



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"**

**"IMPLEMENTACION DE UN MANUAL DE PRACTICAS  
DE LABORATORIO DE FISICOQUIMICA VI EN LA  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN".**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**Q U I M I C O**  
P R E S E N T A  
**JUAN JOSE MENDOZA FLORES**

**DIRECTOR DE TESIS:  
M. EN C. ALBERTO VELA AMIEVA**

**CUAUTITLAN, EDO. DE MEXICO.**

**1985**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

Pág.

### I.) INTRODUCCION GENERAL.

1. Introducción. 1
2. Objetivos Generales. 3
3. Antecedentes. 4
4. Objetivos de la Tesis. 6

### II.) PROGRAMA TEORICO Y EXPERIMENTAL.

1. Programa Teórico de Fisicoquímica VI. 7
2. Programa de Prácticas de Fisicoquímica VI. 11

### III.) NORMAS DE SEGURIDAD Y PREPARATIVOS.

1. Normas Generales de Seguridad en el Laboratorio. 12
2. Preparativos para la Primera Práctica. 12

### IV.) PRACTICAS DEL LABORATORIO.DESARROLLO EXPERIMENTAL.

1. Determinación de la Tensión Superficial.  
Método de Elevación Capilar. 13
2. Determinación de la Tensión Superficial.  
Método del Anillo de DuNouy o Tensiómetro. 25
3. Determinación de Excés de Solute Superficial. 35
4. Agentes Tensoactivos. 44
5. Adsorción de Acido Acético sobre Carbón Activado. 60
6. Preparación y Purificación de Sistemas Dispersos. 76
7. Propiedades Cinéticas de los Sistemas Dispersos. 92
8. Propiedades Eléctricas de los Sistemas Dispersos. 103

V.) BIBLIOGRAFIA.

1. Libros y Referencias Consultadas. 116
2. Libros y Referencias No Consultadas que a juzgar por el título del mismo, se considera que son importantes. 125

VI.) CONCLUSIONES. 248

VII.) CONSTANTES FISICAS Y FACTORES DE CONVERSION.

1. Constantes Fundamentales. 249
2. Factores de Conversión. 250

## INTRODUCCION.

El laboratorio es sumamente importante para la formación de todas las ciencias experimentales dado que es en él dónde se comprueban, desaprueban, afirman o reafirman la gran mayoría de las teorías que el hombre ha creado para explicarse el comportamiento de la materia, de la vida. Por eso es importante, aunque hay algunos que no parecen creerlo, sin saber que en realidad, es ahí dónde adquieren habilidad experimental, experiencia y dónde se forman.

Las ciencias experimentales, como la química, exigen de una serie de normas o disciplina para su perfecta comprensión. Estas normas son toda una "metodología". Esta "metodología" es sumamente importante, como se verá posteriormente para la comprensión de un hecho, experimentalmente. Por eso es que cada una de las prácticas de éste manual de laboratorio comprenden toda una "metodología", que abarca entre otros puntos, los siguientes : a) objetivos (s), b) introducción, c) material y reactivos, d) técnica o procedimiento experimental, e) cuestionario, f) conclusiones y g) bibliografía.

Se pretende que los objetivos de cada una de las prácticas le sirvan al alumno para desarrollar habilidad operatoria en el manejo de aparatos y materiales, así como afinar el cuidado y exactitud en las observaciones, demostrar y resolver los problemas del planteamiento de un experimento, de facilitar la comprobación experimental de hechos o fenómenos que son reproducibles, cuyos conceptos teóricos han sido establecidos de antemano y, al mismo tiempo, mejorar la comprensión de esos conceptos.

Se recomienda al estudiante dar una pequeña introducción de la práctica en cuestión sobre los principios o fundamentos teóricos que la justifican. El alumno debe tener cuidado de no transcribir exactamente lo que está leyendo. De ser así la introducción no tendrá sentido. Se le recomienda asimilar las ideas y posteriormente transcribirlas con su propio lenguaje, cuidando de no alterar el contenido de la idea original.

Se incluye una lista de material y reactivos de acuerdo con las necesidades de cada práctica, para que el alumno se habilite de antemano con el material y reactivos para la realización de la práctica.

El espacio destinado a trabajar debe mantenerse limpio y ordenado. Cuidar que todo el material de vidrio, en especial el de medir volúmenes esté escrupulosamente limpio. Normalmente se utiliza mezcla crómica caliente o,

en el peor de los casos, un buen detergente.

A continuación se describen dos técnicas para la preparación de mezcla crómica :

- I ) Se disuelven 15 gr. de dicromato de potasio en aproximadamente 15 ml. de agua destilada y se completa a 100 ml. añadiendo lentamente ácido sulfúrico concentrado. Es recomendable hacer lo anterior en baño de hielo.
- II ) Se prepara en un vaso de precipitado una solución saturada de dicromato de potasio en agua caliente (aproximadamente 500 gr./lt) y se añade ácido sulfúrico concentrado hasta que la solución tome color rojo oscuro y comiencen a formarse cristales de trióxido de cromo. Para una limpieza efectiva, bastan horas de contacto con la mezcla crómica. Después debe lavarse con agua de la llave y por último con agua destilada; séquese si es necesario, en corriente de aire después de un enjuagado con acetona.

Utilice siempre la bata, le evitará deterioro a su ropa y dará protección a su piel.

El alumno al recibir su material de laboratorio debe cuidar que esté en buenas condiciones (sin fracturas o despostilladuras). Por otro lado, debe asegurarse que el equipo de laboratorio, tales como bombas de vacío, balanzas analíticas, llaves de gas, de agua, contactos de luz, etc, trabajen eficientemente. Cualquier anomalía debe ser reportada de inmediato al profesor.

En lo que concierne a técnica o procedimiento experimental, se pretende que el alumno aplique métodos y técnicas de Fisicoquímica, así como el que comprenda la importancia que tiene el proceso de obtención e interpretación de datos experimentales. Los aparatos son en su montaje experimental sencillos, por lo que espero que las técnicas experimentales aquí expuestas, no representen en lo más mínimo alguna dificultad.

El trabajo experimental es de 3 horas por sesión de laboratorio. Sin embargo, algunas prácticas ameritan hasta 1 hora más de trabajo.

Se incluye un cuestionario por sesión de laboratorio con el objeto de cubrir los conocimientos generales sobre el tema, además de introducirlo en la teoría con un poco de más detalle. Las respuestas a las preguntas del cuestionario le ayudarán a establecer de una manera más clara la elaboración de sus conclusiones.

Se proporciona, además, una extensa bibliografía (que comprende de 1977 al primer semestre de 1984) apoyada en libros y referencias sobre fisicoquímica de superficies y sistemas dispersos.

No se incluye notación simbólica para denotar alguna variable termodinámica. Cuando sea necesario definir una variable, se anotará en seguida lo que significa.

OBJETIVOS GENERALES.

El objeto de este manual es ofrecer un curso básico y equilibrado de prácticas de Físicoquímica VI. Por lo tanto, será un manual diseñado para estudiantes y profesores a nivel universitario.

Todos los experimentos aquí descritos, son el fruto de una larga experiencia en el laboratorio.

La manera de presentar cada práctica tiene por objeto :

- 1) suministrarle al alumno un mínimo relativo de consideraciones teóricas.
- 2) proporcionarle el material adecuado para su montaje experimental, y donde sea necesario, proporcionarle detalles de su construcción.
- 3) proveer al estudiante de la información necesaria que lo capacite para su experimentación.
- 4) dirigir al estudiante sobre las bases teóricas del experimento y los factores que influyen en su planteamiento, mediante una serie de puntos de discusión.

Se ha intentado que el costo de la práctica sea lo más bajo posible.

ANTECEDENTES.

IMPORTANCIA DE LA MATERIA Y SU APLICACION.- Cualquier fase de un sistema termodinámico es homogéneo, con propiedades intensivas constantes en toda ella.

Las cosas que nos rodean, con las cuales trabajamos y frecuentemente usamos están caracterizadas por una interfase, por ejemplo la interfase sólido-sólido, sólido-líquido, sólido-gas, líquido-líquido o líquido-gas. Sin embargo, cuando se tienen en cuenta efectos de superficie, se considera que la fase no es estrictamente homogénea. Considere un sistema compuesto por las fases  $\alpha$  y  $\beta$ . Las moléculas situadas en la región de contacto de las fases  $\alpha$  y  $\beta$ , o cerca de ella, tienen un entorno molecular diferente del de las moléculas situadas en el interior de  $\alpha$  y  $\beta$ . Si la fase  $\alpha$  es tolueno y la  $\beta$  es agua, las moléculas de la región de contacto entre  $\alpha$  y  $\beta$  interactúan con moléculas de ambos tipos (tolueno y agua), mientras que las moléculas del interior de  $\alpha$  interactúan sólo con moléculas de tolueno, y las moléculas del interior de  $\beta$  interactúan sólo con moléculas de agua, ya que los dos líquidos son prácticamente inmiscibles.

La región tridimensional de contacto entre las fases  $\alpha$  y  $\beta$ , en la que las moléculas interactúan con moléculas de ambas fases, se llama capa interfacial o interfase. Esta región tiene un espesor de unas cuantas moléculas. El término interfase se refiere a la superficie geométrica aparentemente bidimensional que separa las dos fases.

La naturaleza de la interfase da lugar a una serie de fenómenos que por su gran importancia son muy aplicativos. Por ejemplo, si se tiene una interfase sólido-líquido se pueden estudiar fenómenos como la tensión superficial y humectación, entre otros; si se tiene una interfase sólido-gas se puede estudiar adsorción, y si se tiene una interfase líquido-líquido se puede estudiar esparcimiento superficial, sin ser estos los únicos fenómenos a estudiar.

Así pues, existe una gran demanda en la industria de productos químicos donde por su comportamiento y características están íntimamente relacionados con los fenómenos de superficie y coloides, principalmente. La industria química, petroquímica, farmacéutica, papelera, mecánica-metalurgista, alimenticia, hulera, entre otras, han sido origen a una infinidad de productos tales como resinas, gomas, lacas, pinturas, fibras sintéticas, plásticos, silicones, pegamentos, abrasivos, jabones, detergentes, shampoos, acondicionadores -



tintas, tinturas, fotografía, membranas, abonos, fertilizantes, catalizadores, textiles, vidrios, refinamiento y purificación de algunos derivados del petróleo, cromatografía, perfumes y cosméticos, papel, lubricantes, conservadores químicos y alimenticios, refrescos, etc.

HISTORIA SOBRE LAS PRACTICAS.- Por lo anteriormente planteado se observa que los fenómenos de superficie y sistemas dispersos son demasiado importantes en todo sentido, dado que actúan como soporte, en la mayoría de los casos, de la industria química nacional e internacional, además de jugar un papel muy importante en la vida de todos.

La importancia industrial de los fenómenos de superficie crea, en cierta forma, la necesidad de un instructivo de prácticas donde puedan considerarse algunas aplicaciones.

Anteriormente, cuando la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán era la Escuela Nacional de Estudios Profesionales, se venían realizando las prácticas de Fisicoquímica VI de una manera improvisada, es decir, no se tenía un programa formal de prácticas y mucho menos un manual de ellas que nos permitiera a los profesores y a los alumnos utilizarlo como una guía.

Este problema se arrastró durante algún tiempo. Posteriormente, algunos profesores al ver la gravedad del problema, plantearon prácticas un tanto más adecuadas, de acuerdo al programa de Fisicoquímica VI, por lo que el distanciamiento entre la teoría y el laboratorio disminuyó, pero no lo suficiente para desterrarlo totalmente.

Es importante señalar que la participación de los alumnos de dicho laboratorio fué determinante dado que al final del curso, presentaban un "proyecto", el cuál en realidad no era más que una práctica demostrativa sobre cuestiones aplicativas de Fisicoquímica VI. Obviamente, la mayor parte de los "proyectos" no podían ser promovidos a prácticas, como era el objetivo inicial, debido fundamentalmente a limitaciones tanto de material como de reactivos. Dado lo anterior, la Sección de Fisicoquímica tenía que pedir prestado, momentáneamente, el material y equipo necesario, a las demás secciones y departamentos de la escuela.

Ante el problema inicialmente planteado, la Sección de Fisicoquímica de la ahora Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán planteó la necesidad de elaborar un instructivo o plan de prácticas-base del Laboratorio de Fisicoquímica VI con el objeto de subsanar las deficiencias anteriores.

OBJETIVOS DE LA TESIS.

- 1.- Proponer un plan de Prácticas - Pase del Laboratorio de Fisicoquímica VI.
- 2.- Como consecuencia del primer objetivo, la elaboración de un Manual de Prácticas - Guía.
- 3.- Estas prácticas - Guía procurarán guardar una continuidad o relación directa con el programa de teoría de Fisicoquímica VI.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN. UNAM.

PROGRAMA TEORICO DE FISICOQUIMICA VI.

Sección Físicoquímica.

I.- Físicoquímica VI (268009)

II.- Objetivos del curso:

En este curso se estudiarán todos los fenómenos que se llevan a cabo al tenerse o ponerse en contacto 2 fases, es decir los fenómenos superficiales desde el punto de vista macroscópico y así como los modelos estructurales de las intercaras. Se estudiarán además las propiedades físicoquímicas de sistemas dispersos (Coloidales), que se caracterizan por una relación área superficial/volumen grande y así como el fenómeno de Adsorción y en el cual se implica una revisión de las ecuaciones que descubren el fenómeno y las variables que intervienen.

III.- Distribución de temas y tiempo.

- 1.- Generalidades e introducción. (1 hora)
- 2.- Fenómenos superficiales e interfaciales. (5 horas)
  - 2.1.- Física de las superficies.
  - 2.2.- Tensión superficial e interfacial.
  - 2.3.- Intercaras líquido-gas.
  - 2.4.- Presión de vapor sobre superficies curvas.
  - 2.5.- Ecuación de Laplace.
  - 2.6.- Variación de la tensión superficial con la temperatura.
  - 2.7.- Variación de la tensión superficial con la presión.
  - 2.8.- Intercaras líquido-líquido.
  - 2.9.- Medición de la tensión superficial e interfacial.
  - 2.10.- Extensión (Spreading).
  - 2.11.- Adherencia y cohesión.
  - 2.12.- Monocapas.
- 3.- Intercara sólido-líquido. (3 horas).
  - 3.1.- Angulo de contacto y mojado.
  - 3.2.- Medición de ángulo de contacto.
  - 3.3.- Factores que afectan el ángulo de contacto.
  - 3.4.- Agentes de Mojado.
  - 3.5.- Referencia al agua.
  - 3.6.- Detergencia.

- 4.- Agentes Tensioactivos (1 hora)
  - 4.1.- Propiedades físicas de las soluciones con agentes tensioactivos.
  - 4.2.- Coloides de asociación.
  - 4.3.- Formación de micelas, estructuras y la concentración micelar crítica.
- 5.- Adsorción en intercarras (10 horas)
  - 5.1.- Actividad de superficie y velocidad de adsorción.
  - 5.2.- Isoterma de Adsorción de Gibbs.
  - 5.3.- Intercara sólido-gas.
    - 5.3.1.- Adsorción de gases y vapores.
    - 5.3.2.- Adsorción Física y Quimisorción.
    - 5.3.3.- Variables que intervienen en la adsorción.
    - 5.3.4.- Calor de Adsorción.
    - 5.3.5.- Ecuaciones de Henry y Langmuir.
    - 5.3.6.- Ecuaciones de Freundlich y B.E.T.
    - 5.3.7.- Tipos de interacción entre adsorbato y adsorbente; y adsorbato-adsorbato.
  - 5.4.- Aplicación de la adsorción.
    - 5.4.1.- Lubricación.
    - 5.4.2.- Adhesivos.
    - 5.4.3.- Recuperación de vapores industriales.
    - 5.4.4.- Cromatología.
    - 5.4.5.- Contaminación.
- 6.- Sistemas dispersos. (3 horas)
  - 6.1.- Clasificación de los sistemas dispersos.
  - 6.2.- Propiedades en exceso en la superficie.
  - 6.3.- Sistemas monodispersos y polidispersos.
  - 6.4.- Preparación de sistemas coloidales.
    - 6.4.1.- Nucleación y crecimiento.
    - 6.4.2.- Soles y coloides nucleares.
    - 6.4.3.- Coloides macromoleculares.
  - 6.5.- Purificación de coloides.
    - 6.5.1.- Diálisis, electrodiálisis, etc.
- 7.0.- Propiedades cinéticas de los coloides. (3 horas)
  - 7.1.- Movimiento Browniano y difusión.
    - 7.1.1.- Coeficientes de fricción.
    - 7.1.2.- Coeficientes de difusión y su medición.

- 7.1.3.- Velocidad de sedimentación.
- 7.1.4.- Ultracentrifugación.
- 7.1.5.- Floculación de coloides.
- 7.6.- Ductuonidad y caducidad.
- 8.- Propiedades ópticas de los coloides (3 horas)
- 8.1.- Dispersión de la Luz.
- 8.2.- Efecto de Tyndall.
- 8.2.1.- Turbidez.
- 8.2.2.- Ecuación de Rayleigh.
- 8.3.- Microscopía en campo oscuro.
- 8.3.1.- Ultramicroscopio.
- 9.- Propiedades Eléctricas y electrocinéticas. de los coloides.  
(3 horas)
- 9.1.- Doble capa difusa.
- 9.1.1.- Representación de Stern.
- 9.1.2.- Potencial Zeta.
- 9.1.3.- Origen de la carga
- 9.2.- Fenómenos electrocinéticos.
- 9.2.1.- Electrósmosis, electroforésis, etc.
- 10.- Estabilidad de coloides. (2 horas)
- 10.1.- Soles liófilos y liófilos.
- 10.1.1.- Fuerzas de atracción y repulsión entre las partículas.
- 10.1.2.- Reglas de Schulze-Hardy y de Traube.
- 10.3.- Coloides protectores.
- 11.- Emulsiones y Espumas (3 horas)
- 11.1.- Emulsificantes y estabilidad de emulsiones.
- 11.2.- Volúmen de las fases, naturaleza del emulsificante.
- 11.3.- Formación, estabilidad, prevención y destrucción de espumas.
- 11.3.1.- Formadores y estabilizadores de espumas.

Bibliografia.

Adam, Neil K.

The Physics and chemistry.

Dover Publications, Inc.

New York 1968.

Aveyard R and Haydon, D.A.

An Introduction to the principles of surface chemistry.

Cambridge University Press.

London 1973.

Shaw D. J.

Introduction to colloid and surface chemistry.

Butterworths (Second Edition)

London 1970.

Mysels, K.

Colloid chemistry.

Interscience.

Davies J. T. and Riedal, E.

Interfacial Phenomena.

Academic Press, Inc.

New York 1963.

PROGRAMA DE PRACTICAS DE FISICOQUIMICA VI

Se establece el calendario de prácticas a desarrollar durante el semestre, así como también la forma de evaluación y las normas del laboratorio.

Se presenta un panorama general de la Fisicoquímica de Superficies y Sistemas Dispersos así como su relación con la industria.

El programa de prácticas de laboratorio de Fisicoquímica VI es el siguiente :

- 1 ) Determinación de la Tensión Superficial. Método de Elevación Capilar.
- 2 ) Determinación de la Tensión Superficial. Método del Anillo de DuNouy o Tensiómetro.
- 3 ) Determinación del Exceso de Solute Superficial.
- 4 ) Agentes Tensioactivos.
- 5 ) Adsorción de Acido Acético sobre Carbón Activado.
- 6 ) Preparación y Purificación de Sistemas Coloidales (o Sistemas Dispersos).
- 7 ) Propiedades Cinéticas de los Sistemas Dispersos.
- 8 ) Propiedades Eléctricas de los Sistemas Dispersos.

Proyectos :

- I ) Entrega de Proyecto Teórico - Experimental. Equipo # 1.
- II ) Entrega de Proyecto Teórico = Experimental. Equipo # 2.
- III ) Entrega de Proyecto Teórico - Experimental. Equipo # 3.
- IV ) Entrega de Proyecto Teórico - Experimental. Equipo # 4.

Los proyectos darán comienzo una vez terminado el programa de prácticas de laboratorio. Dichos proyectos serán por equipos y les ayudará a comprender más aún los aspectos aplicativos de la materia.

Finalmente, la entrega de calificaciones finales se hará una semana después de haber entregado el Proyecto Teórico - Experimental.

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.

A pesar de la presencia de aparatos y productos químicos potencialmente peligrosos, no hay razón para que nadie tenga un accidente en un laboratorio, con tal de que haya concentración sobre el trabajo y se tomen las precauciones adecuadas. El material de vidrio es frágil y por lo mismo susceptible a romperse o estrellarse, lo que puede causar cortaduras. Los frascos reactivos químicos peligrosos deben tratarse con cuidado y respeto. No es recomendable pipetear con la boca, sobre todo si son solventes tales como el Benceno, Tolueno, Cloroformo y Tetracloruro de Carbono dado que son agentes carcinógenos comprobados. Por lo anterior debe utilizarse un dispositivo de seguridad en la pipeta (por ejemplo, una perilla).

PREPARATIVOS PARA LA PRIMERA PRACTICA.

Antes de empezar la primera práctica de laboratorio, es necesario considerar una serie de preparativos.

Preparativos para la Primera Práctica.

( Determinación de la Tensión Superficial. Método de Elevación Capilar )

- 1.- Se lava perfectamente bien el material de vidrio (la lista de este material se encuentra en la parte de MATERIAL Y REACTIVOS de la práctica antes mencionada) junto con los tubos capilares. Estos deberán ser lavados con mezcla crómica y después enjuagados varias veces con agua destilada. Se deja secar en la estufa y se espera a que se enfrien.
- 2.- Se investigan en la literatura las densidades del agua, etanol, benceno y tetracloruro de carbono, a las siguientes temperaturas: 20° (o la temperatura ambiente del disolvente), 30, 40, 50, y 60°C.



UNIVERSIDAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN. UNAF.

SECCION FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 1

DETERMINACION DE LA

TENSION SUPERFICIAL.

METODO DE ELEVACION CAPILAR.

OBJETIVOS :

- 1.- Que el alumno relacione conceptualmente el fenómeno de Tensión Superficial, con los - conceptos basicos del fenómeno de Capilaridad.
- 2.- Que determine experimentalmente valores de Tensión Superficial de líquidos puros, así como su dependencia con la temperatura.
- 3.- Que el alumno determine el grado de asociación de líquidos puros, la temperatura crítica y el paracóro.

INTRODUCCION.

En las separaciones entre dos fases existe necesariamente un cambio en la naturaleza de las fuerzas intermoleculares y éste hecho da lugar a la aparición de cierto número de fenómenos, que no tienen contrapartida en los sistemas homogéneos.

Las moléculas que están situadas en el seno de un líquido están sometidas a fuerzas iguales de atracción en todas direcciones (3) mientras que las que están situadas, por ejemplo, en una interfase líquido-aire experimentan fuerzas atractivas no equilibradas por lo que estas moléculas tendrán que compensar su desequilibrio de fuerzas de atracción pasando al interior del líquido por lo que se puede pensar que la tensión superficial es una fuerza que actúa perpendicularmente a cualquier plano de la superficie. Sin embargo, existen moléculas que pasan del interior del líquido a la superficie estableciendo un equilibrio dinámico con las que vienen de la superficie hacia el interior. Este fenómeno, globalmente trae como consecuencia que las gotas de un líquido y las burbujas de un vapor tiendan a tomar una forma esférica (8), que es la forma geométrica de menor superficie para un volumen dado (25).

Más sin embargo, éste equilibrio dinámico, también comprende el equilibrio de las moléculas superficiales con las de la fase vapor. Consecuentemente podemos decir que la tensión superficial es entonces el trabajo necesario para llevar las moléculas del seno del líquido a la superficie provocando con esto el aumento del área superficial en una unidad y de modo reversible a presión y la temperatura constante.

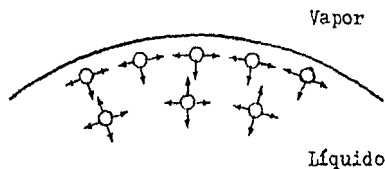


Fig. 1. Fuerzas de atracción entre moléculas en la superficie y en el interior del líquido.

Es importante señalar que las mismas consideraciones son válidas para las interfases entre dos líquidos no miscibles, por lo que generalmente, las tensiones interfaciales tienen valores entre las dos tensiones superficiales de los dos líquidos (22), (9).

Sabemos que el modelo molecular planteado anteriormente es sumamente sencillo y por lo mismo criticable. Sin embargo, es difícil explicar el fenómeno de tensión superficial en detalle.

Otro camino para estudiar éste fenómeno, es desde el punto de vista termodinámico, es decir, macroscópicamente. Supongamos que se extiende una película de líquido en un batidor de alambre y consideremos que el brazo A - A' es móvil, figura 2. Si se aplica una fuerza F para mover el alambre de A - A' hasta la posición B - B', se habrá hecho un trabajo. Este trabajo es:

$$\int W = F dx \quad (1)$$

pero como consecuencia a dicho trabajo se habrá aumentado el área de la película, y se tendrá consecuentemente, una fuerza que se opondrá el aumento de área.

$$F = 2 \gamma L \quad (2)$$

donde  $\gamma$  es la tensión superficial del líquido.

El trabajo de oposición al aumento del área será

$$\int W = F dx$$

$$\int W = \gamma 2L dx \quad (3)$$

$$\int W = \gamma dA \quad (4)$$

El factor 2 aparece porque la película presenta 2 lados.

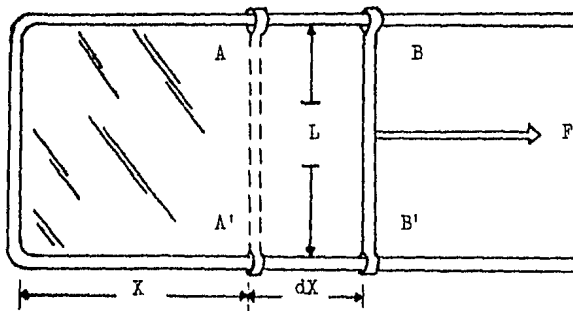


Fig. 2. Película extendida a través del bastidor y donde se demuestra de una forma macroscópica la existencia de la tensión superficial.

Observe que a partir de (2) puede verse que

$$\gamma = F / 2L \quad (5)$$

o sea que la tensión superficial es la fuerza que actúa por centímetro de longitud de la película, la cuál actúa como una fuerza que se opone al aumento del área del líquido, o bien, considerando (4) observamos que

$$\gamma = \delta W / dA \quad (6)$$

esto es, la tensión superficial es el trabajo necesario para aumentar un centímetro cuadrado de área superficial.

El cambio de la Energía Libre de Gibbs, de acuerdo con la expresión fundamental de la termodinámica, es

$$dG = -S dT + V dP + \delta W \quad (7)$$

donde  $\delta W$  son las diferentes formas en que puede realizar un sistema un trabajo. Sustituyendo (4) en (7), tenemos

$$dG = -S dT + V dP + \gamma dA \quad (8)$$

si el sistema opera a temperatura y presión constante, podemos ver que

$$dG = \gamma dA$$

y ésta expresión puesta en términos diferenciales es

$$\gamma = \left( \frac{\partial G}{\partial A} \right)_{T,P} = G^S \quad (9)$$

donde  $G^S$  es la Energía Libre Superficial.

Dado que  $\left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P = -S$ , entonces

$$\left( \frac{\partial G^S}{\partial T} \right)_P = -S^S \quad (10)$$

que es lo mismo que escribir

$$\frac{d\gamma}{dT} = -S^S \quad (11)$$

Ahora bien, la Entalpía por unidad de área o Entalpía Superficial,  $H^S$ , es

$$H^S = G^S + TS^S \quad (12)$$

y esta expresión puede escribirse, con muy buena aproximación como

$$E^S \approx G^S + TS^S \quad (13)$$

o bien como

$$E^S = \gamma - T \left( \frac{d\gamma}{dT} \right) \quad (14)$$

En forma general, la Energía Total de Superficie,  $E^S$ , es mayor que la Energía Libre de Superficie (25).

La tensión superficial es una característica propia de cada líquido y difiere moderadamente, en magnitud, para líquidos diferentes (27).

TABLA 1

Tensión Superficial de Líquidos Puros a 20°C ( dinas/cm).

---

Agua	72.75
Acetonitrilo	29.29
Benceno	28.81
Ciclohexano	25.16
Ciclohexanona	35.05
Dimetilsulfóxido	43.72
1,4 Dioxano	33.26
Etanol	22.32
Formamida	57.46
Metanol	22.49
Tolueno	28.52
Tetrahidrofurano	27.31

---

Dicha propiedad termodinámica depende entre otras variables de la Temperatura (5), (6) y Presión (24). En éste caso solamente consideraremos la temperatura.

Experimentalmente se ha observado que la tensión superficial— de muchos líquidos disminuye, cuando la temperatura aumenta, en una relación — aproximadamente lineal, de tal forma que la tensión superficial tiende a cero— cuando la temperatura tiende a la temperatura crítica. Esta disminución lineal ha dado origen a muchas formas algebraicas para expresar exactamente la linealidad. Sin embargo, existen algunos líquidos los cuáles a moderados valores de temperatura disminuyen su tensión superficial, aunque no muy aproximadamente — en forma lineal.

Una vieja y bien conocida relación de tensión superficial y — temperatura es atribuida a Eötvös

$$\gamma(\bar{V})^{2/3} = k (T_c - T) \quad (15)$$

donde  $\bar{V}$  es el volumen molar. Posteriormente Ramsay y Shields propusieron la — expresión

$$\gamma(\bar{v}_x)^{2/3} = k(T_c - T - b) \quad (16)$$

donde  $T_c$  es la temperatura crítica del líquido,  $k$  es la constante de Eötvös y tiene el mismo valor, de 2.12 ergios/°K para varios líquidos y  $x$  el grado de asociación.

Es importante señalar que existen muchas más expresiones que denotan la dependencia de la tensión superficial con respecto a la temperatura, además de estar mejor fundamentadas desde el punto de vista teórico.

Existen muchas técnicas experimentales para la determinación de tensión superficial, así pues tenemos el Tensiómetro o Método del Anillo, - Peso de la Cota, Presión Máxima de Burbuja, Elevación Capilar y algunos otras-(26) técnicas más modernas como la Elipsometría.

El método de Elevación Capilar para la determinación de la tensión superficial está basado sobre el hecho de que muchos líquidos cuando se ponen en contacto con un tubo capilar de vidrio, el líquido asciende por el interior del capilar, hasta una cierta altura con respecto al nivel del líquido fuera del capilar. Dicho fenómeno ocurrirá siempre que el líquido moje parcial o totalmente la superficie interna del capilar y se adhiera a él. Si el líquido no moja el interior del capilar, (por ejemplo el mercurio), el nivel dentro del capilar quedará por debajo del nivel fuera del capilar. En el primer caso, el menisco es cóncavo y por lo tanto habrá ascensión capilar; en el segundo caso el menisco es convexo y habrá depresión capilar, ambos fenómenos serán siempre debidos a diferencias de presión dentro y fuera del capilar.

Consideremos un capilar de radio interno uniforme,  $r$ , y que el fenómeno que se presenta es el de ascensión capilar. Al ascender el líquido por el interior del capilar, no lo hace indefinidamente, sino hasta una cierta altura,  $h$ , es decir, hasta que la fuerza de la tensión superficial que actúa hacia arriba se hace igual a la fuerza debida al peso de la columna de líquido que actúa hacia abajo. Esta fuerza es

$$F = mg \quad (16)$$

como lo muestra 4. A partir de la expresión de Densidad, podemos ver que

$$m = V \rho \quad (17)$$

$$\text{Substituyendo (17) en (16), tenemos } F = V \rho g \quad (18)$$

$$\text{Sabiendo que } V = A \times h$$

y considerando que el área del capilar es circular, entonces la ecuación (18) se convierte en

$$F = \pi r^2 \rho g h \quad (19)$$

Por lo tanto, la fuerza ascendente,  $F_1$ , es

$$F_1 = 2 \pi r \gamma \cos \theta \quad (20)$$

donde  $\theta$  es el ángulo de contacto. La Fuerza ascendente,  $F_2$ , es entonces

$$F_2 = \pi r^2 \rho g h \quad (21)$$

donde  $\rho$  es la densidad del líquido y  $g$  es la aceleración de la gravedad.

En el equilibrio,  $F_1 = F_2$ , por lo tanto

$$2 \pi r \gamma \cos \theta = \pi r^2 \rho g h \quad (22)$$

de dónde

$$\gamma = \frac{\rho g h r}{2 \cos \theta} \quad (23)$$

Si consideramos que  $\theta$ , el ángulo de contacto entre el líquido y la superficie interna del capilar, es cero, entonces

$$\gamma = \frac{\rho g h r}{2} \quad (24)$$

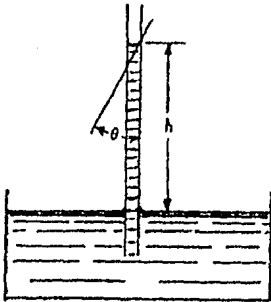


Fig. 3. Método de Ascensión Capilar para la determinación de la tensión superficial.

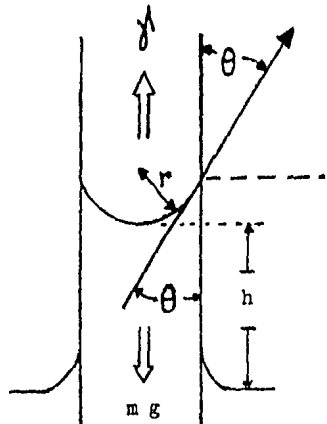


Fig. 4. Ampliación del menisco de la fig. 3. donde se muestra el equilibrio de fuerzas -

en la superficie de un líquido de un tubo capilar.

Generalmente se acepta que entre más pequeños sean los radios internos de los tubos capilares ( $\leq 0.02$  cm), mayor será el poder de humectación (mojado).

En realidad, una humectación completa implica un ángulo de contacto de  $0^\circ$ , y un no mojado (en absoluto) significa un ángulo de contacto de  $180^\circ$ . Sin embargo, una convención corriente es el considerar que la humectación tiene lugar cuando  $\theta$  es menor de  $90^\circ$  y que el líquido no moja cuándo el ángulo excede de éste valor.

Así pues, se puede determinar la tensión superficial de un líquido tan sólo conociendo el radio del capilar, la densidad y la altura sobre la superficie del líquido.



MATERIAL.

- 3 perillas
- 3 soportes
- 3 nueces
- 1 piseta
- 1 parrilla
- 1 adaptador trifásico
- 1 agitador magnético ("mosca").
- 1 regla graduada en milímetros.
- 3 pinzas de tres dedos
- 3 picnómetros de 10 ml c/u.
- 4 termómetros de 0 a 120°C
- 1 varilla de vidrio (para doblar)
- 1 manguera (delgada) de hule látex
- 3 tubos de ensayo grandes
- 6 vasos de precipitado de 50 ml.
- 1 vaso de precipitado de 150 ml
- 1 vaso de precipitado de 500 ml
- 3 tubos capilares de 17 cm de longitud
- 3 tapones horadados del # 6 con 3 perforaciones c/u.
- 2 hojas de papel milimétrico.

