

## 13. Ions en dissolució

### Objectius

- Observar el color de les dissolucions aquoses de substàncies iòniques.
- Observar la mobilitat dels ions dins un camp elèctric.
- Observar diferents reaccions de precipitació entre ions.

### Introducció

Les substàncies iòniques en estat sòlid estan formades per ions de càrregues elèctriques oposades units per forces electrostàtiques i formant una xarxa tridimensional. Un dissolvent polar, com l'aigua, facilita la mobilitat dels ions, en deixar-los en llibertat.

Si els ions queden independents uns dels altres, el color de les dissolucions iòniques serà a causa del color de cada un dels diferents ions dins la dissolució.

Per altre part, si els ions es poden moure, quan es trobin dins un camp elèctric, els podrem dirigir cap a un pol o un altre del camp elèctric, segons la seva càrrega.

El pas d'estructura iònica tridimensional ordenada a ions lliures dins un dissolvent com l'aigua (ions "hidratats") representa un augment del desordre i un despreniment o, de vegades, una absorció d'energia de l'entorn. Quan una dissolució conté diferents ions, pot donar-se el cas que el balanç energètic entre factors d'entalpia i d'entropia afavoreixi la formació d'un sòlid, per la qual cosa es produeix una reacció de precipitació iònica.

### Experiment 1: Color dels ions en dissolució

#### Material i Equipament

Equipament	Reactius i altres materials
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gradeta amb tubs d'assaig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Col·lecció de flascons amb dissolucions iòniques que contenen ions acolorits</li> </ul>

### Procediment

#### Execució de l'experiència

1. Si els flascons són transparents, només cal que vagis prenent nota de la composició de la dissolució i del seu color. Si trobes algun flascó no transparent, buides una mica del seu contingut en un tub d'assaig, que procures que estigui net i sec.

2. Exemple: la dissolució de nitrat de plom (II), que conté els ions  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$  i  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$  és incolora, ambdós ions són incoloros en dissolució. La dissolució de nitrat de coure (II), que conté els ions  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$  i  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  és blava, per tant el color blau és a causa de l'ió  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ . Intenta deduir el color dels ions a partir d'observacions com aquesta de l'exemple.

3. En acabar de prendre notes, torna les dissolucions als seus flascons i guarda'ls.

## Observacions qualitatives i conclusions




Les teves observacions les pot anar recollint en un quadre:

dissolució	ions presents	color de la dissolució
$Pb(NO_3)_2$	$Pb^{2+}$ $NO_3^-$	incolora
$Cu(NO_3)_2$	$Cu^{2+}$ $NO_3^-$	blava
$KNO_3$	$K^+$ $NO_3^-$	incolora
$K_2CrO_4$	$K^+$ $CrO_4^{2-}$	grogua

Fes una llista amb el color de cada un dels ions en dissolució.

## Experiment 2: Migració d'ions dins un camp elèctric

### Material i Equipament

Equipament	Reactius i altres materials
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Càpsules de Petri (2)</li> <li>- Paper de filtre en tires de 10 x 3 cm</li> <li>- Tubs capil·lars</li> <li>- Clips metàl·lics per A paper</li> <li>- Font d'alimentació cc de 30 V (tres piles de 9 V) amb cables de connexió i pinces cocodrill.</li> <li>- Vasos de precipitats de 250 cm<sup>3</sup> (2) i de 100 cm<sup>3</sup> (1)</li> <li>- Embut i paper de filtre (millor si es disposa d'embut Büchner i filtració al buit)</li> <li>- Espàtula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissolució de sulfat de coure (II), 1 mol.cm<sup>-3</sup></li> <li>- Dissolució de cromat de potassi, 1 mol.cm<sup>-3</sup></li> <li>- Clorur d'amoni (s)</li> <li>- Dissolució d'amoniac concentrat</li> </ul> <div style="text-align: right;">    </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <b>Ulleres de seguretat i guants</b> </div>

### Procediment

#### Muntatge i execució de l'experiència

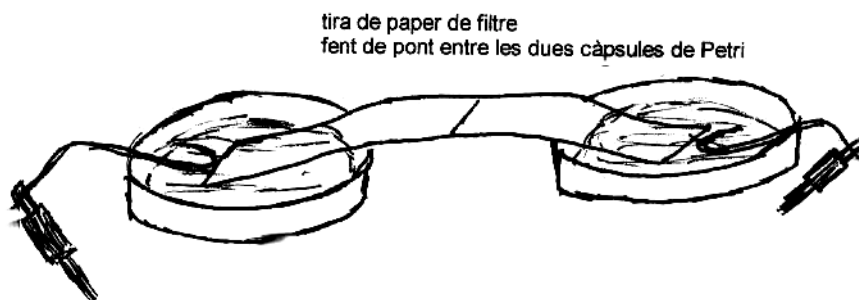


1. Primer has de preparar el cromat de coure (II), mesclant en un vas de precipitats volums iguals (uns 50 cm<sup>3</sup>) de les dissolucions de  $CuSO_4$  i de  $K_2CrO_4$ . El color marró del precipitat format és degut als dos ions acolorits presents, l'ió  $Cu^{2+}$  i l'ió  $CrO_4^{2-}$ .

2. Filtra el contingut del vas de precipitats i, sobre el residu, llença una mica d'aigua destil·lada, per rentar-lo.

3. Amb l'espàtula, agafa una petita quantitat del precipitat, posa-la en un vas petit i afegeix la mínima quantitat de dissolució d'amoniac (unes gotes) per dissoldre el precipitat, per tal de tenir una dissolució de color verd fosc.

4. Prepara un electròlit, dissolent en un altre vas de precipitats 2 g de clorur d'amoni en 50 cm<sup>3</sup> d'aigua i afegint després 5 cm<sup>3</sup> de dissolució concentrada d'amoniac.
5. Col·loca les dues càpsules de Petri separades uns 3 cm damunt la taula de treball i omple-les amb l'electròlit de clorur d'amoni. En cada càpsula poses un dels clips per a paper, oberts. Serviran per fer contacte amb la font d'alimentació.
6. En la meitat del paper de filtre dibuixa una línia amb llapis. Humiteja bé la tira amb la dissolució de clorur d'amoni. Amb ajut del tub capil·lar, diposita damunt de la línia feta amb llapis una mica de la dissolució de cromat de coure (II). Col·loca la tira de manera que, quedant els seus extrems submergits en les càpsules, faci de pont entre les càpsules.










7. Ara només falta connectar la font d'alimentació als dos clips i observar el moviment migratori dels ions  $\text{Cu}^{2+}$  (blau) i  $\text{CrO}_4^{2-}$  (groc).
8. Fins i tot sense tocar el muntatge i després d'haver vist com les taques de colors es mouen dins el camp elèctric, pots invertir la polaritat de les connexions i observar el que passa.

### Observacions qualitatives i conclusions

1. Segons cap a quin elèctrode es mouen els ions (els de  $\text{Cu}^{2+}$  són blaus i els de  $\text{CrO}_4^{2-}$  grocs), pots comprovar quina càrrega elèctrica tenen. Pren nota de quina distància recorren en un minut aproximadament.
2. És interessant que inverteixis la polaritat dels elèctrodes de la font d'alimentació i descriguis com es mouen ara els ions.
3. Suggereix alguna aplicació d'aquest experiment a l'anàlisi de compostos iònics.

