

## 35. Com determinar la càrrega d'un ió?

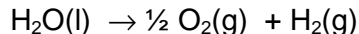
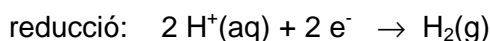
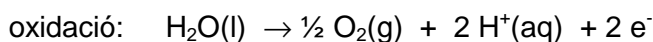
### Objectius

- Determinar experimentalment la relació que hi ha entre la quantitat de càrrega que circula per una cel·la electrolítica i la quantitat d'hidrogen que es desprèn.

### Introducció

L'electròlisi de l'aigua produeix hidrogen,  $H_2$  i oxigen,  $O_2$ . L'interès d'obtenir hidrogen és per usar-lo en les síntesis de l'amoníac, del metanol i en les piles de combustible. De fet hi ha mètodes més econòmics per obtenir aquests gasos que l'electròlisi de l'aigua, la qual requereix importants quantitats d'energia elèctrica. Però si en aquest treball pràctic obtenim hidrogen per electròlisi és perquè a partir de les mesures de la quantitat d'hidrogen i de la quantitat de càrrega que ha circulat, podrem repetir un càlcul important en la història de l'electroquímica: la determinació de la càrrega de l'ió  $H^+$ . Així es pot entendre de quina manera científics com M. Faraday van descobrir les lleis de l'electròlisi.

Les reaccions són:



### Material i Equipament

#### Equipament

- Recipient per fer l'electròlisi
- Font d'alimentació 6 V c.c.
- Tub de recollida de gasos o bureta de 25 cm<sup>3</sup>
- Cables de connexió i pinces de cocodril
- Elèctrodes de platí
- Amperímetre
- Cronòmetre
- Proveta de 10 cm<sup>3</sup>

#### Reactius i altres materials

- Àcid sulfúric, dissolució 2 mol.dm<sup>-3</sup>



**Util·les de seguretat quan es manipuli l'àcid sulfúric.**

### Procediment

#### Muntatge i execució de l'experiència

1. Munta l'aparell per fer electròlisi de l'aigua, de manera que el gas hidrogen obtingut vagi a parar a la bureta o tub de recollida de gasos. El tub o bureta ha d'estar ple d'aigua abans de començar l'electròlisi.

2. El muntatge i l'equipament que tens t'han de servir per saber:

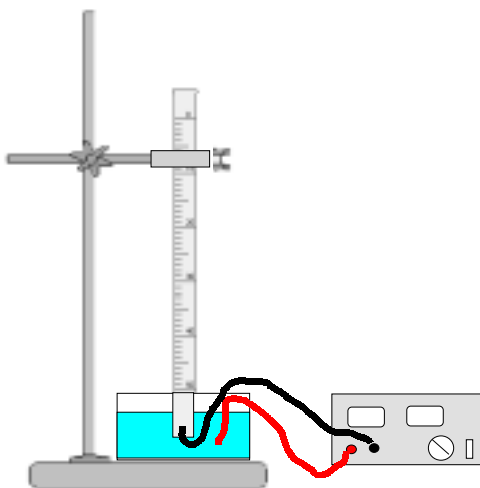
volum de gas obtingut en un determinat temps

intensitat del corrent elèctric mentre fas l'electròlisi.

3. Observa que no és necessari que recullis el gas oxigen. Connecta correctament l'amperímetre en el muntatge per poder mesurar la intensitat del corrent. (Algunes fonts d'alimentació ja tenen incorporat l'amperímetre.)



**Posa't les ulleres de seguretat.**



4. L'aigua pura és mala conductora del corrent i la seva electròlisi és molt lenta. Per això cal afegir entre 3 i 4 cm<sup>3</sup> de dissolució d'àcid sulfúric que actua de catalitzador i accelera la reacció. Usa la proveta per mesurar el volum de dissolució d'àcid sulfúric. Quan l'hagis afegit al recipient, remena amb suavitat el tub, per facilitar la dissolució de l'àcid.

5. Connecta la font d'alimentació i recull un volum d'hidrogen suficient per fer els càlculs posteriors. Pren nota de totes les dades necessàries: temps, intensitat elèctrica i volum d'hidrogen.

