

PRÁCTICA-7

ANÁLISIS CUALITATIVO DE CATIONES Y ANIONES

FORMACIÓN DE PRECIPITADOS Y DISOLUCIÓN DE LOS MISMOS POR
FORMACIÓN DE COMPLEJOS

FUNDAMENTO DE LA PRÁCTICA

En esta práctica llevaremos a cabo el análisis cualitativo de diversos cationes metálicos y de algunos aniones presentes en una disolución. Para ello, realizaremos una serie de reacciones químicas que son características de cada ión lo que nos permitirá separarlos e identificarlos.

Entre las propiedades químicas de los iones, las de mayor interés para su identificación son:

- color,
- capacidad para formar sales insolubles (precipitados) y/o
- capacidad para formar complejos solubles en disolución acuosa.

Los iones que se identificarán en esta experiencia son:

Cationes: Mg^{+2} , Ni^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2} , Ag^{+} y Pb^{+2}

Aniones: Cl^{-} , I^{-} y SO_4^{-}

MATERIAL Y REACTIVOS

Material	Reactivos (12 disoluciones acuosas)			
9 tubos de ensayo				
2 cuentagotas	$Cr(NO_3)_3$	0,1 M	$NaNO_3$	0,1 M
2 varillas para agitar	$Pb(NO_3)_2$	0,1 M	Na_2SO_4	0,1 M
1 vaso de precipitados de 250 mL (para baño de agua)	$Zn(NO_3)_2$	0,1 M	NaI	0,1 M
1 gradilla	$Mg(NO_3)_2$	0,1 M	$NaCl$	0,5 M
1 pinza	$Ni(NO_3)_2$	0,1 M	$NaOH$	6,0 M
1 placa calefactora	$AgNO_3$	0,1 M	NH_3	6,0 M

Complete las reacciones iónicas netas indicadas en: A1, A2, A3, B1 y B2 antes de acudir al laboratorio

MÉTODO EXPERIMENTAL

A.- IDENTIFICACIÓN DE CATIONES METÁLICOS

Para identificar un catión presente en una disolución problema, hay que añadir una disolución que contenga un anión que forme una sal insoluble con él. La **aparición de un precipitado nos confirmará la presencia de dicho catión en la disolución original.**

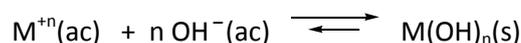
A.1.- FORMACIÓN DE UNA SAL INSOLUBLE POR ADICIÓN DE UNA DISOLUCIÓN DE NaOH.

1.- Añadir 10 gotas de cada una de las disoluciones de los seis cationes que se quieren identificar (nitratos de: Mg^{+2} , Ni^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2} , Ag^{+} , Pb^{+2}) en seis tubos de ensayo diferentes.

2.- **En vitrina**, añadir **exclusivamente una gota** de una disolución de **NaOH 6M** a cada tubo. Agitar, observar la reacción que ocurre y anotar los resultados en el cuadro correspondiente.

1 gota de NaOH(ac)					
↓	↓	↓	↓	↓	↓
Mg^{+2}	Ni^{+2}	Cr^{+3}	Zn^{+2}	Ag^{+}	Pb^{+2}

Todos los cationes de esta experiencia forman hidróxidos insolubles cuando se adiciona la cantidad justa de NaOH(ac).



$Mg(OH)_2$	$Ni(OH)_2$	$Cr(OH)_3$	$Zn(OH)_2$	$AgOH$	$Pb(OH)_2$
------------	------------	------------	------------	--------	------------

A.2.- DISOLUCIÓN DE HIDRÓXIDOS POR ADICIÓN DE EXCESO DE NaOH.

3.- A continuación, sobre los seis tubos anteriores, añadir 5 gotas más de NaOH 6M a cada tubo. Agitar, observar la reacción que ocurre y anotar los resultados en el cuadro correspondiente.

