

DETERMINAR DE FORMA EXPERIMENTAL EL CALOR QUE SE ABSORBE O DESPRENDE EN UNA REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN EN MEDIO ACUOSO ($\text{NaOH} + \text{HCl}$) QUE EVOLUCIONA A PRESIÓN CONSTANTE, INTERPRETANDO LOS RESULTADOS OBTENIDOS

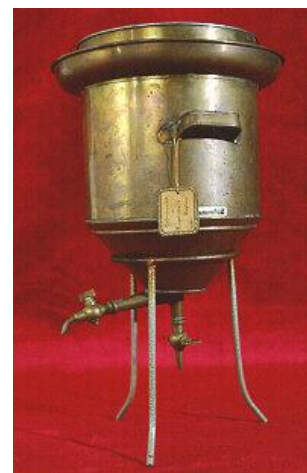
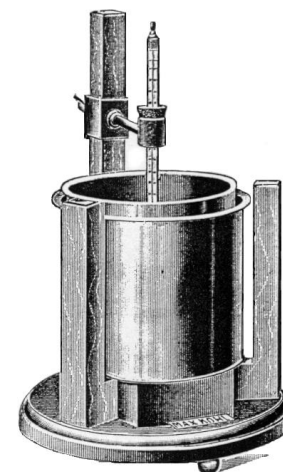


Índice

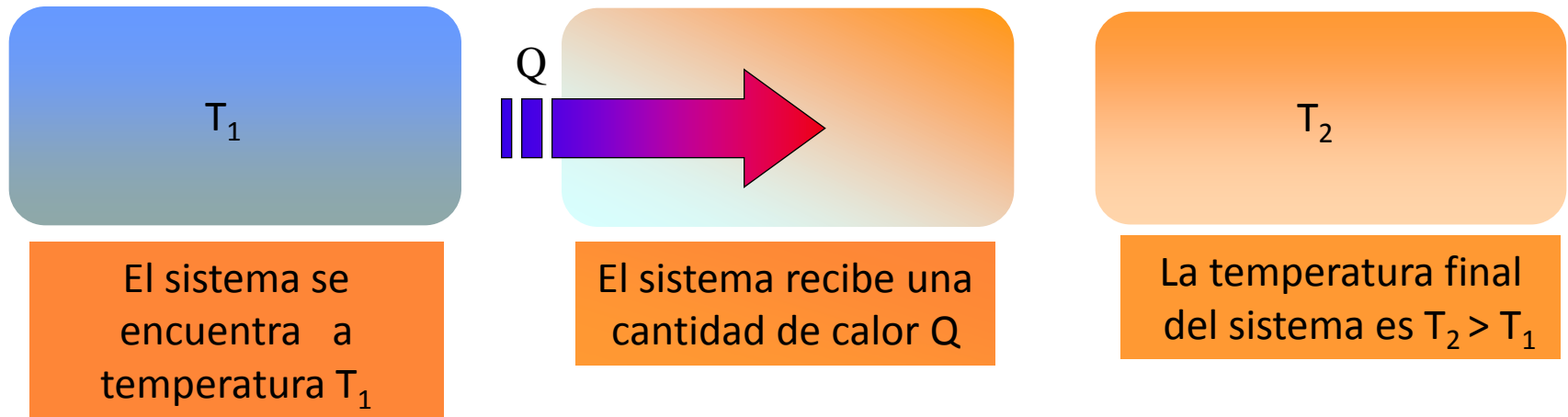
- Introducción
- Guión de la Práctica
- Preparación de las disoluciones
- Procedimiento práctico
- Resultados
- Práctica con ordenador
- Cuestiones y problemas tipo



- Los calorímetros permiten determinar el calor a presión constante que se libera o absorbe durante una reacción química.
- Un calorímetro muy sencillo es un recipiente de material aislante (por ejemplo, poliestireno) doble con un plástico que lo cubre en el que hay un orificio para un termómetro.



