

DETERMINACIÓ DE LA CONSTANT DE FARADAY¹

L'objectiu d'aquesta pràctica és determinar la constant de Faraday, F , mitjançant les mesures de volums de H_2 i O_2 produïts per l'electròlisi en una dissolució d'àcid sulfúric diluït.

Fonaments teòrics

Si es fa passar un corrent elèctric, d'intensitat I , durant un temps t través d'un sistema electrolític, es produiran alteracions degudes a l'oxidació anòdica i a la reducció catòdica. La correlació entre les quantitats de substàncies produïdes, en forma de mols, n , o de massa, m , i la càrrega de corrent elèctrica transferida, $|q|$, ve descrita per la primera llei de Faraday:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{|q|}{Z_R \cdot F} \quad (1)$$

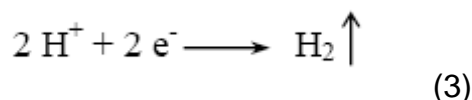
on M és la massa molecular de la substància transformada en l'elèctrode, Z_R és el nombre de càrrega de la reacció, és a dir, el nombre d'electrons transferits en la transformació i F és la constant de Faraday, que correspon al producte del nombre d'Avogadro per la càrrega de l'electró.

La segona llei de Faraday es dedueix de l'equació (1) al aplicar-la per obtenir les quantitats n_1 i n_2 de dues substàncies transformades en dues reaccions d'elèctrode diferents mitjançant la mateixa quantitat de càrrega transferida q :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_{R,2}}{Z_{R,1}} \quad (2)$$

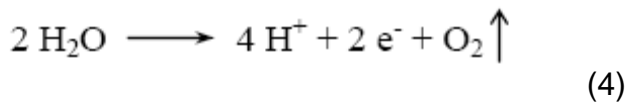
Aquestes dues lleis constitueixen la base teòrica per al procediment de l'anàlisi coulombimètric que s'aplica en aquesta pràctica.

A l'electròlisi d'àcid sulfúric diluït es produeix hidrogen en el càtode, pol negatiu, mitjançant la reacció de reducció següent:

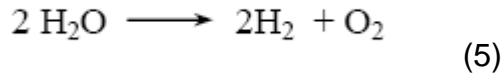


A causa del baix potencial de deposició comparat amb el del SO_4^{2-} , l'aigua es descompon en l'ànode, pol positiu, produint oxigen mitjançant la reacció d'oxidació següent:

¹ Basat en una pràctica del departament de QF de la Universitat de Granada



Si es multiplica per dos la reacció (3) i se li suma la reacció (4), obtenim la reacció global d'electròlisi:



En les condicions adequades (baixa pressió i elevada temperatura), els n mols de gas produïts en les dues reaccions elèctrode es poden obtenir a partir de la mesura del volum de gas corresponent, V, mitjançant l'equació general d'estat per a gasos ideals:

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \quad (6)$$

on P és la pressió atmosfèrica, T la temperatura absoluta i R la constant universal dels gasos ($8,31441 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$).

D'aquesta manera, substituint l'equació (6) en l'equació (1) s'obté:

$$V = \frac{|q| \cdot R \cdot T}{Z_R \cdot P \cdot F} \quad (7)$$

En l'equació (7) s'observa una relació lineal entre V i |q|. Així, si en un experiment d'electròlisi es mesuren els volums de gas produït, V, (H_2 al càtode i O_2 a l'ànode) a causa del pas de diferents quantitats de càrrega elèctrica, |q|, de la representació d'aquestes dades experimentals s'obtindrà una recta, de la pendent de la qual es pot calcular la constant de Faraday, un cop determinades la temperatura i pressió ambientals en què es realitza l'experiment.

