

## NETEJA D'AIGUA CONTAMINADA AMB FERRO

*A molts processos químics industrials, com poden ser les extraccions mineres o les fàbriques de bateries, s'obté com a residu aigua que conté ions metàl·lics dissolts. L'aigua contaminada amb metalls és nociva si entra a formar part d'una xarxa tròfica. Per exemple si s'utilitza aquesta aigua residual per a regar horts, pot provocar una acumulació de metalls en cadena en els organismes vius, que és molt perjudicial. Així doncs cal eliminar els metalls abans d'abocar l'aigua a la claveguera.*

### Objectiu

- Eliminació del ferro (III) d'una aigua contaminada per precipitació i posterior filtració

### Introducció

- Una de les maneres més utilitzades per a netejar l'aigua dels metalls que conté dissolts és afegir-hi una substància que formi un compost insoluble, un precipitat, amb el metall. Després el precipitat es separa per filtració. Cal triar bé la substància que s'ha d'afegir per a precipitar, de manera que no sigui perjudicial i que no augmenti la conductivitat de l'aigua. Un augment de la conductivitat en les aigües té efectes no desitjables, en el cas d'aigües de rec provoca una disminució de les collites.



Figura 1. (a) Minerals de ferro a les mines de Ríotinto (Huelva)

(b) Extracció de mineral de ferro a el Romeral, Chile

- *Com podem saber quina substància és adient per a precipitar un metall? Com podem saber quina quantitat en necessitem, per tal de no contaminar encara més l'aigua en afegir-hi aquesta substància?*

- En aquesta pràctica estudiarem l'eliminació del catió ferro (III) d'una aigua contaminada amb aquest metall, per precipitació i posterior filtració. Com que l'hidroxid de ferro és una substància

molt insoluble, afegirem gota a gota una dissolució d'hidròxid de sodi, que portarà a la formació d'un precipitat d'hidròxid de ferro (III), insoluble.


La reacció que es produirà és  $\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 3 \text{OH}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)}$

Per a saber quina quantitat d'hidròxid de sodi hem d'afegir, utilitzarem un sensor de conductivitat. La conductivitat d'una solució augmenta en fer-ho el nombre de ions i la conductivitat iònica de cadascun.

• **En acabar la pràctica sabreu** mesurar la conductivitat d'un líquid, i interpretareu la variació de la conductivitat d'una aigua contaminada amb cations metàl·lics en afegir-hi una altra substància amb la que forma un precipitat i sabreu eliminar el ferro dissolt d'una aigua contaminada.

• **També sabreu** interpretar quan s'ha format tot el precipitat a partir de mesures de conductivitat així com calcular la concentració d'ió ferro (III) que hi havia inicialment a l'aigua. Igualment tindreu la base per a entendre els processos de precipitació i filtració que s'usen per a descontaminar aigües residuals.

## Material i Equipament

Material de laboratori	Productes	Elements equip Multilog
Vas de precipitats de 25 ml Pipeta de 10 ml Suport, pinces, nous Vareta de vidre Bureta Embut de vidre, erlenmeyer Paper de filtre	NaOH 0,1 M  Aigua contaminada amb Fe(III)	Sensors de conductivitat (rang 0 a 20 mS, temps de resposta mig minut) i adaptador ovalat del sensor Interfície Multilog Pro amb cable USB Ordinador

## Procediment

### Muntatge de l'experiència

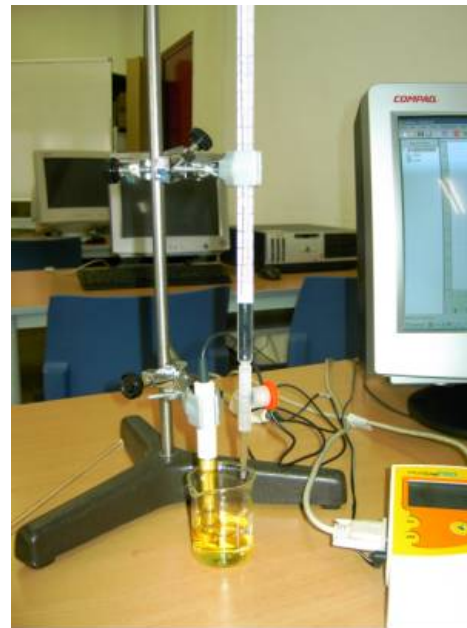
Cal que feu la prova per triplicat

1. Mesureu 10 ml d'aigua contaminada amb ferro (III) amb una pipeta i aboqueu-los en un vas de precipitats de 25 ml.
2. Ompliu una bureta amb NaOH 0,1 M, arraseu-la a un volum concret.

