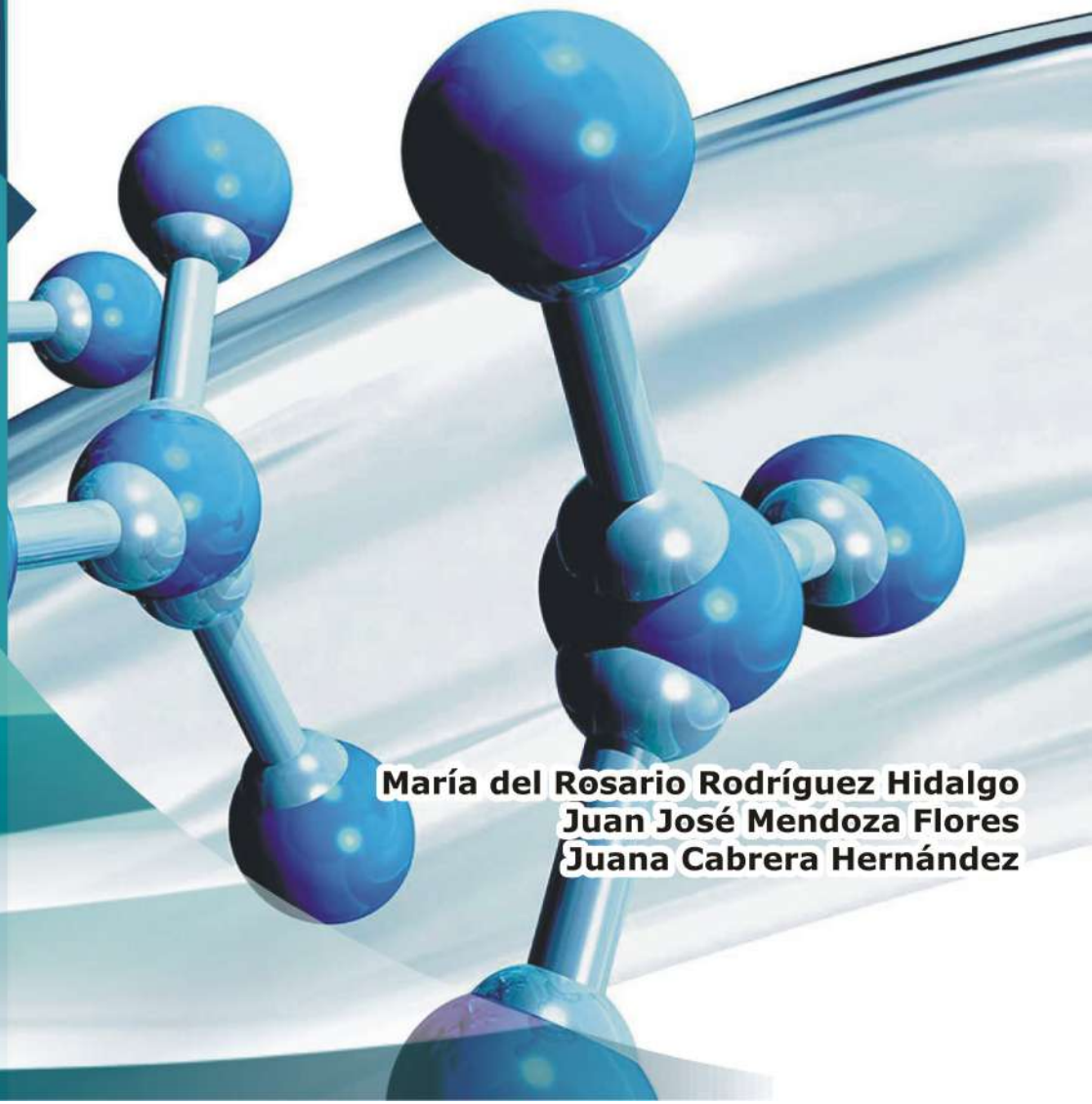
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

FENÓMENOS DE SUPERFICIE Y SISTEMAS DISPERSOS (ACTIVIDADES EXPERIMENTALES)



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

UNAM
CUAUTITLÁN

FESUNAM
Ediciones
Cuautitlán

FENÓMENOS DE SUPERFICIE Y SISTEMAS DISPERSOS (ACTIVIDADES EXPERIMENTALES)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS

SECCIÓN DE FISICOQUÍMICA

ASIGNATURA: FISICOQUÍMICA III

CLAVE DE LA ASIGNATURA: 1418

CARRERA: QUÍMICA

CLAVE DE LA CARRERA: 32

Autores:

María del Rosario Rodríguez Hidalgo

Juan José Mendoza Flores

Juana Cabrera Hernández

2012

Contenido

Introducción.....7

Objetivos generales de la asignatura.....11

Objetivos del curso experimental.....11

Lista de actividades experimentales y unidades temáticas.....12

Normas del laboratorio 13

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1.....15
Determinación de la tensión superficial de líquidos puros por el método de elevación capilar

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2.....23
Efecto de la temperatura sobre la tensión superficial

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3.....29
Determinación del exceso de soluto superficial mediante la ecuación de adsorción de Gibbs

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4.....37
Agentes tensoactivos

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5.....45
Determinación de la energía libre estandar de micelización

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6.....53
Isotermas de adsorción de ácido acético sobre carbón activado

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7.....61
Preparación, difusión y purificación de sistemas dispersos

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 8.....69
Propiedades eléctricas de sistemas dispersos

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 9.....77
Determinación de la viscosidad dependencia con la temperatura

Bibliografía 85

Introducción

La carrera de Química forma profesionistas capaces de transformar los recursos naturales en productos útiles para la humanidad como alimentos, medicamentos, ropa, habitación, energéticos, mobiliario, transporte y comunicaciones, entre otros. La actividad del químico favorece tanto al sector industrial como a los de salud, educativo y alimentario, pues con ellos influye en la solución de problemas como el aprovechamiento de los recursos naturales; la generación, asimilación y adaptación de tecnología química propia; las especificaciones de normas oficiales de control de calidad en las áreas de salud, alimentación y la regulación de normas para controlar la contaminación y el mantener el equilibrio ecológico.

