

## Oxidación reducción

### ● Estequiometría redox

1. 100 g de NaBr se tratan con ácido nítrico concentrado de densidad 1,39 g/cm<sup>3</sup> y riqueza 70 % en masa, hasta reacción completa. Sabiendo que los productos de la reacción son Br<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub> y agua:

a) Ajusta las semirreacciones que tienen lugar por el método del ion-electrón, la ecuación iónica y la molecular.

b) Calcula el volumen de ácido nítrico consumido.

Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

(A.B.A.U. extr. 19)

**Rta.:** a)  $2 \text{ Br}^-(\text{aq}) + 2 \text{ NO}_3^-(\text{aq}) + 4 \text{ H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{ NO}_2(\text{g}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l});$

$2 \text{ NaBr}(\text{aq}) + 4 \text{ HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{ NO}_2(\text{g}) + 2 \text{ NaNO}_3(\text{aq}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l});$  b)  $V = 126 \text{ cm}^3 \text{ HNO}_3.$

#### Datos

Masa de bromuro de sodio

Disolución de ácido nítrico: densidad  
riqueza

Masa molar del bromuro de sodio

Masa molar del ácido nítrico

#### Incógnitas

Volumen de disolución de HNO<sub>3</sub> que reacciona

#### Cifras significativas: 3

$m(\text{NaBr}) = 100 \text{ g}$

$\rho = 1,39 \text{ g/cm}^3$

$r = 70,0 \%$

$M(\text{NaBr}) = 103 \text{ g/mol}$

$M(\text{HNO}_3) = 63,0 \text{ g/mol}$

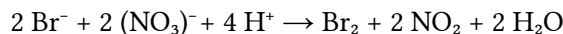
$V$

#### Solución:

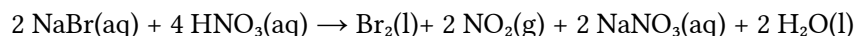
a) Se escriben las semirreacciones iónicas:

Oxidación:  $2 \text{ Br}^- - 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Br}_2$   
Reducción:  $(\text{NO}_3)^- + 2 \text{ H}^+ + \text{ e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{ H}_2\text{O}$

Se obtiene la ecuación iónica ajustada multiplicando la segunda semirreacción por 2 y sumando:



Para obtener la ecuación global, se suma a cada lado 2 Na<sup>+</sup> y 2 (NO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>, y se combinan los iones para formar los compuestos:



b) Se calcula la cantidad de bromuro de sodio que hay en 100 g:

$$n = 100 \text{ g NaBr} \frac{1 \text{ mol NaBr}}{103 \text{ g NaBr}} = 0,972 \text{ mol NaBr}$$

Se calcula la cantidad de ácido nítrico necesaria para reaccionar con esa cantidad de bromuro de sodio, mirando la ecuación ajustada de la reacción:

$$n' = 0,972 \text{ mol NaBr} \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{2 \text{ mol NaBr}} = 1,94 \text{ mol HNO}_3$$

Se calcula el volumen de disolución ácido nítrico del 70 % y densidad 1,39 g/cm<sup>3</sup> que contiene esa cantidad:

$$V = 1,94 \text{ mol HNO}_3 \frac{63,0 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} \frac{100 \text{ g D HNO}_3}{70,0 \text{ g HNO}_3} \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ D HNO}_3}{1,39 \text{ g D HNO}_3} = 126 \text{ cm}^3 \text{ D HNO}_3$$

Las respuestas pueden obtenerse en la pestaña «Redox» de la hoja de cálculo [Química \(es\). Instrucciones](#). En DATOS, escriba:

Reactivos →			Productos			
NaBr	HNO <sub>3</sub>		Br <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NaNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O

Calcular:	volumen	disolución	HNO <sub>3</sub>	[HNO <sub>3</sub> ] =	70 % masa
				Densidad	1,39 g/cm <sup>3</sup>
necesarios	para reaccionar con				
100 g			NaBr		