- Col·loqueu el sensor de conductivitat (Figura 2) dins el vas, connecteu-lo a l'adaptador, aquest a l'entrada IO-1 de la interfície, consola Multilog-Pro, i aquesta a l'ordinador mitjançant el port USB o el sòcol de 9 pins.



(a)



(b)

Figura 2. (a) Sensor de conductivitat, adaptador i consola Multilog-Pro on es mostren les entrades per a les connexions (b) Muntatge experimental

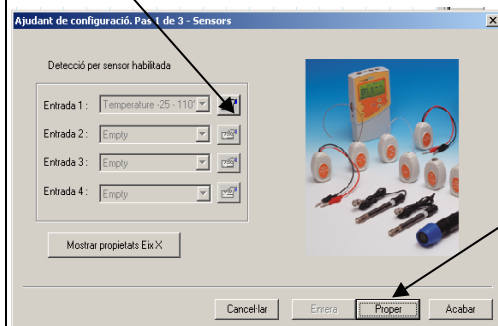
- Feu el muntatge (Figura 2(b)) que permeti que l'hidròxid de sodi caigui a l'aigua.
- Engegueu la interfície i l'ordinador

- Cliqueu el botó configurar ajudant,

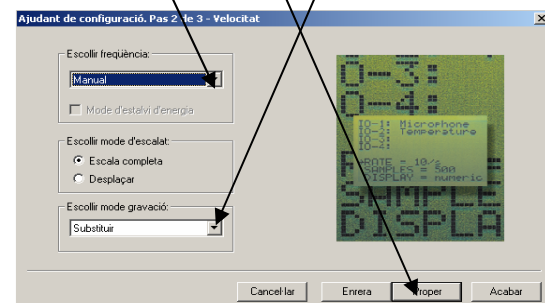


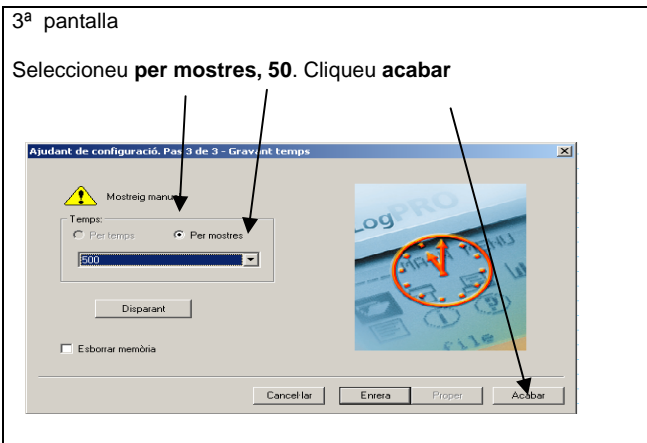
, s'obre una primera pantalla

1<sup>a</sup> pantalla  
es detecta el sensor de conductivitat

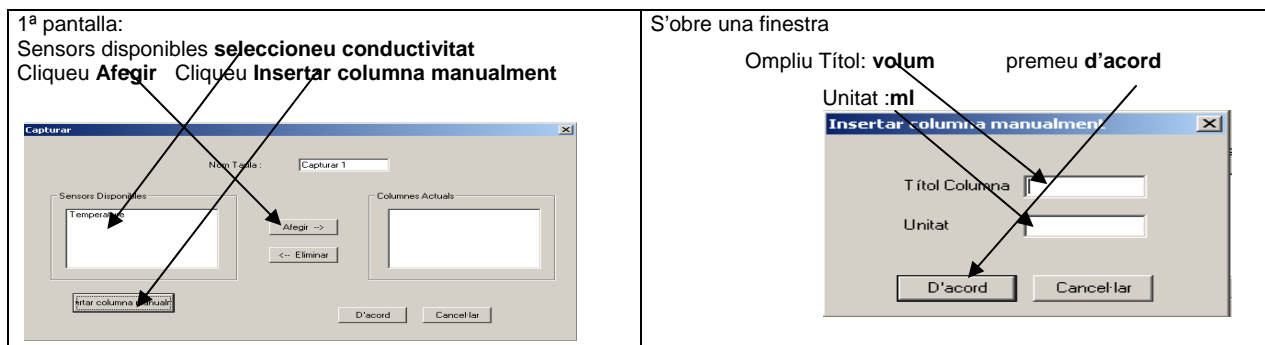


2<sup>a</sup> pantalla  
seleccioneu freqüència: **manual**  
mode d'escalat: **escala completa**  
mode de gravació: **substituir**  
clicqueu: **proper**





Ara cal **insertar una columna manualment** i posar-hi els volums d'hidròxid de sodi que s'afegiran, en increments de 0,5 ml, aneu al menú *Taula*, **seleccioneu Mode de captura** us sortirà una pantalla on indica els sensors disponibles, **seleccioneu conductivitat** i cliqueu **afegir**



Afegiu els valors dels volums des de zero fins a 15 ml, amb increments de 0,5 ml. Si es necessiten més valors poden anar-se afegint al moment

### Predicció

Feu la predicció de com variarà la conductivitat de la solució de  $\text{Fe}^{3+}$  en anar-hi afegint hidròxid de sodi, dibuixeu la forma que creieu que pot tenir el gràfic.