## Conclusions

### Anàlisi de les dades

1. Els càlculs que has de fer són:

- càrrega elèctrica que ha circulat (en C)
- quantitat de gas hidrogen obtinguda (en mols)
- quantitat d'ions hidrogen que han reaccionat (en mols)
- nombre d'ions H<sup>+</sup> que han reaccionat

Amb aquestes dades ja pots trobar el quocient:  $\frac{\text{quantitat de càrrega}}{\text{àtom}}$

2. El valor acceptat actualment per la càrrega de l'ió H<sup>+</sup> és d' $1,60 \cdot 10^{-19}$  C. Fes un càlcul de l'error relatiu de la teva mesura.

3. Indica quin o quins passos del procediment poden implicar fer els errors més importants.

### Qüestionari

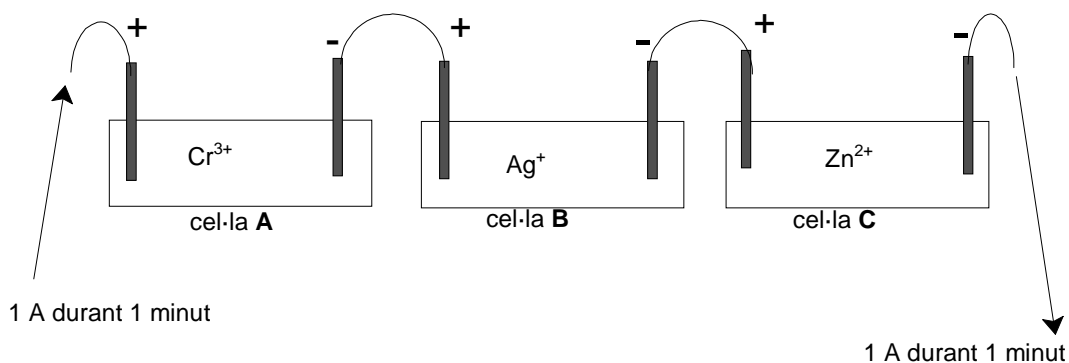
1. Els noms d'electròlisi, elèctrode, electròlit, ànode i càtode els va inventar Michael Faraday, científic anglès del segle XIX. Quines són les reaccions químiques en l'ànode i en el càtode en l'electròlisi de l'aigua?

2. El descobriment fonamental de Faraday va ser comprovar que la massa d'un element obtinguda per electròlisi és proporcional a la quantitat de càrrega que circula i inversament proporcional a la càrrega de l'ió que reacciona en l'electròlisi.

A partir de la taula de dades següent, troba el signe i la càrrega dels ions dels elements químics i completar l'última columna de la taula:

Element	Elèctrode on es desprèn o es diposita	relació quantitat de càrrega àtom (en Coulomb per un àtom)	Signe i càrrega del ió
Hidrogen	negatiu	$1,60 \cdot 10^{-19}$	
Sodi	negatiu	$1,60 \cdot 10^{-19}$	
Calci	negatiu	$3,20 \cdot 10^{-19}$	
Potassi	negatiu	$1,60 \cdot 10^{-19}$	
Clor	positiu	$1,60 \cdot 10^{-19}$	
Alumini	negatiu	$4,80 \cdot 10^{-19}$	
Brom	positiu	$1,60 \cdot 10^{-19}$	
Coure	negatiu	$3,20 \cdot 10^{-19}$	
Oxigen	positiu	$3,20 \cdot 10^{-19}$	

3. En realitat a l'època de Faraday cap dels càlculs anteriors no es va poder fer, fonamentalment perquè el propi Faraday dubtava de la naturalesa atòmica de la matèria i a més tampoc no coneixia el que nosaltres anomenem "constant d'Avogadro", calculada molt més tard per l'alemany Joseph Loschmidt. Malgrat tot, fent servir les idees de Faraday, indica en quina de les cel·les electrolítiques següents es dipositarà una major quantitat d'element.



4. En quina de les anteriors cel·les es dipositarà més massa de metall?

5. En recollir el gas hidrogen sobre aigua, has de recordar que l'espai que aparentment ocupa el gas hidrogen també està ocupat per vapor d'aigua. Quina correcció caldria fer si es vol mesurar només el volum ocupat pel gas hidrogen?

## Com determinar la càrrega d'un ió? Material per al professorat

### Orientacions didàctiques

---

#### Temporització

- 1 hora per a l'experimentació i les conclusions
- 1 hora per al qüestionari

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

Alumnes de batxillerat.

