

(Enunciado oficioso, no se tiene el original)

X1. Una disolución contiene hidróxido de sodio y carbonato de sodio. Para la neutralización de 25 cm³ de esta disolución se necesitan 25,13 cm³ de HCl 0,0972 N si se utiliza como indicador fenolftaleína y 35,10 cm³ del mismo ácido si se utiliza anaranjado de metilo. Calcular los gramos de hidróxido de sodio y de carbonato de sodio por litro de disolución.

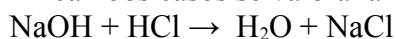
Similar a 2012 Madrid Q1, 2006-Castilla y León Q2, 1999 Galicia Q2

Comentado por Basileia en <http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4018#p17732>

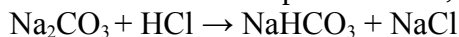
Al disolver el hidróxido de sodio que es una base fuerte se disocia completamente, y el carbonato de sodio que es muy soluble también, y como el ión carbonato es la base conjugada de un ácido, produce hidrólisis, tanto a hidrógenocarbonato como a carbonato.

Planteamos las valoraciones

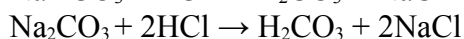
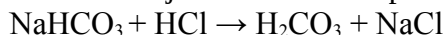
En ambos casos se valora la neutralización del hidróxido de sodio, o no virarían los indicadores



-Con fenolftaleína el pH es básico, se valora el paso de los carbonatos a hidrógenocarbonatos



-Con anaranjado de metilo el pH es ácido, se valora el paso de carbonatos a ácido carbónico



Analizamos cada valoración por separado:

Llamamos x a los gramos de NaOH e y a los gramos de Na₂CO₃ en 1 L de disolución

Masa molar (Na₂CO₃)=2·23+12+16·3=106 g/mol

Masa molar (NaOH)=23+16+1=40 g/mol

>Se usan factores de conversión por claridad, aunque a veces se usa n.º eq = (m/M)/valencia, intento evitar usar el término “valencia”.

-Primera valoración: el viraje se produce cuando los carbonatos pasan a hidrógenocarbonato.

nº equivalentes ácido (HCl) = nº equivalentes base (Na₂CO₃)+nº equivalentes (NaOH)

Se usa 1 equivalente por mol para Na₂CO₃ porque carbonato pasa a hidrógenocarbonato

Definimos x= g NaOH en la muestra, y= g Na₂CO₃ en la muestra

$$0,02513 \text{ L} \cdot \frac{0,0972 \text{ eq. ácido}}{1 \text{ L}} = \frac{x \text{ g NaOH}}{1 \text{ L}} \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \frac{1 \text{ eq. base}}{1 \text{ mol NaOH}} \cdot 0,025 \text{ L} +$$
$$\frac{y \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ L}} \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \frac{1 \text{ eq. base}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \cdot 0,025 \text{ L}$$
$$0,09770544 = \frac{x}{40} + \frac{y}{106}$$

-Segunda valoración: el viraje se produce cuando los carbonatos pasan a hidrógenocarbonato.

nº equivalentes ácido (HCl) = nº equivalentes base (Na₂CO₃)+nº equivalentes (NaOH)

Se usan 2 equivalentes por mol para Na₂CO₃ porque carbonato pasa a ácido carbónico

$$0,03510 \text{ L} \cdot \frac{0,0972 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ eq. ácido}}{1 \text{ mol HCl}} = \frac{x \text{ g NaOH}}{1 \text{ L}} \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \frac{1 \text{ eq. base}}{1 \text{ mol NaOH}} \cdot 0,025 \text{ L} +$$
$$\frac{y \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ L}} \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \frac{2 \text{ eq. base}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \cdot 0,025 \text{ L}$$
$$0,1364688 = \frac{x}{40} + y \frac{2}{106}$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones



$$\text{Restando } 2^{\text{a}} \text{ menos } 1^{\text{a}} \quad 0,1364688 - 0,09770544 = \frac{y}{106} \Rightarrow y = 4,11 \frac{g \text{ Na}_2\text{CO}_3}{L \text{ disolución}}$$

$$\text{Restando } 2^{\text{a}} \text{ menos } 2 \cdot 1^{\text{a}} \quad 0,1364688 - 2 \cdot 0,09770544 = \frac{-x}{40} \Rightarrow x = 2,36 \frac{g \text{ NaOH}}{L \text{ disolución}}$$

El resultado lo damos como x e y según hemos definido

Para g NaOH no hay duda, para g Na₂CO₃ puede surgir la duda: si hemos usado y en los carbonatos valorados con fenolftaleína que han pasado a hidrógenocarbonato, ¿para dar gramos de carbonatos totales presentes en la muestra serían “2y”? El resultado es y=4,11g Na₂CO₃ (enunciado oficioso pide “gramos de carbonato de sodio”), y lo asociado a la segunda valoración son 2y/106 en moles, para los mismos gramos.