Algunos de los hidróxidos insolubles anteriores **se disuelven** al añadir un exceso de NaOH(ac), y se llaman **hidróxidos anfóteros.**

$Cr(OH)_3(s) + OH^{-}(ac) \rightleftharpoons Cr(OH)_4^{-}(ac)$	
Hidróxidos anfóteros sólidos	Especies en disolución acuosa
$Cr(OH)_3$	$Cr(OH)_4^{-}$
$Zn(OH)_2$	$Zn(OH)_4^{-2}$
$Pb(OH)_2$	$Pb(OH)_4^{-2}$

Los hidróxidos que **no se disuelven** en exceso de hidróxido de NaOH(ac) son **hidróxidos básicos.**

Hidróxidos básicos: $Mg(OH)_2$ $Ni(OH)_2$ $AgOH$

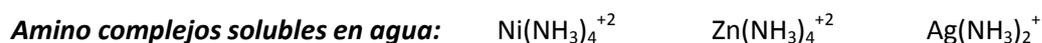
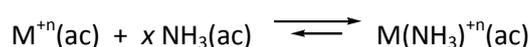
Si a una disolución acuosa que contiene los iones Mg^{+2} , Ni^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2} , Ag^{+} y Pb^{+2} , se le añade un exceso de NaOH(ac) sólo precipitarían los hidróxidos básicos. Los iones Cr^{+3} , Zn^{+2} y Pb^{+2} permanecerían en disolución formando las especies indicadas en la Tabla $[M(OH)_n^{-m}]$.

Anotar los resultados en el cuadro correspondiente (página VII-6)**A.3.- REACCIONES CON AMONIACO**

1.- Añadir, de nuevo, 10 gotas de cada una de las disoluciones de los seis cationes que se quieren identificar en seis tubos de ensayo diferentes.

2.- **En vitrina**, añadir 10 gotas de **amoniac** **6M** a cada tubo. Agitar, observar la reacción que ocurre y anotar los resultados en el cuadro correspondiente.

Los cationes Ni^{+2} , Zn^{+2} y Ag^+ reaccionan con amoniac formando amino complejos solubles en disolución acuosa.



Por el contrario los iones Mg^{+2} , Cr^{+3} y Pb^{+2} reaccionan con $\text{NH}_3(\text{ac})$ formando los correspondientes hidróxidos insolubles ($\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ y $\text{Pb}(\text{OH})_2$). Esto es así, porque el amoniac es una base débil que aporta los suficientes iones hidroxilo para la formación de los hidróxidos insolubles, pero no los suficientes como para disolver los hidróxidos anfóteros.

Anotar los resultados en el cuadro correspondiente (VII-7)**B.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIONES CLORURO, Cl^- , YODURO, I^- , Y SULFATO, $\text{SO}_4^{=}$**

Para identificar un anión, presente en una disolución problema, hay que añadir un catión (como sal soluble en agua) que forme una sal insoluble con él. La **aparición de un precipitado nos confirmará la presencia de dicho anión en la disolución original**.

B.1.- IDENTIFICACIÓN DE LO ANIONES CLORURO Y YODURO.

1.- Tomar 4 tubos de ensayo limpios. Añadir 10 gotas de una disolución de cloruro de sodio a los tubos 1 y 2.

2.- Añadir 10 gotas de una disolución de yoduro de sodio al tubo 3, y 5 gotas de la misma disolución al tubo 4.

3.- Adicionar 10 gotas de nitrato de plata a los tubos 1 y 3. Agitar y observar. ¿Se forma un precipitado?

4.- Adicionar 10 gotas de nitrato de plomo al tubo 2, y 5 gotas de la misma disolución al tubo 4. A este último adicionarle, además, 5 mL de agua. Agitar y observar. ¿Se forma un precipitado?

5.- A continuación calentar los cuatro tubos al baño maría. ¿Qué sales se disuelven en caliente y

cuáles no?

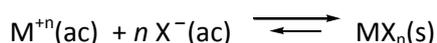
6.- Decantar el líquido del tubo 1, y añadir $\text{NH}_3(\text{ac})$ sobre el sólido hasta que se disuelva.

7.- Adicionar, al tubo anterior, 5 gotas de $\text{NaI}(\text{ac})$. ¿Se forma un precipitado?

8.- Decantar el líquido del tubo 3, y añadir 10 gotas de $\text{NH}_3(\text{ac})$ sobre el sólido. ¿Se disuelve?