Conductivitat





Volum hidròxid de sodi afegit



Comenteu i discuteu les vostres prediccions amb la resta de la classe


### Enregistrament de les dades



- Abans de prendre cada mesura de conductivitat, caldrà esperar aproximadament 30 segons, que és el temps de resposta del sensor. Anoteu les observacions a mesura que es va fent la

pràctica (quant comença a formar-se precipitat, de quin color és, com varia la quantitat de precipitat al llarg de l'experiència...)



- Quan tot estigui a punt, podeu començar la presa de dades, per iniciar la captació de la primera dada ( 0 ml) dades cal prémer el botó executar () , i a continuació eina de captura ().

Per a la segona dada i següents: deixeu caure 0,5 ml de la bureta, agiteu bé durant uns 30 segons, després premeu el botó enter de la interfície () i a continuació eina de captura ().

- Continueu la presa de dades fins que s'observi un canvi clar en el pendent del gràfic, per a finalitzar cliqueu stop () .Executar

- Editeu un gràfic de la conductivitat en front del volum afegit (botó  *editar gràfic* → *eix X captura 1 (volum), eix y captura 1 (conductivitat)* → *acceptar*) i afegiu-lo al projecte ().

- Cliqueu *commutar primer cursor i commutar segon cursor*, poseu les fletxes als llocs adients i anoteu els valors de conductivitats i volums per a fer l'anàlisi de les dades

- Editeu també una taula () , anomenau-la i afegiu-la al projecte ().

- Anomeneu i guardeu l'arxiu

- Finalment construïu un filtre de paper i filtreu el precipitat

Per tal de trobar el resultat amb més exactitud, és convenient fer una segona valoració conductimètrica, o bé agafar els resultats dels altres grups de la classe.

## Observacions qualitatives

Anoteu l'aspecte i color del precipitat

## Anàlisi de les dades

L'objectiu d'aquesta pràctica és determinar la concentració de ferro(III) d'una aigua contaminada per tal de netejar-la. Els càlculs es fan partir del volum de NaOH que ha reaccionat amb 10 ml d'aigua contaminada, i coneixent la reacció.

1. Ompliu la taula següent amb els resultats de les diferents valoracions:

	1ª valoració	2ª valoració			Valor mig
Conductivitat inicial					
Conductivitat mínima					
Variació conductivitat					
Volum aigua que ha reaccionat					

2. Calculeu, a partir de les dades anteriors i de la reacció química, la concentració de ferro (III) en ppm, a l'aigua problema.

3. Justifiqueu els fets següents:

- la variació de la conductivitat al llarg de la pràctica
- per què per fer els càlculs s'agafa el punt en què hi ha un canvi del pendent del gràfic.
- les característiques del precipitat format
- per què la conductivitat mínima no és zero

## Conclusions

A partir de tot el que heu fet fins ara, quina o quines **conclusions** podeu escriure?

## Qüestionari:

1. Quin és el fonament d'aquest mètode de separació?
2. Com ho faries per a eliminar el ferro d'una bassa de 50 m<sup>3</sup> plena d'aigua contaminada amb ferro (III)?
3. Quina característica cal que tinguin els metalls per a poder ser eliminats per aquest mètode d'una aigua contaminada?
4. Per què és important no tirar més sosa quan ja ha precipitat tot l'hidròxid?
5. Consulta el CRC Handbook of Chemistry and Physics, i indica algun altre metall que podria eliminar-se per aquest mètode.
6. Indica altres metalls que poden trobar-se com a contaminants d'una aigua. Quins tipus d'activitats els produeixen?
7. Cal necessàriament afegir NaOH o un altre hidròxid per a precipitar un metall?

## **Informe**

Redacteu un informe de l'experiència. En aquest informe s'han de distingir clarament les següents parts: objectius, introducció, realització i conclusió, junt amb les respostes al qüestionari.

## **Bibliografia**

EPOC Water Inc. Microfiltration Technology .EPA/540/AR-93/513 Sept 1995

<http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops/00506.html> (article amb dades de conductivitat que afecten la producció agrícola de diversos vegetals)

Lide D.R. 1990. Handbook of Chemistry and Physics. 71<sup>st</sup> Edition. CRC Press

<http://www.ucm.es/info/crismine/Romeral.jpg> (15/4/05)

<http://iris.cnice.mecd.es/biosfera/alumno/1bachillerato/petrogeneticos/imagenes/ima34/riotinto.png> (15/4/05)