REACTIVOS.

- 1.- Acetona
- 2.- Alcohol Etilico
- 3.- Agua Destilada
- 4.- Benceno
- 5.- Tetracloruro de Carbono.

METODOLOGIA. (2)

- 1.- Monte su material experimental de acuerdo con la figura 5, introduciendo dentro del tubo de ensayo el líquido al cuál se va a determinar su tensión superficial. Repita nuevamente el montaje experimental sólo que para otros dos tubos de ensayo. Estos deberán ir montados dentro del mismo vaso de precipitado.
- 2.- Considere un líquido como sistema de referencia y calcule el radio del tubo capilar conociendo la altura, la tensión superficial y densidad, a temperatura y presión constante.
- 3.- Determine la altura (h) tomando como referencia el número de líneas o marcas del termómetro (o en su defecto con una regla graduada en milímetros o papel milimétrico) así como también la tensión superficial ( $\delta^A$ ) del líquido en cuestión, a las siguientes temperaturas: 20° (o temperatura ambiente), 30, 40, 50, y 60°C. (La densidad, ( $\rho$ ), a esas temperaturas no tendrá que determinarlas puesto que ya lo hizo anteriormente. Si por alguna razón no-

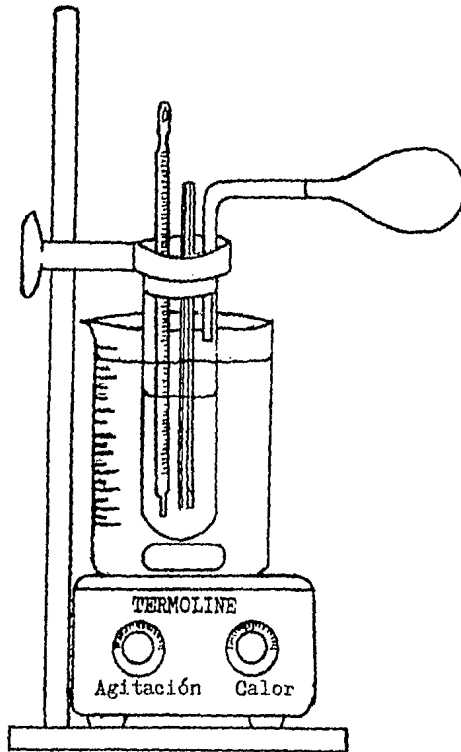


Fig. 5. Montaje experimental para la determinación de la tensión superficial por el método de Ascensión Capilar.

Las ha determinado, tendrá que hacerlo a las temperaturas arriba indicadas.

- 4.- Antes de proceder con cualquier determinación de altura del líquido dentro del capilar, presione tres veces la perilla de tal forma que el líquido en cuestión salga por la parte superior del tubo capilar, asegurando de ésta forma menos error por ángulo de contacto.
- 5.- Determine un mínimo de 3 lecturas de altura del líquido en el capilar para cada una de las temperaturas y para cada uno de los siguientes líquidos : Benceno, Etanol, Agua y Tetracloruro de Carbono. Es importante señalar que para homogenizar la temperatura del baño debe agitarse lentamente con un agitador magnético (mosca).

CUESTIONARIO.

- 1.- Calcular la tensión superficial a cada temperatura para cada líquido. Sería recomendable que hiciera una tabulación con todas las variables ( $h$ ,  $\rho$  y  $\delta^A$ ), incluyendo en la tabulación los valores reportados en la literatura.
- 2.- Explique cómo determinó el radio del tubo capilar y anóte su valor. ¿Que tan aceptable es el considerar el radio del tubo capilar igual al de los demás capilares?. Observe que los capilares fueron cortados del mismo tubo.
- 3.- Calcular el cambio de Energía Libre Superficial Molecular (19), o - - Energía Molar de Superficie (10) entre cada una de las temperaturas, - (es decir, entre 20 y 30°C, después entre 30 y 40°C y así sucesivamente) para cada líquido. ¿Que relación encuentra entre T y  $k$ ? Comente brevemente.
- 4.- De los valores de  $k$  obtenidos del inciso anterior, calcular el factor o grado de asociación (19), (10) entre cada uno de los rangos de temperatura. (Entre 20 y 30°C, después entre 30 y 40°C y así hasta los últimos valores). Hágalo para cada líquido.
- 5.- Grafique los valores experimentales de tensión superficial y densidad para cada líquido, ambas gráficas como función de la temperatura. Es importante que las gráficas de cada líquido se distingan entre sí.
- 6.- A partir del gráfico anterior, determine el valor de la Temperatura Crítica de cada uno de los líquidos utilizados. Compare con los reportados en la literatura. Comente sus resultados.
- 7.- De su mejor medida de tensión superficial, calcule la temperatura - - Crítica a partir de la ecuación de Ramsay-Shields. Hágalo para cada líquido.
- 8.- Estimar el error involucrado al usar la ecuación  $\delta^A = \rho g h r / 2$ , en lugar de la ecuación de Poisson-Rayleigh:

$$\delta^A = \frac{1}{2} \rho g h r \left[ 1 + \frac{1}{3} \left( \frac{r}{h} \right) - 0.1288 \left( \frac{r}{h} \right)^2 + 0.1313 \left( \frac{r}{h} \right)^3 \right]$$

para el agua a 20°C o temperatura ambiente.

- 9.- Calcular el Paracóro (1), (2) para el Benceno a 20, 40 y 60°C. ¿Cómo varía éste con la temperatura?. Comparar el valor del Paracóro obtenido de datos experimentales, con el valor calculado de las tablas de contribuciones atómicas y estructurales.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN. UNAM.

SECCION FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 2

DETERMINACION DE LA

TENSION SUPERFICIAL.

METODO DEL ANILLO DE DuNouy ó

TENSIOMETRO.

OBJETIVOS:

- 1.- Que el alumno analice conceptualmente el fenómeno de tensión superficial y se habilite en el manejo del tensiómetro.
- 2.- Que determine experimentalmente valores de tensión superficial de líquidos puros, así como los cambios que pueda sufrir ésta con la temperatura.
- 3.- Que adquiera habilidad en el uso de la ecuación de Ramsay-Shields.
- 4.- Que determine a partir de dicho experimento las mismas variables que en la sesión anterior, es decir, el grado de asociación de líquidos puros, la temperatura crítica y el paracóro.
- 5.- Que distinga entre los métodos de anillo y capilar, cuál es el mejor para determinar tensión superficial.

### INTRODUCCION.

En la práctica anterior analizamos el fenómeno de tensión superficial y concluimos que era el trabajo necesario para aumentar el área superficial de un líquido en  $1 \text{ cm}^2$  de manera reversible, a presión y temperatura constante. La determinación de ésta propiedad se hizo con un tubo capilar. Sin embargo, no es la única técnica experimental que existe para ello. La literatura reporta métodos como ascensión capilar (6), peso de la gota (26), presión máxima de burbuja (26) - (29), método de la placa de Wilhelmy (6), gota pendiente (30) (31) y tensiómetro o método del anillo (1), entre otros. Este último es probablemente el más utilizado con respecto a los otros para la determinación de tensión superficial.

El uso del anillo con éste propósito parece haber sido propuesto por Timberg en 1887. Sin embargo, hasta 1926, la teoría de éste método fué desarrollada imperfectamente. Más tarde Harkins, Brown, Jordan, TuHouy, Zuidema y Waters, entre otros, de manera independiente, desarrollaron una teoría de anillo bastante completa que predice buenos resultados comparados con los valores experimentales.

El método del anillo es un instrumento muy preciso para la determinación de tensión superficial e interfacial de líquidos, incluyendo sueros, aceites y suspensiones coloidales, pese a que estas últimas presentan cambios muy rápidos de tensión superficial (32). Sus valores son reproducibles en  $\pm 0.05$  dinas/cm y tiene una precisión de  $\pm 0.25 \%$  y en algunos casos hasta  $\pm 0.1 \%$ . El método es de fácil manejo, sencillo en su forma y se obtiene lecturas rápidas (de 15 a 30 segundos) y directas (expresadas en dinas/cm), evita cálculos matemáticos y utiliza poco líquido para determinaciones de tensión superficial.

El tensiómetro debe ser calibrado antes de utilizarse. La calibración se hace a través de la expresión :  $P = \frac{M g}{2 L}$  donde M es el peso puesto sobre el anillo, g el valor de la aceleración de la gravedad en  $\text{cm}/\text{seg}^2$ , L es la circunferencia media (el promedio de la circunferencia interior y exterior del anillo) y que es de 5.992 cm en nuestro caso, P es la lectura del dial o tensión superficial aparente, que es la lectura directa del tensiómetro y que como veremos más adelante, tendrá que ser corregida para obtener el valor real de tensión superficial expresada en dinas / cm.

Con el peso de una muestra conocida (generalmente 0.6 gr) se calcula numericamente P, dado que las demás variables son conocidas. Posteriormente se pesa una muestra de exactamente 0.6 gr y se pone sobre el anillo. Al hacer ésto el nivel del anillo baja debido al peso de la muestra. Se da vuelta al dial y el valor de P, calculado numericamente antes y el de P de la lectura del dial deben ser

iguales cuando la muestra sobre el anillo retorna a su nivel inicial.

Si el tensiómetro ha sido correctamente calibrado, cada unidad sobre el dial representa una unidad de tensión superficial o interfacial, es decir, 1 dina/cm.

Después de que la calibración ha sido efectuada, se quita la muestra del anillo y se reajusta a la posición cero.

Para la determinación de tensión superficial e interfacial, la limpieza del material de vidrio debe ser exagerada. Por otro lado, el anillo - deberá ser lavado con nafta de petróleo o benceno, seguido de enjuagues en metil etil cetona y después calentandolo a la llama oxidante de la flama de ras. Solamente se meterá a la flama la porción del anillo que deberá ser introducida dentro del líquido; deberá evitarse sobrecalentamiento.

Para determinar la tensión superficial sujete el anillo limpio - al brazo fijo. Coloque el líquido cuya tensión superficial vaya a determinar en un recipiente perfectamente limpio, tal como un recristalizador o un recipiente con un diámetro mínimo de 4.5 cm. Ponga el recristalizador sobre la plataforma - metálica, de acuerdo con la figura 6, posteriormente lleve el tornillo B a su - posición más alta, levante la plataforma hasta que el anillo esté dentro del líquido (aproximadamente 5 mm por debajo de la superficie). Eaje el montaje hasta que el anillo esté justo por debajo de la superficie del líquido y aproximadamente centrado con respecto al recipiente que lo contiene. Baje el líquido nuevamente por medio del tornillo B hasta que el anillo esté justo en la superficie del líquido y el índice esté aproximadamente sobre cero ( o línea negra que cruza - diametralmente el espejo).

Aumente la torsión del alambre por medio de giro o rotación de la perilla A y, al mismo tiempo baje el montaje por medio del tornillo B procurando siempre que permanezca el índice en cero. Este último deberá permanecer sobre - cero hasta que la superficie del líquido esté distensionada. Continúe ajustando la perilla y el tornillo simultáneamente hasta que la película se rompa. El valor dado en la escala del dial, se lee al punto de rompimiento de la película y ésta es la fuerza ejercida para desprender el anillo de la superficie.

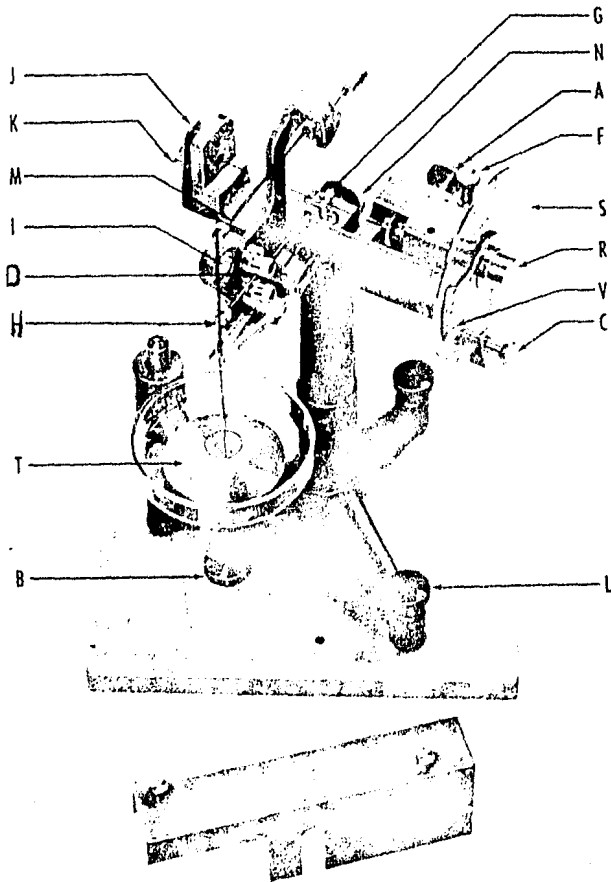


Fig. 6. Nombres de las piezas más importantes del tensiómetro. Observe como descansa el recristalizador sobre la plataforma de éste.

- J Tornillo que mantiene sujeto el alambre de torsión.
- K Soporte posterior unido por una abrazadera.
- D Topes ajustables al movimiento del brazo de torsión.
- I Índice ( o línea negra horizontal que cruza diametralmente el espejo
- K Brazo de torsión.
- G Tuerca de ajuste para precisión.
- H Cancho del brazo de torsión.
- T Plataforma metálica, sostén de la muestra.
- F Tornillo que controla la altura de la plataforma.



- B Tornillo que controla la altura de la plataforma.  
 E Tapa de protección al alambre de torsión.  
 A Perilla reguladora de la tensión sobre el alambre.  
 F Tornillo de ajuste fino del cuadrante.  
 S Cuadrante.  
 R Tapa de la abrazadera que sujeta al alambre de torsión.  
 V Vernier.  
 C Tornillo que sujeta el cuadrante.  
 L Tornillo para ajuste de nivel.

Esta fuerza es llamada tensión superficial aparente,  $P$ . Entonces el método del anillo depende esencialmente de la determinación de la fuerza aplicada para desprender un anillo circular de platino iridiado de la superficie de un líquido con un ángulo de contacto de cero grados.

Un modelo muy simplista es el considerar que el anillo soporta un cilindro hueco de líquido con pared vertical de radio  $R'$  y  $R' + 2r$ , de acuerdo con las figuras 7 y 8. De tal forma que el empuje,  $P$ , es igual al peso (mg) del líquido suspendido, es decir:

$$P = m g \quad (25)$$

$$= 2 \pi R' \delta + 2 \pi \delta (R' + 2r) \quad (26)$$

$$= 4 \pi \delta (R' + r) \quad (27)$$

por lo que

$$P = 4 \pi \delta R \quad (28)$$

donde  $R$  es el radio promedio del anillo.

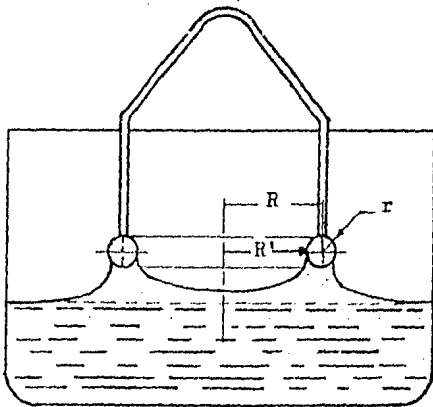


Fig. 7. Distorsión de la película superficial durante la de terminación de tensión superficial.

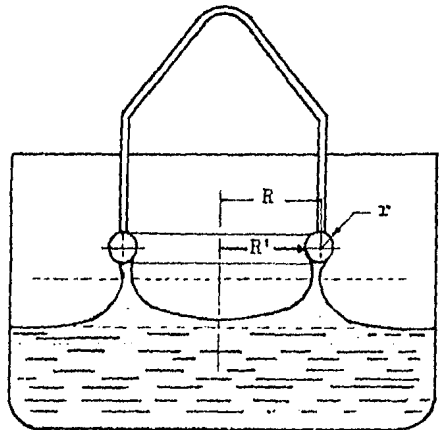


Fig. 8. Condición de la película superficial en el punto de rompimiento.

El valor de tensión superficial aparente,  $P$ , difiere del valor real en un 30 % aproximadamente, aunque para muchas determinaciones es probablemente el 5%. Para obtener el valor de tensión superficial real es necesario corregir  $P$ , debido principalmente a que conforme se va levantando el anillo de la superficie del líquido, las dos películas o superficies, unidas a él, se van deformando hasta la ruptura total de la película. Además también debe considerarse que al ir levantando el anillo, el empuje hacia arriba no es totalmente vertical, como lo indica la figura 8. Por lo cual varios investigadores como Harkins y Jordan (33) propusieron un factor de corrección,  $F$ , determinado experimentalmente para la ecuación (28). Los valores de  $F$ , son una función de  $R/r$  y  $R^3/V$ . Así pues tenemos que

$$P F = 4 \pi \delta R \quad (29)$$

de donde

$$\delta = \frac{P F}{4 \pi R} \quad (30)$$

Por otro lado, Zuidema y Waters también propusieron un factor de corrección para subsanar las anomalías anteriores. Para el uso de éstas curvas (véase la figura 9) es necesario conocer la relación  $R/r$  de anillo, el valor de tensión superficial aparente,  $P$ , el valor de la densidad,  $D$ , de él líquido al cuál se le quiere determinar la tensión superficial o bien el líquido de menor densidad para determinaciones de tensión interfacial, y por último, el valor de densidad,  $d$ , de él aire saturado para determinaciones de tensión superficial, o bien él líquido de mayor densidad para determinaciones de tensión interfacial. En el caso de tensión superficial, la densidad del aire,  $d$ , es pequeña con respecto a la densidad del líquido,  $D$ , por lo que puede despreciarse.

Por lo tanto, para determinar el factor de corrección,  $F$ , divida el valor de  $P$  entre la diferencia de  $D - d$  y localice su valor en el eje de las abscisas. El valor anterior llévelo a la curva donde tenga la relación  $R/r$  más próxima (en nuestro caso  $R/r = 53.6$ ) y de aquí refiera su lectura a la ordenada.

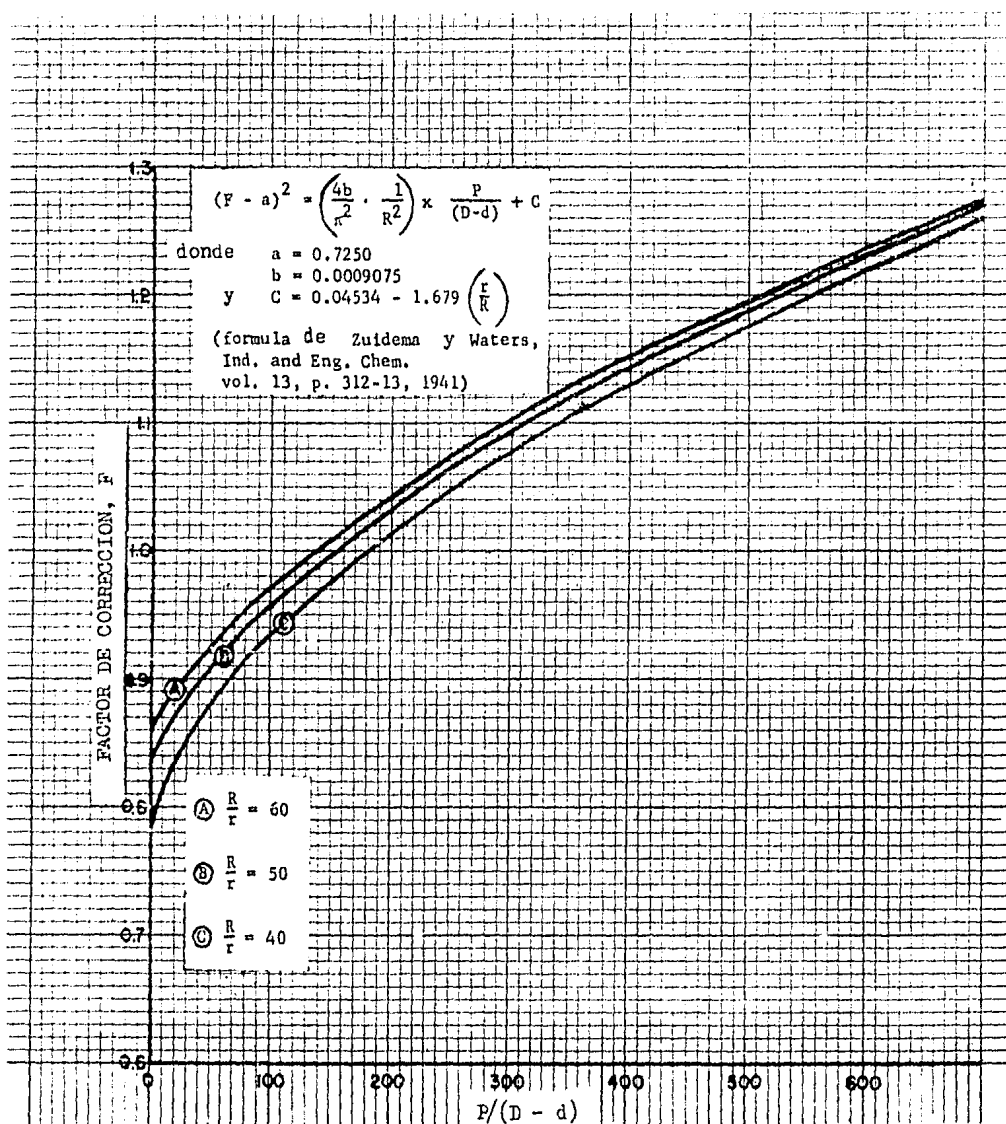


Fig. 9. Factor de corrección para la determinación de tensión superficial e interfacial por el método del anillo, teniendo éste, una circunferencia de 6 centímetros.

MATERIAL.

- 1 tensiómetro CENCO No. de catálogo CENCO 70535.
- 1 anillo de Pt - Iridio de 6 cm de circunferencia.  
No. de catálogo CENCO 70537 y de relación R/r = 53.6
- 1 parrilla.
- 2 termómetros.
- 2 varillas de vidrio para agitación.
- 2 triángulos de porcelana.
- 1 soporte con pinzas y nuez.
- 4 vasos de precipitado de 50 ml.
- 1 recristalizador grande (baño María).
- 1 mechero de Bunsen.
- 2 vasos de precipitado de 250 ml.

REACTIVOS.

- 1.- Agua destilada.
- 2.- Metil Etil Cetona.
- 3.- Benceno.
- 4.- Etanol.
- 5.- Acetona.
- 6.- Tetracloruro de Carbono.
- 7.- Mezcla Crómica.

METODOLOGIA.

- 1.- Lave perfectamente bien su material de vidrio. Los recristalizadores chicos deberán ser lavados con mezcla crómica y enjuagados con agua de la llave. Posteriormente deberá enjuagarse con agua destilada varias veces. Si desea secar lo hará con acetona.
- 2.- El anillo de platino debe lavarse bien con benceno, después enjuagarse 3 veces con n-hexano y después con agua destilada. Posteriormente se flamea con un mechero Bunsen a la llama oxidante. Evite el sobrecalentamiento. Este procedimiento deberá seguirse cada vez que se cambie de líquido.
- 3.- Monte su material experimental de acuerdo con las figuras 6 y 10.
- 4.- Para cada valor de temperatura, determinar la tensión superficial, recuerde que para sus cálculos tendrá que utilizar los valores de densidad de la sesión anterior, lo que supondrá que trabajarán a las mismas temperaturas, es decir, temperatura ambiente o 20°C, 30, 40, 50 y 60°C y con los mismos líquidos: etanol, benceno, tetracloruro de carbono y agua destilada.
- 5.- Determinar un mínimo de 4 lecturas de tensión superficial para cada temperatura. Esto tendrá que hacerlo para cada uno de los líquidos utilizados.

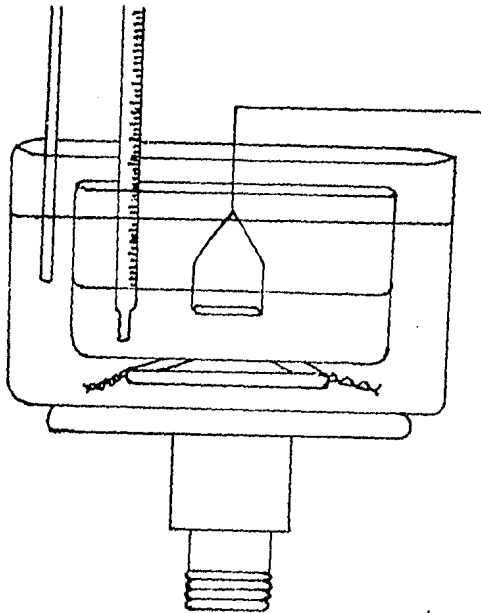


Fig. 10. Montaje experimental para mantener la temperatura constante del líquido al que se le va a determinar su tensión superficial.

CUESTIONARIO.

- 1.- Al determinar la tensión superficial de un líquido, por medio del tensiómetro, ¿ realmente determina su tensión superficial?. Sí su respuesta es negativa, ¿ que es lo que realmente determina ?.
- 2.- A partir de su respuesta anterior, indique cómo se puede determinar el valor de tensión superficial de un líquido.
- 3.- Evalúe el factor de corrección, y a partir de él, calcúle la tensión superficial a cada temperatura y para cada líquido. Haga una tabla incluyendo en ella los valores experimentales de densidad, así cómo los valores de tensión superficial reportados en la literatura, los experimentales y los corregidos. La relación  $R/r$  es de 53.6 .
- 4.- Calcular el cambio de Energía Superficial Molecular para cada una de las temperaturas, (entre 20 y 30°C, después entre 30 y 40°C y así sucesivamente) para cada líquido. ¿ Que relación encuentra  $T$  y  $k$  ?. Comente brevemente.
- 5.- De los valores de  $k$ , obtenidos en el inciso anterior, calcular el factor de asociación o grado de asociación entre cada uno de los rangos de temperatura. (Entre 20 y 30°C, después entre 30 y 40°C y así hasta los últimos valores). Hágalo para cada líquido.
- 6.- Grafique en una sola hoja de papel milimétrico, los valores de  $\delta^v$  vs  $T$  para cada uno de los líquidos. Es importante que las gráficas de cada líquido se distingan entre sí.
- 7.- A partir del gráfico anterior, determine el valor de la Temperatura Crítica de cada uno de los líquidos utilizados. Compare con los reportados en la literatura. Comente sus resultados.
- 8.- De su mejor medida de tensión superficial, calcúle la Temperatura Crítica de cada uno de los líquidos, a partir de la ecuación de Ramsay-Shields.
- 9.- Calcular el paracóro para el benceno a 20, 40 y 60°C. Comparar el valor anterior con el calculado de las tablas de contribuciones atómicas y estructurales.
- 10.- Compare los valores de las propiedades calculadas de su práctica anterior, con ésta. Haga la tabulación que considere necesaria y en función de lo anterior deduzca qué método es el mejor o más exacto.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN, UNAM.

SECCIÓN FÍSICOQUÍMICA.

PRACTICA # 3

DETERMINACIÓN DE EXCESO DE SOLUTO  
SUPERFICIAL.

OBJETIVOS :

- 1.- Que el alumno adquiriera habilidad experimental en la determinación de la tensión superficial por el método de elevación capilar.
- 2.- Que evalúe la relación que guarda la tensión superficial con la concentración para el sistema propanol / agua.
- 3.- Que prediga el comportamiento de una solución teniendo ésta un soluto adsorbido.
- 4.- Que aplique la ecuación de adsorción de Gibbs para la determinación del exceso de soluto en la superficie para el sistema propanol / agua.
- 5.- Que analice la relación que existe entre la presión superficial y el área molecular para el estudio de una monocapa, comparando con el comportamiento de los gases ideales.
- 6.- Que determine el área molecular, o sección transversal de la molécula de soluto adsorbida en la superficie.

INTRODUCCION.

Sí se disuelve un soluto tal como cloruro de sodio en agua, - tenemos en condiciones de equilibrio, un sistema homogéneo, es decir, que las propiedades termodinámicas de la solución salina son iguales en cualquier punto del sistema. Por otro lado, sí en otro recipiente se agregan cristales de - ácido butírico y se disuelven en agua, aparentemente la solución es homogénea. Sin embargo, se ha demostrado que las soluciones de éste tipo son sistemas en realidad heterogéneos. J. Willard Gibbs fué el primero en darse cuenta de ello y en desarrollar su termodinámica en el año de 1878. En realidad lo que está - haciendo que un sistema sea, por un lado homogéneo y por otro heterogéneo, es la naturaleza del soluto agregado. Las moléculas en cuestión son químicamente diferentes. Veámos, la molécula de cloruro de sodio es una molécula ciento por ciento polar y precisamente por ello su disociación es total. Por otro lado, - la molécula del ácido butírico,  $(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH})$ , no es una molécula - ciento por ciento polar, dado que su molécula contempla dos partes : una polar o liofílica y otra no polar o liofóbica, figura 11, y esto provoca que en una interfase, por ejemplo, aire-agua, la parte no polar o hidrocarbonada se oriente hacia el aire y la parte polar o no hidrocarbonada se oriente hacia el agua, provocando así un fenómeno conocido cómo actividad superficial, tal como lo - muestran las figuras 12 y 13.

Experimentalmente, se ha observado que el efecto anterior sería el mismo sí se tuviera una cadena hidrocarbonada o parte no polar unida a un - grupo funcional, que pudiera ser OH (21) (22), CHO,  $\text{NH}_2$ , CO, COOH.

Globalmente podemos decir que las moléculas de éste tipo tienden a orientarse en la superficie de acuerdo con la energía libre que les proporcione mayor estabilidad.

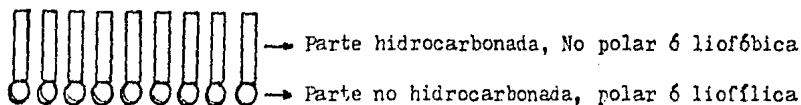


Fig. 11. Molécula de ácido butírico donde esquemáticamente se representa la parte hidrofílica e hidrofóbica.



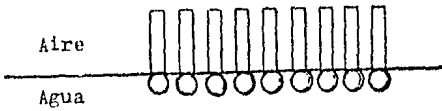


Fig. 12. Orientación de una película de ácido butírico en la interfase aire-agua.

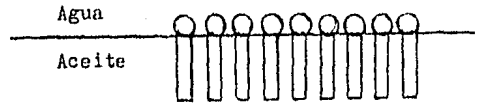


Fig. 13. Orientación de una película de ácido butírico en la interfase agua-aceite.

Es obvio pues, que si se está adicionando un soluto en la superficie del agua, es de esperarse que éste cause modificaciones en la tensión superficial de ésta. Experimentalmente se han observado 3 casos (5) :

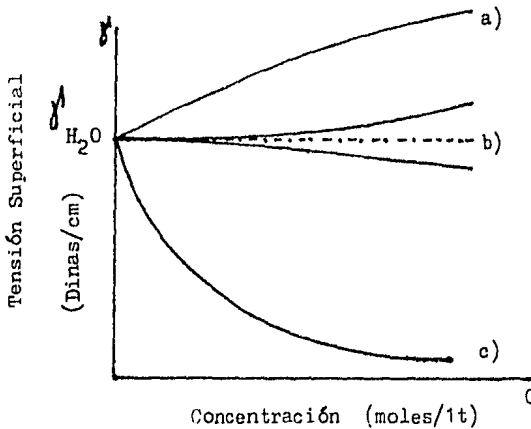


Fig. 14. Gráfica de tensión superficial como función de la concentración para la adición de 3 tipos de soluto de diferente naturaleza, en agua.

- a) La adición de un soluto provoca un aumento, aunque no muy considerable, en la tensión superficial del agua. Este es el caso de sustancias muy polares, tales como los electrolitos fuertes, por ejemplo el ácido clorhídrico, fosfórico, cloruro de sodio, nitrato de potasio, etc.
- b) La adición de un soluto no provoca un cambio (aumento o disminución) muy significativo sobre el comportamiento normal para la tensión superficial del agua.

Este caso es muy raro y en general lo presenta la sacarosa y polisacáridos. Es importante señalar que éste comportamiento, algunos textos, lo presentan como una lenta disminución (5).

c) La adición de un soluto provoca una disminución muy acentuada en la tensión superficial del agua. Es el caso de sustancias muy poco polares tales como el fenol, ácido butírico, jabones, shampoos, etc.

Es importante señalar que el comportamiento de los solutos planteados en la figura 14, puede perder su veracidad si se considera otro líquido como referencia.

Gibbs demostró que la actividad superficial era debido a una distribución desigual de soluto entre la superficie y el seno de la solución. Por argumentos puramente termodinámicos dedujo que, si un soluto distribuido de igual forma en la superficie contiene  $\Gamma$  moles de soluto por  $1 \text{ cm}^2$  de área en exceso que el que presenta el seno de la solución, entonces para soluciones diluidas el exceso de soluto superficial,  $\Gamma$ , en condiciones de equilibrio debe ser

$$\Gamma = - \frac{c}{RT} \left( \frac{\partial \gamma}{\partial c} \right)_{T,P} \quad (31)$$

o bien

$$\Gamma = - \frac{1}{RT} \left( \frac{\partial \gamma}{\partial \ln c} \right)_{T,P} \quad (32)$$

donde  $\Gamma$  es el exceso de soluto en la superficie del líquido expresado en moles/ $\text{cm}^2$ ,  $c$  es la concentración de la solución,  $R$  es la constante de los gases,  $T$  la temperatura absoluta y  $(\partial \gamma / \partial c)$  es el cambio de la tensión superficial de la solución con respecto a la concentración.

La ecuación 31 es conocida como la ecuación de adsorción de Gibbs o ecuación de exceso superficial. A partir de dicha ecuación se pueden considerar 3 casos (11) (12) :

1er. caso : Si  $\partial \gamma / \partial c$  es positivo, entonces el  $\Gamma$  es negativo y esto significa físicamente que la concentración del soluto en el seno de la solución es mucho mayor que en la superficie del líquido, consecuentemente no hay adsorción.

Observe que es el caso a) de la figura 14.

2o.- caso : Si  $\partial \gamma / \partial c$  es igual a cero, entonces el  $\Gamma$  es igual a cero y esto significa físicamente que la concentración del soluto en el seno de la solución es igual a la concentración del soluto en la superficie del líquido.

Observe que es el caso b) de la figura 14.

3er. caso : Si  $\partial \gamma / \partial c$  es negativo, entonces el  $\Gamma$  es positivo y esto significa que la concentración del soluto en la superficie del líquido es mucho mayor que la que hay en el seno de la solución, por lo tanto sí hay adsorción.

Observe que es el caso c) de la figura 14.