10 gotas $\text{Ag}^+(\text{ac}) / \text{NO}_3^-(\text{ac})$ ↓	10 gotas $\text{Pb}^{++}(\text{ac}) / \text{NO}_3^-(\text{ac})$ ↓	10 gotas $\text{Ag}^+(\text{ac}) / \text{NO}_3^-(\text{ac})$ ↓	<u>5 gotas + 5 mL agua</u> $\text{Pb}^{++}(\text{ac}) / \text{NO}_3^-(\text{ac})$ ↓
[1] ^{10 gotas} $\text{Cl}^-(\text{ac}) / \text{Na}^+(\text{ac})$	[2] ^{10 gotas} $\text{Cl}^-(\text{ac}) / \text{Na}^+(\text{ac})$	[3] ^{10 gotas} $\text{I}^-(\text{ac}) / \text{Na}^+(\text{ac})$	[4] ^{5 gotas} $\text{I}^-(\text{ac}) / \text{Na}^+(\text{ac})$

Los aniones Cl^- y I^- reaccionan con los cationes Ag^+ y Pb^{++} formando los correspondientes haluros, cloruro de plata, cloruro de plomo, yoduro de plata y yoduro de plomo, insolubles en agua.



$\text{AgCl}(\text{s})$	$\text{PbCl}_2(\text{s})$	$\text{AgI}(\text{s})$	$\text{PbI}_2(\text{s})$
-------------------------	---------------------------	------------------------	--------------------------

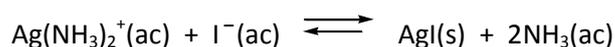
Características que nos permiten diferenciar las cuatro sales arriba indicadas:

1.- Los dos **haluros de plomo son solubles en agua caliente**, pero los haluros de plata no lo son. Esta característica permite diferenciar a los haluros de plomo de los de plata.

2.- El **AgCl es soluble en amoníaco** porque los iones Ag^+ , presentes en la disolución, reaccionan con $\text{NH}_3(\text{ac})$ formando el complejo $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ soluble en agua. Por el contrario, **el AgI, más insoluble, no se disuelve en amoníaco**. Esta propiedad permite distinguir cloruros de yoduros.



3. El AgI es una sal más insoluble en agua que el AgCl. Por eso al adicionar $\text{NaI}(\text{ac})$ a una disolución del complejo diaminplata una precipita el yoduro de plata.



4. La **secuencia de estabilidad** para el **ión Ag^+** es: $\text{Ag}(\text{OH})(\text{s}) < \text{AgCl}(\text{s}) < \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(\text{ac}) < \text{AgI}(\text{s})$

Es importante señalar, que los ensayos indicados en este apartado también son útiles para **identificar los cationes Ag^+ y Pb^{++}** de una muestra problema, mediante la adición de una sal que contenga iones cloruro (Cl^-) o yoduro (I^-)

Anotar los resultados en el cuadro correspondiente (VII-7)

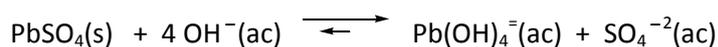
B.2.- IDENTIFICACIÓN DEL ANIÓN SULFATO.

- 1.- Tomar dos tubos de ensayo limpios. Añadir 10 gotas de una disolución de sulfato de sodio a cada tubo.
- 2.- Adicionar 10 gotas de nitrato de plata al tubo 1. Agitar y observar. ¿Se forma un precipitado?
- 3.- Adicionar 10 gotas de nitrato de plomo al tubo 2. Agitar y observar. ¿Se forma un precipitado?
- 3.- Calentar el tubo 2 al baño maría. ¿Se disuelve el sólido en caliente?
- 4.- Decantar el líquido del tubo 2 y añadir gota a gota una disolución de NaOH(ac) 6M al sólido. ¿Se disuelve el sólido? Escriba la reacción química que ha tenido lugar.

Anotar los resultados en el cuadro correspondiente (VII-8)

Hay diversas características que nos permiten diferenciar el anión sulfato de cloruros y yoduros. Así,

- 1.- El sulfato de plata es soluble en agua.
- 2.- El sulfato de plomo es insoluble en agua, y no se disuelve en agua caliente, a diferencia del PbCl₂ y del PbI₂.
3. El PbSO₄(s) se disuelve en exceso de NaOH(ac).



4. La **secuencia de estabilidad** para el **ión Pb⁺⁺** es: PbCl₂(s) < PbSO₄(s) < PbI₂(s) < Pb(OH)₂(s) < Pb(OH)₄⁻(ac)

B.3.- IDENTIFICACIÓN DEL CATION Y DEL ANIÓN DE UNA MUESTRA PROBLEMA (ver anexo: VII-11 y VII-12).