Recuerda que el calor es la energía transferida entre dos cuerpos debida a una diferencia de temperatura



- Cantidad de calor es la energía que intercambian dos sistemas a distinta temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico
- El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor que debe recibir la unidad de masa de una sustancia para elevar un grado su temperatura. Se mide en $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ o $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- En consecuencia la cantidad de calor Q aportada al sistema es:

$$Q = m c_e (T_2 - T_1)$$



Entalpía de reacción

$$\Delta H_r = \sum H_{\text{productos}} - \sum H_{\text{reactivos}}$$

Si $p = \text{cte}$ el calor intercambiado con el entorno, llamado **calor de reacción**, es igual a la entalpía de la reacción ΔH

Reacción endotérmica

$$Q = \Delta H_r > 0$$

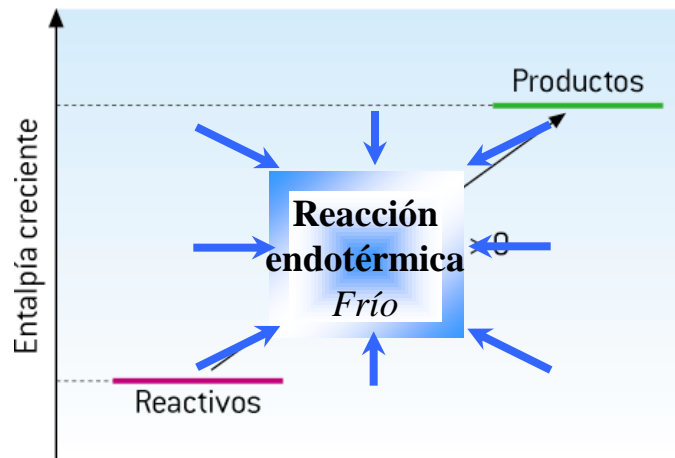
$$H_{\text{productos}} > H_{\text{reactivos}}$$

Reacción exotérmica

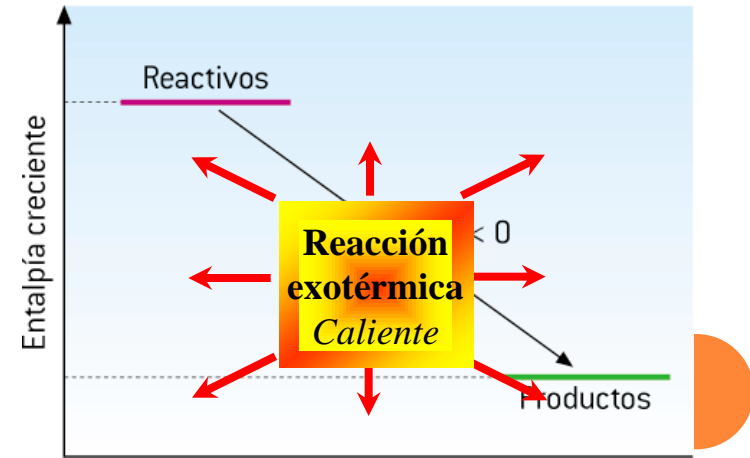
$$Q = \Delta H_r < 0$$

$$H_{\text{productos}} < H_{\text{reactivos}}$$

DIAGRAMAS ENTÁLPICOS



Reacción endotérmica



Reacción exotérmica

Estudio de la reacción.

- Escribir la reacción de neutralización entre el hidróxido de sodio y el ácido clorhídrico.
- Indicar cómo se va a determinar el calor que se produce en la reacción,

Descripción del procedimiento

Material:

- Vaso de precipitados de 100 mL
- Probeta de 100 mL
- Termómetro
- Vaso de poliestireno con tapa
- Disoluciones 1M de NaOH y de HCl

Procedimiento:

- Colocar en un vaso 50 mL de la disolución 1M de NaOH.
- Colocar 50 mL de la disolución del HCl en el vaso de poliestireno.
- Anotar la temperatura de cada disolución.
- Verter la disolución de NaOH sobre la de HCl, agitar suavemente y anotar la temperatura final de la mezcla.



DETERMINACIÓN DEL CALOR DE LA REACCIÓN ENTRE EL HIDRÓXIDO SÓDICO Y EL ÁCIDO CLORHÍDRICO.

Introducción

- En todo proceso químico se produce una variación energética que, si es a presión constante, se denomina entalpía. En su determinación se usa una técnica calorimétrica usual, calculando esta magnitud gracias a la variación de temperatura que experimenta el sistema.
- Al realizarse el proceso en disolución, deberán considerarse previamente los siguientes aspectos:
- Preparación de disoluciones acuosas 1 M a partir de:
- Un sólido puro NaOH (sería interesante hacer el cálculo con la riqueza real del hidróxido de sodio disponible en el laboratorio, aproximadamente de un 97 %).
- De una disolución concentrada de HCl comercial del 37 % en masa y densidad 1,19 g/mL
- Variación de energía debida a un cambio de temperatura. Funcionamiento de un calorímetro.

