

El número de Avogadro

Problema

¿Qué condiciones experimentales de intensidad de corriente (A) y de tiempo (s), se requieren para generar las moles de electrones necesarias para obtener en el laboratorio, 20 mL de hidrógeno por electrólisis del agua?

Procedimiento experimental

1. Utilice un aparato de electrólisis de Hoffman y colóquelo de modo que la parte frontal del equipo esté dirigida hacia usted. Vea la figura 1.
2. Abra la llave de los tubos a y b de la siguiente manera: sujete con una mano el tubo a la altura de la llave y con la otra gire la llave.
3. Llene el aparato con una disolución acuosa de sulfato de sodio (1M) por el extremo D, inclínelo hacia ambos lados para liberar el aire atrapado. Siga agregando más disolución hasta que ésta alcance el nivel cero en la escala de tubos a y b. En caso de que la disolución se pase del nivel indicado, es imprescindible retirar el exceso. Para esto extraiga el sobrante de la disolución que se encuentra en el tubo c, con ayuda de una pipeta.

4. Conecte el electrodo que se encuentra en la salida b, a la terminal negativa (cátodo) de una fuente de poder, con ayuda de unos caimanes. Conecte el electrodo que se encuentra en la salida del tubo a, a la terminal positiva (ánodo) de la fuente de poder. El dispositivo completo se muestra en la figura 1.
5. Lea el instructivo de la fuente de poder que va a utilizar y asegúrese de su buen funcionamiento.
6. Asegúrese que tres de sus compañeros tengan listo cada uno un cronómetro. Encienda la fuente de poder. Ajuste el valor de la intensidad corriente en un valor que le indique el profesor y con las llaves abiertas, deje que se lleve a cabo la electrólisis durante medio minuto. Mantenga el mismo valor de intensidad de corriente hasta acabar las mediciones. Registre en la tabla 1, la temperatura y la presión del lugar del trabajo.
7. En forma simultánea cierre las llaves y haga funcionar los tres cronómetros. Detenga uno de ellos cuando el volumen de gas haya llegado a 3 mL en el tubo que está conectado a la terminal negativa. Registre en la tabla 1 el tiempo de su cronómetro. En el momento en que el volumen de gas haya llegado a 6 mL detenga el segundo cronómetro y registre el tiempo. El tercer cronómetro se detendrá cuando el volumen de gas llegue a 9 mL, registre también este tiempo.
8. Observe la relación de volúmenes los gases (hidrógeno y oxígeno) en cada uno de los tubos del aparato.
9. Ahora establezca un valor arbitrario para la intensidad de corriente y efectúe la electrólisis del agua. Mida el tiempo requerido para obtener los mismos volúmenes de gas hidrógeno. Registre sus resultados en la tabla 2.
10. Repita el experimento, desde el paso 3, agregando una gota de Indicador Universal.
11. Repita el experimento, desde el paso 3, con agua destilada.

Figura 1

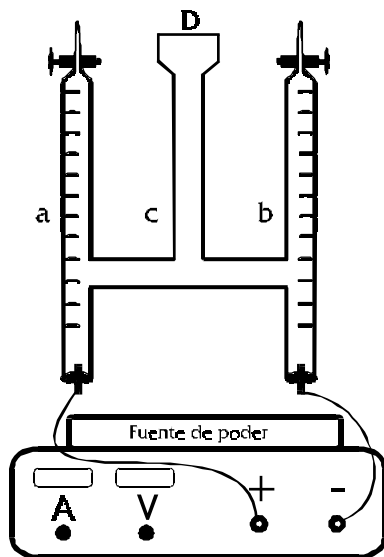


Tabla 1

Volumen de hidrógeno obtenido (mL) $T (^{\circ}\text{C}) =$ $P_{(\text{mm Hg})} =$	Tiempo (segundos)	Intensidad de corriente (amperes)

Tabla 2

Volumen de hidrógeno obtenido (mL) $T (^{\circ}\text{C}) =$ $P (\text{mm Hg}) =$	Tiempo (segundos)	Intensidad de corriente (amperes)

Cuestionario

1. Durante el experimento se llevo a cabo la reacción de electrólisis del agua, escriba la ecuación balanceada que responde a este proceso.
¿Qué gases se formaron durante el experimento?
2. ¿Por qué se utilizó una disolución acuosa de sulfato de sodio en vez de agua? ¿Sufre alguna alteración el Na_2SO_4 durante el experimento? ¿Por qué?
3. ¿Cuál es la función de la corriente eléctrica en el experimento?
4. ¿Cómo es la relación de los volúmenes de los gases obtenidos en el experimento? ¿Por qué?
5. En el tubo que está conectado a la terminal negativa tuvo lugar la semirreacción de reducción, ¿qué gas se produjo?
6. ¿Qué gas se obtiene en el tubo que esta conectado a la terminal positiva? ¿Por qué?