Terminados los ensayos anteriores, el alumno recibirá una muestra que contiene una disolución de una **sal desconocida** compuesta por un catión (Mg⁺², Ni⁺², Cr⁺³, Zn⁺², Ag⁺ o Pb⁺²) y un anión (Cl⁻, I⁻ o SO₄⁻). Debe investigar y llegar a conocer el **catión** y el **anión que contiene la sal**.

PROCEDIMIENTO:

- No realice ningún ensayo directamente en el tubo que contiene la muestra problema.
- Tome pequeñas porciones de la muestra original, unas 10 gotas, y viértalas sobre un tubo de ensayo limpio para realizar los ensayos de identificación de cationes y aniones. Realice tantos ensayos como considere oportuno.
- Detalle las experiencias realizadas y escriba las reacciones químicas correspondientes completando el cuadro de la página VII-9.

Número de mesa:

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES DEL APARTADO A

A.1.- Adición de NaOH

Catión	¿Precipita?	Reacción iónica neta ¹
Mg ⁺²	si	$\text{Mg}^{++}(\text{ac}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$
Ni ⁺²		
Cr ⁺³		
Zn ⁺²		
Ag ⁺		
Pb ⁺²		

A.2.- Adición de exceso de NaOH

Precipitado	¿Se disuelve?	Reacción iónica neta ¹
Mg(OH) ₂		
Ni(OH) ₂		
Cr(OH) ₃		
Zn(OH) ₂		$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{--}(\text{ac})$
AgOH		
Pb(OH) ₂		

A.3.- Adición de amoníaco

Catión	¿Precipita?	Reacción iónica neta ¹
Mg ⁺²		$Mg^{++}(ac) + 2 OH^{-}(ac) \rightleftharpoons Mg(OH)_2(s)$
Ni ⁺²		$Ni^{++}(ac) + 4 NH_3(ac) \rightleftharpoons Ni(NH_3)_4^{++}(ac)$
Cr ⁺³		
Zn ⁺²		
Ag ⁺		
Pb ⁺²		

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES DEL APARTADO B

B1.- Identificación de Cl⁻ y I⁻

Disoluciones inicial [Na ⁺ /X ⁻]	Disoluciones añadida [M ⁺ⁿ /NO ₃ ⁻]	¿Precipita?	Reacción iónica neta ¹	¿Se disuelve con calor?
Cl ⁻ (ac) +	Ag ⁺ (ac)		$Cl^{-}(ac) + Ag^{+}(ac) \rightleftharpoons AgCl(s)$	
Cl ⁻ (ac) +				
I ⁻ (ac) +				
I ⁻ (ac) +				

Sólido + NH ₃ (ac)	¿se disuelve?	Reacción iónica neta ¹
AgCl(s) +		
Ag(NH ₃) ₂ ⁺ (ac) +	¿precipita?	

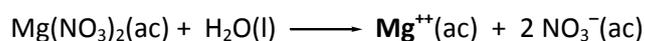
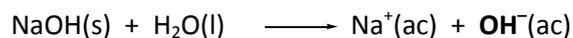
B2.- Identificación de SO_4^{2-}

Disoluciones inicial añadida [$\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$] [$\text{M}^{+n}/\text{NO}_3^-$]	¿Precipita?	Reacción iónica neta ¹	¿Se disuelve con calor?
$\text{SO}_4^{2-} +$			
$\text{SO}_4^{2-} +$			

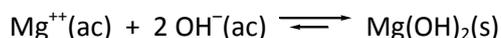
Sólido + $\text{NaOH}_{(ac)}$	¿se disuelve?	Reacción iónica neta ¹
$\text{PbSO}_4 +$		

Reacción iónica neta

¹ En una reacción iónica neta se escriben sólo las especies que participan en el proceso. Ejemplo: Si adicionamos una disolución de NaOH a otra de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, como ambas sales son iónicas y solubles en agua, se considera que están completamente ionizadas. Por tanto, en disolución hay iones $\text{Na}^+(\text{ac})$, $\text{OH}^-(\text{ac})$, $\text{Mg}^{2+}(\text{ac})$ y $\text{NO}_3^-(\text{ac})$ hidratados.

