

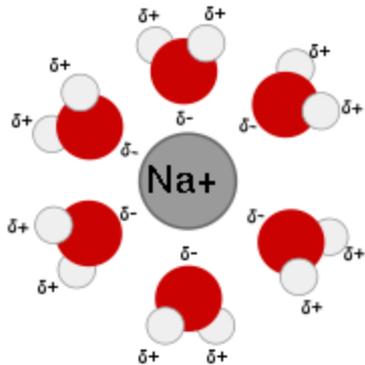
SOLUZIONE SATURA



Condizione di equilibrio dinamico tra il soluto sciolto e quello indisciolto.



$\text{Na}^{\text{+}}(\text{aq})$ o $\text{Cl}^{\text{-}}(\text{aq})$ vuol dire che tali ioni sono in soluzione acquosa, cioè nel caso del sodio:



La quantità di precipitato non cambia nel tempo, così come la **concentrazione degli ioni in soluzione!!!**

SOLUBILITA'

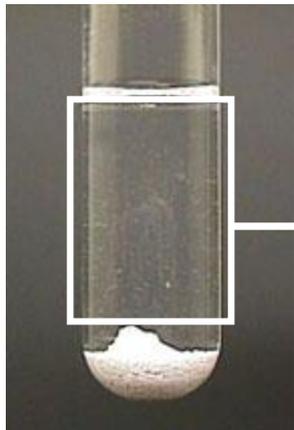
Se riferita ad una soluzione acquosa...

SOLUBILITA' è la concentrazione di una soluzione satura di un particolare sale

Es.

Supponiamo di aggiungere un sale (NaCl) all'acqua. Esso si scioglie mano a mano che viene aggiunto. Ad un certo punto smette di sciogliersi e si nota la formazione di un precipitato.

Se ho aggiunto in tutto 10 g di NaCl a ed il volume della soluzione satura finale è 20 ml, quanto vale la solubilità del cloruro di sodio?



Volume soluzione

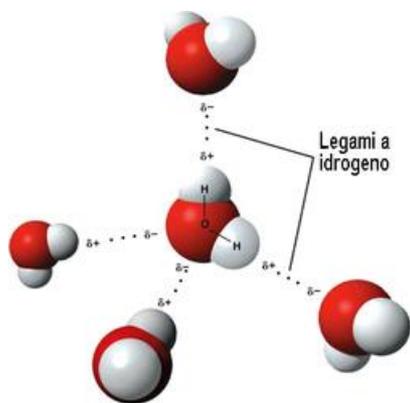
SIMILE SCIOLGIE SIMILE

Solventi polari sciolgono soluti polari mentre solventi apolari sciolgono soluti apolari.

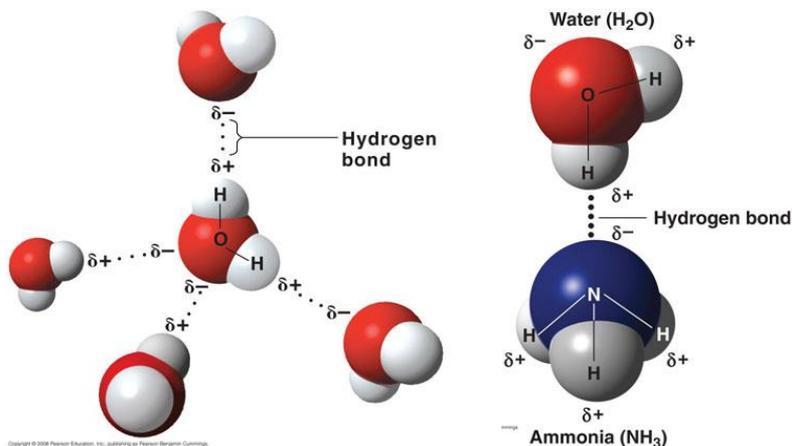
Le interazioni soluto-soluto devono essere simili alle interazioni soluto-solvente.