La asignatura de Fisicoquímica III forma parte de las asignaturas del campo profesional. Las asignaturas del campo de formación profesional son garantía de que al concluir la licenciatura el egresado de la FES Cuautitlán contará con los conocimientos, aptitudes, habilidades y destrezas que le permitan:

- Colaborar con grupos de investigación para generar nuevos conocimientos y desarrollar nuevos procesos.
- Evaluar, modificar, reproducir y diseñar métodos y técnicas experimentales con base en los recursos disponibles, y optimarlos.
- Participar en el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento integral y la preservación de los recursos naturales del país.
- Diseñar y desarrollar métodos y técnicas para la formulación, separación, identificación y cuantificación de productos químicos.
- Realizar procesos de síntesis química y caracterización de nuevos productos.
- Diseñar y aplicar sistemas de control de calidad.
- Resolver problemas específicos en el ámbito de la química, utilizando los medios modernos de información.
- Capacitar y orientar al personal bajo su responsabilidad y comunicar los conocimientos de su área de trabajo.
- Desempeñar actividades docentes a nivel básico, medio superior y superior en las asignaturas de química y las relacionadas con ella.

- Colaborar para que la industria química sea una industria limpia, en tanto que no contamine el ambiente.

- Realizar estudios de posgrado, diplomados, maestría y doctorado en áreas afines.

Las asignaturas del campo profesional son de carácter obligatorio. Las actividades experimentales fueron diseñadas tomando en cuenta las características de que deberá poseer un egresado de Química en cuanto a procedimientos y recursos educativos.

En el Plan de estudios se cita que el campo y mercado de trabajo del Químico en la actualidad es muy amplio. El Químico puede desarrollarse en la industria de la transformación; energéticos, metalmecánicos, papel, textil, plásticos, detergentes y pinturas, en la industria extractiva, tales como recursos naturales orgánicos (grasas, aceites, petróleo), recursos inorgánicos (azufre, carbón, minerales), además de productos de uso humano, agrícola (fertilizantes, pesticidas), consumos alimenticios (lácteos, cereales) y farmacéuticos, entre otros.

Son estas características las que se consideraron para elaborar los diferentes programas de cada asignatura de las diferentes áreas de estudio. En el caso de la asignatura de Fisicoquímica III, se tienen asignadas tres horas teóricas y tres horas de laboratorio.

El Manual de Actividades Experimentales de Fenómenos de Superficie y Sistemas Dispersos para la asignatura de Fisicoquímica III de la carrera de Química está diseñado para la modalidad de Prácticas y/o Proyectos de Laboratorio.

El laboratorio se conforma por 9 sesiones en las cuales se desarrollarán las actividades experimentales, cada una 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

Al finalizar las actividades experimentales se realiza un proyecto de aplicación de los conocimientos adquiridos el cual se conforma por un protocolo, el mismo trabajo experimental, un reporte de resultados, y se concluye con una presentación oral.

Parte importante del Manual de Actividades Experimentales es desarrollar la conciencia por el cuidado y responsabilidad que, como prefesional en Química, se debe tener por 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, de acuerdo con el Plan de estudios de Química en el que se cita que el químico es el profesional con formación científica y tecnológica, capaz de realizar análisis, síntesis, extracción, formación, transformación y desarrollo de productos químicos. Contribuye a la investigación básica, asimilación, transferencia y desarrollo de metodologías y tecnologías, así como llevar a cabo el control de calidad de materias primas, productos intermedios y productos terminados. El profesional debe ser consistente de su compromiso con la sociedad al orientar sus actividades profesionales en beneficio de la comunidad, haciendo un uso eficiente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente.

Objetivos generales de la asignatura

- Estudiar los cambios que experimentan los sistemas químicos sujetos a fenómenos superficiales.

- Relacionar los fenómenos superficiales e interfaciales con el estudio de las características, estabilidad y propiedades de los sistemas coloidales.

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 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.

    - Capacidad para formular y gestionar proyectos.

    - Capacidad creativa.

    - Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

    - Habilidades en el uso de tecnologías de la información y la comunicación.

- Desarrolle de manera crítica y autocrítica su compromiso con la preservación del medio ambiente.

Lista de actividades experimentales y unidades temáticas

Actividad experimental	Título	Unidad temática en el programa de la asignatura
1	Determinación de la tensión superficial de líquidos puros por el método de elevación capilar.	Unidad 1. Interfases líquido-vapor y líquido-líquido.
2	Efecto de la temperatura sobre la tensión superficial.	Unidad 1. Interfases líquido-vapor y líquido-líquido.
3	Determinación del exceso de soluto superficial mediante la ecuación de adsorción de Gibbs.	Unidad 2. Adsorción y orientación en interfases.
4	Agentes tensoactivos.	Unidad 4. Interfase sólido-líquido.
5	Determinación de la energía libre estándar de micelización.	Unidad 2. Adsorción y orientación en interfases.
6	Isotermas de adsorción de ácido acético sobre carbón activado.	Unidad 5. Adsorción, Interfase sólido-gas.
7	Preparación, difusión y purificación de sistemas dispersos.	Unidad 6. Propiedades de transporte. Unidad 7. Sistemas coloidales.
8	Propiedades eléctricas de sistemas dispersos.	Unidad 9. Propiedades eléctricas y electrocinéticas de los sistemas coloidales.
9	Determinación de la viscosidad dependencia con la temperatura.	Unidad 8. Propiedades cinéticas de los sistemas coloidales.

Normas del laboratorio

Reglamento interno de los laboratorios de Fisicoquímica

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 sólo cuando su profesor o persona responsable de dicho laboratorio esté 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)

Nota: 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 los reactivos y/o productos con los que vaya a trabajar y 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 flamabilidad que podrían causar dichos efectos colaterales.