## Experiment 3: Reaccions de precipitació entre ions

### Material i Equipament

Equipament	Reactius i altres materials
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Càpsula de Petri</li> <li>- Gradeta amb tubs d'assaig</li> <li>- Comptagotes</li> <li>- Espàtules (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissolució de nitrat de plom (II), <math>0,1 \text{ mol.cm}^{-3}</math> </li> <li>- Dissolució de iodur de potassi, <math>0,1 \text{ mol.cm}^{-3}</math> </li> <li>- Dissolució de clorur de sodi, <math>0,1 \text{ mol.cm}^{-3}</math> </li> <li>- Dissolució de nitrat de plata, <math>0,1 \text{ mol.cm}^{-3}</math> </li> <li>- Dissolució d'hidròxid de sodi, <math>1 \text{ mol.cm}^{-3}</math> </li> <li>- Dissolució de sulfat de coure (II), <math>0,1 \text{ mol.cm}^{-3}</math> </li> <li>- nitrat de plom (II) (s)</li> <li>- iodur de potassi (s)</li> </ul>  <p><b>Ulleres de seguretat i guants</b></p>

### Procediment

#### Muntatge i execució de l'experiència



1. Omple d'aigua destil·lada una càpsula de Petri. Has de tenir ara dues espàtules amb un petit cristall de nitrat de plom (II) en una i de iodur de potassi en l'altra.
2. Agafant cada espàtula amb una mà, deixa caure simultàniament els dos cristalls en extrems oposats de l'aigua de la càpsula de Petri.
3. Tingues una mica de paciència i observa atentament, sense tocar ni remenar la càpsula, el que hi passa.
4. Omple  $\frac{1}{4}$  d'un tub d'assaig amb dissolució de nitrat de plom (II) i un altre tub, també fins  $\frac{1}{4}$  amb dissolució de iodur de potassi. Pren nota del color de les dissolucions. Barreja el contingut dels dos tubs. Pren nota del que has vist.
5. Fes el mateix, però omplint un tub amb dissolució de sulfat de coure (II) i l'altre amb dissolució d'hidròxid de sodi.
6. Igual que en els dos casos anteriors, però ara un tub tindrà dissolució de clorur de sodi i l'altre de nitrat de plata.

### **Observacions qualitatives i conclusions**

---

1. Explica el que ha passat quan poses dos cristalls iònics, un de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  i l'altre de KI en l'aigua de la càpsula. Fes servir les paraules següents: *dissolució, ions hidratats, precipitació, mobilitat, reacció química, sòlids iònics*.
2. Per cada una de les reaccions de precipitació, escriu els ions presents abans i la fórmula del compost que precipita.
3. Un tub d'assaig conté una dissolució d'un compost que no sabem si conté ions  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  o  $\text{Ag}^+$ . Quins experiments recomanes fer per comprovar quin dels ions hi és present?

## Ions en dissolució

### Material per al professorat

### Orientacions didàctiques

#### Temporització

- Experiment 1: ½ hora per a l'experimentació i les conclusions
- Experiment 2: 1 hora per a l'experimentació i les conclusions
- Experiment 3: ½ hora per a l'experimentació i ½ hora per les conclusions

#### Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Els experiments 1 i 3: Alumnes de 4t d' ESO i batxillerat

L'experiment 2: alumnes de batxillerat

#### Orientacions metodològiques

Aquest tres experiments són de la categoria "il·lustratius" amb l'objectiu d'iniciar l'alumnat a les reaccions entre ions, és per això que en la introducció s'ha evitat parlar d'equilibris de solubilitat i de constants d'equilibri.

Dels tres experiments proposats, el professorat pot triar els que consideri més idonis per a la classe (per fer-los tots amb una posada en comú profitosa, es necessiten quasi tres sessions de laboratori). No es necessari fer-los en l'ordre proposat en aquest protocol.

És recomanable que l'experiment 2 (mobilitat dels ions), el faci el/la professor/a o que proporcioni la dissolució de cromat de coure recent preparada.

L'experiment 3 es pot fer com a demostració, col·locant la càpsula en el retroprojector. També les tres altres reaccions proposades es poden fer així, fins i tot deixant caure simultàniament amb dos comptagotes les dissolucions dels reactius.

