

1/ Introducción teórica

El experimento descrito a continuación tiene como principal objetivo aislar CO₂ gaseoso mediante la reacción:



Cloruro de Hidrógeno + Carbonato cálcico → Cloruro de calcio + Dióxido de carbono + agua

1/ 1. Reacciones químicas

Una *reacción química* es un proceso en el que una o más sustancias, denominados *reactivos*, se transforman en otras sustancias diferentes_ los *productos* de la reacción. Un ejemplo de reacción química es la producida al quemar azufre en aire (como se observa en la fotografía), el precursor del ácido sulfúrico (H₂SO₄), que se usa para producir fertilizantes.

Existen diferentes tipos de reacciones químicas:

Reacción de descomposición: son aquellas en las que una sustancia se descompone en otras más sencillas.

Ejemplo: $\text{AB} \rightarrow \text{A} + \text{B}$; $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$

Reacción de combinación: son aquellas reacciones en las que se forma una sustancia a partir de dos o más reactivos.

Ejemplo: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$; $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Reacciones de desplazamiento: son aquellas en las que un elemento desaloja a otro de un compuesto y lo sustituye en dicho compuesto.

Ejemplo: $\text{X} + \text{AB} \rightarrow \text{AX} + \text{B}$; $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

Reacciones de doble desplazamiento: son aquellas en las que los átomos o iones componentes de dos sustancias reaccionan intercambiando su posición en dichas sustancias.

Ejemplo: $\text{AB} + \text{XY} \rightarrow \text{XB} + \text{AY}$; $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

La *energía* se conserva durante las reacciones químicas. En una reacción pueden considerarse dos fases diferenciadas: en primer lugar, los enlaces químicos de los reactivos se rompen, y luego se reordenan constituyendo nuevos enlaces. En esta operación se requiere cierta cantidad de energía, que será liberada si el enlace roto vuelve a formarse. Los enlaces químicos con alta energía se conocen como enlaces *fuertes*, pues precisan un esfuerzo mayor para romperse. Si en el producto se forman enlaces más fuertes que los que se rompen en el reactivo, se libera energía en forma de calor, constituyendo una *reacción exotérmica*. En caso contrario, la energía es absorbida y se produce una *reacción endotérmica*. Debido a que los enlaces fuertes se crean con más facilidad que los débiles, son más frecuentes las reacciones exotérmicas espontáneas.

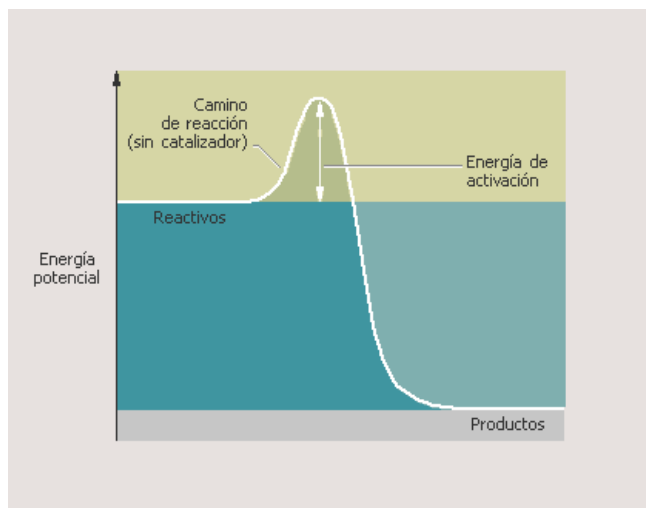


Diagrama energético de una reacción no catalizada.

catalizada.

El gráfico de la derecha muestra la energía necesaria para que tenga lugar una reacción química catalizada. La energía de activación es inferior a la de una reacción no catalizada. El catalizador disminuye la energía de activación, facilitando así la transformación de los reactivos en los productos.

El gráfico de la izquierda muestra la energía necesaria para que tenga lugar una reacción química. La energía de activación representa una barrera energética para la transformación de los reactivos en los productos.

1/ 2. Reactivos y productos

El cloruro de hidrógeno es un gas incoloro (nosotros trabajaremos con el en estado líquido), corrosivo e inflamable, de fórmula HCl , y con un olor característico asfixiante. Tiene un punto de fusión de $-114,22\text{ }^{\circ}\text{C}$, un punto de ebullición de $-85,05\text{ }^{\circ}\text{C}$, y una densidad relativa de 1,268. Esta disolución emite gran cantidad de vapores en aire húmedo, pero al diluirla deja de emitirlos. El HCl pierde parte de su solubilidad en agua al aumentar la temperatura de ésta, y es menos soluble en alcohol, éter y otros disolventes orgánicos.

Este líquido es también muy famoso porque es el que los humanos segregamos en nuestro estomago para romper grasas y proteínas así como otros nutrientes.

El mármol es una variedad cristalina y compacta de caliza metamórfica, que puede pulirse hasta obtener un gran brillo y se emplea sobre todo en la construcción y como material escultórico. Comercialmente, el término se amplía para incluir cualquier roca compuesta de *carbonato de calcio*, un compuesto que contiene el ión carbonato CO_3^{2-} . Es este elemento, la calcita, de fórmula CaCO_3 , reacciona con el ácido clorhídrico produciendo H_2O mediante efervescencia.

El *dióxido de carbono* es un gas incoloro, inodoro y con un ligero sabor ácido, cuya molécula consiste en un átomo de carbono unido a dos átomos de oxígeno. El dióxido de carbono se produce por diversos procesos: por combustión u oxidación de materiales que contienen carbono, como el carbón, la madera, el aceite o algunos alimentos; por la fermentación de azúcares, y por la descomposición de los carbonatos bajo la acción del calor o los ácidos.