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 este punto.

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 reponerse al laboratorio antes de concluir el curso experimental.

12. El alumno tiene la obligación de informarse acerca de las orientaciones de tratamiento y disposición de 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. Se debe tener cuidado de no mezclar materiales de diferente naturaleza o reacción.

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 del área de lavado de material.

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

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

Determinación de la tensión superficial de líquidos puros por el método de elevación capilar

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 se presentan en la práctica cómo 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 sólo 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. 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,

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

Dónde la constante de proporcionalidad σ 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, los bordes del objeto modifican el área de la superficie libre del líquido en contacto con el aire y aparece la denominada fuerza de tensión superficial (Fσ), que se

opone a que aumente el área de la superficie libre y que es proporcional al perímetro de la interfase líquido-vapor (L):

$$F_{\sigma} = \sigma L \qquad [2]$$

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 qué 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
Por equipo	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

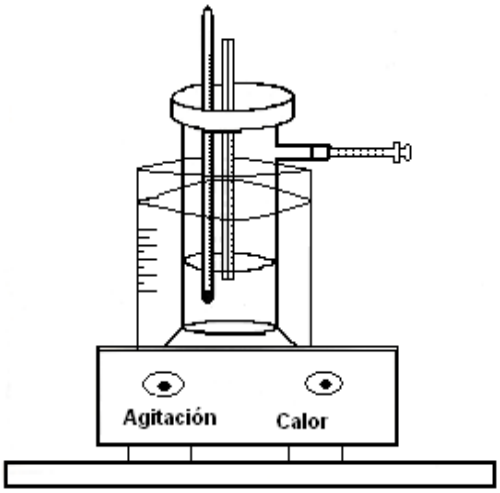


Figura 1. Tensiómetro capilar

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, ya que es muy importante tener cuidado para no contaminarlos. En caso de contaminarlos, depositarlos en el frasco etiquetado como desecho del disolvente.

TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. Llene la siguiente tabla con los resultados experimentales:

Temperatura de trabajo: _____

Disolvente	Densidad (ρ) *g/cm³*	Altura (h) *cm*	Tensión superficial experimental (γ) *dina/cm*	Tensión superficial reportada (γ) *dina/cm*
Agua destilada				
Metanol				
Etanol				

Propanol				
Benceno				

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Determine el radio del tubo capilar. ¿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 (ρ, *h*, ϒ), incluyendo los valores reportados en la lectura.

3. Estime el error involucrado con la ecuación $\gamma = \rho g h r/2$ utilizando la ecuación de Poisson-Rayleigh para todos los disolventes:

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

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1: DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE LÍQUIDOS PUROS POR EL MÉTODO DE ELEVACIÓN CAPILAR

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

_____

Disolvente	Densidad (ρ) *g/cm³*	Altura (h) *cm*	Tensión superficial experimental (γ) *dina/cm*	Tensión superficial reportada (γ) *dina/cm*
Agua destilada				
Metanol				
Etanol				
Propanol				
Benceno				

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

Efecto de la temperatura sobre la tensión superficial

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 sólo ecuaciones empíricas que relacionan la tensión superficial con la temperatura, como las de Eötvös, Ramsay-Shields y Guggenheim-Katayama, por mencionar algunas.

En la figura 2 se representa la tensión superficial como función de la temperatura para el agua: 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.

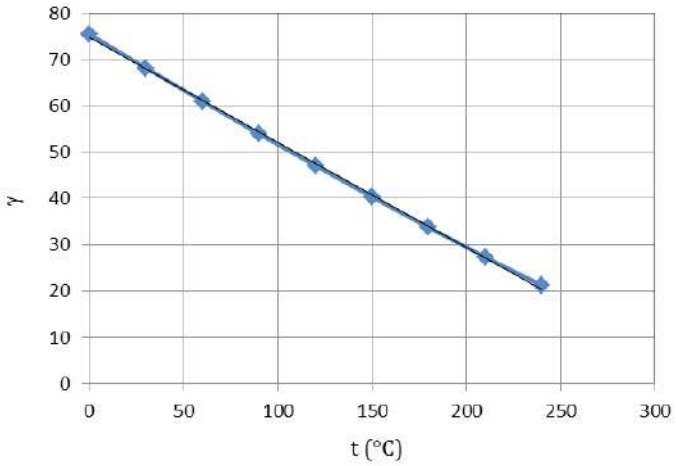


Figura 2. Dependencia de la temperatura sobre la tensión superficial

OBJETIVOS

- Determinar experimentalmente los valores de tensión superficial de líquidos puros, así como los cambios que pueda sufrir ésta con la temperatura.

- Calcular la energía de superficie total de los líquidos utilizados en función de la temperatura.

- Determinar las constantes de Eötvös, Katayama y Van der Waals-Guggenheim de manera experimental, 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-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 precipitado de 1 l	c) Propanol (50 ml.)
4 vasos de precipitado 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	

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

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 de la Actividad Experimental No. 1)

2. Calcular de nueva cuenta el radio del tubo capilar con un disolvente de tensión superficial conocida.

3. Determinar la altura (h) para cada disolvente que asciende por el tubo capilar a las siguientes temperaturas: 20º (temperatura ambiente), 30º, 40º y 50 ºC.

4. Medir la densidad de los disolventes a las diferentes temperaturas.

5. Hacer los cálculos necesarios para obtener el valor de la tensión superficial.

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.

- Enjuagar el tubo capilar al cambiar el disolvente a medir.

- No mezclar disolventes 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

	Densidad (ρ) (*g/cm³*)				Altura (*cm*)				Tensión superficial (*dina/cm*)			
Disolvente	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4
Agua												
Metanol												
Etanol												
Propanol												
Benceno												

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Calcule la tensión superficial a cada temperatura para cada líquido. Es recomendable que llene la tabla anterior con todas las variables, incluyendo los valores reportados en la lectura.