Els alumnes sempre queden sorpresos de l'espectacularitat de la reacció de precipitació entre els ions  $Pb^{2+}$  i el  $I^-$  (o  $CrO_4^{2-}$ ). Cal aprofitar-ho com a demostració il·lustrativa del que volem dir quan parlem de "formació d'un precipitat".

La posada en comú de les explicacions dels alumnes ha de permetre treballar conceptes bàsics sobre enllaç iònic.

Les reaccions de precipitació proposades, permeten d'introduir l'alumnat en la identificació de cations i l'anàlisi qualitativa.

#### Orientacions tècniques

Només l'experiment 2 presenta dificultats en la preparació del cromat de coure. En el protocol no es diu res del paper de l'amoníac en dissoldre el cromat de coure, el qual en formar un complex dona un color blau intens molt visible. Aquest color, a mesura que passen els minuts, es torna més pàl·lid en anar-se evaporant l'amoníac. Per més detalls vegeu l'article d'Adolf Cortel en *Journal of Chemical Education* 78,2 Feb 2001 (p. 207-208).

Els apartats 4, 5 i 6 de l'experiment 3 ("Reaccions de precipitació entre ions") es poden fer en microescala. És suficient substituir els tubs d'assaig per una làmina de 20 x 20 cm<sup>2</sup> de plàstic alimentari estesa damunt la taula de treball i emprar dues o tres gotes de cada un dels reactius.

**Gestió dels residus:** es llencen en un recipient adient al qual s'hi afegeix carbonat de sodi sòlid perquè precipitin els cations dels metalls pesats. En acabar el curs, es filtra o decanta el líquid i el residu sòlid es llença al contenidor de sòlids.

Les reaccions de precipitació fetes en microescala no generen residus. Es llença al contenidor de sòlids el plàstic emprat.

## Conclusions

### Respostes al qüestionari

Experiment 2

3. Suggereix alguna aplicació d'aquest experiment a l'anàlisi de compostos iònics. Separació i anàlisi dels ions acolorits d'un compost.

Experiment 3

1. Explica el que ha passat quan poses dos cristalls iònics, un de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  i l'altre de KI en l'aigua de la càpsula. Fes servir les paraules següents: *dissolució, ions hidratats, precipitació, mobilitat, reacció química, sòlids iònics.*

Pot tardar uns 45s a formar-se una barrera de color groc més o menys a mig camí dels extrems o s'han llançat els cristalls.

En la resposta han d'indicar, entre altres coses, que primer hi ha una dissolució de les substàncies iòniques (paper de l'aigua com a dissolvent polar) i que queden els ions hidratats amb facilitat de moviment.

2. Per a cada una de les reaccions de precipitació, escriu els ions presents abans i la fórmula del compost que precipita.

Reacció en la càpsula de Petri:

dissociació iònica:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^-(\text{aq}); \text{KI}(\text{s}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$

precipitació:  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2$

En tub d'assaig:

$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$

$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 (\text{OH})^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$

$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$

3. Un tub d'assaig conté una dissolució d'un compost que no sabem si conté ions  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  o  $\text{Ag}^+$ . Quins experiments recomanes fer per comprovar quin dels ions hi és present?

Se suposa que hi ha un d'aquest ions i no tots tres. Cada un s'identificaria per les reaccions de precipitació indicades en la resposta anterior.

### Criteris d'avaluació

No es donen.

Els tres experiments han de servir per avaluar continguts conceptuals respecta a: enllaç iònic, dissolució, precipitació, càrrega d'un ió... Es pot presentar un qüestionari en acabar l'experiment segons les necessitats i exigències del/de la professor/a

### Propostes de recerca

La tècnica emprada en l'experiment 2 serveix per introduir la idea de l'electroforesi.

A partir de les reaccions de precipitació, es pot suggerir treballs de recerca de l'àmbit d'anàlisi: per exemple: determinar clorurs, per precipitació amb ions plata en diverses mostres d'aigües.

Anàlisi qualitativa inorgànica de mostres.