

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

# **CINÉTICA Y SISTEMAS DISPERSOS**

(ACTIVIDADES EXPERIMENTALES  
PARA FARMACIA)

Autores:

María del Rosario Rodríguez Hidalgo | Juan José  
Mendoza Flores | Juana Cabrera Hernández



Edición  **FESC**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS  
SECCIÓN DE FISICOQUÍMICA

CINÉTICA Y SISTEMAS DISPERSOS  
(ACTIVIDADES EXPERIMENTALES  
PARA FARMACIA)

CARRERA: Farmacia

Clave: 40

ASIGNATURA: Físicoquímica Farmacéutica

Clave: 1541

Autores:

María del Rosario Rodríguez Hidalgo | Juan José

Mendoza Flores | Juana Cabrera Hernández

2012



PRESENTACIÓN	6
OBJETIVOS	7
LISTA DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y UNIDADES TEMÁTICAS	8
NORMAS DE LABORATORIO (REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DE FISICOQUÍMICA	9
INTRODUCCIÓN	11
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN SOBRE LA RAPIDEZ DE REACCIÓN	13
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA RAPIDEZ DE REACCIÓN	19
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE LÍQUIDOS PUROS POR EL MÉTODO DE ELEVACIÓN CAPILAR	25
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4 EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA TENSIÓN SUPERFICIAL	33
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5 DETERMINACIÓN DEL EXCESO DE SOLUTO SUPERFICIAL MEDIANTE LA ECUACIÓN DE ADSORCIÓN DE GIBBS	39
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6 DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA LIBRE ESTÁNDAR DE MICELIZACIÓN	45
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7 AGENTES TENSOACTIVOS	53
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 8 ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO SOBRE CARBÓN ACTIVADO	61
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 9 PREPARACIÓN, DIFUSIÓN Y PURIFICACIÓN DE SISTEMAS DISPERSOS	67
ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 10 PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE SISTEMAS DISPERSOS	73
BIBLIOGRAFÍA	81

El estudiante de Farmacia es el profesional del equipo de salud que reúne los conocimientos, aptitudes, habilidades y actitudes para servir a la sociedad responsablemente, mediante el desarrollo, evaluación, producción, control, distribución y regulación de los medicamentos, cosméticos y productos para la higiene y sus insumos en la industria farmacéutica, cosmética, química y afines, así como la dispensación, selección, información y seguimiento en la asistencia directa y constante, que permita prevenir, mantener y recuperar la salud, interactuando con otros profesionales en las farmacias de hospital o de comunidad, de acuerdo con la normatividad nacional e internacional.

La asignatura de Físicoquímica Farmacéutica, forma parte de las asignaturas que proporcionan al estudiante los conocimientos requeridos que otorga ese carácter profesional además que le permite incursionar en otras áreas del conocimiento.

Esta asignatura cuenta con 3 horas teóricas y 4 horas de laboratorio.

El Manual de Actividades Experimentales de Cinética y Sistemas Dispersos para la asignatura de Físicoquímica Farmacéutica de la carrera de Farmacia está diseñado para la modalidad “prácticas o experimentos de laboratorio”.

El laboratorio se conforma por 10 sesiones denominadas actividades experimentales de las cuales dos corresponden al estudio de la cinética química y las ocho restantes al estudio de la Físicoquímica de Superficies, cada una desarrollada con el siguiente formato:

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS
3. ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO
4. MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS
5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL
6. ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS
7. TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES
8. INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE
9. HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR
10. BIBLIOGRAFÍA.

## OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Conocer, comprender y aplicar los fundamentos de la cinética en la predicción, formulación, diseño y estabilidad de medicamentos y nuevos productos farmacéuticos.

Conocer y comprender los fundamentos termodinámicos asociados a los diferentes tipos de interfases y los aplique en la predicción, formulación y estabilidad de los diferentes tipos de dispersiones farmacéuticas.

## OBJETIVOS DEL CURSO EXPERIMENTAL

Que el estudiante al finalizar el curso experimental:

- Interprete y evalúe los datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría
- Conozca y comprenda en profundidad lo relacionado con los principios de la cinética química, los fenómenos superficiales y los sistemas dispersos
- Que adquiera las siguientes capacidades y habilidades:
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis de los fenómenos medidos
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Capacidad de trabajo en equipo
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas
- Habilidades en el uso de tecnologías, de la información y de la comunicación
- Desarrolle de manera crítica y autocrítica su compromiso con la preservación del medio ambiente

# LISTA DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y UNIDADES TEMÁTICAS

NO. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL	TÍTULO ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DEL LABORATORIO	UNIDAD TEMÁTICA EN EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
1	Efecto de la concentración sobre la rapidez de reacción	Unidad 1. Cinética Química
2	Influencia de la temperatura en la rapidez de reacción	Unidad 1. Cinética Química
3	Determinación de la tensión superficial de líquidos puros por el método de elevación capilar	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
4	Efecto de la temperatura sobre la tensión superficial	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
5	Determinación del exceso de soluto superficial mediante la ecuación de adsorción de Gibbs	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
6	Determinación de la energía libre estándar de micelización	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
7	Agentes tensoactivos	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
8	Isotermas de adsorción de ácido acético sobre carbón activado	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
9	Preparación, difusión y purificación de sistemas dispersos	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies
10	Propiedades eléctricas de sistemas dispersos	Unidad 2. Fisicoquímica de superficies



El laboratorio es un lugar potencialmente peligroso si no se siguen ciertas normas generales de seguridad que se recomiendan a continuación:

1. Es obligación del alumno revisar **LAS HOJAS DE SEGURIDAD**, para conocer las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias que se utilizan en cada actividad experimental, así como tener conocimiento de su uso, manejo y almacenamiento.

2. Se recomienda que el alumno trabaje en el laboratorio solo cuando su profesor o persona responsable de dicho laboratorio este presente, con el propósito de tener una persona que supervise posibles riesgos y ayude en caso necesario. En caso de emergencia consultar acciones de emergencia o primeros auxilios en **LAS HOJAS DE SEGURIDAD**.

3. Son requisitos indispensables para el trabajo experimental:

- Bata (obligatorio).
- Lentes de protección y guantes (opcional).

Aquellos estudiantes que usan lentes de contacto, deberán usar espejuelos de protección de forma obligatoria o traer anteojos el día de la práctica. Es obligación del alumno revisar en **LAS HOJAS DE SEGURIDAD** de los reactivos y/o productos con los que vaya a trabajar, el equipo de protección personal que debe usar en cada sesión experimental.

4. No se debe fumar, ya que un descuido puede ocasionar una explosión; por lo general se encuentran en el ambiente vapores de sustancias volátiles y de bajo punto de inflamabilidad.

5. No se deben encender cerillos o mecheros, a excepción de que así lo requiera la sesión experimental.

6. El lugar de trabajo debe estar despejado de libros, mochilas, prendas, etc.; sólo estarán el equipo y las sustancias que se van a usar en el experimento, el manual de actividades experimentales, calculadora y un cuaderno de anotaciones (Bitácora de trabajo).

7. No se permite consumir alimentos y bebidas en el laboratorio.

8. Se debe tener cuidado al manejar sustancias peligrosas como ácidos, álcalis, sales venenosas, solventes, etc. En caso de algún percance avisar inmediatamente al profesor.

9. Al manejar equipos, materiales y reactivos, se debe ser cuidadoso en su traslado y conexión. Se recomienda revisar el instructivo antes de la actividad experimental y preguntar al profesor las dudas que se tengan sobre el particular.

10. La solicitud de los equipos, materiales y reactivos se realiza con el llenado del vale del laboratorio y presentando la credencial otorgada por la UNAM.

11. Si se rompe o daña material y/o equipo, éste debe reintegrarse al laboratorio antes de concluir el curso experimental.

12. El alumno tiene la obligación de estudiar las **ORIENTACIONES ACERCA DEL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS**, con el propósito de saber qué hacer con los residuos o desechos producidos en cada sesión experimental. Los residuos de los experimentos que deban almacenarse, deben ser depositados en los recipientes etiquetados que le indique el profesor. Tenga cuidado de no confundirse y no mezclar.

13. Una vez terminada la sesión experimental, el alumno deberá dejar limpio su lugar de trabajo y asegurarse de no dejar basura en las tarjas de las mesas de trabajo ni en las de lavado de material.

14. El alumno debe lavarse las manos con agua y jabón antes de salir del laboratorio.

Las actividades experimentales fueron diseñadas para cumplir con las características de un egresado de la Licenciatura en Farmacia: “El egresado de la Licenciatura de Farmacia poseerá conocimientos de las ciencias químicas biológicas y farmacéuticas. Tendrá conocimientos sobre la producción de materias primas para la elaboración, identificación y evaluación de medicamentos, su control, tipificación y limitaciones; sobre la manufactura de formas farmacéuticas, cosméticas y de productos de higiene; sobre el control de la calidad de los medicamentos, sueros, vacunas o medicamentos genómicos, cosméticos y productos para la higiene que se producen en laboratorios o industria farmacéutica, así mismo sobre la adecuada preservación de los fármacos y medicamentos, incluyendo la distribución, en donde deberá demostrar el manejo adecuado de los recursos humanos, promoviendo con ello

su capacidad de liderazgo. Los conocimientos necesarios sobre la legislación farmacéutica y sanitaria vigentes, de manera que cumpla con las disposiciones legales y administrativas relacionadas con la industria farmacéutica, la farmacia y todo aquello relacionado con su actividad profesional”.

Parte importante del Manual de Actividades Experimentales es desarrollar la conciencia por el cuidado y responsabilidad que como profesional de la Química debe tener con el medio ambiente, por ello los reactivos utilizados se encuentran dentro de los estándares permitidos, por lo que no hay riesgo para el ser humano ni para el medio ambiente.



# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

## INTRODUCCIÓN

La rapidez con la que se produce una transformación química es un aspecto muy importante. Tanto desde el punto de vista del conocimiento del proceso como de su utilidad industrial, interesa conocer la rapidez de la reacción y los factores que pueden modificarla.

Se define la rapidez de una reacción química como la cantidad de sustancia formada (si tomamos como referencia un producto) o transformada (si tomamos como referencia un reactivo) por unidad de tiempo.

La rapidez de reacción no es constante. Al principio, cuando la concentración de reactivos es mayor, también es mayor la probabilidad de que se den choques entre las moléculas de reactivo, y la rapidez es mayor. A medida que la reacción avanza va disminuyendo la concentración de los reactivos, por tanto disminuye la probabilidad de choques y con ella la rapidez de la reacción. La medida de la rapidez de reacción está relacionada con la concentración de uno de los reactivos o productos a lo largo del tiempo, esto es, para medir la rapidez de una reacción necesitamos medir, la cantidad de reactivo que desaparece por unidad de tiempo, o bien la cantidad de producto que aparece por unidad de tiempo.

## OBJETIVOS

- Comparar los efectos termodinámicos y cinéticos que determinan el comportamiento de una reacción química.
- Determinar el orden cinético por los métodos gráficos e integral.
- Determinar experimentalmente la constante de rapidez de reacción.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. ¿Qué estudia la cinética química y por qué es importante?
2. Mencione al menos 5 variables físicas o químicas por medio de las cuales se puede seguir la cinética de una reacción.
3. Explique brevemente los métodos para determinar el orden de la reacción.
4. Explique con detalle los métodos gráfico e integral.
5. ¿Qué entiende por orden de reacción con respecto al tiempo y qué por orden de reacción con respecto a la concentración?
6. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
7. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo: 1	Por grupo:
2 tubos de ensaye	100 mL. de solución de yoduro de potasio 0.5 M
1 gradilla	
3 vasos de precipitados de 50 mL.	100 mL. de solución de tiosulfato de sodio 0.25 M
1 pipeta volumétrica de 2 mL.	
1 pipeta volumétrica de 5 mL.	250 mL. solución de persulfato de potasio 0.1 M
1 vaso de precipitados de 150 mL	
2 pipetas graduadas de 5 mL.	Solución indicadora de almidón 1% ver nota 1
1 cronometro	
6 barras magnéticas para tubo de ensaye	
1 vaso de precipitados de 500 mL.	
1 piseta	
1 termómetro	
1 parrilla con agitación	

**Por grupo:**

1 matraz aforado de 250 mL.  
 3 matraces aforados de 100 mL. 3  
 espátulas  
 3 varillas de vidrio  
 2 frascos con gotero de 50 mL.

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

1. Preparar 6 mezclas separadas de 5 mL de solución de persulfato de potasio y tres gotas de solución indicadora de almidón (**SISTEMA A**) en los tubos de ensaye. Y colocar los tubos en un termostato a temperatura ambiente.
2. Preparar en los otros 6 tubos de ensaye mezclas separadas (**SISTEMA B**), de acuerdo a la siguiente tabla:

TUBOS	KI(mL) 0.5 M	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mL) 0.25M	H <sub>2</sub> O destilada (mL)
1	2	0.5	2.5
2	2	1.0	2.0
3	2	1.5	1.5
4	2	2.0	1.0
5	2	2.5	0.5
6	2	3.0	0.0

Y colocar los tubos en el termostato a temperatura ambiente.

3. Vaciar en un instante la mezcla de uno de los tubos del **SISTEMA A** dentro del tubo 1 del **SISTEMA B**. Al mismo tiempo, poner en marcha el cronometro. Colocar una barra magnética dentro del tubo y agitar.
4. En el instante en que el cronometro marque 1 minuto de tiempo recorrido vaciar la mezcla de otro de los tubos del **SISTEMA A** dentro del tubo 2 del **SISTEMA B**. Colocar una barra magnética dentro del tubo y agitar.

5. Repetir en intervalos de 1 minuto el punto 4, utilizando los tubos 3, 4, 5, y 6. Tener cuidado en realizar las mezclas de reacción en los tiempos exactos.
6. Tomar los tiempos en que cada una de las mezclas cambia a color azul.

**Nota 1.** Preparación de la solución indicadora de almidón:

Pesar 1 g de almidón, dispersarlo en una mínima cantidad de agua fría, vaciar poco a poco en 50 mL de agua en ebullición, dejar de 3 a 4 minutos y enfriar. Aforar a 100 mL y vaciar a los frascos con gotero de 50 mL finalmente.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Depositar los residuos en un frasco etiquetado como residuos de la reacción entre iones persulfato y yoduro.

## TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tubo	Tiempo (s)
1	
2	
3	
4	
5	
6	

## INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Anote en una línea los potenciales termodinámicos de cada par de las especies oxido-reductoras que participan en la reacción.
2. De acuerdo con sus observaciones experimentales proponga las reacciones que se efectúan.
3. De acuerdo con sus valores experimentales determine el orden de la reacción. Compare el obtenido por el método gráfico con el obtenido por el método integral.



4. Determine el valor de las constantes de rapidez para dicha reacción.
5. Anote la o las ecuaciones de rapidez para dicha reacción.
6. ¿Cuál es el paso lento y cuál el paso rápido de la reacción?
7. Justifique sus observaciones cinéticas proponiendo un mecanismo de reacción.
8. ¿Qué importancia tiene conocer el orden cinético de una reacción?
9. ¿Qué entiende por cinética física y por qué es importante?
10. Mencione algunos ejemplos de la cinética física. Justifique su respuesta.
11. Mencione algunas reacciones cinéticas de factores biológico y/o farmacéutico.

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

## EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN SOBRE LA RAPIDEZ DE REACCIÓN

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Tubo	Tiempo (s)
1	
2	
3	
4	
5	
6	

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

## INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las reacciones, la que se lleva a cabo entre los iones persulfato y yoduro aumenta su velocidad con el incremento de la temperatura. Es posible entonces calcular experimentalmente la energía de activación de la reacción.

Arrhenius observó que la mayoría de las reacciones incrementaban su rapidez en función de la temperatura y de forma empírica obtuvo una ecuación que se ajustó a los datos experimentales. La forma matemática de ésta es la Ley de Arrhenius.

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

## OBJETIVOS

- Comprender la dependencia que existe entre la rapidez de reacción y la temperatura.
- Determinar experimentalmente la dependencia anterior.
- Determinar las constantes de la ecuación de Arrhenius, así como las constantes de la ecuación de Eyring.
- Calcular parámetros termodinámicos de activación gráficamente.
- Predecir diferentes valores de constantes de rapidez de reacción a diferentes temperaturas.

## ACTIVIDADES PREVIAS

1. ¿Cómo varía la constante de rapidez de reacción con la temperatura? Explicar.

2. Explica los siguientes modelos: teoría de colisiones, teoría de Arrhenius y teoría del estado de transición.
3. ¿Por qué es importante esta última teoría?
4. ¿De qué otras variables depende la rapidez de reacción? Explicar.
5. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
6. Diagrama de flujo del experimento

### EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	Por grupo:
12 tubos de ensaye	250 mL de solución de yoduro de potasio 0.5 M
1 gradilla	
3 vasos de precipitados de 50 mL	250 mL de solución de tiosulfato de sodio 0.25 M
1 pipeta volumétrica de 2 mL	
1 pipeta volumétrica de 5 mL	500 mL solución de persulfato de potasio 0.1 M
1 vaso de precipitados de 150 mL	
2 pipetas graduadas de 5 mL	Solución indicadora de almidón 1%
1 cronometro	
6 barras magnéticas para tubo de ensaye	
1 vaso de precipitados de 500 mL	
1 piseta	
1 termómetro	
1 parrilla con agitación	
Por grupo:	
1 matraz aforado de 500 mL	

2 matraces aforados de 250 mL 3

espátulas

3 varillas de vidrio

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Preparar 6 mezclas separadas de 5 mL de solución de persulfato de potasio y tres gotas de solución indicadora de almidón (SISTEMA A) en los tubos de ensaye. Y colocar los tubos en un termostato a temperatura constante.
2. Preparar en los otros 6 tubos de ensaye mezclas separadas (SISTEMA B), de acuerdo a la siguiente tabla:

Tubos	KI (mL) 0.5 M	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (mL) 0.25M	$\text{H}_2\text{O}$ destilada (mL)
1	2	0.5	2.5
2	2	1.0	2.0
3	2	1.5	1.5
4	2	2.0	1.0
5	2	2.5	0.5
6	2	3.0	0.0

Y colocar los tubos en el termostato a temperatura constante.

3. Vaciar en un instante la mezcla de uno de los tubos del **SISTEMA A** dentro del tubo 1 del **SISTEMA B**. Al mismo tiempo, poner en marcha el cronometro. Colocar una barra magnética dentro del tubo y agitar.
4. En el instante en que el cronometro marque 1 minuto de tiempo recorrido vaciar la mezcla de otro de los tubos del **SISTEMA A** dentro del tubo 2 del **SISTEMA B**. Colocar una barra magnética dentro del tubo y agitar.
5. Repetir en intervalos de 1 minuto el punto 4, utilizando los tubos 3, 4, 5, y 6. Tener cuidado en realizar las mezclas de reacción en los tiempos exactos.
6. Tomar los tiempos en que cada una de las mezclas cambia a color azul.
7. Repetir los pasos 1 a 6 del procedimiento experimental a las siguientes temperaturas: 30, 40, 50, 60 °C.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Depositar los residuos en un frasco etiquetado como residuos de la reacción entre iones persulfato y yoduro.

## TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tubo	T <sub>amb=</sub>	30°C	40°C	50°C	60°C
1					
2					
3					
4					
5					
6					

## INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Considerando el orden cinético determinado en la actividad experimental anterior, determine el valor de la constante de rapidez de reacción a cada temperatura.
2. Compare los valores de las constantes obtenidas por los métodos gráfico e integral.
3. Determine el factor de frecuencia y la energía de activación para la reacción anterior.
4. Determine los parámetros termodinámicos de activación ( $\Delta H^*$ ,  $\Delta S^*$  y  $\Delta G^*$ ) a 40 °C, de acuerdo con la teoría del estado de transición.

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

## EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA RAPIDEZ DE REACCIÓN

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

#### TABLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Tubo	$T_{\text{amb}}$	30°C	40°C	50°C	60°C
1					
2					
3					
4					
5					
6					





# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3

## INTRODUCCIÓN

Se denominan fenómenos superficiales a los fenómenos físicos en los que intervienen fundamentalmente las moléculas que se encuentran en la superficie de separación entre dos medios no miscibles. En particular, estos medios diferentes serán en esta práctica un líquido puro y su vapor. La energía de las moléculas del interior del líquido es diferente de la energía de las moléculas de la superficie, pues estas últimas solo están ligadas a otras moléculas del propio líquido en la interfase. De este modo, las partículas que están en la capa superficial de un líquido poseen exceso de energía con relación a las que están en el interior: dentro del líquido cada partícula está rodeada por vecinas próximas que ejercen sobre ella fuerzas intermoleculares de cohesión; por simetría estas fuerzas se ejercen en todos sentidos y direcciones por lo que la resultante es nula. Sin embargo las partículas de la superficie del líquido se encuentran rodeadas por arriba por otro tipo de moléculas (aire en el caso de esta práctica). Como en un gas la concentración de partículas es muy pequeña, la interacción entre las moléculas del gas exterior y las del líquido es despreciable, por lo que existe una fuerza neta en la superficie del líquido dirigida hacia su interior que se opone a que las moléculas de líquido se escapen de su superficie. Esta fuerza superficial lleva asociada una energía (que sería el trabajo necesario para arrancar una molécula de la superficie), definida como la diferencia entre la energía de todas las moléculas junto a la interfase y la que tendrían si estuvieran en el interior de sus respectivos fluidos. Esta energía superficial  $U$  es por tanto proporcional al área  $S$  de la superficie libre del líquido:

$$U = \sigma S \quad [1]$$

donde la constante de proporcionalidad  $\sigma$  es el coeficiente de tensión superficial del líquido que, a temperatura constante, depende sólo de la naturaleza de los medios en contacto.

Una forma de observar los efectos de la tensión superficial es introducir un objeto en un líquido. Al intentar sacarlo de él, los bordes del objeto modifican el área de la superficie libre del líquido en contacto con el aire (aumentándola) y aparece la denominada fuerza de tensión superficial,  $F_\sigma$ , que se opone a que aumente el área de la superficie libre y que es proporcional al perímetro de la interfase líquido-vapor, ( $L$ ):

$$F_\sigma = \sigma L \quad [2]$$

Si situamos un sólido sobre la superficie de un líquido, la tendencia del líquido a minimizar su superficie libre lleva a que en el límite entre la película superficial y el sólido surja la fuerza de tensión superficial dada por [2]. Esta fuerza es tangente a la superficie y está dirigida hacia el interior del líquido.

## OBJETIVOS

- Comprender el fenómeno de tensión superficial, así como el concepto de capilaridad.
- Determinar experimentalmente los valores de tensión superficial de líquidos puros, y observar que variables afectan la medición de esta propiedad.
- Investigar otros métodos que existen para la determinación de la tensión superficial.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Definición de tensión superficial y unidades.
2. Variables que afectan la tensión superficial.
3. Métodos para la determinación de la tensión superficial.
4. Método de elevación y depresión capilar.
5. Disolventes polares y no polares.
6. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
7. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
<b>Por equipo:</b>	a) Metanol 50 mL
1 tensiómetro capilar completo	b) Etanol 50 mL
1 vaso de precipitado de 1 L	c) Propanol 50 mL
4 vasos de precipitado de 50 mL	d) Benceno 50 mL
1 propipeta de 20 mL	e) Agua destilada

1 piseta  
1 picnómetro de 10 mL  
1 barra magnética  
1 parrilla con agitación magnética

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

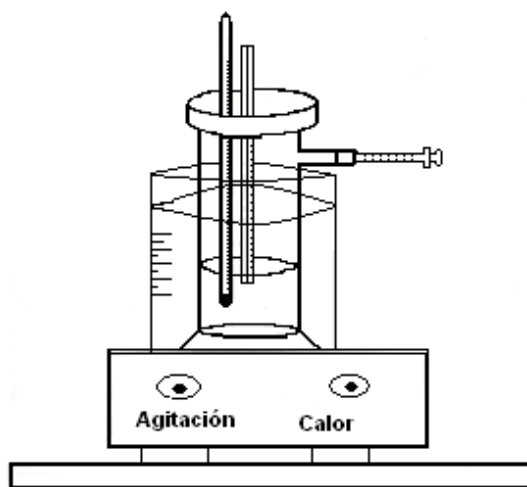


Figura 1. Tensiómetro capilar

1. Colocar aprox. 50 mL del disolvente en estudio en el tensiómetro capilar haciendo coincidir el disolvente con el cero del tubo capilar, ver Figura 1.
2. Determinar el radio del tubo capilar con un disolvente cuyo valor de tensión superficial sea conocido.
3. Determinar la altura (h) para cada disolvente que asciende por el tubo capilar.
4. Determinar la densidad de los disolventes en estudio y anotar la temperatura de trabajo.
5. Hacer los cálculos necesarios para obtener el valor de la tensión superficial y comparar con datos reportados en la bibliografía.

Observaciones:

El tubo capilar debe estar perfectamente limpio para evitar fractura de la columna con el líquido.

Realizar un mínimo de 4 lecturas en la determinación de la altura para asegurar que estas sean confiables.

Enjuaga el tubo capilar al cambiar el líquido a medir.

No mezclar líquidos polares con no polares.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los disolventes puros utilizados en el experimento se pueden regresar al recipiente de donde inicialmente se tomaron, es muy importante tener cuidado de no contaminarlos. En caso de contaminarlos depositarlos en el frasco etiquetado como desecho del mismo disolvente.

## TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. Llene la siguiente tabla con los resultados experimentales.

Temperatura de trabajo:

Disolvente	Densidad ( $\rho$ ) <i>g/cm<sup>3</sup></i>	Altura (h) <i>cm</i>	Tensión superficial experimental ( $\gamma$ ) <i>dina/cm</i>	Tensión superficial reportada ( $\gamma$ ) <i>dina/cm</i>
Agua destilada				
Metanol				
Etanol				

Propanol				
Benceno				

### INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Determine el radio del tubo capilar y ¿cuál es su valor? ¿Qué tan aceptable es el considerar el radio del tubo capilar igual al de los demás tubos capilares? (Observe que los tubos capilares no fueron cortados del mismo tubo).
2. Calcule la tensión superficial para cada líquido. Es recomendable ir anotando en la tabla todos los valores de las variables ( $\rho$ ,  $h$ ,  $\Upsilon$ ) incluyendo los valores reportados en la literatura.
3. Estime el error involucrado con la ecuación utilizando la ecuación de Poisson – Rayleigh para todos los disolventes:

$$\gamma = \frac{\Delta\rho gr}{2} \left( h + \frac{r}{3} - \frac{0.1288r^2}{h} + \frac{0.1312r^3}{h^2} \right)$$

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3

## DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE LÍQUIDOS PUROS POR EL MÉTODO DE ELEVACIÓN CAPILAR

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Temperatura de trabajo: \_\_\_\_\_

Disolvente	Densidad ( $\rho$ ) <i>g/cm<sup>3</sup></i>	Altura (h) <i>cm</i>	Tensión superficial experimental ( $\gamma$ ) <i>dina/cm</i>	Tensión superficial reportada ( $\gamma$ ) <i>dina/cm</i>
Agua destilada				
Metanol				



Etanol				
Propanol				
Benceno				





# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4

## INTRODUCCIÓN

La agitación cinética de las moléculas y la tendencia de éstas a escapar hacia fuera aumentan al elevar la temperatura; por consiguiente es de esperar que la tendencia general sea que la tensión superficial disminuya con el incremento de la temperatura, alcanzando el valor de cero a la temperatura crítica. Existen solo ecuaciones empíricas que relacionan la tensión superficial con la temperatura: **Eötvös**, **Ramsay y Shields** y **Guggenheim-Katayama**, por mencionar algunas.

En la Figura 2 se representa la tensión superficial como función de la temperatura para el agua, se observa que conforme aumenta la temperatura la tensión superficial disminuye y en la temperatura crítica del agua se espera que la tensión superficial sea igual a cero.