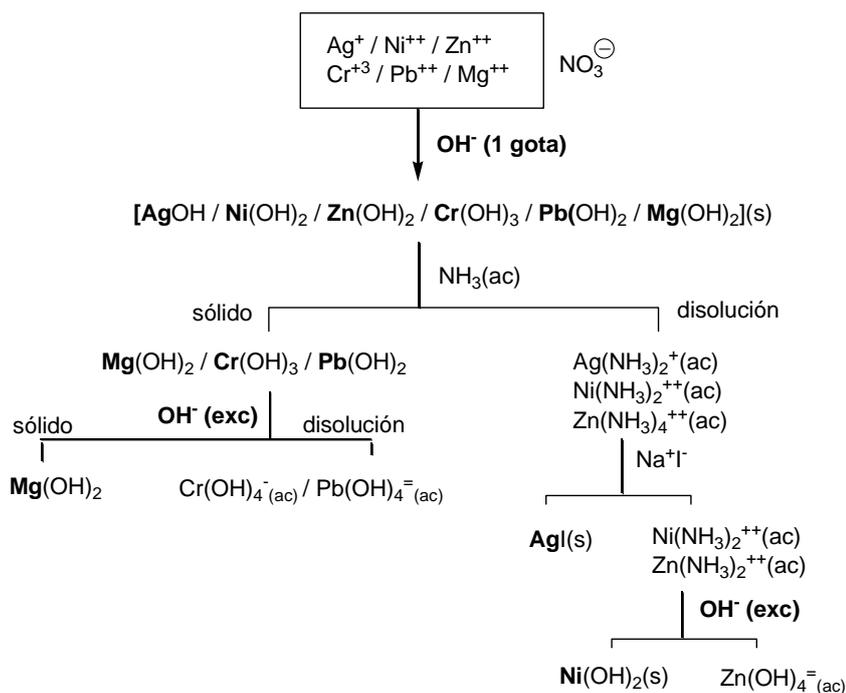
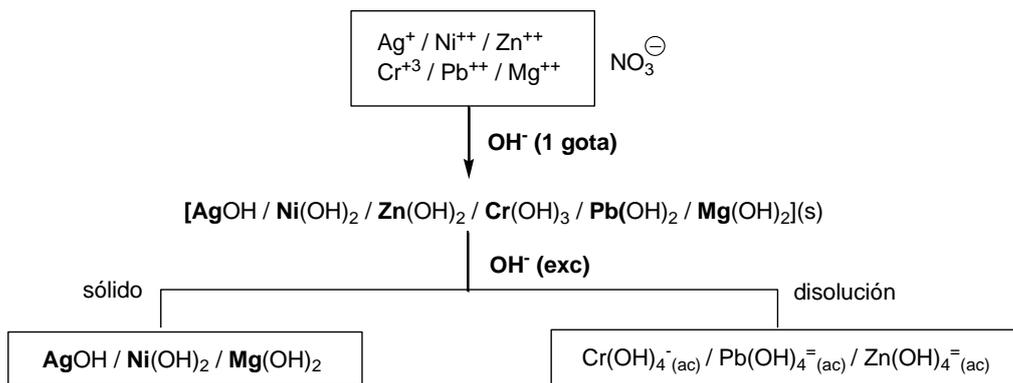


En este caso los iones $\text{OH}^-(\text{ac})$ reaccionan con los iones $\text{Mg}^{2+}(\text{ac})$ y precipita el $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ que es una sal insoluble. La reacción iónica neta es:

