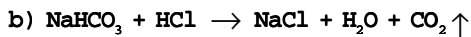
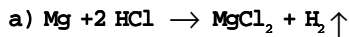


Determinación del volumen molar

Problema

¿Cómo varía el valor numérico de la relación "volumen de gas/moles de reactivo limitante" (en las mismas condiciones de presión y temperatura) para el hidrógeno y el dióxido de carbono obtenido a través de las siguientes reacciones?

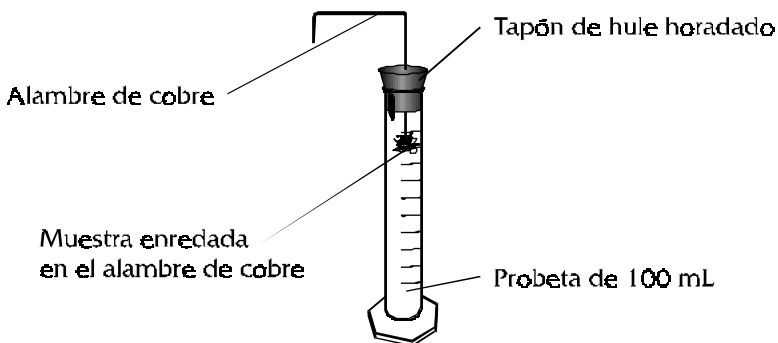


Procedimiento experimental para obtención de hidrógeno

1. Registre todos sus datos en la tabla 1.
2. El equipo que debe montar se muestra en la figura 1.
3. Proceda con cada muestra de acuerdo con las instrucciones siguientes.
4. Obtenga cuatro trozos de cinta de magnesio de 3, 4, 5 y 6 cm de longitud. Limpie cada trozo con una lija de agua con el objeto de eliminar el óxido presente en la superficie.
5. Determine la masa de cada trozo con una precisión de 0.001 g.
6. Pase el alambre de cobre a través del orificio de un tapón de hule y atórelo.

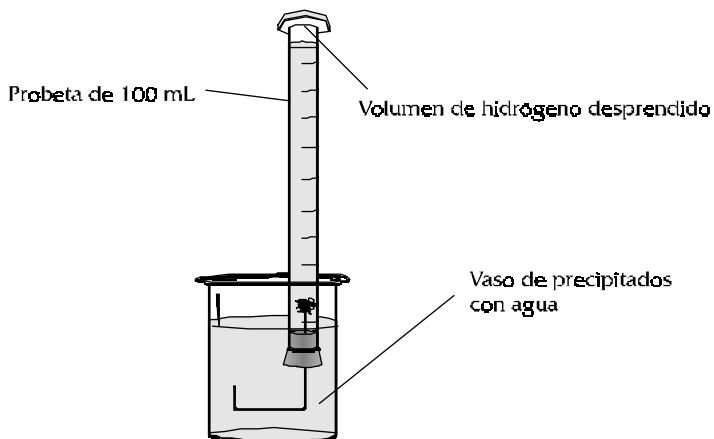
7. Doble la cinta de magnesio por la mitad sobre el extremo libre del alambre de cobre y enrede dicho alambre formando una pequeña jaula. Ésta debe entrapar por completo a la cinta para evitar que caiga al fondo de la probeta.
8. En un vaso de precipitados de 250 mL ponga alrededor de 100 mL de agua.
9. En una probeta de 100 mL ponga 10 mL de disolución de ácido clorhídrico 6 M. Llene con agua y tape con el tapón horadado previamente preparado. La cinta debe estar aproximadamente a 7 cm del tapón.
10. Gire la probeta y sumérjala boca abajo en el vaso con agua. Al entrar en contacto el ácido con la cinta comienzan a reaccionar de forma instantánea; para evitar la salida del gas tape el orificio del tapón con su dedo pulgar. Sostenga la probeta con la pinza y deje reaccionar todo el magnesio.
11. Registre el volumen de la mezcla gas-vapor de agua.
12. Registre la altura de la columna de agua en la probeta tomando como límite inferior la superficie del agua contenida en el vaso de precipitados. NO MUEVA LA PROBETA ANTES DE TOMAR DICHA LECTURA PORQUE ENTRA AGUA.
13. Registre la temperatura del sistema.

Figura 1



Probeta con la muestra insertada

Figura 1



**Colector de gas
(pinzas y soporte universal no mostrados)**

Tabla 1

Long. de la cinta (cm)	Masa de la cinta (g)	Vol. de hidrógeno obtenido (mL)	Diferencia de altura del nivel de agua (mm)	Vol. de H ₂ a condiciones normales

Temperatura de trabajo _____ °C y _____ K

Presión de trabajo _____ mm Hg

Cálculos y cuestionario 1

1. ¿Se obtuvo el mismo volumen de hidrógeno con las diferentes muestras de cinta? ¿por qué cree usted que esto sucede?
2. ¿Cuál es el reactivo limitante en cada uno de los experimentos realizados? Justifique su respuesta.
3. ¿Existe alguna relación entre el volumen de hidrógeno obtenido y la masa de magnesio utilizada? Responda a esta pregunta con base en el estudio gráfico de estas dos variables.
4. ¿Por qué cree que se eligieron esos tamaños de cinta? Dé su respuesta basándose en el volumen de gas obtenido. ¿Qué volumen aproximado esperaría encontrar con una cinta de 25 cm?
5. ¿Es el volumen una propiedad extensiva o intensiva? Justifique su respuesta.
6. La cinta de magnesio tuvo que limpiarse antes de que se llevara a cabo la reacción. Si esto no se hubiera hecho y el óxido de magnesio hubiera estado presente, ¿usted cree que el volumen de hidrógeno generado hubiera sido mayor o menor que el valor obtenido? Justifique su respuesta.
7. Calcule la presión que ejerce el hidrógeno en la probeta. Haga las correcciones de presión debidas a que el gas cuyo volumen se determinó es una mezcla de hidrógeno y de vapor de agua⁽¹⁾ y a que

1 El aire normalmente contiene vapor de agua (agua en la fase gaseosa) que proviene principalmente del proceso de evaporación. Considérese un recipiente cerrado que está parcialmente lleno de agua y al cual se le ha extraído el aire. Las moléculas de agua que se mueven con mayor velocidad se evaporan rápidamente y pasan a ocupar el espacio superior en forma de vapor de agua. A medida que se mueven en esa zona, algunas de ellas chocarán con la superficie líquida, se condensarán y retornarán a la fase líquida. El número de moléculas en el vapor aumenta por cierto tiempo hasta que alcanza un punto en el que el número que retorna al líquido es igual al número que lo abandona en el mismo intervalo de tiempo. En estas condiciones existe un equilibrio y se dice que el espacio está saturado. La presión que ejerce el vapor cuando este espacio se encuentra saturado recibe el nombre de "presión de vapor". La presión de vapor de cualquier sustancia depende de la temperatura. A temperaturas elevadas un mayor número de moléculas tiene suficiente energía cinética para escapar de la superficie líquida y pasar a la fase de vapor. En consecuencia, el equilibrio se alcanzará a una presión más elevada.

el agua de la probeta y del vaso de precipitados se encuentran en diferentes niveles.⁽²⁾

8. Calcule para cada experimento la temperatura absoluta del sistema (K). Registre sus resultados en la tabla 1.
9. Calcule para cada caso el valor correspondiente al volumen de hidrógeno en condiciones normales de presión y temperatura (1 atmósfera y 0 °C). Registre sus resultados en las tablas 1 y 2.
10. Registre los resultados de los cálculos siguientes en la tabla 2.
11. Con base en la reacción efectuada, calcule la cantidad de magnesio (en moles), que corresponde estequiométricamente al volumen de hidrógeno generado. ¿Por qué no hay diferencia entre este valor y el que usted utilizó experimentalmente?
12. Considere la cantidad de magnesio utilizada para calcular el valor del volumen molar del hidrógeno.

2 Puesto que la altura de la columna está sobre el nivel del agua entonces: $P_{\text{atm}} = P' + P_v + h/13.6$

P_{atm} = presión atmosférica (586 mm Hg para la Cd. de México).

P' = presión del gas dentro del recipiente.

P_v = presión de vapor de agua.

h = altura de la columna de agua dentro de la probeta (mm).

13.6 se utiliza para convertir los mm de agua en mm de mercurio.

De acuerdo con la temperatura a la que realizó el experimento, seleccione la presión de vapor de agua correspondiente.

