

PRÀCTICA N° 3

PROPIETATS COL·LIGATIVES: DETERMINACIÓ DE LA MASSA MOLECULAR D'UN SOLUT PROBLEMA PER CRIOSCÒPIA

OBJECTIUS:

L'objectiu de la pràctica és l'estudi de l'efecte que produïx l'addició d'un solut a un líquid pur a pressió constant sobre la temperatura de congelació del dissolvent i la seua aplicació en la determinació de masses moleculars.

FONAMENT:

La temperatura de congelació d'una dissolució, T_{c12} , és sempre menor que la del dissolvent pur, T_{c1} . La diferència entre ambdós s'anomena descens crioscòpic, ΔT_c .

$$\Delta T_c = T_{c12} - T_{c1}$$

El descens crioscòpic és una propietat col·ligativa. Totes elles tenen en comú que no depenen de la naturalesa del solut, sinó del nombre de molècules de solut presents en la dissolució. Com a conseqüència d'això, podem dir que el descens del punt de congelació de les dissolucions diluïdes és funció de la naturalesa química del dissolvent i de la concentració de la dissolució. L'equació que relaciona aquestes magnituds és:

$$|\Delta T_c| = K_c m \quad \text{Eq.1}$$

La constant K_c es coneix com constant crioscòpica, la qual depèn només de la naturalesa química del dissolvent, $|\Delta T_c|$ representa el descens crioscòpic (en valor absolut) i "m" la molalitat de la dissolució (mols de solut per kg de dissolvent). D'acord amb estes definicions, l'Eq.1 es transforma en:

$$|\Delta T_c| = K_c \frac{m_2 1000}{M_2 m_1} = K_c \frac{m^*}{M_2} \quad \text{Eq.2}$$

m_2 = massa de solut en grams

m_1 = massa de dissolvent en grams

M_2 = massa molecular del solut

m^* = concentració de la dissolució (grams de solut per kg de dissolvent).

Per mitjà de l'Eq.2 es pot determinar la massa molecular d'un solut problema si es coneixen tots els altres termes.

$$M_2 = \frac{K_c}{|\Delta T_c| / m^*} \quad \text{Eq. 3}$$

A fi de calcular la constant crioscòpica del dissolvent, K_c , es realitza una primera experiència amb dissolucions d'un solut patró (de massa molecular coneguda).

$$K_c = M_2 \frac{|\Delta T_c|}{m^*} \quad \text{Eq. 4}$$

Quan el solut és un electròlit, el descens crioscòpic experimental i l'obtingut a partir de l'Eq.1 no coincideix. Per a tindre en compte aquest fet, s'introdueix en l'equació el coeficient "i" de van't Hoff que engloba el grau de dissociació, "α", i el nombre d'ions en què es dissocia el solut, "p", ($i=1+\alpha(p-1)$). En aquest cas,

$$|\Delta T_c| = i K_c m$$

$$i = \frac{M_2 |\Delta T_c|}{K_c m^*} \quad \text{Eq. 5}$$

APARELLS I PRODUCTES:

-Termòmetre digital (+ 0.01°C)

- Gots termos.

-7 Tubs d'assaig grossos amb tap de rosca.

- 9 Tubs d'assaig.

-1 vas de precipitats de 100mL.

- Dissolvent: aigua desionitzada.

- Soluts problema.

- Solut patró de massa molecular coneguda: urea (M=60 g/mol).

- Dissolucions aquoses de NaCl (10, 15 i 20 g NaCl/kgH₂O)
- Mescla frigorífica a -7°C.
- Agitador Vortex.
- Granatari.

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL:

Experiència 1. Corba de refredament d'una substància pura: H₂O

- Posar uns 15 mL d'aigua desionitzada en el tub d'assaig gros amb tap de rosca.
- Agafar aproximadament 250 mL de mescla frigorífica i dipositar-la en els termos, col·locar la tapa, introduir el tub d'assaig, i en el seu interior, el termòmetre.
- Quan la temperatura abast els 5°C, posar el cronòmetre en marxa i anotar la temperatura cada 15 s.
- Agitar amb el termòmetre de forma suau i contínua, prenent lectures de temperatura fins a completar la **Taula 1**.

Observacions: encara que s'aconsegueixen els 0°C, pot ser que la temperatura no s'estabilitze i continue baixant a causa del fenomen de la subfusió.

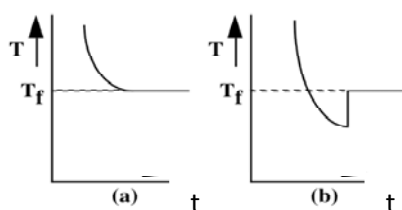


Figura 1. Corba de refredament: (a) substància pura sense subfusió. (b) substància pura amb subfusió.

