

PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS DESTILACIÓN – QUÍMICA ORGANICA I 2020

1- Teniendo en cuenta los datos de la siguiente tabla y considerando que el sistema es ideal

- a. ¿Qué presión externa debe haber para que una mezcla equimolar de etilbenceno y tolueno comience a hervir?
- b. ¿Qué ocurre a 110,6°C?
- c. ¿Cuál es el componente más volátil?
- d. ¿Este comportamiento tiene relación con sus estructuras químicas?
- e. ¿Se hubiese esperado que sea un sistema ideal?
- f. ¿Qué composición tiene el vapor que se genera cuando una solución de 30 moles de tolueno y 95 moles de etilbenceno comienza a hervir a 80°C?

Tabla 18.5. Presiones de vapor de etilbenceno, tolueno -

Temperatura, °C	Presión de vapor, mm Hg	
	Etilbenceno	Tolueno
50	53,8	
60	78,6	139,5
70	113,0	202,4
80	166,0	289,4
90	223,1	404,6
100	307,0	557,2
110	414,1	
110,6		760,0
120	545,9	

a. $P_t = P^*_{\text{etilbenceno}} \cdot 0,5 + P^*_{\text{tolueno}} \cdot 0,5$

b. Hierve el tolueno a presión atmosférica.

c. Tolueno ya que a cualquier temperatura tiene presiones de vapor mayores que el etilbenceno

d. Ya que cada compuesto exhibe fuerzas de Van der Waals intermoleculares, pero el etilbenceno tiene mayor peso molecular, en consecuencia la energía entregada a este compuesto debe ser mayor para que una molécula escape del seno del líquido respecto del tolueno.

e. Si, ya que la única diferencia entre ambas es un grupo metileno.



Las interacciones intermoleculares entre estos compuestos en solución son similares a las que se producen entre las moléculas de cada uno de ellos puro.

f. Calcular las fracciones molares $X_{\text{Tolueno}} = 30/30+95 = 0,24$ $X_{\text{etilbenceno}} = 0,76$

Calcular las presiones parciales de cada uno con la Ley de Raoult. Obtener las PRESIONES DE VAPOR DE CADA COMPONENTE PURO de la tabla a la temperatura de ebullición que es 80°C

$P^*_{\text{etilbenceno}} = 166 \text{ mmHg}$

$P^* \text{ tolueno} = 289,4 \text{ mmHg}$

$P_{\text{etilbenceno}} = 166 \text{ mmHg} \cdot 0,76 = 126,16 \text{ mmHg}$

$P_{\text{tolueno}} = 289,4 \cdot 0,24 = 69,456 \text{ mmHg}$

$P_{\text{total}} = \text{suma de presiones parciales } 195,62$

EN EL VAPOR

$P_{\text{tolueno}} = P_{\text{total}} \cdot Y_{\text{tolueno}}$ Entonces $Y_{\text{tolueno}} = P_{\text{tolueno}}/p_{\text{total}} = 0,36$

IGUAL PARA ETILBENCENO $Y_{\text{etilb}} = 0,64$

RESPUESTA: la composición del vapor en equilibrio de una solución de etilbenceno y tolueno que hierve a 80°C es de 36% de tolueno y 64% de etilbenceno (está bien también responder en fracciones molares).

2- La siguiente tabla corresponde a fracciones en equilibrio metanol-agua

Tabla 18.7. Datos de equilibrio para metanol-agua

x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
y	0,417	0,579	0,669	0,729	0,780	0,825	0,871	0,915	0,959	1,0

a- ¿A que fracciones se refiere la tabla?

A las fracciones de metanol en el líquido (x) y en el vapor (Y)

b- Por qué la suma no es igual a 1?

Porque las fracciones molares en equilibrio expresan composición y no cantidades relativas

c- ¿Qué no se expresa en esta tabla?

La temperatura ya que el agua se calcula por diferencia

d- Si debe agregar el gradiente de temperaturas de estas composiciones ¿Dónde colocaría el punto de ebullición del metanol?

En el extremo derecho ya que el último valor corresponde a la fracción molar de un compuesto puro = 1 y se encuentra en la fracción líquida como en el vapor

3- La siguiente tabla muestra los datos del butano y pentano

a. ¿Qué particularidad reconoce?

b. Si forman una solución a baja temperatura, como sugeriría realizar la separación?

P, atm	Temperatura, °C	
	n-C ₄ H ₁₀	n-C ₅ H ₁₂
0,526	-16,3	18,5
1	-0,5	36,1
2	18,8	58,0
5	50,0	92,4
10	79,5	124,7
20	116,0	164,3

a. Hay valores de puntos de ebullición para el butano bajo cero, significa que este compuesto en condiciones normales es un gas. El pentano ya hierve a 36,1°C.

b- Se debería trabajar a P externa mayor que 1 atm para tener ambos compuestos líquidos, por ejemplo ya a 2 atm ambos están líquidos y el butano herviría a 18,8°C y el pentano a 58,0°C. No se recomienda trabajar a mayor presión teniendo en cuenta un criterio ingenieril de ahorro energético: a 5 atm ya habría que calentar el sistema para que se separen además del gasto de mantener el sistema a alta presión. Observar que a 2 atm todavía hay que trabajar a baja temperatura respecto de la normal debido al butano. No se tabula pero posiblemente la mejor presión de trabajo sería 2,5 atm o 3 atm

4- El Etilbenceno (Te. 136,2°C) y estireno (Te. 145, 2 °C) se separan por destilación, pero a 110°C el estireno comienza a polimerizar (poliestireno). ¿Cómo sugiere que trabaja la industria para lograr la separación?

Realiza una destilación bajo vacío es decir la presión externa es menos que 1 atm al valor que el punto de ebullición del estireno sea menor a 110°C (temperatura que sufre reacción química)

Calcule las composición del vapor en equilibrio a 95°C con una solución ideal con 41% de benceno. Las presiones de vapor a esa temperatura son: 1168mmHg para benceno y 474mmHg para tolueno.

5- En un sistema de arrastre con vapor ¿Por qué no se aplica la Ley de Raoult?
Porque esta ley se aplica para SOLUCIONES que además tienen un comportamiento particular en el caso de los compuestos extraídos por arrastre todos son insolubles en agua.

6- El siguiente diagrama es surgido de la separación a presión menor de la atmosférica de metanol/acetato de metilo.

- a. ¿A qué sistema pertenece?
- b. Justifique analizando las moléculas si corresponde a este comportamiento.
- c. Si se parte de una solución 0,6 molar de metanol que se obtiene en una destilación fraccionada completa
- d. Si se parte de una solución 0,1 de metanol que se obtiene luego de una única destilación

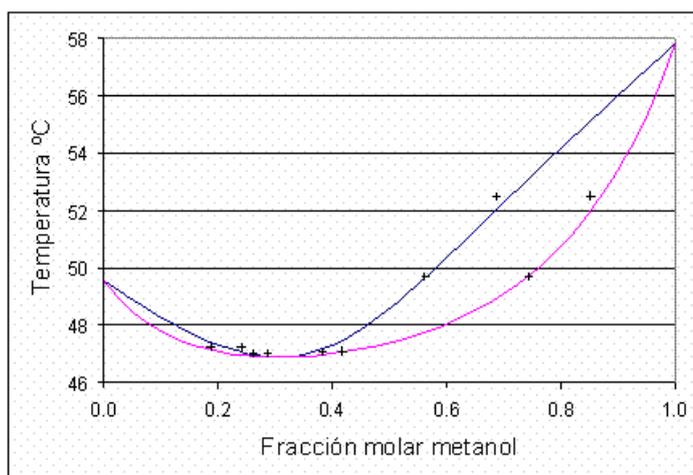
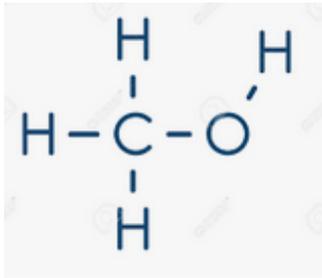


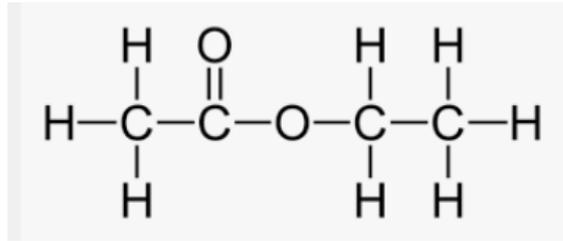
Figura 2. Diagrama Txy para el sistema Metanol- Acetato de Metilo a 580 mmHg obtenidos en el presente trabajo

a- A una solución binaria de comportamiento real con un azeótropo mínimo.

b- Para que la solución sea real, las interacciones entre ambos componentes deben ser diferentes a las interacciones intermoleculares de los componentes puros



Metanol



acetato de etilo

Las interacciones entre moléculas de metanol es puente hidrógeno y entre acetato de etilo dipolo permanente y Van der Waals. Cuando se mezclan el hidrógeno del metanol hace puente con el oxígeno del carbonilo del acetato, que si bien tiene resonancia se encuentra en una zona media de la molécula con una geometría plana (inicialmente interactuaba con un carbono del carbonilo con dipolo permanente también en una zona plana), también se interrumpen las interacciones de van der Waals, es decir las nuevas interacciones son más débiles que las originales de metanol, a cierta temperatura todas se romperán, entonces cambiará de estado el azeotropo.

c. El destilado será el azeotropo es decir una solución con 0,3 de metanol y en el balón queda metanol puro.

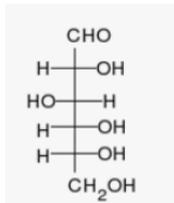
d. Se obtiene una solución de aproximadamente 0,18 de metanol

7- Si tiene una columna de fraccionamiento de laboratorio pero no separa adecuadamente una solución metanol/agua ¿Qué modificaciones sugiere realizar para aumentar su eficiencia?

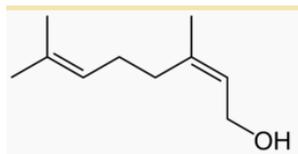
Se podría cambiar el relleno por uno más compacto o particulado esférico para aumentar el intercambio de masa y energía

Si se puede, se podría extender la columna.

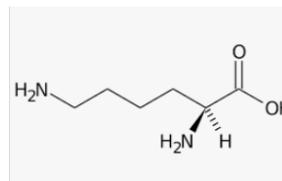
8- De los siguientes compuestos presentados seleccione y justifique aquellos que pueden separarse por destilación con arrastre por vapor de agua.



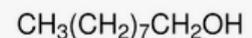
a



b ✓



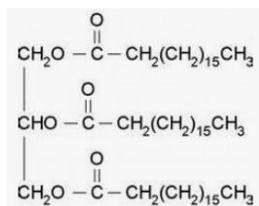
c



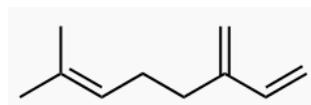
d ✓

Soluble en agua

Soluble en agua



e



f ✓

Es insoluble en agua pero no es volátil