



## Tema 10. Problemas de disoluciones

### Problema 1

¿Cuántas veces hay que diluir una disolución acuosa que tiene una concentración 6M para obtener una concentración 2M?

Sabemos que en ambos casos la cantidad de soluto es la misma, es decir el número de moles es el mismo, por tanto:

$$N(\text{disolución acuosa } 6M) = n(\text{disolución acuosa } 2M) \quad \text{ó} \quad n_i = n_f$$

Pero  $n = M(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})\cdot V(L)$ , por tanto,

$$M_i(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})\cdot V_i(L) = M_f(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})\cdot V_f(L) = 6\cdot V_i = 2\cdot V_f$$

$$V_f = 3\cdot V_i$$

Es decir es necesario triplicar el volumen de agua.

$$V_2 = 3V_1$$

### Problema 2

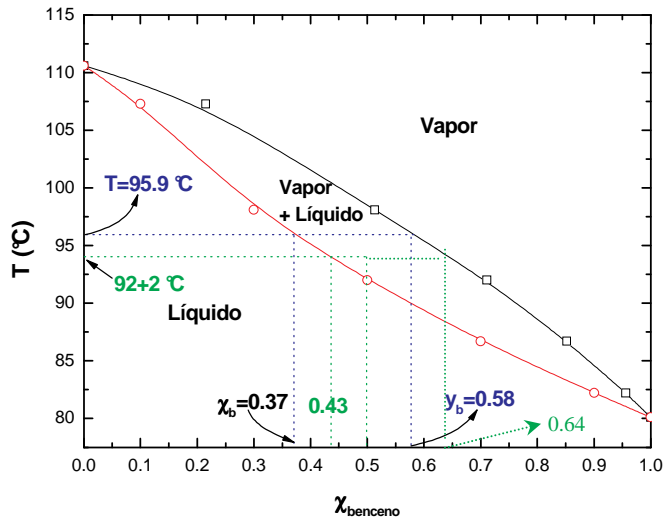
Las fracciones molares del líquido y vapor en equilibrio y las temperaturas de ebullición para mezclas de benceno y tolueno son las siguientes:

$\chi_{\text{C}_6\text{H}_6}(\text{l})$	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1
$y_{\text{C}_6\text{H}_6}(\text{g})$	0	0.215	0.513	0.711	0.852	0.956	1
T (°C)	110.6	107.3	98.1	92.0	86.7	82.2	80.1

- Trace el diagrama de puntos de ebullición del sistema benceno/tolueno
- Determine la temperatura de ebullición de la mezcla líquida de fracción molar en benceno 0.37 y la composición del vapor en equilibrio

- c) Si se calienta una mezcla equimolecular de benceno y tolueno hasta que la temperatura de ebullición aumente en 2 °C, calcule la composición de la mezcla líquida y la cantidad de líquido que ha pasado a vapor.  
 (Datos:  $M(\text{Benceno}) = 78 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $M(\text{Tolueno}) = 92 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

a) Sólo hay que representar en los valores de temperatura de ebullición de la tabla en función de la fracción molar en la mezcla líquida,  $\chi$ , y de la fracción molar en la mezcla gaseosa en equilibrio con el líquido,  $Y$ .



b) A partir de la representación gráfica realizada en el apartado a), para una composición de  $\chi_b=0.37$  trazamos una línea recta paralela al eje de temperaturas (vamos subiendo la temperatura) hasta que llega un momento en el que dicha línea se corta con la curva que nos marca las temperaturas a las cuales el líquido empieza a evaporarse a la presión de 1 atm (Temperatura de ebullición), por tanto sólo hay que trazar una paralela al eje de abscisas a partir de dicho punto hacia el eje de temperaturas y hacer la lectura correspondiente. Actuando de esta manera obtenemos que:

$$T_{\text{eb}}(\chi_b=0.37) = 95.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

Para obtener la composición del vapor es necesario, a partir del punto de corte anterior, es decir a la temperatura de ebullición, trazar una paralela al eje de abscisas hasta encontrar el punto de corte con la curva que nos marca el final de la evaporación en un calentamiento. A partir de este nuevo punto de corte trazando una paralela al eje de ordenadas podemos realizar la lectura de composición asociada al vapor en equilibrio con el líquido. Como se puede observar el gráfico esta composición es:

$$Y(\chi_b=0.37) = 0.58$$

c) Una mezcla equimolecular implica que  $\chi_b = 0.5$   
 Según el gráfico del apartado a) a una temperatura 2°C por encima de la temperatura de ebullición de una disolución de composición  $\chi_b = 0.5$ ,  $T = 94 \text{ }^\circ\text{C}$ ,

parte a pasado al vapor enriqueciéndose el líquido en el componente menos volátil como puede verse en el gráfico, siendo la nueva composición de la disolución  $\chi_b=0.435$

Para obtener la cantidad de líquido que ha pasado a vapor en términos de masa primero calculemos la cantidad de líquido que ha pasado a vapor en término de moles.

En primer lugar, sabemos que la suma de las fracciones de las fases presentes debe ser la unidad:

$$A + B = 1; \text{ donde } A = n(\text{Líquido})/n(\text{Totales}) \text{ y } B = n(\text{vapor})/n(\text{Totales})$$

En segundo lugar, el número de moles de los componentes (benceno y tolueno) deben coincidir con el número total de moles de la disolución.

$$A \cdot X_b + B \cdot Y_b = \chi_b$$

Deseamos obtener B:  $A = 1-B$

Entonces:

$$(1-B) \cdot X_b + B \cdot Y_b = \chi_b$$

$$B = \frac{\chi_b - X_b}{Y_b - X_b} = \frac{0.5 - 0.435}{0.64 - 0.435} = 0.317 \text{ (Regla de la palanca)}$$

Obtengamos la fracción en peso de disolución evaporada,  $m(\text{evaporada})/m(\text{total})$ :

$$\begin{aligned} \frac{m(\text{evaporada})}{m(\text{total})} &= \frac{m_{\text{Benceno}}^{\text{vapor}} + m_{\text{Tolueno}}^{\text{vapor}}}{m_{\text{benceno}} + m_{\text{tolueno}}} = \frac{n_{\text{Benceno}}^{\text{vapor}} \cdot M_{\text{Benceno}} + n_{\text{Tolueno}}^{\text{vapor}} \cdot M_{\text{Tolueno}}}{n_{\text{benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + n_{\text{Tolueno}} \cdot M_{\text{Tolueno}}} = \\ &= \frac{n^{\text{vapor}} \cdot Y_{\text{Benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + n^{\text{vapor}} \cdot (1 - Y_{\text{Benceno}}) \cdot M_{\text{Tolueno}}}{n_{\text{Totales}} \cdot \chi_{\text{Benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + n_{\text{Totales}} \cdot (1 - \chi_{\text{Benceno}}) \cdot M_{\text{Tolueno}}} = \\ &= \frac{n_{\text{Totales}} \cdot B \cdot Y_{\text{Benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + n_{\text{Totales}} \cdot B \cdot (1 - Y_{\text{Benceno}}) \cdot M_{\text{Tolueno}}}{n_{\text{Totales}} \cdot \chi_{\text{Benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + n_{\text{Totales}} \cdot (1 - \chi_{\text{Benceno}}) \cdot M_{\text{Tolueno}}} = \\ &= \frac{B \cdot [Y_{\text{Benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + (1 - Y_{\text{Benceno}}) \cdot M_{\text{Tolueno}}]}{\chi_{\text{Benceno}} \cdot M_{\text{Benceno}} + (1 - \chi_{\text{Benceno}}) \cdot M_{\text{Tolueno}}} = \frac{0.317 \cdot [0.64 \cdot 78 + (1 - 0.64) \cdot 92]}{0.5 \cdot 78 + (1 - 0.5) \cdot 92} = 0.31 \end{aligned}$$

**a) Diagrama T,  $\chi$ ; b) b.1.  $\chi(\text{C}_6\text{H}_6) = 0.37$ ,  $T_{\text{eb}} = 96^\circ\text{C}$ ; b.2.  $\chi(\text{C}_6\text{H}_6) = 0.58$ ; c) 0.31, 31%**