Quan comencen a aparèixer els primers vidres de gel, la temperatura pujarà **bruscament** aconseguint de seguida un valor estacionari, que és el punt de congelació i que romandrà diversos minuts. No retire el tub d'assaig del bany quan observe la dita pujada i continue anotant les temperatures.

Es important, pera la determinació exacta de T_{c1} , agitar suaument durant tot el procés de congelació

Taula1. Dades t/T, corba refredament de l'aigua.

t(min)	0	0.25	0.50	0.75	1	1.25	1.50	1.75	2	2.25
T(°C)	5									
t(min)	2.50	2.75	3	3.25	3.50	3.75	4			
T(°C)										

Experiència 2 (Determinació de la constant crioscòpica del dissolvent, K_c).

Preparar tres dissolucions (dis1, dis2 i dis3) diluïdes d'un solut patró de massa molecular coneguda (urea, $M=60$ g/mol). Per això, afegir, en cada tub amb tap de rosca, al voltant de 10 g d'aigua desionitzada i quantitats d'urea de 100 mg, 150 mg i 200 mg, respectivament, per pesada exacta. Agitar els tubs fins completar la dissolució del solut. Passar les dissolucions als tubs d'assaig sense tap de rosca fins a aconseguir una altura de 5-6 cm. Canviar l'aigua dels termos buidant-ho en el criòstat i omplint-ho amb 250mL de mescla frigorífica a -7°C. Introduir el primer tub (dissolució més diluïda, **dis1**) en els termos junts amb el termòmetre. S'observarà una disminució de la temperatura seguida d'un augment ràpid fins a estabilitzar-se (subfusió). Prendre la temperatura a la qual s'estabilitza, com a temperatura de congelació de la dissolució 1. Repetir la mateixa operació amb les altres dues dissolucions i anotar en la **Taula 2** els resultats obtinguts.

Una vegada descongelades i temperades les tres dissolucions, mesurar novament les temperatures de congelació de les tres dissolucions i la de l'aigua desionitzada.

Taula 2. Dades experimentals obtingudes per al càlcul de la constant crioscòpica de l'aigua.

	$m_{H_2O}(g)$	$m_{solut}(g)$	$T_c(^{\circ}C)$	T_c promig	$ \Delta T_c (^{\circ}C)$	$m^*(g/kg)$
Aigua		0				
Dissolució 1						
Dissolució 2						
Dissolució 3						

Experiència 3 (Determinació de la massa molecular del solut problema, M_2).

Repetir els mateixos passos de l'experiència 2 usant un solut problema en lloc del solut patró.

Solut problema n°1: utilitzar quantitats de solut d'aproximadament 200, 250 i 300 mg per a les dissolucions dis1, dis2 i dis3, respectivament.

Solut problema n°2: utilitzar quantitats de solut d'aproximadament 300, 450 i 600 mg per a les dissolucions dis1, dis2 i dis3, respectivament.

Solut problema n°3: utilitzar quantitats de solut d'aproximadament 500, 700 i 900 mg per a les dissolucions dis1, dis2 i dis3, respectivament.

Solut problema n°4: utilitzar quantitats de solut d'aproximadament 0.1, 0.2 i 0.3 mL per a les dissolucions dis1, dis2 i dis3, respectivament.

Solut problema n°5: utilitzar quantitats de solut d'aproximadament 300, 450 i 600 mg per a les dissolucions dis1, dis2 i dis3, respectivament.

Taula 3. Dades experimentals obtingudes per al càlcul de la massa molecular del solut problema.

Problema n°:	$m_{H_2O}(g)$	$m_{solut}(g)$	$T_c(^{\circ}C)$	T_c prom.	$ \Delta T_c (^{\circ}C)$	$m^*(g/kg)$
Aigua		0				
Dissolució 1						
Dissolució 2						
Dissolució 3						

Experiència 4 (Determinació del grau de dissociació d'un electròlit).- Repetir els mateixos passos de l'experiència 2 usant 8 mL de dissolucions aquoses de NaCl (dis1, dis2 i dis3) de concentració, m^* de 10, 15 i 20 mg/kg, respectivament.

Taula 4. Dades experimentals obtingudes per al càlcul del grau de dissociació del NaCl en aigua.

	$m^*(g/kg)$	$T_c(^{\circ}C)$	T_c prom.	$ \Delta T_c (^{\circ}C)$
Aigua	0			
Dissolució 1	10			
Dissolució 2	15			
Dissolució 3	20			

Tractament de dades experimentals

0.- Qüestió prèvia. A partir del diagrama de fases de la mescla Aigua-NaCl (annex) calcular, aproximadament, la quantitat en grams de NaCl necessaris per a mantindre 1L d'aigua líquida a -7°C .