Se nel soluto ci sono interazioni a legame ad idrogeno (NH_3 ed alcol etilico) e nel solvente pure si ha possibilità di dissoluzione.

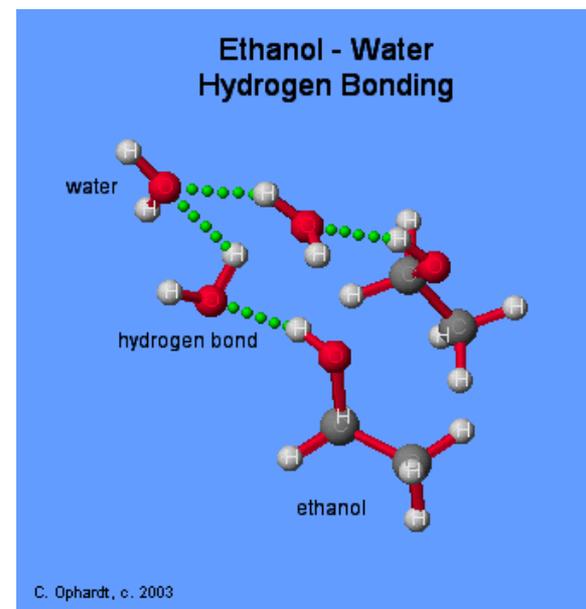
Solvente

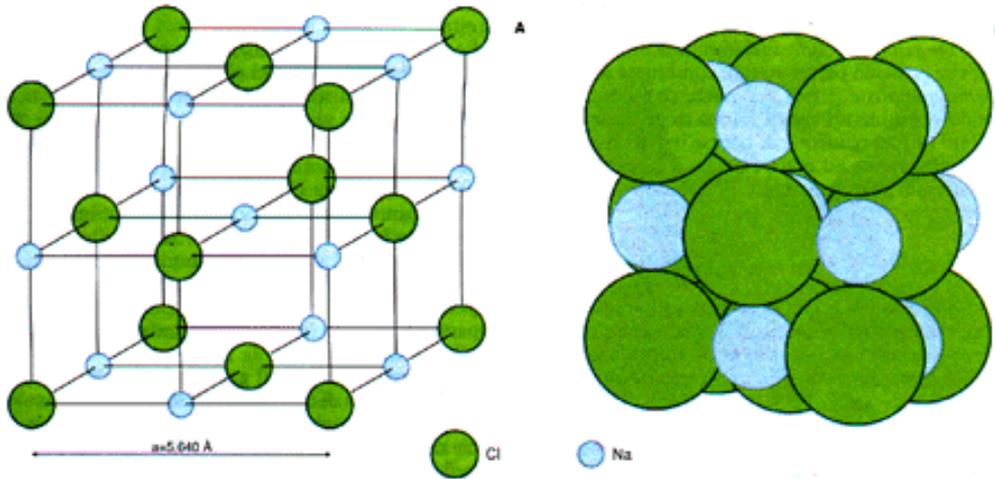


Soluzione acqua + ammoniacca

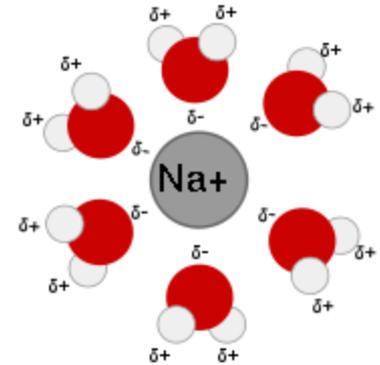


Soluzione acqua + alcol etilico





Interazioni elettrostatiche (ione-ione)



Interazioni ione-dipolo

Molecole di soluto in cui vi sono solo forze di London si scioglieranno in solventi in cui vi sono forze di London:

L'olio di oliva si scioglie in solventi come esano o benzene ma NON in acqua, perché nell'acqua le interazioni sono completamente diverse.

