

# SELECTIVIDAD CASTILLA Y LEÓN - QUÍMICA - SEPTIEMBRE 2005 -

## BLOQUE A : SOLUCIÓN

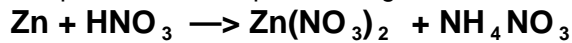
**A - 1:** El zinc en polvo reacciona con ácido nítrico dando nitratos de zinc(II) y de amonio

a) Ajuste la reacción por el método del ion electrón

b) Calcule el volumen de ácido nítrico de riqueza del 40% en peso y densidad  $1,25 \text{ g.cm}^{-3}$  necesarios para la disolución de 10 g de zinc

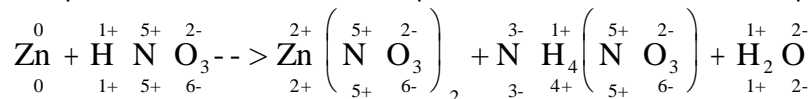
RESOLUCIÓN

La reacción que nos indican que tiene lugar es:



En la cual deberá formarse también agua, lo cual ya lo sabremos al ajustarla

Escribimos la reacción determinando los números de oxidación de todos los elementos que forman parte de los compuestos que intervienen en la reacción para determinar cuales son los que cambian:

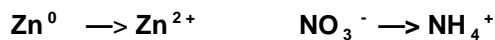


donde podemos ver que modifican su número de oxidación el Zinc (pasa de 0 a 2+) y el Nitrógeno( pasa de 5+ a 3-)

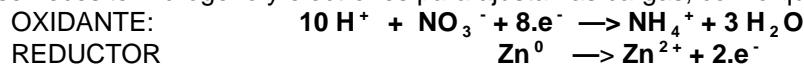
Los equilibrios de disociación de los ácidos, bases y sales que intervienen en el proceso son:



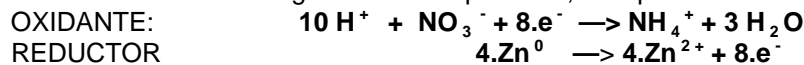
de donde tomamos los iones en los cuales se encuentran los elementos que modifican su n° de oxidación para escribir las correspondientes semirreacciones, que son:



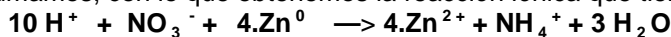
Ajuntamos estas semirreacciones añadiendo  $\text{H}_2\text{O}$  donde se necesite oxígeno, después, se añaden  $\text{H}^+$  en el miembro donde se necesite Hidrógeno y electrones para ajustar las cargas, con lo que nos quedan:



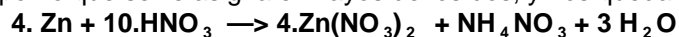
Para igualar el n° de electrones ganados al de perdidos, multiplicamos la segunda por 4:



Y las sumamos, con lo que obtenemos la reacción iónica que tiene lugar



Para ajustar ahora la reacción total, llevamos estos coeficientes a aquella, teniendo en cuenta que existen átomos de N que han modificado su número de oxidación (los que has pasado a formar el ion amonio y que son los que hemos ajustado) pero también hay otros que mantienen el mismo número de oxidación, y que son los que forman parte del ion Nitrato. Además y debido a esto, para el  $\text{HNO}_3$  le corresponderán dos coeficientes: el del  $\text{H}^+$  y el del  $\text{NO}_3^-$  de la reacción iónica, por lo que se le asigna el mayor de los dos, y nos quedará:



Para calcular la cantidad de ácido nítrico necesaria para reaccionar con 10 g de Zn, hemos de tener en cuenta la estequiometría de la reacción, a saber:

4. Zn +	10.HNO <sub>3</sub> →	4.Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> +	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> +	3 H <sub>2</sub> O
4 moles = 261,6 g	10 moles = 630 g			
10	X			

de donde:  $X = \frac{10.630}{261,6} = 24,04 \text{ g de ácido nítrico se necesitarán}$  los cuales hemos de cogerlos de una disolución del 40% en peso y  $d = 1,25 \text{ g/mL}$

	SOLUTO	DISOLVENTE	DISOLUCIÓN
MASA (g)	24,04	+ 36,17	= 60,21
VOLUMEN (ml)			

G de disolución =  $24,04 \cdot \frac{100}{40} = 60,21 \text{ g de disolución}$  y de acuerdo con su densidad

$d = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$ ;  $1,25 = \frac{60,21}{V}$ ; de donde

**V = 48,17 cm<sup>3</sup> de disolución se necesitan**

**A - 2: Calcule de un modo razonado:**

a) ¿Cual es el pH de 100 mL de agua destilada?

B) ¿Cual será el pH después de añadirle 0,05 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico 10M?