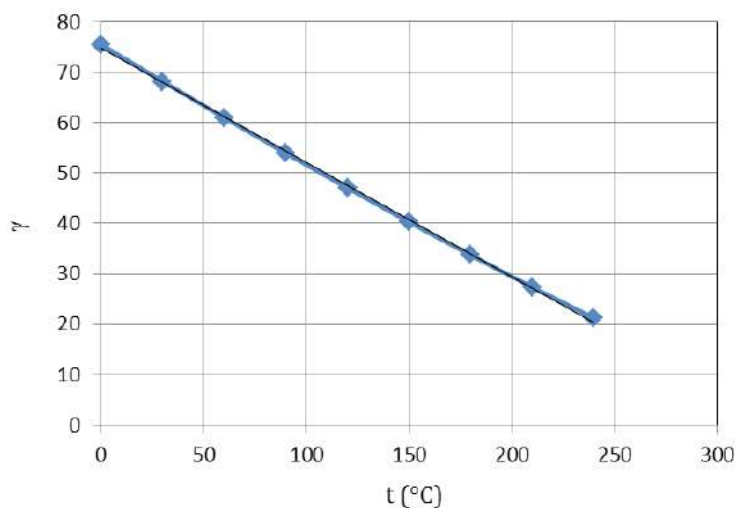


Figura 2

## OBJETIVOS

- Determinar experimentalmente los valores de tensión superficial de líquidos puros, así como los cambios que pueda sufrir esta con la temperatura.
- Calcular la energía de superficie total de los líquidos utilizados en función de la temperatura.
- Determinar experimentalmente las constantes de Eötvös, Katayama y Van der Waals–Guggenheim, las cuales representan modelos matemáticos que plantean la dependencia de la tensión superficial con la temperatura.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. ¿Cómo se modifica la tensión superficial con la temperatura?
2. Ecuaciones de Eötvös, Ramsay y Shields, Katayama y Van der Waals-Guggenheim
3. ¿Qué relación existe entre la temperatura crítica y tensión superficial?
4. ¿Qué significado físico tienen la energía de superficie total y la energía molar superficial? ¿Cómo se calculan?
5. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
6. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	a) Metanol 50 mL
1 tensiómetro capilar completo	b) Etanol 50 mL
1 vaso de precipitados de 1 L	c) Propanol 50 mL
4 vasos de precipitados de 50 mL	d) Benceno 50 mL
1 piseta	e) Agua destilada
1 propipeta de 20 mL	
1 parrilla con agitación magnética	
1 barra magnética	
1 picnómetro de 10 mL	







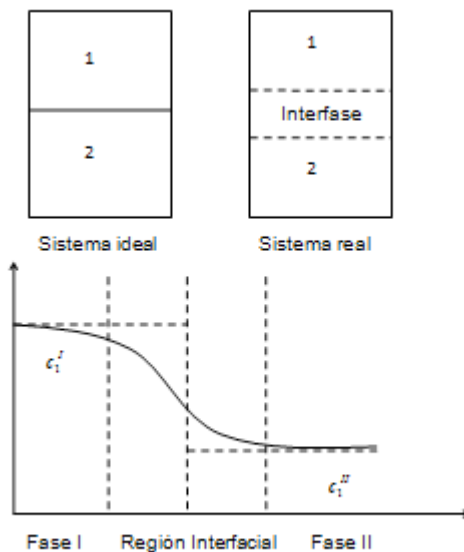


# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5

## INTRODUCCIÓN

Las superficies en sistemas multi-componentes, las concentraciones de las sustancias disueltas son, en las proximidades de la interfase, diferentes de las concentraciones en el seno de las fases. Esto es: que hay adsorción en la interfase. Si se supone que cada fase tiene un estado que la caracteriza, se puede diferenciar entre las propiedades de las moléculas en el seno de la disolución y las moléculas de la interfase.

Es por ello que Gibbs, propuso un modelo para definir la región interfacial y así poder desarrollar la termodinámica que tenía en cuenta estas dos clases de propiedades. Gibbs considera a la interfase como una superficie ubicada en algún lugar de la región interfacial.



En un sistema sencillo de dos componentes, para calcular el número de moles 1 y 2 en la interfase se proponen las siguientes ecuaciones:

$$n_1^s = n_1 - c_1^I V^I - c_1^I V^I$$

$$n_2^s = n_2 - c_2^I V^I - c_2^I V^I$$

Y si se definen las concentraciones interfaciales de exceso como:

$$\Gamma_1 = \frac{n_1^s}{A}$$

$$\Gamma_2 = \frac{n_2^s}{A}$$

$\Gamma$  representa el exceso superficial del soluto en la región superficial con respecto a su presencia en el seno del líquido (bulk), corresponde al número de moléculas por unidad de área interfacial. La ubicación de la interfase está definida en base a dos suposiciones:

$$\Gamma_1^{(1)} = 0$$

y

$$\Gamma_1^{(n)} + \Gamma_2^{(n)} = 0$$

$$\Gamma_i^{(1)} \neq \Gamma_i^{(n)}$$

La designación de los componentes 1 y 2 es por conveniencia. En el caso de soluciones es común designar al disolvente con el número 1.

$\Gamma_i > 0$  El compuesto *i* se encuentra positivamente adsorbido.

$\Gamma_i < 0$  El compuesto *i* se encuentra negativamente adsorbido.

## OBJETIVOS

Aplicar la ecuación de adsorción de Gibbs para la determinación del exceso de soluto superficial en el sistema fenol o n-propanol/agua.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Definición de tensión superficial.
2. El efecto de un soluto en la tensión superficial.



3. Definición de exceso de soluto superficial.
4. La ecuación de adsorción de Gibbs.
5. Breve descripción de las monocapas y del concepto actividad superficial
6. Aplicación del exceso de soluto superficial en la industria.
7. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
8. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	Fenol o n-propanol Agua destilada
1 tensiómetro capilar completo	
1 vaso de precipitado de 1L	
1 propipeta de 20 mL	
1 parrilla con agitación magnética	
8 vasos de precipitado de 50 mL	
1 piseta	
1 picnómetro de 10 mL	
1 barra magnética	
Por grupo:	
10 matraces aforados de 50 mL 1	
matraz aforado de 250 mL	
1 espátula	
1 vidrio de reloj	
1 bureta de 50 mL	
1 soporte universal completo	

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Lavar el material de vidrio. La limpieza de este material es importante, cualquier impureza modificará los resultados experimentales.
2. Determinar el radio del tubo capilar a partir de un líquido de tensión superficial conocida.
3. Preparar 50 mL de las soluciones molares siguientes de fenol o n-propanol en agua, según lo indique el profesor. (Por dilución comenzar de la más concentrada, 250 mL 1 M):

Solución	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Fenol o n-propanol [mol/L]	0.025	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0

4. Colocar aprox. 50 mL de la solución en estudio en el tensiómetro capilar haciendo coincidir la solución con el cero del tubo capilar, ver Figura 1 en la Actividad Experimental No. 1.
5. Obtener las alturas para cada una de las soluciones. (4 mediciones para cada concentración).
6. Determinar la densidad de cada solución de fenol o n-propanol, tomar el valor de la temperatura de trabajo.

## Observaciones:

Las lecturas para cada solución se toman de la solución más diluida a la más concentrada.

Al cambiar de concentración, el tubo capilar se debe enjuagar con la solución a medir, esto apretando la propipeta de tal forma que el líquido salga por la parte superior del tubo capilar.

Tener cuidado de no contaminar las soluciones.

Recordar: "Se debe tener el valor del radio del tubo capilar antes de iniciar la medición de las soluciones".

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Las soluciones utilizadas no generan desechos si no se contaminan, se pueden almacenar para posteriores semestres. En caso de contaminación vaciar en el frasco de desechos etiquetado

TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Temperatura: \_\_\_\_\_

Solución	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Fenol o n-propanol [mol/L]											
h											
$\rho$											
$\gamma$											

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Calcule la tensión superficial para cada concentración:
2. Realice un gráfico de tensión superficial como función de la concentración.
3. Con esta información calcule el exceso de soluto superficial,  $\Gamma$ , mediante la ecuación de adsorción de Gibbs.
4. Realice el gráfico del exceso de soluto superficial en función de la concentración y discuta el comportamiento obtenido.
5. Calcule la presión superficial,  $\pi$ , para cada una de las soluciones.
6. Realice el gráfico de la presión superficial como función del inverso del exceso de soluto superficial.
7. Utilizando el gráfico anterior, determine el área ocupada por mol de soluto adsorbido en el punto de cobertura completa de la superficie (formación de la monocapa).
8. Obtenga el área por molécula de fenol adsorbida en la superficie.

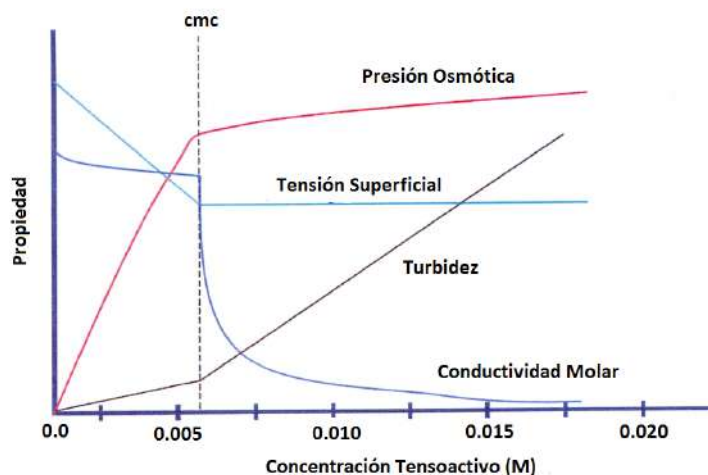


# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6

## INTRODUCCIÓN

Los agentes tensoactivos son especies en las que existe una cadena hidrocarbonada y una parte polar; en soluciones diluidas se quedan en la superficie con la parte hidrocarbonada de las moléculas (hidrofóbica) orientada hacia la interfase aceite/aire, mientras que la parte polar (hidrofílica) orientada hacia la fase acuosa. A medida que se incrementa la concentración se forma una monocapa en la superficie, sin embargo se llega a una concentración tal que las moléculas de la superficie pasan al seno de la solución formando conglomerados llamados micelas. A la concentración en la que se forman las micelas se le conoce como **concentración micelar crítica (cmc)**. La formación de micelas es otro mecanismo por el cual tiende a disminuir la energía interfacial. Las formas adquiridas por las micelas son de tres tipos:

- a) **Esféricas**: cuyos coloides se llaman globulares.
- b) **Cilíndricas** o en forma de fibras: son coloides formados por largas cadenas macromoleculares.
- c) **Laminares**: son coloides en forma de láminas.