Este gas es el principal causante de uno de los problemas más grande de la humanidad, el calentamiento global. Este gas se acumula en la atmósfera haciendo que los rayos del sol traspasen esa capa pero luego no salgan, produciendo el famoso efecto invernadero y sus consecuencias fatales para el planeta tierra.

1/ 3. Objetivos

Trabajar con reacciones químicas en el laboratorio.

Obtener y recoger el gas CO₂.

Calcular el rendimiento de esta reacción química.

2/ Procedimiento experimental

2/ 1. Material

- Tubo de goma.
- Pinza bureta.
- Matraz erlenmeyer.
- Nuez doble.
- Tubo acodado.
- Probeta.
- pipeta.
- Soporte y varilla.
- Tapón horadado.
- Cristalizador.
- Cuentagotas.

2/ 2. Montaje

2/ 3. Proceso

Reunimos el material necesario (anteriormente citado), lo lavamos con jabón, y enjuagamos con agua destilada.

Montamos el experimento.

Pesamos una cantidad de mármol, de manera de que haya en exceso.

Medimos 0,4 mL de ácido clorhídrico en una probeta o pipeta (ver cálculos).

Llenamos el cristalizador y la probeta de agua del grifo, e introducimos la probeta boca abajo en el cristalizador, tapando la abertura con la mano para que no se escape agua.

Colocamos la manguera de goma en el interior de la probeta, al extremo inferior de ésta. La probeta a su vez tiene que estar situada a poca profundidad de agua del cristalizador para que no haya mucha presión.

Introducimos el mármol en el matraz erlenmeyer.

Conectamos el otro extremo de la manguera al tubo acodado, que luego introducimos en el horadado, y este sobre el matraz erlenmeyer.

Vertemos el ácido clorhídrico en el matraz erlenmeyer, teniendo cuidado de que caiga en el otro extremo de donde se encuentra situada el mármol, para que no reaccione antes de taponarlo, y dejando escapar así CO₂.

Movemos suavemente el matraz de un lado a otro, para que entren en reacción nuestros dos elementos.

Observamos y tomamos nota.

3/ Resultados

3/ 1. Cálculos

HCl : 35% en masa Mm HCl : 36,47 g/mol

d = 1,18 g/cc

1/ Obtenemos los moles de CO₂ gracias a la ecuación de los gases ideales, y luego los moles de HCl utilizando la estequiometría:

$$n = P \times V = 0.99 \times 0.05 = 2.07 \times 10^{-3} \text{ moles de CO}_2.$$

$$R \times T \quad 0.082 \times 292$$

2 moles HCl

$$2.07 \times 10^{-3} \text{ moles de CO}_2 \times 2 = 4.13 \times 10^{-3} \text{ moles de HCl.}$$

1 mol de CO₂

Pasamos a gramos los moles de HCl:

$$4.13 \times 10^{-3} \text{ moles de HCl} \times 36.47 \text{ g HCl} = 0.15 \text{ g de HCl puros.}$$

1 mol de HCl

Le aplicamos el 35% en masa:

$$100\% \times 0.15 \text{ g} = 0.42 \text{ g de HCl impuros}$$

35%

En fin expresamos esta cantidad en cc gracias a la densidad:

$$d = 1.18 \text{ g/cc}$$

$$V = m/d = 0.42/1.18 = 0.35 \text{ cc de HCl al 35\% que debemos obtener.}$$

2/ A continuación se detalla los cálculos realizados para encontrar la cantidad de mármol que había que tomar,

aunque finalmente se decidió coger mármol en exceso.

Calculamos la cantidad de mármol que necesitamos

4.13×10^{-3} moles de HCl x 1 mol de $\text{CaCO}_3 = 2.07 \times 10^{-3}$ moles de mármol.

2 moles de HCl

Pasamos esa cantidad a g (Mm $\text{CaCO}_3 = 100\text{g/mol}$):

2.07×10^{-3} moles de $\text{CaCO}_3 \times 100\text{g CaCO}_3 = 0.21 \text{ g de CaCO}_3$ que hay que pesar.

1 mol de CaCO_3

3/Calcula

3/ 2. Resultados obtenidos

Volumen inicial Volumen final Volumen obtenido

1º 34cc 46cc 12cc

2º 13cc 64cc 51cc

4/ Análisis crítico

En la primera toma de datos observamos que el resultado se aleja mucho de lo previsto; de los 50cc esperados, solo obtuvimos 12. Esto puede ser debido a un fallo con la manguera (una pérdida puede ser la responsable), o una mala colocación de la probeta por nuestra parte. Estaba demasiado anclada en el cristalizador, y la presión que ejercía el agua de los alrededores impidió la correcta salida del gas, cuya fuerza debió de ser menor que la ejercida por la presión externa. Así que volvimos a hacer el experimento, pero teniendo especial cuidado con la manguera.

El segundo intento resultó ser mucho más satisfactorio que el primero: se recogieron 51cc de CO_2 , una cantidad que hasta supera el volumen teórico esperado. Podemos pues pensar que hubo un error en la medida de HCl, puesto que él es el reactivo limitante (hay mármol en exceso). Pero dudo de que sea el caso, pues se había verificado ese valor tomado. La única explicación fiable es el hecho de que la cantidad exacta de HCl que había que coger era de 0,35 mL y no 0,4(ver cálculos). La poca precisión de las probetas o pipetas disponibles en el laboratorio nos obligó a redondear hacia arriba. Los 0,05mL demás reaccionaron también.

5/ Bibliografía

Enciclopedia Encarta 2004 actualizada.

Libro de física y química de primero de bachillerato.