a la temperatura en què s'ha fet la mesura del volum es pot consultar en un llibre de dades.

**2** Per què cal situar el tub amb hidrogen de manera que el nivell d'aigua sigui el mateix que el d'aigua de la proveta?

Per assegurar-nos que la pressió del gas és igual a l'atmosfèrica.

**3** En el tub de gasos del muntatge del procediment A es recull hidrogen o una mescla d'hidrogen i d'aire, procedent de l'erenmeyer i els tubs de connexió? En qualsevol cas, té això algun efecte en les mesures realitzades?

Es recull també aire, però això no modifica els càlculs realitzats ja que la quantitat d'aire és equivalent a la de l'hidrogen que pot quedar en l'erenmeyer i els tubs. En les mateixes condicions de pressió i temperatura desplaçat ocupa el mateix volum que ocuparia l'hidrogen. El volum en els gasos no depèn del tipus de gas sinó de la quantitat de gas (Llei d'Avogadro).

### **Criteris d'avaluació**

Els criteris d'avaluació, si s'ha seguit el procediment A han de tenir en compte la planificació portada a terme pels estudiants a través de les respostes a les qüestions numerades que s'hi proposen. Cal valorar-les més si les responen abans de consultar els quadres d'ajut. En el cas del procediment B comptarà més la habilitat a seguir les instruccions per a la realització de les mesures.

En qualsevol dels dos procediments cal tenir en compte la seguretat mostrada en la manipulació del material i dels productes de risc com l'àcid clorhídric, la correcció en els càlculs (un ús correcte de les xifres significatives) i l'avaluació del resultat obtingut i de les fonts d'error que s'hagin pogut cometre.