#### Orientacions metodològiques

Aquest experiment pot servir per introduir els càlculs en els processos electrolítics. Els alumnes han de saber calcular la quantitat de càrrega que circula a partir de les dades d'intensitat elèctrica i temps.

Es dona per descomptat que coneixen el mètode de recollir un gas sobre aigua.

### Orientacions tècniques

---

Els elèctrodes descrits en el material de l'alumnat són fils de platí d'entre un i dos centímetres soldats a cables de connexions. La soldadura s'ha de protegir bé sellant-la amb adhesiu tipus *Araldite*® per tal que el contacte amb l'aigua acidulada junt amb el pas de corrent l'oxidi.

També es poden fer senzills "voltàmetres" amb vasos de plàstic, i dos elèctrodes de platí que travessen el fons del vas. Cada elèctrode es passa pel forat d'una agulla de cosir, que es clava per l'interior del fons del vas. Es deixa que només el fil de platí quedi dins el vas. Se sella després amb un adhesiu. L'agulla que sobresurt per la part inferior serveix per connectar els cables a la font d'alimentació.

### Conclusions

---

#### Resultats esperats

Per calcular la càrrega que ha circulat:  $q = I \cdot t$

Per calcular la quantitat de gas hidrogen es pot fer l'aproximació de que 1 mol ocupa 24 litres en condicions estàndard.

El valor obtingut és de l'ordre de magnitud de la càrrega elemental.

La mesura del volum amb el tub de recollida de gasos i les xifres significatives que pot donar l'amperímetre són fonts d'error.

## Respostes al qüestionari

1. Els noms d'electròlisi, elèctrode, electròlit, ànode i càtode els va inventar Michael Faraday, científic anglès del segle XIX. Quines són les reaccions químiques en l'ànode i en el càtode en l'electròlisi de l'aigua?

En el càtode la reacció de reducció, a l'ànode la reacció d'oxidació.

2. El descobriment fonamental de Faraday va ser comprovar que la massa d'un element obtinguda per electròlisi és proporcional a la quantitat de càrrega que circula i inversament proporcional a la càrrega de l'ió que reacciona en l'electròlisi.

A partir de la taula de dades següent, troba el signe i la càrrega dels ions dels elements químics i completa l'última columna de la taula:

Element	Signe i càrrega de l'ió
Hidrogen	+ 1
Sodi	+ 1
Calci	+ 2
Potassi	+ 1
Clor	- 1
Alumini	+ 3
Brom	- 1
Coure	+ 2
Oxigen	- 2

3. En realitat a l'època de Faraday cap dels càlculs anteriors no es va poder fer, fonamentalment perquè el propi Faraday dubtava de la naturalesa atòmica de la matèria i, a més, tampoc no coneixia el que nosaltres anomenem "constant d'Avogadro". Malgrat tot, fent servir les idees de Faraday, indica en quina de les cel·les electrolítiques següents es dipositarà una major quantitat d'element.

A la cel·la B (ió monovalent).

4. En quina de les anteriors cel·les es dipositarà més massa de metall?

A la cel·la B (0,067 g de plata).

5. En recollir el gas hidrogen sobre aigua, has de recordar que l'espai que aparentment ocupa el gas hidrogen també està ocupat per vapor d'aigua. Quina correcció caldria fer si es vol mesurar només el volum ocupat pel gas hidrogen?

Cal restar el volum que ocupa el vapor d'aigua a la temperatura de l'experiment.

Vegeu en el T. P. "determinació del zero absolut de temperatures", les instruccions per dur a terme aquesta correcció.

## Criteris d'avaluació

En ser una pràctica molt dirigida, els punts en que cal fixar-se són:

- Si l'alumne/a ha seguit el procediment sense necessitat d'intervenció del professor/a.
- Si ha seguit les instruccions de seguretat.
- Si ha fet els càlculs emprant correctament les xifres significatives.
- Les respostes al qüestionari.

### **Propostes de recerca**

Diferents treballs de recerca tenen per mètode l'electròlisi, per exemple:

- "Recuperació de la plata dels banys de revelat fotogràfic". El mètode és una electròlisi dels banys, fent servir grafit com a elèctrode i emprant voltatges de l'ordre de 1 V durant una setmana.
- "Com es fa el refinat d'un metall com el coure per electròlisi?"
- "De quines condicions depèn la qualitat del platejat electrolític?"
- "Quines són les millors condicions per al galvanitzat?"
- "El reciclatge de l'estany de les llaunes de conserves".