

Organització gràfica dels càlculs en exercicis sobre dissolucions

Joan Aliberas (jalibera@xtec.cat) Professor jubilat de Física i Química

En els exercicis numèrics sobre dissolucions hi solen aparèixer un munt de dades que per als alumnes resulten difícils de manejar. Aquí es proposa una forma d'organitzar-les que les fa comprensibles i ajuda a prendre les decisions adequades per resoldre el problema.

Paraules clau: dissolucions, organització de les dades, exercicis numèrics

Dissolution numerical activities is often full of data that are difficult for students to handle. In this article the author proposes a way of organizing this data in order to make them comprehensible and to help students make the right decisions to solve the problem.

Keywords: dissolutions, data organisation, numerical exercises

INTRODUCCIÓ

En l'aprenentatge de la química, sobretot al batxillerat, solen aparèixer exercicis sobre dissolucions que requereixen la realització de càlculs a partir d'un nombre de dades que pot ser considerable.

La dificultat no és tant fer cadascun dels càlculs com entendre el significat de cada dada i la seva relació mútua i amb les incògnites. Quan això s'ha aclarit, fer els càlculs pertinents no sol oferir dificultats especials.

Per ajudar a donar sentit i relació a les dades, proposem aquí una forma d'organitzar-les gràficament, de manera que, per una banda, sigui prou flexible per acomodar-se a qualsevol dels problemes habituals de dissolucions, i per l'altra permeti a l'alumne poder pensar els passos necessaris per resoldre'l.

A classe, aquesta organització de les dades s'ha mostrat molt efectiva per facilitar a l'alumnat el disseny i la gestió personal del procés de resolució.

ORGANITZACIÓ GRÀFICA DE DADES I INCÒGNITES

En aquest mètode, cada dissolució es representa habitualment amb una matriu de 3 x 3 caselles. A les tres caselles de la primera columna hi escriurem S (solut), D (dissolvent) i S + D (dissolució). Si cal, es pot fer constar el nom o la fórmula de cada substància al costat de S i de D.

Habitualment, la segona columna estarà preparada per incorporar les quantitats *reals* de cada substància o mescla indicada a l'esquerra, mentre que la tercera columna farà referència a relacions *proporcionals* (normalment indicades per la concentració, en qualsevol de les seves formes).

	Real	Proporció
S (clorur d'hidrogen)		
D (H ₂ O)		
S + D		

Taula 1. Representació en taula dels elements d'una dissolució.

Convé que els quadres siguin alts i amples per poder-hi encabir diverses quantitats i les seves unitats. (A les taules següents, per raons d'espai, les caselles hauran de mostrar-se més petites del que cal quan es fan servir).

Aquesta disposició bàsica és prou flexible per anar-la adaptant lliurement a les necessitats de cada cas. Així, si es tracta de diverses dissolucions caldria repetir aquestes caselles per a cadascuna, encara que si les substàncies són en totes elles les mateixes, no caldria repetir la primera columna. Per exemple, si tenim dues dissolucions de clorur de potassi de diferent concentració, i que posteriorment n'ajuntem determinades quantitats, la distribució seria:

	Dissolució 1		Dissolució 2		...
	Real	Proporció	Real	Proporció	
S(KCl)					...
D (H ₂ O)					...
S + D					...

Taula 2. Representació en una taula dels elements de més d'una dissolució.

En resum, per a cada dissolució cal preveure dues columnes. Vegem ara alguns exemples d'utilització, dels més senzills als més complexos.

Exemple 1: Solut a partir d'una dissolució

L'enunciat del problema del que partirem és: *Quants mil·lilitres d'una dissolució 0,2 mol/L de glucosa C₆H₁₂O₆, hauríem d'evaporar per obtenir 10 g de glucosa sòlida?*

A la taula 3 han quedat aparellades litres de dissolució per un costat i mil·lilitres per l'altre. Perquè es pugui fer una proporció, les quantitats aparellades han d'estar en les mateixes unitats. Per això, convertirem els litres a mil·lilitres. Es mostrarà en blau el que anem afegint a la taula.

	Real	Proporció
S (C ₆ H ₁₂ O ₆)	10 g	0,2 mol
D (H ₂ O)		
S + D	x mL	1 L = 1000 mL

Taula 3. Representació en taula de la dissolució C₆H₁₂O₆ + H₂O amb mil·lilitres convertits a litres.

Per altra banda, queden aparellats grams i mols de glucosa, circumstància que ens obliga també a

convertir els grams en mols. Tot seguit es mostren els càlculs per la conversió.

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g / mol}$$

$$10 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 0,0556 \text{ mol}$$

	Real	Proporció
S (C ₆ H ₁₂ O ₆)	10 g = 0,0556 mol	0,2 mol
D (H ₂ O)		
S + D	x mL	1 L = 1000 mL

Taula 4. Representació en taula de la dissolució C₆H₁₂O₆ + H₂O amb grams convertits a mols

Ara que ja tenim aparellats tant els mols de glucosa com els litres de dissolució, podem resoldre la proporció corresponent:

$$x = \frac{0,0556 \text{ mol} \cdot 1000 \text{ mL}}{0,2 \text{ mol}} = 278 \text{ mL}$$

Exemple 2: De tant per cent a mol / L

Aquest segon exemple partirà del següent problema: *Una mostra d'aigua de mar té una densitat de 1,03 g / cm³ i conté un 2,8 % en massa de clorur de sodi, NaCl. Quina serà la seva concentració en mol / L?*

El primer pas serà sempre col·locar les dades sobre les dissolucions en la graella corresponent, tenint en compte que una concentració conté sempre dues dades: una quantitat de solut i la corresponent quantitat de dissolució o de dissolvent.

	d = 1,03 g / cm ³	
	Proporció: %	Proporció: mol / L
S (NaCl)	2,8 g	x mol
D (H ₂ O)		
S + D	100 g	1 L

Taula 5. Representació en taula de la dissolució NaCl + H₂O.

En aquest cas no apareixen quantitats reals i, en canvi, hi ha dues concentracions de la mateixa dissolució. Adaptarem la taula habitual a aquesta situació. També anotem a quina dissolució correspon la densitat proporcionada, que en aquesta cas correspon a totes dues columnes. El resultat és el de la taula 6.

En el solut s'aparellen grams amb mols i a la dissolució, grams amb litres. Per resoldre aquestes

dues desavinences, els grams de solut els convertirem en mols i els grams de dissolució en litres mitjançant la densitat.

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ g/mol}$$

$$2,8 \text{ g NaCl} \cdot \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58,5 \text{ g NaCl}} = 0,0479 \text{ mol NaCl}$$

$$100 \text{ g dis} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ dis}}{1,03 \text{ g dis}} = 97,1 \text{ cm}^3 = 0,0971 \text{ L dissol.}$$

	Proporció: %	Proporció: mol / L
S (NaCl)	2,8 g = 0,0479 mol	x mol
D (H ₂ O)		
S + D	100 g = 0,0971 L	1 L

Taula 6. Representació en taula de la dissolució NaCl + H₂O.

Posant-ho a la taula 6, ja ho tenim tot aparellat i podem fer el càlcul final de la concentració demanada:

$$x = \frac{0,0479 \text{ mol} \cdot 1 \text{ L}}{0,0971 \text{ L}} = 0,49 \text{ mol NaCl}$$

Exemple 3: De tant per cent a molar

L'enunciat que guia aquest exemple 3 és el següent: *Quina és la concentració molar de la mostra d'aigua marina de l'exemple anterior?*

Modificarem la taula 5 del problema anterior per incloure-hi el que l'enunciat demana:

	d = 1,03 g / cm ³	
	Proporció: %	Proporció: mol / kg
S (NaCl)	2,8 g	x mol
D (H ₂ O)		1 kg
S + D	100 g	

Taula 7. Representació en taula de la dissolució NaCl + H₂O.

Ara ens trobem dades desaparellades, tant de dissolvent com de dissolució. El primer que haurem de fer és omplir alguna de les dues caselles buides: per exemple, trobant el pes de dissolvent de la primera columna i expressant-lo en quilograms:

$$100 \text{ g} - 2,8 \text{ g} = 97,2 \text{ g} = 0,0972 \text{ kg H}_2\text{O}.$$

Utilitzarem el càlcul que ja hem fet en el problema anterior per passar grams de NaCl a mols.

	d = 1,03 g/cm ³	
	Proporció: %	Proporció: mol / kg
S (NaCl)	2,8 g = 0,0479 mol	x mol
D (H ₂ O)	0,0972 kg	1 kg
S + D	100 g	

Taula 8. Representació de la dissolució amb els grams de NaCl convertits a mols.

Un cop tot aparellat, podem trobar la molalitat demanada amb el següent càlcul:

$$x = \frac{0,0479 \text{ mol} \cdot 1 \text{ kg}}{0,0972 \text{ kg}} = 0,49 \text{ mol NaCl}$$

Exemple 4: Una dissolució a partir d'una altra

Per aquest últim exemple, partirem del següent enunciat: *Volem preparar cinc litres d'una dissolució aquosa d'àcid nítric, HNO₃, 0,5 mol/L. Disposem d'àcid nítric concentrat, d'un 61,24 % en pes i densitat 1380 g / dm³. Quin volum de dissolució concentrada haurem de fer servir?*

	d = 1380 g / dm ³			
	Concentrada		Diluida	
	Real	Proporció	Real	Proporció
S (HNO ₃)		61,24 g		0,5 mol
D (H ₂ O)				
S + D	x mL	100 g	5 L	1 L

Taula 9. Representació en taula de la dissolució HNO₃ + H₂O

Buscant aparellaments, podríem començar buscant els mols reals de nítric que necessitarem per preparar la dissolució diluïda:

$$\frac{0,5 \text{ mol} \cdot 5 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 2,5 \text{ mol}$$

Aquests 2,5 mol han de sortir de la dissolució concentrada. Però per aparellar-los, els hem d'expressar en grams. Passem els mols de nítric a grams:

$$M(\text{HNO}_3) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 \text{ g / mol}$$

$$2,5 \text{ mol} \cdot \frac{63 \text{ g}}{\text{mol}} = 157,5 \text{ g}$$

Si apliquem els càlculs a la taula, trobem el següent:

d = 1380 g / dm ³				
concentrada			diluída	
	R	P	R	P
S (HNO ₃)	2,5 mol = 157,5 g	61,24 g	2,5 mol	0,5 mol
D (H ₂ O)				
S + D	x mL	100 g	5 L	1 L

Taula 10. Representació de la dissolució amb els resultats dels càlculs anteriors.

Encara ens queda aparellar grams i mil·lilitres de la dissolució concentrada (mitjançant la concentració) i aplicar els resultats dels càlculs a la taula.

$$100 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1380 \text{ g}} = 0,0725 \text{ L} = 72,5 \text{ mL}$$

d = 1380 g / dm ³				
Concentrada			Diluída	
	Real	Proporcional	Real	Proporcional
S (HNO ₃)	2,5 mol = 157,5 g	61,24 g	2,5 mol	0,5 mol
D (H ₂ O)				
S + D	x mL	100 g = 72,5 mL	5 L	1 L

Taula 11. Representació de la dissolució amb els resultats dels càlculs anteriors.

I ara ja només queda resoldre la proporció final:

$$x = \frac{157,5 \text{ g} \cdot 72,5 \text{ mL}}{61,24 \text{ g}} = 186,5 \text{ mL}$$

Amb tot això, caldrà utilitzar 186,5 mL de dissolució concentrada.

DISCUSSIÓ

Com s'ha pogut veure en els exemples anteriors, aquesta manera d'organitzar les dades ajuda a trobar-hi el significat i suggereix també vies per a la resolució mitjançant els aparellaments de magnituds amb les mateixes unitats i la formació de proporcions.

Per altra banda, la representació és prou flexible com per poder adaptar-la a cada situació nova que vagi apareixent. Per a l'alumnat, a la pràctica, resulta una estratègia molt agraïda.