Objetivo

Determinar el calor de reacción (neutralización) de un ácido fuerte con una base fuerte, compararlo con el valor teórico y analizar las posibles fuentes de error.



Preparación de disoluciones de una determinada concentración

- Preparar 100 mL de cada una de las siguientes disoluciones:
 - disolución acuosa 1 M de NaOH a partir de hidróxido de sodio sólido de una pureza del 37 % en masa.
 - disolución acuosa 1 M de HCl a partir de Ácido clorhídrico (36,7 % en masa y $d = 1,18 \text{ g/ml}$)



PREPARAR DISOLUCIONES

→ a partir de sólidos (ej NaOH) → a partir de disoluciones de ácidos comerciales (concentrados):

- 100 ml de disolución 1 M de NaOH (97% en masa)

Quiero → tengo



- 100 cm³ de HCl 1 M a partir del ácido comercial (35% en masa y $d = 1,19 \text{ g/cm}^3$)



Queremos preparar 100 ml de disolución 1 M de NaOH en agua a partir de un hidróxido de sodio cuya pureza es del 97 % en masa. Indica todos los pasos que debemos realizar

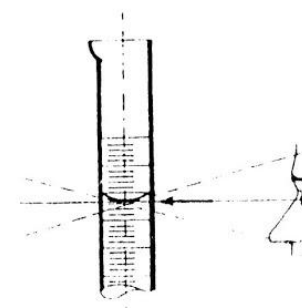
1° calculo el soluto que necesito para los 100 ml de disolución 1M

2° calculo cuál es la masa de ese soluto.

3° tengo en cuenta que me lo venden con ciertas impurezas. (cada 100 g del bote sólo 97 g son NaOH)

100 ml disol	1 mol NaOH	40 g de NaOH	100 g de lentejas (bote)
	1000 ml dis	1 mol NaOH	97 g de NaOH

Estos son los gramos de lentejas que cogemos del bote



Preparar disoluciones a partir de disoluciones de ácidos comerciales (concentrados):

QUIERO → TENGO

b) 100 cm^3 de HCl $0,3 \text{ M}$ a partir del ácido comercial (35% en masa y $d = 1,18 \text{ g/cm}^3$)



En 100 g de ácido comercial
(el de la botella hay 35 g de
HCl)

$1,19 \text{ g}$ de ácido comercial
ocupan 1 cm^3



Preparamos
 100 cm^3

La dificultad en estos problemas suele estar en confundir

- el soluto (HCl)
- con las disoluciones:
 - la comercial que es la concentrada y que está en la botella
 - y la diluida que queremos preparar y que al final estará en el matraz aforado



1º calculo el soluto que necesito para los 100 ml de disolución 0,3 M

2º calculo cuál es la masa de ese soluto.

3º tengo en cuenta que me lo venden con agua (35% en masa)

4º cuando sé la masa que tengo que coger de la botella con ayuda de la densidad, calculo el volumen ya que al tratarse de un líquido se mide mejor el volumen y lo cogemos con una pipeta

$100 \text{ cm}^3 \text{ dis.}$ diluida	1 moles de HCl	$36,5 \text{ g de HCl}$	100 g dis concentrada	$1 \text{ cm}^3 \text{ dis}$ concentrada	Este es el volumen de ácido comercial que tenemos que coger para preparar la disolución diluida
	1000 cm^3	1 mol de HCl	35 g de HCl	$1,18 \text{ g}$ concentrada	

Los problemas de preparar disoluciones diluidas a partir de ácidos comerciales también se pueden resolver calculando en primer lugar la molaridad del ácido comercial, y utilizando ese dato para saber el volumen de disolución que debemos coger, tal y como se hizo en un problema anterior.

Determinación el calor de la reacción entre el hidróxido sódico y el ácido clorhídrico

Procedimiento:

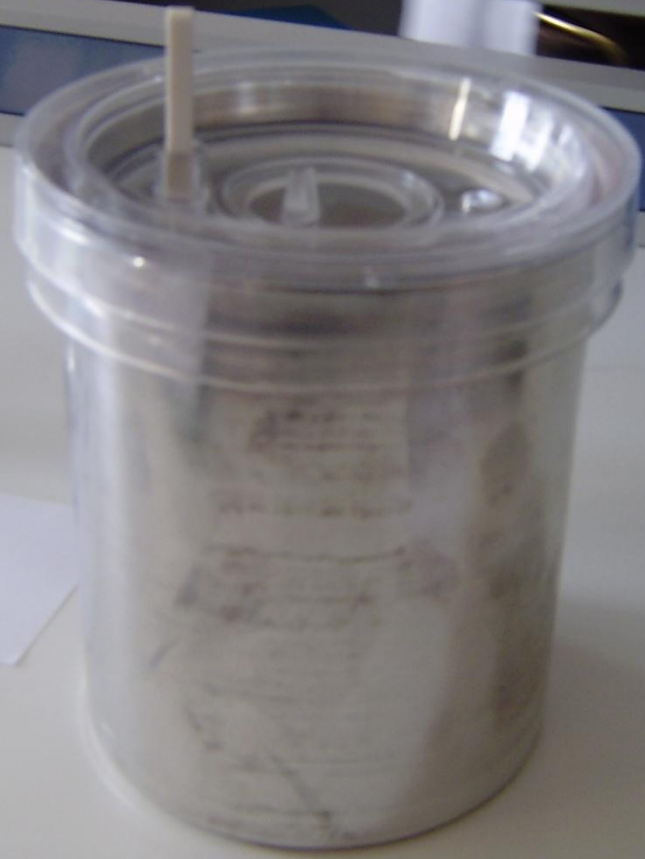
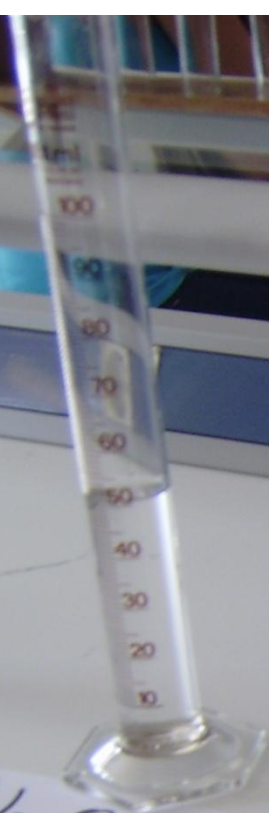
- Colocar en un vaso 50 mL de la disolución 1M de NaOH.
- Colocar 50 mL de la disolución del HCl en el vaso de poliestireno.
- Anotar la temperatura de cada disolución.
- Verter la disolución de NaOH sobre la de HCl, agitar suavemente y anotar la temperatura final de la mezcla.



HCl 1M
50 ml

NaOH 1M
50 ml

NaOH 1M
50ml



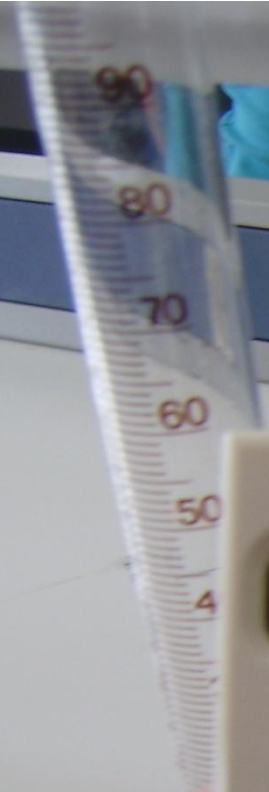
El conjunto es un sistema aislado

$$Q_{\text{desprendido en la reacción}} + Q_{\text{absorbido por la mezcla}} + Q_{\text{absorbido por el calorímetro}} = 0$$



23.1

Checktemp 1
by H3200





23.0°C

23'5°C



Determinación el calor de la reacción entre el hidróxido sódico y el ácido clorhídrico

Recogida y análisis de datos

- Registrar los datos en una tabla, que incluya las unidades.
- Procesar los datos para determinar la energía liberada en la reacción.

Evaluación de resultados

- Calcular el calor de neutralización, en J/mol de HCl.
- El calor de neutralización de ácidos fuertes viene a ser 57,266 kJ/mol; ¿se desvía mucho del resultado obtenido? Analiza las posibles causas de error.



Práctica con ordenador

- Objetivo:

“Determinar el calor de neutralización entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio”

- Procedimiento:

Utiliza el mismo guión que hemos utilizado para hacer la práctica en el laboratorio.

- Presiona el hipervínculo para activar la animación.