7. ¿Qué proporción existe en los tiempos requeridos para generar los volúmenes de gas hidrógeno solicitados en el inciso 7?
8. ¿Qué proporción existe en los tiempos requeridos para generar los 3 volúmenes de gas hidrógeno solicitados en el inciso 9?
9. Trace en la misma hoja de papel milimetrado las gráficas de volumen (mL) (ordenadas) en función del tiempo (s) (abscisas) para ambos casos.
 - a) ¿Por qué para volúmenes similares se requiere de tiempos diferentes?
 - b) ¿Existe para cada uno de los volúmenes obtenidos en ambos casos, alguna relación entre el tiempo requerido para obtenerlos y la intensidad de corriente aplicada?
10. Calcule en cada caso el número de coulombios que se utilizaron para generar los volúmenes de gas hidrógeno que se le solicitaron. Recuerde que el Ampere (A) es la unidad de intensidad de corriente eléctrica y puede relacionarse con el Coulombio (C) que es la unidad de carga eléctrica, de la siguiente manera: $1A=1C/s$. Registre sus datos en la tabla 3.
11. Calcule el número de moles de gas hidrógeno producido en cada caso. Considérelo como gas ideal. Registre sus datos en la tabla 3. ¿Qué relación encuentra en los datos obtenidos?

12. Escriba la ecuación balanceada de reducción del agua (los productos son H_2 y OH) y calcule las moles de electrones que se necesitaron para generar los volúmenes de gas hidrógeno obtenidos. Registre sus datos en la tabla 3.

Tabla 3

Volu men de hidrógeno obtenido (m L)	Intensidad de corriente (am perim etro)	Tiem po (s)	Carga eléctrica (coulbm bios)	M oles de H_2	M oles de electrones
3	*				
3	**				
6	*				
6	**				
9	*				
9	**				

- * Indique el valor de la intensidad de corriente que asignó el profesor.
 ** Indique el valor de la intensidad de corriente que Ud. seleccionó.

13. ¿Qué relación encuentra entre las moles de electrones requeridos para generar cada uno de los volúmenes de gas hidrógeno solicitados?
14. Trace la gráfica volumen (ordenadas) en función del número de moles de electrones (abscisas).
15. Establezca el tipo de relación que existe entre las dos variables graficadas.

16. Calcule la carga que se requeriría para generar una mol de electrones para cada uno de los casos estudiados. Registre sus datos en la tabla 4.
17. Calcule el número de electrones que corresponde a la carga utilizada para generar una mol de electrones. Recuerde que la carga de un electrón es de $1.6022 \times 10^{-19} \text{C}$. Registre sus datos en la tabla 4.

Tabla 4

Volumen de hidrógeno obtenido (mL)	Moles de H_2	Moles de electrones	Carga para generar una mol de electrones (C/mol)	No. de electrones en una mol

18. ¿Qué relación encuentra con el número de Avogadro?
19. ¿Qué volumen ocuparían los 3, 6 y 9 mL de gas hidrógeno obtenidos en el laboratorio, en condiciones normales (0°C y 1 atm)?.
20. Con base en las moles de electrones requeridos para obtener los volúmenes en condiciones normales, calcule el volumen que se obtendría al utilizar una mol de electrones.
21. ¿Qué relación encuentra entre el volumen que acaba de calcular y el volumen molar? Justifique su respuesta con base a la reacción de reducción del agua.
22. Escriba la reacción de oxidación del agua.

23. ¿Qué volúmenes de gas oxígeno se obtienen cuando se generan 3 mL, 6 mL y 9 mL de gas hidrógeno?
24. Haga los cálculos necesarios para calcular el número de Avogadro a partir de 3 mL de gas oxígeno generado.
25. ¿Qué condiciones experimentales de intensidad de corriente (A) y de tiempo (s), se requieren para generar las moles necesarias para obtener en el laboratorio, 20 mL de gas hidrógeno por electrólisis del agua?