



L'ESTAT SÒLID. EL MÓN DELS CRISTALLS



L'ESTAT SÒLID – EL MÓN DELS CRISTALLS

A – Mètodes d'obtenció de cristalls.

1.- A partir d'una solució. Qüestions a tenir en compte.

- a) Concepte de solució no saturada, saturada i sobresaturada.
- b) Diagrames de solubilitat de la substància, per poder controlar millor el procés.
- c) Variants del mètode d'obtenció dels cristalls a partir d'una solució:
 - I – Recipient obert (per evaporació).
 - II – Recipient tancat (per refredament).
- d) Metodologia general per la obtenció dels cristalls.
 - I – Obtenció de la solució saturada.
 - II – Sobresaturació i obtenció del germen.
 - III – Nova sobresaturació.
 - IV – Penjar el germen controlant la temperatura, i a una alçaria d'un terç del fons del recipient.
- e) Material necessari per realitzar l'experiència.
 - I – Pots melmelada.
 - II – Fil per penjar el germen.
 - III – Cartró.
 - IV – Cel.lo.
 - V – Estiropor per aïllar.
 - VI – Balança per pesar les substàncies.
 - VII – Varettes de vidre per remenar la solució.
 - VIII – Fogó amb placa difusora per escalfar la solució.
 - IX – Filferro d'acer inoxidable.
 - X – Pegament instantani.
 - XI – Tela fina.
 - XII – Pinces per subjectar els cristalls.
 - XIII – Lupa o estereoscop.
- f) Exemples de cristalls que podem obtenir i les millors condicions per obtenir-los.
 - I – Allum (potàsic i cròmic).
 - II – Clorat de sodi.
 - III – Nitrat de sodi.
 - IV – Sulfat de níquel.
 - V – Sal de la Rochelle.
 - VI – Ferrocianur potàsic.
 -
- g) Experiències que podem realitzar amb els cristalls que hem obtingut.

2.- A partir d'una substància fòsa.





B – Objectius que es proposen.

- a) Objectius de caire general:
- I – Habilitat manual.
 - II – Capacitat d'observació de l'alumne.
 - III – Realització d'un treball experimental en que podem aplicar el mètode científic.
- b) Objectius específics:
- I – Conèixer el creixement dels cristalls i la seva problemàtica.
 - II – Entrar en el món de la cristal·lografia d'una manera més engrescadora.
 - III – Que quedin clars el concepte de cristall i les propietats que s'en deriven.

C – Altres suggerències per entrar al món de la cristal·lografia.

- a) Deduir els elements de simetria a partir d'una sola forma cristal·lina, amb diferents dibuixos.
- b) Construcció de models de formes cristal·lines diferents a partir de l'apilament d'elements paral·lepipèdics (cubs, paral·lepipede, prismes de base quadrada), reproduïnt les formes i idees de Haüy.
- c) Construcció d'un model per reproduir les voreres de gra, amb perdigons o bombolles.
- d) Construcció d'un polariscop amb bola de vidre per veure figures d'interferència.
- e) Construcció de models de boles per veure les estructures compactes.
- f) Utilització de dibuixos repetitius amb diferents motius per veure la simetria. Dibuixos de l'Escher o papers pintats.



PREPARACIÓ DE LA SOLUCIÓ SATURADA

Per obtenir els cristalls, tant pel mètode d'evaporació com pel mètode de recipient tancat, el primer que cal fer és obtenir una solució que sigui saturada a la temperatura a la qual ha de créixer el cristall. En el mètode d'evaporació deixem que aquesta solució saturada es vagi evaporant lentament, després d'haver introduït el germen cristal·lí. En el segon mètode (got tancat) escalfem la solució saturada i per tant ara ja no ho serà; afegim una mica més de sal i després d'introduïre'l germen, refredem la solució fins a la temperatura original; així la solució esdevindrà sobresaturada.

Per obtenir una solució saturada, ho podem fer de dues maneres, o be anem afegint el sòlid a l'aigua, o be afegim d'entrada un excés de sòlid de tal manera que l'excedent precipitarà al fons del recipient. Aquest últim mètode és el millor, ja que el primer requereix molta atenció per part de l'operador.

Les proporcions que s'indiquen per preparar els cristalls, suposa una temperatura d'uns 27 °C per l'aigua. Per fer créixer els cristalls podem utilitzar pots de melmelada cilíndrics d'una cabuda de 250 cc aproximadament. Si escalfem fins a 50°C, disoldrem ràpidament la sal en l'aigua i a més podem remenar també amb una vareta de vidre per facilitar la tasca. La millor manera d'escalfar és al bany maria i procurant tenir el pot tancat per evitar l'evaporació del líquid, excepte quan es remena. Després deixem refredar la solució fins a la temperatura del naixement dels cristalls (27°C) i llavors es precipitarà al fons del got l'excés de sal. Ho deixem un parell de dies en aquesta temperatura i de tant en tant sacsegem el got per assegurar que la solució estigui saturada a aquesta temperatura. Per evitar canvis bruscs de temperatura podem col·locar el pot en un bany d'aigua per evitar les fluctuacions tèrmiques.

Quan observem que el precipitat no augmenta és senyal que tenim la solució saturada a punt i l'hem de decantar a un altre pot i tancar-lo bé per evitar l'evaporació; també és important mantenir la temperatura de creixement, ja que si no tornàrem a obtenir precipitat.

Per obtenir els gèrmens cristal·lins, ho podem fer a partir de la solució saturada, decantant una part de dita solució en una càpsula de fons pla i deixant evaporar. Quan el germen tingui el tamany adequat el treiem i l'assequem. Un tamany òptim pel germen cristal·lí oscil·la entre 3 i 6 mm. Si la substància a partir de la qual fem créixer el cristall ja té cristalls de suficient gruix per a poder-lo fer servir de germen, podem seleccionar un cristall del tamany adequat dins del pot i ens podem estalviar l'obtenció del germen.

Les quantitats que s'esmenten en cada cas, estan pensades per fer créixer els cristalls en una habitació on la temperatura ambient oscil·li entre 23° i 25°. Si les condicions no són aquestes (com és el que sol passar a les temperatures ambient durant l'hivern a Catalunya, que normalment són més baixes) haurem de reduir la quantitat de sal que afegim.



OBTENCIÓ DE LA SOLUCIÓ SOBRESATURADA

Per obtenir la solució sobresaturada afegim un excès de sal en qüestió a la solució saturada, escalfem i remenem la solució per estar segurs de que es dissol tota la sal.

Posteriorment penjarem el cristall en un fil i l'introduïrem dins de la solució quan aquesta s'hagi refredat. És convenient d'introduir el germen dins de la solució quan aquesta estigui uns tres graus per sobre de la temperatura de naixement, i com que les quantitats per fer la solució sobresaturada estan pensades a 27 °C això serà normalment al voltant dels 30°C.

Per assegurar que la solució està al punt, al introduir el germen ens fixarem en els corrents de convecció: si baixen és que la solució encara no està saturada (temperatura encara massa alta), si pugen es senyal que l'excès de sòlid precipita en el germen cristal·lí, o sia que el cristall creix.

En totes aquestes operacions tindrem cura de rentar-nos bé les mans per evitar que petits cristalls quedin enganxats als dits i sense voler els introduïm dins de la solució de creixement, amb el qual tindriem altres nuclis de creixement que ens destorbarien la formació dels cristalls.



EXEMPLES

1.- Allum potàsic. $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ Sistema cúbic

- A – Solució sobresaturada: 20 grs per 100 cc d'aigua.
B – Per afegir a la solució saturada: 4 grs per 100 cc d'aigua.

Experiència a realitzar: Canvis en la morfologia afegint alguna impuresa a la solució.

2.- Allum cròmic. $KCr(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ Sistema cúbic

- A – Solució sobresaturada: 60 grs per 100 cc d'aigua.
B – Per afegir a la solució saturada: 5 grs per 100 cc d'aigua.

Experiència a realitzar: Obtenció de cristalls mixtes, a base d'anar barrejant les dues solucions: allum cròmic i potàsic; es poden obtenir els dos extrems, el lila i el blanc.

3.- Tartrat de sodi i potasi tetrahidratat (Sal de la Rochella o Sal de Seignette).

$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4 H_2O$ Sistema ròmbic

- A – Solució sobresaturada: 130 grs per 100 cc d'aigua.
B – Per afegir a la solució saturada: 9 grs per 100 cc d'aigua.

Experiència a realitzar: El fenomen de la piezoelectricitat.

4.- Bromat sòdic. $NaBrO_3$ Sistema cúbic

- A – Solució sobresaturada: 50 grs. Per 100 cc d'aigua.
B – Per afegir a la solució saturada: 2 grs per 100 cc d'aigua.

Experiència a realitzar: canvis en la morfologia del cristall.

5.- Clorat sòdic. $NaClO_3$ Sistema cúbic

- A – Solució sobresaturada: 113,4 grs per 100 cc d'aigua.
B – Per afegir a la solució saturada: 4 grs per 100 cc d'aigua,

Experiència a realitzar: canvis en la morfologia del cristall.

6.- Nítrat sòdic. $NaNO_3$ Sistema romboèdric

- A – Solució sobresaturada: 110 grs per 100 cc d'aigua.
B – Per afegir a la solució saturada: 3 grs per 100 cc d'aigua.

Experiències a realitzar: la birrefringència, més acusada que en el cas de la calcita. Experiències de tipus òptic i també d'exfoliació.



7.- Ferrocianur potàsic. $K_3Fe(CN)_6$ Sistema monoclínic

A – Solució sobresaturada: 93 grs en 200 cc d'aigua calenta.

8.- Acetat de coure monohidratat $Cu(CH_3COO)_2 \cdot 1 H_2O$ Sistema monoclínic

A – 26 grs en 200 cc d'aigua calenta.

Experiència a realitzar: observació del pleocroisme.

9.- Sulfat de níquel hexahidratat $NiSO_4 \cdot 6 H_2O$ Sistema tetragonal

A – Solució sobresaturada: 115 grs per 100 cc d'aigua.

B – Per afegir a la solució saturada: 19 grs per 100 cc d'aigua.

Experiència a realitzar: exfoliació i figures de corrosió.

10.- Sulfat de níquel heptahidratat $NiSO_4 \cdot 7 H_2O$ Sistema ròmbic

A – Solució sobresaturada 115 grs (sulfat de níquel hexahidra.) per 100 cc d'aigua.

B – Per afegir a la solució saturada: 7 grs (sulfat de níquel hexahidratat) per 100 cc d'aigua.

BIBLIOGRAFÍA

- Crystals and crystal Growing.
A. Holde and P. Sünger.
Anchor Books
Ed. Doubleda Garden City N.Y. 1960