**RESULTADOS:**

Ajuste ion-electrón						
Oxidación	2 Br <sup>-</sup>		- 2 e <sup>-</sup> →	Br <sub>2</sub>		×1
Reducción	(NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	+ 2 H <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup> →	NO <sub>2</sub>	+ H <sub>2</sub> O	×2
	2 Br <sup>-</sup>	+ 2 (NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	+ 4 H <sup>+</sup> →	Br <sub>2</sub>	+ 2 NO <sub>2</sub>	+ 2 H <sub>2</sub> O
Ecuación ajustada:						
2 NaBr + 4 HNO <sub>3</sub> → Br <sub>2</sub> + 2 NO <sub>2</sub> + 2 NaNO <sub>3</sub> + 2 H <sub>2</sub> O						
n(NaBr) =	0,972 mol			n(HNO <sub>3</sub> ) =	1,94 mol	
				V(HNO <sub>3</sub> ) =	126 cm <sup>3</sup> (D)	

● **Electrolisis**

- Durante el electrolisis del cloruro de magnesio fundido:
  - ¿Cuántos gramos de Mg se producen cuándo pasan 8,80 · 10<sup>3</sup> culombios a través de la célula?
  - ¿Cuánto tiempo se tarda en depositar 0,500 gramos de Mg con una corriente de 25,0 amperios?
  - ¿Cuántos litros de cloro se obtendrán en el punto (b) a una presión de 1,23 atm y a una temperatura de 27 °C.
  - Escribe los procesos electrolíticos que ocurren en el ánodo y en el cátodo.

(P.A.U. sep. 00)

**Rta.:** a)  $m = 1,11$  g de Mg; b)  $t = 159$  s; c)  $V = 0,412$  dm<sup>3</sup>;  
 d) ánodo:  $2 Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2 e^-$ ; cátodo:  $Mg^{2+} + 2 e^- \rightarrow Mg$ .

**Datos**

Carga eléctrica que atraviesa la celda (apdo. a)

Masa de magnesio depositada (apdo. b)

Intensidad que atraviesa la celda (apdo. b)

Gas cloro: presión  
 temperatura

Constante de los gases ideales

Masa atómica del magnesio

**Incógnitas**

Masa de magnesio depositada cuando pasan 8,80 · 10<sup>3</sup> C

Tiempo que se tarda en depositar 0,500 g de Mg

Volumen de gas cloro desprendido

**Otros símbolos**

Cantidad de sustancia (número de moles)

**Cifras significativas: 3**

$Q = 8,80 \times 10^3$  C

$m(Mg) = 0,500$  g

$I = 25,0$  A

$p = 1,23$  atm

$T = 27$  °C = 300 K

$R = 0,082$  atm · dm<sup>3</sup> · K<sup>-1</sup> · mol<sup>-1</sup>

$M(Mg) = 24,3$  g/mol

$m(Mg)$

$t$

$V$

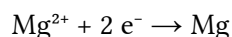
$n$

**Solución:**

a) Se calcula la cantidad de electrones equivalente a la carga de 8,80 · 10<sup>3</sup> C:

$$n(e) = 8,80 \cdot 10^3 \text{ C} \frac{1 \text{ mol e}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ C}} = 0,912 \text{ mol e}$$

La reacción en el cátodo es:



Se calcula la masa de magnesio depositada, mirando la ecuación ajustada de la reacción:

$$m(\text{Mg}) = 0,0912 \text{ mol e} \frac{1 \text{ mol Mg}}{2 \text{ mol e}} \frac{24,3 \text{ g Mg}}{1,00 \text{ mol Mg}} = 1,11 \text{ g Mg}$$

b) Se calcula la cantidad de magnesio que hay en 0,500 g:

$$n(\text{Mg}) = 0,500 \text{ g Mg} \frac{1,00 \text{ mol Mg}}{24,3 \text{ g Mg}} = 0,0206 \text{ mol Mg}$$

Se calcula la cantidad de electrones necesaria para que se deposite todo el magnesio, mirando la ecuación ajustada de la reacción:

$$n(e) = 0,0206 \text{ mol Mg} \frac{2 \text{ mol e}}{1 \text{ mol Mg}} = 0,0412 \text{ mol e}$$