- [calorimetry.html](#)



Problemas y cuestiones PAU

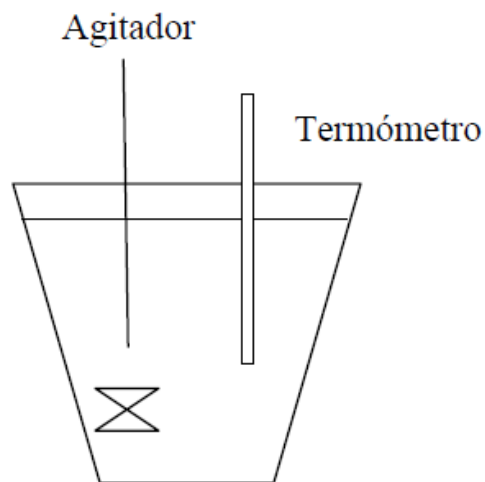


- **2010.** En el laboratorio se dispone del dispositivo experimental necesario para determinar calores de reacción a presión constante. **Describe el procedimiento** a seguir para determinar el calor de la reacción ácido-base entre el hidróxido de sodio y el ácido clorhídrico.
- **2011.** En el laboratorio se desea determinar el calor de la reacción ácido-base del hidróxido de sodio con el ácido clorhídrico. **Dibuje un esquema** del dispositivo experimental e indique el material utilizado.
- **2011.** En el laboratorio se dispone del dispositivo experimental necesario para determinar calores de reacción a presión constante. **Describe el procedimiento** a seguir para determinar el calor de la reacción ácido-base entre el hidróxido de sodio y el ácido clorhídrico.
- **2012.** En el laboratorio se desea determinar el calor de la reacción ácido-base del hidróxido de sodio con el ácido clorhídrico. **Dibuje un esquema** del dispositivo experimental e indique el material utilizado.



En el laboratorio se desea determinar el calor de la reacción ácido-base del hidróxido de sodio con el ácido clorhídrico. Dibuje un esquema del dispositivo experimental e indique el material utilizado.

Solución:



Dibujo (0,25 puntos)

Vaso de poliestireno **con tapa**. Si ponen Deward es correcto (0,25 puntos)

Termómetro (0,25 puntos)

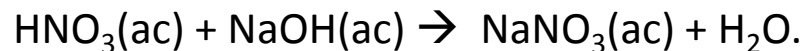
Agitador (0,25 puntos)

Vaso de poliestireno con tapa



JUNIO 2007

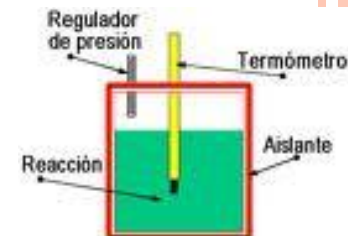
Se desea determinar en el laboratorio la variación de entalpía correspondiente a la reacción de neutralización:



- A) Dibujar el montaje experimental necesario indicando los nombres de los materiales que se deben utilizar.
- B) Al mezclar 50 mL de $\text{HNO}_3(\text{ac})$ 2M con otros 50 mL de $\text{NaOH}(\text{ac})$ 2M la temperatura varía de 21°C a 32°C. ¿Cuál será el calor desprendido en el experimento?
- C) Calcular el valor (en kJ/mol) de la variación de entalpía en la reacción de neutralización e indicar al menos una razón que justifique el error del cálculo achacable al montaje experimental realizado. Calor específico del agua = $4,20 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$; densidad de las disoluciones = $1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.



SE DESEA DETERMINAR EN EL LABORATORIO LA VARIACIÓN DE ENTALPÍA CORRESPONDIENTE A LA REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN:
 $\text{HNO}_3(\text{ac}) + \text{NaOH}(\text{ac}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}$.



- A) Dibujar el montaje experimental necesario indicando los nombres de los materiales que se deben utilizar.
- B) Al mezclar 50 mL de $\text{HNO}_3(\text{ac})$ 2M con otros 50 mL de $\text{NaOH}(\text{ac})$ 2M la temperatura varía de 21°C a 32°C. ¿Cuál será el calor desprendido en el experimento?

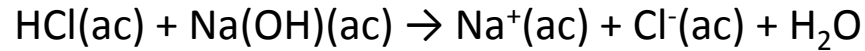
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 0,1 \text{ kg} \cdot 4,20 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 11^\circ\text{C} = 4,62 \text{ KJ se desprenden}$$

- C) Calcular el valor (en kJ/mol) de la variación de entalpía en la reacción de neutralización e indicar al menos una razón que justifique el error del cálculo achacable al montaje experimental realizado. calor específico del agua = $4,20 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$; densidad de las disoluciones = $1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- $50 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 2 \text{ moles/l} = 0,1 \text{ moles}$ de HNO_3 y de NaOH tenemos y reaccionan. 0,1 moles de NaNO_3 se forman.
- Puesto que cuando se forman 0,1 moles de sal se desprenden 4,62 KJ el calor de neutralización por mol será:
 $\Delta H_{\text{neutralización}} = 46,2 \text{ KJ/mol}$
- **ERRORES:** no haber tenido en cuenta el equivalente en agua del calorímetro, es decir el hecho de que la temperatura del calorímetro también varía; el mal aislamiento del calorímetro; fallos en la preparación de las disoluciones, en la medida del volumen de las disoluciones, la exactitud de los termómetros, etc..