2. Calcule la energía de superficie total para cada líquido a 40 ^{o}C.

3. Determine el valor de la temperatura crítica y la constante de Eötvös para cada líquido.

4. Compare sus valores y haga sus comentarios.

5. Calcule las constantes de la pregunta 3, utilizando el modelo de Katayama únicamente para el benceno.

6. Compare las constantes del modelo de Eötvös con el de Katayama. Anote sus observaciones.

7. Utilice la ecuación de Van der Waals-Guggenheim y calcule sus constantes. Utilice para ello los datos obtenidos para el benceno. Investigue el valor de su temperatura crítica.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2: EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA TENSIÓN SUPERFICIAL

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

	Densidad (ρ) (*g/cm³*)				Altura *(cm)*				Tensión superficial *(dina/cm)*			
Disolvente	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4
Agua												
Metanol												
Etanol												
Propanol												
Benceno												

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3

Determinación del exceso de soluto superficial mediante la ecuación de adsorción de Gibbs

INTRODUCCIÓN

En superficies de sistemas multicomponentes, 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, hay adsorción en la interfase. Suponiendo 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.

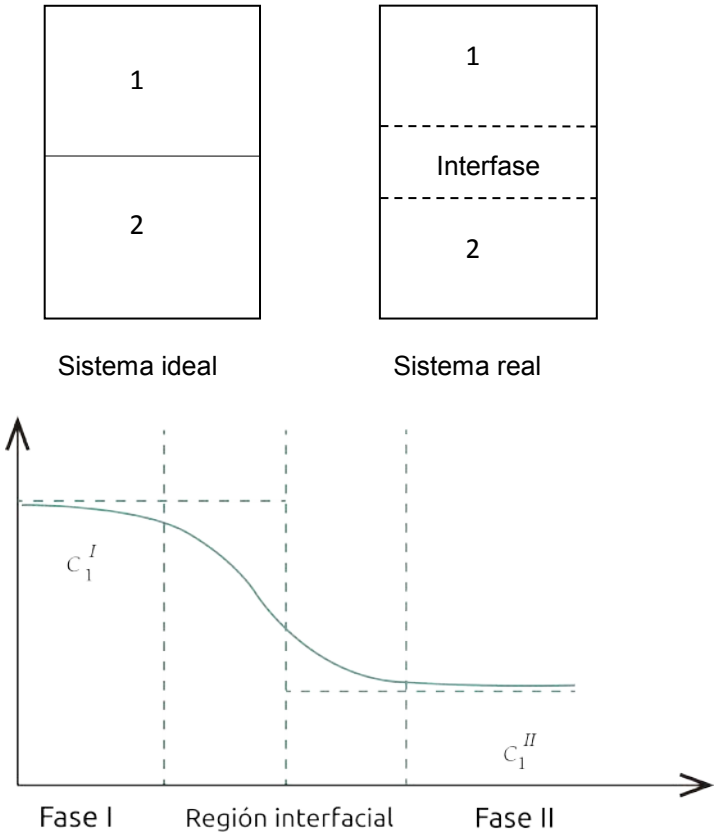


Figura 3. Modelo teórico de regiones interfaciales

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

$$n_1^s = n_1 - c_1^I V^I - c_1^{II} V^{II}$$

$$n_2^s = n_2 - c_2^I V^I - c_2^{II} V^{II}$$

Y si se definen las concentraciones interfaciales de exceso como:

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

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

Donde Γ 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

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

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.

$\Gamma_i > 0$ Donde el compuesto i se encuentra positivamente adsorbido.

$\Gamma_i < 0$ Donde 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
1 tensiómetro capilar completo	Agua destilada
1 vaso de precipitado de 1 l	
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 aproximadamente 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 (cuatro mediciones para cada concentración).

6. Determinar la densidad de cada solución de fenol o n-propanol y 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.

- 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 correspondiente.

TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Temperatura: _____

Solución	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Fenol o n-propanol [mol/L]											
h											
ρ											
γ											

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 (Γ) 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 (π) 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 3: DETERMINACIÓN DEL EXCESO DE SOLUTO SUPERFICIAL MEDIANTE LA ECUACIÓN DE ADSORCIÓN DE GIBBS

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

Temperatura _____

Solución	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Fenol o n-propanol [mol/L]											
h											
ρ											
γ											

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4

Agentes tensoactivos

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. Uno polar del grupo hidrofílico (que se asocia con el agua)

b. Uno no polar del 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 tiende a contrarrestar el efecto del grupo hidrofílico. En consecuencia, los grupos hidrofílicos tienden a dirigirse hacia la fase acuosa y los hidrofóbicos fuera de ésta. Esta capacidad de orientación permite que la molécula del surfactante alcance su estado de energía mínima. A esto se le conoce como actividad superficial.

Estas sustancias pueden clasificarse en base a los usos a los que se destinan, sus propiedades físicas o estructura química. Cómo ninguna es completamente satisfactoria, una forma más lógica de clasificarlos es en base a 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, cómo 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 conocer sus propiedades en forma general.
- Identificar agentes tensoactivos en diferentes productos comerciales y clasificarlos en función del tipo de carga que presenten.
- Comprender sus usos y aplicaciones en diferentes áreas industriales.

ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. Características generales y clasificación de los agentes tensoactivos o surfactantes; ejemplos de tales agentes.
2. Efecto de los agentes tensoactivos en el hombre y medio ambiente.
3. Importancia de la carga de los agentes tensoactivos aniónico, catiónico o no iónico. Explicar.
4. Descripción de la escala del BHL o HBL y su utilidad.
5. Explicación de métodos de cálculo del BHL para una formulación con agentes tensoactivos.
6. Investigación de otras técnicas experimentales 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 shampoo comercial
3 pipetas graduadas de 2 ml	Agua destilada
15 tubos de ensaye de 10 ml	Azul de timol al 0.1%
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)
Por grupo:	Arkopal N-100 al 1.0%.
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	Etanol
2 frascos con gotero	
1 pipeta graduada de 10 ml	

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Lavar perfectamente el material de vidrio con jabón y agua. Posteriormente enjuague el material con agua destilada y seque el remanente de agua con acetona grado comercial.

