

**Ejemplo 10.1 del Smith – Van Ness. Cuarta Edición. Página 313. Ejemplo 12.1 del Smith – Van Ness – Abbott. Quinta Edición. Página 504. Ejemplo 10.1 del Smith – Van Ness - Abbott. Séptima Edición. Página 352.**

El sistema binario acetonitrilo (1) / nitrometano (2) se ajusta estrechamente con la ley de Raoult. Las presiones de vapor para las especies puras se conocen por las ecuaciones de Antoine siguientes:

$$\ln P_1^{sat} / \text{kPa} = 14.2724 - \frac{2945.47}{t / ^\circ\text{C} + 224.00}$$

$$\ln P_2^{sat} / \text{kPa} = 14.2043 - \frac{2972.64}{t / ^\circ\text{C} + 209.00}$$

- a) Prepare una gráfica que presente a  $P$  en función de  $x_1$  y a  $P$  en función de  $y_1$  para una temperatura de  $75^\circ\text{C}$ .
- b) Prepare una gráfica para exhibir a  $t$  en función de  $x_1$  y a  $t$  en función de  $y_1$  para una presión de 70 kPa.

Solución.

Componentes: Acetonitrilo (1); Nitrometano (2)

a) Para construir el diagrama  $Pxy$ , en primer lugar se determina la presión de saturación de los componentes puros, los cuales, indican los límites de presión para el diagrama.

A  $T = 75^\circ\text{C}$ , usando la ecuación de Antoine para cada componente:

$$\ln P_1^{sat} = 14.2724 - \frac{2945.47}{75 + 224.00} \qquad \ln P_2^{sat} = 14.2043 - \frac{2972.64}{75 + 209.00}$$

$$\ln P_1^{sat} = 4.421329766 \qquad \ln P_2^{sat} = 3.737257746$$

$$P_1^{sat} = 83.21 \text{ kPa} \qquad P_2^{sat} = 41.98 \text{ kPa}$$

Se asignan valores a la fracción molar del acetonitrilo en la fase líquida ( $x_1$ ) y se determina la presión y la fracción molar de acetonitrilo en la fase vapor ( $y_1$ ).

Presión.

$$P = P_2^{sat} + (P_1^{sat} - P_2^{sat}) x_1$$

$$P = 41.98 + (83.21 - 41.98) x_1$$

$$P = 41.98 + 41.23 x_1$$

Fracción molar del componente 1 en la fase vapor:

$$y_1 = \frac{x_1 P_1^{sat}}{P}$$

Muestra de cálculo.

Para  $x_1 = 0.000$

$$P = 41.98 + 41.23 (0.000)$$

$$P = 41.980 \text{ kPa}$$

$$y_1 = \frac{0.000 \times 83.21}{41.980}$$

$$y_1 = 0.000$$

Para  $x_1 = 0.100$

$$P = 41.98 + 41.23 (0.100)$$

$$P = 46.103 \text{ kPa}$$

$$y_1 = \frac{0.100 \times 83.21}{46.103}$$

$$y_1 = 0.180$$

Para  $x_1 = 0.200$

$$P = 41.98 + 41.23 (0.200)$$

$$P = 50.226 \text{ kPa}$$

$$y_1 = \frac{0.200 \times 83.21}{50.226}$$

$$y_1 = 0.331$$

Para  $x_1 = 0.300$

$$P = 41.98 + 41.23 (0.300)$$

$$P = 54.349 \text{ kPa}$$

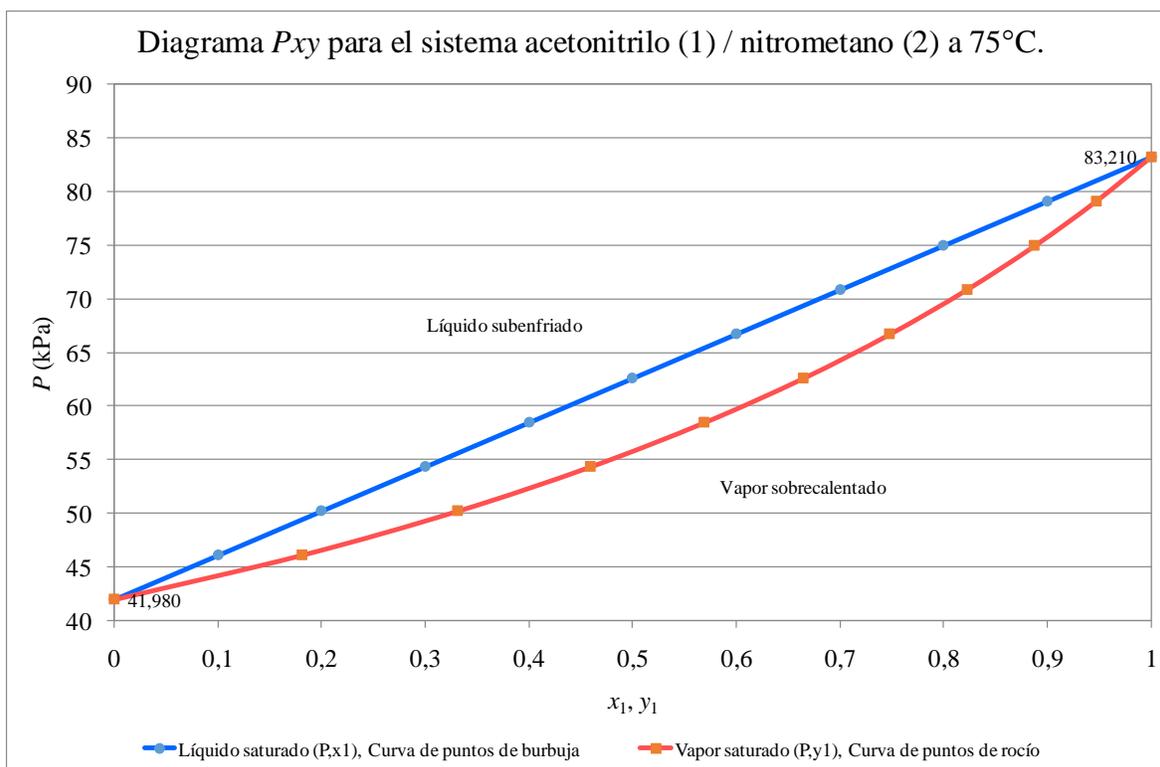
$$y_1 = \frac{0.300 \times 83.21}{54.349}$$

$$y_1 = 0.459$$

Para distintas fracciones molares, se encuentran los resultados de la tabla siguiente:

$P$ (kPa)	$x_1$	$y_1$
41.980	0.000	0.000
46.103	0.100	0.180
50.226	0.200	0.331
54.349	0.300	0.459
58.472	0.400	0.569
62.595	0.500	0.665
66.718	0.600	0.748
70.841	0.700	0.822
74.964	0.800	0.888
79.087	0.900	0.947
83.210	1.000	1.000

El diagrama  $Pxy$  se muestra a continuación:



b) Para construir el diagrama  $Txy$ , en primer lugar se determina la temperatura de saturación de los componentes puros, los cuales, indican los límites de temperatura para el diagrama.

$$T_i^{sat} = \frac{B_i}{A_i - \ln P} - C_i$$

Para cada componente:

$$T_1^{sat} = \frac{B_1}{A_1 - \ln P} - C_1$$

$$T_2^{sat} = \frac{B_2}{A_2 - \ln P} - C_2$$

$$T_1^{sat} = \frac{2945.47}{14.2724 - \ln 70} - 224.00$$

$$T_2^{sat} = \frac{2972.64}{14.2043 - \ln 70} - 209.00$$

$$T_1^{sat} = 69.84^\circ\text{C}$$

$$T_2^{sat} = 89.58^\circ\text{C}$$

Se asignan valores a la temperatura ( $69.84^\circ\text{C} \leq T \leq 89.58^\circ\text{C}$ ), se determina la presión ( $P$ ) y la fracción molar del acetonitrilo en la fase vapor ( $y_1$ ).

Fracción molar del componente 1 en la fase vapor:

$$x_1 = \frac{P - P_2^{sat}}{P_1^{sat} - P_2^{sat}}$$

Fracción molar del componente 1 en la fase vapor:

$$y_1 = \frac{x_1 P_1^{sat}}{P}$$

Muestra de cálculo.

Para  $T = 69.84$  °C:

$$\ln P_1^{sat} = 14.2724 - \frac{2945.47}{69.84 + 224.00}$$

$$\ln P_2^{sat} = 14.2043 - \frac{2972.64}{69.84 + 209.00}$$

$$\ln P_1^{sat} = 4.248339287$$

$$\ln P_2^{sat} = 3.54356266$$

$$P_1^{sat} = 70.00 \text{ kPa}$$

$$P_2^{sat} = 34.59 \text{ kPa}$$

$$x_1 = \frac{70 - 34.59}{70 - 34.59}$$

$$x_1 = \frac{35.41}{35.41}$$

$$x_1 = 1.000$$

$$y_1 = \frac{1.000 \times 70}{70}$$

$$y_1 = 1.000$$

Para  $T = 72$ °C:

$$\ln P_1^{sat} = 14.2724 - \frac{2945.47}{72 + 224.00}$$

$$\ln P_2^{sat} = 14.2043 - \frac{2972.64}{72 + 209.00}$$

$$\ln P_1^{sat} = 4.321487838$$

$$\ln P_2^{sat} = 3.625509964$$

$$P_1^{sat} = 75.30 \text{ kPa}$$

$$P_2^{sat} = 37.54 \text{ kPa}$$

$$x_1 = \frac{70 - 37.54}{75.30 - 37.54}$$

$$x_1 = \frac{32.46}{37.76}$$

$$x_1 = 0.860$$

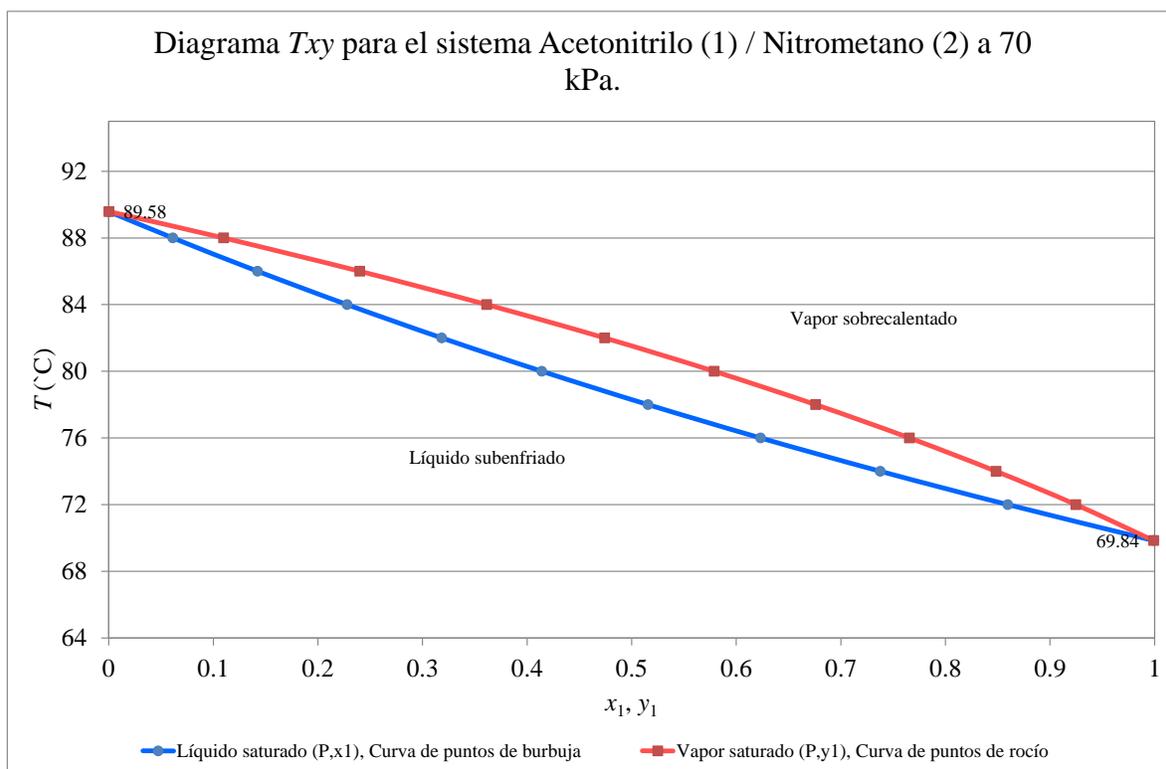
$$y_1 = \frac{0.860 \times 75.30}{70}$$

$$y_1 = \mathbf{0.925}$$

Para distintas temperaturas, se encuentran los resultados de la tabla siguiente:

$T$ (°C)	$P_1^{sat}$ (kPa)	$P_2^{sat}$ (kPa)	$x_1$	$y_1$
<b>69.84</b>	<b>70.00</b>	<b>34.59</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
<b>72.00</b>	<b>75.30</b>	<b>37.54</b>	<b>0.860</b>	<b>0.925</b>
74.00	80.50	40.46	0.738	0.848
76.00	85.98	43.55	0.623	0.766
78.00	91.76	46.84	0.516	0.676
80.00	97.84	50.32	0.414	0.579
82.00	104.24	54.00	0.318	0.474
84.00	110.96	57.90	0.228	0.361
86.00	118.02	62.03	0.142	0.240
88.00	125.44	66.38	0.061	0.110
89.58	131.55	69.99	0.000	0.000

El diagrama  $Txy$  se muestra a continuación:



Este ejercicio forma parte de una serie de ejercicios resueltos paso a paso acerca del tema **Equilibrio Líquido - Vapor, Ley de Raoult**, perteneciente a la asignatura **Termodinámica Química**. El acceso a estos archivos está disponible a través de:

<http://www.tutoruniversitario.com/>

Si Usted requiere la resolución de ejercicios adicionales acerca de ésta u otras asignaturas, contáctenos a través de los siguientes medios:

- WhatsApp: +58-4249744352 (En forma directa o desde nuestra página web).

- E-mail: [medinawj@gmail.com](mailto:medinawj@gmail.com)

Lista de asignaturas en las cuales podemos ayudarle:

Cálculo Diferencial.	Cálculo Integral.	Cálculo Vectorial.
Ecuaciones Diferenciales.	Trigonometría.	Matemáticas Aplicadas.
Matemáticas Financieras.	Álgebra Lineal.	Métodos Numéricos.
Estadística.	Física (Mecánica).	Física (Electricidad).
Mecánica Vectorial (Estática).	Química Inorgánica.	Fisicoquímica.
Termodinámica.	Termodinámica Química.	Mecánica de Fluidos.
Fenómenos de Transporte.	Transferencia de Calor.	Ingeniería Económica.