

EXPERIMENTO 2: SEPARACIÓN DE HEXANO Y CICLOHEXANO UTILIZANDO UNA COLUMNA DE RECTIFICACIÓN

OBJETIVO:

El objetivo de la práctica es el manejo de una columna de rectificación de relleno, estudiando la separación de la mezcla ideal compuesta por n-hexano y ciclohexano.

En la práctica se analizarán dos métodos de funcionamiento de una columna de rectificación, reflujo total (para determinar la capacidad de separación de la columna: el número de platos teóricos) y reflujo cero, en cuyo caso funciona como una destilación continua. El alumno utilizará una columna de rectificación de relleno, empleando una mezcla 50:50 (en volumen) de hexano y ciclohexano.

1.- Introducción.

Se denomina destilación al proceso por el cual el vapor de un líquido a ebullición se transfiere a una superficie fría donde condensa y es recogido. Este método permite la purificación e identificación de líquidos y se utiliza para separar líquidos volátiles de sustancias que no lo son, o bien para separar dos líquidos cuyos puntos de ebullición sean suficientemente distintos. La destilación es el método de separación de sustancias puras más antiguo e importante que se conoce. La época más activa de este área de investigación fue entorno a los años 70, no obstante, hoy en día es un área de investigación relevante, con una gran acogida tanto en el ámbito industrial como en el universitario.

El proceso de destilación es fundamental en la elaboración de numerosos productos industriales, aunque sin duda es la industria petroquímica, el área industrial en la cual el proceso de destilación adquiere una mayor importancia.

Las columnas de destilación utilizadas para realizar el proceso, constituyen un porcentaje significativo de la inversión que se realiza en plantas químicas y refinerías de todo el mundo, al mismo tiempo que el coste de operación de las columnas de destilación es, a menudo, la parte más costosa de la mayoría de los procesos industriales en los que interviene esta operación. Por ello, el disponer de técnicas prácticas para modelar

columnas de destilación más o menos realistas y desarrollar sistemas de control eficaces y fiables es muy importante, a fin de conseguir, un funcionamiento eficaz y seguro de los sistemas de destilación industriales.

Fundamentos de la destilación

Desde el punto de vista microscópico, todo aumento de temperatura de un líquido implica un aumento de la energía cinética de las moléculas que lo componen. La tendencia al escape (presión de vapor) de las moléculas de un líquido "A" depende de las fuerzas de interacción que existen entre ellas (fuerzas de van der Waals, etc.). Cuando esta presión de vapor es igual a la presión atmosférica el líquido hierve, la temperatura en este punto se denomina **punto de ebullición**.

Si estamos en presencia de un sistema formado por dos fases líquidas, tales como el hexano (componente "a") y el ciclohexano (componente "b"), la presión de vapor total del sistema P es igual a la suma de las dos presiones parciales de los líquidos que la constituyen, P_a y P_b , de acuerdo con la Ley de Dalton de las presiones parciales. Se define una **mezcla ideal de dos líquidos** como aquella en la que ambos constituyentes cumplen la ley de Raoult en todo el intervalo de concentraciones y a todas las temperaturas. La ley de Raoult se expresa como:

$$P_a = x_a P_a^o \quad \text{y} \quad P_b = x_b P_b^o \quad (1)$$

donde P_i^o es la correspondiente presión de vapor del líquido puro. La presión total del sistema se obtiene de la siguiente manera:

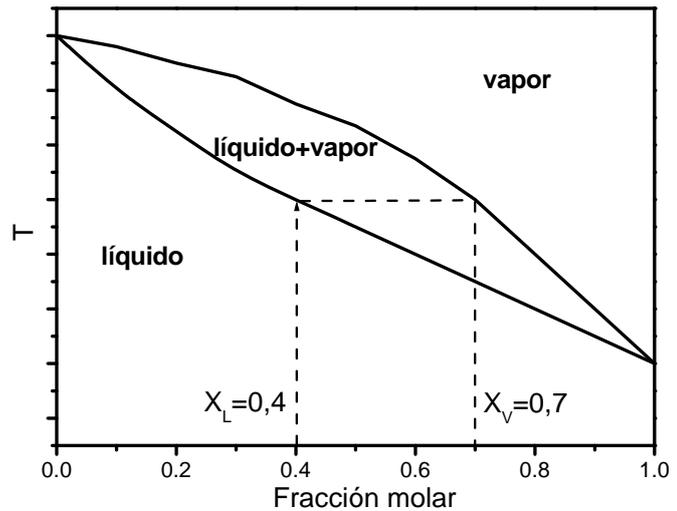
$$P = \sum x_i P_i^o \quad (2)$$

Las presiones parciales de los vapores en equilibrio con una mezcla de líquidos vienen determinadas por la presión total y la composición del vapor. Si expresamos dicha composición como fracciones molares de cada componente (y) tenemos:

$$P_a = y_a P \quad \text{y} \quad P_b = y_b P \quad (3)$$

En una mezcla de dos componentes en **dos fases en equilibrio** (líquido –vapor en nuestro caso), la coexistencia de esas fases en equilibrio solo es posible en el área comprendida entre las dos curvas del diagrama de equilibrio, y la composición de la fase líquida (x_i) determina la de la fase vapor (y_i) y viceversa (figura 1).