Procediment experimental

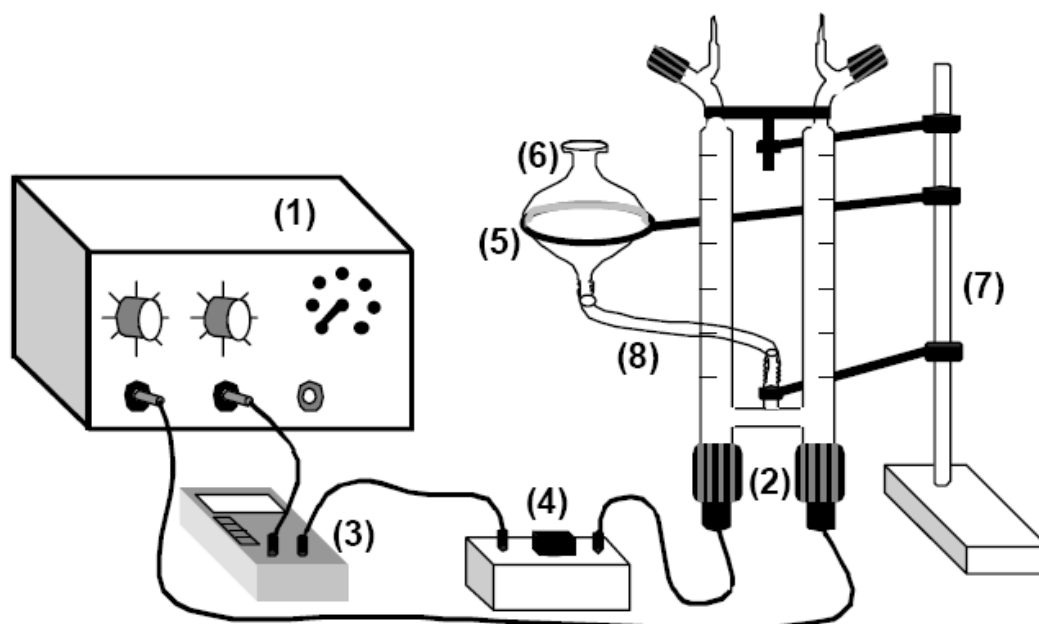
Preparar 500ml d'una dissolució d'àcid sulfúric al 20%.

Realitzar el muntatge de la figura, seguint els passos següents:

- Connectar la font d'alimentació universal (1), l'aparell d'electròlisi (2), el multímetre digital (3) i l'interruptor (4) amb els cables de connexió.
- Subjectar l'aparell de electròlisi i la volandera (5) que té el recipient d'anivellament (6) al peu (7).
- Connectar el recipient d'anivellament amb l'aparell d'electròlisi mitjançant un tub de goma (8).
- Afegir uns 200 mL d'àcid sulfúric al 20% en el recipient d'anivellament, mantenint obertes les claus de pas (en els extrems superiors), tenint cura d'eliminar les bombolles d'aire que es formin dins de l'aparell. Quan comenci a sortir el líquid per l'extrem superior de l'aparell de electròlisi tancar les claus de pas.

Materials i reactius

- 1 font de corrent
- 1 multímetre digital
- 1 aparell d'electròlisi (voltàmetre de Hofmann)
- 2 elèctrodes de platí amb fundes de protecció
- 3 cables elèctrics de connexió
- 1 recipient d'anivellament
- 1 volandera
- 1 tub de goma
- 1 peu i 2 pinces
- Àcid sulfúric al 20%



En un experiment preliminar, que es requereix per fer mesures exactes, produir gas electrolíticament durant 10 minuts a 400 mA aproximadament per tal de saturar les columnes de líquid amb hidrogen (cànode) i oxigen (ànode).

Un cop acabat aquest primer procés d'electròlisi tornar a omplir completament els dos tubs (eliminant les bombolles) amb la dissolució electrolítica.

Procedir a realitzar diversos processos d'electròlisi, seguint successivament els passos que es descriuen:

- Aplicar una intensitat de corrent d'aproximadament 300 mA durant un temps determinat (per exemple 120 s). Com que el corrent decreix amb el temps, es pot llegir i registrar al començament i al final de cada període de electròlisi i obtenir un valor mitjà.
- Registrar els volums d'ambdós gasos, que es produeixen en funció de la quantitat total d'electricitat aplicada, després de cada pas de electròlisi a la pressió atmosfèrica juntament amb la durada exacta d'electròlisi. Això es realitza per elevació o descens del recipient d'anivellament fins que el nivell del líquid coincideixi en el recipient d'anivellament i en els tubs de mesura.

Aquests passos es repeteixen fins que es formin al voltant de 45 mL d'hidrogen. També cal mesurar i registrar la pressió atmosfèrica per als càlculs posteriors.