Cuando se forma una película en la superficie de un líquido - todas las moléculas se concentran de tal manera que tienden a formar una capa - monomolecular o monocapa. Las moléculas en una monocapa, especialmente a concen- traciones superficiales altas, están ordenadas con frecuencia de modo sencillo - y se puede obtener mucha información acerca del tamaño, forma, orientación, - estructura, y sobre todo, el cálculo de propiedades termodinámicas de ellas (36). Las películas monomoleculares pueden presentarse en distintos estados físicos - bidimensionales, que dependen principalmente de la magnitud de las fuerzas de - adhesión laterales entre las moléculas de la monocapa, de un modo muy parecido - a cómo ocurre en la materia tridimensional. Estas monocapas pueden existir en - distintos estados físicos que tienen alguna semejanza con los estados sólido, - líquido y gaseoso (37).

Es importante señalar que cada una de éstas monocapas puede - tener su respectiva ecuación de estado (38). En forma general se encuentran más ecuaciones de estado para las monocapas líquidas y gaseosas que para las sólidas.

La naturaleza de la película viene determinada en gran parte - por el pH, ionización y temperatura del sistema.

Las monocapas pueden clasificarse, generalmente, en:

- 1.- Condensadas o sólidas.- En ellas las moléculas están empaquetadas juntas y orientadas casi perpendicularmente a la superficie.
- 2.- Coherentes o expandidas.- Ocupan mucho mayor área que las condensadas. Se consideran como líquidos muy compresibles. Sus fuerzas de interacción - tienden a ser más débiles que las primeras.
- 3.- Gaseosas o de Vapor.- Las moléculas están tan separadas que se mueven - independientemente por la superficie, y la presión que ejercen sobre las - barreras que las contienen se debe simplemente a las colisiones.

MATERIAL.

- 2 soportes universales.
- 2 pinzas de tres dedos.
- 2 nueces.
- 2 tubos de centrífuga o bien tubos de ensayo.
- 2 tubos capilares.
- 2 tapones con 2 perforaciones.
- 2 tubos de vidrio doblado.
- 2 perillas.
- 2 pipetas graduadas de 10 ml.
- 1 picnómetro.

REACTIVOS.

- 1.- Mezcla crómica.
- 2.- Propanol (alcohol n-propílico).
- 3.- Agua destilada.

METEOROLOGIA.

- 1.- Prepare Mezcla Crómica (vea la práctica anterior) y con ella lave perfectamente su material de vidrio. Posteriormente enjuáguelo varias veces con agua destilada.
- 2.- Prepare las soluciones de propanol (en agua) a las siguientes concentraciones ( en moles/litro) : 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 y 1 M. Se recomienda preparar la solución 1 M y a partir de ésta, por aforo, las demás.
- 3.- Determine las densidades de cada una de las soluciones anteriores.
- 4.- Monte su material experimental de acuerdo con la figura 15.
- 5.- Determine las alturas por el método de Elevación Capilar para cada concentración. Efectue un mínimo de 4 lecturas por solución.
- 6.- Cuando haya terminado de leer sus alturas en el capilar para una solución y quiera utilizar la siguiente, deberá desmontar el tubo de ensayo del aparato y posteriormente deberá quitar el tapón. Enjuague con la solución deseada dos veces. El capilar deberá también ser enjuagado, sólo que 3 veces con la solución en cuestión, apretando la perilla de tal forma que el líquido salga con presión por la parte superior de éste.
- 7.- Se recomienda ir tomando las lecturas de la solución más diluída a la más con centrada.
- 8.- Es importante señalar que deberá determinarse nuevamente el radio del tubo ca pilar y para ello se recomienda utilizar como líquido de referencia el alcohol n-propílico cuya densidad y tensión superficial son respectivamente  $0.8035 \text{ gr/cm}^3$  y  $23.8 \text{ dinas/cm}$ , ambas lecturas a  $20^\circ\text{C}$ .

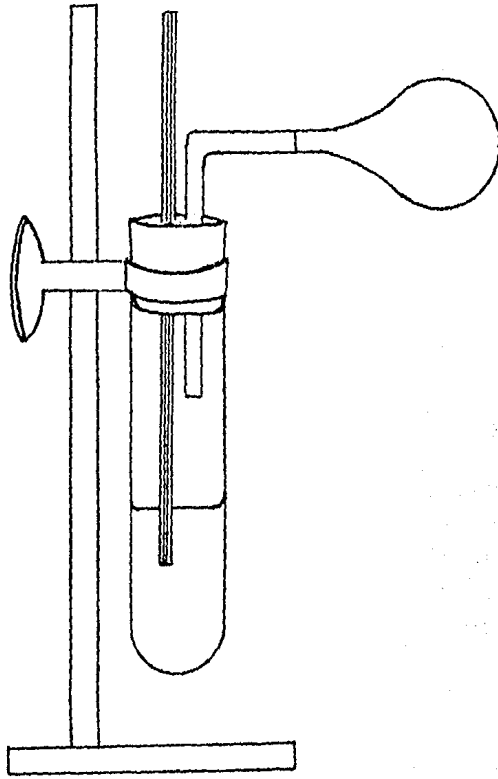


Fig. 15. Montaje experimental para la determinación de la tensión superficial de cada una de las soluciones de propanol/agua.

QUESTIONARIO.

- 1.- Calcúle la tensión superficial para cada concentración, y en base a ello realice los siguientes gráficos :  $\gamma$  vs C y  $\gamma$  vs Log C.
- 2.- Utilizando cualquiera de los gráficos anteriores, calcúle las pendientes  $(\partial\gamma / \partial C)$  o  $(\partial\gamma / \partial \text{Log } C)$  de cada una de las concentraciones.
- 3.- Determine el exceso de concentración de propanol en la superficie del agua para cada una de las concentraciones, utilizando para ello la ecuación de Gibbs.
- 4.- Determine la presión superficial ( $\Pi$ ) de cada una de las concentraciones y establezca su gráfico respectivo cómo función de la concentración.
- 5.- Grafique el exceso de concentración de propanol en la superficie contra la concentración y demuestre el exceso tiende a un valor límite a altas concentraciones.
- 6.- Grafique la presión superficial contra el área molar ( $1/\Gamma$ ) para cada una de las concentraciones de propanol.
- 7.- Determine el área ocupada por mol de soluto adsorbido en el punto de cubrimiento completo de la superficie, así como el área ocupada por una molécula de alcohol propílico adsorbida en el punto de formación de la monocapa. Compáre el área por molécula obtenida (en  $\text{Å}^2/\text{molécula}$ ) con el valor reportado en la literatura. Comente sus resultados.
- 8.- A partir del área de la sección transversal de una molécula de alcohol propílico y de su densidad, calcúle el grosor de la monocapa. Comente sus resultados.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUANTITATIVAS. UNAM.

SECCION DE FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 4

AGENTES TENSOACTIVOS.

OBJETIVOS :

- 1.- Que el alumno identifique que es un agente tensoactivo y que conozca sus propiedades en forma general.
- 2.- Que experimentalmente realice un estudio comparativo entre las propiedades superficiales de 2 agentes de superficie activa.
- 3.- Que clasifique diferentes agentes tensoactivos puros en función del tipo de carga que presenten.
- 4.- Que clasifiquen muestras comerciales de shampoos así como algunos agentes surfactantes en función del tipo de carga.
- 5.- Que utilice la escala. BHL para la clasificación de agentes tensoactivos como función de su aplicación.



### INTRODUCCION.

Uno de los problemas más comunes que se le ha presentado al hombre, ha sido el de la limpieza. Entre los primeros materiales que se usaron con éste fin, se cuentan : las cenizas de ciertas maderas, raíces de plantas, el tequesquite (usado principalmente en México), etc.

Más tarde, y con una antigüedad de más de 2000 años, se inició el uso del "jabón", el cuál se preparaba vertiendo sebo caliente (generalmente de cabras) sobre cenizas de madera; posteriormente se fueron introduciendo nuevas modalidades en la fabricación del jabón, hasta llegar a la fórmula con que se le conoce actualmente, o sea, la sal alcalina de un ácido graso, misma que permaneció casi inalterable a través de mucho tiempo, en el que solamente se trataron de mejorar los procedimientos para su obtención así como su calidad.

La aparición de los primeros detergentes sintéticos se remonta al año de 1831, cuando Fremy sulfonó el aceite de olivo y el de almendras; poco después, en 1834, Range los neutralizó, encontrando substancias de amplias aplicaciones en la industria textil.

Ha sido señalado el año de 1916 cómo la iniciación de la moderna industria de los detergentes sintéticos, puesto que fué durante la primera Guerra Mundial cuando Alemania substituyó a los jabones comúnmente usados, por aceites sulfatados ó sulfonados, por tener propiedades similares a ellos, pues observaban buen poder detergente, remojante y espumante. Sin embargo, cabe hacer notar que en 1898, fué registrada la patente americana Twichel, que ampara un producto de aceites de petróleo sulfonados y neutralizados, destinado a usarse cómo agente penetrante y emulsionante, que debe ser considerado cómo el primer detergente sintético.

Por lo tanto, puede decirse que, los detergentes sintéticos son generalmente sales de sodio, potásio ó amonio, de ácidos sulfónicos de muy variados radicales. Estos ácidos son el resultado de la sulfonación de hidrocarburos parafínicos u olefínicos.

Una de las principales ventajas que tienen éstos productos sobre el jabón, es que al usarlos en aguas duras, forman con las sales de calcio y magnésio, compuestos solubles, pudiendo usarse también en medios ácidos, conservando en ambos casos sus propiedades deterativas y espumantes; por su parte, los jabones presentan el fenómeno de disociación hidrolítica, es decir, fácilmente se hidrolizan desdoblándose en sosa cáustica y ácido

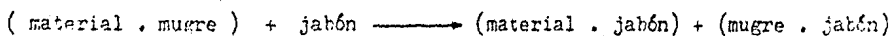
trano por lo que éste último tiende a depositarse en las telas impartiendo-- las tonalidades amarillas, además de mal olor; Tomlison encontró que ésta -- acción disminuía la potencialidad detergente, siendo ésta mínima, cuando la -- hidrólisis alcanzaba su grado máximo.

De ésta manera el jabón, en muchas operaciones industriales, sobre todo en las textiles, vió superada su eficiencia y uso (establecido -- por mucho tiempo) debido a la pronta aparición en el mercado de nuevos deter-- gentes que se desarrollaron rápidamente debido a sus propiedades y al rela-- tivo bajo costo de producción.

Basándose en las propiedades de los nuevos productos ya cita-- dos, la investigación más firme se condujo hacia los sulfonatos alquilarfili-- cos, por el hecho principal de que la materia prima para su obtención pro-- viene del petróleo, pudiéndose conseguir fácilmente y a bajo precio. Estos sulfonatos son el resultado en primer lugar, de la sulfonación de hidrocarbu-- ros, y posteriormente, de la neutralización de los ácidos sulfónicos obteni-- dos.

La acción detergente de los detsins (detergentes sintéticos) aparte de su efecto intensamente humectante se debe a la naturaleza hidrofó-- bica-hidrofílica de sus moléculas. La porción hidrofóbica cubre a las partí-- culas de mugre dislocadas por la acción humectante, y la porción hidrofílica constituye una capa externa de contracciones a éstos centros micelares. Concre-- tamente, los detsins aíslan a la mugre debido a la orientación molecular que presentan los coloides micelares o también llamados micelas.

La eliminación de la mugre, la cuál consiste usualmente de -- una mezcla de material grasoso y partículas sólidas, procede de acuerdo con la ecuación de detergencia de McFain (14) :

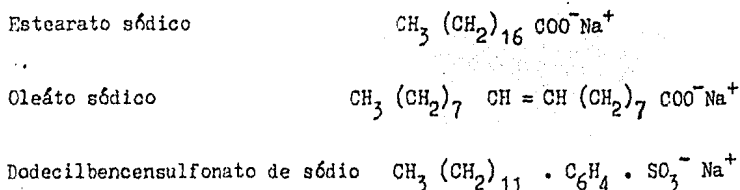


La reducción de la tensión superficial no parece ser el úni-- co efecto de los detergentes. Según Madsen (14), una solución de un detergen-- te tiene la habilidad de cargar negativamente cualquier interfase incluyendo las partículas de polvo, independientemente de su carga original. Por eso, -- durante el proceso de lavado, la tela y el polvo se cargan negativamente y se repelen entre sí.

Ambos, tanto jabones como detergentes, tienen moléculas que presentan de forma muy acentuada el fenómeno de la actividad superficial, -- es decir, el fenómeno de orientación molecular en la interfase. Esta orien-- tación, como se había visto en la introducción de la práctica anterior, es --

debida a que éstas moléculas presentan grupos hidrofóbicos e hidrofílicos. Estos grupos presentan siempre cargas opuestas, pero independientemente de ello, hay una parte de la molécula que es la responsable de la actividad superficial. En otras palabras, los surfactantes ó tensoactivos se clasifican en aniónicos, catiónicos, no iónicos, anfotéricos y semipolares (43), según la carga que tengan la parte con actividad superficial de la molécula, con excepción de los últimos.

Los surfactantes aniónicos son moléculas en las cuales el grupo que presenta actividad superficial está cargado negativamente. Son producidos y manufacturados en más de  $9 \times 10^8$  Kgr por año. Los surfactantes aniónicos comprenden cerca del 80 % de todos los surfactantes manufacturados en todo el mundo, por lo que no debe de extrañarse que toda la gran cantidad de literatura que se publica sobre surfactantes, sea sobre análisis y caracterización de surfactantes aniónicos. Algunos ejemplos de ellos son :



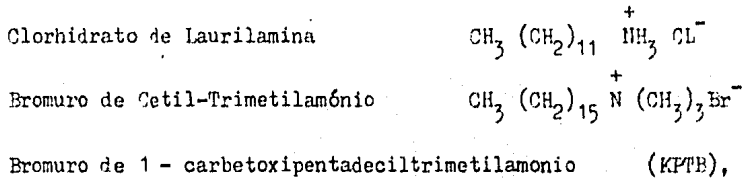
Sin embargo, desde el punto de vista orgánico tienen una matriz en común por lo que se les puede designar con un nombre genérico, por ejemplo, son también surfactantes aniónicos LAS, lineal alquilbencensulfonatos; ABS, alquilbencensulfonatos ramificados; TBS, tetrapropilén alquilbencensulfonatos; AS, alquilsulfatos; AES, alquiletosisulfatos; ACS,  $\alpha$ (alquil) olefinsulfonatos.

Las técnicas experimentales más comunes para el análisis de surfactantes aniónicos son :

- 1.- Titulación en dos fases (44), titulación en medio no acuoso, por Turbidimetría y análisis volumétrico.
- 2.- Cromatografía de Gases.
- 3.- Cromatografía en Capa Fina.
- 4.- Cromatografía Líquida.
- 5.- Espectroscopía / Espectrofotometría (45).
- 6.- Radiometría.
- 7.- Polarografía.
- 8.- Potenciometría.

- 9.- Análisis Térmico.
- 10.- Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear.
- 11.- Espectrometría de Masas.

Los surfactantes catiónicos son moléculas en las cuáles el grupo  $\delta$  grupo -- pos que presentan actividad superficial está cargado positivamente. Comprenden -- aproximadamente el 6 % de la producción de surfactantes comerciales. Algunos ejem plos son:



cloruro de miristil dimetil benzil amonio, cloruro de dodecilpiridinio, cloruro de cetil piridinio, cloruro de benzildimetilmiristilamonio, 1 - aminoetil-2-nonil-2 - imidazolina.

Las técnicas experimentales más comunes para el análisis de surfa ctantes catiónicos son :

- 1.- Colorimetría.
- 2.- Fotometría.
- 3.- Espectrofotometría.
- 4.- Extracción con Solventes.
- 5.- Titulaciones Volumétricas.
- 6.- Intercambio Iónico.
- 7.- Absorción atómica.
- 8.- Espectrofotometría UV.
- 9.- Fluorescencia.
- 10.- Polarografía.
- 11.- Cromatografía en general.
- 12.- Cromatografía en Capa Fina.
- 13.- Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC).

Los surfactantes no iónicos son moléculas en las cuáles el grupo que -- presenta actividad superficial no esta cargado. Comprenden la segunda clase más -- importante de los surfactantes. (Los aniónicos son los primeros).

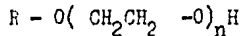
La importancia de éste tipo de surfactantes radica en la gran aplicación industrial basada en el número de publicaciones que sobre éste tipo de surfactantes se hace. En forma general, son el resultado de reacciones de condensación entre óxidos de etileno y alcoholes grasos o alquil fenoles para formar los éteres saturados o insaturados. Algunos ejemplos de ellos son :

<u>Surfactante</u>	<u>Nombre comercial</u>
Monoestearato de Sorbitán	Emasol 310
Monolaurato de Sorbitán	Span 20
*PEG (4-5) p-t-octil fenol	Triton x - 45
*PEG (10) alcohol estearílico	Brij 76
*PEG (9-10) nonil fenol	Triton N-101
*PEG (20) monoestearato de sorbitol	Tween 60
*PEG (20) monooleato de sorbitol	Tween 80
*PEG (20) alcohol cetílico	Erij 58

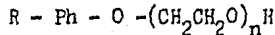
\* PEG , Polioxietilenglicol

Cualquier surfactante no iónico debe ser un producto de reacción de cualquiera de los siete mecanismos posibles para su fabricación :

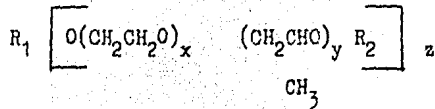
1.- Producto de reacción entre óxido de etileno y alcohol graso :



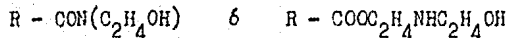
2.- Producto de reacción entre óxido de etileno y alquil fenoles:



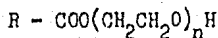
3.- Producto de reacción entre óxido de etileno y óxido de propileno con alcoholes:



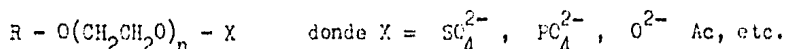
4.- Producto de reacción de ácidos grasos con mono y biaminas funcionales:



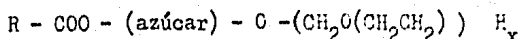
5.- Producto de reacción de óxido de etileno con ácidos grasos :



6.- Sulfato, fosfato y otros ésteres de poli(etilenglicol) monosalquil éteres :



7.- Productos de reacción de óxido de etileno con alcohol polihídrico de ácidos grasos - ésteres de azúcar :



Las técnicas experimentales más comunes para el análisis de surfactantes no iónicos son :

- 1.- Cromatografía de Gases.
- 2.- Cromatografía Líquida de Alta Presión.
- 3.- Espectrometría de Masas.
- 4.- Cromatografía en Capa Fina.
- 5.- Otros tipos de Cromatografía.
- 6.- Espectrofotometría Visible y UV.
- 7.- Espectroscopía Infrarroja.
- 8.- Fluorescencia de Rayos-X
- 9.- Resonancia Magnética Nuclear.
- 10.- Potenciometría.
- 11.- Polarografía.
- 12.- Absorción Atómica.

Los surfactantes amfotéricos son moléculas con actividad superficial y presentan los dos tipos de carga, es decir, la positiva y negativa. Hay pocos artículos sobre éstos surfactantes, la razón radica en su pobre aplicación industrial, aunque sirven como soporte orgánico para la producción de los otros tres.

Las técnicas experimentales más comunes para el análisis de surfactantes amfotéricos son :

- 1.- Cromatografía de Gases.
- 2.- Titulación Potenciométrica.
- 3.- Espectrometría de Masas.
- 4.- Cromatografía Líquida de Alta Resolución en fase invertida.
- 5.- Espectrofotometría (A2).
- 6.- Extracción con solventes.

Las disoluciones de cualquiera de los surfactantes mencionados anteriormente, presentan una serie de propiedades físicas especiales. Experimentalmente se ha visto, que las soluciones diluidas, actúan como electrolitos normales, pero a concentraciones bien definidas tienen lugar cambios en varias de sus propiedades físicas, como son la turbidez, la detergencia, la densidad, la conductividad, la tensión superficial, la presión osmótica, la conductividad equivalente, la tensión interfacial, etc., cómo sucede con las disoluciones de dodecil sulfato de sodio entre 25 y 38°C (46).

El grado en que la presión osmótica aumenta con la concentración se hace anormalmente bajo, lo cuál sugiere que está teniendo lugar una asociación molecular; sin embargo, la conductividad eléctrica permanece relativamente alta, lo cuál indica que persiste la disociación iónica, además de que por estudios de dispersión de luz indica que el sistema es de naturaleza coloidal.

MacBain señaló que éste comportamiento aparentemente anómalo se podía explicar suponiendo la existencia de agregados moleculares organizados a los que llamó Micelas y que en éste caso eran de los iones de surfactante en las que las cadenas liofóbicas hidrocarbonadas se orientan hacia el interior de la micela, mientras que los grupos hidrofílicos quedan en contacto con el medio acuoso.

La concentración por encima de la cuál empieza a apreciarse la existencia de micelas se llama Concentración Micelar Crítica (C.M.C.), tal como lo muestra la figura 16.

La formación de micelas, es por tanto, otro mecanismo distinto de la adsorción, por el cuál puede disminuir la energía interfacial de una disolución de surfactante. La existencia de agregados en soluciones de detergentes arriba de C.M.C.

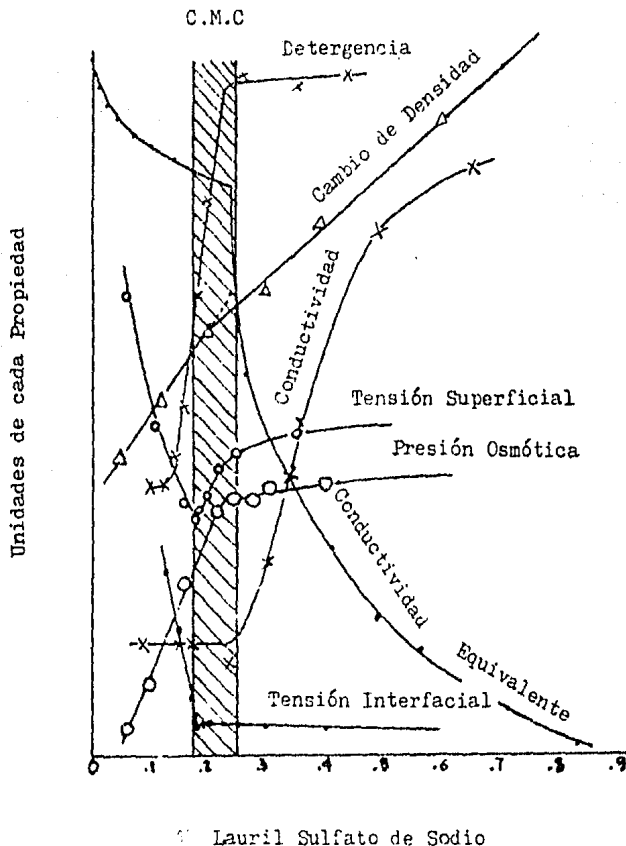


Fig. 16. Cambio de las propiedades físicas del Dodecilsulfato de sódico como función de la concentración.

dió origen a infinidad de artículos que más tarde formaron la literatura de los "electrolitos coloidales".

Estudios recientes demuestran que las micelas se encuentran moderadamente dispersadas en tamaño, dado que contienen de 50 a 100 unidades monoméricas, y que su peso molecular varía; por ejemplo para el lauril sulfato de sodio y dodecilsulfato de sódico varía entre 12,000 y 40,000 gr/mol (6) de acuerdo con estudios de dispersión de luz.

La teoría micelar se ha desarrollado de manera incierta y en algunos aspectos sujetos a discusión todavía (5) Hartley propuso una estructura micelar de forma esférica y tamaño coloidal con los grupos polares orientados hacia el medio (considerando medio acuoso). La mayor parte de los datos experimentales apoyan ésta tesis.



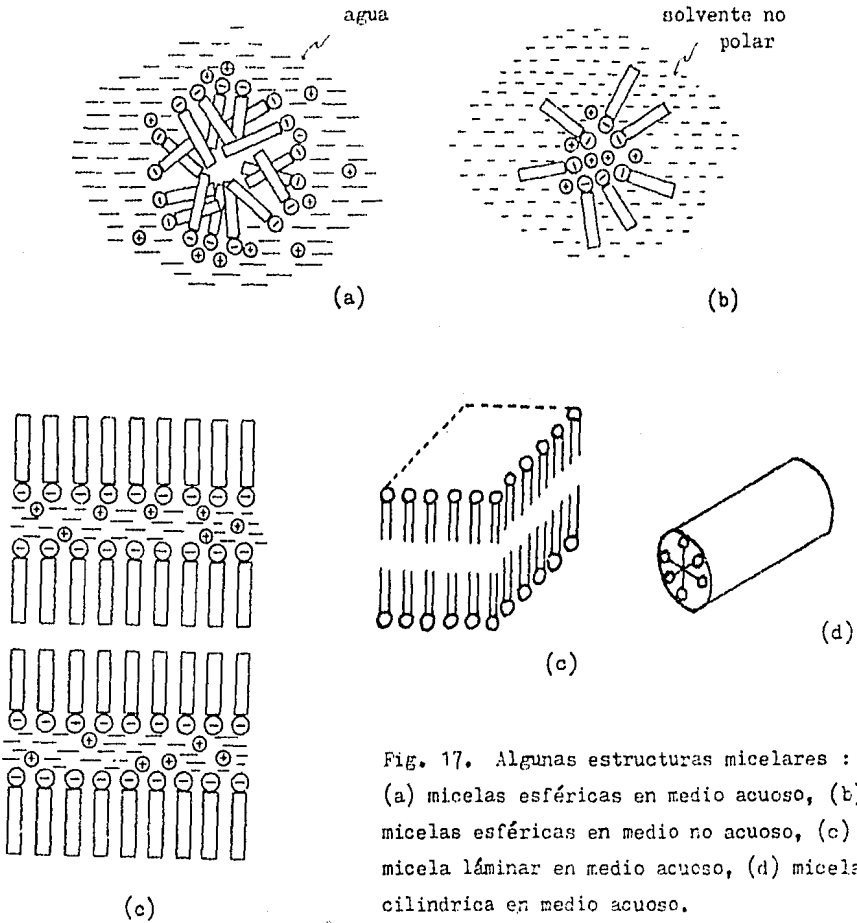


Fig. 17. Algunas estructuras micelares :  
 (a) micelas esféricas en medio acuoso, (b) micelas esféricas en medio no acuoso, (c) micela láminar en medio acuoso, (d) micela cilíndrica en medio acuoso.

McEain propuso el modelo láminar, véase la figura 17. Harkins consideró la posibilidad de micelas cilíndricas, y otros investigadores han propuesto estructuras elipsoidales. Estos dos últimos modelos han sido observados experimentalmente - para disoluciones concentradas de surfactante ( $\sim 10\%$ ) por estudios de birrefringencia. Es importante señalar que todas las estructuras micelares guardan un equilibrio con las monocapas de soluto adsorbido (surfactante) en la superficie, a través de sus respectivos monómeros, tal como lo indica la figura 18. Esta representación de la distribución molecular a partir de un monómero puede ser considerada para dos monómeros diferentes entre sí, sin alterar el equilibrio de la formación de la monocapa y su estructura micelar (41), figura 19.

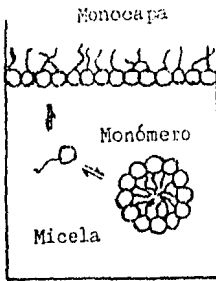


Fig. 18. Distribución molecular, a partir de un monómero, en la formación de su monocapa y su estructura micelar.

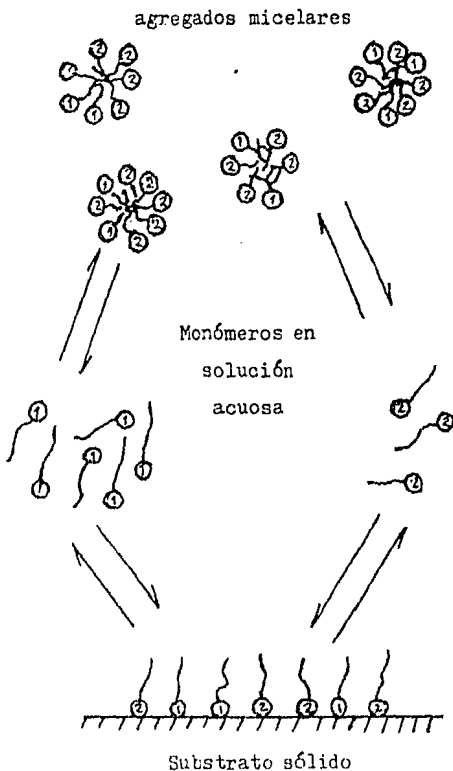


Fig. 19. Distribución esquemática de una mezcla binaria de surfactantes entre una solución acuosa y una superficie sólida.

Sabiendo que la actividad superficial proviene de la acción conjunta de los aspectos lipofílicos y lipofóbicos, se ha desarrollado empíricamente una escala que permite medir el aspecto resultante de éstas dos características.

Con esta idea fué introducido el sistema llamado "Balance Lipofílico-Hidrofílico" que como su nombre indica trata de medir con un número la mayor ó menor "lipofia" neta que presenta un determinado surfactante.

En su origen éste método de evaluación de los tensoactivos es completamente empírico y consiste en asignarle un número bajo (uno) a un agente tensoactivo netamente lipofílico y un número alto (cuarenta) a un agente tensoactivo hidrofílico. Ambos números son completamente arbitrarios. Este sistema no provee, en realidad, ninguna información específica sobre ningún agente tensoactivo, ni tampoco acerca de que tipo de agentes producen la emulsión más estable. El sistema tiene su mayor utilidad en establecer las proporciones óptimas en que deben estar los tensoactivos emulsionantes en una mezcla y para obtener una emulsión aceptable debe experimentarse con un gran número de combinaciones de agentes tensoactivos.

Estudios posteriores efectuados analizando los valores empíricos obtenidos experimentalmente del BHL para un gran número de agentes tensoactivos y emulsionantes, permitió establecer el denominado BHL funcional,

esto es, la contribución de cada grupo funcional a la molécula en combinación al valor total del BHL de la molécula.

En la tabla # 2 se reproducen los valores numéricos del BHL -- para los grupos funcionales que se encuentran más frecuentemente en agentes tensoactivos. Mediante éstos valores es posible predecir con bastante exactitud el valor del BHL total de un tensoactivo, si se conoce con suficiente detalle su estructura química. La ecuación es :

$$BHL = \sum (BHL \text{ grupos hidrofílicos}) - n (BHL \text{ de } CH_2) + 7$$

TABLA 2. Valores de BHL de grupos funcionales más comunmente encontrados en agentes tensoactivos.

Grupos Hidrofílicos	BHL Funcional
- SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	38.7
- COO <sup>-</sup> K <sup>+</sup>	21.1
- COO <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	19.1
- SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Na <sup>+</sup>	11.0 (Aprox.)
Ester (Sorbitán)	6.8
Ester	2.4
- COOH	2.1
Hidroxilo (libre)	1.9
Hidroxilo (Sorbitán)	0.5
Grupos Lipofílicos	BHL Funcional
- CH -; - CH <sub>2</sub> -; CH <sub>3</sub> -; = CH -	0.475
Grupos Derivados	BHL Funcional
- (CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O) - lipofílico	0.55
- (CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O) - hidrofílico	0.35

En la tabla 3 se presentan los valores numéricos del EHL para diversos agentes tensoactivos determinados experimentalmente y también los valores obtenidos con la ecuación anterior.

TABLA 3. Valores experimentales y calculados de EHL para varios agentes tensoactivos.

Agente tensoactivo	EHL Experim.	EHL Calculado
Lauril Sulfato de sódio	40	40
Oleáto de potásio	20	20
Oleáto de sódio	18	18
Tween 80	15	16.5
Alquilaril sulfonato	11.7	—
Tween 81	10.0	11.9
Monolaurato de Sorbitán	8.6	8.5
Etanol	7.9	7.9
Metanol	—	8.3
n-Butanol	7.0	7.0
Mono palmitato de sorbitán	6.7	6.6
Mono estearato de sorbitán	5.9	5.7
Span 80	4.3	5.7
Mono laurato de propilenglicol	4.5	4.6
Tri estearato de sorbitán	2.1	2.1
Alcohol cetílico	1.0	1.3
Acido oléico	1.0	1.0
Tetra estearato de sorbitán	0.5	0.3

En la actualidad se continúan efectuando estudios más formales sobre EHL, pero con la adición al estudio de otros parámetros importantes como son la solubilidad (39) y la presencia de otros aditivos (40).

MATERIAL.

- 8 pipetas graduadas de 2 ml.
- 3 matraces graduados de 100 ml.
- 28 tubos de ensayo (chicos)
- 2 perillas.
- 1 espátula.
- 1 piseta.
- 3 goteros.
- 1 mortero de porcelana con mango.
- 9 vasos de precipitado de 25 ml.
- 1 vaso de precipitado de 150 ml.
- 1 vaso de precipitado de 1 lt.
- 3 vasos de precipitado de 250 ml.
- 1 varilla de vidrio (agitador).

REACTIVOS.

- 1.- 5 shampoos de diferentes marcas comerciales.
- 2.- Azul de Timol 0.1%
- 3.- Amarillo de Metonilo 0.1%
- 4.- Azul de Bromofenol 0.1%
- 5.- Hidróxido de sodio 0.1 N
- 6.- Acido Clorhídrico 0.005 N
- 7.- Acido Clorhídrico 0.1 N
- 8.- Solución buffer de acetatos pH = 4.6
- 9.- Etanol.
- 10.- Trisanol NF-1000 (tensoactivo puro)
- 11.- Xilensulfonato de sodio (tensoactivo puro)
- 12.- Dodeciltencensulfonato de sodio (tensoactivo puro)
- 13.- Laurilsulfato de sodio (tensoactivo puro)
- 14.- Span 40 y 60.
- 15.- Tween 60 y 30.
- 16.- Rojo de Fenol.

METODOLOGIA.

- 1a. Parte: Experiencia de cátedra del profesor. Rojo de Fenol/Tensoactivos.  
2a. Parte: Agentes Tensoactivos.

- 1.- Lave perfectamente su material de vidrio con jabón y agua. Posteriormente enjuágue con agua destilada varias veces.
- 2.- Prepare las soluciones de los indicadores así como la de los shampoos de la siguiente manera:
  - (a) Azul de Timol 0.1%. Pulverize 0.1 gr. del indicador en un mortero - y mezclelo íntimamente con 2 ml de solución de hidróxido de sodio -- 0.1 n. Posteriormente afore a 100 ml con agua destilada.
  - (b) Amarillo de Metonilo 0.1%. Pulverize 0.1 gr del indicador y afore a 100 ml con agua destilada.
  - (c) Azul de Bromofenol 0.1%. Pulverize 0.1 gr del indicador en un mortero y mezclelo íntimamente con 2 ml de solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Posteriormente afore a 100 ml con agua destilada.
  - (d) Preparación de la solución del tensoactivo.- La concentración ideal del tensoactivo es del 1%, pero cuando se trata de productos mezclados con ellos, se desconoce generalmente la cantidad que tienen. Se pueden probar a diferentes disoluciones, disolviendo primero el - - producto en etanol y después diluyendo en agua destilada.