○ JUNIO 09

En el laboratorio se desea determinar la variación de entalpía correspondiente a la reacción:



- i. Dibuje el montaje experimental necesario indicando los nombres de los instrumentos que se deben utilizar. **(0,75 puntos)**
- ii. Al mezclar 50 mL de HCl(ac) 2M, a 20°C, con otros 50 mL de Na(OH)(ac) 2M, a 20°C, la temperatura del sistema varía de 20°C a 39,5°C. Calcule el valor de ΔH para la reacción, en kJ/mol, e indique si la reacción será endotérmica o exotérmica. **(1,75 puntos)**

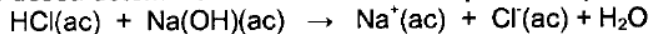
Datos: $C_e(\text{disolución}) \approx C_e(\text{agua}) = 4,18 \text{ kJ/kg K}$. **Equivalente calorífico en agua del calorímetro ($C_{\text{calorímetro}} = 3,8 \times 10^{-2} \text{ kJ/K}$).**

Considere las disoluciones de HCl(ac) y Na(OH)(ac) como diluidas y su densidad igual a la del agua ($1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$).



BLOQUE 2

En el laboratorio se desea determinar la variación de entalpía correspondiente a la reacción:



- Dibuje el montaje experimental necesario indicando los nombres de los instrumentos que se deber utilizar. **(0,75 puntos)**
- Al mezclar 50 mL de HCl(ac) 2M, a 20°C, con otros 50 mL de Na(OH)(ac) 2M, a 20°C, la temperatura del sistema varía de 20°C a 39,5°C. Calcule el valor de ΔH para la reacción, en kJ/mol, e indique si la reacción será endotérmica o exotérmica. **(1,75 puntos)**

Datos:

$$C_e(\text{disolución}) = C_e(\text{agua}) = 4,18 \text{ kJ/kg K.}$$

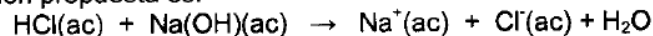
$$\text{Equivalente calorífico en agua del calorímetro } (C_{\text{calorímetro}}) = 3,8 \times 10^{-2} \text{ kJ/K.}$$

Considere las disoluciones de HCl(ac) y Na(OH)(ac) como diluidas y su densidad igual a la del agua ($1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$).

Solución:

Dibujar el esquema de un calorímetro en el que figuren: vaso de poliestireno con tapadera y mezcla de reacción **(0,25 puntos)**, termómetro **(0,25 puntos)**, agitador **(0,25 puntos)**.

ii. La reacción propuesta es:



Se mezclan 50 mL de HCl(ac) 2M + 50 mL de NaOH(ac) 2M y la variación de temperatura es:

$$\Delta T = 39,5 - 20 = 19,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{reacción}} + (Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} + (Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}} = 0 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$Q_{\text{reacción}} = - [(Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} + (Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}}] \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}} = C_{\text{calorímetro}} \times \Delta T \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}} = (3,8 \times 10^{-2})(\text{Kj/K}) \times (19,5)(\text{K}) = 0,74 \text{ Kj}$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} = m_{\text{disolución}} \times (C_e)_{\text{disolución}} \times \Delta T \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} = [5,0 \times 10^{-2} \text{ kg}(\text{HCl})_{\text{ac}} + 5,0 \times 10^{-2} \text{ kg}(\text{NaOH})_{\text{ac}}] \times (4,18 \text{ kJ/kgK}) \times 19,5 (\text{K})$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} = 8,15 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{reacción}} = - (0,74 + 8,15) = -8,89 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H_{\text{reacción}} = \frac{Q_{\text{reacción}}}{n_{\text{formados}}}$$

(0,25 puntos)

$$n_{\text{formados}} = 0,1 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H_{\text{reacción}} = \frac{-8,89 \text{ kJ}}{0,1 \text{ moles}} = -88,9 \text{ kJ/mol}$$

La reacción es exotérmica

(0,25 puntos)

Si le sale $\Delta H > 0$ e indica que la reacción es endotérmica

(0,25 puntos)

Volver al índice