Taula de registre dels valors que s'obtenen

Temps	I inicial	I final	V(H ₂) total	V(O ₂) total	I mitjana	IqI parcial	IqI total

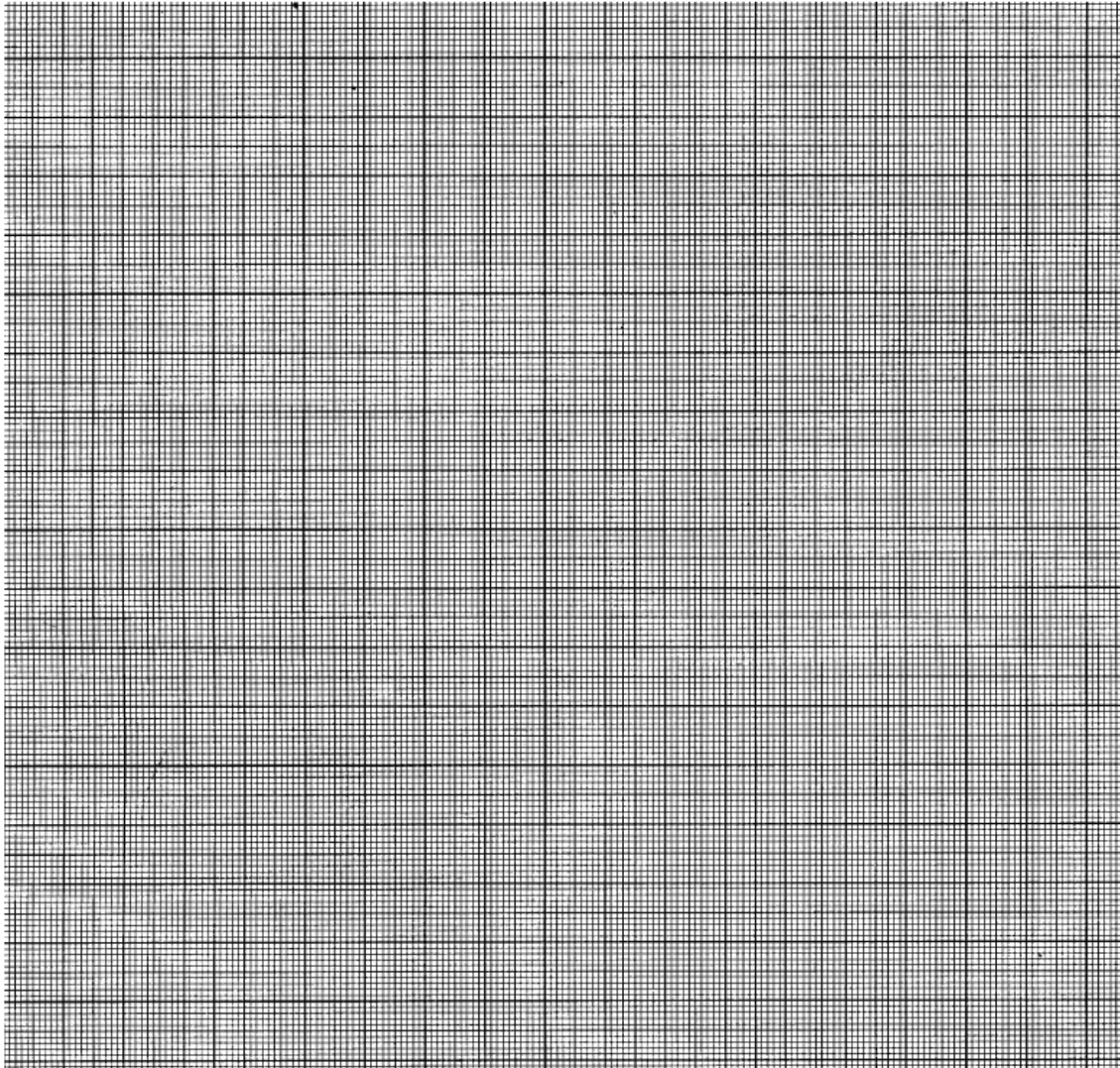
P atmosfèrica:

T ambiental:

Resultats

Representar gràficament el volum de gas produït, tant per al H₂ com per l'O₂, en funció de la quantitat de càrrega transferida durant el procés d'electròlisi (V vs. IqI).

Determinar el valor de la constant de Faraday a partir de la representació gràfica tant de les dades de obtingudes per al H₂ com per al O₂.



Qüestions

Com es compara el valor obtingut de la constant de Faraday amb el teòric?

Quin tant per cent d'error hi ha entre el valor obtingut i el teòric? Indiqui possibles fonts d'error.

Per què per mesurar el volum de gas produït movem el recipient d'anivellament fins a una posició determinada?