PRUEBA DE TENSOACTIVOS ANIÓNICOS.

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

PRUEBA DE TENSOACTIVOS CATIONICOS.

A 2 ml de la solución buffer de acetatos de pH = 4.6, agrégue 2 gotas de Azul de Bromofenol y 2 ml de la solución del tensoactivo. - - Agite bruscamente. Un cambio de azul violeta a azul puro indica surfactante catiónico.

Otra prueba alterna es : Agrégue 2 gotas de Azul de Timol a 2 ml de HCL 0.1 N y adiciónale 2 ml de la solución del tensoactivo. Agite -- fuertemente. Un cambio de color rojo a amarillo indica surfactante catiónico.

PRUEBA DE TENSOACTIVOS NO IÓNICOS.

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

A 2 ml de HCL 0.1 N agregue 2 gotas de Amarillo de Metonilo y después 2 ml de solución del tensoactivo. Agite bruscamente. Un cambio de color rojo a amarillo indica surfactante no iónico. De acuerdo con la literatura, éste ensayo es también prueba positiva para surfactantes catiónicos.

Otra prueba alterna es : A 2 ml de solución buffer de acetos de pH = 4.6, adicione 2 gotas de Azul de Bromofenol y después 2 ml de la solución de tensoactivo. Agite bruscamente. Un cambio de color azul violeta a verde indica surfactante no iónico. De acuerdo con la literatura, éste ensayo es también prueba positiva para surfactantes aniónicos.

CUESTIONARIO.

- 1.- Anote todas las observaciones hechas para la primera parte de ésta -- práctica.
- 2.- Comente las características generales de los tensoactivos. Anote la --- clasificaciín de éstos como función de su carga.
- 3.- Trate de explicar a que se debe el cambio en el vire de color para la - identificación de un surfactante.
- 4.- Haga una tabla anotando en ella sus resultados, tanto para las marcas - comerciales de shampoos como para los tensoactivos puros. Fara estos --- últimos pruebe, por medio de la literatura, qué tipo de agentes tenso-- activos són.
- 5.- ¿ Cómo pueden influir en sus resultados experimentales, la adición de - otros compuestos mezclados con el tensoactivo, en el caso del shampoo?- Explíque.
- 6.- Proponga ó investigue otra técnica para el análisis cualitativo ó cuan- titativo de surfactantes.
- 7.- ¿ Qué tan útil le puede ser el saber que tal surfactante es catiónico ó aniónico?.
- 8.- Que entiende por PHL y para que sirve. Anóte su escala.
- 9.- ¿ Cómo podría determinar y predecir el PHL de un determinado surfactan- te?

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES QUANTILAN. UNAM.

SECCION FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 5

ADSORCION DE ACIDO ACETICOSOPRE CARBON ACTIVADO.OBJETIVOS :

- 1.- Que el alumno analice la invariabilidad del fenómeno de adsorción independientemente del tipo o naturaleza de la interfase.
- 2.- Que conozca los diferentes tipos de adsorción así como las diferencias que hay entre ellos.
- 3.- Que relacione la energía libre superficial - con el fenómeno de adsorción para un sistema-sólido-líquido.
- 4.- Que conozca algunos modelos de adsorción y a partir de ello pueda predecir el tipo de adsorción que se está efectuando.
- 5.- Que conozca y maneje adecuadamente las isotermas de adsorción de Henry, Langmuir y Freundlich.
- 6.- Que determine experimentalmente la cantidad de ácido acético adsorbida por gramo de carbón - activado.
- 7.- Que dedusca la importancia aplicativa de los - fenómenos de adsorción.



INTRODUCCION.

Se entiende por adsorción al fenómeno de acumulación de líquidos ó gases en una interfase, por lo cuál se puede decir que es un sistema heterogéneo.

De acuerdo con la literatura alemana se conoce cómo sorbente a la substancia que causa la acumulación y sorbato a la substancia acumulada. Si por evidencias experimentales se demuestra que la substancia acumulada difunde dentro del sólido, el proceso se llama absorción, y entonces tenemos un sistema formado por un absorbente y un absorbato; pero, si por esas mismas evidencias experimentales se demuestra que las substancias están acumuladas en la superficie, el proceso se llama adsorción, y entonces tenemos un sistema formado por un adsorbente y un adsorbato. El agua es absorbida por una esponja, el vapor de agua es absorbido por el cloruro de calcio anhidro para formar el hidrato correspondiente; pero el ácido acético es adsorbido por el carbón activado ó el amoníaco por el carbón.

En realidad, ocurren los dos fenómenos anteriores, es decir, la absorción y la adsorción, por lo que se dice entonces que se está efectuando una "sorci6n". Por lo tanto, éste término se utiliza cuando la naturaleza del fenómeno se desconoce.

En forma general, los sólidos adsorbentes se caracterizan por tener una gran área superficial. El área superficial varía de acuerdo con la porosidad del sólido y va desde algunos  $m^2/gr$  (área superficial específica)- hasta algunos cientos de  $m^2/gr$  de adsorbente, tal cómo lo muestra la Tabla 4.

TABLA 4. Areas Superficiales para algunos sólidos adsorbentes (8)

Adsorbentes	Area Superficial ( $m^2/gr$ )
Cobre fundido	0.23
Piedra pómez	0.38
Gelita (Kieselguhr)	4.2
CuO (polvo)	8.6 (51)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (polvo)	9.5 (51)
Alúmina (de la Gussa Corp.)	105.0 (48)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (polvo)	121.7 (51)

Catalizador de Alúmina Activada	175.0
Arcillas activadas	150-225
Catalizador de $Al_2O_3$ para craking	200-500
Catalizador de Ni/Kieselguhr	205.0
Catalizador de óxido de silicio ( $SiO_2$ )	300-500
Cristales porosos de Zeolita	300-1000
Geles de sílice	300-1200
Carbones activados	500-1500
Carbón activado (hulla y desechos de aceite)	850-1240 (49)

---

El fenómeno de adsorción fué descubierto en la segunda mitad del siglo XVIII. Scheele, en 1773, observó experimentalmente la adsorción de gases por carbón de madera . T.E. Lovitz, en 1785, efectuó la adsorción de materiales orgánicos en soluciones acuosas por carbón activado. A partir de la observación-experimental hecha por Scheele, N.D. Zelinki, propúso la creación de caretas -- antiguas para protección contra los gases tóxicos, utilizados en la Primera Guerra Mundial. Esto dió origen a una serie de investigaciones sobre dicho proceso. Pero lo más importante de ésto fué que, tratando de estudiar más cuantitativamente - este fenómeno, se observó que su aplicación podía tener mucha mayor trascendencia a nivel industrial.

A finales de la Primera Guerra Mundial los estudios de dicho fenómeno fueron en aumento. A partir de éstos estudios surge la moderna ciencia de la adsorción. Tswet diseña la separación de substancias coloreadas, activas -- biológicamente, a través de adsorbentes. Nace la Cromatografía de Adsorción. A raíz de ello, análisis de suelos, de tejidos animales y vegetales, pigmentos y pinturas, adsorción electroquímica, detergentes, alimentos, anticontaminantes, - productos farmacéuticos, gran utilidad en catálisis heterogénea, tratamiento de aguas, procesos de purificación, métodos analíticos (49), en envenenamiento causado por ingestión de sobredosis de droga ó algún fármaco (47), etc.

Sin embargo, el hecho de que hayan surgido tantas aplicaciones - y consecuentemente, tantas industrias, no implica que el proceso y/o fenómeno - de adsorción esté resuelto. Los fenómenos de adsorción son tan diversos, que es difícil encontrar relaciones sencillas a pesar de las vastas cantidades de material experimental acumuladas. Consecuentemente, un tratamiento cuantitativo de - éstos fenómenos es muy difícil y a veces imposible y, debido a ésto, a veces que da uno restringido a un proceso cualitativo de adsorción.

La poca reproducibilidad de éstos procesos se explica por el hecho de que la adsorción es influida por diferentes factores. No solamente la presión, la temperatura y concentración del material que va a ser adsorbido, sino que también hay variables difícilmente medibles tales como el área superficial real y en general parámetros característicos de la superficie. Esta última puede variar de acuerdo con el tratamiento precedente ó historia de la muestra. La superficie puede ser, por ejemplo, altamente pulida, tersa, áspera, fragmentada, porosa, cristalina, amorfa, tensa ó grasosa. Es también de importancia el grado de dispersión y el tipo de medio de dispersión. No es sorprendente por eso que se hayan desarrollado muchos modelos y ecuaciones de adsorción.

Las características de la superficie son determinantes en cuanto al tipo de interacciones que pueda presentar cuando se acerca a la superficie una molécula de gas ó líquido. Como función de la magnitud de ésta interacción, puede dividirse la adsorción en dos tipos: Adsorción Física y Adsorción Química. La diferencia entre ellas está dada en la Tabla 5.

TABLA 5. Diferencias fundamentales entre Adsorción Física y Química.

Parámetro	Ads. Física	Ads. Química
Tipo de Unión	Van der Waals, puente de Hidrógeno	químico
Calor de adsorción	bajo; ~ 0.5 a 5 Kcal/mol	alto; 5 a 100 Kcal/mol
Velocidad de activación	se activa rápidamente	se activa lentamente
Equilibrio	lo alcanza rápidamente	lo alcanza lentamente
Comportamiento molecular	monocapas y multicapas	monocapas

La adsorción depende de muchísimos factores, como se ha visto. Pero la temperatura es determinante con respecto a la cantidad adsorbida de gas, tal como lo muestran las figuras 20 y 21. Observe la variación de las isotermas de adsorción, entendiéndolo por ello la relación existente a una temperatura dada entre la cantidad de gas adsorbido en equilibrio y la presión de alimentación del mismo.

Brunauer ha clasificado las isotermas de adsorción en 5 tipos. Las isotermas del tipo I (adsorción de amoníaco sobre carbón activado a 273<sup>o</sup>F) muestran un aumento bastante rápido de adsorción al aumentar la presión hasta alcanzar un valor límite. Se conocen también como isotermas de Langmuir y son las que se obtienen cuando la adsorción está restringida a una monocapa. Por éste motivo las isotermas de quimisorción son aproximadamente de ésta forma. Este tipo

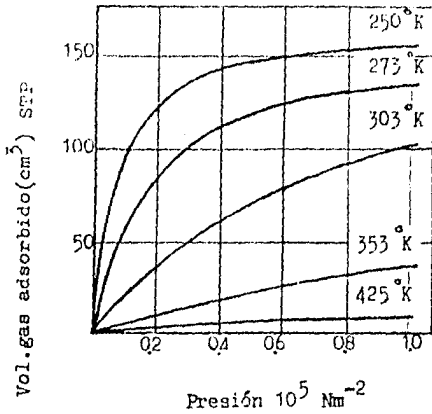


Fig. 20. Isotermas de adsorción de amoníaco sobre carbón activado.

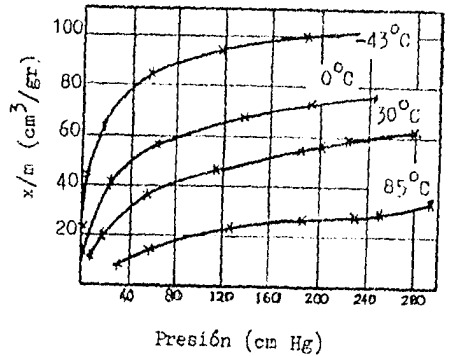


Fig. 21. Isotermas de adsorción de dióxido de carbono sobre carbón activado.

de isotermas se ha encontrado también para adsorción física de sólidos que tienen una estructura porosa muy fina.

Las isotermas del tipo II (adsorción de nitrógeno sobre gel de sílice a  $77^{\circ}\text{K}$ ), figura 22, se obtiene con frecuencia y representa una adsorción física en multicapas sobre sólidos no porosos. Se llaman normalmente isotermas de forma sigmoide. Para éste tipo de sólidos el punto E representa la formación de una monocapa adsorbida. La adsorción física en sólidos con microporos también genera isotermas tipo II. El resto de la curva representa la adsorción de multicapas como para los sólidos no porosos.

Las isotermas tipo III (adsorción de bromo sobre gel de sílice a  $352^{\circ}\text{K}$ ) y V (vapor de agua sobre carbón a  $373^{\circ}\text{K}$ ) no muestran una toma inicial rápida de gas y aparecen cuando las fuerzas de adsorción en la primera monocapa son relativamente pequeñas. Estas isotermas son poco frecuentes.

La isotérma del tipo IV (adsorción de benceno sobre gel de óxido-férrico a  $320^{\circ}\text{K}$ ) dejan de crecer cerca de la presión de vapor de saturación y se piensa que reflejan la condensación capilar en sólidos porosos con diámetros de poros efectivos generalmente entre 2 y 20 nm. El límite superior de adsorción viene regido principalmente por el volumen total de los poros.

Muchas isotermas de adsorción son casos límites entre dos ó más de los tipos descritos. Además hay algunas isotermas que no pueden incluirse en absoluto en la clasificación de Brunauer, como por ejemplo las isotermas escalonadas, figura 23. Estas isotermas están asociadas generalmente con la adsorción sobre superficies sólidas y uniformes, y en las que cada escalón corresponde a la formación de una capa monomolecular completa adsorbida.

Todas las isotermas de adsorción mencionadas anteriormente se aju

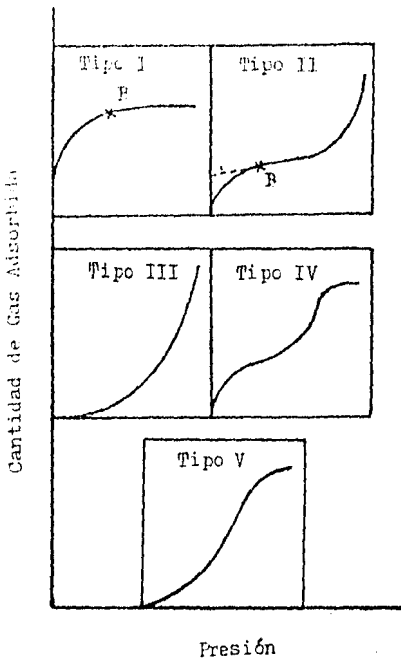


Fig. 22. Diferentes tipos de isothermas de adsorción, dadas por Brunauer.

stan a modelos teóricos ó empíricos, que de alguna forma fueron propuestos para justificar los datos experimentales. Estos modelos son el de Langmuir, Freundlich y F.E.T. (siglas que denotan la isoterma de adsorción de Brunauer, Emmett y Teller). Es importante señalar, que la clasificación de las 5 isothermas hecha por Brunauer puede justificarse teóricamente. Estos modelos de adsorción no sólo son válidos para equilibrios sólidos-gas, sino también para equilibrios sólido-líquido.

El modelo de Langmuir es muy común y por lo tanto general, pero no por ello deja de ser de fácil entendimiento. La isoterma de adsorción de Langmuir se basa en las siguientes consideraciones :

- La superficie del sólido-adsorbente es homogénea.
- Hay formación únicamente de una monocapa.
- El calor de adsorción es independiente de la superficie cubierta,  $\theta$ .
- La adsorción es localizada.

Se plantea un equilibrio entre la velocidad de adsorción y desorción.

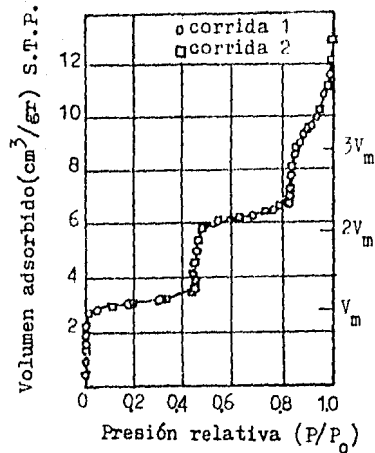
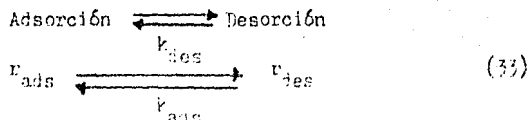


Fig. 23. Isotherma escalonada para la adsorción de kriptón a  $90^{\circ}\text{K}$  sobre negro de carbón (grafitado a  $3000^{\circ}\text{K}$ ).

para finalmente llegar a la siguiente expresión :

$$v = \frac{aP}{1 + bP} \quad (34)$$

qué es la isoterma de adsorción de Langmuir, ó bien en su forma lineal

$$\frac{P}{V} = \frac{1}{V_m b} + \frac{1}{V_m} \cdot P \quad (35)$$

dónde P es la presión ejercida sobre el sistema, V es el volumen de gas,  $V_m = a/b$  es el volumen máximo de gas adsorbido para la formación de la monocapa y b es otra constante que considera las colisiones de las moléculas de gas sobre la superficie del sólido. Si se considera la ecuación (35), se ve que dado que se ajusta a una recta, entonces es posible representarla en un sistema cartesiano al graficar  $P/V$  vs P. A partir de éste gráfico es posible evaluar las dos constantes,  $V_m$  y b. Es decir

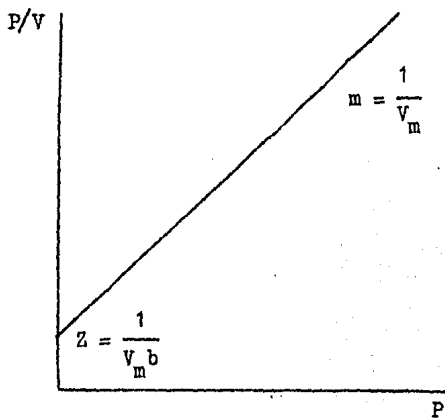


Fig. 24. Linealización de la isoterma de Langmuir.

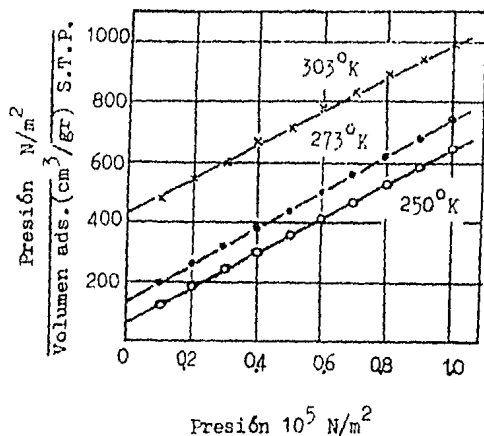


Fig. 25. Isoterma de adsorción de Langmuir linealizada, para la adsorción de amoniaco sobre carbon.

Como ejemplo anterior podemos citar la adsorción de amoniaco sobre carbon, observe la figura 25.

El modelo de adsorción de Langmuir es válido para bajas presiones y moderadas temperaturas. Su limitación más importante radica en considerar el calor de adsorción independiente de la superficie cubierta,  $\Theta$ . Sin embargo, experimentalmente se ha visto que muchas isotermas de adsorción se ajustan bastante bien a éste modelo.

La isoterma de Freundlich, es un modelo de adsorción propuesto por él empíricamente. Pése a ello, demasiadas isotermas experimentales se ajustan muy bien a éste modelo, por ejemplo para la adsorción en solución (49). La ecuación de la isoterma se le ha representado de diversas maneras, cómo las siguientes:

$$\Theta = cP^{1/n} ; v = kP^{1/n} ; \frac{x}{m} = kP^{1/n} , \text{ donde } \Theta , v \text{ y } \frac{x}{m} \text{ son las cantidades de gas adsorbidas por unidad de superficie del adsorbente; } c, k \text{ y } n \text{ son constantes que dependen de la temperatura, del adsorbente y del adsorbato (49). Estas constantes, teóricamente no tienen ningun sentido físico, pero se les ha comparado con el significado físico de } V_m \text{ y } b \text{ de la isoterma de Langmuir debido, a que en algunos casos, las constantes tienen valores parecidos.}$$

El efecto de la temperatura y presión sobre la adsorción es exactamente el mismo qué en el caso de la isoterma de Langmuir.

$$\text{Considerando } \frac{x}{m} = k P^{1/n} \quad (36)$$

como la isoterma de adsorción de Freundlich, se observa que sacando logaritmos a ambos miembros de la igualdad, se tiene.

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log P \quad (37)$$

De la expresión anterior, se observa que al graficar  $\log \frac{x}{m}$  contra  $\log P$  se obtiene una recta de pendiente positiva e igual a  $1/n$  y de ordenada  $b$  igual al logaritmo de  $k$ . Es decir:

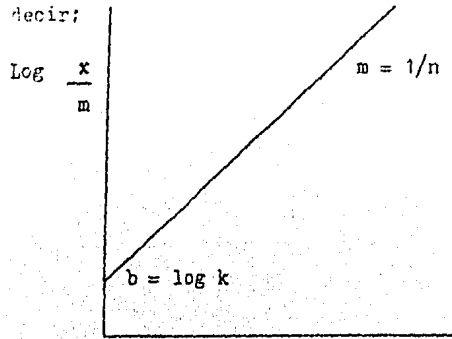


Fig. 26. Linealización de la isoterma de Freundlich. Log P

Como ejemplo de lo anterior podemos citar nuevamente los datos de la adsorción de dióxido de carbono sobre carbón, de acuerdo con la figura 27.

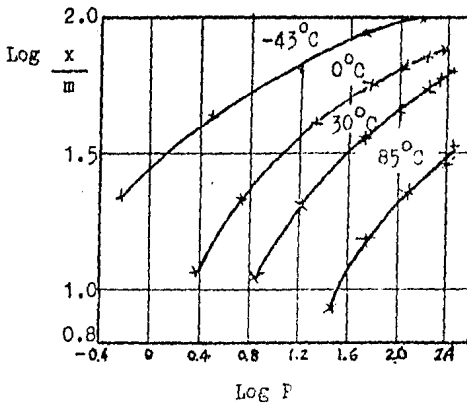


Fig. 27. Gráfica logarítmica que muestra la adsorción de dióxido de carbono sobre carbón.

El modelo de adsorción de Freundlich es válido para presiones moderadamente bajas y temperaturas moderadamente altas.

Por otro lado, se presentan las isothermas de B.E.T., que es otro modelo de adsorción propuesto por Brunauer, Emmett y Teller. Este modelo es una extensión del tratamiento de Langmuir para explicar la adsorción en multicapa sobre superficies de sólidos no porosos. La ecuación B.E.T. se obtiene igualando las velocidades de evaporación y condensación para las distintas capas moleculares adsorbidas y se basa en la simplificación introducida al suponer que el calor de adsorción del vapor ( $\Delta H_v$ ) en cuestión se utiliza para la primera monocapa, mientras que el calor de licuefacción ( $\Delta H_l$ ) es válido para la segunda monocapa



y sigüientes. Peto considerarse que es una adsorción reversible, al igual que Langmuir, se desprecian las interacciones del adsorbato con la primera capa de adsorción. Este modelo considera que las moléculas al caer en algún sitio ya ocupado, no los abandonan completamente sino que forman complejos de adsorción múltiples.

La ecuación normalmente se escribe en la forma

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{(C-1)}{V_m C} \cdot \frac{P}{P_0} \quad (38)$$

donde  $P$  es la presión,  $P_0$  es la presión de vapor saturación,  $V$  es el volumen de gas adsorbido,  $V_m$  es el volumen máximo de gas adsorbido y  $C$  es una constante que considera el calor de adsorción. De la expresión anterior se deduce que al graficar  $P / V(P_0 - P)$  contra  $P/P_0$  debe obtenerse una recta de pendiente  $m$  igual a  $(C-1)/V_m C$  y de ordenada al origen  $b$ , igual a  $1/V_m C$ . Es decir

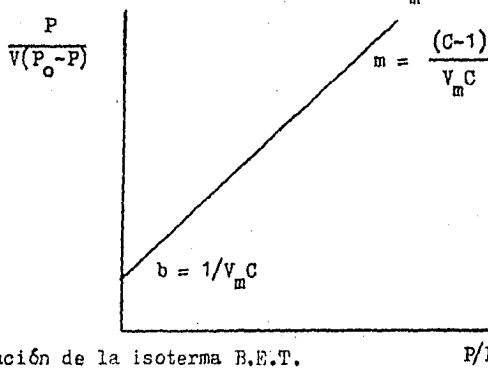


Fig. 28. Linealización de la isoterma B.E.T.

Como ejemplo de lo anterior, se puede citar la adsorción de nitrógeno sobre una muestra no porosa de gel de sílice, tal como lo indica la isoterma y la figura 29 y 30.

La relación que existe entre la ordenada y la pendiente con respecto al volumen máximo de gas adsorbido es

$$V_m = \frac{1}{\text{Pendiente} + \text{Ordenada al origen}}$$

Es importante señalar que en éste modelo de adsorción, a presiones bajas se reduce al modelo de Langmuir. Aunque la isoterma B.E.T es claramente criticable debido al modelo de adsorción simplificado en que se basa, se ajusta a muchos casos de adsorción en multicapas, especialmente a presiones entre  $0.05 P_0$  y  $0.35 P_0$ , que son las presiones entre las que generalmente se alcanza el intervalo de capa-

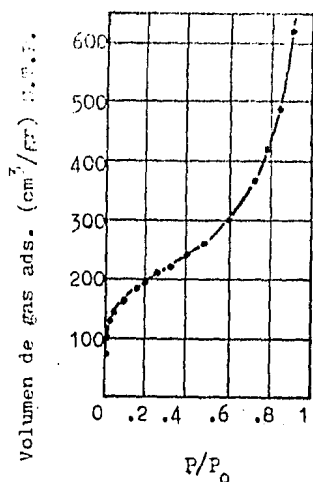


Fig. 29. Isotherma de adsorción B.E.T. donde se muestra la formación de multi capas.

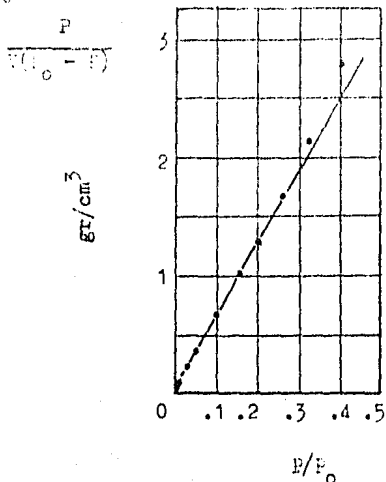


Fig. 30. Isotherma de adsorción B.E.T. para la adsorción de nitrógeno sobre una muestra no porosa de sílice a 77° K.

cidad de la monocapa. Sin embargo, con sólidos puros porosos para los cuáles  $B$  - (figura 22) de la isoterma no está bien definido, la validéz de los valores  $V_m$  - calculados utilizando la ecuación B.E.T. es dudosa.

La capacidad de la monocapa  $V_m$  es un parámetro muy importante, - puesto que puede utilizarse para calcular el área de la superficie del adsorbente sí se conoce el área efectiva que ocupa cada molécula de adsorbato. El adsorbato más frecuentemente utilizado para la determinación de áreas superficiales utilizando la ecuación B.E.T., es el nitrógeno a 77° K que es la temperatura del nitrógeno líquido. El área efectiva ocupada por cada molécula adsorbida de nitrógeno a la capacidad de monocapa puede calcularse de la densidad del nitrógeno líquido (0.81 gr/cm³) sobre la base de un modelo de esferas muy empaquetadas. El valor que se obtiene de ésta manera es de  $16.2 \times 10^{-20} \text{ m}^2/\text{molécula}$ .

Sí se toma éste valor se obtienen áreas, usando la ecuación B.E.T. para sólidos no porosos, que están generalmente de acuerdo con áreas superficiales determinadas por otras técnicas.

Por lo que concierne a adsorción en solución, experimentalmente, la investigación de la adsorción desde una solución es mucho más sencilla que la adsorción gaseosa. Una cantidad conocida de sólido adsorbente se agita en un volumen conocido de solución a una temperatura dada hasta que no haya más cambios en la concentración sobrenadante. Esta concentración puede determinarse por una gran variedad de métodos, que implican análisis químicos, radioquímicos, técnicas

colorimétricas ó bien por algunas propiedades físicas tales como el índice de refracción.

Normalmente, los datos experimentales se expresan en forma de una Isoterma de Adsorción Aparente en la que la cantidad de soluto adsorbido a una temperatura dada por unidad de masa de adsorbente, se calcula por la disminución ó aumento de la concentración de la disolución y se grafica contra la concentración de equilibrio. Así pues, las isotermas de adsorción aparentes se calculan a partir de los cambios en la concentración de disolución.

La teoría de adsorción para soluciones no ha sido bien desarrollada todavía (49) y en algunos aspectos no resulta por lo que independientemente del sistema (sólido-gas, sólido-líquido) el fenómeno de adsorción no deja de ser complicado.

El tratamiento teórico de la adsorción en solución es, generalmente, más complicado que el correspondiente a la adsorción gaseosa, puesto que en la primera implica siempre competencia entre el soluto ó solutos y el disolvente, ó entre los componentes de una mezcla líquida, por los sitios de adsorción.

Las ecuaciones de adsorción para soluciones son las mismas que las anteriormente propuestas para sus respectivos modelos, únicamente que en las expresiones matemáticas de adsorción, la presión debe substituirse por concentración. De tal forma que las expresiones de adsorción para solución serán

$$\text{Langmuir : } V = \frac{a C}{1+bC} \quad \text{ó bien} \quad \frac{x}{m} = \frac{\left(\frac{x}{m}\right)_{\max} a C}{1 + a C} \quad (39)$$

$$\text{Freundlich : } V = k C_{\text{eq}}^{1/n} \quad \text{ó bien} \quad \frac{x}{m} = k C_{\text{eq}}^{1/n} \quad (40)$$

$$\text{B.E.T. : } \frac{x/m}{(x/m)_0} = \frac{bkC/C_0}{(1 - kC/C_0) + (b-1)kC/C_0} \quad (41)$$

y consecuentemente los gráficos correspondientes para cada uno de los modelos, deben ser iguales.

En los modelos de Langmuir y Freundlich, las constantes son las mismas y dependen de los mismos parámetros mencionados anteriormente. Sin embargo, las constantes de ambos modelos parecen ser consistentes en sus unidades (50).

Por lo que respecta al modelo de F.E.T., es bien conocida que la adsorción en solución puede ser también polimolecular y puede entonces ser aplicada a la ecuación 41, que es la ecuación modificada de F.E.T. (52). Sin embargo, no es la única ecuación polimolecular para adsorción en solución que existe. Otra ecuación de adsorción polimolecular en solución es la de Foer - Zwikker.

MATERIAL.

- 7 vasos de precipitado de 100 ml.
- 2 vasos de precipitado de 150 ml.
- 8 matraces Erlenmeyer de 125 ml.
- 2 matraces aforados de 250 ml.
- 6 matraces aforados de 100 ml.
- 6 embudos de cola chica.
- 1 pipeta volumétrica de 5 ml.
- 1 pipeta volumétrica de 10 ml.
- 1 pipeta volumétrica de 25 ml.
- 1 pipeta volumétrica de 50 ml.
- 1 espátula
- 1 bureta de 50 ml.
- 1 agitador magnético
- 1 magneto ( ó "mosca" ).
- 1 soporte con nuez y pinzas de tres dedos.
- papel filtro Whatmann del # 42.

REACTIVOS.

- 1.- Acido acético 1 m.
- 2.- Hidróxido de sódio 0.1 N.
- 3.- Carbón Activado.
- 4.- Fenolftaleína.
- 5.- Agua destilada.

TECNOLOGIA.

- 1.- Prepáre en un matraz aforado de 250 ml, una solución de ácido acético de concentración 1 molar. Etiquétela como solución "A".
- 2.- Tómese de la solución "A" 5 ml y afore a 250 ml.  
Tómese de la solución "A" 5 ml y afore a 100 ml.  
Tómese de la solución "A" 10 ml y afore a 100 ml.  
Tómese de la solución "A" 20 ml y afore a 100 ml.  
Tómese de la solución "A" 25 ml y afore a 100 ml.  
Tómese de la solución "A" 50 ml y afore a 100 ml.  
Tómese de la solución "A" 75 ml y afore a 100 ml, y por último considérese la solución "A".
- 3.- De cada una de éstas soluciones tómese una alícuota de 25 ml y vaciela dentro de un vaso de precipitado de 100 ml en cuyo fondo se tiene un gramo de carbón activado.
- 4.- Agite vigorosa pero homogéneamente durante 15 minutos y posteriormente deje reposar una hora.
- 5.- Filtre el carbón activado y titúlese una alícuota de 10 ml del excedente de ácido acético con hidróxido de sodio 0.1 N usando fenolftaleína como indicador.

Es importante mantener el mismo tiempo de adsorción y agitado en cada una de las soluciones de acético que preparó.

CUESTIONARIO.

- 1.- ¿ Que entiende por adsorción y a que se debe dicho fenómeno ?
- 2.- ¿ Cuántos tipos de adsorción hay y mencione, al menos, 5 diferencias entre ellos ?
- 3.- Teniendo cómo antecedente la respuesta a la pregunta anterior, ¿de qué factores depende la adsorción ?
- 4.- Hága una gráfica de la cantidad adsorbida (en moles/gr) contra la concentración de las soluciones de acético (en moles/lit) y pruebe la ecuación de Henry. Calcúle su constante  $k$  y establezca el intervalo de validéz.
- 5.- ¿ En qué basa Langmuir la deducción de su isoterma ?. Pruebe sí el experimento se ajusta a su isoterma. Calcúle sus constantes  $(x/m)_{\text{máx}}$  y  $a$ . Establezca el intervalo de validéz.
- 6.- Pruebe la ecuación de Freundlich. Calcúle sus constantes  $k$  y  $n$ .
- 7.- Compare las constantes de la isoterma de Langmuir con las constantes de la isoterma de Freundlich. Anote sus observaciones. ¿ Tendrán algún significado físico éstas constantes ?. Sí su respuesta es afirmativa entonces explíquela.
- 8.- En base a todo lo anterior, ¿ qué tipo de adsorción es la del ácido acético sobre el carbón activado ?. Explique.
- 9.- ¿ En base a qué técnicas experimentales puede demostrar su respuesta anterior ?
- 10.- ¿ Qué utilidad se le puede dar al fenómeno de adsorción ?. Mencione al menos 3 aplicaciones claras y explíquelas.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CHAUQUITLAN. UNAM.

SECCION FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 6

PREPARACION Y PURIFICACION DE  
SISTEMAS COLOIDALES (O DISPERSOS) .

OBJETIVOS :

- 1.- Que el alumno relacione las propiedades de los sistemas coloidales con los fenómenos superficiales.
- 2.- Que comprenda que los sistemas coloidales tienen una gran área de superficies y que a partir de ello pueda deducir algunas de sus características.
- 3.- Que prepare algunos sistemas coloidales por los métodos de condensación y dispersión y que establezca sus diferencias.
- 4.- Que compare cualitativamente una solución de tipo electrolítica con una coloidal y que a través de sus diferentes propiedades elabore sus conclusiones.
- 5.- Que purifique un sistema coloidal por el método de diálisis.



## INTRODUCCION.

Historicamente, los sistemas coloidales se conocen desde la Edad Media, aunque únicamente su preparación y ésto de una manera muy simple. Se piensa que en el Renacimiento éstos sistemas se estudiaron medianamente, - desde entonces hasta la primera mitad del siglo XVIII aproximadamente, han permanecido inalterables. Es por éstas fechas el despertar del letargo de los sistemas coloidales, también llamados sistemas dispersos.

Selmi (1843) investigó algunos coloidales de azufre y de azul de prusia. Llegó a la conclusión de que no eran "soluciones verdaderas", sino suspensiones de pequeñas partículas en agua.

Graham (1843) investigó algunos coloides proteínicos de origen animal. Es generalmente considerado cómo el fundador de la química coloidal - experimental clásica. Fué el primero en utilizar el nombre "coloide"; Kolla, - en griego significa pegamento y lo que él pretendía era relacionarlo en mayor ó menor grado a un pegamento ya conocido como cola.

Faraday (1857) preparó soluciones de oro coloidal e investigó sus propiedades ópticas. Hizo pasar un haz de luz bien definido a través del sol de oro y observó que si se miraba lateralmente, el rayo de luz " se abría" en su parte final. Este fenómeno, dijo, es por la dispersión de la luz provocada por las partículas de oro. En las soluciones verdaderas éste hecho no ocurre.

Tyndall (1869) descubrió que la luz dispersada por las partículas coloidales, es luz polarizada.

Shulze (1883) investigó sobre la estabilidad de las soluciones coloidales en coloides inorgánicos. Descubrió que pueden ser floculados por medio de la adición de electrolitos.

Freundlich (1903) investigó los fenómenos de adsorción, y a partir de dichos estudios se generó un gran progreso en la investigación de los coloides.

Siedentropf y Zsigmondy (1903) inventaron el ultramicroscópio, basado sobre las observaciones que habían hecho antes Faraday y Tyndall sobre dispersión de la luz.

Más tarde, se hicieron importantes contribuciones con respecto al tamaño de la partícula, su movimiento y coagulación. Estas fueron hechas por Smoluchowsky (1906), Svedberg (1906), Perrin (1908) y Einstein (1908).

Importantes fueron las conclusiones obtenidas por Von Weirman y Wo. Ostwald al señalar que muchas partículas coloidales tienen estructura cristalina, cosa que fué confirmada, más tarde, por estudios de Rayos X y Cristalografía.

Un sistema coloidal es un sistema heterogéneo, es decir, que presenta dos ó más fases. Una fase es llamada dispersa ó medio discontinuo y la otra llamada dispersante ó medio continuo.

Wo. Ostwald y Von Wierman también propusieron la primera clasificación general de los coloides. Fué introducida la noción de sistema disperso y el tamaño de partícula fué tomado cómo el principal factor, tal cómo lo indica la Tabla 6.

TABLA 6. Comparación de las características y propiedades de los Sistemas Dispersos con respecto a los Electrolíticos.

Parámetro	Sol. Electrolítica	Sol. Coloidal	Disp. Coloid. "Gruesa"
Ejemplos	NaCl, CuSO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub>	sol de Au, Fe	Leche, Emulsiones
Tamaño Partícula	$\leq 10^{-8}$ cm $\leq 10^{-8}$ cm $\leq 10^{-7}$ cm	$10^{-8}$ a $10^{-4}$ cm $10^{-7}$ a $10^{-5}$ cm $10^{-6}$ a $10^{-4}$ cm	$> 10^{-4}$ cm $> 10^{-4}$ cm $> 10^{-4}$ cm
Sistema	Homogéneo	Heterogéneo	Heterogéneo
Fases	una	dos	dos
Papel Filtro	No se retienen	Gral. No se retienen	Se retienen
Efecto Tyndall	No lo presentan	Lo presentan	Lo presentan
Estabilidad	Estable	Semiestable	No Estable

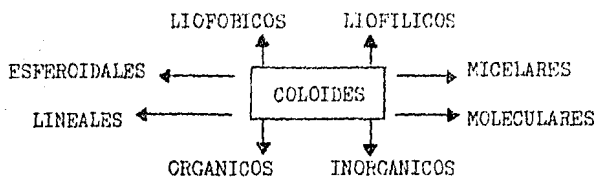
El mismo Ostwald, realizó una clasificación de sistemas coloidales, hace 60 años aproximadamente y aún es vigente. Consiste en considerar o definir quien es la substancia dispersada y quien la substancia dispersante, cómo lo indica la Tabla 7.

considerar o definir quien es la sustancia dispersada y quien la sustancia dispersante, cómo lo indica la Tabla 7.

TABLA 7. Clasificación de los Sistemas Dispersos como función de la naturaleza de la Fase Dispersa y Dispersante ( 53 )

Fase Dispersa	Fase Dispersante	Nombre Común	Ejemplos
Sólido	Sólido	Suspensión Sólida	aleaciones, piedras preciosas, vidrios de color.
Sólido	Líquido	Sol ó Suspensión Coloidal	AgI, AgCl, pasta dental, pinturas, leche de magnesia.
Sólido	Gas	Aerosol Sólido	polvo, smog, humo.
Líquido	Sólido	Emulsión Sólida	ópalo, perlas, ja-leas y gelatinas.
Líquido	Líquido	Emulsión	leche, mayonesa, purgantes en gral.
Líquido	Gas	Aerosol Líquido	niebla, nubes
Gas	Sólido	Espumas Sólidas	malvavisco, piedra pómez, poliuretano, lava volcánica.
Gas	Líquido	Espumas Líquidas	merengue de huevo, crema batida, los refrescos, cerveza, café capuchino.

Sin embargo, cabe hacer notar que no es la única clasificación que existe. Hay otras que sin duda, son más generales y completas. Por ejemplo, la siguiente:



La característica principal de la ciencia coloidal reside en la importancia que se concede a las diferentes propiedades fisicoquímicas de los sistemas en estudio. Como se observará, los factores que más contribuyen a la naturaleza, comportamiento y estabilidad de los sistemas coloidales, son:

- 1.- La Superficie de la Partícula Coloidal.
- 2.- Tamaño de la Partícula.
- 3.- Forma y Flexibilidad.
- 4.- Carga y Solvatación.
- 5.- Características de la Interfase.
- 6.- Interacciones Partícula-Partícula.
- 7.- Interacciones Partícula-Disolvente.

1.- La Superficie de la Partícula Coloidal. Todas las dispersiones coloidales presentan como característica común una gran relación área/volumen de sus partículas.

Al ir dividiendo la partícula, formará nuevas superficies y mientras más pequeñas sean las partículas mayor será su superficie total, observe la Tabla 8.

TABLA 8. Aumento de la Superficie de un cubo con creciente subdivisión.

Longitud de un lado	No. de Cubos	Superficie Total
1 cm	1	6 cm <sup>2</sup>
1 mm	10 <sup>3</sup>	60 cm <sup>2</sup>
0.1 mm	10 <sup>6</sup>	600 cm <sup>2</sup>
0.01 mm	10 <sup>9</sup>	6000 cm <sup>2</sup>
1 $\mu$	10 <sup>12</sup>	6 m <sup>2</sup>
0.1 $\mu$	10 <sup>15</sup>	60 m <sup>2</sup>
0.01 $\mu$ = 100 $\text{\AA}$	10 <sup>18</sup>	600 m <sup>2</sup>

Obsérvese que mientras mayor sea la superficie, mayor será la energía libre superficial y consecuentemente la energía libre asociada.

2.- Tamaño de la Partícula. Aunque ya se ha observado que el tamaño de la partícula es una de las diferencias entre los sistemas electrolíticos y los coloidales, no existe, en realidad, un límite definido entre dichos sistemas, dado que existen reportados en la literatura diferentes límites, por ejemplo :

<u>Soln. Electrolítica</u>	<u>Soln. Coloidal</u>	<u>Disp. Coloid. "Gruesas"</u>
$\leq 10^{-7}$ cm	$10^{-7}$ a $10^{-4}$ cm	$> 10^{-4}$ cm
$\leq 10^{-9}$ cm	$10^{-9}$ a $10^{-6}$ cm	$> 10^{-6}$ cm

Sin embargo, cualquiera de éstas clasificaciones es relativa debido a la forma tan irregular que presentan la mayoría de ellos.

Observe ahora los tamaños aproximados de algunos organismos o especies bioquímicas de tamaño coloidal, comparados con tamaños de 2 soles de oro, de acuerdo con la figura 31.

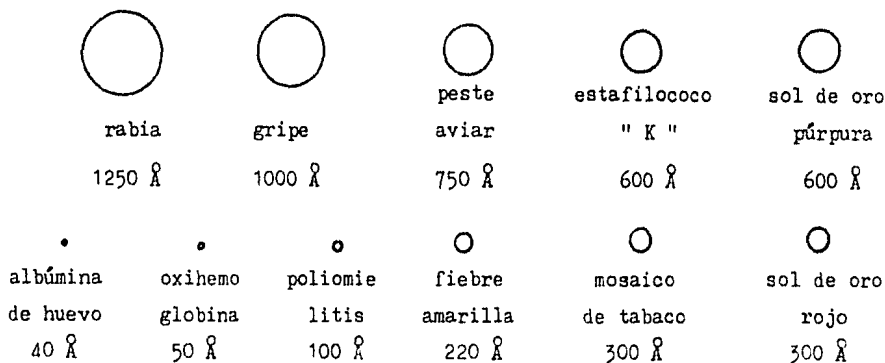


Fig. 31. Tamaños aproximados de algunos organismos y especies bioquímicas con respecto a dos soles de oro.

3.- Forma y Flexibilidad. Los sistemas coloidales se han caracterizado, de manera general, por la asimetría de sus partículas. Realmente la forma exacta de las partículas puede ser muy compleja. Algunas fotografías han sido tomadas por microscopía electrónica en donde se demuestra lo anterior. Sin embargo, en una primera aproximación, se puede tratar teóricamente en términos de algunos modelos que tienen formas relativamente sencillas, como lo demuestra la figura 32.

El modelo más fácil de tratar, teóricamente, es la esfera. En la realidad, muchos sistemas coloidales están formados por partículas esféricas o casi esféricas, por ejemplo, las emulsiones, ceras y plásticos en agua, resinas

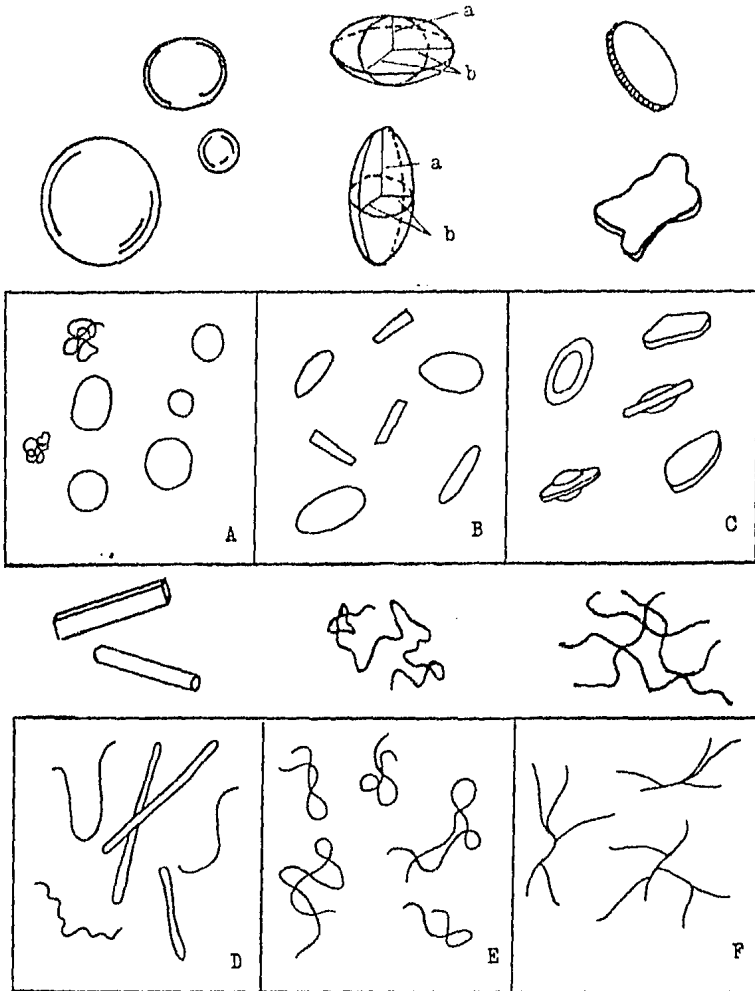


Fig. 32. Formas más comunes de sistemas coloidales : A) esférica y globular, B) elipsoides de revolución (prolato y oblato), C) disco y hojuela, D) varilla y bastoncito, E) fibra y cadena filamentosa, F) filamento ramificado.

y proteínas globulares.

Otras partículas en formas no esféricas se pueden tratar teóricamente como elipsoides de revolución. Muchas proteínas tienen ésta forma, al igual que algunas suspensiones.

Las suspensiones de óxido férrico y de arcillas son ejemplos de sistemas que contienen partículas en forma de disco; algunos soles como el de  $\text{AgCl}$  tienen forma de pirámide triangular, además existen otras formas coloidales demasiado irregulares, como por ejemplo, en forma de astillas, de papalote, de gusano, de hojas de árboles, cónicas, etc.

Por último tenemos la forma filamentosa ó coloides de cadena lineal y hasta ramificada. Ellos son la estructura de las cadenas poliméricas. Debido a sus interacciones entre las cadenas, presentan una considerable resistencia mecánica y estabilidad. Esto no es posible cuando las partículas son corpusculares ó laminares.

En la naturaleza, éste tipo de estructuras desempeña un papel - importantísimo. La vida vegetal está soportada por fibras lineales y entrelazadas de celulosa. La vida animal está construída por estructuras coloidales lineales tales como la colágena en la piel, tendones y huesos, la miosina en músculos, y la queratina en uñas y pelo.

Este tipo de estructuras coloidales lineales presentan una flexibilidad considerable debido a la posibilidad de rotación de las mismas alrededor de los enlaces carbono-carbono y otros. En solución, éstas moléculas están cambiando constantemente su forma debido a la agitación térmica. En forma general, su rotación alrededor del enlace carbono-carbono no es total, debido a que su flexibilidad no es total, además los efectos estéricos y de volumen excluido se oponen a la formación de una configuración completamente al azar.

4.- Carga y Solvatación. Los sistemas coloidales tienen carga. Esta puede ser adquirida de 3 maneras : por ionización, por adsorción de iones y por disolución iónica.

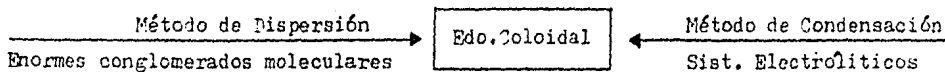
La solvatación no es peculiar del estado coloidal. Si se agrega  $\text{AlCl}_3$  al agua, ocurre una reacción violenta y ya no es posible recuperar  $\text{AlCl}_3$  anhidro por una simple desecación. El ión  $\text{Al}^{3+}$  se ha hidratado y, aunque por comodidad se escribe como  $\text{Al}^{3+}$ , sería mas correcto escribirlo como  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ . El peso del ión ya no es de 27, sino 135, y su radio no es de 0.5 Å, como en el cristal, sino de 3.5 Å.

En estudio de las partículas coloidales hay fenómenos afines a este, a causa del agua, cuando una película puede recubrirse por ella. Dichas partículas que tienen superficies liofílicas normalmente están solvatadas hasta el punto de estar cubiertas por una capa del espesor de una molécula de disolvente fuertemente unido, que debe tratarse como parte de la partícula.

- 5.- Características de la Interfase. La interfase entre la fase dispersa y la dispersante, juegan un papel importante en los fenómenos de adsorción y efectos de doble capa eléctrica, temas que serán tratados en la última práctica, al igual que los métodos por los que pueden adquirir carga los sistemas dispersos.
- 6.- Interacciones Partícula-Partícula. Las partículas coloidales interactúan mediante interacciones de tipo eléctrico o electrostático, fuerzas de Van der Waals, etc. Además un efecto continuo con lo anterior son las interacciones partícula-disolvente. La floculación es debida a interacciones bruscas entre partícula y partícula.
- 7.- Interacciones Partícula-Disolvente. El disolvente que no necesariamente es acuoso (puede ser un solvente o ácidos, etc.) juegan un papel importante a través de la constante dieléctrica del medio, y aunque parece ser que no existe un tratamiento formal sobre este parámetro, se ha demostrado que influye sobremanera en la floculación de un sistema coloidal.

Existen 2 métodos para preparar sistemas dispersos :

- a) Método de Dispersión. Rompimiento o molienda de enormes conglomerados moleculares en unidades más pequeñas pero de tamaño coloidal.
- b) Método de Condensación. Consiste en la aglomeración de átomos o iones, que tienen dimensiones atómicas, hasta alcanzar tamaño coloidal.



Con respecto a los métodos de dispersión, hay 4 maneras de desagregar partículas gruesas o agregados gruesos en partículas de dimensiones coloidales :

- i) Por molienda o trituración mecánica.
- ii) Por irradiación con ondas ultrasónicas.
- iii) Por dispersión eléctrica.
- iv) Por métodos químicos.

Únicamente se describirá brevemente el primero. Azufre, grafito o azúcar se pueden triturar en polvos muy finos por medio de un mortero sencillo y si ésta trituración es continua, se obtiene un polvo muy fino. Sin embargo, estudios posteriores revelaron que, aún en trituraciones continuas, las partículas no son del todo de dimensiones coloidales, debido a que las partículas más pequeñas tienden a unirse formando gránulos más grandes. La trituración continua en mortero o molino de bolas proporciona un tamaño de partícula de entre 0.001 a 0.003 mm. Para evitar la unión de las partículas, nuevamente, se agregan jabones o sulfonatos, etc, los cuáles son ad



scribas sobre la superficie de dicha partícula, de tal forma que su orientación sobre ésta obliga a la repulsión de otra partícula. Por tanto, en la molienda húmeda, en presencia de agentes de superficie activa positiva, se pueden obtener dispersiones con un tamaño de partícula de  $0.0001 - 0.0005 \text{ mm}$  o  $1000 - 5000 \text{ \AA}$ .

Por lo que respecta al método de condensación, se observa que las soluciones electrolíticas o verdaderas pueden unirse en agregados moleculares hasta alcanzar tamaños de partículas de dimensiones coloidales. Esto puede hacerse vertiendo una solución verdadera dentro de otro líquido en el cuál el soluto es prácticamente insoluble (sol de azufre).

La condensación puede verse cómo un proceso de cristalización. El mecanismo de la cristalización es un proceso demasiado complejo. Pero se sabe que un factor importante que afecta la formación de pequeños cristales es la solubilidad de la sustancia formada. Es difícil formar hidrosoles de sustancias de solubilidad relativamente alta como el carbonato de calcio o el oxalato de calcio. Sin embargo, es fácil preparar hidrosoles de sustancias tan difícilmente solubles cómo el yoduro de plata o los sulfuros.

Freundlich investigó cómo se afecta el tamaño de las partículas en el proceso de condensación o cristalización y después de una serie de estudios concluyó que el tamaño de la partícula depende de :

- a) La velocidad de formación de los núcleos o centros de cristalización,  $W$ .
- b) La velocidad de crecimiento de los cristales,  $Q$ .
- c) El grado de dispersión, ya que es proporcional a la relación  $W/Q$ .

Así pues, todos los factores que promuevan la formación de un número grande de núcleos y que reduzcan la velocidad de cristalización facilitarán la formación de partículas coloidales.

Por otro lado, existen 3 técnicas, en forma general, para purificar los sistemas coloidales. Ellas son :

- 1) Diálisis
- 2) Ultrafiltración
- 3) Electrodialisis

El empleo de membranas para separar partículas de dimensiones coloidales se llama diálisis. Las membranas que más se emplean están hechas de celulosa regenerada, como el colodión (que es una disolución parcialmente evaporada de nitrato de celulosa en alcohol y éter), el celofán, etc. Se pueden obtener especialmente membranas con diferentes tamaños de poro, generalmente en forma de "tubos continuos" o "dedales". Sin embargo, no se puede establecer una correlación directa entre el tamaño de la partícula a separar y el tamaño de poro de la membrana, ya que la permeabilidad de ésta depende de otros factores, cómo la repulsión eléctrica, carga de la partícula y membrana, fenómenos de adsorción sobre ella, dado que ésto puede determinar el bloqueo de los poros.

La diálisis es especialmente útil para eliminar iones de las solu

ciones coloidales, por ejemplo, la eliminación de  $\text{HNO}_3$  del sol de  $\text{AgI}$ . Este fenómeno de la diálisis, se acelera por agitación, como lo ilustra la figura 33.

La ultrafiltración consiste en la aplicación de una presión o succión para obligar a las moléculas pequeñas y al disolvente a pasar a través de la membrana, mientras que las partículas mayores son retenidas. La membrana normalmente se mantiene entre dos telas metálicas muy finas para evitar que se rompa.

Otra modificación, llamada electrodiálisis, figura 34, consiste en que el potencial aplicado entre las pantallas metálicas que sostienen las membranas acelera la emigración de los iones pequeños hacia la superficie de la membrana antes de que difundan al líquido exterior.

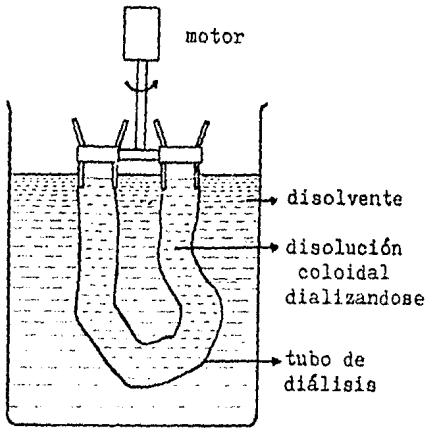


Fig. 33. Montaje experimental de un aparato para diálisis.

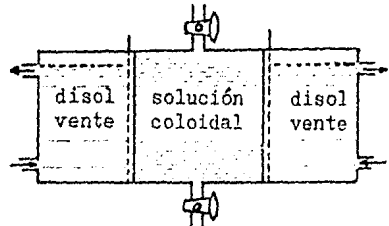


Fig. 34. Montaje experimental para un aparato de electrodiálisis.

Sin duda alguna la química coloidal es fundamental en la vida y de desarrollo tecnológico del hombre. La investigación en la química coloidal es cada vez más importante en varias ramas como la de alimentos, la de farmacia e industria en forma general. Ejemplos de coloides con los que estamos familiarizados son la leche, la mayonesa, las tintas, la sangre, los látex, etc. La adsorción, la diálisis y la coagulación son importantes en la química preparativa, química analítica (coprecipitación, lavado de precipitados, filtración y adsorción de cromatografía en columna) así como en la química de suelos y trabajos clínicos.

Por otro lado, los jabones y nuevos detergentes sintéticos son investigados por la gran actividad superficial positiva que presentan.

En la vida diaria se utilizan muchos polímeros sintéticos como el "nylon", "orlon", los silicones, los polimetacrilatos, polietilenos. Aún más, los criterios de la química coloidal ayudan a resolver problemas de catálisis en sistemas heterogéneos, por ejemplo, la acción catalítica del paladio fino depende del grado de subdivisión o dispersión del metal.

La adhesión de pinturas y pegamentos, así como los fenómenos de lubricación, fotografía, imprenta, curtiduría e industrias cerámicas implican cuestiones y problemas de la fisicoquímica de superficies y sistemas dispersos.

La química coloidal aplicada a la agropecuaria es de fundamental trascendencia. La fertilidad de los suelos depende de la relativa cantidad de coloides en los mismos. La arcilla y el humus son los ingredientes coloidales más importantes del suelo. A mayor concentración de éstos, habrá mayor retención del agua y consecuentemente mayor cantidad de nutrientes para las plantas; un suelo grueso no retiene agua y los nutrientes inorgánicos de las plantas son fácilmente perdidos por lixiviación.

La crisis energética y la escasez del petróleo han hecho que se centre la atención sobre la estructura de asociación de los coloides (54). Estas estructuras de asociación forman la base de las microemulsiones y son los agentes más prometedores en la recuperación de aceites terciarios y también ofrecen un medio de reducción del óxido nitroso en los gases de escape de los motores diesel.

Profundas y extensas son las aplicaciones de la química coloidal en la biología y medicina. La sangre y el protoplasma son complicadas dispersiones coloidales. La piel, los músculos y los diferentes tejidos son geles que tienen estructuras muy peculiares.

Las proteínas que sirven como materiales estructurales poseen largas moléculas como la de colágena en piel y huesos y la miosina en músculos. En la coagulación de la sangre, las partículas de fibrinógeno son transformadas en estructuras largas y fibrosas, que conducen a la gelación.

Las estructuras de asociación laminar son buenos modelos de estructura para membranas biológicas y otros fenómenos de interés biológico (54).

Las recientes observaciones de el desordenamiento de la matriz intercelular como un paso preliminar en la formación de células cancerosas son extremadamente interesantes (54); y así se podría mencionar infinidad de aplicaciones de los sistemas dispersos dado que siempre habrá extensos e inexplorados campos de investigación abiertos para el químico coloidal.

MATERIAL.

6 matraces Erlenmeyer de 50 ml.  
1 pipeta volumétrica de 1 ml.  
3 pipetas graduadas de 2 ml.  
3 pipetas graduadas de 10 ml.  
2 vasos de precipitado de 150 ml.  
1 vaso de precipitado de 250 ml.  
2 vasos de precipitado de 1 lt.  
1 mortero de porcelána con mango.  
1 embudo de cola chica.  
2 tubos de ensaye con tapón.  
1 varilla de vidrio (agitador)  
3 matraces aforados de 50 ml.  
1 termómetro.  
1 espátula.  
1 parrilla.  
1 piseta  
papel filtro  
papel celofán transparente.

REACTIVOS.

- 1.- Yoduro de potasio 0.1 N.
- 2.- Nitrato de plata 0.1 N.
- 3.- Cloruro férrico al 32 %.
- 4.- Solución jabonosa.
- 5.- Almidón.
- 6.- Benceno.
- 7.- Azufre.
- 8.- Alcohol etílico.

METODOLOGIA.PRIMERA PARTE.PREPARACION DE SISTEMAS COLOIDALES.

- 1.- Preparación del sol de yoduro de plata. En un matraz Erlenmeyer de 50 ml se coloca 1 ml de KI 0.1 N y se diluye hasta 12.5 ml. En otro matraz de 50 ml se colocan 0.5 ml de  $\text{AgNO}_3$  0.1 N y se diluye también a 12.5 ml. Poco a poco y agitando se vierte la solución de  $\text{AgNO}_3$  sobre la de KI. Obsérvese primeramente el momento de reunir las soluciones. Deje reposar la mezcla 10 minutos. Anote todas sus observaciones.
- 2.- Preparación del sol de fierro (III). En 100 ml de agua destilada hirviendo, se vierten, con una pipeta, 1.6 ml de solución de  $\text{FeCl}_3$  al 32 %. Observe el momento de unión de los líquidos. Anote sus observaciones.
- 3.- Preparación de coloides de gelatina. A) Disuelva 3 gr de gelatina en polvo en 200 ml de agua que deberá tener entre 80 y 90°C. Este sistema póngalo en un baño de agua fría. Anote todas sus observaciones.  
B) Disuelva 1.5 gr de gelatina en polvo en 50 ml de agua que deberá tener entre 80 y 90°C. Este sistema póngalo en baño de agua fría. Anote sus observaciones.
- 4.- Preparación de un coloide de Benceno. En 2 tubos de ensayo conteniendo 8 ml de agua destilada, se agregan primero 0.5 ml de benceno y al segundo 0.5 ml de benceno más 1 ml de solución jabonosa. Agite los 2 tubos fuertemente. Anote sus observaciones.
- 5.- Preparación de un coloide de azufre. Se prepara una solución alcohólica saturada de azufre, triturando en un mortero de porcelana 2 gr. de flor de azufre en 10 ml de alcohol etílico y posteriormente se filtra. Se toman 2 ml de la solución filtrada y se vierten poco a poco y agitando, sobre 20 ml de agua destilada, contenidos en un matraz Erlenmeyer de 50 ml.

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

- i) Corte el papel celofán (de 25 x 25 cm) y póngalo a remojar (dentro de un vaso de precipitado que contiene agua destilada) durante 20 minutos.
- ii) El agua que va a utilizar, en ésta segunda parte de la práctica, deberá estar libre de cloruros. Para ello haga la prueba con nitrato de plata.
- iii) Saque el papel celofán del vaso de precipitado y haga una bolsa e introduzca

- ca el sol de fierro (III) en ella.
- iv) Selle la parte superior de la bolsa con una liga ó cinta "masking", asegurándose que el sol no salga por el sello.
  - v) Introduzca la bolsa sellada en un vaso de precipitado de 1 lt que contiene agua destilada, cómo lo indica la figura 35.
  - vi) Después de 2 días, compruebe la diálisis con nitrato de plata.

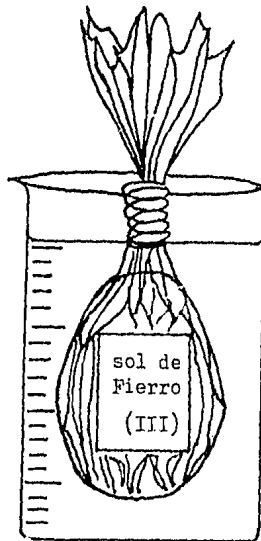


Fig. 35. Diálisis del sol de Fierro (III).

QUESTIONARIO.

- 1.- ¿ Qué es un sistema coloidal y que factores contribuyen a la naturaleza de éste ?
- 2.- Anote las diferencias que conozca entre una solución electrolítica y una coloidal.
- 3.- Anote las observaciones y reacciones para cada uno de los soles que preparó.
- 4.- ¿ Cuántos métodos conoce para la preparación de sistemas coloidales ?  
Explíquelos y clasifique los coloides que preparó de acuerdo a los métodos anteriores.
- 5.- En base a sus observaciones experimentales, ¿ que diferencia observó entre los dos coloides de gelatina que preparó ? . Estas diferencias ¿ le sugieren algo ? . Explique.
- 6.- ¿ Por qué todos los sistemas que preparó son coloidales ?
- 7.- Que relación encuentra entre :
  - a) la dispersión de la luz con el tamaño de la partícula coloidal.
  - b) el color del sol con el tamaño de ésta.
- 8.- ¿ Cuántos métodos de purificación de sistemas coloidales conoce ?  
Explíquelos brevemente a excepción de diálisis.
- 9.- Explique la diálisis que efectuó en el laboratorio, considerando algunos fenómenos que la limitan.
- 10.- Mencione las características, en forma general, de una membrana dializadora y cite algunos ejemplos de ellas.
- 11.- Proponga al menos 5 métodos ó técnicas experimentales para demostrar que verdaderamente se efectuó la diálisis. Explíquelas brevemente.
- 12.- Proponga 3 técnicas experimentales para preparar sistemas coloidales que sean susceptibles de efectuarse experimentalmente en el laboratorio.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUANTITATIVAS. UNAM.

SECCION FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 7

PROPIEDADES CINETICAS DE LOS

SISTEMAS DISPERSOS.

OBJETIVOS:

- 1.- Que el alumno conozca el fenómeno de difusión así como las variables que la afectan.
- 2.- Que relacione el movimiento browniano con la ecuación de difusión de Einstein.
- 3.- Que determine el coeficiente de difusión de varias sustancias coloridas y que interprete adecuadamente sus gráficas y resultados.
- 4.- Que deduzca la importancia de los fenómenos de difusión en los biológicos e industriales.



INTRODUCCION.

Al realizar una observación con el ultramicroscópio, lo primero que salta a la vista es el movimiento incesante y desordenado de las partículas coloidales. Tal movimiento fué advertido por primera vez por el botánico inglés Brown en 1827, con granos de polen. Este investigador estimó acertadamente que ésta sería una propiedad de todas las partículas visibles al microscópio. Su opinión fué recibida con gran escepticismo durante el siglo XIX, porque parecía justificar el movimiento continuo. Brown había mostrado que la agitación había persistido año tras año y que éste efecto era común en partículas contenidas en gotas líquidas - de edades geológicas. Se descartó la posibilidad que se debiera a las condiciones de observación, tales como el calentamiento lateral ó descenso de la tensión superficial ocasionado por la iluminación, se observó también que dicho movimiento era independiente del color e intensidad de la luz empleada.

En 1874, Carbonelle y Thirion, basándose en la teoría cinética, lo atribuyeron a los impactos irregulares de las moléculas circundantes del solvente.

Si se observa el movimiento de una partícula y se registra su posición a intervalos de tiempo, se puede representar una proyección del movimiento browniano en una dirección. Al elevar al cuadrado y obtener el promedio de los cuadrados de las trayectorias recorridas por una partícula, se obtiene una magnitud que podemos llamar  $\bar{x}^2$ . Obsérve las figuras 36 y 37.

En 1900, Echsner fué el primer investigador que intentó comprobar experimentalmente si éste movimiento era de naturaleza cinético molecular. De acuerdo con lo anterior y considerando la equipartición de la energía, la energía cinética de las partículas en suspensión tendría que ser igual a la del movimiento de translación de las moléculas del medio, esto es :

$$1/2 m \sqrt{\bar{u}^2} = 3/2 k T \quad (41)$$

donde  $\sqrt{\bar{u}^2}$  es la raíz cuadrada de la velocidad cuadrática media de las partículas coloidales de masa m. Echsner determinó  $\bar{u}^2$  tomando el valor medio de los cuadrados de los desplazamientos de una partícula observados en el microscópio durante más de un segundo y obtuvo para m, que era conocida por otros métodos, una velocidad del orden de  $10^3$  veces menor de la velocidad calculada por la ecuación anterior.

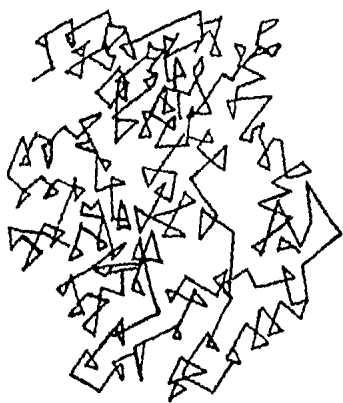


Fig. 36. Recorrido aproximado de una partícula de goma guta en movimiento browniano.