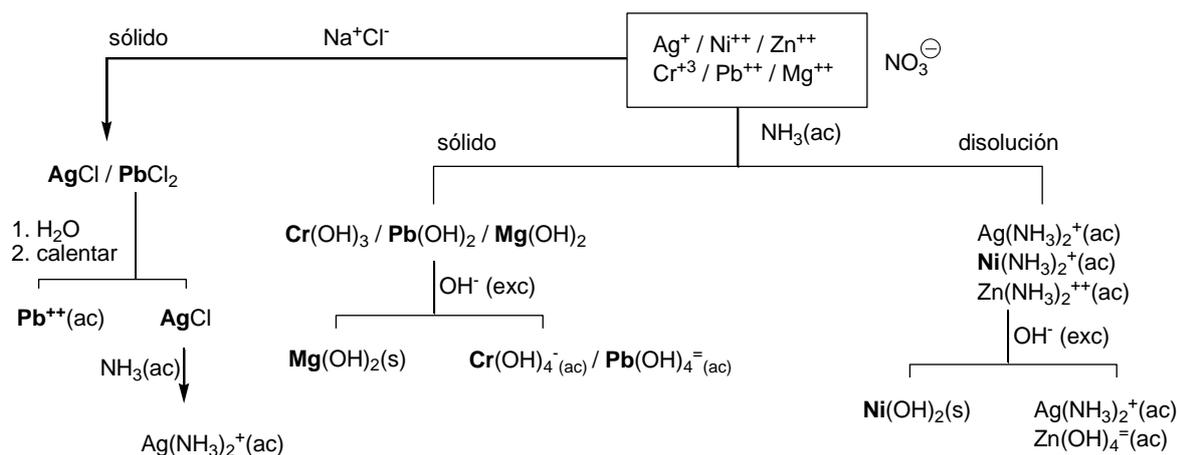


IDENTIFICACIÓN DE LOS CATIONES DE UNA DISOLUCIÓN

OPCIÓN A.- Procesos de solubilidad-precipitación que permiten identificar los siguientes cationes:

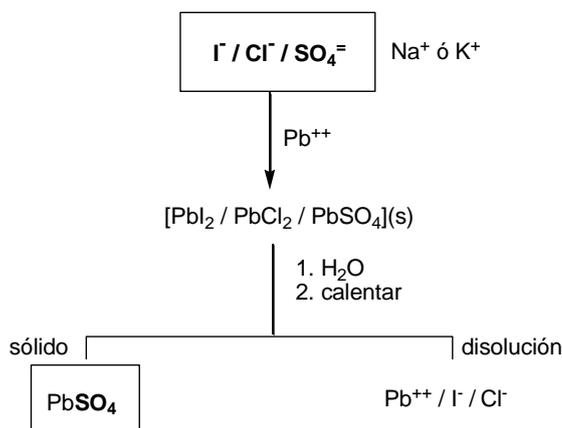


OPCIÓN B.- Procesos de solubilidad-precipitación que permiten identificar los siguientes cationes:

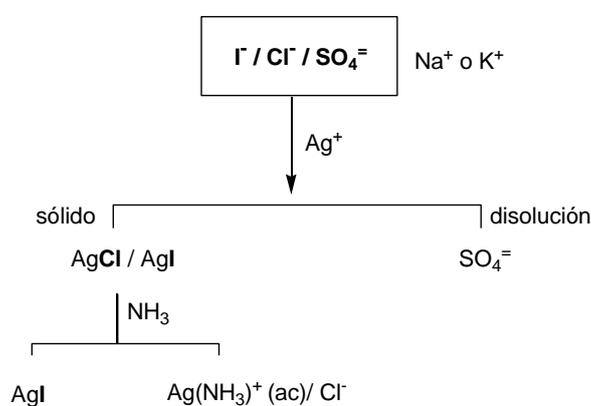


IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIONES DE UNA DISOLUCIÓN

OPCIÓN A.- Procesos de solubilidad-precipitación que permiten identificar los siguientes aniones:



OPCIÓN B.- Procesos de solubilidad-precipitación que permiten identificar los siguientes aniones:



NOTA:

- Las disoluciones son eléctricamente neutras y, por tanto, la carga de los cationes tiene que compensar a la de los aniones.
- Para **identificar un catión** hay que **adicionar** una disolución que contenga **un anión** que **forme una sal insoluble** con el.
- Para **identificar un anión** hay que **adicionar** una disolución que contenga **un catión** que **forme una sal insoluble** con el.
- Si tenemos una **disolución** y al adicionarle algún reactivo observamos la aparición de un sólido, decimos que **ha precipitado** alguno de los iones. Es decir, en el seno de una disolución pueden precipitar uno o más iones originando un **compuesto químico, diferente al inicial, que es insoluble en agua**.
- Si tenemos un **sólido** y al adicionarle algún reactivo observamos que el sólido desaparece, decimos que el **sólido se ha disuelto**. Esto ocurre porque alguno de los iones que forman parte del sólido se transforma en un compuesto químico distinto al inicial que es soluble en agua.