

**MP03: PROVES
FISICOQUÍMIQUES**

UF2: Propietats col·ligatives
CFGM (QU20): Operacions de
laboratori
CURS 2016/2017
Liliana Morer / Mónica Serra

1. INTRODUCCIÓ

Quan es dissol **UN SOLUT** en un **DISSOLVENT**



varien moltes de les seves **PROPIETATS**.

Si comparem les característiques { de l'aigua
de solució aigua i sal

Quines propietats varien?

Densitat, viscositat, conductivitat elèctrica,
temperatura d'ebullició, etc..

1. INTRODUCCIÓ

El valor d'aquestes propietats depèn en alguns casos de:

- La substància dissolta
- La concentració
- De les dues a la vegada.

Les **PROPIETATS COL·LIGATIVES** d'una solució són aquelles en què el seu valor només **depèn** de la **concentració del solut** dissolt i **NO** pas de la seva **naturalesa**.



1. INTRODUCCIÓ

ESTUDI DE LES PROPIETATS COL·LIGATIVES

- Pressió de vapor
- Punt d'ebullició
- Punt de fusió
- El fenomen d'osmosi.
- Les lleis que expliquen aquestes propietats només són exactes per les dissolucions ideals (**dissolucions diluïdes de soluts no electrolítics**)



2. DESCENS DE LA PRESSIÓ DE VAPOR

PRESSIÓ DE VAPOR

És la pressió que exerceixen les molècules gasoses que estan en equilibri amb el líquid

Pressió de vapor aigua a 20°C (2,3 kPa)

Pressió de vapor etanol a 20°C (5,83 kPa)

<http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/vaporv3.swf>

Què li passa a la pressió de vapor d'un dissolvent si se li afegeix un **SOLUT NO VOLÀTIL**?



La pressió de vapor **DISMINUEIX** respecte a la del dissolvent.



2. DESCENS DE LA PRESSIÓ DE VAPOR

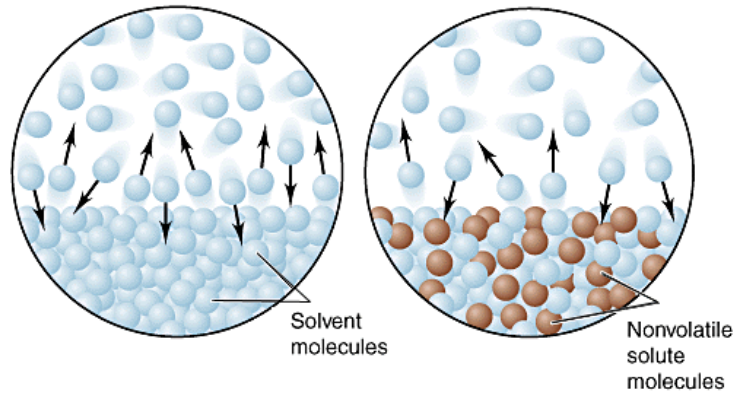
- La pressió de vapor d'una dissolució d'un solut **no volàtil** → és **MENOR** que la del dissolvent pur.



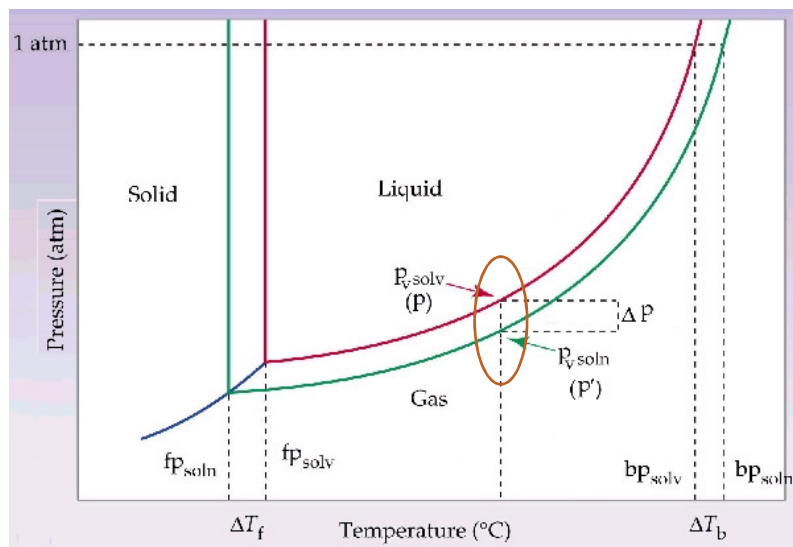
- Segons la teoria cinètica de la matèria el solut no volàtil dificulta la sortida de les partícules del dissolvent però no afecta el seu retorn.



2. DESCENS DE LA PRESSIÓ DE VAPOR



2. DESCENS DE LA PRESSIÓ DE VAPOR



A una mateixa temperatura \rightarrow la pressió de vapor disminueix

2. DESCENS DE LA PRESSIÓ DE VAPOR

- La pressió de vapor $P_v \rightarrow$ es determina mitjançant la **lei de Raoult**:

$$p = p^* x_d = p^* (1 - x_s)$$

p = pressió de vapor de la dissolució

p^* = pressió de vapor del dissolvent pur

x_d = fracció molar del dissolvent

x_s = fracció molar del solut

REPÀS D'UNITATS

Tenim una solució HCl 5M i 1,1 g/mL de densitat.
Determina'n la concentració expressada com a molalitat, fracció molar de solut i g/L.

Resultat

5,4 m

0,09

182.5 g/L

EXEMPLE

- A 100°C, la pressió de vapor de l'aigua és de 760 mmHg. Determina quina serà la pressió de vapor de la solució que s'obté en barrejar 30 g de glicerina ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$) amb 80 g d'aigua

Resposta: 707mmHg

- La pressió de vapor de l'acetona a 50°C és de 603 mmHg. Si dissolem 15g d'una substància en 100 g d'acetona, la pressió de vapor de la solució en aquesta temperatura passa a ser de 473 mmHg. Aleshores, quina és la massa molar de la substància.

3. TEMPERATURA D'EBULLICIÓ ASCENS EBULLOSCÒPIC

- La temperatura d'ebullició d'una solució és **lleugerament** superior a la temperatura d'ebullició del dissolvent pur.

Quan es dissol sal o sucre en aigua, la Tebullició de la mescla és més alta que la de l'aigua pura.

- Aquest fenomen es coneix com a ebulloscòpia.

$$\Delta t_e = K_e \cdot m$$

Δt_e : és l'augment ebulloscòpic

K_e : és la constant ebulloscòpica (es tracta d'una constant característica del dissolvent i independent del solut)

m : és la molalitat.

$$\Delta t_e = T - T_0$$

3. TEMPERATURA D'EBULLICIÓ ASCENS EBULLOSCÒPIC

- La **constant ebulloscòpica** (K_e) es característica de cada dissolvent (no depèn de la naturalesa del solut).

Dissolvent	T_e (°C)	k_e (°Cmol ⁻¹ Kg)
Aigua	100	0,52
Etanol	78,4	1,22
Benzè	80,1	2,60
Acetona	56,5	1,70
Àcid acètic	118,3	3,07

Per l'aigua el seu valor es 0,52 °C · kg/mol o °C/molal



Això significa que una dissolució molal de qualsevol **SOLUT NO VOLÀTIL** en aigua manifesta un **ASCENS EBULLOSCÒPIC** de 0,52 °C.

3. TEMPERATURA D'EBULLICIÓ ASCENS EBULLOSCÒPIC

L'ascens de temperatura d'ebullició (ΔT_e) es proporcional a la concentració molal del solut.

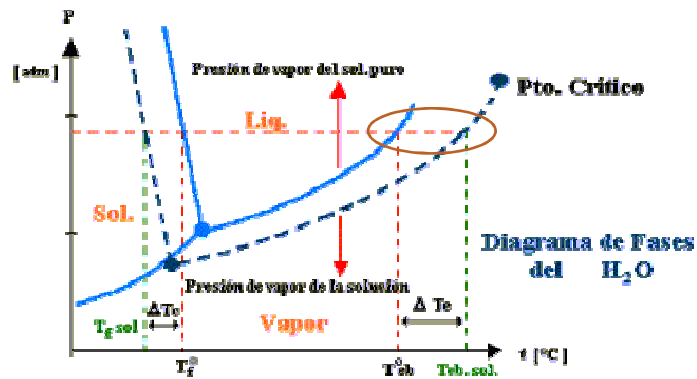
Com que la pressió de vapor d'un líquid disminueix quan se li afegeix un solut **NO VOLÀTIL**, perquè les partícules de solut **DIFICULTEN** que les partícules de líquid s'escapin i passin a l'estat gasós.



Per això, el **PUNT D'EBULLICIÓ** s'assoleix temperatures **MÉS ELEVADES**.

3. TEMPERATURA D'EBULLICIÓ ASCENS EBULLOSCÒPIC

Interpretació del gràfic.



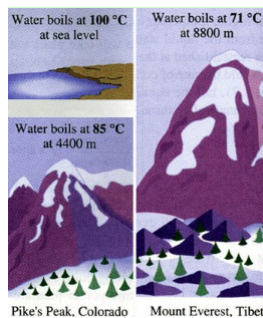
En una dissolució:

- A una pressió determinada (per exemple 1 atm) la temperatura d'ebullició de la dissolució augmenta respecte al dissolvent pur.

3. TEMPERATURA D'EBULLICIÓ ASCENS EBULLOSCÒPIC

SIMULADOR ASCENS EBULLOSCÒPIC

<http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/propOfSoln/colligative.html>



EXEMPLE

- Quin serà el punt d'ebullició d'una solució que es prepara dissolent 150 g de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) en 250 g d'aigua?

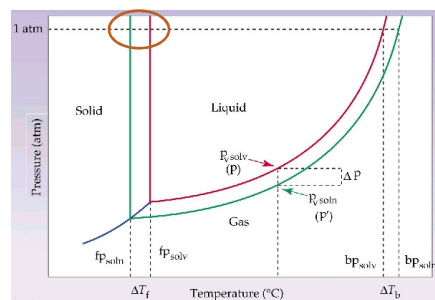
Resposta: $T = 100,9^{\circ}C$

Si es dissolen 4 g d'una substància en 50g de benzè, s'obté una solució que bull a $85^{\circ}C$. Esbrina si la substància que s'hi ha dissolt és metanal ($HCHO$) o etanal (CH_3-CHO)

4. TEMPERATURA DE FUSIÓ DESCENS CRIOSCÒPIC

- Un solut \rightarrow disminueix el punt de fusió del dissolvent pur.

Explicació segons la teoria cinètica.



Com es la temperatura de fusió a una pressió constant de la dissolució respecte al dissolvent pur??

4. TEMPERATURA DE FUSIÓ DESCENS CRIOSCÒPIC

- El descens crioscòpic es calcula:

$$\Delta t_c = k_c \cdot m$$

Δt_c = descens crioscòpic

k_c = constant crioscòpica del dissolvent

m = molalitat

- L'estudi del descens del punt de congelació que experimenta un líquid quan s'hi dissol una substància no volàtil s'anomena **CRIOSCÒPIA**.

VALORS DE CONSTANTS

Dissolvent	T_c (°C)	k_c (°Cmol ⁻¹ Kg)
Aigua	0,00	1,86
Benzè	5,5	5,12
Naftalè	80,2	6,9
Ciclohexà	6,5	20,0
Càmfora	173	40,0

La constant crioscòpica té les mateixes unitats que la constant ebulloscòpica.

Que indica el valor de la constant del benzè??

Dissolvent	p° / atm	$T_{eb}/^{\circ}\text{C}(1\text{atm})$	$k_{eb}/^{\circ}\text{Ckg/mol}$	$T_{fus}/^{\circ}\text{C}(1\text{atm})$	$k_{fus}/^{\circ}\text{Ckg/mol}$
aigua	•	100,0	0,51	0,00	1,86
benzè	•	80	2,64	6	5,07
etilenglicol	•	197	2,26	-13	3,11
àcid acètic	•	118	3,22	17	3,63
ciclohexanol	•	161	35	-	-

- Com raonaries l'addició de sal a les carreteres gelades??

EXEMPLE

Quina es la temperatura de fusió d'una mescla de 150g de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) i 250 g d'aigua.

Resposta: -3,3°C

5. OSMOSI

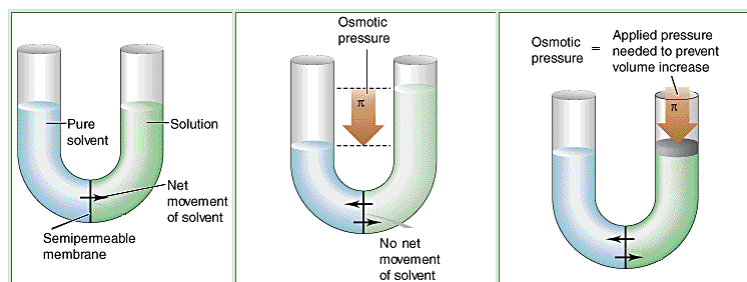
- És el pas d'un dissolvent a través d'una membrana semipermeable (permet el pas de dissolvent pur però no de solut) cap a una dissolució més concentrada.



5. PRESSIÓ OSMÒTICA Π

- És la pressió necessària per a evitar l'osmosi, és a dir, aturar el flux de dissolvent.
- La pressió osmòtica es calcula amb l'equació de Van't Hoff:

$$\Pi = [\text{solut}] R T$$



EXEMPLE

- Quina és la pressió osmòtica d'una solució de glucosa que conté 12 gr. de la substància en 500 ml de solució a una temperatura de 298°K.

Resposta: 3,176 atm

- La mioglobina és una proteïna de mida mitjana (conté 153 aa). Una solució que es prepara barrejant 5 g d'aquesta proteïna amb 100 mL de benzè exerceix una pressió osmòtica de 53mmHg a la temperatura de 20°C. Calcula el pes molecular de la mioglobina.

Resposta: 17.226g/mol