## RESOLUCIÓN

A) La disociación del agua es:  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$  donde vemos que se forma la misma cantidad de iones  $\text{H}^+$  que de iones  $\text{OH}^-$ , por lo que la concentración de ambos en el equilibrio es la misma, es decir, que en la disociación del agua destilada de cumple que:  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  y dado que la expresión del producto iónico del agua es:  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ , resultará que:  
 $[\text{H}^+] [\text{H}^+] = 10^{-14} \implies [\text{H}^+]^2 = 10^{-14}$  ;  $[\text{H}^+] = 10^{-7}$  y por tanto  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 10^{-7}$ :

$$\text{PH} = 7$$

B) Al añadirle 0,05 mL de HCl 10 M, el número de moles de ácido que le añadimos, obtenido a partir de la expresión de la

$$\text{Molaridad, es: } M = \frac{n^\circ \text{ moles}}{L}; \quad 10 = \frac{n^\circ \text{ moles}}{0,00005}; \quad \text{N}^\circ \text{ moles de HCl} = 5 \cdot 10^{-4}$$

y estas moles estarán disueltas en un volumen que es la suma del volumen del agua destilada (100 mL) más el volumen de esta disolución que le hemos añadido (0,05 mL), que hacen un total de 100,05 mL. Así, la concentración en HCl de la disolución obtenida es:

$$M = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{0,10005} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Molar}$$

Dado que el HCl es un ácido fuerte, estará completamente disociado:

	$\text{HCl} \rightleftharpoons$	$\text{H}^+ +$	$\text{Cl}^-$
INICIAL	$5 \cdot 10^{-3}$	----	----
EN EQUILIBRIO	----	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 5 \cdot 10^{-3};$$

$$\text{pH} = 2,30$$

**A - 3: Indique razonadamente qué tipo de enlace o fuerza de atracción se rompe al:**

a) Fundir Bromuro de Litio

b) Disolver bromo molecular en tetracloruro de carbono

c) Evaporar agua

## RESOLUCIÓN

Para determinar qué enlaces se rompen debemos tener en cuenta qué es lo que realmente sucede cuando tienen lugar los procesos indicados.

A) **Fundir Bromuro de Litio:** El Bromuro de litio ( $\text{LiBr}$ ) es un compuesto iónico por lo que en estado sólido cada uno de los iones:  $\text{Li}^+$  ó  $\text{Br}^-$  se encuentra en su red cristalina rodeado de otros iones de signo contrario que lo hacen permanecer en su posición.

Cuando se funde el cristal, se rompen estos enlaces y los iones pueden ya moverse con cierta libertad (estado líquido), por lo que en este proceso **se rompen los enlaces iónicos existentes entre los iones Litio ( $\text{Li}^+$ ) y Bromuro ( $\text{Br}^-$ )**

B) **Disolver bromo molecular en tetracloruro de carbono** El Bromo molecular ( $\text{Br}_2$ ) es un compuesto líquido en el cual coexisten dos tipos de enlaces: Los ENLACES INTRAMOLECULARES, entre los dos átomos de Bromo que conforman la molécula) son enlaces covalentes puros y como tales son enlaces fuertes, mientras que los ENLACES INTERMOLECULARES, que mantienen unidas unas moléculas con otras son enlaces por fuerzas de Van der Waals, y por tanto débiles.

Cuando se produce la disolución en Tetracloruro de carbono, que es un disolvente apolar, **se rompen los enlaces intermoleculares por fuerzas de Van der Waals**, manteniéndose el Bromo molecular como tal en la disolución.

C) **Evaporar agua** La evaporación es un proceso en el cual una sustancia pasa de estado líquido a gaseoso a una temperatura inferior a su temperatura de ebullición. En el caso del agua a la presión normal (1 atm) este fenómeno se produce entre 0°C y 100°C. El agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) es un por tanto un compuesto líquido en el cual coexisten dos tipos de enlaces: Los ENLACES INTRAMOLECULARES, entre los dos átomos de Hidrógeno con el de Oxígeno que conforman la molécula, son enlaces covalentes parcialmente iónicos por lo que están polarizados, con los electrones del enlace más próximos al átomo de Oxígeno. Por ello, y debido también a la hibridación  $\text{sp}^3$  del átomo de Oxígeno, la molécula de agua está polarizada, mientras que los ENLACES INTERMOLECULARES, que mantienen unidas unas moléculas con otras se deben a esta polarización y se forman debido a la atracción del átomo de Oxígeno de una molécula (el cual tiene un exceso de carga negativa) hacia un átomo de Hidrógeno de otra molécula de agua contigua, con la cual formará un enlace intermolecular por Puente de Hidrógeno.

