



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

La ley de Raoult

Apellidos, nombre	Lorena Atarés Huerta (loathue@tal.upv.es)
Departamento	Tecnología de Alimentos
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural



1 Resumen de las ideas clave

El modelo de disolución ideal permite el estudio simplificado de las disoluciones, y se basa en suponer similitud entre los componentes que la integran. En este modelo, se puede aplicar la ley de Raoult a todos los componentes. Esta ley consiste en una relación proporcional entre la fracción molar de cada componente y su presión parcial, donde la pendiente es la presión parcial del componente puro, a la misma temperatura a la que se encuentra la disolución.

2 Introducción

El comportamiento de las disoluciones es un área de interés para profesionales científicos de muy diversos ámbitos. Dado el complejo comportamiento que pueden llegar a tener, y como en otras áreas de la ciencia, la modelización supone una simplificación que puede servir de ayuda. El modelo de disolución ideal, en el cual se parte de la similitud de los componentes que forman parte de la disolución, se va a describir en este artículo docente. La ley de Raoult permite el cálculo de la presión parcial de cualquier componente que se encuentre formando parte de una disolución ideal.

3 Objetivos

Con la redacción de este artículo docente se persigue que los alumnos adquieran la capacidad de:

- Comprender el concepto de presión de vapor y su dependencia de la temperatura
- Aplicar la ley de Raoult en el contexto apropiado
- Interpretar la ley de Raoult como una cuantificación del descenso de la presión de vapor de un componente en una disolución ideal, coherentemente con la composición de la misma

4 Desarrollo

El modelo de disolución ideal supone un punto de partida para comprender el comportamiento de las disoluciones. Como cualquier modelo, se basa en una simplificación de la realidad. En la medida en que la situación real se asemeje más o menos a la modélica, se podrá aceptar el modelo con más o menos exactitud. En cualquier caso, aplicar el modelo supone una importante simplificación de las ecuaciones empleadas.



4.1 Definición molecular de una disolución ideal

Para comprender a nivel molecular lo que se entiende por disolución ideal, la definición molecular de la misma nos indica que:

En una disolución ideal las moléculas de todas las especies son tan parecidas que pueden reemplazarse sin que se varíe la estructura espacial de la disolución ni la energía de las interacciones intermoleculares.

Así pues, si las especies A y B se encuentran mezcladas entre sí y consideramos esta mezcla como una disolución ideal, debemos considerar también que las interacciones entre dos moléculas de A, dos moléculas de B o una de A con una de B son iguales.

4.2 Presión de vapor

Antes de estudiar la ley de Raoult, debemos comprender el concepto de presión de vapor de una sustancia.

Se denomina presión de vapor de una sustancia pura i a la temperatura T ($p_i^*(T)$) a la presión de la fase gaseosa que se genera a esa temperatura, en la que ambas fases (líquido y vapor) están en equilibrio. Es necesario referirla a una cierta temperatura porque la presión de vapor depende mucho de esta variable.

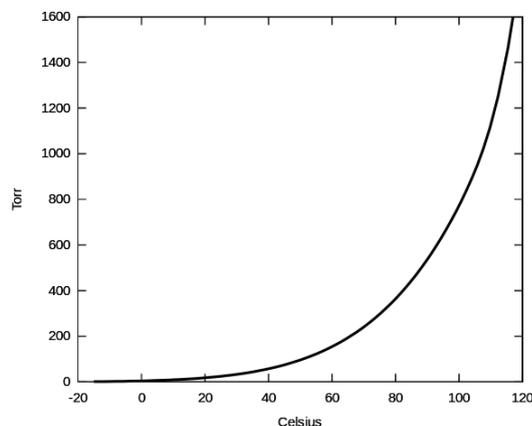


Gráfico 1. Presión de vapor del agua en función de la temperatura

Cuando esta sustancia pura pasa a formar parte de una disolución que puede considerarse ideal, su presión de vapor desciende de acuerdo con la ley de Raoult.



4.3 Ley de Raoult

La ley de Raoult permite calcular la presión de vapor de una sustancia cuando está formando parte de una disolución ideal, conociendo su presión de vapor cuando está pura (a la misma temperatura) y la composición de la disolución ideal en términos de fracción molar.

$$P_i(T) = x_i^l P_i^*(T)$$

Ecuación 1. Ley de Raoult.