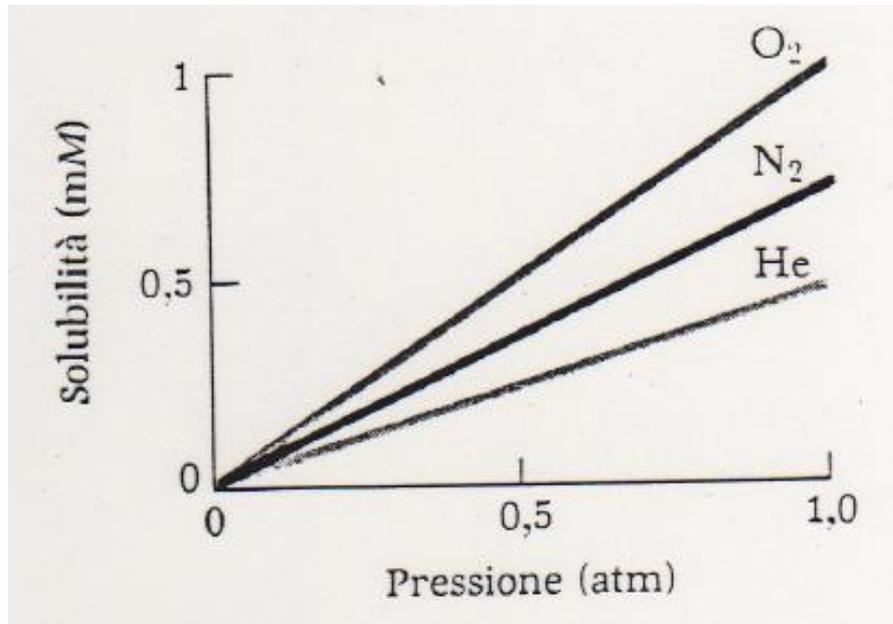
SOLUBILITA' dei GAS

Dipende fortemente dalla pressione ed è regolata dalla **Legge di Henry**

$$S = K_H P$$

P pressione parziale del gas
 K_H costante di proporzionalità (costante di Henry),
dipende da natura del gas, solvente e dalla
temperatura.

All'aumentare della pressione di gas aumenta la sua solubilità in un liquido!!



La solubilità di questi gas
raddoppia al raddoppiare della
pressione

PRINCIPIO di LE CHATELIER

Ogni equilibrio dinamico tende ad opporsi alla causa che perturba l'equilibrio.

Per esempio, per ogni sistema all'equilibrio un aumento della temperatura fa "reagire" l'equilibrio nel tentativo di opporsi a tale aumento.

La dissoluzione di un gas in un solvente è **sempre** esotermica (libera calore).
Se aumentassimo la temperatura il sistema reagirebbe liberando gas dalla soluzione, perché???

Per i gas le solubilità diminuisce sempre al crescere della temperatura.

SOLUBILITA' dei SOLIDI

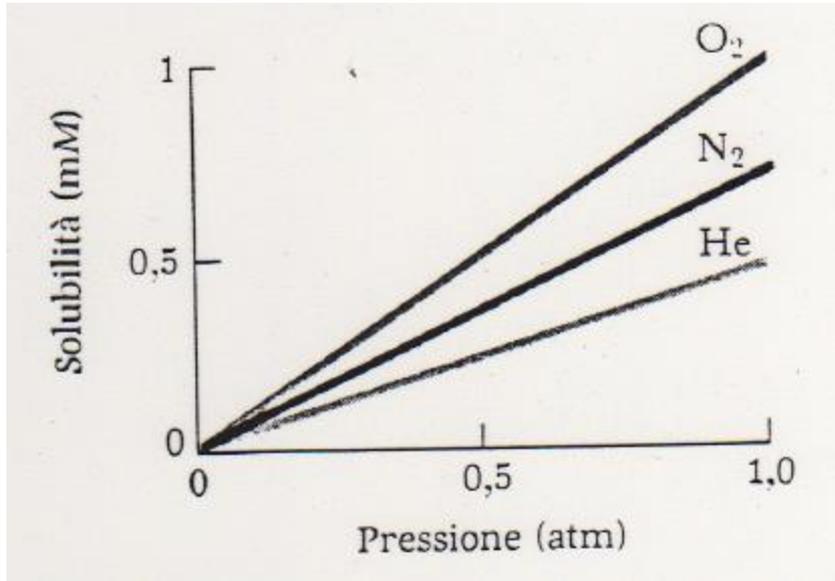
Dipendenza dalla temperatura:

Ricordando il principio di Le Chatelier applicato alle variazioni di temperatura:...
...per ogni sistema all'equilibrio un aumento della temperatura fa "reagire"
l'equilibrio nel tentativo di opporsi a tale aumento.

La variazione della solubilità di un solido in un liquido, a pressione costante, con la temperatura, dipende dalla variazione di entalpia a seguito del processo di dissoluzione:

Dissoluzione endotermica → Solubilità aumenta con T

Dissoluzione esotermica → Solubilità diminuisce con T



VS

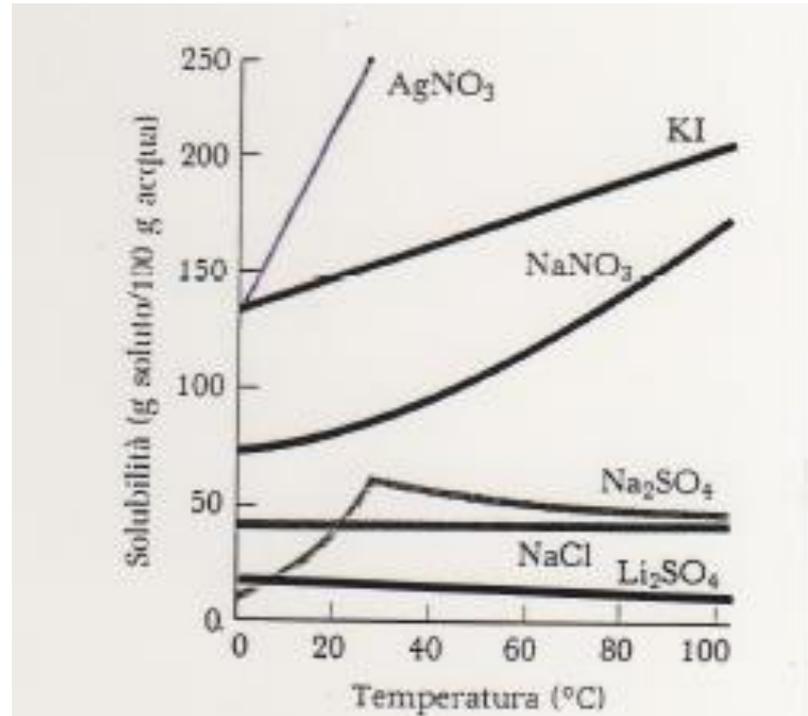


Figura 11.14

Variazione della solubilità di alcune sostanze in funzione della temperatura.

Tabella 11.3 Solubilità di alcune sostanze

Solubilità,
g soluto/100 g solvente,
in acqua a:

<i>Composto</i>	<i>0°C</i>	<i>100°C o come specificato</i>
NH ₃	89,5	7,4
NH ₄ NO ₃	118	871
CaCl ₂	59,5	159
CaF ₂	$1,7 \times 10^{-3}$	
CuSO ₄ · 5H ₂ O	31,6	203,3
HCl	82,3	56,1 a 60°C
MgO	6×10^{-4}	8×10^{-3} a 30°C
AgF	182	205
AgCl	7×10^{-5}	2×10^{-3}

ENTALPIA di SOLUZIONE ($\Delta H_{\text{sol.}}$)

Corrisponde al calore in gioco nel processo di dissoluzione di un solido in un liquido (se si lavora a pressione costante).



Può essere vista come somma di due processi:

a) Rottura del reticolo cristallino



ΔH_L entalpia reticolare

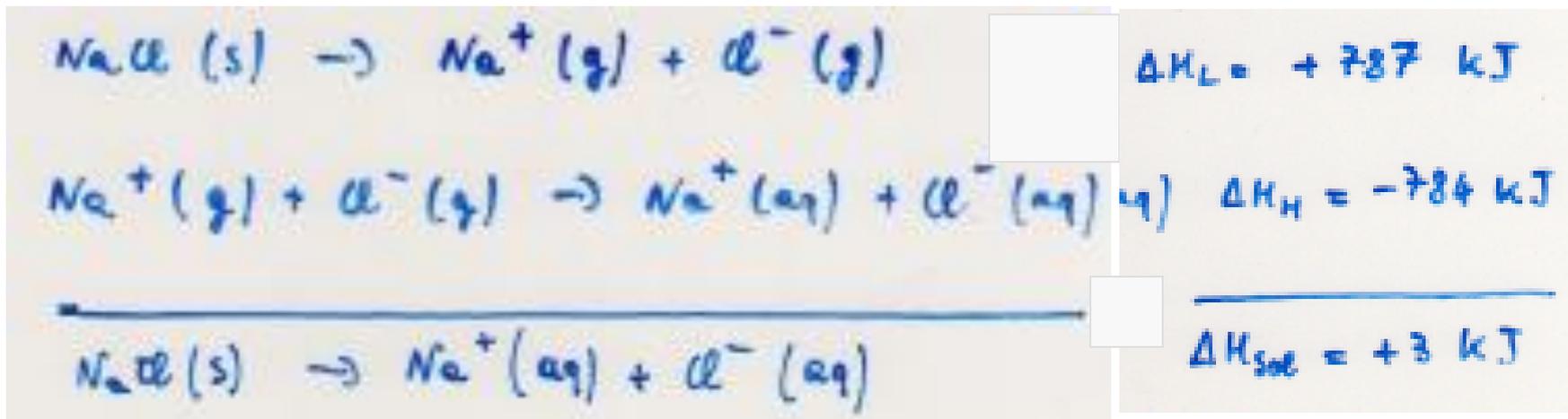
b) Interazione degli ioni con le molecole di solvente



ΔH_H entalpia di idratazione

Il processo b) è detto anche di solvatazione (idratazione se il solvente è acqua)

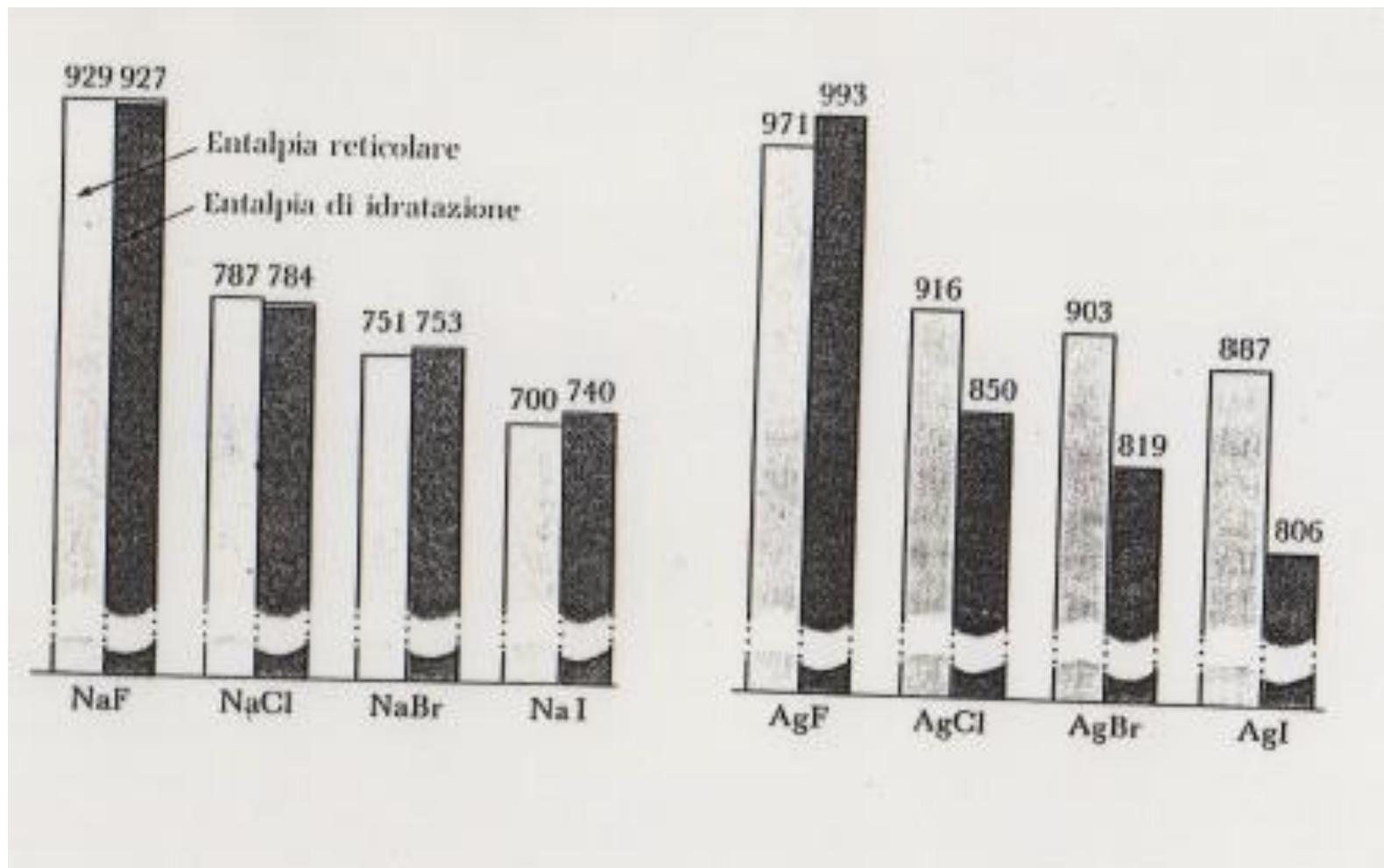
Somma a) + b)



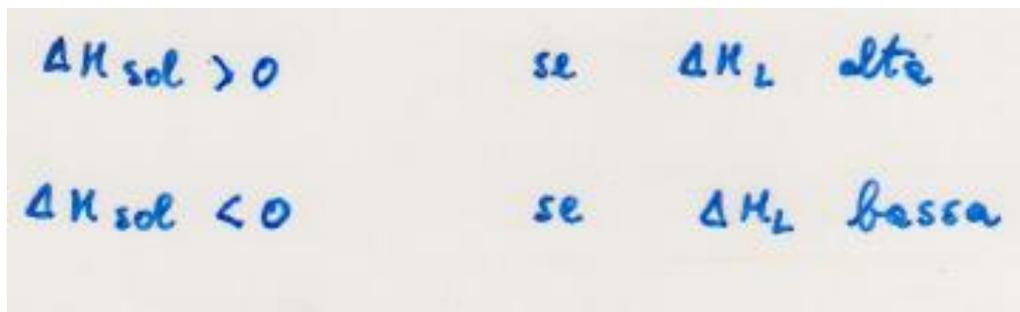
E' quasi sempre un valore piccolo, stabilire quindi se positivo o negativo a priori non è facile...

N.B. ΔH_H sempre negativo, ΔH_L sempre positivo

ΔH_L , ΔH_H e ΔH_{sol} . per alcuni sali



In generale si può prevedere:



Le entalpie di idratazione si possono misurare e porre in tabelle.

ΔH_H sono tanto più alte quanto più piccolo e carico è lo ione. Questo vale anche per ΔH_L

Tabella 11.7 Entalpie di idratazione ionica ΔH_H a 25°C in kilojoule per mole

<i>Cationi</i>		<i>Anioni</i>	
H ⁺	-1130	F ⁻	-483
Li ⁺	-558	Cl ⁻	-340
Na ⁺	-444	Br ⁻	-309
K ⁺	-361	I ⁻	-296
Rb ⁺	-335		
Cs ⁺	-303		
Ag ⁺	-510		
Mg ²⁺	-2003		
Ca ²⁺	-1657		
Sr ²⁺	-394		
Al ³⁺	-4797		

Tabella 11.6 Entalpie di idratazione per alcuni alogenuri in kilojoule per mole*

<i>Catione</i>	<i>Anione</i>			
	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻
H ⁺	-1613	-1470	-1439	-1426
Li ⁺	-1041	-898	-867	-854
Na ⁺	-927	-784	-753	-740
K ⁺	-844	-701	-670	-657
Ag ⁺	-993	-850	-819	-806

SPONTANEITA' di un PROCESSO di DISSOLUZIONE

REGOLA GENERALE: I processi spontanei sono accompagnati da un aumento del disordine sia della materia che dell'energia.

Durante i processi spontanei l'energia e la materia tendono a disperdersi mediante un processo di diffusione disordinata.

Se durante la dissoluzione il sistema (soluto e solvente) + l'ambiente esterno nel loro complesso hanno un incremento del grado di disordine, allora il processo di dissoluzione è **SPONTANEO** → **Soluto solubile**

Se ,invece, si ha una diminuzione complessiva di disordine la dissoluzione **NON E' SPONTANEA** → **Soluto insolubile**

DISSOLUZIONE

Si passa in pratica da un cristallo ordinato alla soluzione → aumento del disordine del sistema

Se la dissoluzione è esotermica, il calore fluisce dal sistema all'ambiente che si disordina. In questo caso:

sistema + ambiente si disordina e la dissoluzione del solido è spontanea

Se il processo di dissoluzione è endotermico, il sistema comunque si disordina sempre mentre l'ambiente si ordina. Bisogna vedere globalmente cosa succede!

Cosa vi aspettate in caso di dissoluzione lievemente endotermica??
E in caso di dissoluzione fortemente endotermica??

Dissoluzione esotermica → **SOLIDO SOLUBILE**

Dissoluzione endotermica

↙

POCO
endotermica,
prevale disordine
del soluto rispetto
ordine energetico
dell'ambiente
SOLIDO SOLUBILE

↘

MOLTO endotermica,
prevale ordine
energetico
dell'ambiente rispetto
disordine del soluto
rispetto
SOLIDO INSOLUBILE

ΔH_{sol} per alcuni sali

Tabella 11.5 Entalpie di soluzione ΔH_{sol} a 25°C in soluzioni acquose diluite, in kilojoule per mole*

Catione	Anione							
	Fluoruro	Cloruro	Bromuro	Ioduro	Idrossido	Carbonato	Nitrato	Solfato
Litio	+4,9	-37,0	-48,8	-63,3	-23,6	-18,2	-2,7	-29,8
Sodio	+1,9	+3,9	-0,6	-7,5	-44,5	-26,7	+20,4	-2,4
Potassio	-17,7	+17,2	+19,9	+20,3	-57,1	-30,9	+34,9	+23,8
Ammonio	-1,2	+14,8	+16,0	+13,7			+25,7	+6,6
Argento	-22,5	+65,5	+84,4	+112,2		+41,8	+22,6	+17,8
Magnesio	-17,7	-160,0	-185,6	-213,2	+2,3	-25,3	-90,9	-91,2
Calcio	+11,5	-81,3	-103,1	-119,7	-16,7	-13,1	-19,2	-18,0
Alluminio	-27	-329	-368	-385				-350

* Il valore per lo ioduro di argento, per esempio, è quello che si trova in corrispondenza dell'intercetta della fila Argento con la colonna Ioduro.

Come prevedete sia la solubilità di NaCl, NH_4NO_3 , AgCl, AgBr ed AgI ??