Cuando se produce la evaporación del agua, las moléculas permanecen como tales ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pero **se romperán sus enlaces por puente de Hidrógeno con otras moléculas vecinas** de manera que el agregado molecular sea más pequeño y pueda existir en estado gaseoso

**A - 4: Indique el nombre y grupo funcional de los compuestos que responden a las siguientes fórmulas**

moleculares: A) CH<sub>4</sub>O ; B) CH<sub>2</sub>O ; C) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O ; D) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O

RESOLUCIÓN:

a) CH<sub>4</sub>O Solamente puede corresponder a un ALCOHOL CH<sub>3</sub>OH: **METANOL**; Grupo funcional: **-OH**

b) CH<sub>2</sub>O Solamente puede corresponder a un ALDEHÍDO: **HCHO: METANAL**; Grupo funcional: **-CHO**

c) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O Puede corresponder a dos compuestos:

un ALCOHOL: CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH **ETANOL**; Grupo funcional: **-OH**

Un ÉTER : CH<sub>3</sub> - O - CH<sub>3</sub> **DIMETILÉTER** ; Grupo funcional: **-O-**

d) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O Puede corresponder a bastantes compuestos, a saber

un ALDEHÍDO: CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CHO: **PROPANAL**; Grupo funcional: **-CHO**

una CETONA: CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>3</sub>: **PROPANONA**; Grupo funcional: **-CO-**

Un alcohol no saturado: CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>OH: **2-PROPENOL**, el cual tiene dos grupos

funcionales: Principal; **Grupo alcohol: -OH**

Secundario **Doble enlace: C = C**

Un alcohol cíclico:  **CICLOPROPANOL** Grupo alcohol: **-OH**

Un éter no saturado: CH<sub>2</sub>=CH-O-CH<sub>3</sub> **ETILENMETILÉTER**, el cual tiene dos grupos

funcionales: Principal; **Grupo éter: -O-**

Secundario **Doble enlace: C = C**

**A - 5:** Una muestra de 0,10 moles de BrF<sub>5</sub> se introduce en un recipiente de 10 litros que, una vez cerrado se calienta a 1500°C estableciéndose el siguiente equilibrio: BrF<sub>5(g)</sub> <====> 1/2 Br<sub>2(g)</sub> + 5/2 F<sub>2(g)</sub>. Cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2,46 atm. Calcule:

a) El grado de disociación del BrF<sub>5</sub>

b) El valor de la constante de equilibrio Kc

RESOLUCIÓN

El equilibrio que tiene lugar es:

	BrF <sub>5(g)</sub>	<====>	1/2 Br <sub>2(g)</sub> +	5/2 F <sub>2(g)</sub>
Moles iniciales	0,10		---	---
Moles finales	0,10 - X		1/2 X	5/2 X

Siendo X = N° de moles de BrF<sub>5(g)</sub> que se descomponen.

Teniendo en cuenta que nos dan el valor de la presión total cuando se alcanza el equilibrio, y que ésta corresponde a la que ejerce el n° total de moles:

$$n_{\text{TOTAL}} = (0,10 - X) + 1/2 X + 5/2 X = 0,10 + 2X \text{ moles totales}$$

al aplicarle la ecuación general de los gases ideales:

$$P.V = n.R.T \implies 2,46 \cdot 10 = (0,10 + 2X) \cdot 0,082 \cdot 1773 ; \text{ de donde } X = 0,0346 \text{ moles de BrF}_5 \text{ disociadas}$$

Y dado que tenemos inicialmente 0,10 moles de este compuesto, el grado de disociación, α, del mismo es:

$$\alpha = \frac{0,0346}{0,10} ; \alpha = 0,346 ; (34,6\%)$$

b) Para determinar el valor de la constante de equilibrio Kc, tenemos que calcular el número de moles de cada compuesto en el equilibrio, que es:

$$\text{BrF}_5 = 0,10 - X = 0,10 - 0,0346 = 0,0654 \text{ moles}$$

$$\text{Br}_2 = 1/2 \cdot X = 1/2 \cdot 0,0346 = 0,0173 \text{ moles}$$

$$\text{F}_2 = 5/2 \cdot X = 5/2 \cdot 0,0346 = 0,0865 \text{ moles}$$

La expresión que nos da el valor de la constante Kc para el equilibrio:

$$\text{BrF}_{5(g)} \text{ <====> } 1/2 \text{ Br}_{2(g)} + 5/2 \text{ F}_{2(g)} : K_c = \frac{[\text{Br}_2]^{1/2} \cdot [\text{F}_2]^{5/2}}{[\text{BrF}_5]}$$

donde, al sustituir, obtenemos su valor:

$$K_c = \frac{\left[ \frac{0,0173}{10} \right]^{1/2} \cdot \left[ \frac{0,0865}{10} \right]^{5/2}}{\left[ \frac{0,0654}{10} \right]} ; K_c = 4,426 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$