En esta ecuación:

$P_i(T)$ es la presión de vapor de la sustancia i en la disolución ideal

$P_i^*(T)$ es la presión de vapor de la sustancia i pura

x_i^l es la fracción molar de la sustancia i en la fase líquida (en la disolución)

Puesto que una fracción molar, por definición, no puede valer más de 1, se puede deducir que para cualquier disolución ideal y temperatura $P_i(T)$ será inferior que $P_i^*(T)$. En otras palabras, la presión debida al componente i siempre se ve reducida cuando pasa a formar parte de una disolución ideal (en comparación con el estado puro). Esta reducción será más acusada en la medida en que la fracción molar de ese componente en la disolución ideal sea menor.

4.4 Ejemplo numérico

Consideremos una disolución ideal de benceno y tolueno, donde $x_b^l = 0.7$. Se nos dan también como datos las presiones de vapor del benceno (74.7 mmHg) y del tolueno (22.3mmHg) en estado puro.

Puesto que consideramos que la disolución es ideal, la presión de vapor de ambos componentes en la disolución se calcula con la ley de Raoult. Por tanto:

$$P_b(T) = x_b^l P_b^*(T) = 0.7 \cdot 74.7 = 52.3 \text{ mmHg}$$

$$P_t(T) = x_t^l P_t^*(T) = 0.3 \cdot 22.3 = 6.7 \text{ mmHg}$$

Finalmente, sumando ambas presiones parciales hallaríamos la presión total (59.0 mmHg).

4.5 Representación gráfica

De acuerdo con la ley de Raoult, una representación de $P_i(T)$ respecto a x_i^l sería una línea recta de pendiente $P_i^*(T)$. Para deducir esto, sólo hay que darse cuenta de que la ley de Raoult se asemeja a la ecuación de una línea recta, en



la cual la variable independiente (x) es la fracción molar de i , la variable dependiente (y) es la presión parcial de i , la ordenada en el origen es 0 y la pendiente es la presión del componente i puro.

Considerando una disolución ideal de benceno y tolueno a la temperatura del ejemplo numérico (4.4.), se podría representar la presión de vapor de cada componente respecto a la fracción molar de benceno (gráfico 2). La fracción molar del tolueno siempre podría calcularse, puesto que ambas fracciones molares deben sumar 1. La presión total sería la suma de ambas presiones parciales para cualquier composición.

A la derecha de la representación, donde la fracción molar de benceno es 1, la presión parcial de benceno coincide con la total, y con la presión de vapor del benceno puro a la temperatura de trabajo. Lo mismo ocurre análogamente con el tolueno a la izquierda de la figura.

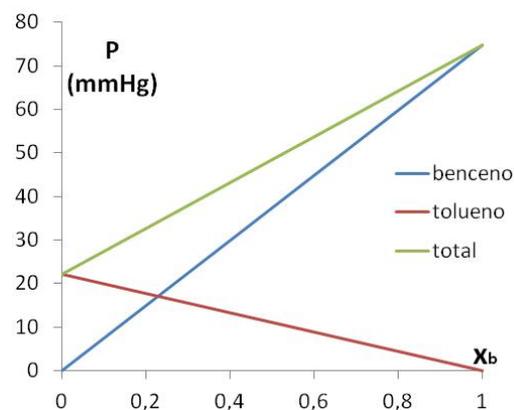


Gráfico 2. Representación de la ley de Raoult para una disolución ideal de benceno y tolueno.

5 Cierre

En este artículo docente se ha descrito el modelo de disolución ideal como una aproximación a la realidad. Se ha enunciado y analizado la ley de Raoult comentando la variación lineal de las presiones parciales de los componentes de una disolución ideal en función de la fracción molar de los mismos.

6 Bibliografía

- QUÍMICA, CURSO UNIVERSITARIO. B.H. Mahan. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. 1990
- FISICOQUÍMICA. Levine, I. N. McGraw-Hill. 1991
- FISICOQUÍMICA. Atkins, P.W. Ed. Addison-Wesley. Iberoamericana. 1991