1.- Determinació de la temperatura de congelació del H_2O , T_{c1} .

Representar la corba de refredament $T(^{\circ}\text{C})/t(\text{min})$ (Taula 1). Analitze cada un dels trams de la mateixa i determine el valor de la temperatura de congelació de l'aigua desionitzada en les condicions del laboratori.

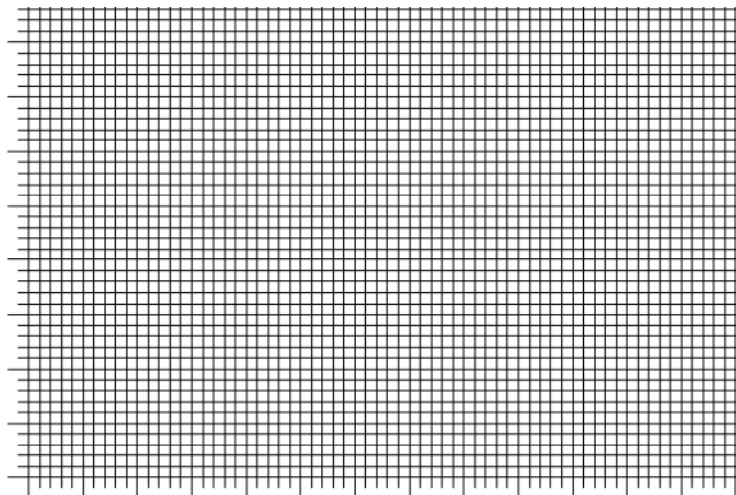


Figura 2.-Representació gràfica de $T(^{\circ}\text{C})$ enfront de $t(\text{min})$ per a l'aigua desionitzada.

2.- Determinació de la constant crioscòpica de l'aigua.

A partir de les dades de la **Taula 2** i l'**Eq. 4**, determinar la constant crioscòpica de l'aigua ajustant per mínims quadrats la recta obtinguda en representar $|\Delta T_c|$ enfront de m^* .

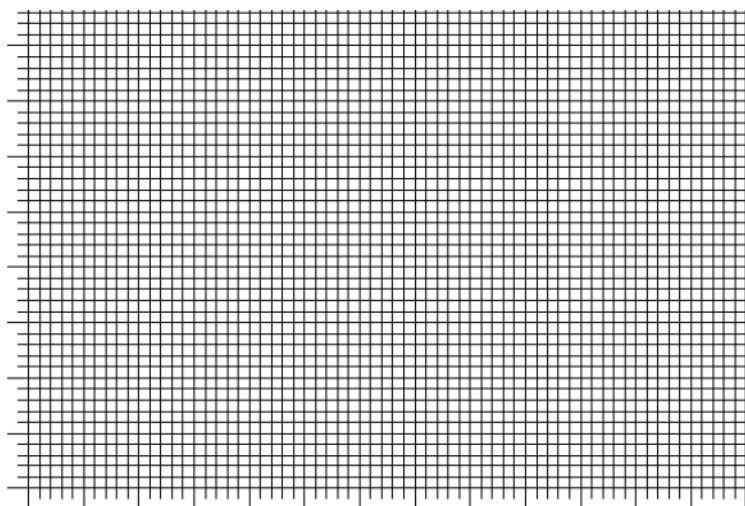


Figura 3. Representació gràfica del descens crioscòpic, $|\Delta T_c|$, enfront de la concentració, m^* , per a la determinació de la constant crioscòpica de l'aigua.

Càlcul de K_c de l'aigua:

3. Determinació de la massa molecular del solut problema.

A partir de les dades de la **Taula 3** i l'**Eq. 3**, determinar la massa molecular del solut problema ajustant per mínims quadrats la recta obtinguda en representar $|\Delta T_c|$ enfront de m^* .

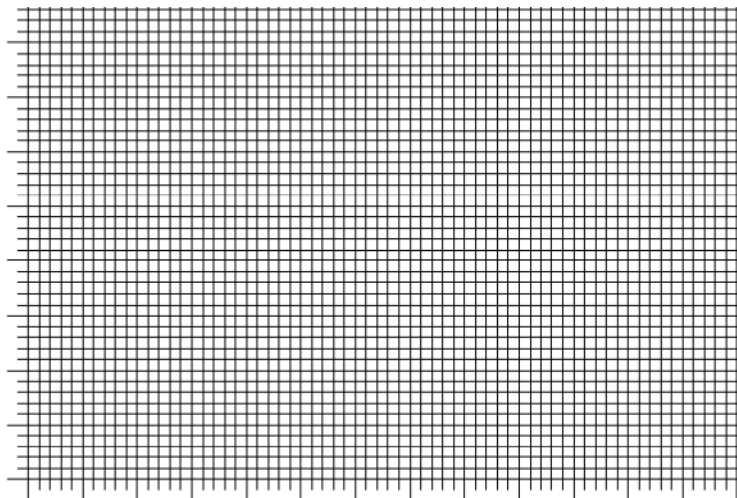


Figura 4. Representació gràfica del descens crioscòpic, $|\Delta T_c|$, enfront de la concentració, m^* , per a la determinació de la massa molecular del solut problema.