## OBJETIVOS

- Comprender que es un agente tensoactivo y conocer sus propiedades fisicoquímicas en forma general.
- Comprender el significado de micela y conocer las diferentes formas y estructuras micelares.
- Calcular la concentración micelar crítica (CMC).
- Determinar la Energía Libre Estándar de Micelización.
- Calcular la Constante de Equilibrio de Micelización.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Definición de un agente tensoactivo. Mencione sus propiedades y características fisicoquímicas y/o superficiales.
2. Definición de micela, mencione su utilidad e importancia.
3. Descripción de los modelos micelares que existen. Anote sus características estructurales.
4. Definición de concentración micelar crítica (CMC), ¿Cómo se puede determinar experimentalmente? Mencione al menos 2 formas.
5. Explique **por qué** se utiliza la conductimetría para determinar la CMC.
6. Explique **por qué** las soluciones jabonosas se llaman también electrólitos coloidales.
7. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
8. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	
10 vasos de precipitado de 50 mL	50 mL de cada una de las siguientes soluciones de lauril sulfato de sodio:
1 vaso de precipitado de 250 mL	1.0 M, 0.06 M, 0.04 M, 0.02 M, 0.01 M,
Tensiómetro capilar	0.006 M, 0.004 M y 0.002M
1 Conductímetro	Acetona

1 Piseta	Agua destilada
1 Termómetro	
1 Parrilla con agitación magnética	
1 tubo de ensayo de 2.2 cm de diámetro y 20 cm de largo Pipetas volumétricas de 1 mL, 2 mL, 3 mL, 5 mL, 10 mL y 20 mL.	
1 Barra magnética	
1 Picnómetro 10 mL	
3 matraces aforados de 50 mL	
<b>Por grupo:</b>	
1 matraz aforado de 250 mL	
1 espátula	
1 vidrio de reloj	

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Lavar perfectamente el material de vidrio y secar el agua remanente agregando una pequeña cantidad de acetona.
2. Preparar 50 mL de cada una de las soluciones de lauril sulfato de sodio a partir de la solución 1 M.
3. Colocar en el tubo de ensayo la cantidad necesaria de la solución de lauril sulfato de sodio para medir la conductividad, comenzar con la solución más diluida a la más concentrada.
4. Enjuagar el electrodo del conductímetro con agua destilada antes y después de cada medición. Secar el electrodo con papel absorbente. Repetir dicho procedimiento cada vez que cambie de concentración.
5. Determinar el radio del tubo capilar del tensiómetro con agua destilada.
6. Vaciar los 50 mL de la solución de tensoactivo al tensiómetro capilar haciendo coincidir la solución con el cero del tubo capilar, ver Figura 1 en la Actividad Experimental No. 1.
7. Determinar la altura (h) para cada solución de tensoactivo de lauril sulfato de sodio que asciende por el tubo capilar, comenzar de la más diluida a la más **concentrada (4 mediciones para cada concentración)**.

8. Determinar la densidad de las soluciones de tensoactivo, anotar la temperatura de trabajo.
9. Hacer los cálculos necesarios para obtener el valor de la tensión superficial de las soluciones de tensoactivo.

## Observaciones:

-Al preparar las soluciones de lauril sulfato de sodio agitar suavemente para evitar la formación de espuma.

-Las lecturas para cada solución se toman de la solución más diluida a la más concentrada.

-Tener cuidado de no contaminar las soluciones.

-Recordar: "Se debe tener el valor del radio del tubo capilar antes de iniciar la medición de las soluciones".

-Determinar la temperatura y tome la lectura de conductividad asociada a cada valor de concentración empezando por la conductividad del agua destilada.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Las soluciones utilizadas no generan desechos si no se contaminan, se pueden almacenar para posteriores semestres. En caso de contaminación se pueden vaciar a la tarja ya que son soluciones jabonosas.

## TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Temperatura: \_\_\_\_\_

Concentración tensoactivo [M]	Conductividad $\Omega^{-1}$	Altura (cm)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Tensión superficial (dina/cm)
0.002				



0.004	
0.006	
0.01	
0.02	
0.04	
0.06	
0.1	

Agua destilada	

### INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Determine el valor de la concentración micelar crítica (C. M.C.) a partir de los datos de conductividad eléctrica específica, tensión superficial, densidad vs concentración.
2. Compare el valor de C. M.C obtenido experimentalmente con el valor reportado en la literatura. Anote sus observaciones.
3. Determine el valor de la concentración micelar crítica (C. M.C) a partir de los datos de resistividad eléctrica específica y concentración.
4. Compare el valor de C. M. C. obtenido experimentalmente con el valor reportado en la literatura. Anote sus observaciones.
5. Calcule la energía libre de micelización.
6. ¿Qué tan confiable es este valor? Justifique su respuesta.
7. ¿Cuál será el valor de la constante de equilibrio de micelización?
8. ¿Qué importancia tienen estos parámetros termodinámicos? Justifique su respuesta.
9. ¿Con qué aplicaciones industriales y/o de investigación (farmacéutica, bioquímica y/o biológica) se puede asociar?
10. ¿Qué significado tiene la temperatura de Kraft? ¿Mencione su importancia y utilidad.
11. ¿Se puede calcular su valor? Si es así, indique el valor de dicha temperatura.
12. ¿Cómo calcularía la entalpía y entropía de micelización? Justifique su respuesta.

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6

## DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA LIBRE ESTÁNDAR DE MICELIZACIÓN

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

Carrera: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Temperatura de trabajo: \_\_\_\_\_

Concentración tensoactivo [M]	Conductividad $\Omega^{-1}$	Altura (cm)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Tensión superficial (dina/cm)
0.002				
0.004				
0.006				



0.01				
0.02				
0.04				
0.06				
1.0				
Agua destilada				

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7

## INTRODUCCIÓN

Se define a un tensoactivo o surfactante como una sustancia que es capaz de romper o modificar la tensión superficial de un líquido. Es decir, tiene la propiedad de alterar la energía de superficie con la cual entra en contacto. Estas sustancias poseen en su estructura dos grupos bien definidos:

- a) Un polar: grupo hidrofílico (que se asocia con el agua).
- b) Un no polar: grupo hidrofóbico (que no se asocia con el agua).

Los tensoactivos o surfactantes presentan así un carácter dual con respecto a las propiedades de superficie. El grupo hidrofílico ejerce un efecto solubilizante y tiende a llevar a la molécula a disolución completa, por otro lado el grupo hidrofóbico debido a que no es soluble tiende a contrarrestar el efecto del grupo hidrofílico. Debido a esto los grupos hidrofílicos tienden a dirigirse hacia la fase acuosa y los hidrofóbicos fuera de ésta. A dicha capacidad de orientación que permite que la molécula de surfactante alcance su estado de energía mínima se le conoce como actividad superficial.

Estas sustancias pueden clasificarse con base en los usos a los que se destinan, propiedades físicas o estructura química, ninguna completamente satisfactoria; tal vez es una forma lógica de clasificarlas a partir de su comportamiento en solución acuosa. En esta clasificación se tienen cuatro tipos de tensoactivos: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros.

La necesidad del estudio de estos compuestos surge debido a su infinidad de aplicaciones a nivel industrial, por ejemplo en las industrias de alimentos, farmacéutica, cosmética y textil en las que se utilizan en mayor proporción. En función del valor BHL o HLB (Hydrophylic - Lipophylic Balance) que presente el tensoactivo, será su aplicación.

## OBJETIVOS

- Comprender que es un agente tensoactivo o surfactante y que conozca sus propiedades en forma general.
- Identificar agentes tensoactivos en diferentes productos comerciales y que los clasifique en función del tipo de carga que presenten.
- Comprender sus usos y aplicabilidad en la industria farmacéutica.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Características generales y clasificación de los agentes tensoactivos o surfactantes, dé ejemplos.
2. Efecto de los agentes tensoactivos en el hombre y medio ambiente.
3. Importancia de la carga de un agente tensoactivo aniónico, catiónico o no iónico? Explique.
4. Descripción de la escala del BHL o HBL, utilidad.
5. Explicación de métodos de cálculo del BHL para una formulación con agentes tensoactivos.
6. Investigue otra(s) técnica(s) experimental(es) para la identificación y/ o determinación de agentes tensoactivos.
7. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
8. Diagrama de flujo del experimento,

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	5 muestras de productos farmacéuticos
3 pipetas graduadas de 2 mL 15	Agua Destilada
tubos de ensaye de 10 mL 1	Azul de Timol al 0.1%
gradilla	Azul de Bromofenol al 0.1%
1 piseta	Ácido clorhídrico 0.005N, 0.1N
1 propipeta de 20 mL	Hidróxido de sodio 0.1N Arkopal N-100 al 1.0%.

Por grupo:	
6 pipetas graduadas de 2 mL	Cloruro de benzalconio al 1.0%
5 vasos de precipitado de 25 mL	Lauril sulfato de sodio al 1.0%
3 matraz aforado de 100 mL	Solución buffer de acetatos pH = 4.6
3 frascos con tapa capacidad de 100 mL	Etol
2 frascos con gotero	
1 pipeta graduada de 10 mL	

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Lavar perfectamente su material de vidrio con jabón y agua. Posteriormente enjuague su material con agua destilada y seque el remanente de agua con acetona grado comercial.
2. Preparar las siguientes soluciones:

### INDICADORES:

- a) Azul de Timol (0.1%): Pulverizar 0.1 g del indicador en un mortero y mezclar con 2 mL de solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Agitar fuertemente y después aforar a 100 mL con agua destilada.
- b) Azul de Bromofenol (0.1%). Pulverizar 0.1 g del indicador en un mortero y mezclar con 2 mL de solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Agitar fuertemente y después aforar a 100 mL con agua destilada.

