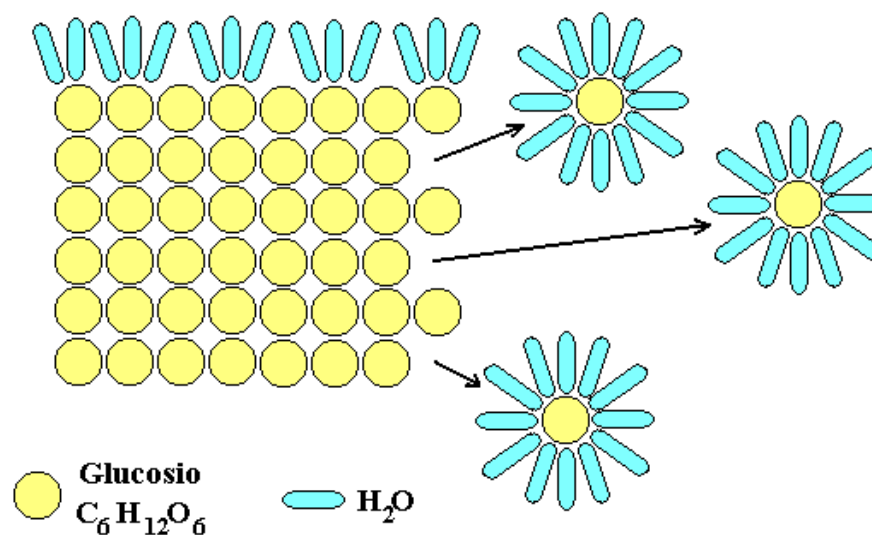


**Passaggio in soluzione acquosa di un solido ionico**



**Passaggio in soluzione acquosa di un solido molecolare**

Specie chimica	Grammi in 100g di acqua	Specie chimica	Grammi in 100g di acqua
AgI	$3.1 \cdot 10^{-7}$	CuSO <sub>4</sub>	20.5
BaSO <sub>4</sub>	$2.5 \cdot 10^{-4}$	KNO <sub>3</sub>	31.6
PbSO <sub>4</sub>	$4.0 \cdot 10^{-3}$	NaCl	36.0
I <sub>2</sub>	$2.0 \cdot 10^{-2}$	CuCl <sub>2</sub>	43.5
Ca(OH) <sub>2</sub>	$1.7 \cdot 10^{-1}$	ZnSO <sub>4</sub>	54.5
TiCl	0.35	CaBr <sub>2</sub>	143
Na <sub>2</sub> Ba <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	2.8	KI	144
Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	3.8	AgF	190
NaHCO <sub>3</sub>	9.6	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	191
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11.0	AgNO <sub>3</sub>	222

SOLUZIONE (S)= **soluto (s)** + *Solvente (S)*

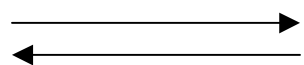
Concentrazioni delle soluzioni

**Miscelamento di soluto + Solvente.** Rapporto peso/peso

<b>n° mol soluto</b> <i>V Solvente</i>	<b>n° mol soluto</b> <i>n° mol Solvente</i>	<b>n° mol soluto</b> <i>g Solvente</i>	<b>g soluto</b> <i>g Solvente</i>
	Frazione molare (x)	Molalità (m)	Percento in peso (%)
	$x_s = \frac{n_s^o}{n_s^o + n_S^o}$	$m_s = \frac{n_s^o}{1 \text{ kg}(S)}$	$\%_s = \frac{g_s * 100}{g_s + g_S}$

## Mescolamento di soluto + Solvente. Rapporto peso/volume

<b>n° mol soluto</b> <b>V Soluzione</b>	<b>n° mol soluto</b> <b>V Soluzione</b>	<b>g soluto</b> <b>V Soluzione</b>	<b>n° eq. soluto</b> <b>V Soluzione</b>
	Molarità (M)  $M = \frac{n_s^\circ}{1 \text{ litro (S)}}$		Normalità (N)  $N = \frac{n^\circ \text{ eq.}}{1 \text{ litro (S)}}$



Per passare dalle unità di misura peso/peso alle unità di misura peso/volume è necessario conoscere la **densità della soluzione**.

$$m = \frac{M}{d - \frac{M \text{ PF}}{1000}}$$

## **Mescolamento Soluzione + Solvente**

**(si ottengono soluzioni più diluite) DILUIZIONE**

$$M_i V_i = M_f V_f$$

## **Mescolamento di due soluzioni dello stesso soluto**

Si ottengono soluzioni a concentrazione intermedia tra le due.

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = V_3 \\ M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_3 V_3 \end{cases}$$

## Gli equivalenti

$$n_{eq}^o = \frac{g}{P_{eq}}$$

$P_{eq}$  = massa equivalente

H <sub>2</sub> O	Analisi chimica
2 * 1.008 g di H si combinano con 16.00 g di O	H 11.19 %
1.008 g di H si combinano con 8.00 g di O	O 88.81 %
CaO	
40.00 g di Ca si combinano con 16.00 g di O	Ca 71.35 %
20.00 g di Ca si combinano con 8.00 g di O	O 28.65 %
CaH <sub>2</sub>	
Siccome 2.016g di H reagisce con 16.00 g di O ed anche 40.00 g di Ca reagiscono con 16.00g di O	Ca 95.30 %
2 * 1.008 g di H si combinano con 40.00 g di Ca	H 4.70 %

HCl	Analisi chimica
<p>1.008 g di H si combinano con 35.45 g di Cl</p>	<p>H 2.70 % Cl 97.30 %</p>
<p>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2*27.00 g di Al si combinano con 3*16.00 g di O 54.00 g di Al si combinano con 48.00 g di O 9.00 g di Al si combinano con 8.00 g di O</p>	<p>Al 52.90 % O 47.10 %</p>
<p>Al<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub> 27.00 g di Al si combinano con 3 * 35.45 g di Cl</p>	<p>Al 22.40 % Cl 77.60 %</p>

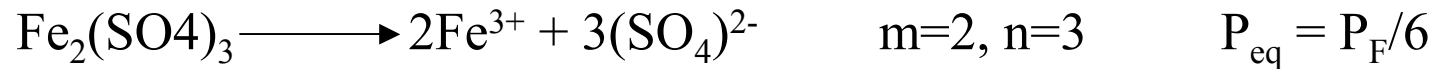
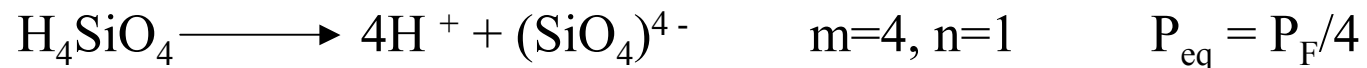


## Peso equivalente per un elettrolita

Indicando l'elettrolita nella generica forma:



$$P_{eq} = \frac{P_F}{m \cdot n}$$



$$N = \frac{n^{\circ}_{eq}}{1 \text{ litro soluz.}} = \frac{\frac{g}{P_{eq}}}{1 \text{ litro soluz.}}$$

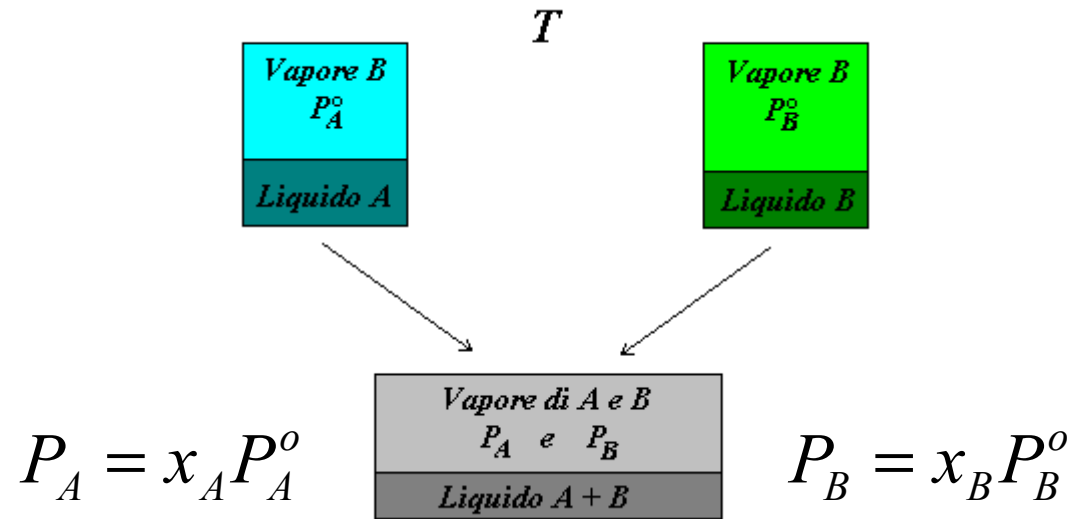
$$N = \frac{\frac{P_F}{Valenz}}{1 \text{ litro soluz.}} = \frac{n^{\circ}_{mol} \cdot Valenz.}{1 \text{ litro soluz.}} = M \cdot Valenz.$$



# Legge di Raoult

Consideriamo il mescolamento di due liquidi (A, B) che ha un

$$\Delta H_{\text{mescol.}} = 0$$



$$P_{\text{Totale}} = P_A + P_B = x_A P_A^0 + x_B P_B^0$$

$$x'_A = \frac{P_A}{P}$$

<i>Vapore</i>		
$x'_A$	A    B	$x'_B$
	$P_A$ $P_B$	
<i>Liquido</i>		
$x_A$	A e B	$x_B$

$$x'_B = \frac{P_B}{P}$$

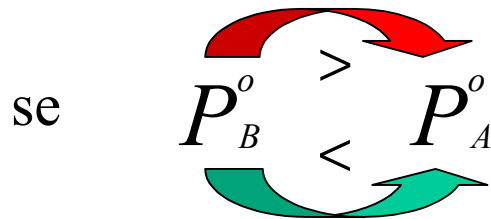
$$x'_A = \frac{P_A}{x_A P_A^o + x_B P_B^o}$$

Divido numeratore e denominatore per  $P_A^o$

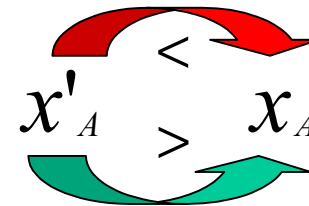
$$x'_A = \frac{x_A}{x_A + x_B \frac{P_B^o}{P_A^o}}$$

$$P_A = x_A P_A^o$$

**Essendo  $x_A + x_B = 1$**

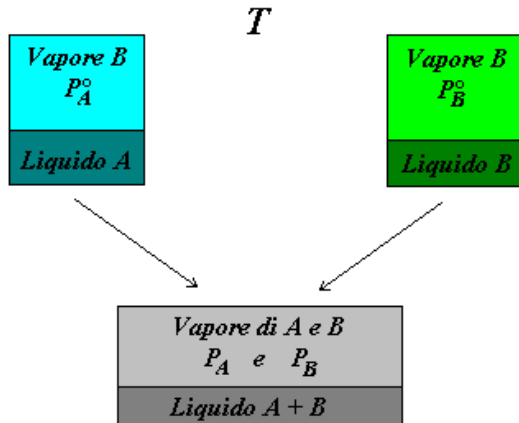


si ha



# Variazione dell'energia libera nel fenomeno di soluzione

Per 1 mol di vapore che passa a  $T = \text{cost}$  da una pressione  $P_1$  a  $P_2$



$$dG = VdP - SdT$$

$$dG = VdP$$

$$dG = \frac{RT}{P} dP$$

Essendo  $T = \text{cost}$

Considerando il comportamento ideale per il vapore

$$\int_{G_1}^{G_2} dG = \int_{P_1}^{P_2} \frac{RT}{P} dP \quad \Delta G = RT \ln \frac{P_2}{P_1}$$

Per due liquidi **A** e **B** che si mescolano

$$\Delta G_{\text{vap. A}} = RT \ln \frac{P_A}{P_A^o}$$

$$\Delta G_{\text{vap. B}} = RT \ln \frac{P_B}{P_B^o}$$

Se la soluzione dei due liquidi **A** e **B** è ideale

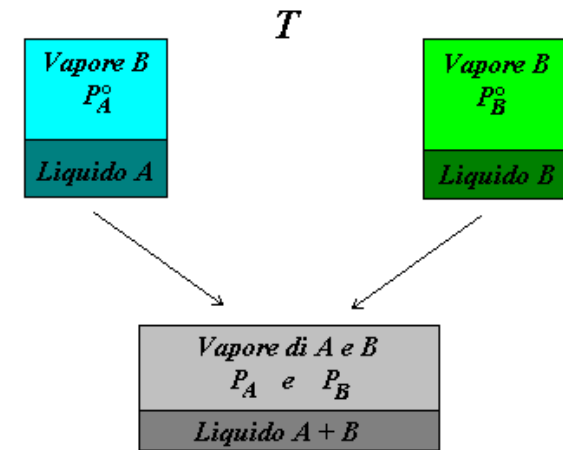
$$\Delta G_{\text{vap } A} = RT \ln x_A$$

$$\Delta G_{\text{vap } B} = RT \ln x_B$$

$$\Delta G_{\text{vap}} = \Delta G_{\text{liq}}$$

$$\Delta G_{\text{liq } A} = RT \ln x_A$$

$$\Delta G_{\text{liq } B} = RT \ln x_B$$



Il valore della variazione di Energia Libera ( $\Delta G$ ) relativa al mescolamento di  $n_A$  mol di A e  $n_B$  mol di B è dato da:

$$\Delta G_{\text{mes}} = n_A \Delta G_{\text{liq } A} + n_B \Delta G_{\text{liq } B}$$

$$\Delta G_{\text{mes}} = RT (n_A \ln x_A + n_B \ln x_B)$$

Essendo  $x_A + x_B = 1$

$\ln x_A$  e  $\ln x_B$  sono  $< 0$

$$\Delta G_{\text{mes}} < 0$$

$$\Delta G_{\text{mes}} = \Delta H_{\text{mes}} - T\Delta S_{\text{mes}}$$

Essendo  $\Delta H_{\text{mes}} = 0$

$$\Delta S_{\text{mes}} > 0$$

## Calcolo del $\Delta S$ di mescolamento

$$\Delta G_{mes} = \Delta H_{mes} - T\Delta S_{mes}$$

Per soluzioni ideali

$$\Delta S_{mes} = -\frac{\Delta G_{mes}}{T} = -R(n_A \ln x_A + n_B \ln x_B)$$

Per soluzioni reali

$$\Delta S_{mes} = \frac{\Delta H_{mes} - \Delta G_{mes}}{T}$$

$\Delta H_{mes}$  si determina sperimentalmente

$$\Delta G_{mes} = RT \left( n_A \ln \frac{P_A}{P_A^o} + n_B \ln \frac{P_B}{P_B^o} \right)$$

**Valori molari di  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$  relativi al passaggio in soluzione acquosa di alcuni Sali**

**(T = 25 °C; 1mol di sale in ~200 mol di acqua)**

Specie chimica	$\Delta H^\circ$ (kJ/mol)	$\Delta S^\circ$ (J • K <sup>-1</sup> • mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^\circ$ (kJ • mol <sup>-1</sup> )
AgNO <sub>3</sub>	22.47	79.50	- 1.23
KNO <sub>3</sub>	34.94	157.86	- 12.12
RbBr	21.88	96.73	- 6.96
KCl	17.24	75.02	- 5.16
SrCl <sub>2</sub>	-52.01	- 46.44	- 38.16
ZnBr <sub>2</sub>	-66.94	- 82.42	- 42.37