2. Preparar las siguientes soluciones:

Indicadores

- 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.

- 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

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

Productos comerciales

- 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 diferentes 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, anotando las observaciones necesarias:

Tensoactivos aniónico

- 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 catiónicos

- 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.

- Una 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%. Agítese 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. 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, qué tipo de agente tensoactivo o surfactante contienen las muestras o productos comerciales.

Tensoactivos en productos comerciales

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 ó 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 cada una de las mezclas):

Cantidad del producto comercial	1 gota o 0.1 g	1 gota o 0.1 g	1 gota o 0.1 g	1 gota o 0.1 g	1 gota o 0.1 g	1 gota o 0.1 g
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% se utilizará cada una de las mezclas preparadas de acuerdo con la tabla anterior.

4. Señalar 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, ya que las soluciones preparadas son jabonosas y 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 comercial 1			
Muestra comercial 2			
Muestra comercial 3			
Muestra comercial 4			
Muestra comercial 5			

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DEL REPORTE

1. Considere el concepto de equilibrio acido-base y explique el cambio de color en cada una de las pruebas de los agentes tensoactivos puros y de los productos comerciales.

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. ¿Cómo pueden influir en sus resultados experimentales otros compuestos (colorantes, emulsificantes, estabilizadores, excipientes, etc.) mezclados con el tensoactivo en el producto comercial?

5. Explique económicamente cuáles son los más importantes, cuáles son los más utilizados y cuáles son los más tóxicos.

6. Ecológicamente, ¿son considerados estos agentes como contaminantes ó contaminantes ambientales? Justifique su respuesta.

7. ¿Qué sugerencias serian importantes para evitar lo anterior?

8. ¿Qué métodos conoce para la determinación del BHL? Considerando uno de ellos, determine con un ejemplo su respectivo cálculo.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4: AGENTES TENSOACTIVOS O SURFACTANTES

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

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

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5

Determinación de la energía libre estándar de micelización

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 micelas se le conoce como concentración micelar crítica (C.M.C.). 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 ó en forma de fibras: son coloides formados por largas cadenas macromoleculares.

c. Laminares: son coloides en forma de láminas

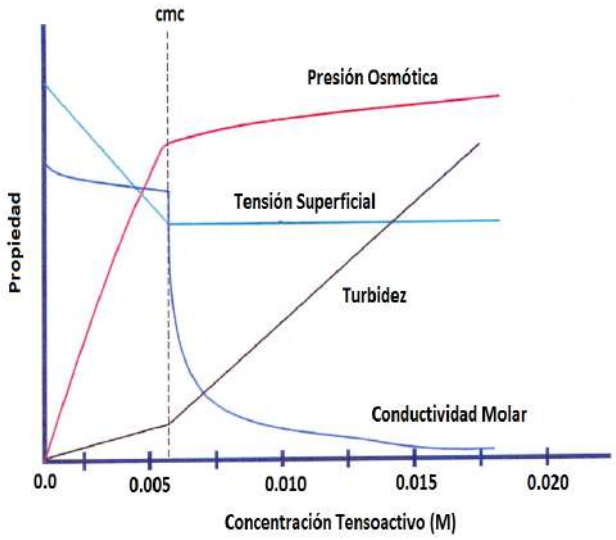


Figura 4. Gráfica de concentración micelar crítica (CMC)

OBJETIVOS

- Comprender qué 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. Mencionar sus propiedades y características fisicoquímicas y/o superficiales.
2. Definición de micela, su utilidad e importancia.
3. Descripción de los modelos micelares que existen. Anotar sus características estructurales.
4. Definición de concentración micelar crítica (CMC). ¿Cómo se puede determinar experimentalmente? Mencionar al menos dos formas.
5. Explicar por qué se utiliza la conductimetría para determinar la CMC.
6. Explicar 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	50 ml. de cada una de las siguientes soluciones de lauril sulfato de sodio: 1.0 M, 0.06 M, 0.04 M, 0.02 M, 0.01 M, 0.006 M, 0.004 M y 0.002M
10 vasos de precipitado de 50 ml	
1 vaso de precipitado de 250 ml	
1 tensiómetro capilar	Acetona
1 conductímetro	Agua Idestilada
1 piseta	
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, 2, 3, 5, 10 y 20 ml	
1barra magnética	
1 picnómetro 10 ml	
3 matraces aforados de 50 ml	
Por Grupo	
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, comenzando 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, comenzando 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.

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

- Determinar la temperatura y tomar 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, y 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 Ω^{-1}	Altura (cm)	Densidad (g/cm^3)	Tensión superficial (dina/cm)
0.002				
0.004				
0.006				
0.01				
0.02				
0.04				
0.06				
1.0				
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 y densidad vs. concentración.

2. Compare el valor de C.M.C. obtenido experimentalmente con el valor reportado en la lectura. 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 lectura. 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? Sí es así, indique el valor de dicha temperatura.

12. ¿Cómo calcularía la entalpía y entropía de micelización? Justifique su respuesta.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5: DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA LIBRE ESTÁNDAR DE MICELIZACIÓN

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

Temperatura de trabajo _____

Concentración tensoactivo [M]	Conductividad Ω^{-1}	Altura (cm)	Densidad (g/cm³)	Tensión superficial (dina/cm)
0.002				
0.004				
0.006				
0.01				
0.02				
0.04				

Concentración tensoactivo [M]	Conductividad Ω^{-1}	Altura (cm)	Densidad (g/cm^3)	Tensión superficial (dina/cm)
0.06				
1.0				
Agua destilada				

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6

Isotermas de adsorción de ácido acético sobre carbón activado

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 en la fracción de cubrimiento θ, definida por:

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

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 pueden llevar 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 o 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	Ácido acético 1 M
8 frascos de vidrio con tapa de 100 ml	Hidróxido de sodio 0.1 N
	Carbón activado
8 matraces Erlenmeyer de 125 ml	Solución de fenolftaleína
8 vasos de precipitados de 150 ml	Agua destilada
8 embudos de cola chica	
4 varillas de vidrio	
1 bureta de 50 ml	
1 pipeta volumétrica de 5 ml	
1 pipeta volumétrica de 25 ml	
1 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	
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. De la solución “A”, aforar ciertas cantidades para generar nuevas soluciones (considerando la solución de ácido acético de concentración 1M):

    - 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).

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 minutos 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).

5. 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.

Observaciones

El carbón se debe activar con anticipación, por lo tanto calentar a 125 ºC 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 RECOPILACIÓN 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

1. 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.

2. ¿En qué suposiciones se basa Langmuir para presentar su isoterma? Compruebe su ecuación y calcule sus constantes Vm 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 sus observaciones. ¿Tienen algún significado físico estas constantes? Explique ampliamente su respuesta.

5. ¿Qué tipo de adsorción es la del ácido acético sobre el carbón activado?

6. ¿Con base en qué técnicas experimentales puede demostrar su respuesta a la pregunta anterior?

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 6: ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO SOBRE CARBÓN ACTIVADO

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

TABLA DE RECOPILACIÓN DE DATOS

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

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7

Preparación, difusión y purificación de sistemas dispersos

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 πm. 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, entre otras.

La ciencia de los coloides es importante en la aplicación de técnicas fisicoquímicas en el estudio de sistemas naturales, por ejemplo en proteínas, así como en el estudio y generación de polímeros sintéticos, en las industrias de plásticos, gomas, pinturas, detergentes, papel, suelos, productos alimenticios, tejidos, o 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 diferencias 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	Yoduro de potasio 0.1 N
5 matraces Erlenmeyer de 25 ml	Nitrato de plata 0.1N
1 matraz Erlenmeyer de 50 ml	Cloruro férrico al 32%
3 pipetas graduadas de 10 ml	Solución jabonosa al 1%
2 pipetas volumétricas de 1 ml	Azul de bromofenol al 1%
1 pipeta volumétrica de 5 ml	Gelatina en polvo
2 vasos de precipitados de 150 ml	Benceno
1 vaso de precipitados de 500 ml	Azufre
1 embudo de vidrio de cola chica	Etanol
2 tubos de ensaye corto	Agua destilada
2 tubos de ensaye de 15 ml con tapón de hule	
1 vaso de precipitados de 50 ml	
1 termómetro 0-120 ºC	
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 $AgNo_3$ 0.1 N y diluir también a 12.5 ml. Agitando, se vierte poco a poco la solución de $AgNo_3$ sobre la de KI . Observar el momento al reunir 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 $FeCl_3$ al 32%. Observar el momento de unión entre los líquidos y anotar las observaciones.

3. COLOIDE DE BENCENO

En dos tubos de ensaye con 8 ml de agua destilada cada uno, 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 filtrar. Tomar 2 ml. de solución filtrada y verter poco a poco, agitando sobre 20 ml. de agua destilada. Observar y anotar.

5. COLOIDES DE GELATINA

Preparar 25 ml. del solución de gelatina al 4% en agua en ebullición. Vaciar 5 ml. del solución de gelatina en cada uno de los tubos de ensaye cortos teniendo cuidado de verter el líquido sobre las paredes para que no se 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.

Observaciones

La membrana de celofán debe someterse a un proceso de pre-tratamiento para utilizarla.

ORIENTACION PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

A reserva del coloide de gelatina que no se 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							
Azufre							
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 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 el coloide de gelatina con azul de bromofenol ($\Delta x^2 \ vs \ t$).

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, ¿qué otras pruebas pueden hacerse para que demuestre que se logró la diálisis?

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 7: PREPARACIÓN, DIFUSIÓN Y PURIFICACIÓN DE SISTEMAS DISPERSOS

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del 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 8

Propiedades eléctricas de sistemas dispersos

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 medios acuosos se cargan con mayor frecuencia de modo negativo que en modo 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

Se 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 en 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

1. 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:

2. La superficie es plana, de extensión infinita y cargada uniformemente.

3. Los iones de la parte difusa de la doble capa son cargas puntuales distribuidas de acuerdo con la distribución de Boltzman.

4. El disolvente influye en la doble capa a través de su constante dieléctrica, la cual se considera constante (igual) en toda la parte difusa.

5. 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 Shulze-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 Disperso y un Sistema Coloidal.

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 Shulze-Hardy.

5. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.

6. Diagrama de flujo del experimento.

EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

Material	Reactivos
Por equipo	2 huevos para la solución acuosa de albumina
10 tubos de ensaye largos	
1 gradilla	50 ml. de Sol. Acuosas de Cu (NO3)2 al 1M, 0.1M, 0.01M, 0.001M, 0.0001M
2 pipetas graduadas de 1 ml	
1 propipeta 20 ml	
1 piseta	50 ml. de solución de grenetina al 3%
Por grupo	
1 embudo grande de cola corta	Agua destilada
2 vasos de precipitado de 1 l.	
5 pipetas graduadas de 10 ml	
1 espátula	
1 vidrio de reloj	
Algodón y gasa	

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Romper 2 huevos, extraer la clara y verter en un vaso de precipitado de 1 l. 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 $Cu(NO_3)_2$
1	1.0 M
2	0.1 M
3	0.01 M
4	0.001 M
5	0.0001 M

7. A otros 5 tubos agregar primero 1 ml. de la solución de grenetina al 3%, posteriormente 10 ml. de albúmina y luego 1mL de cada concentración del electrolito.

8. Homogeneizar cada tubo y anotar observaciones

Observaciones

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 en el frasco de residuos asignado para su posterior confinamiento.

TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tubo	[$Cu(NO_3)_2$]	OBSERVACIONES ANTES DE HOMOGENEIZAR (interfase)	OBSERVACIONES DESPUÉS DE HOMOGENEIZAR
1	1M		
2	10^{-1} M		
3	10^{-2} M		
4	10^{-3} M		
5	10^{-4} M		

Sistemas donde se agregó previamente la grenetina.

Tubo	[$Cu(NO_3)_2$]	OBSERVACIONES ANTES DE HOMOGENEIZAR	OBSERVACIONES DESPUÉS DE HOMOGENEIZAR
6	1M		
7	10^{-1} M		
8	10^{-2} M		
9	10^{-3} M		
10	10^{-4} M		

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

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. ¿Porque la solución de albúmina no flocula en presencia de la solución de gelatina?

4. Investigue lo que es coloide protector y escriba algunos ejemplos.

5. Tome en cuenta las diferencias entre coloides hidrofìlicos 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 éste 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 alternas a las que se desarrollaron en laboratorio, para determinar las propiedades electrocinéticas de los sistemas dispersos.

9. Escriba las reglas de Shulze-Hardy.

10. Escriba algunas aplicaciones de las propiedades eléctricas de los sistemas coloidales.

11. Concluya.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 8: PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE SISTEMAS DISPERSOS

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

Tubo	[$Cu(NO_3)_2$]	OBSERVACIONES ANTES DE HOMOGENEIZAR (interfase)	OBSERVACIONES DESPUÉS DE HOMOGENEIZAR
1	1M		
2	10^{-1} M		
3	10^{-2} M		
4	10^{-3} M		
5	10^{-4} M		

Sistemas donde se agregó previamente la grenetina.

Tubo	[$Cu(NO_3)_2$]	OBSERVACIONES ANTES DE HOMOGENEIZAR	OBSERVACIONES DESPUÉS DE HOMOGENEIZAR
6	1M		
7	10^{-1} M		
8	10^{-2} M		
9	10^{-3} M		
10	10^{-4} M		

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 9

Determinación de la viscosidad, dependencia con la temperatura

INTRODUCCIÓN

La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Cuando un fluido no tiene viscosidad se llama fluido ideal. Un fluido es de alta viscosidad cuando la resistencia a fluir es grande.

La viscosidad se advierte con el rozamiento que se registra entre las sucesivas capas de un fluido. Al arrastrar la superficie de un fluido, las capas inferiores se movilizan de manera más lenta que la superficie ya que son afectadas por la resistencia tangencial. La viscosidad, por lo tanto, se manifiesta en los fluidos en movimiento (donde las fuerzas tangenciales entran en acción). La viscosidad de los fluidos se mide a través del coeficiente de viscosidad, un parámetro que depende de la temperatura. La mayoría de los materiales disminuyen su viscosidad con la temperatura: la dependencia es exponencial y puede haber variaciones de hasta un 10% por cada ºC modificado.

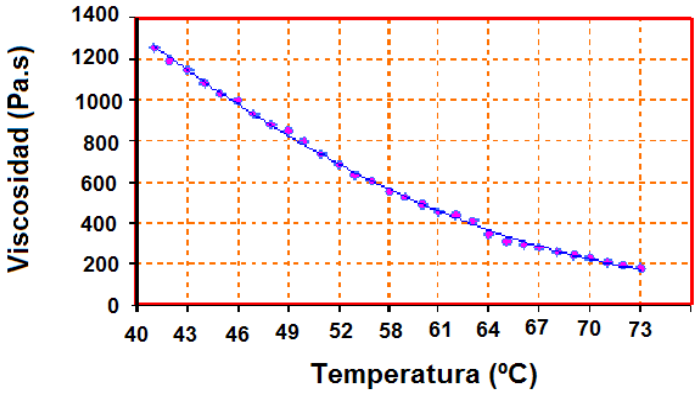


Figura 5. Variable de viscocidad dependiendo la temperatura

OBJETIVOS

- Comprender el concepto de viscosidad y las variables de las que depende.
- Utilizar y comprender el manejo del viscosímetro de Brookfield.
- Determinar experimentalmente la dependencia de la viscosidad con la temperatura.

- Determinar las constantes de la ecuación de Andrade.
- Predecir valores de viscosidad a diferentes temperaturas.

ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO

1. ¿Qué es la viscosidad y en qué unidades se expresa? Explique.
2. ¿De qué variables depende la viscosidad? Explique cada una de ellas anotando la ecuación que describe su comportamiento.
3. ¿Cuántos tipos de viscosidad hay? Describa brevemente cada uno de ellos y su ecuación correspondiente.
4. Escriba los tipos de viscosímetros que existen y describa ampliamente el que utilizará en el laboratorio.
5. ¿Por qué es necesario utilizar un factor de corrección (Factor Finder) para calcular la viscosidad?
6. ¿Qué es un líquido Newtoniano y no Newtoniano? ¿Cómo distinguiría uno de otro?
7. ¿Qué es la reología?
8. Propiedades toxicológicas de los reactivos del experimento.
9. Diagrama de flujo del experimento.

EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

Material	Reactivos
Por equipo	250 ml. de néctar de durazno
1 Viscosímetro Brookfield Modelo RVT	250 ml. de shampoo
1 vaso de precipitado de 1 l	250 ml. de aceite mineral
3 vasos de precipitado de 250 ml	250 ml. de Melox (suspensión)
1 resistencia eléctrica chica	Alcohol etílico
1 piseta	Alcohol etílico
1 agitador magnético	Acetona (grado comercial)
1 manguera de hule látex mediana	

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Lavar perfectamente el material de vidrio y secar el agua remanente agregando una pequeña cantidad de acetona.