Presión de vapor de agua a diferentes temperaturas

T (°C)	P (mm Hg)	T (°C)	P (mm Hg)	T (°C)	P (mm Hg)
0	4.58	16	13.63	26	25.21
5	6.54	18	15.48	28	28.35
10	9.21	20	17.54	30	31.82
12	10.52	22	19.83	40	55.3
14	11.99	24	22.38	50	92.5

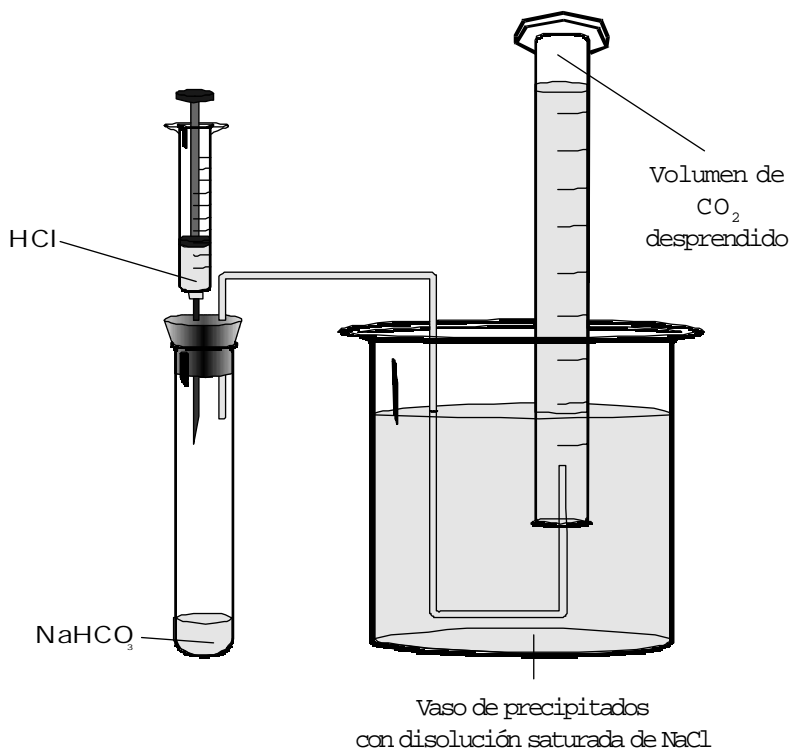
Tabla 2

Masa de la cinta de Mg		Volumen de H ₂ experimental	Moles H ₂ a CNPT	Moles de Mg (en función del H ₂ generado)	Presión de H ₂	Volumen de H ₂ en condiciones normales (mL)	Volumen Molar
(g)	(mol)						

Procedimiento experimental para obtener dióxido de carbono

1. Realice un experimento similar utilizando NaHCO₃ sólido y los volúmenes indicados de HCl 2 M.
2. Pese las cantidades de bicarbonato sólido indicadas en la tabla 3 y colóquelas en un tubo de ensayo adaptado con un tubo de desprendimiento.
3. Llene completamente una probeta de 100 mL de capacidad con una disolución saturada de NaCl e inviértalo en un vaso de precipitados que contenga la misma disolución.
4. Coloque la terminal del tubo de desprendimiento dentro de la probeta. Vea la figura 2.
5. Añada con una jeringa 2 mL de HCl 2 M y espere a que se desprenda el gas.
6. Mida el volumen de CO₂ desprendido. Registre la diferencia de altura de los niveles de agua.

Figura 2



Cálculos y cuestionario 2

1. Haga las correcciones de presión correspondientes.
2. Calcule los volúmenes correspondientes en condiciones normales.
3. Complete la tabla 3 para los cinco volúmenes propuestos.
4. ¿Por qué se utiliza una disolución saturada de NaCl?

Tabla 3

Masa de la NaHCO_3		Volumen de CO_2 en condiciones del laboratorio (mL)	Diferencia de altura del nivel de agua (mm)	Presión de CO_2	Moles de CO_2 en Condiciones normales (mL)	Moles de CO_2	Volumen Molar Vol/No. moles
(g)	(mol)						
0.05							
0.10							
0.15							
0.20							
0.25							

Questionario final

1. ¿Encuentra diferencias significativas entre los volúmenes molares del CO_2 y el H_2 ?
2. ¿Cómo varía el valor numérico de la relación de volumen de gas/ moles de reactivo limitante (en las mismas condiciones de presión y temperatura) para el hidrógeno y el dióxido de carbono obtenido a través de las siguientes reacciones?

