

# Física Experimental IV

## Práctica VIII Determinación de $e$

Funes, Gustavo  
Giordano, Leandro  
Gulich, Damían  
Sotuyo, Sara

*Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas – UNLP*

### Sinopsis

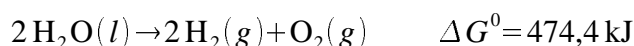
En este informe se explica la experiencia de medida de la carga elemental  $e$  haciendo uso del método de electrólisis.

## Introducción

La electrólisis se realiza en una cuba electrolítica, que contiene un electrolito fundido o en solución. Sumergidos en el líquido se colocan los electrodos, unidos a una fuente de tensión por medio de un alambre conductor. La fuente debe generar corriente continua.

En 1833, Faraday observó que el agua pura no conduce la corriente, pero que basta con agregar a ella una pequeña cantidad de ácido, sal o base para que ello ocurra. Fue Arrhenius quien dio la primera explicación satisfactoria del comportamiento de los electrolitos, admitiendo que dichos compuestos en solución se ionizan sin intervención de la pila o la batería. En otras palabras, la separación de las moléculas del ácido, base o sal en iones ocurre al producirse la disolución aunque la fuente de tensión no haya sido conectada todavía.

El agua contenida en un vaso en CNTP no se descompone de manera espontánea para formar hidrógeno y oxígeno gaseosos porque el cambio de energía libre estándar de la reacción es una cantidad positiva grande:



Sin embargo, esta reacción puede ser inducida en una celda como la de la figura 1. Esta celda electrolítica consta de un par de electrodos hechos de un metal inerte, como el platino, sumergidos en agua. Cuando los electrodos se conectan a la batería no sucede nada porque en el agua pura no hay suficientes iones para que lleven una buena cantidad de corriente eléctrica.

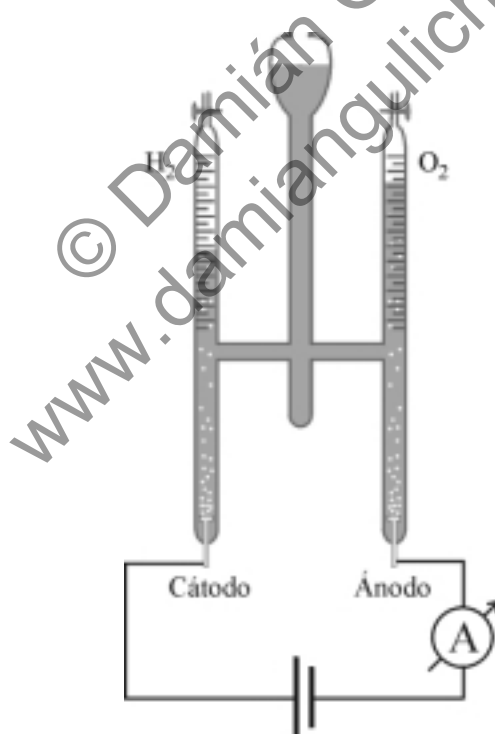
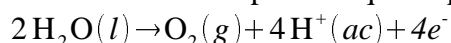
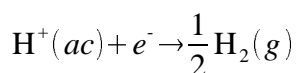


Figura 1: arreglo del sistema.

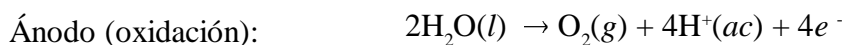
Por otra parte, la reacción se llevará a cabo rápidamente en una disolución 0,1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , porque en ella hay suficiente cantidad de iones para conducir la electricidad. De inmediato, empiezan a aparecer burbujas de gas en los dos electrodos. El proceso que se produce en el ánodo es



mientras que en el cátodo se tiene



La reacción global está dada por



Obsérvese que no hay consumo neto de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

### Procedimiento Experimental

Se arma el aparato según lo esquematizado en la figura 1. Se toma nota de los niveles de líquido en cada una de las columnas de líquido. Se comienza a alimentar al circuitos con una corriente tal que se perciba burbujeo en las columnas. Se anota esta corriente inicial y se toman medidas de la corriente cada 30 segundos. Después de 20,5 minutos de medidas se registra la altura de la columna de oxígeno. También debe hacerse una medida de la temperatura en el laboratorio durante el experimento.

Si durante la experiencia se libera un volumen  $V_1$  de  $\text{O}_2$  a temperatura  $T$  [ $^\circ\text{K}$ ], entonces, si no hay cambios de presión durante la experiencia y el comportamiento de la muestra es similar al de un gas ideal, la ley de Charles dice que

$$\frac{V_1}{T} = \frac{V_0}{273,15^\circ \text{K}}$$

por lo tanto

$$V_0 = 273,15^\circ \text{K} \cdot \frac{V_1}{T} \quad (1)$$

Si a  $273,15^\circ \text{K}$  hay  $N_A$  moléculas por cada 22,4 l de muestra gaseosa, entonces en  $V_0$  hay

$$\dots = \frac{N_A}{22,4} \cdot V_0 \quad (2)$$

Por las hemirreacciones dadas en la introducción teórica, sabemos que por cada molécula de  $\text{O}_2$  liberada circulan 4 electrones. El número total de electrones en juego será entonces  $4N_0$ .

La carga total puesta en juego en la experiencia puede calcularse de los valores tomados como

$$Q = \sum_{n=0}^{41} i_n \cdot \Delta t \quad (3)$$

asimismo

$$Q = 4 \cdot N_0 \cdot e \quad (4)$$

Por lo tanto

$$e = \frac{Q}{4 \cdot N_0} = \left( \frac{22,4 \text{ l}}{4 \cdot 273,15 \text{ °K}} \right) \cdot \frac{Q \cdot T}{N_A \cdot V_1} \quad (5)$$

## Resultados

$$V_1 = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ l} \pm 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$T = 293,15 \text{ °K} \pm 0,5 \text{ °K}$$

*continúan en la página siguiente*

© Damián Gulich  
www.damiangulich.com.ar

$t$ [seg]	$I$ [ $10^{-3}A$ ]
0	11,7
30	11,5
60	11,43
90	11,37
120	11,31
150	11,28
180	11,24
210	11,19
240	11,16
270	11,1
300	11,07
330	11,04
360	11,02
390	11
420	10,97
450	10,95
480	10,92
510	10,9
540	10,87
570	10,85
600	10,83
630	10,8
660	10,79
690	10,76
720	10,75
750	10,72
780	10,69
810	10,67
840	10,65
870	10,63
900	10,61
930	10,59
960	10,56
990	10,5
1020	10,52
1050	10,5
1080	9,61
1110	9,62
1140	9,6
1170	9,58
1200	9,56

De (3)  $Q = 441,41 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \Delta t \pm 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \text{seg}$

Finalmente por (5)

$$e = 1,65196 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Propagando errores,  $\frac{\Delta e}{e} \approx 6,4 \%$

Entonces

$$e = 1,6519 \cdot 10^{-19} \text{ C} \pm 0,1062 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

El valor de tabla para  $e = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

### Discusión

La intención original de la experiencia era medir el volumen de la columna de hidrógeno. Tal medición se descartó por la extrema facilidad con la que el hidrógeno se escapaba de la columna. De usar como parámetro al hidrógeno, podría reducirse el error relativo de la medida dado que el volumen de hidrógeno que se espera que se desprenda en la experiencia es el doble que el de oxígeno. A fin de subsanar este inconveniente, se recomienda reemplazar las buretas invertidas por tubos de ensayo invertidos de láminas gruesas.

### Conclusiones

El método empleado resulta ser apropiado para lograr una excelente aproximación al valor aceptado de la carga elemental. Ampliando el tiempo de observación y modificando el aparato para medir el volumen de hidrógeno es posible lograr valores tabulables.-

<http://www.damiangulich.com.ar>