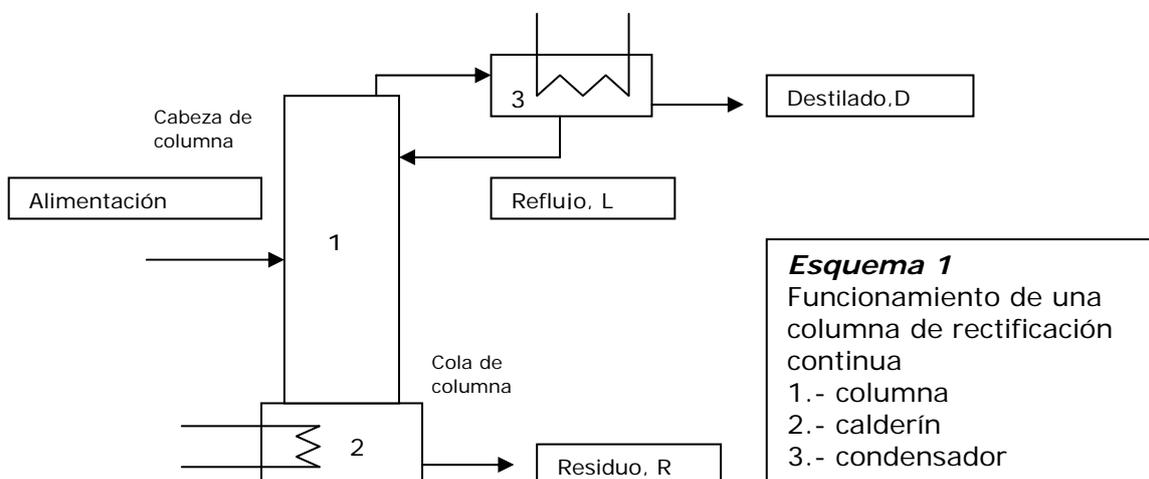
Figura 1.- Diagrama de equilibrio T-composición



Sistemas de destilación con enriquecimiento de vapor

En una *destilación con enriquecimiento de vapor* (en contraposición a la *destilación simple*, en la que el vapor producido se extrae directamente), el vapor producido se enriquece en el componente más volátil, a medida que asciende en la columna, por contacto con el líquido descendente, procedente de la condensación en la parte superior de la columna (reflujo).

En una destilación con enriquecimiento de vapor industrial, conocida como *rectificación*, los componentes de una mezcla líquida se separan mediante vaporizaciones y condensaciones sucesivas de la misma a lo largo de la columna. El vapor (ver esquema 1) se genera en la caldera y asciende por la columna enriqueciéndose en el componente más volátil. El líquido, obtenido por condensación del vapor en la cabeza de la columna, desciende enriqueciéndose en el componente menos volátil, a lo largo de sucesivas etapas de equilibrio. La alimentación se suele añadir a una altura de columna en la que la composición del líquido coincida con la de la alimentación.



Existen dos tipos de columnas de rectificación: **columnas de pisos** (platos perforados, campanas de burbujeo...) o **columnas de relleno**. En estas últimas el contacto entre las fases líquido y vapor es continuo. El relleno debe cumplir algunas características fundamentales: presentar una elevada superficie que favorezca el contacto, ser fácilmente mojado por el líquido y no apilarse de forma compacta para que no interfiera en el movimiento del líquido descendente y el vapor ascendente a lo largo de la columna.

Factores que influyen en la separación de dos disolventes en una columna

- **Volatilidad relativa** de un componente respecto a otro (en mezclas ideales es el cociente entre las presiones de vapor de los dos componentes).
- **Razón de reflujo**: es la relación entre el caudal de líquido que se devuelve a la columna como reflujo (L, ver esquema 1) y el que se extrae como destilado (D).

$$\text{Razón de reflujo} = \frac{L}{L + D} \quad (4)$$

La razón de reflujo puede oscilar entre dos extremos: reflujo total (razón de reflujo=1, D=0) y reflujo cero (razón de reflujo=0, L=0).

Cuando una columna opera a **reflujo total**, todo el vapor que llega a la cabeza de la columna es condensado y devuelto a la columna. En estas condiciones el caudal de líquido que desciende es el máximo posible y se aprovechan los platos superiores de la columna para el contacto líquido-vapor, lo que lleva a la mejor separación posible entre componentes, aunque no se extrae ninguna fracción de destilado. Es útil para determinar la capacidad de la columna.

Cuando una columna opera a **reflujo cero**, el vapor que alcanza la parte superior de la columna y condensa en el refrigerante superior no es devuelto a la columna, si no que es recogido a través de la cabeza de columna. La capacidad de separación es mínima, puesto que no se aprovechan los platos superiores al no haber suficiente líquido de retorno, pero se extrae la máxima cantidad posible de destilado.

Normalmente una columna opera a un valor de razón de reflujo intermedio entre estos dos extremos.

- **Método de contacto:** en columnas de platos será mejor cuanto mayor sea la altura del líquido en cada plato, aunque aumentará la pérdida de carga a lo largo de la columna. En una columna de relleno sucede lo mismo. Un relleno mas compacto permite un mejor contacto pero aumenta la pérdida de carga.
- **Altura de la columna:** Evidentemente, cuanto mayor sea el número de pisos mayor será la capacidad de separación de la columna. Un piso en el que se alcanza el equilibrio entre el líquido y el vapor se denomina **piso teórico**. En la realidad nunca se da este caso, pues el número de pisos reales para conseguir una separación es siempre mayor que el número de pisos teóricos. Se define una **eficacia de piso** que indica el grado de aproximación al equilibrio:

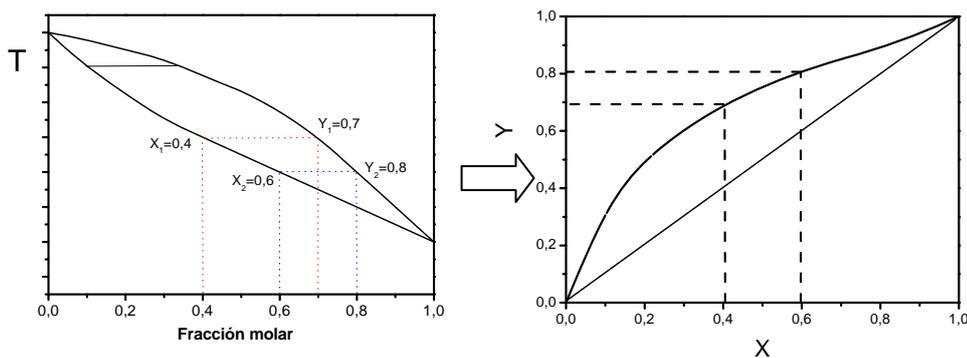
$$\text{Eficacia de piso} = \frac{\text{N}^\circ \text{ pisos teóricos}}{\text{N}^\circ \text{ pisos reales}} \quad (5)$$

En columnas de relleno se define la **altura equivalente de un piso teórico (AEPT)** que indica la altura de relleno necesaria para conseguir la misma separación que un piso teórico:

$$\text{Altura equivalente de piso teórico (AEPT)} = \frac{\text{Altura de la columna}}{\text{N}^\circ \text{ pisos teóricos}} \quad (6)$$

Cálculo gráfico del número de pisos teóricos en una columna

De forma simplificada, se puede calcular el número de pisos teóricos de una columna de rectificación mediante un método gráfico (**método de McCabe-Thiele**) sobre una representación del diagrama de equilibrio líquido vapor x-y, que se obtiene fácilmente a partir del más habitual diagrama de equilibrio de fases T-composición:



Con la columna de rectificación operando en reflujo total, se determina la composición de la fracción del destilado que se devuelve a la columna (cabeza de columna) y de la fracción de residuo (de la cola de columna). En el diagrama X-Y se van trazando escalones entre la diagonal del diagrama y la curva de equilibrio. Cada escalón se corresponde con un plato teórico (los platos reales serán probablemente mas porque nunca se alcanza el equilibrio total en un plato). En una columna de relleno, operando a reflujo total, se puede determinar también el número de platos teóricos y, a partir de la ecuación 6, la AEPT.

Ejemplo: dado el diagrama x-y de la figura adjunta, tras poner la columna a reflujo total, la composición del componente volátil en el destilado (cabeza de columna) es de $x=0,8$ y en el residuo (cola de columna) es de $x=0,2$. Para calcular el número de platos teóricos de la columna, se trazan escalones en sentido descendente, entre la curva x-y y la diagonal del gráfico (el sentido físico es que la composición del vapor de un piso es igual que la del líquido del piso superior) desde el punto $x=0,8$. En este ejemplo se obtienen 2 escalones completos y aproximadamente medio escalón mas (el corte con la vertical de $x=0,2$ está aproximadamente a la mitad del segmento horizontal del escalón), por lo que el número de platos teóricos de esta columna es de 2,5.

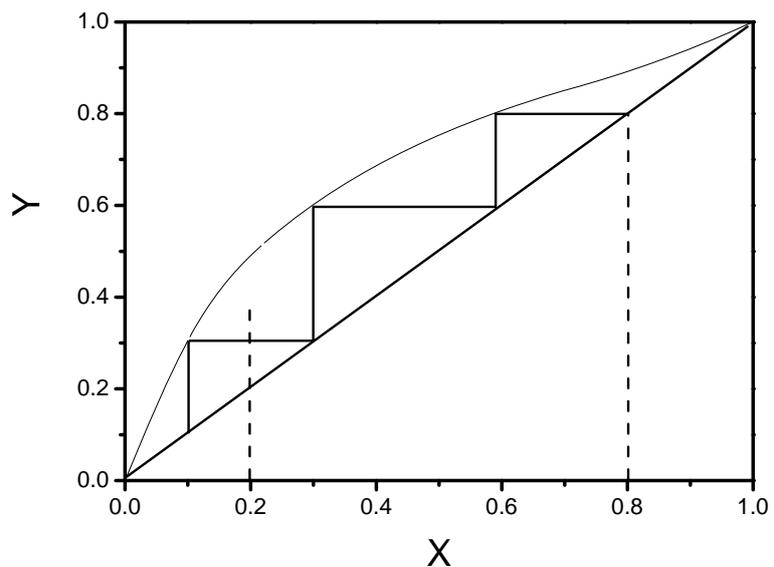


Figura 2.-
Método gráfico de
McCabe-Thiele

Cálculo numérico del número de platos teóricos

Existen muchos métodos de cálculo numéricos. El mas sencillo es el

método de Fenske, en el que se opera con los datos de la columna también a reflujo total. El número de platos se puede calcular mediante la ecuación:

$$\text{número de platos teóricos} = \frac{\log \left[\left(\frac{x_1}{x_2} \right)_D \left(\frac{x_2}{x_1} \right)_R \right]}{\log \alpha} - 1 \quad (7)$$

donde "x" e "y" son las fracciones molares del líquido y el vapor, los subíndices "1" y "2" se corresponden respectivamente con el componente más volátil (el hexano en nuestro caso) y el menos volátil (el ciclohexano); "D" y "R" se corresponden con la muestra del destilado (cabeza de columna) y residuo (cola de columna) y "α" es la volatilidad media, que viene dada por:

$$\alpha = \sqrt{(\alpha_{12})_D (\alpha_{12})_R} \quad (8)$$

$(\alpha_{12})_D$ y $(\alpha_{21})_R$ es la volatilidad relativa del componente 1 respecto del componente 2 en destilado y residuo, y se calcula mediante la expresión:

$$\alpha_{12} = \frac{y_1/x_1}{y_2/x_2} \quad (9)$$

2.- Parte experimental.

a) Descripción del equipo

La columna de rectificación utilizada en esta práctica (ver figura 3) consta de una manta calefactora donde se encuentra el matraz que contiene la mezcla de hexano-ciclohexano; el matraz está unido a la cola de columna donde está situado un termómetro para medir la temperatura en la cola de columna y una llave que permite extraer fracciones de líquido. A continuación se **encuentra la columna de relleno, de 75 cm de altura**, con un relleno de varilla de vidrio cilíndrica y hueca de 4 mm de diámetro aproximado y 6 mm de longitud. El relleno no puede verse porque todo el sistema se encuentra aislado térmicamente con lana de vidrio recubierta de lámina de aluminio. En la cabeza de columna hay situado otro termómetro y otra llave. De este modo, tanto en la cabeza de columna como en la cola de columna se pueden tomar muestras durante la realización del ensayo. Encima de la columna se encuentra el refrigerante que actúa a modo de condensador, en el que condensan los vapores procedentes de la columna

de relleno. Los refrigerantes auxiliares a la columna, situados debajo de las llaves superior e inferior, sirven para enfriar la fracción recogida y así evitar la evaporación de sustancias volátiles. El tubo de cloruro cálcico que se encuentra encima del refrigerante de condensación tiene como misión impedir la entrada de humedad en la columna. Como se puede observar en la figura 3, la principal diferencia con respecto a una columna de rectificación continua como la del esquema 1 es la ausencia de alimentación: toda la mezcla (aproximadamente 1000 ml de una mezcla 50:50 en volumen de hexano y ciclohexano) se encuentra en el matraz desde un principio.

La práctica se completa con un refractómetro donde se van a medir los índices de refracción (anexo II) de las muestras. El valor de los índices de refracción obtenidos nos servirán para conocer el porcentaje en volumen de cada uno de los componentes.

En un funcionamiento normal de la columna se debe observar, una vez alcanzado el estado estacionario, una condensación de líquido en el refrigerante superior y una caída de líquido también al matraz en el fondo. Es



normal que, a pesar del aislamiento empleado, la cabeza o parte superior de la columna está más fría que su base o fondo.

Si se observa formación de vapores en el exterior, la aparición de olores extraños, que la manta calefactora hecha humo o que la columna gotea por cualquier parte, avisar inmediatamente al profesor de prácticas.

LA MANTA DE CALEFACCIÓN ESTÁ INICIALMENTE APAGADA Y DEBERÁ APAGARSE DE NUEVO AL TERMINAR LA PRÁCTICA O, EN SU DEFECTO, CUANDO FALTEN 30 MINUTOS PARA LA FINALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS.

Figura 3.- Montaje de la columna de rectificación.

Consejo: La columna tarda tiempo en estabilizarse (apartado d). Es muy aconsejable ponerla en marcha antes de realizar ninguna operación. El diagrama de fases se puede representar mientras se espera que la columna alcance el estado estacionario (apartado b). Asimismo, el calibrado de la recta de índice de refracción (apartado c) debe hacerse mientras la columna se está estabilizando.

Para poner en marcha la columna, consultar el apartado d).

b) Obtención del diagrama de Equilibrio de Fases del sistema hexano-ciclohexano

A partir de los datos proporcionados en la siguiente tabla, construir el diagrama de equilibrio líquido-vapor de la mezcla hexano-ciclohexano. Para ello es necesario utilizar la ecuación de Raoult (fase líquida, ecuaciones 1 y 2) y la ley de Henry (fase vapor, ecuación 3). Completar con ellos la tabla 1 y la figura 1 en las hojas de resultados.

Temp. (°C)	P ^o _{hexano} (mm Hg)	P ^o _{ciclohexano} (mm Hg)
68,7	760	521,8
69	766,3	526,4
70	790,6	543,8
71	815,6	561,6
72	841,1	579,8
73	867,3	598,6
74	894,1	617,7
75	921,5	637,4
76	949,6	657,6
77	978,3	678,2
78	1007,7	699,4
79	1037,8	721,1
80	1068,6	743,3
80,7	1091,6	760

c) Construcción de la recta de calibrado del índice de refracción en función del porcentaje en volumen del hexano y del ciclohexano.

- Se mide el índice de refracción del hexano y ciclohexano puros, tal y como se indica a continuación (ver precauciones) para lo que debe usarse el refractómetro (se puede comparar los resultados con los presentados en la tabla de propiedades del hexano y el ciclohexano puros (apartado 3, reactivos y material). La base teórica sobre la determinación del índice de refracción se encuentra en un anexo a las prácticas. **Avisar al profesor ante cualquier duda. Tener precaución de utilizar siempre la pipeta indicada para cada disolvente, sin mezclarlas.** Además, se preparan 3 disoluciones de 10ml cada una, con distintos porcentajes en volumen de cada uno de los componentes de la mezcla. Se mide el índice de refracción

de cada una de las disoluciones preparadas. **Una vez medido el índice de refracción, la cantidad sobrante de la disolución se echará en la botella etiquetada “residuos de hexano/ciclohexano” (esto es aplicable a todas las muestras que se extraigan de la columna en próximos apartados).** Completar la siguiente tabla:

Disolución	Hexano (ml)	Ciclohexano (ml)	Fracción en volumen de hexano	Índice de refracción de la mezcla
1	0	10	0,0	
2	2	8	0,2	
3	5	5	0,5	
4	8	2	0,8	
5	10	0	1,0	

• Representar el índice de refracción frente al porcentaje en volumen de hexano en la mezcla. y representar los datos en la figura 2 de las hojas de resultados. Debe obtenerse una buena correlación lineal, es recomendable ajustar los datos a una recta mediante un método de cálculo por mínimos cuadrados (disponible en cualquier calculadora sencilla) para así poder interpolar cualquier dato fácilmente, aunque también es posible hacerlo gráficamente, pero con menor precisión. En cualquier caso si tenéis dudas preguntad al profesor

Precauciones:

➤ La preparación de las disoluciones se realiza extrayendo el líquido de las botellas con pipetas graduadas, **específicas para cada disolvente**. Los líquidos extraídos son vertidos en viales con tapón de rosca. El índice de refracción se mide tomando una pequeña muestra con una pipeta Pasteur y depositándola en la ventana del refractómetro. **Limpiar bien con papel las ventanas del refractómetro** entre una medida y otra. Operar del mismo modo para los compuestos puros.

➤ Si es necesario reutilizar la pipeta Pasteur con más de una mezcla, primero se vaciará por completo, llenándola una vez con la nueva mezcla, vaciándola y desechando este volumen, y llenándola de nuevo con la mezcla a analizar, que ahora si se puede depositar en la ventana del refractómetro. **Nunca utilizar agua para limpiar.**

d) Cálculo de la AEPT, operando a reflujo total

- Se abre el grifo del agua para que se refrigere la columna. **Esta parte la debe realizar el profesor de prácticas.**

- Se comprueba que las llaves laterales de la cabeza y cola de columna están cerradas, y que los tapones del matraz están perfectamente colocados, para que no se produzca ninguna pérdida de vapor durante el experimento.

- Se enciende la manta calefactora y se mantiene la potencia en la posición "5" del controlador. Aunque inicialmente no se observe nada, la disolución se está calentando, de modo que **no alterar en ningún caso el nivel de potencia, ni siquiera al principio. Si se sospecha de un mal funcionamiento de la manta calefactora, avisar al profesor.**

- Se considerará que el sistema se ha estabilizado, cuando las temperaturas no hayan variado durante unos cinco minutos (puede tardar en 30 y 45 minutos) y se observe un anillo de condensación en la parte inferior del condensador. Una vez estabilizada la columna a reflujo total, se toma una muestra o alícuota de la cabeza de columna y otra de la cola de columna.

- Se mide el índice de refracción de las dos alícuotas y se determina el % de hexano que contiene cada una de ellas, haciendo uso de la recta de calibrado.

- Realizar los cálculos que se indican en el apartado de resultados para obtener la AEPT.

Precauciones:

- La **alícuota de la parte inferior se toma abriendo la llave de la cola de la columna** durante un tiempo suficiente como para que caiga una pequeña cantidad de disolución. A continuación se cierra la llave. Al mismo tiempo, se coloca un embudo y un vial a la salida del refrigerante para recoger la muestra.

- La **alícuota de la parte superior** se recoge de la misma manera que la anterior, utilizando la llave de la cabeza de destilación, pero en este caso hay que **abrir también la llave que hay a la salida del refrigerante auxiliar. La función de esta llave es evitar que alguna gota de la disolución caiga en la manta calefactora, y siempre debe estar cerrada** excepto cuando se tomen muestras en viales.

e) Operación de la columna a reflujo cero

Esta parte de la práctica se realiza a continuación del apartado d).

- Se abre la llave situada en la cabeza de columna hasta la posición fijada por la marca de rotulador.
- Se toman 10 muestras consecutivas, siendo el tiempo de llenado del vial en cada una de ellas de 1 minuto, anotando la temperatura superior e inferior en cada caso al finalizar el período de llenado. Las muestras deben ser recogidas en viales que previamente hayan sido tarados junto con sus tapones (se pueden usar los mismos que para la determinación de la recta de calibrado, una vez vacíos y secos). Tras su llenado, los viales con las muestras deben permanecer cerrados hasta el momento de la determinación del índice de refracción.
 - Se cierra la llave de la cabeza de columna.
 - Se apaga la manta calefactora. ***En su defecto, se apagará la manta calefactora media hora antes de la finalización de la práctica, independientemente de que se haya realizado toda la práctica. No cerrar el grifo de agua del refrigerante. Avisar al profesor de prácticas.***
- Se pesan los viales con el líquido y se mide el índice de refracción de cada una de las 10 muestras. Completar la tabla que figura en el capítulo de resultados con ayuda de la recta de calibrado.

3.- Reactivos y Material

Reactivos

Hexano y ciclohexano. Sus propiedades son:

Disolvente	T _{eb} (°C)	Índice refracción (25 °C)	Densidad (25 °C)
Hexano	68,7	1,3723	0,6548
Ciclohexano	80,7	1,4235	0,7739

Material

- Manta calefactora con control de potencia
- Columna de rectificación con refrigerante y llaves de extracción de líquido.
- Relleno (anillos Raschig)
- Matraz de tres bocas con 2 litros de capacidad.

- Termómetros
- 2 viales con rosca
- 10 viales con tapón de plástico
- Pipetas graduadas
- Pipeta Pasteur
- Refractómetro
- Balanza
- Cronómetro
- Algodón

4.- Medidas de seguridad y vertido de residuos.

Se tomarán las medidas de seguridad generales descritas al inicio de este "Guión de Prácticas".

Todas las muestras de disolución obtenidas de la columna serán vertidas en una botella de reciclado de hexano y ciclohexano. **NO ECHAR LOS DISOLVENTES POR LA PILA. Preguntar al profesor.**
No lavar el material y en ningún caso utilizar agua.

EXPERIMENTO 2: SEPARACIÓN DE HEXANO Y CICLOHEXANO UTILIZANDO UNA COLUMNA DE RECTIFICACIÓN

Nombre y apellidos del coordinador:

Nombre y apellidos de los otros miembros del equipo:

Grupo de laboratorio:

Fecha de realización de la práctica:

TABLA 1: DETERMINACIÓN DE LOS DATOS NECESARIOS PARA EL DIAGRAMA DE FASES

Suponer que la presión del laboratorio es de 760 mm Hg

Temp. (°C)	P° _{hexano} (mm Hg)	P° _{ciclohexano} (mm Hg)	(X _{hexano}) _{eq}	P _{hexano} (mm Hg)	(y _{hexano}) _{eq}
68,7	760	521,8			
69	766,3	526,4			
70	790,6	543,8			
71	815,6	561,6			
72	841,1	579,8			
73	867,3	598,6			
74	894,1	617,7			
75	921,5	637,4			
76	949,6	657,6			
77	978,3	678,2			
78	1007,7	699,4			
79	1037,8	721,1			
80	1068,6	743,3			
80,7	1091,6	760			

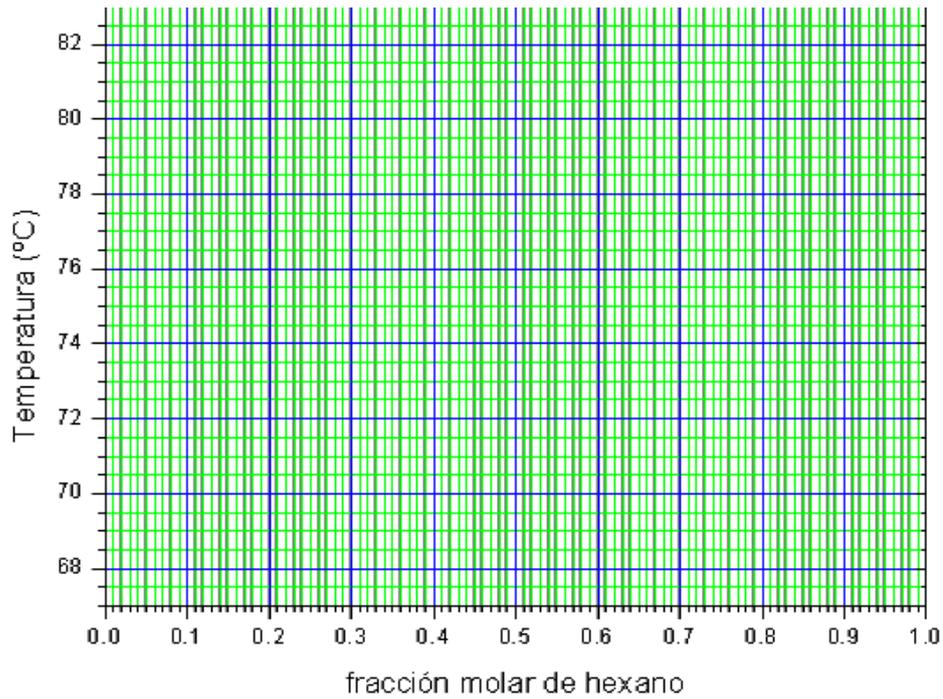


FIGURA 1: DIAGRAMA DE EQUILIBRIO DE FASES LÍQUIDO-VAPOR PARA EL SISTEMA HEXANO-CICLOHEXANO

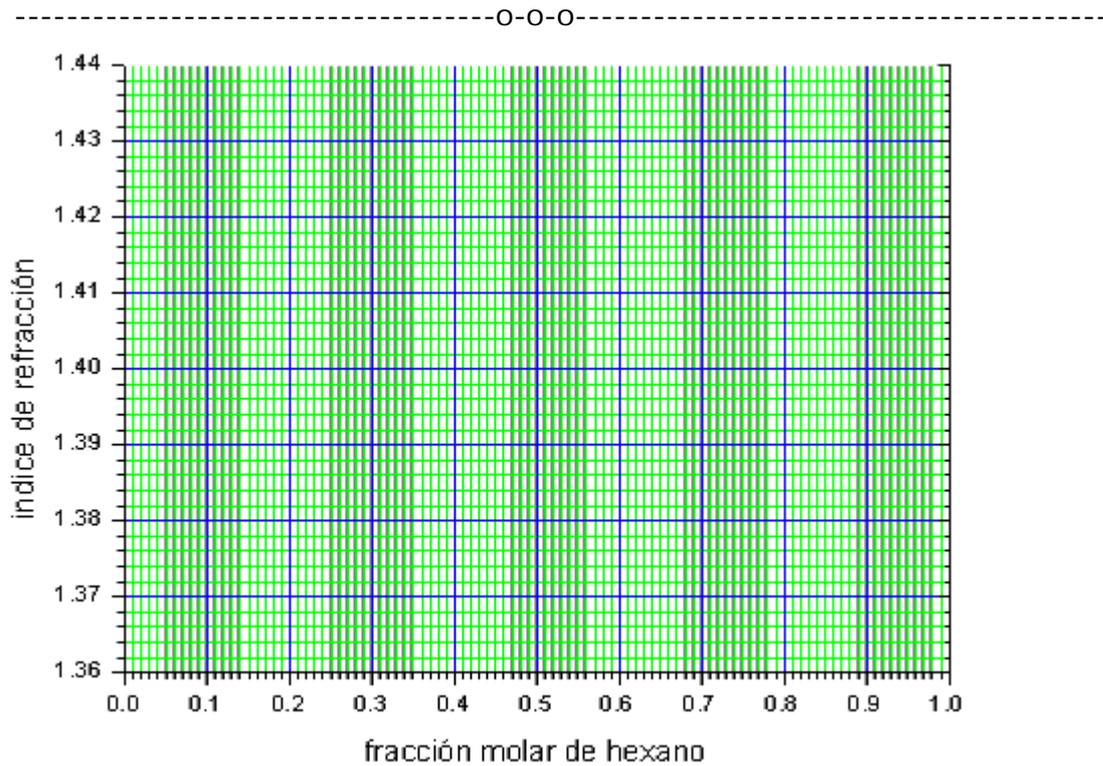


FIGURA 2: INDICE DE REFRACCIÓN vs. FRACCIÓN EN VOLUMEN DE HEXANO

Recta del ajuste lineal:

CALCULO DE LA ALTURA EQUIVALENTE DE PLATO TEÓRICO (AEPT) DE LA COLUMNA (REFLUJO TOTAL)

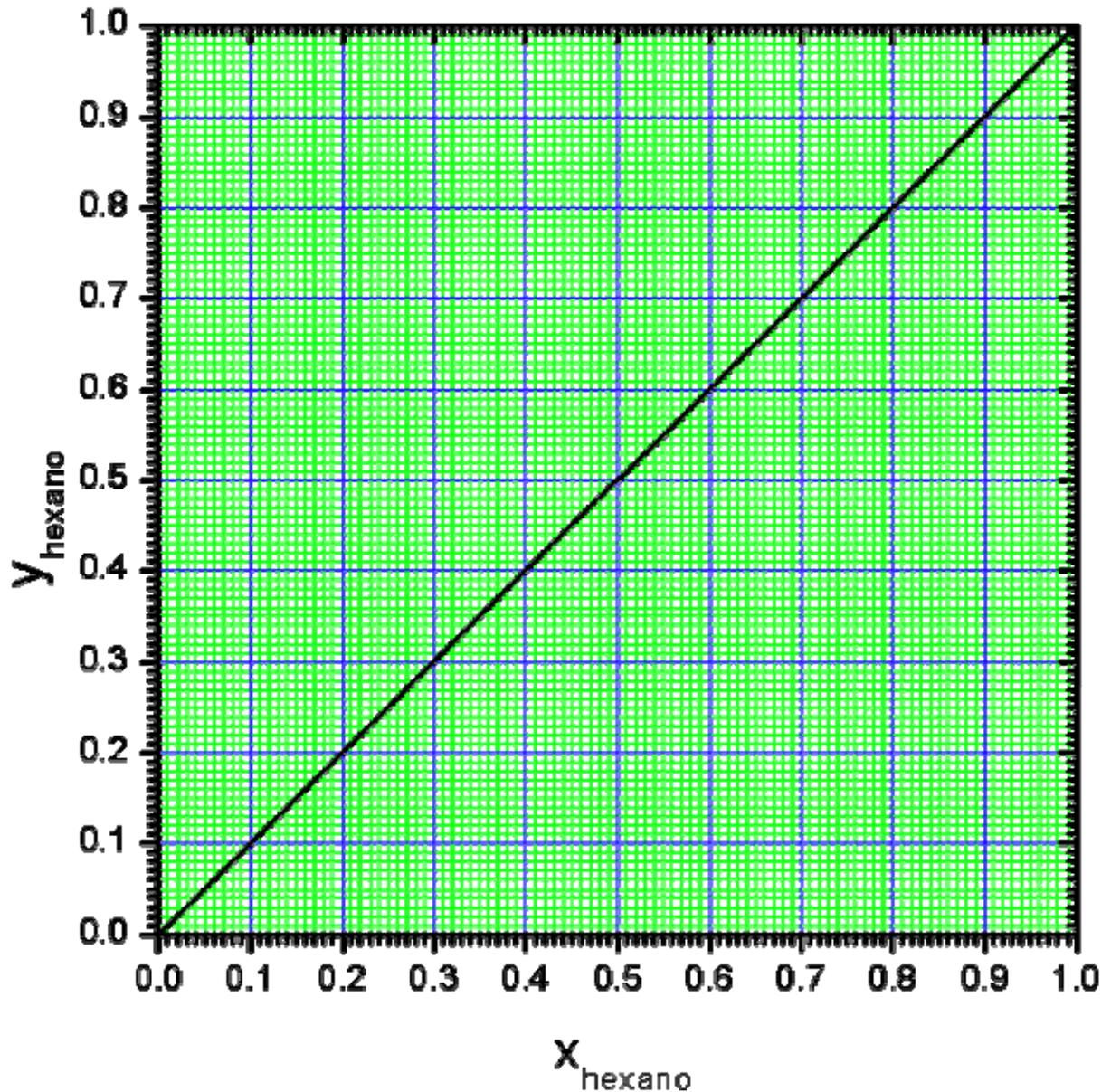
- **composición en la cabeza y la cola de la columna:**

Cabeza de columna: índice de refracción:

x_{hexano} :

Cola de columna: índice de refracción:

x_{hexano} :



- Representar, a partir del diagrama de equilibrio de fases T-composición obtenido, el diagrama de equilibrio x-y:
- Representar en la gráfica los valores de fracción molar de hexano en cabeza y cola de columna y trazar escalones de arriba hacia abajo entre la diagonal y la curva de equilibrio x-y. Si el último escalón corta

la fracción molar de hexano en la cola de columna sin coincidir, calcular la fracción del segmento horizontal que está antes del punto de corte, y ese dato se toma como valor fraccionario (con redondear a un decimal es suficiente). La altura equivalente de plato teórico se calcula a partir de la ecuación 6, **sabiendo que la altura de la columna es de 75 cm.**

Número de platos teóricos (método gráfico de McCabe-Thiele) =

AEPT =

calcular el número de platos teórico por el método numérico de Fenske utilizando las ecuaciones 7 a 9:

Cabeza de destilación	$X_{\text{hexano, D}} = x_1 =$	$(\alpha_{12})_D = (y_1/x_1)/(y_2/x_2)$	$\alpha = \sqrt{(\alpha_{12})_D (\alpha_{12})_R}$	
	$X_{\text{ciclohexano, D}} = x_2 =$	↓		
	(del diagrama de fases:)	$(\alpha_{12})_D =$		↓
	$Y_{\text{hexano, D}} = y_1 =$			$\alpha =$
	$Y_{\text{ciclohexano, D}} = y_2 =$			
Cola de destilación	$X_{\text{hexano, R}} = x_1 =$	$(\alpha_{12})_R = (y_1/x_1)/(y_2/x_2)$	Número de platos teóricos (ecuación 7)	
	$X_{\text{ciclohexano, R}} = x_2 =$	↓		
	(del diagrama de fases:)	$(\alpha_{12})_R =$		↓
	$Y_{\text{hexano, R}} = y_1 =$			
	$Y_{\text{ciclohexano, R}} = y_2 =$			

Número de platos teóricos (método de Fenske) =

AEPT =

Rellenar los datos de la siguiente tabla:

Muestra nº	Peso vial vacío (g)	Peso vial con muestra (g)	Peso muestra (g)	Índice refracción	x_{hexano}	T_{eb} (°C) en la cabeza de columna
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

CUESTIONES

1. Justificar si la columna es capaz de separar eficazmente la mezcla de dos disolventes utilizada.
2. Explicar el comportamiento en la fracción molar del destilado y la temperatura de ebullición en la cabeza de columna cuando la columna opera a reflujo cero.
3. ¿Por qué es siempre mayor la temperatura en la cola de la columna que en la cabeza de la columna?

(Continuad las respuestas en el anverso de esta hoja)