2. Enjuagar los husos del viscosímetro con la solución de etanol/agua al 15 %.

3. Introducir dentro del vaso de precipitado de medio litro, la solución a la que se determinara la viscosidad (shampoo, néctar o Melox), asegurándose que el volumen de la solución rebase, al menos, un tercio de la longitud del huso.

4. Ajustar el tripie del viscosímetro. Para ello mover o ajustar los tornillos de cada una de las patas del tripie, hasta que la burbuja de aire del nivelador quede dentro del círculo negro.

5. Atornillar el huso #1 a la flecha central del cabezal del viscosímetro, ubicada en la parte inferior de éste (observar que la cuerda de la flecha está orientada hacia la izquierda).

6. Antes de realizar la primera determinación de viscosidad (de acuerdo a las indicaciones de su asesor), asegurar que el fluido dentro del vaso de precipitado se encuentre en equilibrio térmico con el baño exterior de temperatura constante.

7. Seleccionar la menor velocidad del viscosímetro, utilizando la perilla en forma de dado. Encender el aparato y simultáneamente subir y soltar el interruptor de lectura, ubicado en la parte posterior-superior del cabezal.

8. Esperar a que la aguja del dial (en color rojo) dé tres vueltas mínimo para homogenizar su resistencia al fluir. Sí la aguja del dial del viscosímetro queda fuera del intervalo de lectura, pruebe con el huso #2 y así sucesivamente.

9. Sí el viscosímetro no registra lectura nuevamente, aumentar la velocidad probando con el huso #1, luego con el huso #2, #3 y así sucesivamente hasta que se registre lectura.

10. Determinar las lecturas del fluido a las temperaturas 20, 30, 40, 50 y 60ºC, y calcular, mediante el Factor Fínder (F), su valor de viscosidad de acuerdo al modelo del viscosímetro, velocidad y número de huso (consulte con su asesor).

Tabla para cálculo Factor Fínder (F) por el que hay que multiplicar las medidas de r.p.m. obtenidas de acuerdo al huso y velocidad empleados

RV		RV		RV		RV		RV		RV		RV	
Huso 1		Huso 2		Huso 3		Huso 4		Huso 5		Huso 6		Huso 7	
V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F
0.5	200	0.5	800	0.5	2M	0.5	4M	0.5	8M	0.5	20M	0.5	80M
1	100	1	400	1	1M	1	2M	1	4M	1	10M	1	40M
2	50	2	200	2	500	2	1M	2	2M	2	5M	2	20M
2.5	40	2.5	160	2.5	400	2.5	800	2.5	1.6M	2.5	4M	2.5	16M
4	25	4	100	4	250	4	500	4	1M	4	2.5M	4	10M
5	20	5	80	5	200	5	400	5	800	5	2M	5	8M
10	10	10	40	10	100	10	200	10	400	10	1M	10	4M
20	5	20	20	20	50	20	100	20	200	20	500	20	2M
50	2	50	8	50	20	50	40	50	800	50	200	50	800
100	1	100	4	100	10	100	20	100	400	100	100	100	400

Observaciones

- La selección de huso se hace de acuerdo a dos criterios fundamentales: el primer criterio establece que la medición de la viscosidad de disoluciones poco viscosas se hará con husos de gran área de contacto y las disoluciones muy viscosas con husos de menor área de contacto. El segundo criterio establece que la velocidad a que gire el huso será mayor en disoluciones con alta viscosidad y menor en los casos de baja viscosidad.

ORIENTACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los reactivos utilizados en el experimento se pueden colocar en los frascos originales si no se contaminaron, ya que pueden reutilizarse en semestres posteriores

TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Muestra	T = 20 ºC	T = 30 ºC	T = 40 ºC	T=50 ºC	T = 60 ºC
Néctar					
Shampoo					
Aceite mineral					
Melox					

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Anote los valores de viscosidad asociados a cada valor de temperatura y elabore su grafica correspondiente. Explique dicho comportamiento.

2. A partir de la ecuación en su forma lineal, proponga la ecuación empírica.

3. Determine la energía de activación y el factor pre-exponencial. ¿Cuál es su significado físico? Explique.

4. ¿Por qué los líquidos puros presentan diferente valor de energía de activación?

5. ¿Existe alguna relación entre el calor latente de vaporización y la energía de activación?

6. Determine el valor de la viscosidad a 30°C.

7. Calcule el porcentaje de error. ¿Qué tan válida es su ecuación empírica?

8. Explique las causas del error anterior.

9. Investigue otras ecuaciones sobre la dependencia de la viscosidad con la temperatura. ¿En qué aspectos corrigen a la ecuación que usted utilizó?

10. Investigue al menos tres aplicaciones en la industria del efecto de la temperatura sobre la viscosidad, indicando en cada caso el método experimental utilizado para su determinación, e indicando su bibliografía.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 9: DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD, DEPENDENCIA CON LA TEMPERATURA

HOJA DE RESULTADOS PARA EL PROFESOR

Integrantes del equipo _____ _____

_____ _____

Semestre _____ Carrera _____ Grupo _____

Muestra	T = 20 ºC	T = 30 ºC	T = 40 ºC	T=50 ºC	T = 60 ºC
Néctar					
Shampoo					
Aceite mineral					
Melox					

BIBLIOGRAFÍA

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. Jonh 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

Fenómenos de superficie y sistemas dispersos (Actividades experimentales)

Este manual apoya al estudiante en el estudio de los cambios que experimentan los sistemas químicos sujetos a cambios superficiales y relaciona los fenómenos superficiales e interfaciales con el estudio de las características, estabilidad y propiedades de los sistemas coloidales. Dirigido a la comunidad de Química, este material coadyuva con el desarrollo de la conciencia en el alumno acerca de su compromiso con la sociedad al orientar sus actividades profesionales en beneficio de la comunidad, haciendo uso eficiente de los recursos naturales y la preservando del medio ambiente.

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