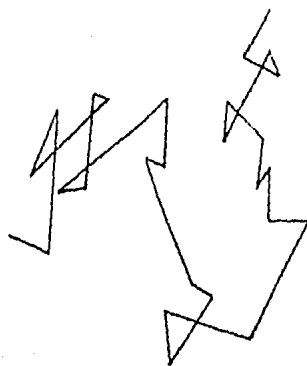


Fig. 37. El mismo recorrido para intervalos más largos y conectados por líneas rectas.

Se explicó ésta discrepancia por la imposibilidad de discernir en el microscópio, a causa de su poder de resolución y de la inercia del ojo humano, las verdaderas trayectorias recorridas por la partícula y por ello las velocidades medidas eran mucho menores que las calculadas.

En 1905, Einstein e independientemente Smoluchowski en 1906, desarrollaron una teoría cuantitativa del movimiento browniano, que pudo ser confirmada con los trabajos experimentales de Perrin, Svedberg y otros investigadores. La teoría del movimiento browniano fué una de las primeras teorías cuantitativas en la cinética de los sistemas dispersos.

En la teoría de Einstein en su forma simplificada permite ver la conexión del fenómeno microscópico (a escala molecular), movimiento browniano, y el fenómeno de difusión que se observa a escala macroscópica en presencia de un gradiente de concentración. Esta conexión puede mostrarse si se admite, como primera aproximación, que todos los desplazamientos,  $\Delta$ , tienen un valor único, que corresponde al promedio, sin tomar en cuenta el signo (desplazamiento hacia la izquierda ó hacia la derecha).

Considerese una pequeña región en una suspensión no uniforme, donde la concentración de las partículas es una función lineal a lo largo de un eje arbitrario (por ejemplo el eje  $X$ ), figura 38. La migración de partículas será hacia la izquierda y hacia la derecha a través de un plano perpendicular a ese eje. En el intervalo de tiempo  $t$ , todas las partículas que están a una distancia  $\Delta$  de éste plano pueden atravesarlo, pero sólo lo harán la mitad de ellas, pues

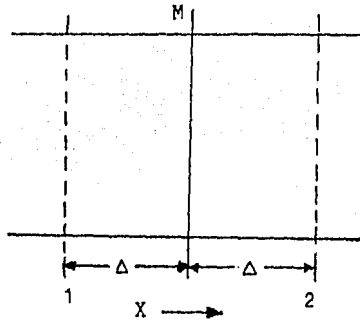


Fig. 38. Movimiento browniano en una dispersión, para la explicación simplificada de la teoría de Einstein.

la mitad de los desplazamientos serán positivos y la otra mitad negativos. La figura 38 muestra la región que interesa. Las concentraciones medias de las partículas en las dos regiones a cada lado del plano 1 y 2, se designarán por  $n_1$  y  $n_2$  - (ambas por unidad de volumen), con  $n_2 > n_1$ . Como se ha considerado que  $C$  es una función lineal de la distancia,  $n_1$  y  $n_2$  corresponden a las concentraciones reales en los planos a las distancias  $\Delta$  a cada lado del plano central. El número de partículas que cruzan el plano central de izquierda a derecha es :

$$1/2 \quad n_1 \quad \Delta X \quad (42)$$

y las que lo cruzan de derecha a izquierda es :

$$1/2 \quad n_2 \quad \Delta X \quad (43)$$

La velocidad de transporte neto de partículas en el tiempo  $t$  será así :

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{2} \Delta X (n_1 - n_2) / t \quad (44)$$

La diferencia  $n_2 - n_1$  será el gradiente de concentración  $dn/dX$  (sobre el eje  $X$ ) :

$$n_2 - n_1 = (dn / dX) \Delta X \quad (45)$$

substituyendo (45) en (44) :

$$\frac{dn}{dt} = - \left( \frac{\Delta^2}{2t} \right) \frac{dn}{dX} \quad (46)$$

El signo menos indica que el transporte neto es en la dirección de concentración decreciente. Esta ecuación tiene la misma forma que la ley de Fick, quien la formuló en 1855 por analogía con la ley de transporte de calor. La expresión (46) - puede enunciarse de la siguiente forma: "La velocidad de transporte de masa a través de un plano es proporcional al gradiente de concentración perpendicular -

al plano". La constante de proporcionalidad es llamado el coeficiente de difusión,  $D$ , y la ecuación (46) queda:

$$D = \frac{\bar{\Delta}^2}{2t} \quad (47)$$

El coeficiente de difusión, se define cómo el número de moléculas - que atraviesan, ó se difunden por unidad de área y de tiempo bajo un gradiente de concentración igual a la unidad, y que por lo tanto tiene unidades de área/tiempo- ( $\text{cm}^2/\text{seg}$  o  $\text{cm}^2/\text{hr}$ ).

Es importante señalar que al deducir ésta formula se ha supuesto - que el movimiento medio de las moléculas es uniforme, aproximación inexacta, pues cambian de dirección y velocidad, es decir, su movimiento se acelera y desacelera continuamente.

Una deducción más completa permite evaluar el tiempo mínimo para el cuál la ecuación tiene validéz y determinar exactamente la naturaleza del desplazamiento medio  $\bar{\Delta}$ . El resultado de ésta deducción, sugerida por Langevin da por resultado la ecuación :

$$\bar{X}^2 = 2 D t \quad (48)$$

que coincide con la propuesta por Einstein, ecuación (47), si suponemos que  $\bar{\Delta}^2 = \bar{X}^2$ , siendo  $\bar{X}^2$  el promedio de los cuadrados de las trayectorias recorridas por una partícula en el tiempo  $t$ , en la dirección del eje  $X$ .

La difusión es debida a la agitación térmica y ésta comunica a cada partícula una energía cinética proporcional a  $k T$ . Este término se puede considerar cómo el producto de la distancia recorrida por una fuerza proporcional a  $k T$  que actúa sobre la partícula. A través de éste recorrido, la resistencia al medio produce una fuerza que es proporcional al producto del coeficiente de fricción  $f$ , de la partícula por su velocidad. Esta velocidad a grandes distancias es proporcional a  $D$ . En muy poco tiempo se alcanza una velocidad límite, es decir, en condiciones de equilibrio  $k T$  es proporcional a  $D f$ .

$$D f = k T \quad (49)$$

$$D = \frac{k T}{f} \quad (50)$$

En sistemas coloidales, en las cuáles las partículas son de mayor tamaño con respecto a las del disolvente, el coeficiente de fricción es cada vez más importante. Cómo se considera que las partículas coloidales son esféricas, entonces deben seguir la ley de Stokes, esto es :

$$f = 6 \pi \eta r \quad (51)$$

además de qué se debe considerar que las partículas están separadas unas de otras, espaciadas de las paredes del recipiente y que su velocidad es pequeña. Si estas consideraciones son ciertas, entonces la ecuación (50) toma la forma :

$$D = \frac{k T}{6 \pi \eta r} \quad (52)$$

donde  $\eta$  es la viscosidad del medio de dispersión y  $r$  el radio de la partícula coloidal.

Para partículas no esféricas, es decir, elipsoidales, Perrin dedujo la siguiente expresión :

$$\frac{D}{D_0} = \frac{(a/b)^{2/3}}{\sqrt{1 - (a/b)^2}} \operatorname{Ln} \frac{1 + \sqrt{1 - (a/b)^2}}{(a/b)} \quad (53)$$

donde  $D_0$  es el coeficiente de difusión de partículas esféricas del mismo volumen y  $a$  y  $b$  son los semiejes mayor y menor del elipsoide de revolución, tal como lo muestra la figura 39.

De la ecuación (52) puede verse  $D$  es una función de la viscosidad del medio; que desciende acentuadamente con el aumento de temperatura, por lo que la magnitud de  $D$  aumenta mucho al aumentar la temperatura.

El coeficiente de fricción depende de las dimensiones y forma de las partículas.

Combinando las 2 expresiones de Einstein y por substitución en la ecuación (47) de  $k$  por  $R/N$ , se puede ver que

$$\frac{\bar{\Delta}^2}{2 t} = \frac{R T}{N f} \quad (54)$$

y dicha ecuación para partículas esféricas queda :

$$\frac{\bar{\Delta}^2}{2 t} = \frac{R T t}{3 \pi \eta r N} \quad (55)$$

Perrin observó en el microscópio el movimiento de una partícula y registró su posición en el campo visual a intervalos regulares de tiempo. En sus experimentos utilizó una suspensión de goma guta, cuyas partículas eran esféricas y cuyo radio pudo determinarse en dicho microscópio. Obtuvo para  $N$  (número de Avogadro) el valor de  $6.5 \times 10^{23}$ , en notable concordancia con el valor de  $N$  determinado por otros métodos ( $6.03 \times 10^{23}$ ) lo cual también sirvió para apoyar los conceptos cinético moleculares.

## Elipsoides de Revolución

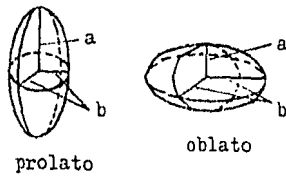


Fig. 39. Partícula coloidal en forma de elipsoide, en donde se muestra la correlación de los semiejes a y b.

MATERIAL.

- 2 vasos de precipitado de 150 ml.
- 1 vaso de precipitado de 250 ml.
- 5 pipetas graduadas de 10 ml.
- 2 pipetas volumétricas de 50 ml.
- 10 matraces Erlenmeyer de 125 ml.
- 1 matraz aforado de 500 ml.
- 1 probeta de 100 ml.
- 1 tubo capilar chico.
- 15 tubos de ensayo.
- 1 gradilla.
- 1 parrilla.
- 1 caja Petri.
- 1 espátula.

REACTIVOS.

- a) Gelatina, solución al 7 % en agua.
  - b) Nitrato de plata al 8.5 %
- Las siguientes soluciones acuosas, al 1 % :
- 1.- Tubo 1. Azul de Metileno.
  - 2.- Tubo 2. Sulfato de Cobre.
  - 3.- Tubo 3. Colorante Rojo.
  - 4.- Tubo 4. Colorante Azul.
  - 5.- Tubo 5. Dicromato de Potásio.
  - 6.- Tubo 6. Cloruro de Cobalto.
  - 7.- Tubo 7. Nitrato Férrico.
  - 8.- Tubo 8. Cloruro Férrico.
  - 9.- Tubo 9. Ferrocianuro de Potasio.
  - 10.- Tubo 10. Ferromanganato de Potasio.

METODOLOGIA.

1.- Se preparan 125 ml de una solución de gelatina al 7 % en agua caliente y se separan en dos porciones: una de 100 ml y la otra de 25 ml. La porción de 100 ml se vacía en partes iguales en 10 tubos de ensayo de igual diámetro, teniendo cuidado de resbalar el líquido por las paredes que no forma espuma. Se deja enfriar hasta que la gelatina forme un gel, procurando que todos los tubos queden en posición vertical.

2.- Cuando la gelatina haya solidificado, se agrega resbalando por las paredes:

- Al Tubo 1 ,5 ml de solución de azul de metileno.
- Al Tubo 2 ,5 ml de solución de sulfato de cobre.
- Al Tubo 3 ,5 ml de solución de colorante rojo.
- Al Tubo 4 ,5 ml de solución de colorante azul.
- Al Tubo 5 ,5 ml de solución de dicromato de potasio.
- Al Tubo 6 ,5 ml de solución de cloruro de cobalto.
- Al Tubo 7 ,5 ml de solución de nitrato férrico.
- Al Tubo 8 ,5 ml de solución de cloruro férrico.
- Al Tubo 9 ,5 ml de solución ferrocianuro de potasio.
- Al Tubo 10 ,5 ml de solución de permanganato de potasio.

3.- Calcúle la penetración media (distancia recorrida por el coloide) como función del tiempo. Se recomienda hacer las determinaciones cada vez que él avance de cualquiera de las soluciones sea apreciable.

4.- La porción de 25 ml, antes de que gelifique, se mezcla con 2.5 ml de una solución de dicromato de potasio al 1 % y se procede en la siguiente forma.

- a) 10 ml se colocan en un tubo de ensayo y se deja gelificar en forma vertical.
- b) Se llena un tubo capilar y se deja gelificar sobre la mesa en posición horizontal.
- c) El resto se vacía en una caja Petri y se deja gelificar sobre la mesa procurando que no tenga inclinación.

5.- Una vez que los tres sistemas anteriores han gelificado (frios), se procede de la siguiente manera :

- i) Al tubo de ensayo se le agrega, resbalando por las paredes, 1 ml de solución de nitrato de plata al 8.5 %, se tapa y se deja en reposo durante 24 horas.
- ii) El tubo capilar se corta por uno de sus extremos de manera que el paquete interior de la gelatina quede al ras con el extremo de vidrio y se coloca con ésta parte hacia abajo en un tubo de ensayo que contiene 1 ml de la solución-



de nitrato de plata al 8.5 %

- ii) En la caja de Petri se colocan sobre la gelatina tres gotas de la solución de nitrato de plata al 8.5 % , procurando que no se extiendan y que queden separados entre sí y del borde de la caja. Se deja en reposo durante 24 horas y se hacen las observaciones correspondientes. Observe la figura 40.

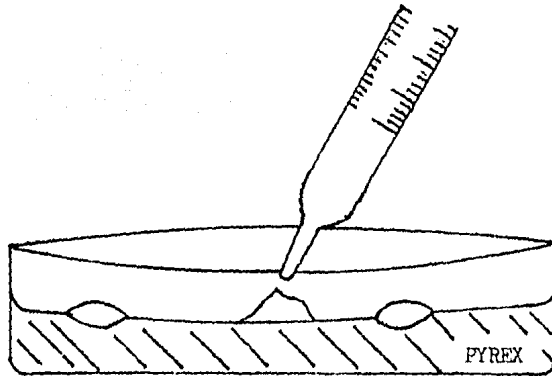


Fig. 40. Adición de nitrato de plata al gel, conteniendo dicromato de potásio.

CUESTIONARIO.

- 1.- ¿ Qué entiende por difusión y a qué se debe dicho fenómeno ?
- 2.- ¿ Qué variables la afectan y cómo lo hacen ? Explique.
- 3.- ¿ Por qué se pide que los tubos de ensayo sean del mismo diámetro aproximadamente ?
- 4.- Grafique, en una sola hoja de papel milimétrico, la penetración media  $(\Delta \bar{x})$  contra el tiempo  $(t)$ , y  $\Delta \bar{x}^2$  contra  $t$ , para cada una de las substancias.
- 5.- Determine los coeficientes de difusión para cada una de las substancias que utilizó, cómo función de los promedios de los cuadrados de las trayectorias.
- 6.- Dé orden creciente a decreciente, anóte el orden de difusión de cada una de las substancias.
- 7.- ¿ Es correcto determinar el coeficiente de difusión cómo lo hizo ? En caso de que su respuesta sea negativa, explique por qué.
- 8.- Proponga un modelo que justifique todas sus observaciones para los tres puntos de la porción de los 25 ml restantes.
- 9.- ¿ Cómo puede seguirse experimentalmente la difusión para un sistema que no es colorido ? Explique.
- 10.- ¿ Qué utilidad puede darle al fenómeno de difusión ? Anóte ó describa algunos ejemplos.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUANTITATIVAS, UNAM.

SECCION FISICOQUIMICA.

PRACTICA # 8

PROPIEDADES ELECTRICAS DE LOS  
SISTEMAS COLOIDALES.

OBJETIVOS :

- 1.- Que el alumno relacione las características de la doble capa eléctrica con los fenómenos de superficie.
- 2.- Que analice conceptualmente el significado del potencial electrocinético.
- 3.- Que compruebe experimentalmente que los sistemas coloidales tienen carga.
- 4.- Que conozca los diferentes modelos de la doble capa eléctrica.
- 5.- Que en función de lo anterior comprenda la importancia aplicativa que tiene dicho potencial.

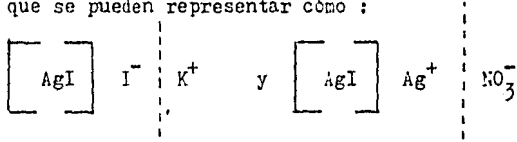
INTRODUCCION.

La mayoría de las substancias adquieren una carga eléctrica superficial cuando se ponen en contacto con un medio polar, cómo por ejemplo, el agua, la forma en la cuál pueden adquirir carga es, en realidad, complicada. Sin embargo, ésto será tratado más adelante, aunque brevemente. Esta carga superficial influye en la distribución de los iones vecinos en el medio polar de manera que los iones de carga opuesta (contra-iones) son atraídos hacia la superficie y los iones con la misma carga (co-iones) son alejados de la superficie por repulsión. Esto junto con la tendencia a mezclarse debido a los movimientos térmicos conduce a la formación de una doble capa eléctrica constituida por la superficie cargada y un excés neutralizante de contra-iones sobre co-iones distribuidos de una manera difusa en el medio polar, cómo se verá más adelante.

Así pues, la teoría de la doble capa eléctrica trata de ésta distribución de iones en las proximidades de una superficie cargada y consecuente mente de los potenciales eléctricos que entre ella se producen. Esta teoría trata de explicar varias evidencias experimentales relacionadas con las propiedades electrocinéticas, estabilidad y floculación de los sistemas coloidales.

La carga eléctrica transportada por una partícula coloidal es de importancia fundamental, ya que sin ella los sistemas coloidales serían muy inestables. La presencia de dobles capas eléctricas del mismo signo rodeando todas las partículas provoca su repulsión mutua, así que no se aproxima lo suficiente mente para unirse. Obsérvese que un aumento en el tamaño de las partículas conducirá a una disminución de la superficie total, por lo tanto a una disminución de la energía libre del sistema, motivo por el que se unirán las partículas, si no fuera por la influencia de las cargas eléctricas. Se ha observado experimental mente que con los sistemas coloidales van asociadas pequeñas cantidades de electrolitos, los cuáles les proporcionan estabilidad, y si éstos son eliminados mediante una diálisis exhaustiva, el sol se hace inestable provocando que las partículas aumenten de tamaño y consecuentemente floculen. En consecuencia pequeñas cantidades de iones presentes en el sol son responsables de la carga y estabilidad de la partícula coloidal. Por ejemplo, en la preparación del sol de yoduro de plata, si se agrega una solución diluída de nitrato de plata sobre un excés de yoduro de potásio diluído, se obtiene un sol de yoduro de plata cargado negativamente, mientras que si se agrega una solución diluída de yoduro sobre un excés de la solución de plata resulta un sol cargado positivamente si las dos soluciones se mezclan en cantidades equivalentes el sol se vuelve inestable y consecuentemente flocula. La estabilidad y carga del sol negativo formado en

presencia de un exóceso de iones yoduro se puede explicar por la adsorción de los iones sobre el lado de la partícula de la doble capa en la superficie, mientras que los iones positivos se estabilizan similarmente por la adsorción de iones plata ya que éstos están en exóceso. En forma general, las sustancias ionizables parecen tener preferencia para atraer iones que son comunes a ellas, indicando con ello una tendencia natural del cristal a ampliar su red espacial propia. Esto explica la existencia de 2 soles de yoduro de plata con cargas, diferentes (opuestas) que se pueden representar cómo :



donde  $\left[ \text{AgI} \right]$  representa una partícula de yoduro de plata y la línea de puntos indica el límite de la parte fija de la doble capa. Es importante señalar que aunque solo se ve una clase de ion a la izquierda, y otro a la derecha de la línea de puntos, debe entenderse que ésto implica solamente que este ion particular se encuentra en exóceso.

Los soles de óxidos e hidróxidos férricos se pueden obtener cargados positivamente ó negativamente de igual forma.

Los sistemas coloidales pueden adquirir su carga por ionización directa del material de la partícula. Esto es muy importante dado que existen colorantes ácidos ó básicos. Los primeros se ionizan formando iones hidrógeno y dejando una partícula cargada negativamente, mientras que los segundos toman protones y forman un sol con partículas positivas. Esta manera de adquirir carga es, en cierta forma, específica de proteínas y estructuras similares. Los grupos carboxilo y amino son susceptibles de ionizarse para producir los iones  $\text{COO}^-$  y  $\text{NH}_3^+$ . La ionización de estos grupos así cómo su carga neta depende fundamentalmente del pH de la solución. A pH bajos una molécula de tipo protéico está cargada positivamente, y a pH altos lo está negativamente.

Es posible también adquirir una carga neta (superficial) por una adsorción desigual de iones con signos opuestos. La adsorción iónica puede ser positiva ó negativa. Las superficies en contacto con medios acuosos se cargan con mayor frecuencia de modo negativo que de positivo. Esto es debido a que los cationes están generalmente más hidratados que los aniones, por lo que tienen una mayor tendencia a permanecer en el seno del medio acuoso, mientras que los aniones más pequeñas, menos hidratados y más polarizadores tienen una mayor tendencia a adsorberse de un modo específico. Es posible por adsorción de contra iones, producir una inversión de carga. Si estos iones son surfactantes, su adsorción determina, normalmente, la carga superficial.

Otro camino por el cuál se puede adquirir carga superficial es por disolución de iones. Las substancias 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.

El concepto de la doble capa compacta fué introducido por el físico alemán Helmholtz en 1879. Este modelo de doble capa es el más sencillo para explicar la distribución de los iones sobre una superficie cargada, fig. 41. 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, comportando se el conjunto como un condensador de placas paralela.

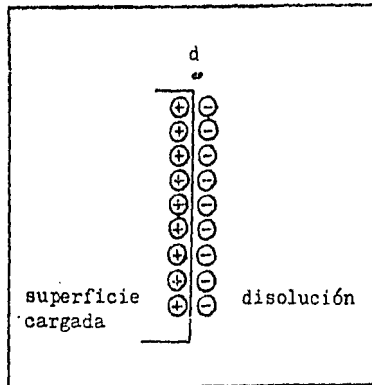


Fig. 41.- Distribución de los iones según el modelo de Helmholtz.

Bajo las condiciones mencionadas anteriormente, la capacidad de la doble capa debe ser constante y dependera únicamente de la superficie y de la separación entre las dos capas, de modo que el potencial variara linealmente con la distancia a la superficie cargada y el gradiente estará dado por la densidad de carga superficial. En la Fig. 42 se observa un gráfico de  $\Psi$  (psi) que es el potencial eléctrico de la superficie cargada contra la distancia de la solución (fase dispersante).  $\Psi_0$  es el potencial eléctrico en la superficie.

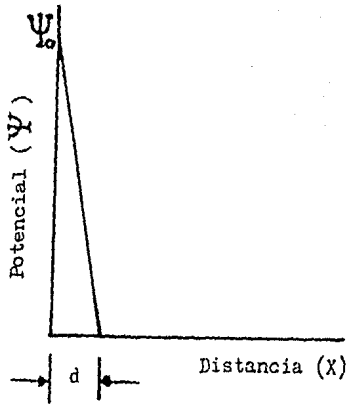


Fig. 42. Variación del potencial con la distancia a la superficie de acuerdo con el modelo de Helmholtz.

El modelo de Helmholtz supone un modelo rígido y no considera efectos de agitación térmica y consecuentemente no considera la distribución de iones que ésta agitación pueda traer. Investigaciones posteriores estuvieron en favor de un modelo de doble capa difusa. Este modelo fué propuesto entre 1910 y 1913 por Gouy-Chapman y fué el primer tratamiento cuantitativo de doble capa difusa, fig 43. El tratamiento cuantitativo es un problema muy difícil y en algunos casos todavía sin resolver. El modelo está basado sobre las siguientes consideraciones:

- 1.- "La superficie es plana, de una extensión infinita y cargada uniformemente."
- 2.- "Los iones de la parte difusa de la doble capa son cargas puntuales distribuidos de acuerdo con la distribución de Boltzmann." (57)
- 3.- "El disolvente influye en la doble capa através de su constante dieléctrica, la cuál se considera constante (igual) en toda la parte difusa."
- 4.- "La existencia de un único electrolito simétrico y con carga  $z$ ."

El límite interior de la doble capa difusa está dada por el tamaño finito de los iones debido a que el centro de un ión puede acercarse a la superficie cargada, algo menos que su radio hidratado sin ser adsorbido específicamente. Al igual que en el modelo de Helmholtz  $\Psi$  es el potencial eléctrico a una distancia  $X$  en la solución del electrolito, y  $\Psi_0$  que antes se llamaba potencial eléctrico en la superficie, ahora se conocerá como "potencial de Gouy". Al aumentar la concentración del electrolito aumenta también la densidad de carga superficial con lo que se

comprime la doble capa y  $\Psi_0$  disminuye exponencialmente con la distancia desde la superficie cargada.

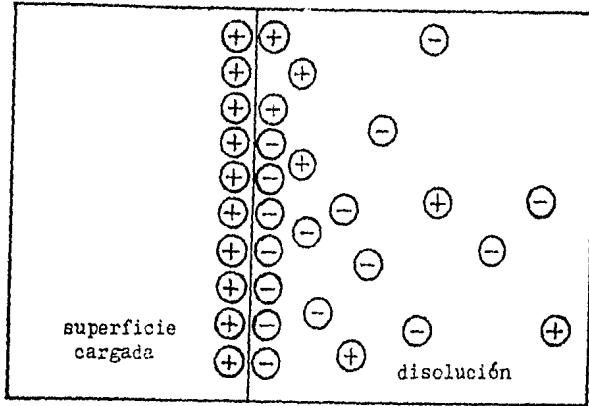


Fig. 43. Distribución de iones de acuerdo con el modelo de Gouy-Chapman.

La doble capa a bajos potenciales tiene la misma capacidad que un condensador de placas paralelas con una distancia entre ellas de  $1/\kappa$ .

Por lo general, se toma  $\delta = 1/\kappa$  que es la distancia para la cuál el potencial disminuye por un factor exponencial (a potenciales bajos), como el «espesor» de la doble capa difusa.

se calcula por medio de la siguiente expresión :

$$\kappa = \frac{(2 e^2 N_0 C Z^2)^{1/2}}{\epsilon k T} \quad (56)$$

donde  $e$  es la carga del electrón,  $N_0$  el número de Avogadro,  $C$  es la concentración del electrolito,  $Z$  es la carga del contra-ión,  $\epsilon$  es la constante dieléctrica del medio,  $k$  es la constante de Boltzmann y  $T$  la temperatura, expresada en  $^{\circ}\text{K}$ .  
O bien como :

$$\kappa = 0.328 \times 10^{10} \left( \frac{C Z^2}{\text{mol dm}^{-3}} \right)^{1/2} \text{ m}^{-1} \quad (57)$$

Para un electrolito 1-1 el espesor de la doble capa es, por consiguiente, alrededor de 1 nm para una solución  $10^{-1} \text{ mol/dm}^3$ , y alrededor de 10 nm para una solución  $10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . Para electrolitos asimétricos, el espesor de la doble capa puede calcularse substituyendo  $Z$  por el número de carga del contra-ión. La distribución de los contra-iones y de los co-iones con respecto a la distancia de la superficie cargada en la solución del electrolito, se indica en la figura 45, donde  $n_0$



es la concentración correspondiente a cada uno de los iones en solución y se observa que al ir disminuyendo la distancia, la concentración de los contra-iones aumenta más rápidamente que la de los co-iones.

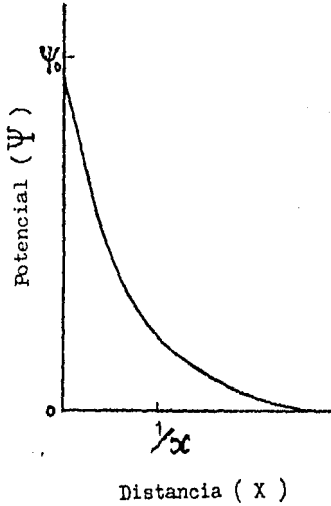


Fig. 44. Representación del potencial eléctrico con respecto a la distancia.

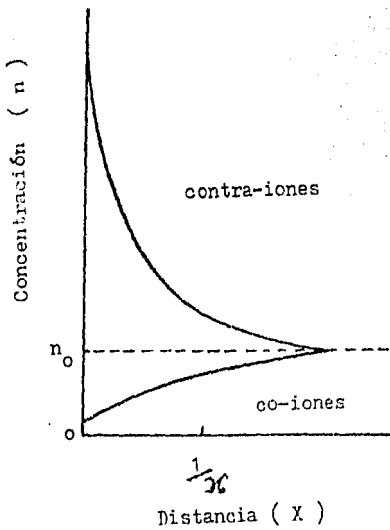


Fig. 45. Representación de la concentración con respecto a la distancia, de acuerdo con el modelo de Gouy - Chapman.

Al suponer que los iones son cargas puntuales éstos deben encontrarse a cualquier distancia de la superficie cargada, por lo que la distribución de la carga es continua hasta su misma superficie. Esta suposición no es correcta ya que los valores calculados para la carga con éste modelo son más altos que los obtenidos a partir de datos experimentales.

En 1924, O. Stern demostró que ni la teoría de doble capa definida (modelo de Helmholtz) ni la de la doble capa eléctrica difusa (modelo de Gouy-Chapman) eran adecuadas por sí solas, de modo que desarrolló un modelo en el que combinó las características esenciales de las dos teorías. Es decir, propuso que la doble capa se encuentra dividida en dos partes a través de un plano (llamado plano de Stern) : una capa compacta, capa interna ó capa de Helmholtz que es la que va desde la superficie cargada hasta el plano de Stern y una capa difusa que se extiende desde éste plano hasta el seno de la solución, Fig. 46

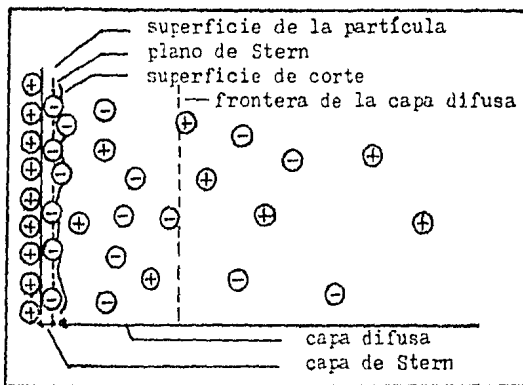


Fig. 46.- Representación esquemática de la doble capa eléctrica de acuerdo con el modelo de Stern.

El plano de Stern se localiza a una distancia igual a la del radio iónico hidratado y, para explicar el comportamiento experimental de la interfase en determinados sistemas, se supone la existencia de iones adsorbidos específicamente junto a la superficie. De tal forma que los centros de éstos iones se encuentran localizados en la capa de Stern y la capa difusa está rodeada por los iones cuyos centros están más allá del plano de Stern.

La superficie de corte ó de cizalla se localiza entre el plano de Stern y el plano de corte. Este último, de localización inexacta, situado un poco más lejos del plano de Stern, es una zona en que la viscosidad cambia rápidamente

que limita la capa difusa.

Así pues, existen 3 zonas donde se producen 3 potenciales correspondientes a 3 capas. El primero es el correspondiente a la propia superficie - cargada y es una medida del potencial total de la doble capa. Este potencial es el llamado potencial de Gouy y se suele designar por  $\Psi_0$ , como se vió en el modelo de Gouy-Chapman, Fig. 47.

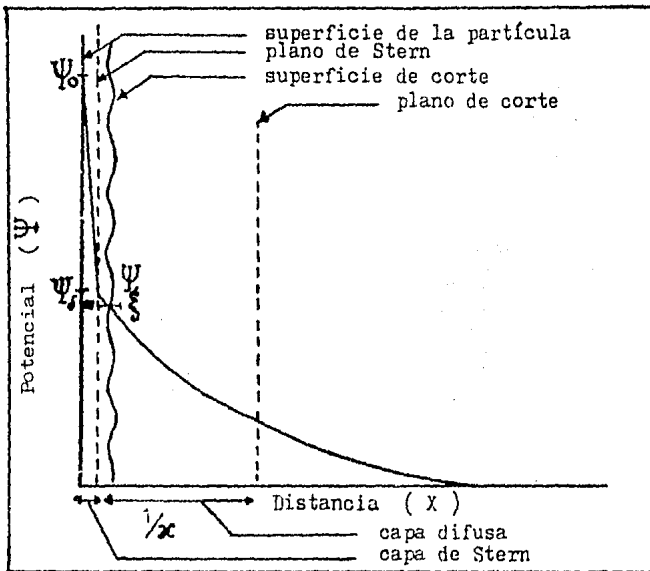


Fig. 47.- Representación del potencial con respecto a la distancia de acuerdo con el modelo de Stern.

El segundo potencial es el correspondiente al límite entre la parte compacta (ó capa de Stern) y la capa difusa (de Gouy). Dicho potencial se llama potencial de Stern y se representa, en forma general, por  $\Psi_s$ .

El tercer potencial es el correspondiente al límite entre la solución que se adhiere a la superficie de la partícula, y que se mueve junto con ella (parte fija), y la solución que puede moverse con respecto a ella (parte móvil). Este límite es la superficie de corte que separa la parte fija de la móvil de la doble capa. Este potencial se llama potencial zeta o potencial electrocinético y se designa por  $\Psi_z$ . Obsérvese que éste potencial es ligeramente más pequeño en magnitud que el potencial de Stern.

A potenciales elevados y altas concentraciones de electrolito cualquier diferencia entre el potencial de Stern y el potencial zeta se hará más pronunciada, debido a que se comprime la doble capa difusa, por lo que en el plano de corte se presentará la mayor parte de la caída de potencial desde el de Stern hasta cero.

Sin embargo, para la comprobación de la teoría de la doble capa se acostumbra suponer que el potencial de Stern y el potencial zeta son iguales, y los errores que se introducen con ésta suposición son por lo general pequeños, como lo demuestran la mayoría de los resultados experimentales.

El potencial zeta es muy importante en cuanto se refiere a la estabilidad de los sistemas dispersos. Esta estabilidad además de depender del potencial zeta, depende de la solvatación y de la carga eléctrica de la partícula coloidal. Las partículas coloidales solvatadas se encuentran rodeadas por una capa de moléculas del medio de dispersión. Dicha capa previene la unión o agrupación de las partículas. La solvatación depende de la afinidad del disolvente por los átomos que forman las partículas y debido a ello tienen demasiada importancia para los coloides liofílicos y sobre todo para los hidrofóbicos.

La solvatación es un caso específico, para adquirir carga eléctrica; tiende a estabilizar al coloide, ya que para flocularlo se tendría que reducir la superficie de la interfase a costa de perder su considerable energía de solvatación, lo que permitiría que actúen las fuerzas de atracción entre las partículas coloidales.

La carga eléctrica sobre la superficie es otro factor que proporciona estabilidad a los sistemas coloidales, sobre todo a los coloides liofóbicos debido a que son termodinámicamente inestables (58), la carga eléctrica en su superficie es lo único que los estabiliza. Lo anterior fué demostrado por Hardy en 1900 tanto para partículas que se encuentran cargadas positiva como negativamente.

La estabilidad de los coloides hidrofóbicos se incrementa notablemente al adicionarle un coloide hidrofílico, formándose una capa protectora alrededor de la partícula coloidal. Esta capa protectora, según se ha demostrado por cálculos aproximados, tiene las dimensiones de una capa monomolecular lo cuál ayuda a evitar la floculación. Las sustancias usualmente utilizadas para ello son la gelatina, la polivinilpirrolidona (PVP), la goma arábiga, la carboximetilcelulosa, goma tragacanto y agar-agar.

Una de las propiedades más importantes de las dispersiones coloidales es la tendencia de las partículas a agruparse. Las partículas dispersas en medios líquidos chocan con frecuencia entre sí como consecuencia del movimiento browniano y la estabilidad de la dispersión viene determinada, como ya se vió, por

las interacciones entre las partículas durante éstos choques.

La causa principal de agregación son las fuerzas de atracción (de Van der Waals) entre las partículas, mientras que la estabilidad frente a la agregación se debe a las interacciones repulsivas entre dobles capas con carga del mismo signo y a la afinidad partícula-disolvente.

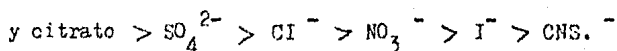
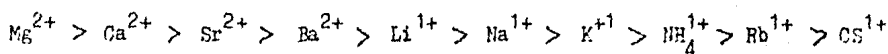
Considerense algunas evidencias experimentales hechas para soles liofóbicos. Una de las propiedades más notables de éstos es su sensibilidad a la floculación cuando se les añaden pequeñas cantidades de electrolito. El electrolito añadido produce una compresión de las partes difusas de la doble capa que rodea las partículas y puede además ejercer un efecto específico mediante la adsorción de iones en la capa de Stern. El sol flocula cuando la zona de acción de las fuerzas repulsivas de la doble capa se hace suficientemente pequeña como para permitir una aproximación entre partículas que implique un predominio de las fuerzas de Van der Waals.

La concentración de floculación de un electrolito es la necesaria para flocular el sol liofóbico en una proporción definida en forma arbitraria en un tiempo escogido también arbitrariamente. Esta concentración depende de la valencia (carga) de los contraiones, es decir, el poder de precipitación del ión efectivo aumenta notablemente cuando se aumenta la valencia del ión, por otro lado, el ión efectivo en la floculación del sol por electrolitos es el ión opuesto en signo a la carga de la partícula coloidal. Estas evidencias experimentales fueron propuestas por Schulze-Hardy.

TABLA A.-C. Concentraciones de Floculación para soles hidrofóbicos (mmoles/dm<sup>3</sup>).

As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (sol -)		AgI (sol -)		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (sol +)	
LiCl	58	LiNO <sub>3</sub>	165	NaCl	43.5
NaCl	51	NaNO <sub>3</sub>	140	KCl	46.0
KCl	49.5	KNO <sub>3</sub>	136	KNO <sub>3</sub>	60.0
CaCl <sub>2</sub>	0.65	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.40	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.30
MgCl <sub>2</sub>	0.72	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.60	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0.63
MgSO <sub>4</sub>	0.81	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.43	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.69
AlCl <sub>3</sub>	0.093	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0.067	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	0.08
1/2 Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0.096	La(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0.069	—	—
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0.095	Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0.069	—	—

Por lo que respecta a los coloides liofílicos, se observa que gracias a su afinidad por el agua, éstos no se afectan por la adición de pequeñas cantidades de electrolito que hacen flocular a los soles hidrofóbicos, pero con frecuencia precipitan cuando la concentración de electrolito es grande. Los iones del electrolito deshidratan el coloide hidrofílico por competencia por su agua de hidratación. La eficacia de un electrolito como precipitante depende, por tanto, de la tendencia de sus iones a hidratarse. De acuerdo con lo anterior, los cationes y aniones pueden ordenarse en las siguientes series liotrópicas de poder precipitante descendente :



El sulfato amónico, que tiene gran solubilidad, se utiliza a menudo para precipitar proteínas en solución acuosa.

Los coloides liofílicos también pueden desolvatarse y precipitarse si la interacción de la doble capa es lo suficientemente pequeña, añadiendo no-electrolitos, tales como acetona o alcohol, en el caso de una solución de gelatina, o éter de petróleo, a una solución de goma en benceno.

MATERIAL.

- 2 vasos de precipitado de 1 lt.
- 1 vaso de precipitado de 2 lts.
- 12 pipetas graduadas de 10 ml.
- 15 matraces Erlenmeyer de 125 ml.
- 15 tubos de ensayo
  - 1 gradilla
  - 1 piseta.
  - 1 embudo grande de cola corta.
  - 2 perillas.
  - 3 huevos.
  - algodón y manta.

REACTIVOS.

- 1.- Solución acuosa de Albúmina.
- 2.- Molibdato de Amonio al 1 %.
- 3.- Ferrocianuro de Potásio al 1 %.
- 4.- Nitrato Mercúrico al 1 %.
- 5.- Acido Fosfomolibdico al 1 %.
- 6.- Nitrato Férrico al 1 %.
- 7.- Acetato de Plomo al 1 %.
- 8.- Nitrato Cúprico al 1 %.
- 9.- Cloruro Férrico al 1 %.
- 10.- Cloruro de Cobalto al 1 %.
- 11.- Fosfato de Calcio al 1 %.
- 12.- Cloruro de Calcio al 1 %.
- 13.- Acido Fosfotungstico al 1 %.
- 14.- Solución de Gelatina al 3 %.

METODOLOGIA.

- 1.- Se rompen los tres huevos y se extrae la clara de ello, la cuál es vertida en un vaso de precipitado de 1 lt perfectamente limpio y enjuagado dos veces con agua destilada. Tenga cuidado de no reventar la yema: si así sucede, con un pañuelo extraiga la parte afectada.
- 2.- Agregue una cantidad suficiente de agua hasta completar aproximadamente -- 850 ml de solución de albúmina.
- 3.- Lave perfectamente bien el embudo y enjuaguelo dos veces con agua destilada. Filtre la solución de albúmina utilizando para ello la manta y el algo don colocados en el fondo del embudo.
- 4.- La solución filtrada es recibida en un vaso de precipitado de dos litros -- al cuál se adicionan 150 ml de agua destilada.
- 5.- Dé la solución de albúmina obtenida en el inciso anterior se toman 12 ml y se vacian en un tubo de ensayo. Esto se repite para los 12 tubos restantes.
- 6.- A cada uno de éstos tubos agregue 3 ml de cada una de las soluciones electro liticas señaladas en la lista de reactivos. Anote sus observaciones.
- 7.- Repita el punto 5, sólo que antes de proceder con el número 6, adicione a -- cada uno de los tubos 3 ml de solución de gelatina al 3 % . Anote sus obser vaciones.

NOTA. Si por alguna razón se utiliza mayor ó menor número de huevos y/o -- se varía la dilución de la albúmina de acuerdo con lo planteado, deberá -- hacerse una dilución mayor ó menor de gelatina.



## CUESTIONARIO.

- 1.- Anote todas las observaciones que considere necesarias para la adición de los electrolitos a la albúmina antes y después de haberles adicionado la solución de gelatina.
- 2.- Explique ¿ porqué flocula la albúmina a la adición de electrolitos ?
- 3.- Explique ¿ porqué la solución de albúmina no flocula en presencia de la - solución de gelatina ?
- 4.- Qué entiende por coloide protector y mencione algunos ejemplos de ellos.
- 5.- Establezca algunas diferencias entre coloides hidrofílicos e hidrofóbicos.
- 6.- Mencione los parámetros que determinan la estabilidad de los sistemas dispersos.
- 7.- ¿ Qué entiende por potencial electrocinético ó potencial zeta ?
- 8.- ¿ Cómo varía el potencial zeta con la temperatura y con el aumento de la - concentración de electrolito, que es de signo opuesto al del coloide ?
- 9.- Mencione al menos dos métodos ó técnicas experimentales diferentes a la que utilizó en el laboratorio, para floccular sistemas coloidales.
- 10.- Enuncie las reglas de Schulze - Hardy.
- 11.- ¿ Qué carga tenía la albúmina ?
- 12.- Mencione algunas aplicaciones de las propiedades eléctricas de los sistemas coloidales.

BIBLIOGRAFIA.LIBROS Y REFERENCIAS CONSULTADAS :

- (1) Arnold Weissberger, editor.  
Technique of Organic Chemistry. Physical Methods of Organic Chemistry. Vol. 1.  
Editorial Interscience Publishers, Inc., New York, 1945.
- (2) James, A.M.; Prichard, F.E.  
Practical Physical Chemistry.  
3a. edition. Ed. Longman. Great Britain, 1974.
- (3) Shaw, J. Duncan.  
Introducción a la Química de Superficies y Coloides.  
2a. edición. Ed. Alhambra. España, 1977.
- (4) Toral, Ma. Teresa.  
Fisicoquímica de Superficies y Sistemas Dispersos.  
2a. edición. Ed. Urmo. España, 1978.
- (5) Maron, Samuel.; Prutton, Carl F.  
Principios de Fisicoquímica.  
Ed. Limusa. México, 1978.
- (6) Adamson, W. Arthur.  
Physical Chemistry of Surfaces.  
3a. edition. Ed. John Wiley & Sons. New York, 1976.
- (7) Levitt, E.P.  
Química Física práctica de Findlay.  
9a. edición. Ed. Reverté. España, 1979.
- (8) Jirgensons, B.; Straumanis, M.E.  
Compendio de Química Coloidal.  
1a. edición en Español. Ed. C.E.C.S.A. México, 1965.
- (9) Harkins, W. B.  
The Physical Chemistry of Surfaces Films.  
Ed. Reinhold. New York, 1952.

- (10) Glasstone, Samuel.  
Tratado de Química Física.  
7a. edición. Ed. Aguilar. España. 1966.
- (11) Guerasimov, Ya.; Dreving, E.; Eriomin, A., et tal.  
Curso de Química Física.  
2a. edición. Tomo I. Ed. Mir. Moscú. 1977.
- (12) Wallwork, S.C.; Grant, D.J.W.  
Physical Chemistry for Students of Pharmacy and Biology.  
3a. edition. Ed. Longman Inc. Hungary. 1977.
- (13) Warren, K. Lewis.; Lombard Squires.; Geoffrey Broughton.  
Industrial Chemistry of Colloidal and Amorphous Materials.  
Ed. MacMillan. New York. 1954.
- (14) Barzola, J.  
Tensioactivos y su aplicación en la Industria.  
Ed. Gorfies. Sociedad Química de México. 1973.
- (15) Kirk, E. Raymond.; Othmer, F. Donald., et tal.  
Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 13 y 19.  
2nd. edition. Ed. John Wiley & Sons. U.S.A. 1964.
- (16) The Merck Index.  
8a. edition. Ed. Merck & CO. U.S.A. 1968.
- (17) Vogel, I. Arthur.  
Química Analítica Cuantitativa. Vol. I.  
ed. Kapeluz. 1960.
- (18) Crozco, Fernando.  
Análisis Químico Cuantitativo.  
8a. edición Ed. Porrúa. México. 1975.
- (19) Adam, Kensington Neil.  
The Physics and Chemistry of Surfaces.  
Ed. Dover Publications Inc. New York. 1968.

- (20) Maz Tena, E; Muntaner, Roig.  
Química Física. Vol. I y II.  
Ed. Alhambra España. 1972.
- (21) Voyutskii, S.S.  
Colloidal Chemistry Course.  
Ed. Mir. Moscú URSS. 1978.
- (22) McBain, J.W.  
Colloid Science.  
Ed. D.C. Heath. Boston. 1950.
- (23) Mysels, K.J.  
Introduction to Colloid Chemistry.  
Ed. Interscience. New York. 1959.
- (24) Jho, C.; Neelson, D., et tal.  
Effect of pressure on the surface tension of water : adsorption of hydrocarbon gases and carbon dioxide on water at temperatures between 0 and 50°C.  
J. Colloid Interface Sci. 65 (1), 141-54 (1978)
- (25) Vavruch, Ivan.  
On the predictions of total surface energy of pure liquids.  
J. Colloid Interface Sci. 73 (1), 267-9 (1980)
- (26) Toral, Ma. Teresa.; Garfias, F.J.  
Methods for determining surface and interfacial tension and their classification by interface symmetry.  
Rev. Soc. Quim. Mex. 24 (1), 10-22 (1980)
- (27) Korosi, Gabor.; Kovats, E.S.  
Density and surface tension of 83 organic liquids.  
J. Chem. Eng. Data 26 (3), 323-32 (1981)
- (28) Gaines, George L. Jr.  
On regular solution for interfacial tensions and Antonow's rule.  
J. Colloid Interface Sci. 66 (3), 593-594 (1978)

- (29) Christian, Sherril D.; Fhwall, Eric.  
Bubble pressure and Volume. A demonstration experiment.  
J. Chem. Educ. 55 (8), 536-7 (1978)
- (30) Arundel, Philip Anthony.; Bagnall, Robert David.  
The surface area of pendant drops.  
J. Phys. Chem. 81 (22), 2079-85 (1977)
- (31) Bagnall, Robert David.; Arundel, Philip Anthony.  
The profile area of pendant drops.  
J. Phys. Chem. 82 (8), 898-902 (1978)
- (32) Central Scientific Company. A division of Cenco Incorporated.  
Cenco - DuNouy Tensiometers. Cenco Nos. 70535 y 70545.
- (33) Harkins, W.D.; Jordan, H.F.  
A method for the determination of surface and interfacial tension  
from the maximum pull on a ring.  
J. Am. Chem. Soc. 52 (5), 1751-72 (1930)
- (34) Paluch, Maria.; Filek, Maria.  
Effect of para-substituted phenols on the surface potential  
and on the surface tension at the water/air interface.  
J. Colloid Interface Sci. 73 (1), 282-6 (1980)
- (35) Bennes, R.; Bou Karam, Elias.  
Adsorption of alcohols at an air-solution interface: a pseudo  
regular monolayer model.  
J. Colloid Interface Sci. 81 (2), 304-10 (1981)
- (36) Martínez, Ma. de Jesús.  
Irritación provocada por los productos parentales, estudio fisicoquímico  
de la misma y su relación en la biodisponibilidad del fármaco.  
Tesis de M. en F. División de Estudios de postgrado. Facultad de Química  
U.N.A.M. 1981.

- (37) Gaines L. George, Jr.  
The thermodynamic equation of state for insoluble monolayers. 1.  
Uncharged films.  
J. Chem. Phys. 69 (2), 924-29 (1978)
- (38) Ross, Sydney.; Chen, E.S.  
Adsorption and thermodynamics at the liquid-liquid interface.  
Ind. and. Eng. Chem. 57 (7), 40-52 (1965)
- (39) Little, Ralph C.  
Correlation of surfactant hydrophile-lipophile balance (HLB) with  
solubility parameter.  
J. Colloid Interface Sci. 65 (3), 587-8 (1978)
- (40) Marzall, Leszek.  
The effective hydrophile-lipophile balance of nonionic surfactants in  
the presence of additives.  
J. Colloid Interface Sci. 65 (3), 589-91 (1978)
- (41) Trogus, F.J.; Schechter, R.S.; Wade, W.H.  
A new interpretation of adsorption maxima and minima.  
J. Colloid Interface Sci. 70 (2), 293-305 (1979)
- (42) Crisp, P.T.; Eckert, J.M., et tal.  
An extraction-spectrophotometric method for the determination of  
nonionic surfactants.  
Anal. Chim. Acta 123, 355-7 (1981)
- (43) Llenado, R.A.; Jamieson, R.A.  
Surfactants.  
Anal. Chem. 53 (5), 174-RB2R (1981)
- (44) Li, Zhi-Ping.; Rosen, Milton J.  
Two-phase mixed indicator titration method for determination of anionic  
surfactants.  
Anal. Chem. 53 (9), 1516-19 (1981)

- (45) Motomizu, Shoji.; Fujiwara, Sigeru., et tal.  
Solvent extraction-spectrophotometric determination of anionic surfactants with ethyl violet.  
Anal. Chem. 54 (3), 592-7 (1982)
- (46) Preston, C. Walter.  
Some correlating principles of detergent action.  
J. Phys. Colloid Chem. 52, 84-97 (1948)
- (47) Sellers, E.M.; Khow, V.; Dolman, L.  
Comparative drug adsorption by activated charcoal.  
J. Pharm. Sci. 66 (11), 1640-1 (1977)
- (48) Nunn, Craig.; Schechter, Roberts.; Wade, William H.  
A direct method for measuring adsorption from solution onto solids.  
J. Colloid, Interface Sci. 80 (2), 598-605 (1981)
- (49) Urano, Khoei.; Koichi, Yoshinobu., et tal  
Equilibria for adsorption of organic compounds on activated carbons in aqueous solution. I. Modified Freundlich isotherms equations and adsorption potentials of organic compounds,  
J. Colloid Interface Sci. 81 (2), 477-85 (1981)
- (50) Jochsberger, T.; Cutie, A.J.  
Potential errors in determining Freundlich and Langmuir constants from adsorption isotherms : A response to comments.  
J. Pharm. Sci. 71 (1), 125-6 (1982)
- (51) Rahman, M.A.; Easu, S.K., et tal.  
Comparison of methods of determination of specific surface area using samples of cupric oxide, ferric, and alumina powders.  
J. Colloid Interface Sci. 85 (2), 452-6 (1982)
- (52) Gu, Tiren.  
The application of the modified BET equation to multimolecular adsorption from solution.  
J. Colloid Interface Sci. 85 (2), 601-3 (1982)

- (53) Barouis, Jerry.  
Colloid Systems.  
J. Chem. Educ. 57 (8), 602-5 (1980)
- (54) Fritberg, E. Stig.; Eendiksen, Beverly.  
A simple experiment illustrating the structure of association colloids.  
J. Chem. Educ. 56 (8), 553-555 (1979)
- (55) Chiu, Grace.  
The preparation of monodisperse zinc sulfide sols.  
J. Colloid Interface Sci. 82 (1), 309-10 (1981)
- (56) Galembeck, F.; Robilotta, P.R.; Pinheiro, E.A., et tal.  
Rapid sedimentation under gravity. Basic theory and experimental demonstrations.  
J. Phys. Chem. 84 (1), 112-15 (1980)
- (57) Gur, Yigal.; Ravina, Israella.; Babchin, Alexander J.  
On the electrical double layer theory. I. A numerical method for solving a generalized Poisson - Boltzmann equation.  
J. Colloid Interface Sci. 64 (2), 326-32 (1978)
- (58) Stol, R.J.; De Bruyn, P.L.  
Thermodynamic stabilization of colloids.  
J. Colloid Interface Sci. 75 (1), 185-198 (1980)



BIBLIOGRAFIA.LIBROS Y REFERENCIAS NO CONSULTADAS QUE A JUZGAR POR EL TITULO  
DEL MISMO, SE CONSIDERA QUE SON IMPORTANTES :

- 1.- Gaines, G.L. " Insoluble monolayers at liquid-gas Interfaces. ed. Interscience. 1966.
- 2.- Rosen, Milton J. Surfactants and Interfacial Phenomena. ed. John Wiley. New York. 1978.
- 3.- Carriere, G. Dictionary of surface active agents, cosmetics and toiletries. ed. Elsevier. Amsterdam. 1978.
- 4.- Abramzon, A.A.; Bocharov, V.V.; Galvoi, G.M., et tal. Surfactants. Handbook. Leningrad, USSR. 1979.
- 5.- Hanser, Carl. Surfactant Handbook. Munich, Fed. Rep. Ger. 1978.
- 6.- Fisher-Blunk, L. Lipids and Surfactants. Fed. Rep. Ger. 1979.
- 7.- Lucassen-Reynders, E.H. Surfactant Science Series, Vol. 11 : Anionic Surfactants - Physical Chemistry of Surfactant action. ed. Dekker. New York. 1981.

- 8.- Schwartz, Anthony., Ferry, James W., et tal.  
Surface Active Agents and Detergents. Vol. 2  
Robert E. Krieger Publishing Co. New York. 1977.
- 9.- Helman, J.  
Farmacotecnia Teórica y Práctica. Tomos II y VI.  
1a. edición. ed. C.E.C.S.A. México. 1981.
- 10.- Abramzom, A.A.  
Surfactants : Properties and Use.  
2nd. edition. Leningrad, USSR. 1981.
- 11.- Fujimoto, Takehiko.  
New Introduction to Surfactants.  
Osaka, Japan. 1981.
- 12.- Rosen, Milton J.  
Systematic Analysis of Surface Active Agents.  
ed. Series Memograph. U.S.A. 1974.
- 13.- Matil, F. Karl.; Norris, A. Frank., et tal.  
Bailey's Industrial Oil and Fat Products.  
3a. edition. ed. Interscience Publishers. U.S.A. 1964.
- 14.- Lochman, L.; Lieberm, A. H.  
The teoria and practice of Industria Pharmacy.  
2nd. edition. ed. Lean and Febinger. Philadelphia. U.S.A. 1972.
- 15.- Longman, G. F.  
The analysis of detergents and detergent products.  
ed. John Wiley and Sons. Great Britain. 1978.
- 16.- Remington's Pharmaceutical Sciences.  
15 th. edition. ed. Mack Publishing Company. U.S.A. 1975.
- 17.- Farrot, E. L.  
Farmaceutical technology. Fundamental Practice.  
3a. edition. ed. Burgess Publishing Company-Mincepills. U.S.A. 1971.

- 18.- Distasio, J.I.  
Chemical Technology Review, No. 192 : Surfactants, Detergents, and Sequestrants.  
ed. Noyes Data Corp. New York. 1981
- 19.- Goodrich, F.C.; Rusanov, A.I.  
The Modern Theory of Capillarity : To the Centennial of Gibbs' Theory of Capillarity.  
ed. Akad.-Verlag. Berlin. Ger. Dem. Rep. 1981
- 20.- Attwood, D.; Florence, A.T.  
Surfactant Systems : Their Chemistry, Pharmacy and Biology.  
ed. Chapman & Hall. London.UK. 1982.
- 21.- Mittlal, K.L.; Fendler, E.J., editors.  
Solution Behavior of Surfactants. Theoretical and Applied Aspect. Vol. 2  
ed. Plenum Press. New York. 1982.
- 22.- Rowlinson, J.S.; Widom, B.  
Molecular Theory of Capillarity.  
ed. Oxford Univ. Press. New York. 1982.
- 23.- Bogdanov, O.S.; Col'man, A.M.; Kokovskii, I.A., et tal.  
Physicochemical Principles on the Flotation Theory.  
Moscow. USSR. 1983.
- 24.- Mittlal, K.L.; Lindman, B  
Surfactants in Solution. Vol. 2  
ed. Plenum Press. New York. 1984.
- 25.- Chao, Cheng Chen.  
Surface Chemistry.  
Fu Wen Book Store. Tainan. Taiwan. 1981.
- 26.- Greeg, S.J.; Sing, K.S.W.  
Adsorption, Surface Area and Porosity.  
2nd. edition. ed Academic Press. London. 1982.
- 27.- Oscik, Jaroslaw.  
Adsorption.  
ed. Ellis Horwood Ltd. Chichester, UK. 1982.

- 27.- Cscik, Jaroslaw.  
Adsorption.  
ed. Ellis Horwood Ltd. Chichester, UK. 1982.
- 28.- Hayward, D.O.; Trapnell, M.B.W.  
Chemisorption.  
2nd. edition. ed. Butterworth & Co. London. 1964.
- 29.- Ross, S.; Oliver, J.P.  
On Physical Adsorption.  
ed. Interscience Publisher, Inc. New York. 1964.
- 30.- Emmett, P.H.  
Catalysis. Vol. I.  
ed. Reinhold Publishing Corporation. New York. 1955.
- 31.- Strazhesko, D.N.  
Adsorption and Adsorbents. No. 6.  
ed. Naukova Dumka. Kiev, Ukr. USSR. 1978.
- 32.- Dubinin, M.M.; Serpinski, V.V.  
Adsorption in Micropores.  
Moscow. USSR. 1983.
- 33.- Paderewski, Mscislaw Leon.  
Adsorption and Adsorbents.  
Pol. 1980.
- 34.- Vorozhbitova, L.N.; Cherepov, A.G.  
Determination of sorption characteristics by a Chromatographic Method :  
Synopsis of Lectures.  
Leningrado. USSR. 1983.
- 35.- Ruthven, Douglas M.  
Principles of Adsorption and Adsorption Processes.  
ed. John Wiley and Sons. New York. 1984.

- 36.- Prutton, M.  
Surface Physics. Oxford Physics Series.  
ed. Oxford University Press. Great Britain. 1975.
- 37.- Gregg and Sing.  
Adsorption. Surface Area and Porosity.  
ed. Academic Press. London. 1967.
- 38.- Bond, G.C.  
Catalysis by Metals.  
ed. Academic Press, Inc. New York. 1962.
- 39.- Kadaner, L.I.  
Physical and Colloid Chemistry : Laboratory Manual.  
Moscow. USSR. 1977.
- 40.- Matijevic, Egon.  
Surface and Colloid Science. Vol. 10.  
ed. Plenum New York. 1978.
- 41.- Davison, Alex M.  
Dialysis Review.  
ed. J.B.Lippincott Co. Philadelphia. Pa. 1978.
- 42.- Frost, T.H.  
Technical aspects of renal Dialysis.  
ed. Pitman Medical : Tunbridge Wells. Eng. 1978.
- 43.- Parsons, Frank M.  
Twenty Years of Dialysis.  
Dial. Rev. 1-10. Eng. Edited by Davison, Alex M. Pitman Med. Tunbridge  
Wells. Eng. 1978.
- 44.- Rebinder, P.A.  
Selected Works : Surface Phenomena in Dispersed Systems, Colloid Chemistry.  
Nauka, Moscow. USSR. 1978.

- 45.- Good, Robert J.; Strombery, Robert. J.  
Surface and Colloid Science : Experimental Methods. Vol. II.  
ed. Plenum. New York. 1979.
- 46.- Zakharchenko, V.N.  
Collection of Problems and Exercises in Physical and Colloid Chemistry.  
Moscow. URSS. 1978.
- 47.- Balezin, S.A.  
Practical Course in Physical and Colloid Chemistry.  
5 th ed. Moscow. USSR. 1980.
- 48.- Luk'yanov, A.F.  
Physical and Colloid Chemistry.  
Moscow. USSR. 1980.
- 49.- Gameeva, O.S.  
Collection of Problems and Exercises in Physical and Colloidal Chemistry.  
3rd. ed. Moscow. USSR. 1980.
- 50.- Lipatnikov, V.E.; Kazakov, K.M.  
Physical and Colloid Chemistry.  
3er. ed. Moscow. USSR. 1981.
- 51.- Menkovskii, M.A.; Shvart, L.A.  
Physical and Colloidal Chemistry.  
Moscu. USSR. 1981.
- 52.- Pinter, J.; Walfram, E.  
Proceedings of the 3rd Conference on Colloid Chemistry.  
Siofok, 13-16 April 1981. ed. Eotvos Lorand Tudomaryegy Budapest. Hung. 1981.
- 53.- Kruyt.  
Colloid Science. 2 Vols.  
ed. Elsevier. Amsterdam. 1952.

- 4.- Alexander y Johnson.  
Colloid Science.  
ed. Cxford University Press. London. 1949.
- 55.- Ishchuk, Yu. L.; Fuks, I.G.  
Bibliography of works of profesor G.I.Fuks : Colloid Chemistry, Colloids  
Chemistry of Petroleum and Petroleum Products, and Lubricating Materials.  
Kiev. USSR. 1981.
- 56.- Cadle, R.D.  
Particle size determination.  
ed. Interscience. 1955.
- 57.- Steinback, Ctto F.; King, Cecil V.  
Experiments in Physical Chemistry.  
ed. American Book Company. U.S.A. 1950.
- 58.- Hauser, E.A.; Lynn, J.E.  
Experiments in Colloid Chemistry.  
ed. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 1940.
- 59.- Paus, K.F.  
Molecular-Kinetic, Optical and Electrokinetic Properties of  
Disperse Systems.  
Moscow. USSR. 1981.
- 60.- Logaly, Gerhard.; Mueller, F. Horst., et tal.  
Progress in Colloidal and Polymer Science.  
Editors Dietrich Steinkopff Verlag. Darmstadt, Germany. 1978.
- 61.- Einstein, Albert.  
Investigations on the Theory of Brownian Movement.  
ed. Methuen. 1926.
- 62.- Tickerson, R.E.; Geis, I.  
The Structure and action of Proteins.  
ed. Harper & Row Publishers, Incorporated. New York. 1969.

- 63.- Radlo, R.L.  
Particle Size - Theory and Industrial Applications.  
ed. Reinhold. 1965.
- 64.- Flory, P.J.  
Principles of Polymer Chemistry.  
ed. Cornell University Press, Ithaca. New York. 1953.
- 65.- Purton, E.F.  
The Physical Properties of Colloidal Solutions.  
3a. edition. ed. Longmans Green & Co. London. 1938.
- 66.- Overbeek, J. Th.C.  
Technical applications of colloid science. Emulsions, latices, dispersions.  
Edited by Pecher, Paul. New York 1978.
- 67.- Everett, D.H.  
Specialist Periodical Reports. Colloids Science. Vol. 3.  
ed. Chem. Soc. London, Eng. 1979.
- 68.- Sato, Tatsuo.; Ruch, Richard.  
Stabilization of colloidal dispersions by polymer adsorption.  
ed. Dekker. New York. 1980.
- 69.- Kulikova, R.M.; Babkina, R. Ya.  
Electric properties and stability of colloidal systems.  
Barnaul. USSR. 1980.
- 70.- Hunter, Robert J.  
Colloid Science : Zeta potential in colloid science. Principles  
and applications.  
ed. Academic Press. London. 1981.
- 71.- Malakhova, A. Ya.  
Physical and Colloidal Chemistry.  
Minsk. USSR. 1981.



- 6.- Abramson, H.A.  
Electrokinetic Phenomena.  
ed. Reinhold Publishing Corp. New York. 1934.
- 7.- Overbeek, J.Th. G.; Lyklema, J.M.Bier.  
Electrophoresis.  
ed. Academic Press. New York. 1959.
- 74.- Abramson, H.A.; Moyer, L.S.; Gorin, M.H.  
Electrophoresis of proteins.  
ed. Reinhold Publ. Co. New York. 1942.
- 75.- Pull, H.B.  
Physical Biochemistry.  
2nd. edition. ed. John Wiley. New York/Chapman & Hall Ltd. London. 1951.
- 76.- Verwey, E.J.W.; Overbeek, J. Th. G.  
Theory of the Stability of Lyophobic Colloids.  
ed. Elsevier. 1948.
- 77.- Ninham, B.W.; Overbeek, J.Th.G.; Zettlemoyer, A.C., editors.  
Advances in Colloid and Interface Science, Vol. 16 : Interaction of  
Particles in Colloidal Dispersions, Pt. A (A collection of paper based  
on the lectures presented at the TUTAM-IUPAC. Symposium, Canberra, 16-21  
March 1981.  
ed. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam Neth. 1982.
- 78.- Clicksman, Martin.  
Food Hydrocolloids. Vol. I.  
ed. CRC Press, Inc. Boca Raton Florida. 1982.
- 79.- Sonntag, Hans.  
Colloids.  
Warsaw. Pol. 1982.
- 80.- Dickinson, E.; Stainsby, G.  
Colloids in Food.  
ed. Elsevier. Amsterdam. Neth. 1982.

- 81.- Prolov, Yu. G.  
Course in Colloidal Chemistry : Surface Phenomena and Disperse Systems.  
Moscow. USSR. 1982.
- 82.- Baranova, V.I.; Bibik, E.E.; Kozhevnikova, N.M., et tal.  
Laboratory Course on Colloidal Chemistry.  
Moscow. USSR. 1983.
- 83.- Lavrov, I.S.  
Practical Course in Colloidal Chemistry.  
Moscow. USSR. 1983.
- 84.- Kadaner, L.I.  
Physical and Colloidal Chemistry.  
2nd. edition. Kiev. USSR. 1983.
- 85.- Lekner, J.; Henderson, J.R.  
Surface Tension and energy of classical liquid - vapor interface.  
Mol. Phys., 34 (2), 333-59 (1977)
- 86.- Popov, G.; Poniaotova, S.  
Method for the simultaneous measurement of the density and the surface  
tension coefficient of liquids.  
Plovdiv 23 (3), 65-70 (1976)
- 87.- Regnier, P.  
Surface tension and surface energies.  
Handb. Surf. Interfaces 2, 1-64 (1978)
- 88.- Muratov, G.N.  
Surface tension of liquids in a wide temperature range.  
Zh. Fiz. Khim. 52 (9), 2353-5 (1978)
- 89.- Semerchenko, V.K.; Pugachevich, N.P.  
Temperature dependence of surface tension.  
Zh. Fiz. Khim. 52 (11), 2972-3 (1978)
- 90.- Tokai University.  
Dynamic properties of liquid surfaces and related phenomena.  
Hyomen 17 (2), 138-51 (1979)

- 91.- Vargaftik, N.B.; Volkov, E.N.; Volgak, L.D.  
International tables of the surface tension of water.  
Teploenergetika 5, 73-4 (1979)
- 92.- Devaraj, N.  
A cryostat for the measurement of surface tension of liquids at low temperatures.  
Indian J. Pure Appl. Phys. 16 (8), 782-3 (1978)
- 93.- Vitol, E.N.; Orlova, K.B.  
Temperature dependence of vapor pressure and surface tension of liquids.  
Zh. Fiz. Khim. 53 (5), 1284-8 (1979)
- 94.- Khlynov, V.V.; Terskov, Yu. I., et tal.  
Kinetics of the ascent of a liquid in a cylindrical capillary.  
Zh. Fiz. Khim. 53 (7), 1830-2 (1979)
- 95.- Brushtein, A.I.  
Simple liquid surface structure and surface tension.  
Adv. Colloid Interface Sci. 11 (4), 315-74 (1979)
- 96.- Semenchenko, V.K.; Pugachevich, N.P.  
Temperature dependence of surface tension.  
Fiz. Mezhfaznykh Yavlenii 2 32-7 (1977)
- 97.- Zadumkin, S.N.; Badakhov, Kh.I.  
Fluctuations of the surface tension of solutions.  
Fiz. Mezhfaznykh Yavlenii 2, 62-6 (1977)
- 98.- Cimpl, Zdenek.; Tulka, Jiri.; Kosek, Frantisek., et tal.  
Determination of surface tension of liquids and apparatus.  
Czech. 180, 206 (Cl. G01N13/02 ) 1 15 Aug 1979, Appl. 75/654,03 Feb 1975;4 pp.
- 99.- Filippov, L.P.  
Surface tension of liquid.  
Zh. Fiz. Khim. 54 (3), 744-6 (1980)

- 100.- Levine, Samuel.; Lowdes, James., et tal.  
A theory of capillar rise of a liquid in a vertical cylindrical tube and in a parallel plate channel. Washburn equation modified to account for the meniscus with slippage at the contact line.  
J. Colloid Interface Sci. 73 (1), 136-51 (1980)
- 101.- Zanker, Adam.  
Estimate surface tension changes for liquids.  
Hydrocarbon Process., Int Ed. 59 (4), 207-8 (1980)
- 102.- Straub, J., Rosner, H; Griggull, V.  
Surface tension of normal and heavy water.  
Wearme-Stoffuebertrag 13 (4), 241-52 (1980)
- 103.- Peiris, M.G.C.; Tennakone, K.  
Rate of rise of a liquid in a capillary tube.  
Am. J. Phys. 48 (5), 415-16 (1980)
- 104.- Lo. Chien-Chu.  
Measurement of surface tension.  
Ying Yung Chiech Mien Hua Hsueh 7, 17-25 (1980)
- 105.- Hartland, S.; Ramakrishnan, S.  
Wall effect in measurement of surface tension of capillar rise.  
Europhys.Conf.abstr. 1980, 3F (Phys.Chem.Hydrodyn.3 (PCH-80) 149-54
- 106.- Rillaerts, W.; Joops, P.  
The dynamic contact angle.  
Chem. Eng. Sci. 35 (4), 883-7 (1980)
- 107.- Guerrero, M.I.  
Gradient theory of surface tension of water.  
Ind. Eng. Chem. Fundam. 19 (3), 309-11 (1980)
- 108.- Grinavasan, G.M.; Ramesh, R., et tal.  
On temperature dependence of surface tension.  
Acta Cienc. Indica (Ser.) 61 (1), 4-6 (1980)

- 109.- Antoniadis, E.C.; Godwin, R.; Lin, S.P.  
A new method of measuring dynamic surface tension.  
J. Colloid Interface Sci. 77 (2), 583-5 (1980)
- 110.- Pokvisnev, Yu.V.; Grigor'ev, G.A., et al.  
Study of the thermocapillary effect on a drop of liquid in the capillary and on gas bubbles in the liquid.  
Zavod. Lab. 46 (6), 527-9 (1980)
- 111.- Lundina, V.G.; Kononeuko, V.I., et al.  
Study of the surface tension of pure organic liquids.  
Kolloidn. Zh. 42 (6), 1102-6 (1980)
- 112.- Sullivan, D.E.  
Surface tension and contact angle of a liquid-solid interface.  
J. Chem. Phys. 74 (4), 2604-15 (1981)
- 113.- Sastny, R.C.  
Vapor pressure and surface tension of hydrocarbons.  
Chem. Petro-Chem. J. 11 (9), 27-37 (1980)
- 114.- Prasad, D.H.L.  
Estimation of surface tension of pure liquids.  
J. Indian Inst. Sci. 62 (9), 171-7 (1980)
- 115.- Lebovka, N.I.; Mank, V.V.  
Evaluation of the contribution of electrostatic interactions to the surface tension of water.  
Ukr. Fiz. Zh. 26 (3), 508-10 (1981)
- 116.- Banerji, B.K.  
Physical significance of contact angles.  
Colloid Polym Sci. 259(3), 391.A (1981)
- 117.- Hartland, S.; Ramakrishnan, S.  
Measurement of interfacial tension using differential capillary rise.  
Comun. Jorn. Com. Esp. Deterg., 12 th 1981, 419-34

- 118.- Svoboda, Vaclav.; Charvatova, Vladimira.  
Calculation of surface tension from the heat of vaporization.  
Chem. Prum. 31 (5), 225-9 (1981)
- 119.- Tsu, K.  
The surface - tension and surface - wandering problem.  
Phys. Lett. A. 84 A (7), 378-82 (1981)
- 120.- Muratov, G.N.  
Calculation of the surface tension of binary solutions using data on  
the capillary constant.  
Fazov. Prevrashcheniya i Neravnovesn. Frotssesy, Sverdolvsk 99-102 (1980)
- 121.- King, David A.; Richardson, N.V., et tal.  
Recent advances in surface science.  
Phys. Bull. 32 (9), 288-91 (1981)
- 122.- Grant, Martin.; Desai, Rashmi C.  
Surface tension of a molecular fluid. Many body potential.  
Mol. Phys. 43 (5), 1035-41 (1981)
- 123.- Tokmakova, A.; Egorova, D., et tal.  
Formulas of the temperature dependence of coefficients of surface tension  
of some liquid substances.  
Izv. Akad. Nauk SSSR, Neor. Mater. 17 (11), 2095-9 (1981)
- 124.- Abramzon, A.A.; Kol'tsov, S.I.; Murashev, I.A.  
Surface tension of aqueous solutions of inorganic salts.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (1), 86-9 (1982)
- 125.- Grossmann, Heinrich.  
The phenomenon of surface tension.  
Naturwiss. Unterr., Phys./Chem. 30 (2), 44-7 (1982)
- 126.- Shelomentsev, A.M.; Shapoval, B.S.  
Methods for the determination of interphase and surface tension.  
Teplofiz. Svoistva Uglevodorodov i Nefteproduktov, M. 92-9 (1981)

- 127.- Plank, Martin.  
A surface free energy model for protein structure in solution:  
Hemoglobin equilibria.  
Colloids Surf. 1 (2), 139-49 (1980)
- 128.- Lunkenheimer, K.; Wantke, K.D.  
On the applicability of the du nouy (ring) tensiometer method  
for the determination of surface tensions of surfactant solutions.  
J. Colloid Interface Sci. 66 (3), 579-81 (1978)
- 129.- Joos, P.; Rillaerts, E.  
Theory on the determination of the dynamic surface tension with  
the drop volume and maximum bubble pressure methods.  
J. Colloid Interface Sci. 79 (1), 94-100 (1981)
- 130.- Neal, W. E. Z.  
Application of ellipsometry to surface films and films growth.  
Surf. technol. 6 (2), 81-110 (1977)
- 131.- Rayramli, E.; Huh, C.; Meason, S.G.  
Sphere tensiometry: Wall effects and correction factors.  
Can. J. Chem. 56 (6), 818-23 (1978)
- 132.- Roedel, Karlheinz.; Lunkenheimer, Klaus.  
Determinations of surface tension of pure liquids and surfactant  
solutions by the reflection method.  
Tenside Deterg. 15 (3), 135-9 (1978)
- 133.- Sohl, C.H.; Miyano, K.; Ketterson, J.B.  
Novel technique for dynamic surface tension and viscosity measurements  
at liquid-gas interfaces.
- 134.- Loglis, Giuseppe.; Ficalbi, Augusta.; Cini, Renato.  
The measurement of surface tension by the equilibrium " maximum pull "  
Wilhelmy plate method.  
Gazz. Chim. Ital. 1089 (3-4), 85-6 (1978)

- 135.- Garfias, F.J.; Torul, M.T.  
Surface and interfacial tension determination methods and its classification by symmetry of the interface. I. Proposed classification. Spherical symmetry interfaces. Axial symmetry interfaces (Stationary Systems).  
Rev. Soc. Quim. Mex. 22 (3), 108-21 (1978)
- 136.- Burkowsky, M.; Marx, C.  
Applications for the spinning-drop-technique for determining low interfacial tension.  
Tenside Deterg. 15 (5), 247-51 (1978)
- 137.- Bagnall, Robert David.  
A useful pendant drop parameter.  
J. Colloid Interface Sci. 67 (1), 78-89 (1978)
- 138.- Kurzendoerfer, C.P.  
Introduction to the determination of surface and interfacial tension using the drop volume method.  
Sump. "Methodes Determination Tens. Interfaciale", C.R , 1 st 3, 17 pp, (1977) (Ger).
- 139.- Attera, E.; Hartland, S.  
Measurement of interfacial tension by using the drop volume procedure.  
Sump. "Methodes Determination Tens. Interfaciale", C.R , 1 st 5, 29 pp (1977) (Fr)
- 140.- Levichev, S.A.  
Apparatus for measuring surface tension by light reflection from the meniscus.  
Fiz. Khim. (3), 85-9 (1978)
- 141.- Fainerman, V.B.  
Measurement of the dynamic surface elasticity in determining surface tension of solutions by the method of maximum pressure in a bubble.  
Kolloidn. Zh. 41 (1), 111-16 (1979)



- 12.- Moskov, V.A.; Koshurova, E.M.  
Taking into account surface elasticity in determining dynamic surface tension by the oscillating jet method.  
Kolloid. Zh. 41 (1), 77-82 (1979)
- 13.- Patterson, Robert. E.; Ross, Sydney.  
The pendant drop method to determine surface or interfacial tensions.  
Surf. Sci. 81 (2), 451-63 (1978)
- 14.- Kim, Myungkun.; Chang, Seihum.  
Effect of the curvature dependency of surface tension on pendular ring condensation calculations.  
J. Colloid Interface Sci. 69 (1), 34-44 (1979)
- 145.- Cantenford, D.R.; Taylor, R.J.  
Surfactant analysis with differential pulse tensammetry.  
J. Electroanal. Chem. Interfacial Electrochem. 98 (1), 25-36 (1979)
- 146.- Lunkenheimer, K.; Wantke, K.D.  
Efficiency of ring tensiometers in determining surface tension of tenside solutions unknown sources of error and their possible elimination.  
G.D.R. Tr.- Mezhdunar. Kongr, Poverkhn - Art. Veshchestvam, 7th, 1976 (Pub. 1978), 3, 40-51 (Ger). Nats, Kom. SSSR Puerkhn.- Art. Veschestvam, Moscow URRS.
- 147.- Ambwani Durga, S.; Fort, Tomlinsen, Jr.  
Pendant drop technique for measuring liquid boundary tensions.  
Surf. Colloid Sci. 11, 93-119 (1979)
- 148.- Furlong, B.N.; Hartland, S.  
Wall effect in the determination of surface tension using a Wilhelmy plate.  
J. Colloid Interface Sci. 71 (2), 301-15 (1979)
- 149.- Forina, Michele G.; Armanino, Carla.  
A detector for surface tension and Viscosity in flowing solutions.  
Ann. Chim. 69 (5-6), 335-47 (1979)

- 150.- Paddy, John F.  
Meniscuses formed by a cone at a free liquid surface.  
An absolute method of surface tension measurement.  
J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1 75 (12), 2827-38 (1979)
- 151.- Bartmuss, M.; Kurzendoerfer, C.P.  
Simplification of the Harkins and Jordan correction in the  
determination of the surface and interface tension by the  
ring method.  
Colloid polym. Sci. 258 (1), 99-101 (1980)
- 152.- Fel'dleifer, M.B.  
Automation of an analytical device for determining the surface  
tension of electrically conducting liquids.  
Nauch, Tr. Azerb. In-ta Nefti; Khimii (6), 90-4
- 153.- Kravchenko, Yu. A.  
Determination of interphase tension by the suspended drop method.  
Khim. Prom-st., Ser.: Khlornaya Prom-st. (1), 11 (1980)
- 154.- Fel'dman, I.N.; Malkova, I.V., et tal.  
Davice for measuring surface tension.  
Zh. Prikl. Khim. 53 (9), 2131-3 (1980)
- 155.- Ugarcic, Zanjeta; Vohra, Darshank., et tal.  
Measurement of surface tension using a vertical cone.  
J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1 77 (1), 49-61 (1981)
- 156.- Saidzhanov, A.T.; Klepikov, E.S.  
Determination of dynamic and static surface tensions of surfactant  
solutions during constancy of interfaces.  
Zavod. Lab. 47 (1), 30-2 (1981)
- 157.- Kisel, I.S.; Mal'ko, Dranchuk, M.M.  
Accuracy of the measurement of surface tension with respect to the  
method of maximum pressure in gas bubble.  
Zh. Fiz. Khim. 55 (2), 318-26 (1981)

- 58.- Lunkenheimer, K.; Wantke, K.F.  
Determination of the surface tension of surfactant solutions  
applying the method of Lecomte du nouy (Ring Tensiometer).  
Colloid Polym. Sci. 259 (3), 354-66 (1981)
- 159.- Pelov, B.T.  
Accurate determination of the surface tension of liquids.  
Implementation of the maximum bubble pressure method.  
Zh. Fiz. Khim. 55 (2), 533-5 (1981)
- 160.- Ohsawa, Toshihiko.; Ozaki, Tadao.  
New method for determination of surface tension of liquids.  
Rev. Sci. Instrum. 52 (4), 590-3 (1981)
- 161.- Baird, M.H.I.; Nirdosh, I.  
Surface and interfacial tensions measurement by drainage methods.  
Can J. Chem. Eng. 59 (3), 369-76 (1981)
- 162.- Zhu, Bu-Yao; Zhao, Guo-Xi.  
Measurement of surface and interfacial tension of liquids an  
introduction to the drop-volume method.  
Hua Hsueh Tung Pao (6), 21-6 (1981)
- 163.- Papeschi, Giorgio.; Bordini, Silvano.; Costa, Mariagrazia.  
Equilibrium surface tension measurement by the decreasing maximum  
bubble pressure method.  
Ann. Chim. 71 (7-8) 407-12 (1981)
- 164.- Titcomb, Stanley C.  
Dynamic surface tension on jet inks.  
Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. 20 (4), 680-4 (1981)
- 165.- Haller, W.  
Ellipsometry-A method for the characterization of thin films.  
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 85 (10), 847-51 (1981)
- 166.- Ashanin, V.S.; Levinskii, V.A.; Miroshnichenko, O.N.  
Device for the measurement the surface tension of a liquid.  
Zavod. Lab. 48 (1), 28-9 (1982)

- 167.- Boyle, Joseph, III.; Mautone, Alan J.  
A new surface balance for dynamic surface tension studies.  
Colloids Surf. 4 (1), 77-85 (1982)
- 168.- Shenai, V.A.; Ishwar, Usha.  
Surface tension of disperse dye solutions in chlorobenzene.  
Text. Dyer Printer 15 (23), 23-6 (1982)
- 169.- Robert, M.; Tava, P.  
On the temperature derivative of the surface tension at a critical point.  
J. Chem. Phys. 78 (5), 2557-60 (1983)
- 170.- Akmedov, A.G.  
Calculation of the heat of vaporization and surface tension of liquid  
n - alkenes. I.  
Deposited Doc. VINITI 2228-82 (1982)
- 171.- Martin Aguilar, A.; Rosello Segado, A.; Rodríguez Patiño, J.M., et tal.  
Determination of surface tension of mixtures at the boiling point.  
Ing. Quim. 15 (166), 127-32 (1983)
- 172.- Popov, E.A., Popova, T.V.  
Calculation of the surface tension of a liquid using a stalagmometer.  
Ukr. Khim. Zh. 49 (3), 239-42 (1983)
- 173.- Holly, Frank J.  
Novel methods of studying polymer surfaces by employing angle goniometry.  
Physicochem. Aspect Polym Surf. [Proc. Int. Symp.] 1, 141-54 (1983)
- 174.- Martyov, G.A.; Malev, V.V.; Gribanova, E.B.  
A Kinetics of the capillary rise of liquids.  
Kolloidn. Zh. 45 (2), 245-50 (1983)
- 175.- Thermostat for surface tension measurement.  
Toshiba Corp. Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 56 14,952 [83 14, 952] (Cl. B01L11/  
28 Jan 1983, Appl. 81/113, 512, 22 Jul. 1981.

- 176.- Strey, R.; Schemeling, T.  
Surface tension measurement for the n-alcohols in the temperature range from - 40 °C to + 40 °C.  
Ber. Bunsen - Ges. Phys. Chem. 87 (4), 324-7 (1983)
- 177.- Wang, Zihao.; Fu, Jufu.  
An equation for estimating surface tension of liquid mixtures.  
Proc.- Jt.Meet.Chem.Eng.,Chem.Ind.Eng.Soc.China Am.Inst.Chem.Eng. 1, 143-60 (1982)
- 178.- Eaus, K; Tejero, C.F.  
The surface tension of ionic liquids : a mechanical formula.  
Mol. Phys. 47 (5), 1211-25 (1982)
- 179.- Snitho, Yu. P.; Lyakishev, N.P.  
Evaluation of the surface tension of solutions.  
Zh. Fiz. Khim. 57 (1), 235-6 (1983)
- 180.- Ogino, Keizo.; Yamauchi, Hitoshi.; Shibayama, Toshiro.  
Interfacial properties of some amino acids in aqueous solutions.  
Yukagaku 31 (12), 1009-13 (1982)
- 181.- Kurilova, V.A.; Bykova, I.V.  
Evaluation of sizing quality by surface tension.  
Nov. v Tekhn. i Tekhnol. Otdelki Khlopchatobiun. Tkanety M. 14-18 (1982)
- 182.- Powles, J.G.; Fowler, R.F.; Evans, W.A.B.  
A new method for computing surface tension using a drop of liquid.  
Chem. Phys. Lett. 96 (3), 289-92 (1983)
- 183.- Koval'chuk, E. Yu.; Shekhatolina, S.A.  
Electrostatic contributions to the surface tension of polar liquids.  
Ukr. Fiz. Zh. 27 (10), 1528-34 (1982)
- 184.- Wu, Shinn Tyan.; Yan, Genn Shan.  
Surface tension of simple liquids.  
J. Chem. Phys. 77 (11), 5799-801 (1982)

- 185.- Rice, P.; Teja, A.S.  
The prediction of surface tension in mixtures of cryogenic liquids.  
Cryogenics 22 (11), 588-90 (1982)
- 186.- Ober, R.; Paz, L.; Taupin, C., et tal.  
Study of the surface tension of polymer solutions : Theory and experiments.  
Good solvent conditions.  
Macromolecules 16 (1), 50-5 (1983)
- 187.- Fainerman, V.B.; Lylyk, S.V.  
Effect of additions of electrolytes and nonelectrolytes on the kinetics of  
reduction of the surface tension of sodium alkylsulfate solutions.  
Kolloidn. Zh. 44 (6), 1141-50 (1982)
- 188.- Lunkenheimer, K.; Miller, R.; Becht, J.  
On the determination of dynamic surface tensions by means of a modified  
bubble pressure method.  
Colloid Polym. Sci. 260 (12), 1145-7 (1982)
- 189.- Rhodes - Robinson, P.F.  
Note on the effect of surface tension on water waves at an inertial surface.  
J. Fluid Mech. 125 , 375-7 (1982)
- 190.- Dadashev, R. Kh.; Ibragimov, Kh. I.; Savvin, V.S.  
Prediction of surface tension of multicomponent systems.  
Poverkhn. Svoistva Rasplavov, Kiev 6-11 (1982)
- 191.- Sing, Surjit.; Lark, Bhajan S.; Aggarwal, Suresh K.  
Surface tensions of mixtures of methanol, with acetic acid, acetone,  
chloroform, tolueno, and carbon tetrachloride.  
Indian J. Chem., Sect A 21A (12), 116-19 (1982)
- 192.- Martynov, G.A.; Malev, V.V.; Gribanova, E.E.  
Kinetics of the capillary rise of liquids.  
Kolloidn. Zh. 45 (2), 245-50 (1983)

- 193.- Magalinskii, V.B.  
Thermodynamic consequences of Kan-Hillard-Widom and Eotvos rules for  
the surface tension of a small drop.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (6), 1550-1 (1982)
- 194.- Muratov, G.; Skripov, V.P.  
Surface tension of carbon dioxide.  
Teplofiz. Vys. Temp. 20 (3), 596-8 (1982)
- 195.- Garfias, F.J.; Toral, M.T.  
Methods for the determination of surface and interfacial tensions and  
their classification by interfacial symmetry. III. Interfaces with two  
plane symmetry (steady-state and non steady-state systems), interfaces  
with one-plane symmetry, and asymmetric interfaces.  
Rev. Soc. Quim. Mex. 25 (5), 536-40 (1981)
- 196.- McLure, I.A.; Neville, J.F.  
An improved method of determining surface tension at low temperatures.  
J. Phys. E. 15 (6), 631-3 (1982)
- 197.- Sangiorgi, R.; Caracciolo, G.; Passerone, A.  
Factors limiting the accuracy of measurements of surface tension by the  
sessile drop method.  
J. Mater. Sci. 17 (10), 2895-901 (1982)
- 198.- Bayramli, E.; Mason, S.G.  
Some comments on sphere tensiometry.  
Colloid Polym. Sci. 260 (4), 452-3 (1982)
- 199.- Muratov, G.N.  
Surface tension and heat of evaporation.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (6), 1562-4 (1982)
- 200.- Israelachvili, J.N.  
Forces between surfaces in liquids.  
Adv. Colloid Interface Sci. 16, 31-47 (1982)

- 201.- Sharma, P.K.  
Simple relations for the temperature coefficient of surface tension and the volume dependence of viscosity coefficient in terms of the isochoric acoustical parameter and the pseudo-Grueneisen parameter of liquids.  
Acoust. Lett. 5 (6), 103-8 (1981)
- 202.- Gaspard, J.P.  
Electronic Structure and cohesion.  
Adv. Study Inst. Ser., Ser C. 87 (1982)
- 203.- Kochurova, N.N.  
Hydrogen bonding on the surface of water.  
Mol. Fiz. Biofiz. Vodn. Sist. 5, 152-7 (1983)
- 204.- Deshpande, P.A.; Datar, D.S.  
Structure of liquid water.  
Biovigyanam 2 (2), 167-9 (1983)
- 205.- Hemingway, Stephen J.; Rowlinson, Johns., et tal.  
The surface of tension of a drop of liquid.
- 206.- Marmur, Abraham.  
Minimal surface area as an equilibrium condition.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (2), 587-90 (1983)
- 207.- Moldover, M.R.; Gammon, R.W.  
Capillary rise, wetting layers, and critical phenomena in confined geometry.  
J. Chem. Phys. 80 (1), 528-35 (1984)
- 208.- Lucassen-Reynders, E.H.; Lucassen, J.  
Thin films, contact angles, wetting.  
NATO ASI Ser., Ser. E 75 (Sci Basic Flotation) 70-109 (1984)
- 209.- Petre, Georges.; Azouni, Maherzia Aza.  
Experimental evidence for the minimum of surface tension with temperature at aqueous alcohol solution/air interfaces.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 261-3 (1984)



- 210.- Evans, R.; Tarazona, P.  
Theory of condensation in narrow capillaries.  
Phys. Rev. Lett. 52 (7), 557-60 (1984)
- 211.- Miller, T.E.; Jr.; Meyer, W.C.  
Method for the measurement of dynamic surface tension.  
Am. Lab. (Fairfield, Conn.) 16 (2), 91-2, 94, 96, 98, 100 (1984)
- 212.- Brezin, Edouard.; Feng, Shechao.  
Amplitude of the surface tension near the critical point.  
Phys. Rev. B ; Condens. Matter 29 (1), 472-5 (1984)
- 213.- Celeda, Jiri.  
Contribution to the theory of parachor.  
Collect. Czech. Chem. Commun. 49 (2), 327-44 (1984)
- 214.- Weyburne, David William.  
The surface tension of the liquid-vapor interface.  
Diss. Abstr. Int. B 44 (9), 2770 (1984)
- 215.- Grigorov, L.  
Integral conditions of equilibrium of capillary surfaces.  
Dokl. Bolg. Akad. Nauk 37 (1), 55-8 (1984)
- 216.- Ramos, Joaquim Jose Moura.; Reisse, Jacques.  
The generalization of the Hildebrand relationship between the enthalpy of vaporization and the surface tension of liquids.  
Rev. Port. Quim. 26 (1), 61-4 (1984)
- 217.- Agrawal, D.C.; Menon, V.J.  
An experiment on surface tension using a double capillary method.  
Am. J. Phys. 52 (5), 472 (1984)
- 218.- Berg, T.G. Cwe.  
Kinetics of the dynamic interfacial tension.  
Tenside Deterg. 21 (2), 98-101 (1984)

- 219.- Grymzin, Yu. N.; Kuashnin, S. Ya.; Lotkhov, V.A. Malyusov, V.A.  
Surface tension of dilute aqueous solutions of ethanol, isopropanol,  
butanol, and acetone.  
Deposited Doc. VINITI 1696-83 (1982)
- 220.- Vilcu, Rodica.; Dimitriu, Elena.  
A correlation between surface tension and the adiabatic compressibility.  
Rev. Roum. Chim. 29 (1), 131-40 (1984)
- 221.- Seeto, Y.; Puig, J.E.; Scriben, L.E., et tal.  
Interfacial tensions in systems of three liquid phases.  
J. Colloid Interface Sci. 96 (2), 360-72 (1983)
- 222.- Tong. Jingshan.; Li, Jing.  
A new equation for the surface tension of liquid mixtures.  
Gongcheng Rewuli Xuebao 4 (3), 220-2 (1983)
- 223.- Saito, Masako., Yabe, Akihiko.  
Dispersion and polar force components of surface tension of oily soils.  
Text. Res. J. 54 (1), 18-22 (1984)
- 224.- Lunkenheimer, K.; Hartenstein, C., Miller, R  
Investigations on the method of the radially oscillating bubble.  
Colloids Surf. 8 (3), 271-88 (1984)
- 225.- Chan, C.; Mazumder, J.; Chen, M.M.  
A model for surface tension driven fluid flow in laser surface alloying.  
Laser Mater. Process., Conf. Proc. 150-7 (1983)
- 226.- Samsonov, V.M.  
Use of a thermodynamic theory of perturbations for calculating the  
surface tension of normal liquids.  
Vopr. Fiz. Formoobraz. i Faz. Prevrashch., Kalinin 84-90 (1983)
- 227.- Kochurova, N.N.; Rusanov, A.I.  
Nonequilibrium Thermodynamics of dynamic surface tension.  
Kolloidn. Zh. 46 (1), 9-14 (1984)

- 228.- Gaonkar, Anilkumar G.; Neuman, Ronald D.  
The effect of wettability of Wilhelmy plate and duMouy ring on interfacial tension measurement in solvent extraction systems.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 112-19 (1984)
- 229.- Eulou, J.; Raynal, J.M.; Vial, J.  
An interfacial tension treatment with an improved Good-Girifalco equation using solubility parameters.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 168-74 (1984)
- 230.- Lofgren, Hakan.; Neuman, Ronald D., et tal.  
Laser light- scattering measurements of interfacial tension using optical heterodyne mixing spectroscopy.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 175-83 (1984)
- 231.- Bogdanov, L.E.; Novikov, E.F.  
Measurement of interfacial tensions of systems with non-Newtonian rheology.  
Vopr. Fiz. Formobraz. i Faz. Prevrashch. Kalinin 104-7 (1983)
- 232.- Georgescu, L.; Vlad, Popa Nita.  
On a statistical description of the surface tension of a three dimensional liquid phase interface.  
An. Univ. Bucuresti, Fiz. 32, 11-16 (1983)
- 233.- Rao, N.V. Rama.; Baird, M.H.I.  
A simple technique for the measurement of surface and interfacial tension.  
Z. Phys. E. 16 (12), 1164-6 (1983)
- 234.- Jasnow, David.  
Some recent results in interfacial critical phenomena.  
J. Appl. Phys. 55 (6, pt. 2B), 2480-4 (1984)
- 235.- Shanahan, Martin E.R.  
Profile and contact angle of small sessile drops: a more general approximate solution.  
J. Chemm. Soc., Faraday Trans. 1 80 (1), 37-45 (1984)

- 236.- Legros, J.C.; Limbourg-Fontaine, M.C.; Petre, C.  
Influence of a surface tension minimum as a function of temperature on the Marangoni convection.  
Acta Astronaut. 11 (2), 143-7 (1984)
- 237.- Mikhal'kov, P.V.; Tinyakov, G.F.; Kozlova, L.V.  
Device for determination of the interfacial tension in a liquid-liquid system.  
U.S.S.R. SU 1,068, Tlb (Cl. G01N13/02), 23 Jan 1984, Appl. 3,383,081,  
21 Jan 1982. From Otkrytiya, Izobret., Prom. Obratzy, Tovarnye Znaki  
(3), 139 (1984)
- 238.- Tejero, C.F.; Rodríguez, M.J.; Eaus, M.  
Elastic surface waves and the structure of liquid surfaces.  
Phys. Rev. A 29 (4), 2179-85 (1984)
- 239.- Jho, C.; Carreras, M.  
The effect of viscosity on the drop weight technique for measurement of dynamic surface tension.  
J. Colloid Interface Sci. 99 (2), 543-8 (1984)
- 240.- Kisil, I.S.  
Measurement of the dynamic surface tension of aqueous solutions of surfactants.  
Zh. Fiz. Khim. 58 (5), 1239-41 (1984)
- 241.- Beriketov, A.S.; Belousov, V.N.; Mikitaev, A.K.  
Evaluation of surface tension of low-molecular weight liquids and polymers.  
Deposited Doc. (1982)
- 242.- Fisher, Matthew P.A.; Wortis, Michael.  
Curvature corrections to the surface tension of fluid drops: Landau theory and a scaling hypothesis.  
Phys. Rev. B; Condens Matter 29 (11) 6252-60 (1984)
- 243.- Shchegolev, G.G.; Trapeznikov, A.A.; Nikitin, S.G.  
Instrument for measuring low values of the interfacial tension by the droplet volume determination method.  
Kolloidn. Zh. 46 (2), 388-91 (1984)

- 244.- Abramzon, A.A.  
Calculations of systems containing surfactants by using Gibbs adsorption equation.  
Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Khim. Tekhnol. 20 (11), 1659-61 (1977)
- 245.- Motura, Kinsi.  
Thermodynamics of surface adsorption. Questions about the Gibbs equation for isothermal adsorption.  
Hyomen 15 (11), 649-61 (1977)
- 246.- Begum, A.J. Shamina.  
Nature of surface film on aqueous solution.  
Dacca Univ. Stud. 25 (2), 11-17 (1977)
- 247.- Baumer, Doris.; Mang, H.; Findenegg, G.H.  
Adsorption of polar molecules on surface of water.  
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 82 (9), 877-81 (1978)
- 248.- Okazaki, Sachiko.; Sugimitsu, Hidetoshi.  
Properties of a dynamic solution surface.  
Hyomen 16 (7), 387-98 (1978)
- 249.- Widom, B.  
Remarks on the Gibbs adsorption equation and the Van der Waals, Cahn-Hilliard theory of interfaces.  
Physcis A. 95 (1), 1-11 (1979)
- 250.- Starobinets, G.L.; Egorov, V.V.  
Nature of the Traube rule.  
Kolloidn. Z. 41 (2), 377-80 (1979)
- 251.- Tokai University.  
Dynamic properties of liquid surfaces and related phenomena.  
Hyomen 17 (2), 138-51 (1979)
- 252.- Vochten, R.; Petre, G.  
Minimum in surface tension-temperature curves of aqueous solutions of higher alcohols in correlation with some physicochemical properties of the solutions.  
Tr.-Mezhdunar. Kongr. Poverkhn. Art. Veshchestvam, 7th. 2 (II), 703-8 (1976)

- 253.- Sterberg, M.; Loejgren, H.  
A new instrument for measuring surface pressure.  
Rev. Sci. Instrum. 50 (9), 1098-100 (1979)
- 254.- Yakovlev, V.D.; Zaichenko, L.P.; Abramzon, A.A.  
Thermodynamic principles of micelle formation.  
Zh. Prikl. Khim. 52 (11), 2471-5 (1979)
- 255.- Zadumkin, S.N.; Badakhov, Kh. I.  
Fluctuations of the surface tension of solutions.  
Fiz. Mezhfaznykh Yavlenii. 2, 62-6 (1977)
- 256.- Ikeda, Shoichi.; Czek, Sumio.  
The Gibbs adsorption equation for aqueous solutions containing  
weak base.  
Chem. Soc. Jpn. 53 (7), 1837-41 (1980)
- 257.- Marwedel, Georg.  
Studies of calculation of surface tension curves within large  
concentration regions.  
Chem. Ztj. 104 (6), 183-7 (1980)
- 258.- Damaskin, B.B.; Kazarinov, V.E.  
The adsorption of organic molecules.  
Compr. Treatise Electrochem. 1, 353-95 (1980)
- 259.- Legrand, D.C.  
A trilogy on surfaces. II. On Gibb's adsorption equation and  
Antonow's law.  
Polym. Eng. Sci. 20 (17), 1164-5 (1980)
- 260.- Van Dormael, A.  
Micelles.  
Farm. Tijdschr. Belg. 57 (4), 257-81 (1980)
- 261.- Vernov, A.V.; Lopatkin, A.A.  
Thermodynamics of adsorption. IV. Thermodynamic description of  
adsorption from liquid solutions.  
Zh. Fiz. Khim. 55 (2), 438-44 (1981)

- 262.- Seemann, F.W.  
Surface tension of ethyl alcohol-water mixtures.  
PTB-Mitt. 91 (2), 95-100 (1981)
- 263.- Shinoda, Kozo.  
Criteria for micellar dissolution.  
J. Phys. Chem. 85 (22), 3311-12 (1981)
- 264.- Lyklema, J.  
Interaction forces in thin liquid films.  
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 85 (10), 826-33 (1981)
- 265.- Rusanov, A.I.  
Thermodynamics of micellar systems 1. Equilibrium distribution  
and surface tension of micelles.  
Kolloidn. Zh. 43 (5), 890-902 (1981)
- 266.- King, David.; Richardson, N.V.; Grimley, T.B.  
Recent advances in surface science.  
Phys. Bull. 32 (9), 288-91 (1981)
- 267.- Kitahara, Fumio.  
Adsorption. B. adsorption in solutions.  
Iwanami Koza Gendai Kagaku 16, 78-88, 224-5 (1980)
- 268.- Chatteraj, D.K.  
Interfacial phase and the Gibbs adsorption equation.  
Indian J. Chem., Sect. A 20A (10), (1981)
- 269.- Agibalova, N.G.; Sazomova, O.M.  
Determination of the critical, concentration of micelle formation  
of surfactants.  
Xhim. Prom. - St., Ser.: Metody Anal. Kontrolya Kach. Prod. Khim.  
Prom.-Sti, (11), 44-6 (1981)
- 270.- Everett, Douglas H.  
Thermodynamics of interfacial phenomena.  
Pure Appl. Chem. 53 (11), 2181-98 (1981)

- 271.- Motomura, Kinsi.; Iwanaga, Shinichro., et tal.  
From micellar solution.  
J. Colloid Interface Sci. 86 (1), 151-7 (1982)
- 272.- Damaskin, B.B.  
Isotherm of adsorption in a two-component system during a change in the molar fraction of adsorbate from  $N=0$  to  $N=1$ .  
Electrokhimiya 18 (5), 656-9 (1982)
- 273.- Wayner, Peter C., Jr.  
The interfacial profile in the contact line region and the Young-Dupre equation.  
J. Colloid Interface Sci. 88 (1), 294-5 (1982)
- 274.- Rusanov, A.I.  
The centennial of Gibbs' theory of capillarity.  
Mod. Theory Capillarity 1-18 (1981)
- 275.- Deryaguin, B.V.  
Some applications of Gibbs idea to the statistical thermodynamics of surface phenomena.  
Mod. Theory Capillarity 35-43 (1981)
- 276.- Dukhin, S.S.  
The dynamic adsorption layer and the analogs of the Marangoni-Gibbs effect.  
Mod. Theory Capillarity 83-106 (1981)
- 277.- Filek, Maria.; Paluch, Maria.; Waligora, Boleslaw.  
Electrical properties of the monolayers of p-phenol derivatives.  
J. