



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC
DIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

Manual de Prácticas de Fisicoquímica Cuarto semestre

INGENIERÍA BIOQUIMICA

Octubre, 2021



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



PRACTICA 1.	DETERMINACION DEL CALOR DE VAPORIZACION	1
PRACTICA 2.	PRESION DE VAPOR	9
PRACTICA 3.	EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR EN SISTEMAS BINARIOS	18
PRACTICA 4.	PROPIEDADES COLIGATIVAS EN SOLUCIONES	26
PRACTICA 5.	ADSORCION	32
PRACTICA 6.	AGENTES TENSOACTIVOS	41
PRACTICA 7.	EFEECTO DEL SURFACTANTE SOBRE UN SISTEMA DISPERSO	46
PRACTICA 8.	PREPARACION Y PURIFICACION DE SISTEMAS COLOIDALES	50



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	Ingeniería Bioquímica		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUIMICA		
NO. CRÉDITOS SATCA DE PRÁCTICA	3-2-5		
NOMBRE(S) DE LA(S) UNIDAD(ES) DE APRENDIZAJE	UNIDAD 1. EQUILIBRIO DE FASES		
TEMA(S)	“DETERMINACION DEL CALOR DE VAPORIZACION”		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Comprender las relaciones de equilibrio de fases, los modelos teóricos y su confrontación con la realidad.		
NO. DE PRACTICA	1	DURACION (HORAS)	6

ANTECEDENTES

Supongamos que tenemos un sistema formado por una fase líquida y una fase vapor de una determinada sustancia pura y que ambas fases se encuentran en equilibrio, es decir que el número de moléculas que abandonan el líquido y retornan a él por unidad de tiempo es el mismo. Existe una ecuación diferencial que se puede aplicar a todos los equilibrios de fase y que se conoce como ecuación de Clapeyron. En el caso particular de un equilibrio líquido-vapor, si se trabaja a una temperatura alejada de la temperatura crítica, temperatura a partir de la cual ya no existen diferencias entre líquido y vapor, se puede suponer que el volumen de la fase gas es mucho mayor que la de la fase líquida. Además si la presión de vapor no es muy alta, podemos suponer que la fase vapor se comporta como un gas ideal y cumple la relación $P V = nRT$. Cuando se imponen ambas condiciones a la ecuación de Clapeyron se obtiene la ecuación de Clausius-Clapeyron.

$$\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\Delta H_v}{RT^2} \quad (1)$$

donde :R es la constante de los gases ideales, T la temperatura absoluta del sistema, P la presión de vapor y ΔH_v la entalpía o calor de vaporización molar de la sustancia.

Presión de vapor es la presión ejercida por el vapor saturado que está en equilibrio con



el líquido a una temperatura dada; su valor depende de la naturaleza del líquido y la temperatura (a medida que aumenta la temperatura, aumenta la presión de vapor). Entalpía de vaporización es la energía que hay que comunicar a las moléculas de la fase líquida para que pasen a la fase gas. La integración indefinida de la Ecuación (1) bajo la suposición de que ΔH_v es constante en el intervalo de temperaturas y presiones de trabajo, da como resultado:

$$\ln P = -\frac{\Delta H_v}{RT} + Const \quad (2)$$

Si, efectivamente, ΔH_v fuera constante, la representación gráfica de $\ln P$ frente a $1/T$ debería ser una línea recta con pendiente $-\Delta H_v / R$. En ese caso, determinando la pendiente se puede calcular ΔH_v . Para construir la gráfica es necesario determinar la presión de vapor del líquido a diferentes temperaturas. Esto se puede hacer de forma sencilla realizando experimentos en los que el líquido se lleva a ebullición. Dichos experimentos se basan en el hecho de que el líquido alcanza el punto de ebullición cuando la presión de vapor es igual a la presión externa impuesta sobre el líquido. De este modo, si se fija la presión externa, se calienta el líquido, y se mide la temperatura cuando éste comience a ebullición tendremos datos de la temperatura y la presión de vapor correspondiente (ya que ésta no será más que la presión externa impuesta experimentalmente).

El objetivo de la presente práctica es aprovechar la relación entre P , T y ΔH_v para determinar valores de entalpía de vaporización molar midiendo puntos de ebullición a presiones por debajo de la atmosférica.

PREGUNTA GENERADORA

- 1) Se espera que con el aumento de la temperatura, también se incremente la presión de vapor.
- 2) La entalpía de vaporización se puede determinar mediante la ecuación de Clausius-Clapeyron.
- 3) Los valores de la entalpía de vaporización son mayores para líquidos asociados (polares), en relación con los líquidos no asociados o poco asociados (no polares).

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Instrumentación

Cada grupo dispone de un montaje experimental como el que aparece en la Figura 1.



El aparato consta de:

- una bomba de vacío.
- un manómetro de mercurio abierto en un extremo y conectado por el otro extremo al interior del sistema para medir la diferencia de presión del sistema con la presión atmosférica.
- un sistema que conectan todos los elementos del montaje.
- unas trampas para evitar que el vapor generado pueda pasar por accidente a la bomba o al manómetro.
- una llave que conecta la bomba de vacío al sistema.
- una llave para dejar pasar aire del exterior al sistema y así variar la presión de éste
- una manta calefactora.
- un matraz de fondo redondeado que contiene el líquido puro al que se le quiere determinar la entalpía de vaporización.
- un termómetro de mercurio para medir la temperatura del sistema.
- un serpentín conectado al grifo de agua y que se utiliza para enfriar el vapor generado, condensarlo y que regrese al matraz.

Modo de operación

1. Cerrar la llave que conecta el sistema al exterior para aislarlo de éste y abrir la llave que conecta la bomba de vacío al sistema.
2. Abrir el grifo para que circule agua por el serpentín refrigerante.
3. Encender la bomba de vacío hasta alcanzar el máximo vacío. En ese instante la diferencia de altura entre las dos ramas del manómetro ya no aumentará más. Entonces se puede cerrar la llave que conecta la bomba al sistema y apagar la bomba.
4. Conectar la manta calefactora que contiene el matraz, regulando con el



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



correspondiente mando para que el calentamiento no sea brusco.

5. Comprobar que aparece un burbujeo constante en el seno del líquido, lo que indica que se ha alcanzado el punto de ebullición.
6. Leer la temperatura de ebullición correspondiente una vez que el termómetro esté estabilizado (durante los cambios de fase, en este caso la ebullición de un líquido, la temperatura se mantiene constante). Tomar nota de la diferencia de altura entre las ramas del manómetro (mm de mercurio), lo que constituye una medida de la presión del sistema relativo a la presión atmosférica.
7. Aumentar ligeramente la presión del sistema. Para ello se abre la llave correspondiente, se deja pasar un poco de aire y se cierra enseguida. Se comprobará que las dos ramas del manómetro se acercan, disminuyendo por tanto la diferencia de altura, y que el líquido deja de burbujear ya que al aumentar la presión aumenta la temperatura de ebullición.
8. Repetir el proceso de calentamiento hasta que se produzca de nuevo la ebullición y tomar los nuevos datos de temperatura y presión (es decir la nueva diferencia de altura entre las ramas del manómetro).
9. Repetir el proceso descrito en los puntos 7 y 8 hasta llegar a la presión atmosférica (las dos ramas del manómetro estarán igualadas en el cero).
10. Medir el valor de la presión atmosférica con un barómetro que a tal efecto debe haber en el laboratorio.

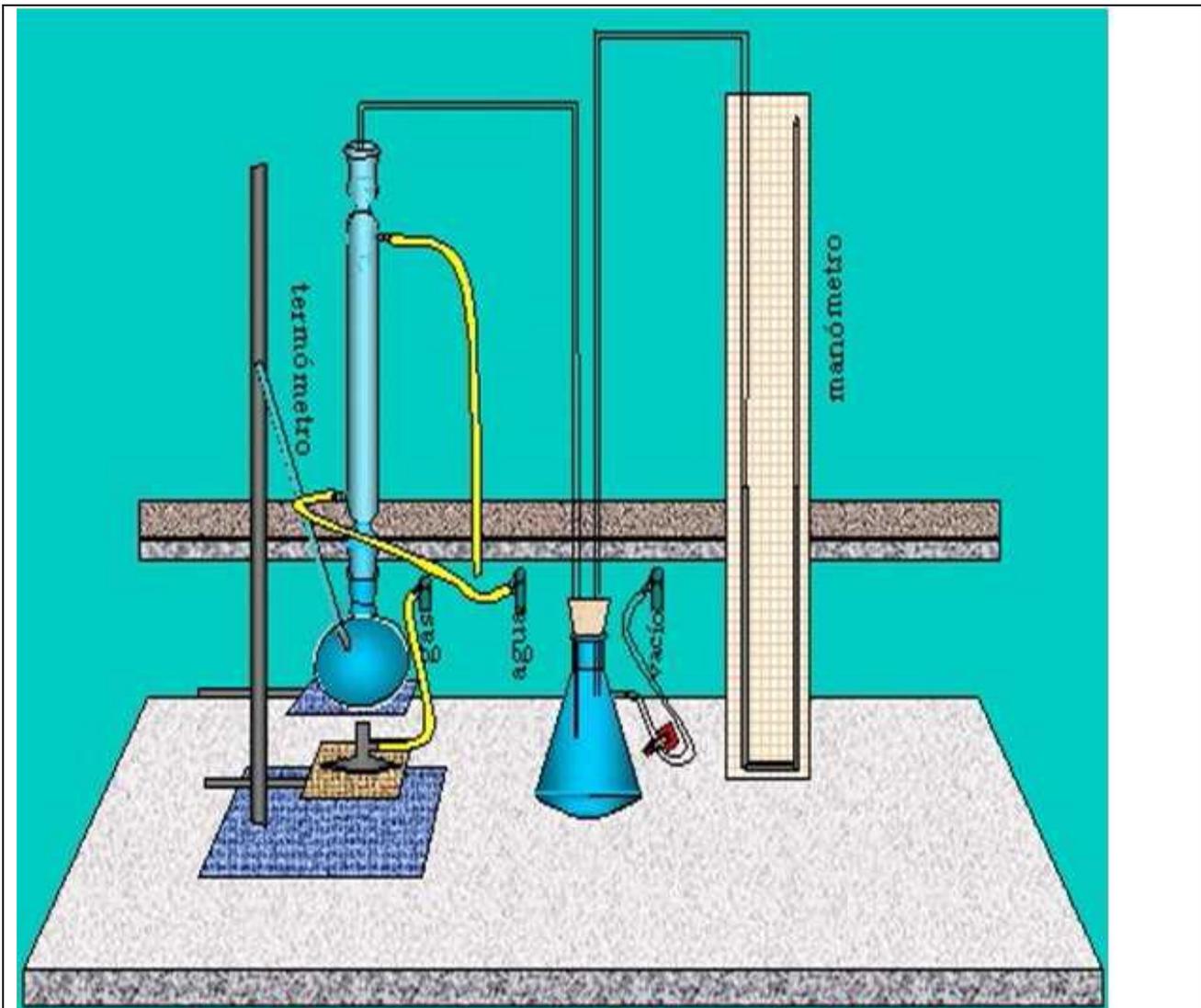


Figura 1

EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

Tabla de resultados, gráficos generados, memoria de cálculo, informe final, Cuestionario



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



INSTRUMENTO DE EVALUACION (RUBRICA, LISTA DE COTEJO, ETC.)

Interpretación verbal de resultados, Informe final
VER ANEXO.

BIBLIOGRAFIA

No.	Autor / Año	Título	Editorial / Edición
1	Smith J. M., Van Ness H. C. y Abbott M. M. 2003	Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química.	McGraw-Hill 7ª edición
2	Himmelblau D. M. 1996	Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering. Sección 3.3 y 4.4.2	Prentice-Hall 5ª edición
3	Laidler J. K. y Meiser J. H. 1997	Fisicoquímica Sección 5.2	CECSA 3ª edición
4	Poling B. E., Prausnitz J. M. y O'Connell J. P. 2001	The Properties of Gases and Liquids.	McGraw-Hill 5ª edición.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



Cuestionario

- 1.- En general, para una presión fija ¿por qué los líquidos no polares hierven a menor temperatura que los líquidos polares?
- 2.- ¿Qué comportamiento en la temperatura esperaría con el aumento de la presión?
- 3.- ¿Cuántos grados de libertad tiene el sistema de un componente puro con equilibrio líquido – vapor?
- 4.- ¿Cuántas veces es mayor el volumen específico del vapor saturado en relación con el volumen específico del líquido saturado?
- 5.- ¿La ecuación de Clausius y Clapeyron puede describir correctamente el equilibrio líquido – vapor a presiones moderada y alta?
- 6.- ¿Qué unidades tiene la pendiente de la gráfica de $\ln P$ contra $1/T$?



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



Indicador	Descripción	Mal	regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Presentación	Se evalúa orden y limpieza					
Contenido	-Caratula -Introducción -Marco teórico -Metodología -Materiales y reactivos -Resultados y análisis de resultados -Conclusiones -Bibliografía					
Fundamentos teóricos	-Consulta de fuentes de información (libros, revistas,internet)					
Presentación escrita de resultados	Uso de tablas y/o graficas representativas del experimento					
Conclusiones	Capacidad de argumentación a partir de los resultados obtenidos					

RUBRICA DE EVALUACION.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	INGENIERIA BIOQUIMICA		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUIMICA		
No. CREDITOS SATCA DE	3-2-5		
NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	UNIDAD 1. EQUILIBRIO DE FASES		
TEMA	"PRESIÓN DE VAPOR"		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Comprender las relaciones de equilibrio de fases, los modelos teóricos y su confrontación con la realidad.		
NO. DE PRACTICA	2	DURACION (HORAS)	6

ANTECEDENTES

La presión de vapor saturada de una sustancia es la presión adicional ejercida por las moléculas de vapor sobre la sustancia y sus alrededores en condiciones de saturación. Un líquido se evapora cuando las moléculas logran escaparse de su superficie; en su movimiento por encima del líquido chocando con las demás moléculas difundándose en un sistema abierto o interactuando con las paredes del recipiente en un sistema cerrado, en este caso algunas chocan con la superficie del líquido y se unen a él.

Cuando la velocidad de evaporación es igual a la velocidad de condensación el sistema se encuentra en equilibrio. La presión de vapor de un líquido es esa fuerza con la cual las moléculas del líquido se mueven y aumenta a medida que lo hace la temperatura.

La evaporación de los líquidos y el fenómeno de la presión de vapor pueden explicarse mediante la teoría cinética molecular. La evaporación tiene lugar cuando las moléculas de alta energía situadas en la superficie del líquido se separan de las moléculas vecinas y escapan a la fase gaseosa. Un líquido volátil es aquel en el que existe una atracción muy pequeña entre las moléculas. Debido a esta débil atracción intermolecular, una gran parte de ellas poseen energía suficiente para escapar del líquido, con lo que puede tener lugar la evaporación a temperatura ambiente.

Esta presión es conocida como presión saturada de vapor del líquido correspondiente. En tanto se mantiene esta, el líquido no exhibe más tendencia a evaporarse, pero a una presión menor hay una nueva transformación hacia la fase de gas, y otra más elevada se



verifica una condensación, hasta restablecer la presión de equilibrio.

Para un líquido cualquiera la vaporización va acompañada de absorción de calor y la cantidad de este, para una temperatura y presión dadas, requeridas para calentar cierto peso de líquido se conoce con el nombre de calor de vaporización y es la diferencia de entalpía de vapor y líquido, esto es, $\Delta H_v = H_r - H_l$, donde ΔH_v es el calor de vaporización y H_r y H_l las entalpías de vapor y de líquido.

En una evaporización ΔH_v es positiva siempre, mientras que en una condensación es negativa y numéricamente igual al calor absorbido en la vaporización. Como cabe esperar la definición de ΔH ; ΔH_v es la diferencia entre la energía interna del vapor y del líquido $\Delta E_v = E_v - E_l$ y el trabajo de expansión en el cambio de fase; es decir

$$\Delta H_v = \Delta E_v + P \Delta V_v$$

donde P es la presión de vapor y $\Delta V_v = V_v - V_l$

Hay varios procedimientos de medir la presión de vapor de un líquido que se clasifican en estáticos y dinámicos. En los primeros se deja que el líquido establezca su presión de vapor sin que haya ningún disturbio, mientras que en los dinámicos el líquido hierve o se hace pasar una corriente inerte de gas a través del mismo.

La línea de separación entre esos métodos no es muy clara siempre, y un procedimiento particular es a veces, una combinación de los dos.

La presión ejercida por las moléculas de vapor en equilibrio con el líquido a una determinada temperatura se llama presión de vapor del líquido. La presión de vapor depende de la temperatura y de la clase del líquido, puesto que depende de la naturaleza de las interacciones entre las moléculas de la sustancia; un compuesto como el agua tiene una presión de vapor más baja que el éter porque las moléculas de agua tienen fuerzas de atracción intermolecular mayores que las moléculas del éter.

VARIACION DE LA PRESION DE VAPOR CON LA TEMPERATURA

La presión de vapor de un líquido, es constante a una temperatura dada, pero aumenta si lo hace la temperatura hasta el punto crítico del líquido. Es fácil de comprender el aumento de la presión de vapor teniendo en cuenta la teoría cinética.



Al aumentar la temperatura es mayor la porción de moléculas que adquieren la energía suficiente para escapar de la fase líquida, y en consecuencia se precisa mayor presión para establecer un equilibrio entre el vapor y el líquido. Por encima de la temperatura crítica la tendencia de escape de las moléculas es tan elevada que ninguna presión aplicada es suficiente para mantenerlas unidas en el estado líquido, y toda la masa persistente como gas.

Los líquidos formados por moléculas polares son menos volátiles y solamente una pequeña parte posee energía suficiente para librarse de esta fuerte atracción mutua.

PREGUNTA GENERADORA

La presión de vapor solo depende de la naturaleza del líquido y de su temperatura. A mayor temperatura mayor presión de vapor y viceversa. La presión de vapor de un líquido dado a temperatura constante será aproximadamente constante en el vacío, en el aire o en presencia de cualquier otra mezcla de gases.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

PROCEDIMIENTO DEL PROBLEMA 1

1. Mediante calentamiento selle un extremo del tubo de vidrio de 7 mm, dejando abierto el otro extremo.
2. Coloque el mercurio proporcionado dentro del vaso de p.p. de 50 ml
3. Mediante la jeringa coloque mercurio dentro del tubo sellado, casi a su totalidad, ¡tenga mucho cuidado con el manejo del mercurio porque es venenoso, use guantes de cirujano!
4. Deje el mercurio restante en el vaso de p.p. de 50 ml
5. Tape con el dedo índice (use guantes) el extremo abierto e invierta el tubo y sumérjalo ligeramente dentro del vaso de p.p. que contiene el mercurio restante, tal como se muestra en la figura 2.1 “barómetro” (sujete bien el tubo de vidrio por medio de un soporte universal).
6. Introduzca una o dos gotas de éter dentro del barómetro, haciendo uso para ello de una jeringa y del tubo en U, ello permitirá que suba éste hacia la parte superior de la columna de mercurio evaporándose. El espacio situado por encima del mercurio se satura rápidamente, es decir, se establece rápidamente un equilibrio entre la fase líquida y la fase gaseosa de la muestra, y la presión ejercida por el vapor es la que hace bajar la columna de mercurio. El descenso de la columna de mercurio indica directamente la presión de vapor de la muestra.
7. Mida la distancia que desciende el mercurio en el tubo y anótelos. $d =$ _____



mm

8. Efectué nuevamente todo este procedimiento partiendo del punto 2, de forma similar para los demás solventes.
9. Organice los datos obtenidos para cada solvente mediante una tabla.
10. Con los datos anteriores efectúe cálculos para la determinación de la presión de vapor de cada solvente, transformando los valores de mmHg a atm y Pa.

PROCEDIMIENTO DEL PROBLEMA 2

Una muestra de aire está contenida en una probeta graduada invertida, sumergida en un vaso de precipitado de 2 L. El agua es calentada hasta unos 80 °C y el gas contenido se satura de vapor de agua rápidamente a esta temperatura. La temperatura del baño de agua y el volumen de gas de la probeta deben anotarse. Se deja enfriar el baño de agua y se va leyendo la temperatura y el volumen de gas a intervalos de 2 °C. El número de moles de aire está siempre constante, pero el número de moles de agua presente en la fase gaseosa va a variar con la temperatura.

Sabiendo el número de moles de aire (n_{aire}) en la muestra gaseosa, la presión parcial de aire (P_{aire}) puede ser calculada a cada temperatura y la presión de vapor de agua (P_{agua}) puede ser obtenida por la diferencia entre la presión barométrica (P_{atm}) y la del aire.

El número de moles de aire en la mezcla se conoce de las medidas de volumen, temperatura y presión a temperaturas cercanas a 0 °C, donde el contenido de vapor de agua es menor del 1 % y por lo tanto podemos considerarlo despreciable. A continuación se enumeran paso a paso lo expresado en este párrafo.

1. Llenar con agua destilada una probeta graduada de 10 ml dejando un volumen libre de aproximadamente 2 ml, medido desde el borde. Cubrir el extremo con un dedo e invertir rápidamente introduciéndola en el vaso de precipitado de 2 L, que ha sido llenado previamente con agua, tal como se muestra en la figura 2.2.
2. Agregar más agua al vaso de 2 L si fuera necesario para que el gas dentro de la probeta quede totalmente cubierto de líquido. Luego calentar con un mechero de laboratorio hasta aproximadamente 80 °C. Nota: agitar (con cuidado) el agua del baño para evitar gradientes de temperatura.
3. Leer el volumen de aire con una aproximación de 0,1 ml y la temperatura del baño con una apreciación de 0,1 °C.
4. Una vez que llegó aproximadamente a 80 °C, retirar el fuego para permitir que el agua comience a enfriarse. A medida que el agua se va enfriando se deben ir tomando medidas de volumen y de temperatura a intervalos de 2 °C, hasta alcanzar 60 °C.
5. Al llegar a la temperatura de 60 °C, enfriar rápidamente el sistema quitando el agua



caliente y agregando hielo hasta que cubra toda la probeta. Medir a una temperatura de aproximadamente 3 °C, el volumen correspondiente.

6. Tener la información de la presión atmosférica en el laboratorio

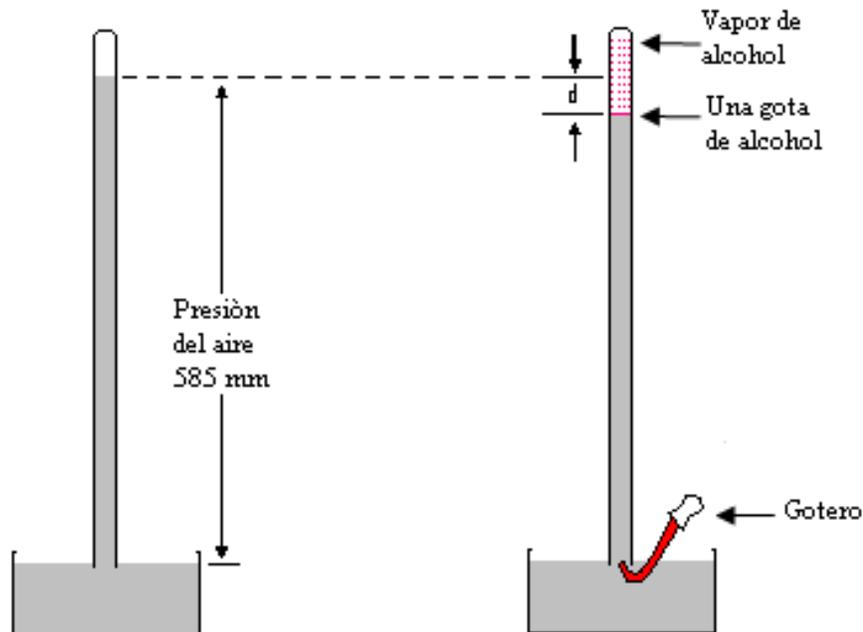


Figura 2.1 Barómetro para la determinación de la presión de un líquido.

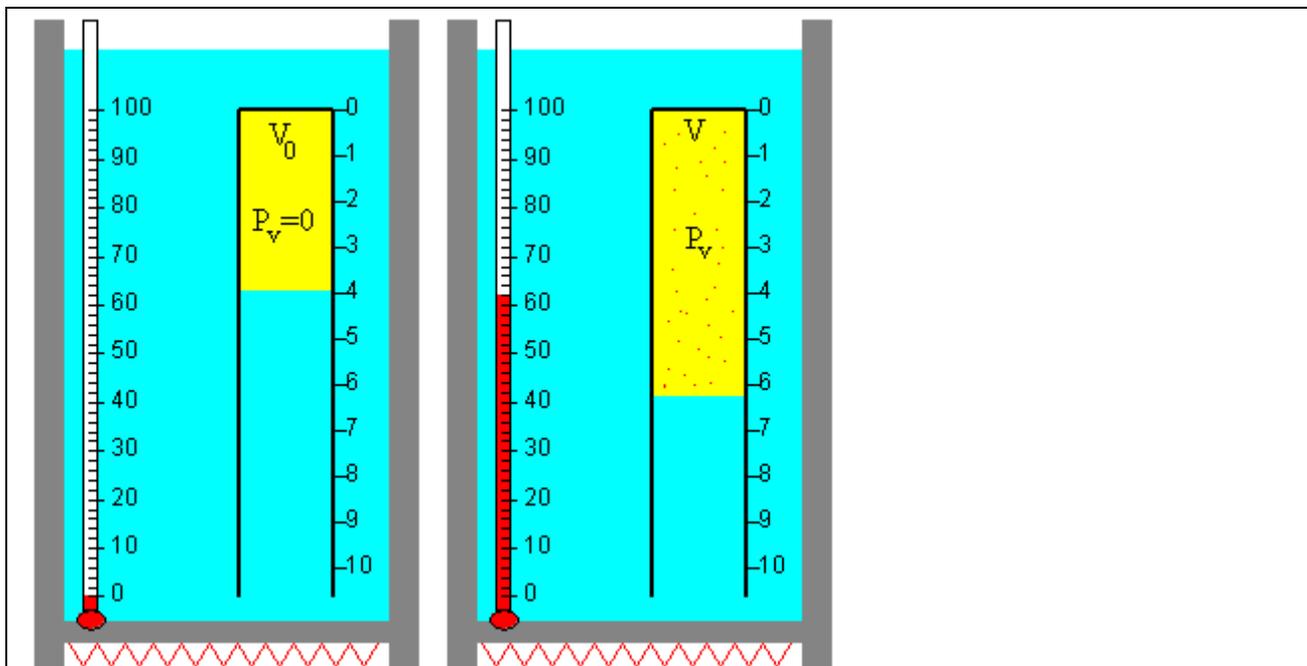


Figura 2.2 Dispositivo para determinación de presión de vapor a diferentes temperaturas.

Cálculos

1. El uso de una probeta graduada invertida de 10 ml, involucra un pequeño error sistemático debido a que el menisco de la interface vapor de agua-líquido está invertido. Se ha estimado que la introducción de volúmenes conocidos de aire en un cilindro lleno de agua, involucra un error de 0,2 ml si el cilindro está graduado hasta 10 ml, por lo tanto, en este caso todos los volúmenes deben ser corregidos restándoles 0,2 ml para compensar el error del menisco invertido.
2. Usando los valores medidos de volumen y temperatura del punto 5 y la presión atmosférica, calcular el número de moles de aire. Suponga que la presión de vapor de agua es despreciable comparada con la presión atmosférica a estas bajas temperaturas.

$$n_{\text{aire}} = \frac{P_{\text{atm}} V}{RT}$$

3. Para cada temperatura, calcule la presión parcial del aire en la mezcla de gases.

$$P_{\text{aire}} = \frac{n_{\text{aire}} RT}{V}$$



4. Calcule la presión de vapor de agua a cada temperatura y grafique en papel milimétrico

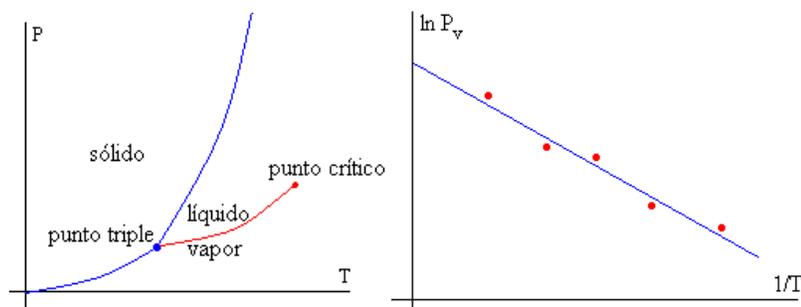
$$P_{\text{agua}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{aire}}$$

5.-Si no obtuvo en la gráfica una línea recta, linealizarla mediante algún método. ¡Asesórese con su profesor!

6.-Encuentre el valor de la presión de vapor de agua a 67°C usando el gráfico.

7.-Analice e interprete la gráfica

8.- Mediante discusión grupal analice su problema seleccionado.



EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

tabla de resultados, gráficos generados, memoria de cálculo, informe final

INSTRUMENTO DE EVALUACION (RUBRICA, LISTA DE COTEJO)

Interpretación verbal de resultados, informe escrito, cuestionario
VER ANEXO.

BIBLIOGRAFIA

1. KART C. ROLLE. TERMODINÁMICA. 6ª EDICIÓN, PEARSON PRENTICE HALL.
2. RUSSEL Y ADEBIYI. TERMODINÁMICA CLÁSICA. ADDISON WESLEY IBEROAME



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



RUBRICA DE EVALUACION

Indicador	Descripción	Mal	regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Presentación	Se evalúa orden y limpieza					
Contenido	-Caratula -Introducción -Marco teórico -Metodología -Materiales y reactivos -Resultados y análisis de resultados -Conclusiones -Bibliografía					
Fundamentos teóricos	-Consulta de fuentes de información (libros, revistas, internet)					
Presentación escrita de resultados	Uso de tablas y/o graficas representativas del experimento					
Conclusiones	Capacidad de argumentación a partir de los resultados obtenidos					



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



CUESTIONARIO

- 1.- Defina presión de vapor.
- 2.- Explique porque es importante especificar la temperatura a la que se mide la presión de vapor de un líquido.
- 3.- Explique que significa que el líquido y el vapor estén en equilibrio en un recipiente cerrado.
- 4.- Defina cada una de las variables involucradas en la ecuación de Antoine, y clausius-clapeyron.
- 5.- Mediante la ecuación de Antoine determine la presión que hay que alcanzar para que el agua ebulle a 20 °C.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	INGENIERIA BIOQUIMICA		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUIMICA		
No. CREDITOS SATCA DE	3-2-5		
NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	UNIDAD 1. EQUILIBRIO DE FASES		
TEMA	“EQUILIBRIO LIQUIDO-VAPOR EN SISTEMAS BINARIOS”		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Comprender las relaciones de equilibrio de fases, los modelos teóricos y su confrontación con la realidad.		
NO. DE PRACTICA	3	DURACION (HORAS)	6

ANTECEDENTES

Cuando dos líquidos se ponen en contacto mutuo, tres tipos de sistemas binarios pueden ser observados experimentalmente según el grado de miscibilidad de los líquidos Considerados:

- a) ambos líquidos son inmiscibles (Ej.: CS₂ y H₂O)
- b) ambos líquidos son parcialmente miscibles (Ej.: fenol y agua)
- c) ambos líquidos son miscibles en todas proporciones (Ej.: agua y etanol)

Este trabajo práctico trata del caso (c).

En el estudio de sistemas de líquidos miscibles, la **ley de Raoult**, la cual ha sido deducida a partir del comportamiento de las soluciones a bajas concentraciones, sirve de base para comprender el comportamiento que presentan estas mezclas. Esta ley establece que la presión de vapor de cada uno

de los componentes de la mezcla binaria puede ser expresada como:

$$P_A = x_A P_A^{SAT}$$

$$P_B = x_B P_B^{SAT}$$

Donde:

P_A^{SAT} P_B^{SAT} son las presiones de vapor de los componentes puros a la temperatura de trabajo; X_A , X_B son las fracciones molares de los componentes A y B en el líquido.



(Emplearemos Y_A y Y_B para referirnos a las fracciones molares en la fase gaseosa.)

Se define como solución ideal a aquella que se comporta según la ley de Raoult para cada uno de los componentes, en todo el rango de concentración. Los sistemas reales pueden presentar mayor o menor alejamiento del comportamiento ideal, según el grado de interacciones intermoleculares que existe en la fase líquida.

La Regla de las Fases

La regla de las fases establece que $V + F = C + 2$, donde V : *varianza o grados de libertad*: es el número mínimo de variables intensivas independientes necesario para especificar el estado intensivo de un sistema en equilibrio; F : *fase*: es toda porción homogénea de un sistema en equilibrio que presenta límites físicos definidos; y C : *número de componentes*: es el menor número de especies químicamente independientes necesario para describir la composición de cada fase de un sistema en equilibrio.

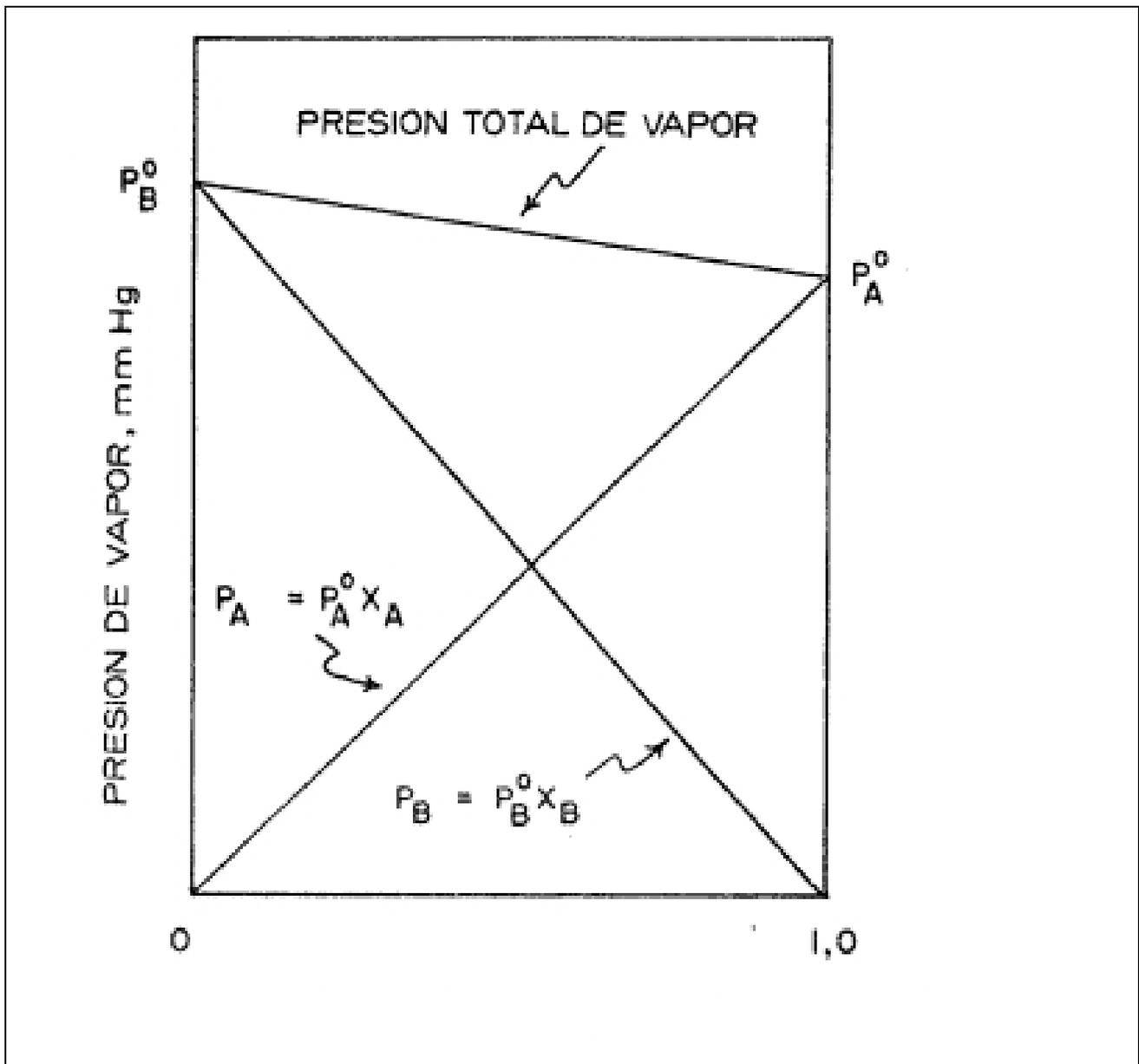
Como el número mínimo de grados de libertad es cero, el número máximo de fases $F_{\text{máx}} = C + 2$. Si el sistema es de dos componentes independientes resulta $F_{\text{máx}} = 4$. Por otra parte $F_{\text{mín}} = 1$, con lo que resulta $V_{\text{máx}} = 3$. La representación de su comportamiento debe hacerse entonces en un sistema de tres ejes coordenados que pueden corresponder respectivamente a presión, temperatura y composición.

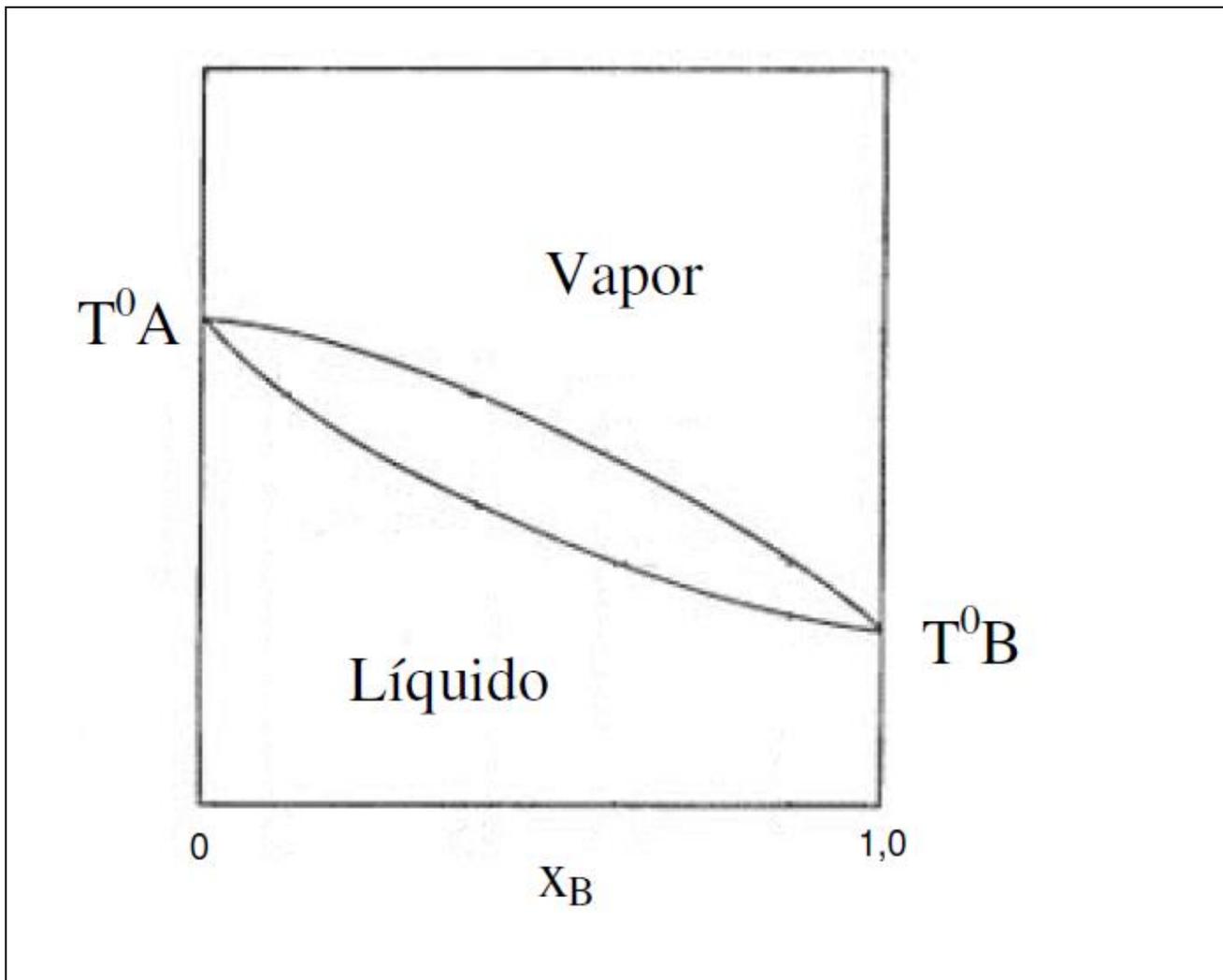
Si una de las variables anteriores se mantiene constante, se simplifica la representación que puede hacerse entonces en el plano. Por ejemplo $T = f(c)$ a presión constante o $p = f(c)$ a temperatura constante o $p = f(T)$ a concentración constante.

En el estudio de mezclas de dos líquidos miscibles se considera el equilibrio entre una fase líquida y su vapor, representando a T constante la variación de la presión total del vapor con la composición del sistema o a presión constante, la variación de la temperatura de ebullición del líquido con la composición del sistema. En las Figuras 1 y 2 se muestran los dos tipos de diagramas.

Estos diagramas corresponden a los casos más sencillos, es decir sistemas que cumplen con la ley de Raoult. En la bibliografía se pueden consultar otros detalles de este tipo de construcción para las llamadas desviaciones positivas y negativas de la idealidad.

El dispositivo experimental a emplear depende del tipo de diagrama a construir. En lo que sigue discutiremos la construcción de los diagramas de T vs. composición a presión constante.





PREGUNTA GENERADORA

Al estudiar el equilibrio líquido-vapor de este sistema de dos líquidos totalmente miscibles. Y al Construir la curva de temperatura de ebullición-composición se cumplirá o no con la ley de Raoult.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Para la construcción de diagramas como el indicado en la Figura 2 se requiere la determinación de la composición del líquido y su vapor en equilibrio a la temperatura de ebullición del sistema.

Aunque existen distintos tipos de dispositivos para el estudio de equilibrios de una mezcla líquida binaria con su vapor, Básicamente el equipo consta de un balón B, donde se coloca la muestra a destilar. El calentamiento se realiza internamente mediante una



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



resistencia R, conectada a una fuente de corriente que permite regular externamente la velocidad de calentamiento.

El vapor destilado se condensa en un condensador C y se lo recoge en un vaso colector V, que se halla conectado a B mediante un tubo T conectado a la atmósfera. Este equipo permite un flujo permanente de vapor condensado en el líquido y a través de este se establece un equilibrio dinámico entre el líquido y el vapor. Si el vapor no retornase al balón B, la composición del líquido variaría continuamente y con ella la temperatura de ebullición del mismo.

Una vez establecido el equilibrio, que se manifiesta por la constancia de la temperatura leída en el termómetro (T_e), mediante abertura de las llaves L1 y L2 se toman cantidades representativas del líquido

y del condensado cuyas composiciones deberán determinarse mediante el empleo de alguna técnica conveniente. En la práctica emplearemos la refractometría como técnica para la determinación de composición.

El sistema a emplear es el constituido por la mezcla acetona-benceno. La muestra acetona/benceno se

carga por la parte superior del equipo. Se cierra el mismo, colocando el termómetro aproximadamente en la mitad de la camisa, a través de la cual asciende el vapor. Se conecta la corriente y se hace circular por la resistencia de calentamiento una intensidad de aproximadamente 1 ampere. La intensidad de corriente se regula mediante un Variac y su valor se lee en un amperímetro. El vapor asciende por el cuello del balón en cuya parte superior hay un tapón esmerilado y a través de la abertura se desaloja el aire presente entre la camisa y la pared del balón. Al iniciar el calentamiento se

debe retirar el tapón esmerilado (D). Cuando los vapores han ascendido hasta la parte superior, hecho evidenciado porque el anillo de condensación llega hasta ella, se repone el tapón y se deja destilar. El vapor se condensa y se lo recoge en el balón colector a la salida del condensador, dejando que el condensado retorne al balón. La destilación se mantiene hasta que la temperatura indicada en el termómetro sea estable (aprox. 30 minutos). Una vez alcanzado el equilibrio se lee la temperatura en el termómetro y se procede rápidamente y con mucha precaución a tomar las muestras del líquido y del condensado.

Importante: Los recipientes en los cuales se recogen las muestras deben mantenerse en baño de hielo para evitar que se produzcan evaporaciones inconvenientes.

Para la toma de muestra, se abre con mucho cuidado una llave por vez y se descarga unos pocos mililitros de líquido. Se cierra rápidamente el frasco con la muestra y se la mantiene en el baño de hielo hasta la determinación de la composición.

Mediante una jeringa, se toma una porción del líquido recogido y se la coloca entre los prismas del refractómetro de ABBE. Se lee el índice de refracción de la muestra y con ese dato se determina la composición de la mezcla, haciendo uso del gráfico a construir con los datos de la Tabla I. Finalizada la determinación de las composiciones de ambas fases



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



se descarga el equipo y se los vuelve a cargar con una nueva solución de acetona/benceno.

EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

tabla de resultados, gráficos generados, memoria de cálculo, informe final

INSTRUMENTO DE EVALUACION (RUBRICA, LISTA DE COTEJO, ETC.)

Interpretación verbal de resultados, informe escrito, cuestionario
VER ANEXO.

BIBLIOGRAFIA

Othmer: Ind. Eng. Chem. 20, 743 (1928)

Othmer: Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.) 4. 232 (1932)

CUESTIONARIO

- 1.- Diga cuál de los componentes cree que es el más volátil.
- 2.- ¿Cuál tendrá menor presión de vapor a 40°C?
- 3.- Esquematice el diagrama de fases p vs fracción molar de acetona en el líquido **suponiendo que la mezcla cumple con la ley de Raoult**. Marque en el mismo Cómo varían las presiones parciales de cada componente con la composición.
- 4.- Suponga que realiza una destilación simple de una mezcla de acetona y benceno. ¿Cuál será el componente más abundante en la primera fracción del destilado?
- 5.- Esquematice cualitativamente el diagrama de fases T vs fracción molar de acetona en el líquido y el vapor para una presión de 1 atm. Aplique la regla de las fases y diga qué fases hay presentes en cada región.
- 6.- ¿Qué significa que un sistema presente desviaciones positivas de La Ley de Raoult?
¿Y negativas?



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



Indicador	Descripción	Mal	regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
------------------	--------------------	------------	----------------	--------------	------------------	------------------



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



Presentación	Se evalúa orden y limpieza					
Contenido	-Caratula -Introducción -Marco teórico -Metodología -Materiales y reactivos -Resultados y análisis de resultados -Conclusiones -Bibliografía					
Fundamentos teóricos	-Consulta de fuentes de información (libros, revistas,internet)					
Presentación escrita de resultados	Uso de tablas y/o graficas representativas del experimento					
Conclusiones	Capacidad de argumentación a partir de los resultados obtenidos					

RUBRICA DE EVALUACION



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	Ingeniería Bioquímica		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUIMICA		
NO. CRÉDITOS SATCA DE PRÁCTICA	3-2-5		
NOMBRE(S) DE LA(S) UNIDAD(ES) DE APRENDIZAJE	UNIDAD 2. PROPIEDADES COLIGATIVAS		
TEMA(S)	"PROPIEDADES COLIGATIVAS EN SOLUCIONES "		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Aplicar las ecuaciones correspondientes para el cálculo del efecto de la variación de la concentración sobre las propiedades coligativas.		
NO. DE PRACTICA	4	DURACION (HORAS)	6

ANTECEDENTES

Se determinarán la masa molar relativa y la atomicidad del azufre (soluto) disuelto en naftaleno (solvente), obteniendo la temperatura de fusión de una solución que contiene masas conocidas de ambos componentes. A partir de la temperatura de fusión observada y conociendo la temperatura de fusión del solvente puro y su constante crioscópica es posible determinar la masa molar relativa del soluto. Por lo tanto, para determinar masas molares mediante la disminución de la temperatura de fusión, es necesario primero "calibrar" el solvente, determinando su constante crioscópica.

Para ello se obtiene la temperatura de fusión del naftaleno puro. Luego, se prepara una solución con masas conocidas de un soluto y del solvente elegido y se obtiene la temperatura de fusión de la solución. Con ambos valores de temperaturas de fusión se calcula el descenso crioscópico y, conociendo la molalidad del soluto, se determina la constante crioscópica del solvente. Se empleará p-nitrotolueno como soluto de masa molar conocida para calcular la constante crioscópica del naftaleno.

Se emplearán las siguientes ecuaciones:



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



$$\theta_c = \Delta T = T_{f\text{ sv.}} - T_{f\text{ sc.}} = K_f m_B$$

θ_c = descenso de la temperatura de fusión.

m_B = molalidad del soluto en solución.

$$K_f = \frac{\Delta T}{m_B}$$

K_f = constante crioscópica del solvente.

PREGUNTA GENERADORA

Como afecta la cantidad de soluto no volátil en cada una de las propiedades coligativas.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

A. Determinación de la temperatura de fusión del naftaleno puro

Pese con exactitud alrededor de 10,0 g de naftaleno en un tubo de crioscopia. Coloque el termómetro en el tubo y caliente el agua del vaso de precipitados. Tape la boca del tubo con papel de aluminio. Debe controlar que el nivel del agua sea tal que quede por encima del naftaleno que está en el interior del tubo y cuidar que la temperatura de la solución no sobrepase al límite superior de temperatura del termómetro. Una vez que el naftaleno ha fundido totalmente retire el mechero y deje que el sistema se enfríe gradualmente, mientras agita (con cuidado para no dañar el termómetro o el tubo). Lea la temperatura cada 15 segundos, comenzando a los 85 °C. Observe atentamente y anote la temperatura a la cual aparecen los primeros cristales (se notará un ligero enturbiamiento). Prosiga con las lecturas hasta que el sistema haya solidificado por completo. No descarte el contenido del tubo.

Grafique la temperatura en función del tiempo (curva de enfriamiento) en base a los datos medidos experimentalmente y determine la temperatura de fusión del solvente.



B. Determinación de la temperatura de fusión de la solución de p-nitrotolueno en naftaleno

Funda nuevamente el naftaleno, quite con precaución el termómetro y, cuidadosamente, coloque el p-nitrotolueno (0,20 a 0,25 gramos) sobre el naftaleno fundido (consultar al docente). Coloque nuevamente el termómetro y agite hasta que el p-nitrotolueno se haya disuelto.

Proceda con la técnica anteriormente descrita. Grafique la curva de enfriamiento de la solución y determine la temperatura de fusión de la misma.

Una vez finalizada la experiencia y antes de retirar el termómetro, funda la masa sólida y vierta la solución fundida sobre un papel.

C. Determinación de la temperatura de fusión del sistema azufre-naftaleno

Pese con exactitud aproximadamente 1,00 g de azufre pulverizado lo más finamente posible.

Pese nuevamente alrededor de 10,0 g de naftaleno, colóquelo en el tubo limpio y seco y proceda de manera análoga a lo realizado en el punto (B), reemplazando el p-nitrotolueno por la cantidad pesada de azufre.

Esta operación se realiza rápida y fácilmente si el azufre está finamente pulverizado, de lo contrario puede resultar muy dificultosa. En caso de ser necesario puede calentar el contenido del tubo a llama directa para elevar lo suficiente la temperatura, pero teniendo en cuenta las siguientes precauciones:

- el tubo debe ser de vidrio Pyrex y debe estar bien seco por fuera.
- retire con cuidado el termómetro de la solución durante el calentamiento a llama directa. Si se eleva la temperatura de la mezcla por encima de la máxima del termómetro de crioscopia usado puede provocarse la destrucción de éste.
- el naftaleno se pierde por sublimación con lo cual se producen variaciones en la concentración de la solución y, además, sus vapores son inflamables.

Una vez lograda la disolución completa del azufre, si ha efectuado el calentamiento a llama directa, coloque el tubo nuevamente en el baño de agua. Espere hasta que la temperatura medida en el baño sea de unos 80 °C y coloque cuidadosamente el termómetro dentro del tubo. Si observa cristalización de la solución, caliente en baño de agua, hasta lograr una solución transparente (no sobrepasar la máxima temperatura del termómetro).

Tome los datos para la curva de enfriamiento y determine la temperatura de fusión de la solución de acuerdo con las técnicas anteriormente descritas.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

tabla de resultados, gráficos generados, memoria de cálculo, informe final

INSTRUMENTO DE EVALUACION (RUBRICA, LISTA DE COTEJO, ETC.)

Interpretación verbal de resultados, informe escrito, cuestionario
VER ANEXO.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- G.R. Barrow. *Química Física*. Ed. Reverté. Barcelona. 1991.
- 2.- F. Daniels. *Curso de Fisicoquímica Experimental*, Mc-Graw Hill, Columbia. 1980.
- 3.- P. Ander, y A. Sonosa, *Principios de Química*, introducción a los conceptos teóricos, Ed. Limusa 1977, México.
- 4.- R. Chang, *Fisicoquímica con aplicaciones a sistemas biológicos*, Compañía Editorial Continental, S. A. De C. V. México, 1987.

Questionario

- 1.- Explique la forma que adopta la curva temperatura vs. tiempo para el enfriamiento de la solución de azufre en naftaleno y para el naftaleno puro. Indique qué porción de la curva se utiliza para determinar las temperaturas de fusión. Justifique.
- 2.- Al determinar la curva de enfriamiento de una solución suele suceder que la temperatura descienda primero, para luego aumentar y estabilizarse, ¿por qué?
- 3.- ¿Por qué en las curvas de enfriamiento obtenidas en el laboratorio es necesario extrapolar los datos para obtener las temperaturas de fusión?
- 4.- ¿Qué condiciones deben cumplirse para aplicar el método crioscópico en la determinación de la masa molar relativa de una sustancia?
- 5.- ¿Qué tipo de error (por exceso o por defecto) se comete en la determinación de la masa molar relativa del azufre si:
 - ¿la constante crioscópica real es mayor que la medida experimentalmente?



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



Indicador	Descripción	Mal	regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
-----------	-------------	-----	---------	-------	-----------	-----------

- ¿la disolución del soluto no es completa?
- ¿durante la fusión se evapora parte del solvente?
- ¿el solvente está impurificado con un soluto no volátil?



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



Presentación	Se evalúa orden y limpieza					
Contenido	-Caratula -Introducción -Marco teórico -Metodología -Materiales y reactivos -Resultados y análisis de resultados -Conclusiones -Bibliografía					
Fundamentos teóricos	-Consulta de fuentes de información (libros, revistas,internet)					
Presentación escrita de resultados	Uso de tablas y/o graficas representativas del experimento					
Conclusiones	Capacidad de argumentación a partir de los resultados obtenidos					

RUBRICA DE EVALUACION



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	INGENIERIA BIOQUIMICA		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUIMICA		
No. CREDITOS SATCA DE	3-2-5		
NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	UNIDAD 3. "FENÓMENOS DE SUPERFICIE"		
TEMA	"ADSORCIÓN"		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	COMPRENDER LOS FACTORES DETERMINANTES DE LOS FENÓMENOS DE SUPERFICIE Y CÓMO SE MODELAN EN ALGUNOS SISTEMAS BIOLÓGICOS.		
NO. DE PRACTICA	5	DURACION (HORAS)	6

ANTECEDENTES

El fenómeno de adsorción fue desarrollado por Langmuir quien consideraba que la superficie del adsorbente contiene un número fijo de lugares de adsorción y cada lugar puede adsorber una sola molécula. No hay interacción entre las moléculas adsorbidas y el calor de adsorción es igual para todos los lugares independientemente de la fracción de superficie cubierta.

Quando un gas o vapor entra en contacto con una superficie sólida limpia, parte del mismo se une a la superficie en forma de una capa adsorbida. Al sólido generalmente se le llama el adsorbente y al gas o vapor el adsorbato. También puede ocurrir que tenga lugar una adsorción uniforme al seno del sólido y como no siempre se puede distinguir experimentalmente la adsorción y la absorción, se utiliza en muchos casos el término genérico porción para describir el fenómeno general de la toma de gases por sólidos.

En los procesos comerciales, el adsorbente generalmente tiene la forma de partículas pequeñas en el lecho fijo. El fluido se hace pasar por el lecho y las partículas sólidas adsorben componentes del fluido. Cuando el lecho está casi saturado, el flujo se



detiene y el lecho se regenera térmicamente o por otros métodos, de modo que ocurre una desorción. Así se recupera el material adsorbido (adsorbato) y el adsorbente sólido queda listo para otro ciclo de adsorción.

Entre las aplicaciones de la adsorción en fase líquida están la eliminación de compuestos orgánicos del agua o de soluciones orgánicas, la eliminación de impurezas coloreadas de sustancias orgánicas y la eliminación de diversos productos de fermentación de las descargas de los fermentadores. Las separaciones incluyen la de parafinas de compuestos aromáticos y la de fructuosa de glucosa utilizando zeolitas.

Las aplicaciones de la adsorción en fase gaseosa incluyen la eliminación de agua de hidrocarburos gaseosos, la de componentes azufrados del gas natural, la de disolventes del aire y de otros gases, y la de olores del aire.

Propiedades físicas de los adsorbentes

Cualquier sólido es capaz de adsorber una cierta cantidad de gas; la magnitud de la adsorción en el equilibrio depende de la temperatura, presión del gas y del área eficaz de la superficie del sólido. Los mejores adsorbentes son, por consiguiente, sólidos muy porosos, tales como carbón y gel de sílice (que tienen superficies internas grandes, de hasta $1000 \text{ m}^2/\text{g}^{-1}$) y los polvos muy finos.

Existen varios adsorbentes comerciales y algunos de los principales se describen en seguida. Todos se caracterizan por grandes áreas superficiales de los poros, que van desde 100 hasta más de $2000 \text{ m}^2/\text{g}$.

1. Carbón activado. Éste es un material microcristalino que proviene de la descomposición térmica de madera, cortezas vegetales, carbón, etc., y tiene áreas superficiales de 300 a $1200 \text{ m}^2/\text{g}$ con un promedio de diámetro de poro de 10 a 60 Å. Las sustancias orgánicas generalmente se adsorben con carbón activado.
2. Gel de sílice. Este adsorbente se fabrica tratando con ácido una solución de silicato de sodio y luego secándola. Tiene un área superficial de 600 a $800 \text{ m}^2/\text{g}$ y un promedio de diámetro de poro de 20 a 50 Å. Se utiliza principalmente para deshidratar gases líquidos y para fraccionar hidrocarburos.
3. Alúmina activada. Para preparar este material se activa el óxido de aluminio hidratado calentándolo para extraer el agua. Se usa ante todo para secar gases y líquidos. Las áreas superficiales fluctúan entre 200 y $500 \text{ m}^2/\text{g}$ con un promedio de diámetro de poro de 20 a 140 Å.
4. Zeolitas tipo tamiz molecular. Estas zeolitas son aluminosilicatos cristalinos porosos que forman una red cristalina abierta que tiene poros de uniformidad



precisa. Por tanto el tamaño uniforme del poro es diferente al de otro tipo de adsorbentes que tienen una gama de tamaño de poros. Las diversas zeolitas tienen tamaños de poro que van de cerca de 3 a 10 Å. Las zeolitas se usan para secado, separación de hidrocarburos y de mezclas y de otras muchas aplicaciones.

5. Polímeros o resinas sintéticas. Se fabrican polimerizando dos tipos principales de monómeros. Los que se generan a partir de compuestos aromáticos como el estireno y el divinilbenceno se usan para adsorber compuestos orgánicos no polares de soluciones acuosas. Los que provienen de ésteres acrílicos se utilizan para solutos más polares en soluciones acuosas.

Relaciones de equilibrio para adsorbentes

El equilibrio entre la concentración de un soluto en la fase líquida y su concentración en el sólido se parece un poco a la solubilidad en equilibrio de un gas en un líquido. Los datos se grafican para dar isothermas de adsorción (ver fig 1). La concentración en la fase sólida se expresa como q , en Kg de adsorbato (solute)/ Kg de adsorbente(sólido), y en la fase fluida (gaseosa o líquida) como C , en Kg de adsorbato/ m^3 de fluido.

Los datos que siguen una ley lineal se pueden expresar mediante una ecuación parecida a la Ley de Henry.

$$q = K c$$

Donde K es una constante determinada experimentalmente, en m^3/Kg de adsorbente. Esta isoterma lineal no es común, pero en la región diluida se puede usar para aproximar los datos de muchos sistemas.

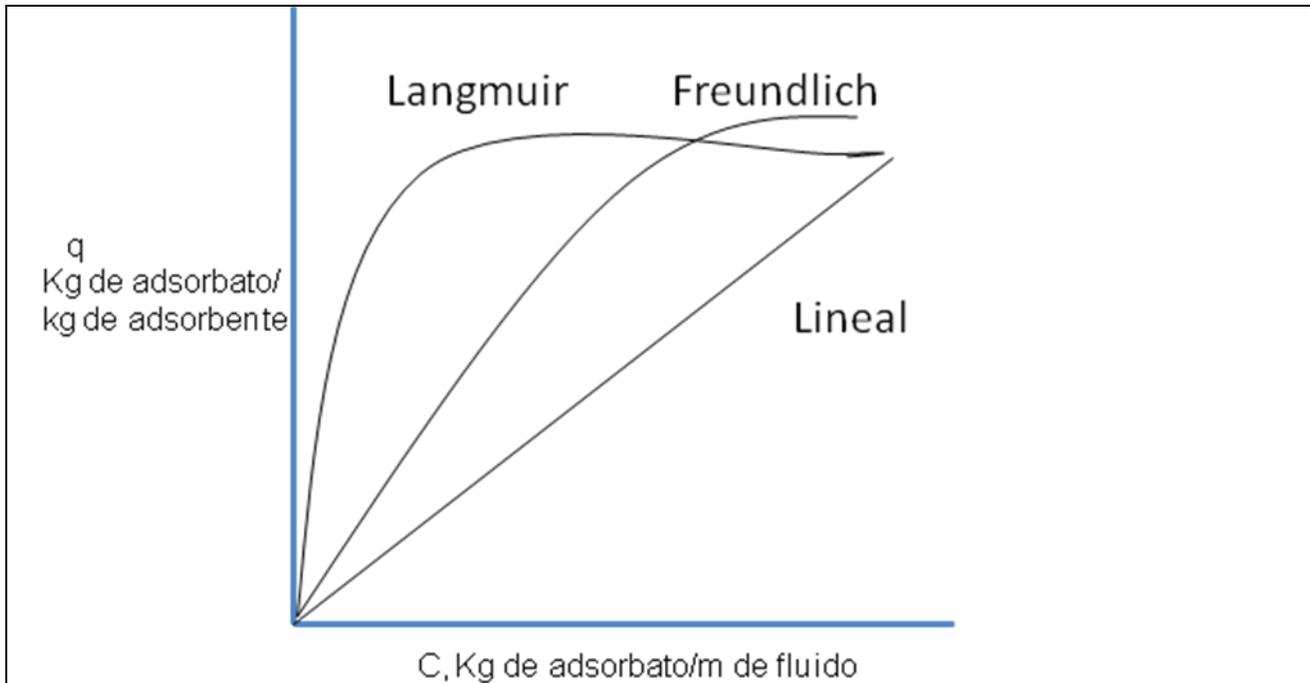


Fig 1

La ecuación de la isoterma de Freundlich, que es empírica, a menudo sirve para aproximar los datos para muchos sistemas de adsorción físicos y es particularmente útil para líquidos.

$$q = K c^n$$

Donde K y n son constantes y se determinan experimentalmente. En una gráfica de log de q en función de c, la pendiente es el exponente adimensional n. Las dimensiones de K dependen del valor de n. Esta ecuación a veces se usa para correlacionar datos de hidrocarburos gaseosos en carbón activado.

La isoterma de Langmuir tiene una base teórica y está dada por la siguiente ecuación, donde q_0 y K son constantes empíricas:

$$q = (q_0 c) / (K + c)$$

Donde q_0 es una constante, en kg de adsorbato/kg de sólido, y K es una constante en



Kg/m^3 . La ecuación se dedujo suponiendo un número fijo de sitios activos disponibles para la adsorción, que sólo se forma una monocapa y que la adsorción es reversible y alcanza una condición de equilibrio.

Cuando se grafica $1/q$ en función de $1/c$, la pendiente es K/q_0 y la intersección es $1/q_0$.

En casi todos los sistemas de adsorción, a medida que aumenta la temperatura la cantidad adsorbida por el adsorbente va disminuyendo con rapidez, lo cual es útil porque la adsorción normalmente se hace a temperatura ambiente y la desorción se puede efectuar aumentando la temperatura.

Cálculos de los datos para la construcción de la Isoterma de Langmuir.

Haciendo uso de la ecuación de Langmuir: $m/x = 1/(a \cdot C) + 1$

donde: a: constante de adsorción (l/mol)

C: concentración del final ácido acético adsorbido (mol/l)

m: masa del adsorbente (g)

x: cantidad de ácido acético adsorbido(g)

Cálculos de los datos para la construcción de la Isoterma de Freundlich.

Haciendo uso de la ecuación Freundlich: $\log(x/m) = \log(k) + 1/n \cdot \log(C)$

donde: m: masa del adsorbente (g)

x: cantidad de ácido acético adsorbido(g)

C: concentración del final ácido acético adsorbido (mol/l)

n: constante experimental (adimensional)

PREGUNTA GENERADORA

¿Cómo se encuentran los parámetros de la ecuación de Langmuir y cómo se podrían representar gráficamente al fenómeno de adsorción?

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

1.- Preparar 10 soluciones de ácido acético de 25 ml a diferentes concentraciones .

2.- Preparar 500 ml de una solución de NaOH 0.25 M.



3.- Agregar a cada una de las soluciones de ácido acético 2.5 g de carbón activado.

4.- Agitar durante 5 minutos las soluciones

5.- Filtrar las soluciones

6.- Tomar alícuotas de 10 ml cada una para ser tituladas con la solución de NaOH para obtener la concentración residual del ácido acético.

7.- Con los datos obtenidos llenar la siguiente tabla:

No. de solución	Vol. NaOH 0.25 M	Masa del adsorbente	Concentración Mol/l

8.- Generar la Isoterma de Langmuir, graficando **gramos de adsorbente por gramos adsorbidos** contra **1/C**.

9.- Generar la Isoterma de Freudlich, graficando **Log₁₀(gramos adsorbidos por gramos de adsorbente)** contra **Log₁₀ (C)**.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

Tabla de datos experimentales , Cálculos para generar gráficas de isothermas
Informe escrito

INSTRUMENTO DE EVALUACION (RUBRICA, LISTA DE COTEJO, ETC.)

Argumentación verbal de resultados, Informe escrito (Ver rubrica)
Cuestionario (Anexo)

BIBLIOGRAFIA

Yáñez F. & Márquez D.. (2004). Adsorción. Octubre 15,2014, Laboratorio de Física y Química, Universidad de Caracas Sitio web:
<http://www.geocities.ws/chex88chex/labfisicoquimica/Adsorcion.pdf>
Geankoplis Christie J. (1999). Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



Indicador	Descripción	Mal	regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Presentación	Se evalúa orden y limpieza					
Contenido	-Caratula -Introducción -Marco teórico -Metodología -Materiales y reactivos -Resultados y análisis de resultados -Conclusiones -Bibliografía					
Fundamentos teóricos	-Consulta de fuentes de información (libros, revistas, internet)					
Presentación escrita de resultados	Uso de tablas y/o graficas representativas del experimento					
Conclusiones	Capacidad de argumentación a partir de los resultados obtenidos					

RUBRICA DE EVALUACION



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



Cuestionario

- 1.- Defina el proceso de separación de adsorción

- 2.- En la adsorción la mayor parte de los fenómenos se reducen a dos tipos principales, explique cuáles son:

- 3.- ¿Qué características debe tener un material para considerarlo como buen adsorbente?

- 4.- En las relaciones de equilibrio de describen la adsorción aparece una constante K que se determina experimentalmente. ¿Cómo se logra obtener su valor y cuáles son sus unidades?



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



5.- De acuerdo a las isotermas obtenidas a partir de los datos experimentales ¿Qué isoterma representa satisfactoriamente la adsorción del ácido acético mediante el carbón activado en solución acuosa?

CARRERA (S):	INGENIERIA BIOQUÍMICA		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUÍMICA		
NO. CRÉDITOS SATCA DE PRÁCTICA	3 – 2 – 5		
NOMBRE(S) DE LA(S) UNIDAD(ES) DE APRENDIZAJE	UNIDAD 4. Sistemas coloidales		
TEMA(S)	AGENTES TENSOACTIVOS		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Explicar la importancia de la formación de espumas (beneficios y prejuicios).		
NO. DE PRACTICA	6	DURACION (HORAS)	2

ANTECEDENTES

CUESTIONARIO PREVIO

- 1) Comente las características generales de los tensoactivos. Anote la clasificación de éstos como función de su carga. Si encuentra otra clasificación anótela.
- 2) La adición de estos agentes modifica la tensión superficial del agua pura. Explique ampliamente.
- 3) Qué entiende por Concentración Micelar Crítica (C.M.C.)?
- 4) Describa los modelos micelares que conozca
- 5) Qué tan útil es el saber que un determinado surfactante es aniónico o catiónico? Explique.
- 6) Qué entiende por HBL y para qué sirve? Anote su escala.
- 7) Cómo podría determinar y predecir el HBL de un determinado surfactante?
- 8) Proponga o investigue otra técnica experimental para el análisis cualitativo o cuantitativo de surfactantes



PREGUNTA GENERADORA

De acuerdo a los diferentes materiales tensoactivos utilizados en esta práctica ¿será posible clasificarlos de acuerdo a su tipo de cargas, definir sus propiedades y su importancia?

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

A continuación se enlistan el material de laboratorio y los reactivos necesarios para el desarrollo de esta actividad.

MATERIAL

1 Balanza granataria
8 pipetas graduadas de 2 ml
4 matraces aforados 100 ml
30 tubos de ensayo
9 vasos de precipitado de 25 ml
1 vaso de precipitado 150 ml
2 vasos de precipitados 250 ml
pizeta, espátula, mortero
Agitador de vidrio

REACTIVOS

15 ml ácido acético
Azul de Timol 0.1 %
Azul de Bromofenol 0.1 %
NaOH 0.1 N
HCl 0.005 N y 0.1 N
Etanol
Crisanol NF 1000
Dodecibencensulfonato
de sodio
Lauril sulfato de sodio
Acetato de soido
Cloruro de benzalconio
Muestras de shampoos

DESARROLLO EXPERIMENTAL

- 1) Lave perfectamente su material de vidrio con jabón y agua. Posteriormente enjuague su material con agua destilada varias veces.
- 2) Prepare las soluciones de los indicadores así como la de los shampoos de la siguiente manera:
 - a) Azul de Timol (0.1 %) Se pulveriza 0.1 g del indicador en un mortero y se mezcla íntimamente con 2 ml de solución de NaOH 0.1 N. Posteriormente se afora a 100 ml con agua destilada.
 - b) Azuñ de Bromofenol (0.1 %) Se pulverizan 0.1 g. del indicador en un mortero y se mezcla íntimamente con 2 ml de solución de NaOH 0.1 N. Posteriormente se afora a 100 ml con agua destilada.
 - c) Preparación de la Solución del Tensoactivo La concentración ideal del tensoactivo es del 1 %, pero cuando se trata de productos mezclados con ellos y se desconoce generalmente la cantidad que tienen de ellos, se puede probar a diferentes diluciones, disolviendo primero el producto en etanol y después diluyendo con agua destilada.



PRUEBA DE TENSOACTIVOS ANIONICOS

A 2 ml de solución de HCl 0.005 N añadir 2 gotas de Azul de Timol y 2 ml de la solución del tensoactivo. Agitar fuertemente. Un cambio de color amarillo rojizo a un azul violeta encendido indica surfactante aniónico.

PRUEBA DE TENSOACTIVOS CATIONICOS

A 2 ml de la solución buffer de acetatos (pH=4.6) agregarle 2 gotas de Azul de Bromofenol y 2 ml de la solución tensoactiva. Agite bruscamente, un cambio de azul violeta azul puro indica surfactante catiónico.

Otra prueba alterna es añadir 2 gotas de Azul de Timol a 2 ml de HCl 0.1 N y se le adiciona 2 ml de la solución del tensoactivo. Agitese fuertemente, un cambio de color rojo a amarillo indica surfactante catiónico.

PRUEBA DE TENSOACTIVOS NO IONICOS

Es importante señalar que la presencia de surfactantes no iónicos no interfiere en la prueba para iónicos.

A 2 ml de solución buffer de acetatos (pH=4.6) se adicionan 2 gotas de Azul de Bromofenol y después 2 ml de la solución del tensoactivo. Agitar bruscamente. Un cambio de color azul violeta a verde indica surfactante no iónico. Pero de acuerdo a la literatura, este ensayo es también prueba positiva para surfactantes aniónicos.

EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

- 1) Informe escrito en archivo de Word.
 - a) Explique a qué se debe el cambio en el vire de color para la identificación de un surfactante.
 - b) Haga una tabla anotando en ella sus resultados, tanto para las marcas comerciales de shampoos como para los tensoactivos puros. Para éstos últimos compruebe, por medio de la literatura, qué tipo de agentes tensoactivos son. Anote sus características y comente su empleo o uso.
 - c) Cómo pueden influir en sus resultados experimentales, la adición de otros compuestos mezclados con el tensoactivo, en el caso del shampoo?
 - d) Conclusiones
- 2) Bitácora.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



RÚBRICA					
Criterios	Peso	Niveles			
		Sobresaliente	Buen trabajo	Debajo del promedio	Deficiente
Actividad del informe	20%	<p>6.0 puntos:</p> <p>Presentan todos los puntos del formato en orden.</p> <p>Realizaron un amplio trabajo de investigación bibliográfica sobre las características de una espuma y los agentes tensoactivos..</p>	<p>4.5 puntos :</p> <p>Presentan todos los puntos del formato pero no en el orden requerido. Realizaron un amplio trabajo de investigación bibliográfica sobre las características de una espuma y los agentes tensoactivos y realizan un análisis parcial de la información.</p>	<p>3.0 puntos:</p> <p>Existe omisión de algunos puntos del formato independientemente del orden, hay poco o nulo trabajo de investigación y análisis de la misma.</p>	<p>0 puntos:</p> <p>Los puntos del formato no están completos ni en orden. Carece de una investigación bibliográfica, la información que presentan no está relacionada con las características de una espuma y los agentes tensoactivos.</p>
Resultados y conclusiones	30%	<p>Hay análisis de los resultados y discusión de los mismos. La conclusión está enfocada con los objetivos y debidamente fundamentada</p>	<p>Los resultados son presentados correctamente, son claros, aunque carece de un amplio análisis de los resultados y discusión de los mismos. La conclusión está parcialmente enfocada con los objetivos.</p>	<p>Los resultados no están detallados, no son claros ni expresan conocimiento, no hay discusión de los mismos, la conclusión no está enfocada con los objetivos.</p>	<p>No hay resultados ni discusión de los mismos, no hay conclusión.</p>
Redacción y gramática	15%	<p>1.5 puntos</p> <p>Expresa su idea claramente de manera estructurada y siguiendo una secuencia lógica, y respeta las reglas gramaticales</p>	<p>1.0 punto</p> <p>Expresa su idea con claridad y secuencia lógica, la redacción del documento muestra coherencia y adecuación pero presenta errores en el uso de signos de puntuación.</p>	<p>0.5 puntos</p> <p>Expresa su idea con secuencia lógica, la redacción del documento presenta algunos párrafos confusos, y presenta algunos errores en el uso de los signos de puntuación.</p>	<p>0 puntos</p> <p>El contenido no se presenta con claridad ni secuencia lógica, y la redacción del documento no respeta las reglas gramaticales.</p>
Ortografía	15%	<p>1.5 puntos</p> <p>El documento se entrega sin faltas de ortografía.</p>	<p>1.0 punto</p> <p>El documento presenta entre una y cuatro faltas ortográficas.</p>	<p>0.5 puntos</p> <p>El documento presenta de entre cinco y siete faltas ortográficas.</p>	<p>0 puntos</p> <p>El documento presenta más de siete faltas de ortografía.</p>



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



		1 punto:	0.75 puntos:	0.5 puntos.	0 puntos:
Trabajo en laboratorio	20%	Llegaron puntuales, cumplen con todo el material necesario para trabajar, la bitácora cumple con los criterios de evaluación, el equipo trabajo organizadamente, tienen los conocimientos claros y realizaron el trabajo en tiempo y forma la práctica.	Llegaron puntuales, cumplen con su material completo para realizar la práctica, la bitácora aunque presentan todos los criterios de evaluación se encuentran en desorden, hay poca organización para el trabajo en equipo tienen claro los conocimientos. Terminan en tiempo y forma la práctica	Llegaron puntuales, bitácora se encuentra incompleta, no cumplen con la totalidad del material para el trabajo de laboratorio, no hay organización de trabajo en equipo y no tienen conocimientos claros. La práctica no se llevó a cabo en su tiempo y forma.	No fueron puntuales, no cumplen con el material, no presentan la bitácora, no hay organización ni presentan los conocimientos básicos para aplicarlos en práctica. No terminan la práctica en su tiempo y forma.

BIBLIOGRAFIA

- Milton, J.Rosen. Systematic Analysis of Surface Active Agents. Ed. Series Memograph USA. 1974.
- A.E. Bailey. Bailey's Industrial Oil and Fat Products.
- Smith, L.O., Jr. y Cristol, S.J. Química Orgánica. Ed. Reverté. Vol II. México. 1970.
- Bagon, M.S. & Gershon, S.A. Cosmetics Science and Technology. 2nd edition. Vol II y III ed. Wiley Interscience.
- Kirs Chenbauer, H.G. Grasas y Aceites Química y Tecnología. Ed. CECSA. 1^a edición. México, 1964.
- Longman, G.F. The Analysis of Detergents and Detergents Products. Ed. John Wiley & Sons. Great Britain. 1978.
- Remington's Pharmaceutical Sciences. Marck Publishing Company. 15th edition. USA. 1975.
- The Index Merck. 8^a edition Merck CO. INC. USA. 1968.
- Vogel, I. Arthur. Química Analítica Cuantitativa. Ed. Kapeluz. Vol. I. 1960.
- Orozco, Fernando. Análisis Químico Cuantitativo. Ed. Porrúa. 8^a edición. México. 1975.
- Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 2nd edition. Vol. XIII y XIX. Ed. John Wiley & Sons. USA. 1964.
- Encyclopedia of Science & Technology. Ed. Mc Graw Hill. Vol XIII USA. 1977.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	INGENIERIA BIOQUÍMICA		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUÍMICA		
NO. CRÉDITOS SATCA DE PRÁCTICA	3 – 2 – 5		
NOMBRE(S) DE LA(S) UNIDAD(ES) DE APRENDIZAJE	UNIDAD 4. Sistemas coloidales		
TEMA(S)	EFECTO DEL SURFACTANTE SOBRE UN SISTEMA DISPERSO		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Explicar la importancia de las emulsiones en la industria biotecnológica, incluyendo estabilización y ruptura.		
NO. DE PRACTICA	7	DURACION (HORAS)	2

ANTECEDENTES
CUESTIONARIO PREVIO

CUESTIONARIO

- 1) Definir un agente activo de superficie.
- 2) Cómo está constituido químicamente un tensoactivo?
- 3) Explica qué es una emulsión.
- 4) Qué es la escala HLB?
- 5) Cómo actúa un agente tensoactivo dentro de una emulsión?
- 6) Propiedades cinéticas de los coloides.

PREGUNTA GENERADORA

Dados los materiales para esta práctica

¿Es posible que algunos se separen después de la centrifugación debido a la densidad de las sustancia?

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

A continuación se enlistan el material de laboratorio y los reactivos necesarios para el desarrollo de esta actividad.

MATERIAL

2 pipetas graduadas de 10 mL
10 tubos de ensayo
Balanza

REACTIVOS

Aceite mineral
Esterato de sodio
NaOH



Centrífuga.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

.- En tubos de ensayo preparar los siguientes sistemas:

Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ac. Mineral (mL)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Agua (mL)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Esterato *	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

2.- Agitar durante 5 min.

3.- Esperar 10 min. y anotar todas las observaciones.

4.- Los sistemas que no presenten separación de fases, realizarles prueba de centrífuga (5 min a 1500 rpm).

*Se puede sustituir por ácido esteárico, pero se debe agregar 0.1 g de NaOH.

EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

- 1) Informe escrito en archivo de Word.
 - a) Da en forma de tabla los resultados obtenidos para cada uno de los sistemas.
 - b) Discute cada uno de los resultados tomando en cuenta la concentración del estearato de sodio.
 - c) Explica por qué se separaron algunos sistemas después de la prueba de centrífuga.
 - d) ¿Cuál es el valor de HLB para el aceite mineral?
 - e) Conclusiones.
- 2) Bitácora



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



RÚBRICA

Criterios	Peso	Niveles			
		Sobresaliente	Buen trabajo	Debajo del promedio	Deficiente
Actividad del informe	20%	<p>6.0 puntos:</p> <p>Presentan todos los puntos del formato en orden.</p> <p>Realizaron un amplio trabajo de investigación bibliográfica sobre las características de una emulsión y un agente surfactante.</p>	<p>4.5 puntos :</p> <p>Presentan todos los puntos del formato pero no en el orden requerido. Realizaron un amplio trabajo de investigación bibliográfica sobre las características de una emulsión y un agente surfactante y realizan un análisis parcial de la información.</p>	<p>3.0 puntos:</p> <p>Existe omisión de algunos puntos del formato independientemente del orden, hay poco o nulo trabajo de investigación y análisis de la misma,.</p>	<p>0 puntos:</p> <p>Los puntos del formato no están completos ni en orden. Carece de una investigación bibliográfica, la información que presentan no está relacionada con las características de una emulsión y un agente surfactante.</p>
Resultados y conclusiones	30%	<p>Hay análisis de los resultados y discusión de los mismos. La conclusión está enfocada con los objetivos y debidamente fundamentada.</p>	<p>Los resultados son presentados correctamente, son claros, aunque carece de un amplio análisis de los resultados y discusión de los mismos. La conclusión está parcialmente enfocada con los objetivos.</p>	<p>Los resultados no están detallados, no son claros ni expresan conocimiento, no hay discusión de los mismos, la conclusión no está enfocada con los objetivos</p>	<p>No hay resultados ni discusión de los mismos, no hay conclusión.</p>
Redacción y gramática	15%	<p>1.5 puntos</p> <p>Expresa su idea claramente de manera estructurada y siguiendo una secuencia lógica, y respeta las reglas gramaticales</p>	<p>1.0 punto</p> <p>Expresa su idea con claridad y secuencia lógica, la redacción del documento muestra coherencia y adecuación pero presenta errores en el uso de signos de puntuación.</p>	<p>0.5 puntos</p> <p>Expresa su idea con secuencia lógica, la redacción del documento presenta algunos párrafos confusos, y presenta algunos errores en el uso de los signos de puntuación.</p>	<p>0 puntos</p> <p>El contenido no se presenta con claridad ni secuencia lógica, y la redacción del documento no respeta las reglas gramaticales.</p>
Ortografía	15%	<p>1.5 puntos</p> <p>El documento se entrega sin faltas de ortografía.</p>	<p>1.0 punto</p> <p>El documento presenta entre una y cuatro faltas ortográficas.</p>	<p>0.5 puntos</p> <p>El documento presenta de entre cinco y siete faltas ortográficas.</p>	<p>0 puntos</p> <p>El documento presenta más de siete faltas de ortografía.</p>



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



		1 punto:	0.75 puntos:	0.5 puntos.	0 puntos:
Trabajo en laboratorio	20%	Llegaron puntuales, cumplen con todo el material necesario para trabajar, la bitácora cumple con los criterios de evaluación, el equipo trabajo organizadamente, tienen los conocimientos claros y realizaron el trabajo en tiempo y forma la práctica.	Llegaron puntuales, cumplen con su material completo para realizar la práctica, la bitácora aunque presentan todos los criterios de evaluación se encuentran en desorden, hay poca organización para el trabajo en equipo tienen claro los conocimientos. Terminan en tiempo y forma la práctica	Llegaron puntuales, bitácora se encuentra incompleta, no cumplen con la totalidad del material para el trabajo de laboratorio, no hay organización de trabajo en equipo y no tienen conocimientos claros. La práctica no se llevó a cabo en su tiempo y forma.	No fueron puntuales, no cumplen con el material, no presentan la bitácora, no hay organización ni presentan los conocimientos básicos para aplicarlos en práctica. No terminan la práctica en su tiempo y forma.

BIBLIOGRAFIA

- Milton, J.Rosen. Systematic Analysis of Surface Active Agents. Ed. Series Memograph USA. 1974.
 A.E. Bailey. Bailey's Industrial Oil and Fat Products.
 Smith, L.O., Jr. y Cristol, S.J. Química Orgánica. Ed. Reverté. Vol II. México. 1970.
 Bagon, M.S. & Gershon, S.A. Cosmetics Science and Technology. 2nd edition. Vol II y III ed. Wiley Interscience.
 Kirs Chenbauer, H.G. Grasas y Aceites Química y Tecnología. Ed. CECSA. 1^a edición. México, 1964.
 Longman, G.F. The Analysis of Detergents and Detergents Products. Ed. John Wiley & Sons. Great Britain. 1978.
 Remington's Pharmaceutical Sciences. Marck Publishing Company. 15th edition. USA. 1975.
 The Index Merck. 8^a edition Merck CO. INC. USA. 1968.
 Vogel, I. Arthur. Química Analítica Cuantitativa. Ed. Kapeluz. Vol. I. 1960.
 Orozco, Fernando. Análisis Químico Cuantitativo. Ed. Porrúa. 8^a edición. México. 1975.
 Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 2nd edition. Vol. XIII y XIX. Ed. John Wiley & Sons. USA. 1964.
 Encyclopedia of Science & Technology. Ed. Mc Graw Hill. Vol XIII USA. 1977.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



CARRERA (S):	INGENIERIA BIOQUÍMICA		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	FISICOQUÍMICA		
NO. CRÉDITOS SATCA DE PRÁCTICA	3 – 2 – 5		
NOMBRE(S) DE LA(S) UNIDAD(ES) DE APRENDIZAJE	UNIDAD 4. Sistemas coloidales		
TEMA(S)	PREPARACION Y PURIFICACION DE SISTEMAS COLOIDALES		
COMPETENCIA A DESARROLLAR	Explicar lo que representa el sistema coloidal, como se clasifica y cuáles son sus características generales.		
NO. DE PRACTICA	8	DURACION (HORAS)	2

ANTECEDENTES

CUESTIONARIO PREVIO

CUESTIONARIO

- 1) ¿Qué es un sistema coloidal y que factores contribuyen a la naturaleza de éste? Explíquelo brevemente.
- 2) Anote en forma de tabla, todas las diferencias que conozca entre una solución electrolítica y una coloidal.
- 3) ¿Cuántos métodos de purificación de sistemas coloidales conoce? Explíquelos brevemente a excepción de la diálisis.
- 4) Explique la diálisis que efectuó considerando los fenómenos que ocurren implícitamente o su relación con ellos.
- 5) Mencione las características, en forma general, de una membrana dializadora y cite algunos ejemplos de ellas.

PREGUNTA GENERADORA

Una vez hechas las observaciones para cada reacción realizada en este experimento

- a) ¿Podrá decir qué relación guardan los fenómenos superficiales con los sistemas coloidales?
- b) Describir ¿cuál es la diferencia entre el método de condensación y el método de dispersión?
- c) Plantear ¿cuáles son las diferencias entre una solución de tipo electrolítico con una coloidal?
- d) Determinar ¿cuáles son los métodos o técnicas más comunes para la



purificación de los sistemas coloidales?

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

A continuación se enlistan el material de laboratorio y los reactivos necesarios para el desarrollo de esta actividad.

MATERIAL

6 matraces Erlenmeyer de 50ml.
1 pipeta volumétrica de 1ml.
3 pipetas graduadas de 10ml.
1 vaso de precipitado de 250ml.
2 vasos de precipitado de 150ml.
2 vasos de precipitado de 1 l.
1 mortero de porcelana con mango.
1 embudo de cola chica.
2 tubos de ensayo con tapón.
1 varilla de vidrio (agitador).
1 piseta, papel filtro whatman No.42
1 parrilla, 1 espátula, 1 liga.
3 matraces aforados de 50ml.
1 termómetro de 0 100°C, 1 pliego de papel celofán transparente.

REACTIVOS

2g de yoduro de Potasio
2g de Nitrato de plata
8g de Cloruro férrico al 32%
Solución jabonosa
2g de almidón
3ml de Benceno
2g de azufre
12ml de Alcohol Etílico

DESARROLLO EXPERIMENTAL

PRIMERA PARTE. PREPARACIÓN DE SISTEMAS COLOIDALES.

Preparación del Sol de Yoduro de Plata. En un matraz Erlenmeyer de 50 ml. Se coloca 1 ml. De KI 0.1N y se diluye hasta 12.5 ml. En otro matraz de 50 ml. Se colocan 0.5 ml de AgNO₃ 0.1N se diluye también a 12.5 ml. Poco a poco y agitando se vierte la solución de AgNO₃ sobre la de KI. Observe primeramente el momento de reunir las soluciones. Deje eposar 10 minutos y anote todas sus observaciones.

Preparación del Sol. De Hierro (III). En 100 ml. De agua destilada hirviendo, se vierten con una pipeta 1.6 ml. De solución de FeCl₃ al 32%. Observe el momento de unión entre los líquidos. Anote sus observaciones.



Preparación de Coloides de Gelatina. 1. Disuelva 2 gramos de gelatina en polvo en 400 ml. De agua que deberá tener entre 80 y 90°C. Este sistema póngalo en un baño de agua fría. Anote sus observaciones.

2. Disuelva 1.5 g. De gelatina en polvo en 50 ml. de agua destilada que deberá tener entre 80 y 90°C. Este sistema póngalo en un baño de agua fría. Anote sus observaciones.

Preparación de un Coloide de Benceno. En 2 tubos de ensayo conteniendo 8 ml. de agua destilada, se agreran primero 0.5 ml. de benceno y al segundo 0.5 ml. de benceno + 1 ml. de solución jabonosa. Agite los 2 tubos fuertemente. Anote sus observaciones.

Preparación de un Coloide de Azufre. Se prepara una solución alcohólica saturada de azufre, triturando en un mortero de porcelana 2 gr. De flor de azufre en 10 ml. de alcohol etílico y posteriormente se filtra.

Se toman 2 ml. de la solución filtrada y se vierten poco a poco y agitando, sobre 20 ml. de agua destilada, contenidos en un matraz Erlenmeyer de 50 ml.

SEGUNDA PARTE. DIALISIS PURIFICACIÓN DEL SOL DE FIERRO (III)

1. Haga una bolsa de papel celofán e introduzca el sol de Fierro (III) en ella.
2. Selle la parte superior de la bolsa con una liga, diurex o cinta "masking", asegurándose de que el sol no salga por el sello.
3. Introduzca la bolsa sellada en un vaso de precipitado de 500 ml. que contiene 250 ml. de agua destilada.

NOTA: Es recomendable que en esta segunda parte siga todas las instrucciones del profesor para la comprobación experimental de la Diálisis, así como el pre-tratamiento de la membrana (celofán).

EVIDENCIAS A GENERAR EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA

- 1) Informe escrito en archivo de Word.
 - a) Anote las observaciones y reacciones para cada uno de los coloides que preparó.
 - b) ¿Cuántos métodos conoce para la preparación de sistemas coloidales? Explíquelos y clasifique los coloides que preparó de acuerdo a los métodos anteriores.
 - c) En base a sus datos experimentales ¿qué diferencias observó entre los 2 coloides de Gelatina que preparó?
 - d) ¿Por qué todos los soles que preparó son coloridos?
 - e) ¿Qué relación encuentra entre la dispersión de la luz con el tamaño de partícula



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



coloidal, y que relación encuentra entre el color del sol o de la partícula con el tamaño de ésta?

- f) Proponga al menos 5 métodos o técnicas experimentales para demostrar que verdaderamente se efectuó la diálisis. Explíquelos brevemente.
 - g) Proponga al menos 3 recetas para preparar sistemas coloidales que sean susceptibles de efectuarse experimentalmente en el laboratorio.
- 1) Bitácora



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



RÚBRICA

Criterios	Peso	Niveles			
		Sobresaliente	Buen trabajo	Debajo del promedio	Deficiente
Actividad del informe	20%	<p>6.0 puntos:</p> <p>Presentan todos los puntos del formato en orden.</p> <p>Realizaron un amplio trabajo de investigación bibliográfica sobre las características de un coloide y los métodos para purificarlos, y las características de una solución electrolítica</p>	<p>4.5 puntos :</p> <p>Presentan todos los puntos del formato pero no en el orden requerido. Realizaron un amplio trabajo de investigación bibliográfica sobre las características de un coloide y los métodos para purificarlos, y las características de una solución electrolítica y realizan un análisis parcial de la información..</p>	<p>3.0 puntos:</p> <p>Existe omisión de algunos puntos del formato independientemente del orden, hay poco o nulo trabajo de investigación y análisis de la misma.</p>	<p>0 puntos:</p> <p>Los puntos del formato no están completos ni en orden. Carece de una investigación bibliográfica, la información que presentan no está relacionada con las características de un coloide y los métodos para purificarlos, y las características de una solución electrolítica..</p>
Resultados y conclusiones	30%	<p>. Hay análisis de los resultados y discusión de los mismos. La conclusión está enfocada con los objetivos y debidamente fundamentada.</p>	<p>Los resultados son presentados correctamente, son claros, aunque carece de un amplio análisis de los resultados y discusión de los mismos. La conclusión está parcialmente enfocada con los objetivos</p>	<p>Los resultados no están detallados, no son claros ni expresan conocimiento, no hay discusión de los mismos, la conclusión no está enfocada con los objetivos.</p>	<p>No hay resultados ni discusión de los mismos, no hay conclusión</p>
Redacción y gramática	15%	<p>1.5 puntos</p> <p>Expresa su idea claramente de manera estructurada y siguiendo una secuencia lógica, y respeta las reglas gramaticales</p>	<p>1.0 punto</p> <p>Expresa su idea con claridad y secuencia lógica, la redacción del documento muestra coherencia y adecuación pero presenta errores en el uso de signos de puntuación.</p>	<p>0.5 puntos</p> <p>Expresa su idea con secuencia lógica, la redacción del documento presenta algunos párrafos confusos, y presenta algunos errores en el uso de los signos de puntuación.</p>	<p>0 puntos</p> <p>El contenido no se presenta con claridad ni secuencia lógica, y la redacción del documento no respeta las reglas gramaticales.</p>
Ortografía	15%	<p>1.5 puntos</p> <p>El documento se entrega sin faltas de ortografía.</p>	<p>1.0 punto</p> <p>El documento presenta entre una y cuatro faltas ortográficas.</p>	<p>0.5 puntos</p> <p>El documento presenta de entre cinco y siete faltas ortográficas.</p>	<p>0 puntos</p> <p>El documento presenta más de siete faltas de ortografía.</p>



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO Modelo por Competencias Profesionales Fisicoquímica



		1 punto:	0.75 puntos:	0.5 puntos.	0 puntos:
Trabajo en laboratorio	20%	Llegaron puntuales, cumplen con todo el material necesario para trabajar, la bitácora cumple con los criterios de evaluación, el equipo trabajo organizadamente, tienen los conocimientos claros y realizaron el trabajo en tiempo y forma la práctica.	Llegaron puntuales, cumplen con su material completo para realizar la práctica, la bitácora aunque presentan todos los criterios de evaluación se encuentran en desorden, hay poca organización para el trabajo en equipo tienen claro los conocimientos. Terminan en tiempo y forma la práctica	Llegaron puntuales, bitácora se encuentra incompleta, no cumplen con la totalidad del material para el trabajo de laboratorio, no hay organización de trabajo en equipo y no tienen conocimientos claros. La práctica no se llevó a cabo en su tiempo y forma.	No fueron puntuales, no cumplen con el material, no presentan la bitácora, no hay organización ni presentan los conocimientos básicos para aplicarlos en práctica. No terminan la práctica en su tiempo y forma.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO
Modelo por Competencias Profesionales
Fisicoquímica



BIBLIOGRAFIA

1. Milton, Kruyt. Colloid Science. 2 Vols. Ed. Elsevier, Amsterdam. 1952.
2. Alexander & Johnson Colloid Science. Ed. Oxford University Press. London. 1949.
3. McBain, J.W. Colloid Science. Ed. D.C. Heath. Boston. 1950.
4. Mysels, K.J. Introduction to Colloid Chemistry. Ed. Interscience. New York. 1959.
5. Cadle, R.D. Particle size determination. Ed. Interscience. 1955.
6. Cadle, R.D. Particle Size - Theory and Industrial Applications. Ed. Reinhold. 1965.
7. Jirgensons, B. Straumanis, M.E. Compendio de Química Coloidal.
8. Voyutskii, S.S. Colloidal Chemistry Course. Ed. Mor. Mosxow. URSS. 1978.
9. Steinbach, Ottc F.; King, V. Cecil. Experiments in Physical Chemistry. Ed. American Book Company. USA. 1950.
10. Hauser, E.A.; Lynn, J.E. Experiments in Colloid Chemistry. Ed. Mc. Graw Hill Company Book, Inc. New York, 1940.
11. Zaiser, E.M.; La Mer, V.K., J. Colloid Sci. 6, 571, (1948).
12. Loeb, J., Gen Physiol. 3, 667. (1921).
13. Proctor, H.R.; Wilson, J.A., J. Chem. Soc. 109, 307. (1916).
14. Laing, M.E.; McBain, J.W., J. Chem. Soc. 117, 1506. (1920).
15. Kistler, S.S., J. Phys. Chem. 36, 52. (1932).
16. Carothers, W.H., Chem. Revs. 8 353. (1931).
17. Flory, P.J.; Chem. Revs. 39, 137. (1946).
18. Elford, W.F., J. Pathol Bacteriol. 34, 505. (1931).