Càlcul de la massa molecular del solut problema:

4. Determinació del grau de dissociació del NaCl en aigua.

A partir de les dades de la **Taula 4** i l'**Eq. 5**, determinar el grau de dissociació “ α ” del NaCl ajustant per mínims quadrats la recta obtinguda en representar $|\Delta T_c|$ enfront de m^* .

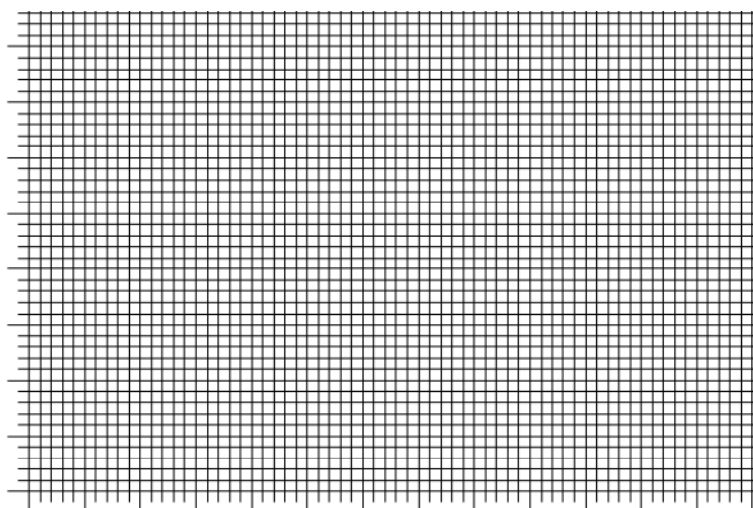


Figura 5. Representació gràfica del descens crioscòpic, $|\Delta T_c|$, enfront de la concentració, m^* , per a la determinació del grau de dissociació del NaCl en aigua.

Càlcul del grau de dissociació del NaCl en aigua:

Annex

Mescla frigorífica gel, aigua i NaCl

La dissolució i el gel coexisteixen en totes les temperatures i composicions representades per la regió ACE. No obstant això, per sota de CE (a -21°C) no pot existir líquid i el sistema està format per un sòlid constituït per la mescla eutèctica solidificada i gel. La dissolució i la sal hidratada coexisteixen en la regió BED. Només en els punts situats per davall de la línia CED poden coexistir gel i $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en forma sòlida. En conseqüència, quan es mesclen a una temperatura superior a -21°C no estan en equilibri, el gel fon i la sal es dissol. D'aquesta manera es pot mantindre la temperatura desitjada durant la realització la pràctica

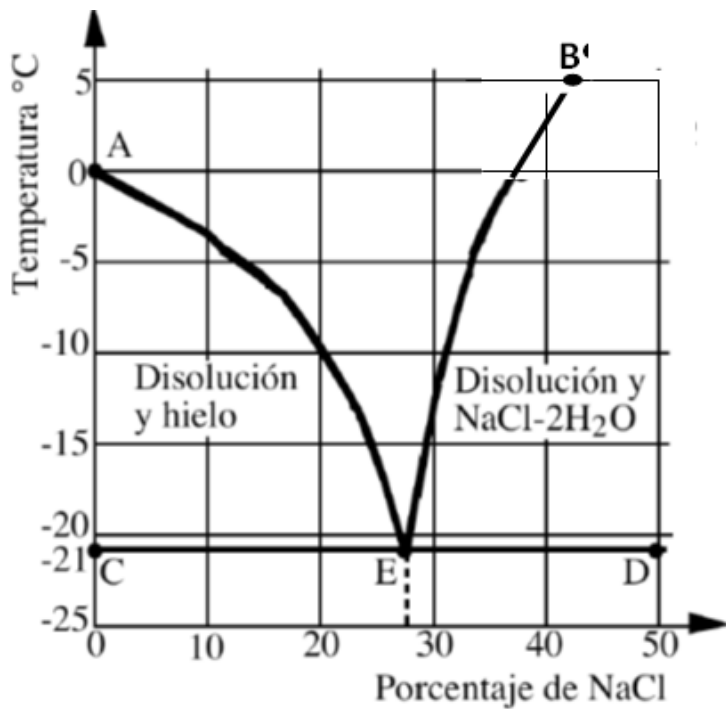


Figura 6. Diagrama de fases d'una mescla de NaCl i H₂O.

OBSERVACIONS: