

BLOC 8. EQUILIBRIS EN SOLUCIÓ

8.1 Introducció: Solucions

8.2 Equilibris de transferència de protons. Concepte d'àcid i de base. Constant d'acidesa. Concepte de pH

8.3 Equilibris de transferència de protons. Càlcul de pH

8.4 Complexació i Solubilitat

8.5 Equilibris de transferència d'electrons

8.1 Introducció: Solucions

- 8.1.1. Introducció a la química de les solucions aquoses
(**llegir apunts**) ex. 8.1
- 8.1.2. Solut i dissolvent
 - 8.1.2.1. Fonaments de la solubilitat
 - 8.1.2.2. Fonaments termodinàmics de la solubilitat
- 8.1.3. Propietats de les solucions (**no es farà a classe**)
Ex. 8.4, 8.5 i 8.6
 - 8.1.3.1. Concentració. Formes d'expressió de la concentració
 - 8.1.3.2. Conversions entre unitats de concentració
 - 8.1.3.3. Propietats constitutives/additives/col·ligatives
- 8.1.4. L'aigua com a dissolvent (**repàs**)
- 8.1.5. Electròlits i no-electròlits (**no es farà a classe**)
- 8.1.6. Osmosi

8.1 Introducció: Solucions

- 8.1.1 Introducció a la química de les solucions aquoses

Exercici 8.1. Completeu les frases següents amb el terme adient (dissolució / solució):

- Cal preparar una de clorur sòdic
- La d'àcid clorhídric en aigua és un procés exotèrmic

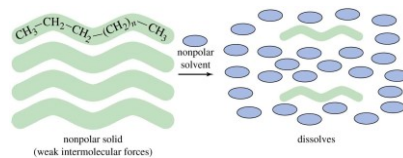
solució

dissolució

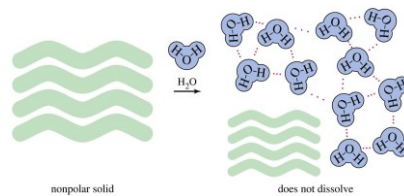
8.1 Introducció: Solucions

8.1.2.1 Fonaments de la solubilitat: Interaccions solut-dissolvent

a) Solut apolars en
dissolvents apolars



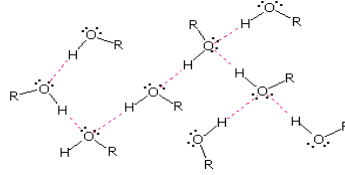
b) Solut apolars en
dissolvents polars/aigua



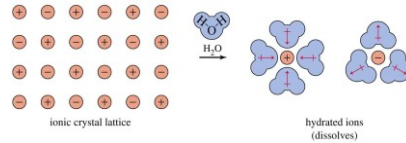
8.1 Introducció: Solucions

8.1.2.1 Fonaments de la solubilitat: Interaccions solut-dissolvent

c) Solut polars en dissolvents polars/aigua

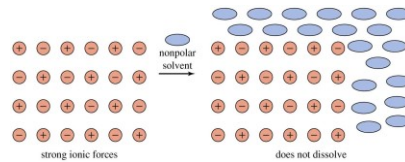


d) Solut iònics en dissolvents polars/aigua



<https://www.youtube.com/watch?v=3fOeGGfpiy8>

e) Solut iònics en dissolvents apolars



8.1 Introducció: Solucions

• 8.1.2 Solut i dissolvent

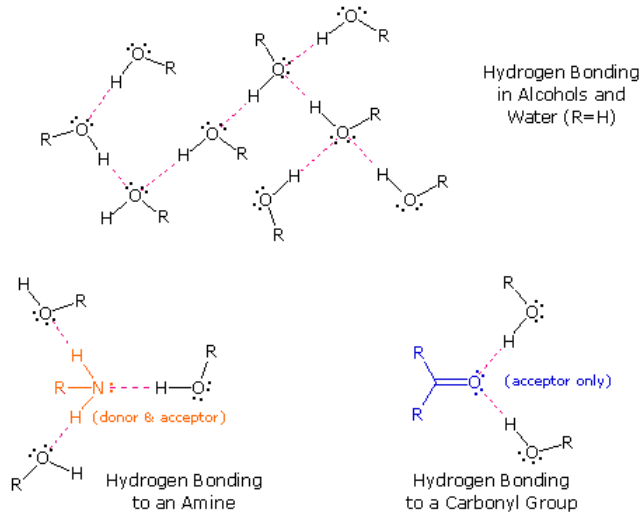
8.1.2.1 Fonaments de la solubilitat: Interaccions solut-dissolvent

Exercici 8.2. Contesteu a les preguntes següents tot raonant la vostra resposta:

- el metanol, l'amoniac i la acetona poden formar ponts d'hidrogen amb ells mateixos?
- el metanol, l'amoniac i la acetona poden formar ponts d'hidrogen en solució aquosa?
- el metanol, l'amoniac i la acetona són solubles en aigua?
- Quines interaccions s'estableixen entre els ions dissolts en aigua i l'aigua?

8.1 Introducció: Solucions

- Interaccions per pont d'hidrogen



8.1 Introducció: Solucions

Exercici 8.3. Quin efecte tindria un augment de la temperatura en la solubilitat del LiCl ($\Delta H_{\text{dissolució}} = -37,0 \text{ kJ/mol}$) ? I en la solubilitat del KBr ($\Delta H_{\text{dissolució}} = 19,9 \text{ kJ/mol}$)?

$\Delta H_{\text{dissolució}} > 0$	Si T augmenta	augmenta la solubilitat
$\Delta H_{\text{dissolució}} < 0$	Si T augmenta	disminueix la solubilitat

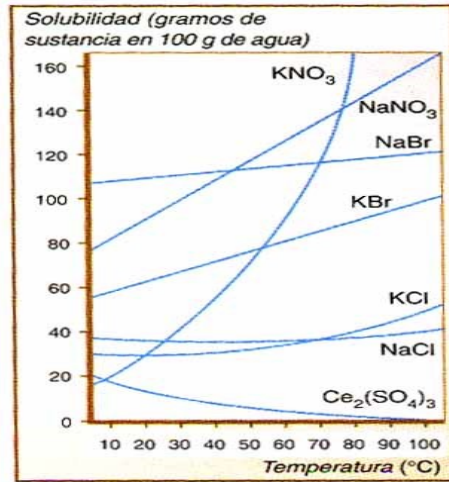
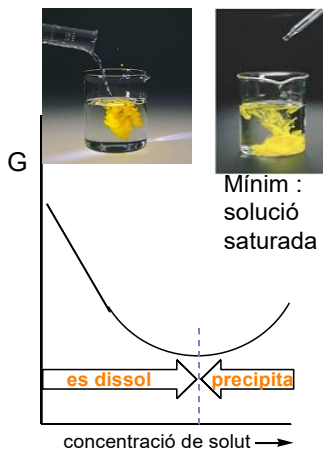
Fonaments termodinàmics de la solubilitat

Efecte de T

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

En general: $\Delta H_{\text{dissolució}} > 0$ soluts: sòlids iònics;

$\Delta H_{\text{dissolució}} < 0$ solut: gas



8.1 Introducció: Solucions

8.1.3. Propietats de les solucions

8.1.3.1 Concentració i formes d'expressió de la concentració

- Massa de solut per unitat de volum:	g solut / L solució
- Percentatge en massa:	g solut / g solució x 100
- Parts per milió (ppm):	mg solut / Kg solució (mg/L)
- Molaritat:	M = mols solut / L solució
- Normalitat:	N = equivalents solut/ L solució
- Fracció molar:	χ = mols solut / mols totals

equivalents (i) = $n_i \cdot \text{valència}$

{ Protons transferits en rcc. àcid-base
Electrons transferits en rcc. redox

8.1 Introducció: Solucions

Exercici 8.4. Als Estats Units i al Canadà, legalment l'aigua per al consum humà no pot contenir més de 1×10^{-9} g de mercuri per gram de mostra. Quina concentració en ppb de mercuri en aigua representa aquest límit?

$$1 \times 10^{-9} \text{ g mercuri/g de mostra} = 1 \text{ ppb}$$

Exercici 8.5. Quin volum d'una solució de CuSO_4 2,00 M s'ha de diluir en aigua per a obtenir 1,00 L d'una solució aquosa de CuSO_4 0,10 M?

$$1,00 \text{ L} \times 0,10 \text{ M} = 0,10 \text{ mols CuSO}_4 ; \quad 0,100 \text{ mols} = 2,00 \times V ; \quad V = 0,05 \text{ L}$$

Exercici 8.6. Quines són les fraccions molars de metanol i aigua en una solució preparada per dissolució d'1,20 g de metanol en 16,8 g d'aigua?

$$\left. \begin{array}{l} n_{\text{met}} = 1,20/32 = 0,0375 \\ n_{\text{aigua}} = 16,8/18 = 0,933 \end{array} \right\} n_t = 0,9705$$

$$X_{\text{met}} = 0,0375/0,9705 = 0,0387$$

$$1 - x_{\text{aigua}} = 1 - 0,0387 = 0,9613$$

8.1 Introducció: Solucions

8.1.3.2 Conversions entre unitats de concentració

Quan la concentració original és...	Començar amb...
Percentatge en massa	100 g de solució
Molaritat (M)	1,00 L de solució
Fracció molar (X)	1 mol (solut + dissolvent)



8.1 Introducció: Solucions

8.1.3.2 Conversions entre unitats de concentració

Exercici 8.7. Calculeu la molaritat d'una solució concentrada d'àcid clorhídric que té un 37,7% en massa de HCl, si sabem que la densitat de la solució és d'1,19 g/mL.

$$\frac{1,19 \text{ g sol}}{\text{mL sol}} \times \frac{37,7 \text{ g HCl}}{100 \text{ g sol.}} \times \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 12,29 \text{ M}$$



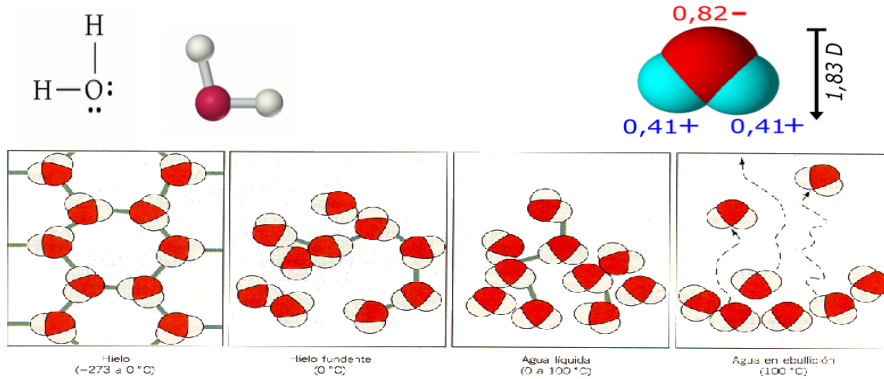
Propietats de les solucions

- **propietats constitutives:** són aquelles característiques del dissolvent que venen afectades per la naturalesa del solut, tot i que la concentració d'aquest no fa variar proporcionalment el valor de la propietat. Per exemple la **densitat** o l'**índex de refracció**.
- **propietats additives:** són aquelles que també venen afectades per la naturalesa del solut i el seu valor és proporcional a la concentració. Per exemple, la **conductivitat elèctrica**.
- **propietats col·ligatives:** són aquelles que encara que resulten afectades pel solut són indiferents a la naturalesa d'aquest i només depenen de la concentració d'aquest. Per exemple la **pressió de vapor** i la **pressió osmòtica**.

8.1 Introducció: Solucions

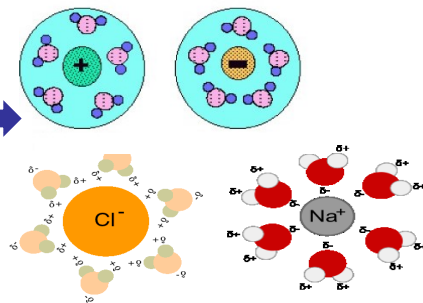
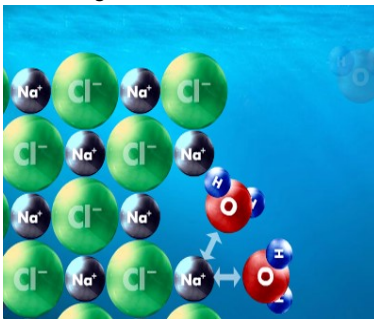
8.1.4. L'aigua com a dissolvent

- Molècula polar amb una constant dielèctrica alta ($\epsilon = 78,5 D$).
- Forma enllaços per pont d'hidrogen que manté en estat sòlid (gel menys dens que l'aigua líquida).
- Interacciona amb els ions i les molècules de solut (solvatació)



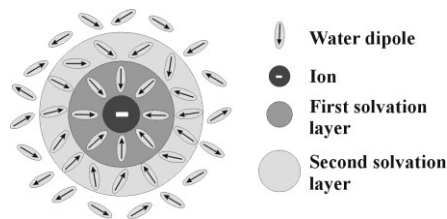
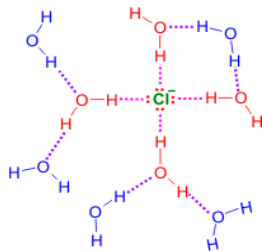
8.1.4. L'aigua com a dissolvent

<https://youtu.be/EBfGcTAJF4o>



Solvatació

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_w} \frac{q q'}{r^2}$$

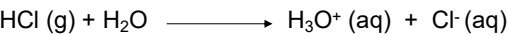
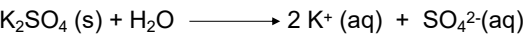
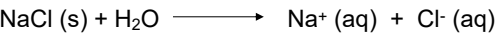


8.1 Introducció: Solucions

8.1.5. Electròlits i no electròlits

Solucions iòniques: es formen ions en dissolució, són conductores del corrent elèctric

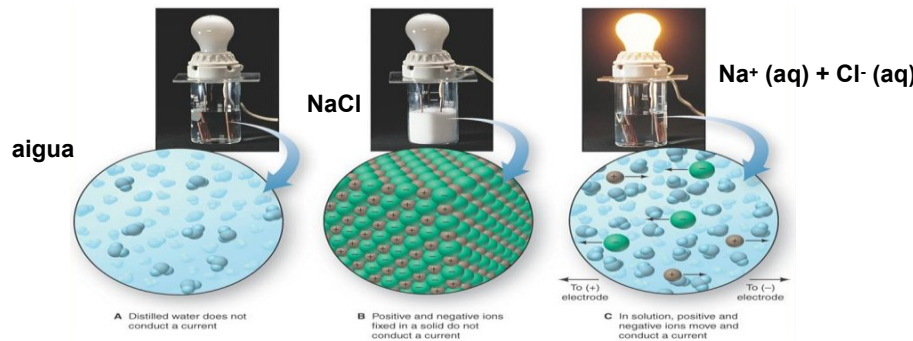
- **Electròlits:** Substància que, sense tenir caràcter metàl·lic i tant en estat fos com en solució, és capaç de conduir el corrent elèctric.
ex. compostos iònics, ex: NaCl, K₂SO₄, HCl, NaOH



- **No electròlits:** compostos covalents, ex: sucre, les solucions d'aquests compostos no són conductores

8.1 Introducció: Solucions

8.1.5. Electròlits i no electròlits



Electròlits forts	Electròlits febles	No electròlits
NaCl KOH Mg(OH) ₂ MgCl ₂ CuSO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄ HCl HNO ₃	HCOOH (àcid fòrmic) CH ₃ COOH (àcid acètic) HNO ₂ (àcid nítrós) HF (àcid fluorhídric) NH ₃ (amoníac) C ₆ H ₅ NH ₂ (anilina)	H ₂ O (aigua) (NH ₂) ₂ CO (urea) C ₂ H ₅ OH (etanol) C ₆ H ₁₂ O ₂ (glucosa) C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (sacarosa) C ₂ H ₆ O ₂ (etilenglicol)

8.1 Introducció: Solucions

8.1.5. Electròlits i no electròlits

Teoria d'Arrhenius (1877)

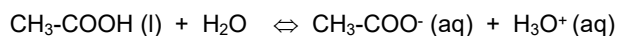
1. Els electròlits en solució es dissocien en ions de càrrega positiva i negativa de manera que la solució és elèctricament neutre.
2. Els ions lliures en solució es comporten independentment els uns respecte als altres (no interaccionen entre si ni amb les molècules de dissolvent).
3. Els electròlits forts es dissocien totalment. Els electròlits febles ho fan parcialment.
4. El procés de dissociació d'un electròlit feble és reversible. S'estableix un equilibri entre les molècules neutres de l'electròlit en solució i els seus ions.

$$\alpha = \frac{\text{nombre de molècules d'electròlit dissociades}}{\text{nombre inicial de molècules d'electròlit en la solució}}$$

8.1 Introducció: Solucions

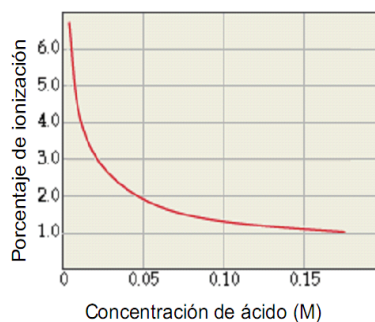
Exercici 8.8. En una solució 1,0 M d'àcid acètic en aigua, només es troba dissociat el 0,42% de l'àcid. Quina és la constant de dissociació per aquest equilibri?

Electròlits febles: es dissocien parcialment en solució



$$K = c \alpha^2 / (1-\alpha)$$

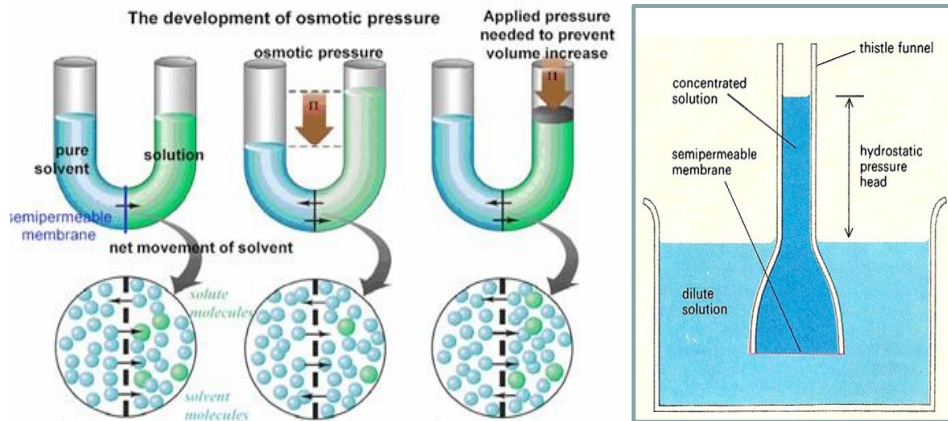
$$\begin{aligned} K &= 1,0 (0,0042)^2 / (1-0,0042) \\ &= 1,77 \times 10^{-5} \end{aligned}$$



8.1 Introducció: Solucions

8.1.6. Osmosi

és el flux de dissolvent a través d'una membrana cap a una solució més concentrada



8.1 Introducció: Solucions

Pressió osmòtica

$$\Pi = iRTc$$

i (factor i de van't Hoff) $\Rightarrow i \geq 1$ electròlits forts

$R = 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ o $R = 0,083 \text{ L bar mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

T (temp) \Rightarrow Kelvins

Exercici 8.9. La pressió osmòtica deguda a 2,20 g de polietilè dissolt en prou benzè com per produir 100,0 mL de solució és de $1,10 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$ a 25°C . Calculeu la massa molar mitjana del polímer, sabent que és un no-electròlit ($i = 1$).

$$\Pi = iRTc \quad 1,10 \times 10^{-2} \text{ atm.} = 0,082 \times 298,2 \times \left(\frac{2,20/PM}{0,1} \right)$$

$$PM = 48904,8 \text{ g/mol} = 48,9 \text{ Kg.mol}^{-1}$$

8.1.6. Osmosi

$$\pi = i c R T \quad \text{Equació de van't Hoff}$$

Molaritat

Aplicacions

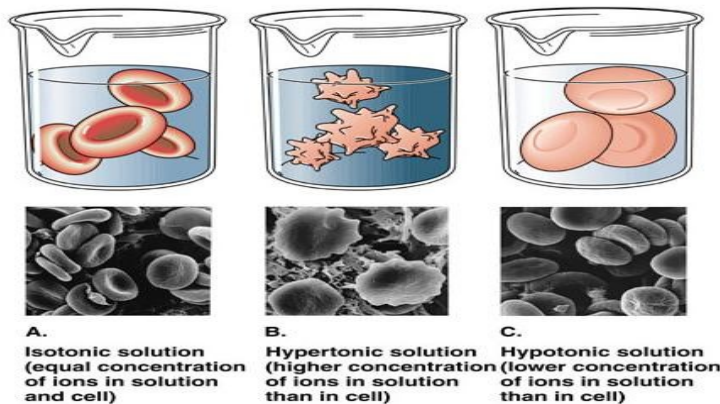
- Determinació de pesos moleculars \Rightarrow osmometria. (p.ex., macromolècules, polímers).
- Osmosis inversa \Rightarrow dessalació (aplicar a la solució una pressió $> \pi$, provocant un flux de sortida del solvent).

Importància en els essers vius :

- Les parets cel·lulars actuen com a membranes semipermeables: permeten el pas de molècules petites (aigua, molècules de nutrients) però no de les grans (enzims, proteïnes, ...).

8.1.6. Osmosi

Glòbuls vermells de la sang



solució **isotònica**
($= \pi$)



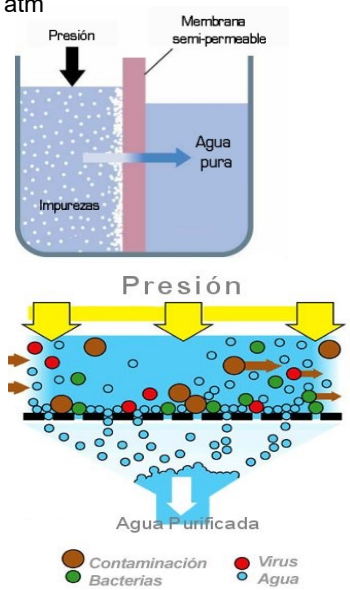
Suero fisiològic

soluc. **hipertònica**
($> \pi$)
(surt aigua: crenació)

solució **hipotònica** ($< \pi$)
(entra aigua y pot provocar el trencament : hemòlisi)

Osmosi inversa: purificació d'aigua

P 70 atm



1 m³ membrana

250.000 L d'aigua