Se calcula la carga eléctrica equivalente:

$$Q = 0,0412 \text{ mol e} \cdot \frac{9,65 \cdot 10^4 \text{ C}}{1 \text{ mol e}} = 3,98 \cdot 10^3 \text{ C}$$

Se calcula el tiempo con la expresión de la intensidad:

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{3,98 \cdot 10^3 \text{ C}}{25 \text{ A}} = 159 \text{ s}$$

c) La reacción de electrolisis es:



Se calcula la cantidad de cloro, mirando la ecuación ajustada de la reacción:

$$n(\text{Cl}_2) = n(\text{Mg}) = 0,0206 \text{ mol Cl}_2$$

Se calcula el volumen de cloro, medido a 1,23 atm y 27 °C, suponiendo comportamiento ideal para el gas:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,0206 \text{ mol Cl}_2 \cdot 0,0820 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{1,23 \text{ atm}} = 0,412 \text{ dm}^3 = 412 \text{ cm}^3 \text{ Cl}_2$$

d) La reacción en el ánodo es la de oxidación:  $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 e^-$

La reacción en el cátodo es la de reducción:  $\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mg}$

Las respuestas pueden obtenerse en la pestaña «Electrolisis» de la hoja de cálculo [Química \(es\). Instrucciones](#).

En DATOS, escriba:

Calcular	Masa
Elemento:	Mg
Carga del ion: z =	2
Carga Q =	8,80 · 10 <sup>3</sup> C

RESULTADOS:

Cifras significativas:	3
Cátodo:	$\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mg}$
Cantidad	0,0456    0,0912    0,0456    mol
Masa m =	1,11 g Mg

b) Borre los datos, haciendo clic en el botón **Borrar datos**, y escriba:

Calcular	Tiempo
Elemento:	Mg
Carga del ion: z =	2
Masa m =	0,5 g

Intensidad $I =$		
	25	A

RESULTADOS:

Cátodo: $\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mg}$			
Cantidad: 0,0206	0,0411	0,0206	mol
Tiempo $t =$	159 s	00:02:38	

c) Borre los datos, haciendo clic en el botón **Borrar datos**, y escriba:

Calcular	Volumen
Elemento:	$\text{Cl}_2$
Carga do ion: $z =$	-1
Tiempo $t =$	159 s
Presión $p =$	1,23 atm
Temperatura $T =$	27 °C
Intensidad $I =$	25 A

RESULTADOS

Ánodo: $2 \text{Cl}^- - 2 e^- \rightarrow \text{Cl}_2$			
Cantidad: 0,0412	0,0412	0,0206	mol
Volume $V =$	0,412 dm <sup>3</sup>	$\text{Cl}_2$	

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), y del [traductor de la CIXUG](#).

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM).

Se consultó al Copilot de Microsoft Edge y se tuvieron en cuenta algunas de sus respuestas en las cuestiones.

Actualizado: 04/10/24

## Sumario

---

### OXIDACIÓN REDUCCIÓN

<i>Estequiometría redox</i> .....	1
1. 100 g de NaBr se tratan con ácido nítrico concentrado de densidad 1,39 g/cm <sup>3</sup> y riqueza 70 % en masa, hasta reacción completa. Sabiendo que los productos de la reacción son Br <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NaNO <sub>3</sub> y agua:.....	1
a) Ajusta las semirreacciones que tienen lugar por el método del ion-electrón, la ecuación iónica y la molecular.....	
b) Calcula el volumen de ácido nítrico consumido.....	
<i>Electrolisis</i> .....	2
1. Durante el electrolisis del cloruro de magnesio fundido:.....	2
a) ¿Cuántos gramos de Mg se producen cuándo pasan 8,80·10 <sup>3</sup> culombios a través de la célula?.....	
b) ¿Cuánto tiempo se tarda en depositar 0,500 gramos de Mg con una corriente de 25,0 amperios?...	
c) ¿Cuántos litros de cloro se obtendrán en el punto (b) a una presión de 1,23 atm y a una temperatura de 27 °C.....	
d) Escribe los procesos electrolíticos que ocurren en el ánodo y en el cátodo.....	