### TENSOACTIVOS:

#### Puros:

- c) Preparar una disolución al 1% en peso, disolviendo primero en etanol y realizando el aforo con agua destilada.

#### Productos farmacéuticos:

- d) Preparar una disolución al 1% en peso, disolviendo primero en etanol y realizando el aforo con agua destilada.

En los productos comerciales hay una mezcla de tensoactivos por lo que se desconoce la cantidad de cada uno, por ello es recomendable probar a diferentes diluciones.

3. Realizar las pruebas siguientes para identificar el tipo de tensoactivo, respetando el orden de adición de los reactivos participantes en la prueba; anotar sus observaciones:

**TENSOACTIVOS ANIÓNICOS**

A 2 mL de solución de HCl 0.005 N, añadir 2 gotas de azul de timol y 2 mL de lauril sulfato de sodio al 1%. Agitar fuertemente. Un cambio de color amarillo rojizo a un rosa intenso indica tensoactivo o surfactante aniónico.

**TENSOACTIVOS CATIONICOS**

A 2 mL de solución buffer de acetatos (pH=4.6), agregar 2 gotas de azul de bromofenol y 2 mL de cloruro de benzalconio al 1%. Agite bruscamente, un cambio de azul violeta a azul puro indica tensoactivo o surfactante catiónico.

Otra prueba alterna es añadir 2 gotas de azul de timol a 2 mL de HCl 0.005N y se le adiciona 2 mL de cloruro de benzalconio al 1%. Agitese fuertemente un cambio de color rojo a amarillo indica tensoactivo o surfactante catiónico.

**TENSOACTIVOS NO IÓNICOS**

Es importante señalar que la presencia de agentes tensoactivos no iónicos no interfiere en la prueba para agentes tensoactivos 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 arkopal N-100 al 1%. Agitar bruscamente. Un cambio de color azul violeta a verde indica tensoactivo no iónico. Pero la literatura señala que este ensayo es también prueba positiva para agentes tensoactivos aniónicos.

El color desarrollado en las pruebas anteriores servirá como patrón o referencia para decidir, en función del color, que tipo de agente tensoactivo o surfactante contiene las muestras o productos comerciales.

**TENSOACTIVO(S) EN PRODUCTOS FARMACEUTICOS**

La concentración ideal del tensoactivo puro para lograr su identificación por cambio de color es al 1 %, pero cuando se trata en productos comerciales como jugos, cremas, detergentes, pasta dental, shampoo, etc. (que incluyen tensoactivos), se puede utilizar una gota o 0.1 g del producto comercial (según el estado físico de la muestra) y probar con diferentes mezclas o diluciones de etanol en agua, de acuerdo a la siguiente tabla. (Utilizar un tubo de ensayo para la preparación de c/u de las mezclas).

Cantidad del producto farmacéutico	1 gota o 0.1g	1 gota o 0.1g	1 gota o 0.1g	1 gota o 0.1g	1 gota o 0.1g	1 gota o 0.1g
Alcohol etílico (mL)	0	2	4	6	8	10
Agua destilada (mL)	10	8	6	4	2	0



Una vez preparadas cada una de las mezclas anteriores, se repite el procedimiento para las pruebas de agentes tensoactivos, aniónicos, catiónicos y no iónicos señalados con anterioridad; solo que en lugar de utilizar el tensoactivo al 1%, utilizará cada una de las mezclas preparadas de acuerdo con la Tabla anterior.

4. Señala en la Tabla de resultados experimentales, cuál de las pruebas dio positiva o negativa a cada muestra.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los reactivos utilizados no generan desechos, las soluciones preparadas son jabonosas por lo que pueden desecharse a la tarja.

## TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tensoactivos	Aniónico	Catiónico	No Iónico
Arkopal N-100			
Cloruro de benzalconio			
Lauril sulfato de sodio			
Muestra 1			
Muestra 2			
Muestra 3			
Muestra 4			
Muestra 5			

## INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DEL REPORTE

1. Considere el concepto de equilibrio ácido-base y explique el cambio de color en cada una de las pruebas de los agentes tensoactivos puros y de los productos farmacéuticos.
2. Mencione al menos tres aplicaciones útiles e importantes de los agentes tensoactivos.
3. Explique ¿por qué algunas de las soluciones jabonosas se les conoce también como soluciones electrolíticas coloidales?
4. Explique ¿cómo pueden influir en sus resultados experimentales, otros compuestos (colorantes, emulsificantes, estabilizadores, excipientes, etc) mezclados con el tensoactivo en el producto farmacéutico?

5. Explique económicamente ¿cuáles son los más importantes?, ¿cuáles son los más utilizados?, ¿cuáles son los más tóxicos?
6. Ecológicamente ¿son considerados como agentes contaminantes o contaminantes ambientales? Justifique su respuesta.
7. ¿Qué sugerencias serían importantes para evitar lo anterior?
8. ¿Qué métodos conoce para la determinación del BHL? Considerando uno de ellos, determine con un ejemplo, su cálculo respectivo

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7

## AGENTES TENSOACTIVOS

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

Carrera: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Tensoactivos	Aniónico	Catiónico	No Iónico
Arkopal N-100			
Cloruro de benzalconio			
Lauril sulfato de sodio			
Muestra 1			
Muestra 2			
Muestra 3			
Muestra 4			
Muestra 5			



# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 8

## INTRODUCCIÓN

La cantidad de gas adsorbido a una temperatura dada para distintas presiones relativas de gas se conoce como isoterma de adsorción.

La extensión de superficie cubierta en la adsorción se expresa como la fracción de cubrimiento  $\theta$ , definida por

$$\theta = \frac{\text{Número de sitios de adsorción ocupados}}{\text{Número de sitios de adsorción disponibles}}$$

Esta fracción se expresa también en términos del volumen de adsorbato mediante

$$\theta = \frac{V}{V_m}$$

Donde  $V_m$  es el volumen del adsorbato correspondiente al recubrimiento completo de una monocapa.

A partir de esta definición se establece la velocidad de adsorción como el cambio de la fracción de superficie cubierta con respecto al tiempo como

$$\frac{d\theta}{dt}$$

## OBJETIVOS

- Comprender el fenómeno de adsorción con respecto a la naturaleza de la interfase.
- Conocer los diferentes tipos de adsorción así como las diferencias que hay entre ellos.
- Relacionar el exceso de soluto superficial con el fenómeno de la adsorción para un sistema sólido-líquido.
- Conocer los diferentes modelos de adsorción que se llevan a cabo.
- Interpretar las isotermas de adsorción de Henry, Langmuir, Freundlich y BET.

- Determinar la cantidad máxima de ácido acético adsorbido por gramo de carbón activado.
- Calcular el área de superficie total del sólido adsorbente.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Investigar sobre la adsorción y tipos de adsorción (física, química).
2. Investigar los factores que influyen en la adsorción.
3. Esbozar de forma gráfica los diferentes isotermas de adsorción conocidos.
4. Revisar las aplicaciones de la adsorción en la industria.
5. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
6. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	
8 frascos de vidrio con tapa de 100 mL	Ácido acético 1 M
8 matraces Erlenmeyer de 125 mL	Hidróxido de sodio 0.1 N
8 vasos de precipitados de 150 mL	
8 embudos de cola chica	Carbón activado Solución
4 varillas de vidrio	de fenolftaleína. Agua
1 bureta de 50 mL	destilada
1 pipeta volumétrica de 5 mL	
1 pipeta volumétrica de 25 mL	
soporte universal completo	
8 piezas de papel filtro	
1 piseta	

1 cronómetro

1 propipeta de 20 mL

Por grupo:

2 matraces aforados de 250 mL 6

matraces aforados de 100 mL 1

pipeta volumétrica de 5 mL

1 pipeta volumétrica de 25 mL

1 pipeta volumétrica de 50 mL 1

termómetro

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Preparar en un matraz aforado de 250 mL una solución de ácido acético de concentración 1.0 M. (solución A)
2. Tomar de la solución "A" 5 mL y aforar a 250 mL (solución B).  
Tomar de la solución "A" 5 mL y aforar a 100 mL (solución C)  
Tomar de la solución "A" 10 mL y aforar a 100 mL (solución D)  
Tomar de la solución "A" 20 mL y aforar a 100 mL (solución E)  
Tomar de la solución "A" 25 mL y aforar a 100 mL (solución F)  
Tomar de la solución "A" 50 mL y aforar a 100 mL (solución G)  
Tomar de la solución "A" 75 mL y aforar a 100 mL (solución H)  
Y por último considerar la solución de ácido acético de concentración 1 M.
3. De cada una de estas soluciones, tomar una alícuota de 25 mL y adicionar a cada frasco de 100 mL en cuyo fondo se tiene 1 g de carbón activado. (Comenzar de la menos concentrada a la más concentrada).
4. Agitar vigorosa y homogéneamente durante 5 min todas las soluciones de ácido acético en carbón activado y posteriormente dejar reposar 120 min sin agitación. (Tomar un intervalo de 2 min para cada concentración).

- Posteriormente filtrar el carbón activado y titular una alícuota de 5 mL del excedente de ácido acético con NaOH 0.1 N usando fenolftaleína como indicador.

**Nota:** El carbón se debe activar con anticipación, por lo tanto calentar a 125 °C durante 1 hora.

Es importante señalar que se debe mantener siempre el mismo tiempo de adsorción y el mismo tiempo de agitación para cada una de las soluciones de ácido acético.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

El carbón activado puede reutilizarse mediante un tratamiento de purificación y posterior reactivación, por lo cual no se debe desechar. Las soluciones de ácido acético neutralizadas pueden desecharse a la tarja.

## TABLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Soluciones	V gastado de NaOH 0.1 M (mL)
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
A	

## INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

- Haga una gráfica de la cantidad adsorbida en función de la concentración de las soluciones de ácido acético y compruebe si cumple con la ecuación de Henry. Calcule su constante k. Establezca su validez.
- En que suposiciones se basa Langmuir para presentar su isoterma. Compruebe su ecuación y calcule sus constantes  $V_m$  y k. Establezca su validez.



3. Pruebe la ecuación de Freundlich. Calcule sus constantes  $k$  y  $n$ .
4. Compare las constantes de la isoterma de Langmuir con las constantes de la Isoterma de Freundlich. Anote tus observaciones. ¿Tiene algún significado físico éstas constantes? Explique ampliamente su respuesta.
5. Explique ¿qué tipo de adsorción es la del ácido acético sobre el carbón activado?
6. ¿Con base a que técnicas experimentales puede demostrar su respuesta a la pregunta anterior?

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 8

## ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO SOBRE CARBÓN ACTIVADO

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Semestre:

\_\_\_\_\_

Carrera:

\_\_\_\_\_

Grupo:

\_\_\_\_\_

### TABLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Soluciones	V gastado de NaOH 0.1 M (mL)
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
A	

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 9

## INTRODUCCIÓN

La ciencia de los coloides trata de los sistemas en los que uno o varios de los componentes tienen al menos una dimensión dentro del intervalo de 1 nm y 1  $\mu\text{m}$ . Se dice que ciertas partículas están en estado coloidal si están finamente divididas y se dispersan en un medio en el cual conservan su identidad como partícula. Estas partículas constituyen la fase dispersa y el medio recibe el nombre de medio de dispersión. Estas partículas presentan difusión, el coeficiente de difusión se define como el número de moléculas que atraviesan, o se difunden por unidad de área en la unidad de tiempo bajo un gradiente de concentración unitaria

En función de las combinaciones posibles de los diferentes estados de agregación en que se pueden encontrar ambas fases se tienen diversos tipos de dispersiones coloidales como son: aerosoles, espumas, emulsiones, geles.

La ciencia de los coloides es importante en la aplicación de técnicas fisicoquímicas en el estudio de sistemas naturales, por ejemplo en proteínas, así también se utiliza en polímeros sintéticos, en las industrias de plásticos, gomas, pinturas, detergentes, papel, suelos, productos alimenticios, tejidos, en técnicas como la precipitación, cromatografía, intercambio iónico, flotación y catálisis heterogénea .

## OBJETIVOS

- Conocer los métodos de preparación de sistemas coloidales.
- Preparar sistemas coloidales por el método de condensación y por el método de dispersión, así como establecer sus diferencias.
- Analizar de forma cualitativa las diferencias existentes entre una solución de electrolitos y una solución coloidal.
- Conocer los diferentes métodos de purificación de sistemas coloidales y aplicar el método de diálisis.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. ¿Qué es un sistema coloidal y qué factores contribuyen en la naturaleza de estos sistemas?
2. ¿Cuáles son las principales diferencias entre un sistema coloidal y una solución verdadera.
3. ¿Cuántos y cuáles son los métodos de preparación de los sistemas coloidales?
4. Menciona los diferentes métodos de purificación de los sistemas coloidales.
5. ¿Qué función tiene una membrana dializadora? ¿Cuál es el pre-tratamiento que debe realizarse para usarla de forma apropiada?
6. Describir el Movimiento Browniano.
7. Explica el fenómeno de la Difusión y variables que lo afectan.
8. Menciona algunas aplicaciones del fenómeno de Difusión.
9. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
10. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo:	
5 matraces erlenmeyer de 25 mL	Yoduro de potasio 0.1 N
1 matraz erlenmeyer de 50 mL	Nitrato de plata 0.1N
3 pipetas graduadas de 10 mL	Cloruro férrico al 32%
2 pipetas volumétricas de 1 mL	Solución jabonosa 1%
1 pipeta volumétrica de 5 mL	Azul de bromofenol 1%
2 vasos de precipitados de 150 mL	Gelatina en polvo
1 vaso de precipitados de 500 mL	Benceno
1 embudo de vidrio de cola chica	Azufre
2 tubo de ensaye corto	Etanol

2 tubos de ensaye de 15 mL con tapón de hule	Agua destilada	
1 vaso de precipitados de 50 mL		
1 termómetro 0 - 120 °C		
1 varilla de vidrio		
1 piseta		
1 parrilla		
1 vidrio de reloj		
1 espátula		
Papel filtro Whatman No. 32		
1 liga		
Por grupo:		
3 matraces aforados de 50 mL		
1 matraz aforado de 25 mL		
1 mortero de porcelana con mango		
1 pliego de papel celofán transparente		

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### PREPARACIÓN DE LOS SISTEMAS COLOIDALES

#### 1. SOL. DE YODURO DE PLATA

En un matraz erlenmeyer de 50 mL, colocar 1 mL de KI 0.1N y diluir hasta 12.5 mL. En otro matraz de 25 mL colocar 0.5 mL de AgNO<sub>3</sub> 0.1 N y diluir también a 12.5 mL. Agitando, se vierte poco a poco la solución de AgNO<sub>3</sub> sobre la de KI. Observar el momento de reunirse las soluciones. Dejar reposar 10 minutos. Anotar las observaciones.

### 2. SOL. DE FIERRO (III)

Verter en 100 mL de agua en ebullición, 1.6 mL de solución de  $\text{FeCl}_3$  al 32 %. Observar el momento de unión entre los líquidos y anotar las observaciones.

### 3. COLOIDE DE BENCENO

En dos tubos de ensaye conteniendo 8 mL de agua destilada, agregar en el primero 0.5 mL de benceno y en el segundo 0.5 mL de benceno y 1 mL de solución jabonosa. Agitar vigorosamente cada tubo y anotar las observaciones.

### 4. COLOIDE DE AZUFRE

Preparar una solución saturada con azufre en 10 mL de etanol y se filtra. Se toman 2 mL de solución filtrada y se vierten poco apoco y agitando sobre 20 mL de agua destilada. Observar y anotar.

### 5. COLOIDES DE GELATINA}

Preparar 25 mL del sol de gelatina al 4% en agua en ebullición. Vaciar 5 mL del sol de gelatina en cada uno de los tubos de ensaye cortos teniendo cuidado de resbalar el líquido por las paredes para que no forme espuma.

Para el primer tubo enfriar lentamente la gelatina y anotar observaciones.

Para el segundo tubo enfriar rápidamente y cuando la gelatina haya solidificado agregar 2 mL de una solución de azul de bromofenol al 1%, realizar observaciones durante una semana.

### PURIFICACIÓN DEL SOL DE FIERRO (III) MEDIANTE DIÁLISIS

1. Hacer una bolsa con el papel celofán. (Ver nota)
2. Introducir el sol de Fierro (III) en la bolsa.
3. Sellar perfectamente la parte superior de la bolsa con la liga.
4. Colocar la bolsa dentro de un vaso de precipitado de 500 mL el cual debe contener 250 mL de agua destilada.
5. Comprobar la diálisis mediante mediciones de pH o de conductividad.

**Nota:** La membrana de celofán debe someterse a un proceso de pretratamiento para utilizarla.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

A reserva del coloide de gelatina que nos e considera desecho peligroso, los desechos de los otros coloides deberán depositarse en los frascos etiquetados como desechos.

## TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Sistema coloidal	Observaciones				
Yoduro de plata					
Sol de fierro III					
Benceno					
Azúfre					
Gelatina	Tubo 1				
	Tubo 2	Tiempo			
		Avance			
Diálisis					

## INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

- 1) Presente en una tabla las observaciones realizadas de los sistemas coloidales.
- 2) Clasifique a los sistemas coloidales según el método de preparación.
- 3) Explique a qué se debe que todos los soles preparados son coloridos.
- 4) Justifique la relación entre la dispersión de la luz con el tamaño de partícula.
- 5) Realice los siguientes gráficos: en el primero la penetración media en función del tiempo ( $\Delta x$  vs  $t$ ) y en el otro ( $\Delta x^2$  vs  $t$ ), para el coloide de gelatina con azul de bromofenol.
- 6) Calcule el coeficiente de difusión en función de la penetración media para el coloide de gelatina con azul de bromofenol.
- 7) Además de la medición del pH o la conductividad, que otras pruebas pueden hacerse para que demuestre que se logró la diálisis.

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 9

## PREPARACIÓN, DIFUSIÓN Y PURIFICACIÓN DE SISTEMAS DISPERSOS

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Sistema coloidal	Observaciones				
Yoduro de plata					
Sol de fierro III					
Benceno					
Azufre					
Gelatina	Tubo 1				
	Tubo 2	Tiempo			
		Avance			
Diálisis					



# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 10

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las sustancias adquieren carga eléctrica superficial cuando se ponen en contacto con un medio polar, como por ejemplo, el agua. Es posible también adquirir una carga neta (superficial) por una adsorción desigual de iones opuestos. La adsorción iónica puede ser positiva o negativa. Las superficies en contacto con medio acuoso se cargan con mayor frecuencia de modo negativo que del positivo. Otro camino por el cual se puede adquirir carga superficial es por la disolución de iones. Las sustancias iónicas pueden adquirir una carga superficial en virtud de una disolución desigual de los iones de signo contrario que las constituyen. Generalmente la doble capa eléctrica se considera constituida por dos regiones: una interior que puede incluir iones adsorbidos y una región difusa en la que los iones se distribuyen según influencia de las fuerzas eléctricas y de movimientos térmicos al azar.

### ***Modelo de doble capa compacta***

Considera la existencia de una doble capa de cargas, unas localizadas en el lado de la superficie cargada y otras del lado de la solución, comportándose el conjunto como un condensador de placas paralelas. La capacidad de la doble capa debe ser constante y dependerá únicamente de la superficie y de la separación entre las dos capas, de modo que el potencial variará linealmente con la distancia a la superficie cargada y el gradiente estará dado por la densidad de carga superficial. El modelo de Helmholtz supone un modelo rígido y no considera efectos de agitación térmica y consecuentemente no considera la distribución de iones que esta agitación puede traer.

### ***Modelo de doble capa difusa***

Este modelo fue propuesto por Gouy-Chapman y fue el primer tratamiento cuantitativo de doble capa difusa. El modelo está basado sobre las siguientes consideraciones:

- 1) La superficie es plana, de extensión infinita y cargada uniformemente.
- 2) Los iones de la parte difusa de la doble capa son cargas puntuales distribuidas de acuerdo con la distribución de Boltzman.

- 3) El disolvente influye en la doble capa a través de su constante dieléctrica, la cual se considera constante (igual) en toda la parte difusa.
- 4) La existencia de un único electrolito simétrico y con carga Z.

## OBJETIVOS

- Estudiar el fenómeno de Adsorción asociado a los sistemas coloidales a través de los diferentes modelos de Doble Capa Eléctrica.
- Comprobar experimentalmente la modificación del potencial zeta de un sistema disperso, por medio de la adición de un electrolito y la manera en que lo afecta.
- Conocer las maneras de estabilizar y desestabilizar un sistema coloidal.
- Demostrar experimentalmente que los sistemas coloidales presentan carga en solución.
- Comprender la importancia del Potencial Zeta o Potencial Electrocinético.
- Analizar las reglas de Schulze-Hardy y la relación que tienen con la estabilidad de los Sistemas Coloidales, así como el concepto de Coloide Protector.

## ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Describa un Sistemas Dispersos o Sistemas Coloidales.
2. Describa los Modelos de Doble Capa Compacta y Doble Capa Difusa.
3. Mencione la importancia del Potencial Z o Potencial Electrocinético.
4. Enuncie las Reglas de Schulze-Hardy.
5. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
6. Diagrama de flujo del experimento.

## EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

MATERIAL	REACTIVOS
Por equipo: 10	Por grupo:
tubos de ensaye largos	2 huevos para la solución acuosa de Albumina.

1 gradilla 1M, 0.1 M, 0.01 M, 0.001 M, 0.0001 M.	50 mL de Sol. acuosas Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
2 pipetas graduadas de 1 mL	50 mL de Solución de Grenetina 3%
1 propipeta 20 mL	Agua destilada
1 piseta	
<b>Por grupo:</b>	
1 embudo grande de cola corta 2	
vasos de precipitado de 1L 5	
pipetas graduadas de 10 mL 1	
espátula	
1 vidrio de reloj	
Algodón y gaza	

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Romper 2 huevos, extraer la clara y verter en un vaso de precipitado de 1L perfectamente lavado y enjuagado con agua destilada. Tenga cuidado de no reventar la yema.
2. Agregar la cantidad suficiente de agua hasta completar aproximadamente 850 mL de solución de Albúmina.
3. Filtrar a través de un embudo (perfectamente lavado y enjuagado con agua destilada) con ayuda de un algodón y gasa colocándolos en el fondo del embudo.
4. Recibir la solución filtrada en un vaso de precipitado de 1 L.
5. Rotular los 10 tubos y a los primeros 5 agregar 10 mL de la solución de albúmina a cada uno.
6. Posteriormente agregar 1 mL de nitrato cúprico:

Tubo	Concentración de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
1	1.0 M
2	0.1 M
3	0.01 M
4	0.001 M
5	0.0001 M

- A otros 5 tubos agregar primero 1 mL de la solución de grenetina al 3%, posteriormente 10 mL de albúmina y luego 1 mL de cada concentración del electrolito.
- Homogenizar cada tubo y anotar observaciones

**Nota:**

Si por alguna razón se utiliza mayor o menor número de huevos y/o se varía la dilución de la Albúmina de acuerdo con lo planteado, deberá hacerse una dilución mayor o menor de grenetina.

## ORIENTACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Depositar el frasco de residuos asignado para su posterior confinamiento.

## TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tubo	[ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ]	Observaciones antes de homogenizar (interfase)	Observaciones después de homogenizar
1	1M		
2	$10^{-1}$ M		
3	$10^{-2}$ M		
4	$10^{-3}$ M		
5	$10^{-4}$ M		

Sistemas que agregó previamente grenetina.

Tubo	[ Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	Observaciones antes de homogenizar	Observaciones después de homogenizar
6	1M		
7	10 <sup>-1</sup> M		
8	10 <sup>-2</sup> M		
9	10 <sup>-3</sup> M		
10	10 <sup>-4</sup> M		

## INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

Para la elaboración del reporte, se seguirá la estructura siguiente:

1. Anote todas las observaciones que considere necesarias para cada sistema después de haber adicionado el electrolito a diferentes concentraciones a la solución de albúmina. Y después para cada sistema cuando se ha adicionado la grenetina.
2. Investigue que carga presenta la albúmina y explique ¿Por qué flocula la Albúmina a la adición del electrolito a diferentes concentraciones?
3. Investigue por qué la solución de Albúmina no flocula en presencia de la solución de gelatina.
4. Investigue lo que es Coloide Protector y escribe algunos ejemplos de ellos.
5. Tome en cuenta las diferencias entre Coloides Hidroféllicos e Hidrofóbicos y considérelo en su reporte.
6. Investigue los parámetros que determinan la Estabilidad de los sistemas dispersos y anótelos.
7. Investigue y relacione la importancia del Potencial Electrocinético o Potencial Z y explique cómo varía el potencial Z con la temperatura y con el aumento de la concentración de electrolito, el cual es de signo opuesto al del coloide.

8. Investigue dos métodos o técnicas experimentales diferentes a las que se utilizó en laboratorio, para determinar las propiedades electrocinéticas de los sistemas dispersos.
9. Escriba las reglas de Schulze-Hardy.
10. Escriba algunas aplicaciones de las propiedades eléctricas de los sistemas coloidales.
11. Concluya.

# ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 10

## PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE SISTEMAS DISPERSOS

### HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes de equipo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_

Carrera: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Tubo	[ Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	Observaciones antes de homogenizar (interfase)	Observaciones después de homogenizar
1	1M		
2	10 <sup>-1</sup> M		
3	10 <sup>-2</sup> M		
4	10 <sup>-3</sup> M		
5	10 <sup>-4</sup> M		

SISTEMAS QUE AGREGÓ PREVIAMENTE GRENETINA

Tubo	[ Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	Observaciones antes de homogenizar	Observaciones después de homogenizar
6	1M		
7	10 <sup>-1</sup> M		
8	10 <sup>-2</sup> M		
9	10 <sup>-3</sup> M		
10	10 <sup>-4</sup> M		



- 1 Adamson, Arthur. Physical Chemistry of Surfaces. 5th ed. Ed. John Wiley & Sons. New York. 1990
- 2 Berg, J.C. An Introduction to Surfaces and Colloids. A Bridge to Nanoscience. Ed. World Scientific. USA. 2009
- 3 Binks, B. ; Horozov, T. S. Colloidal Particles at Liquid Interfaces. Ed. Cambridge University Press. USA. 2006
- 4 Birdi, K. S. Handbook of Surface and Colloid Chemistry. 3rd ed. Ed. CRC Press. New York. 2009
- 5 Butt, Hans J. Physics and Chemistry of Interfaces. 2nd ed. Ed. Wiley-VCH. USA. 2006
- 6 Friedli, Floyd R. Detergency of Specialty Surfactants. Ed. Marcel Dekker Inc. New York. 2001
- 7 Goodwin, J.W. Colloids and Interfaces with Surfactants and Polymers: An Introduction. Ed. John Wiley & Sons. USA. 2004
- 8 Hiemenz, P. C. ; Rajagolapan, R. Principles of Colloid and Surface Chemistry. 3rd ed. Ed. Marcel Dekker. New York. 1997
- 9 Holmberg, Krister. Novel Surfactants: Preparation, applications and biodegradability. Ed. Marcel Dekker. New York. 2003
- 10 Hunter, R. J. Introduction to Modern Colloid Science. Ed. Oxford university Press. 1993
- 11 Israelachvili, J. Intermolecular and Surface Forces. 3th ed. Ed. Academic Press. USA. 2003
- 12 Jirgensons, B.; Straumanis, M. E. Compendio de Química Coloidal. Ed. CECSA. México. 1965

- 13 Pashley, R.; Karaman, M.E.; Applied Colloid and Surface Chemistry. Ed. Wiley. USA, 2010.
- 14 Rosen, M.J. Surfactants and Interfacial Phenomena. 2nd ed. Ed. Wiley-Interscience, USA. 1989
- 15 Shaw, J. Duncan. Introducción a la Química de Superficies y Coloides. Ed. Alhambra. Madrid. 1977
- 16 Shaw, J. Duncan. Introduction to Colloid and Surface Chemistry. 4th ed. Ed. Butterworth-Heinemann. Oxford. 2000
- 17 Tadros, T. F. Colloids and Interface Science Series. Vol. 1: Colloid Stability. Ed. Wiley-VCH. Germany. 2007
- 18 Toral, Ma. Teresa. Fisicoquímica de Superficies y Coloides. Ed. Urmo. España. 1973

## ***Cinética y sistemas dispersos (Actividades experimentales para Farmacia)***

Las actividades experimentales desarrolladas en el presente manual están enfocadas a conocer, comprender y aplicar los fundamentos de la cinética en la predicción, formulación, diseño y estabilidad de medicamentos y nuevos productos farmacéuticos; así como a conocer los fundamentos termodinámicos asociados a los diferentes tipos de interfases y su aplicación en la predicción, formulación y estabilidad de los diversos tipos de dispersiones farmacéuticas.

colección: manuales de ciencias biológicas, químicas y de la salud

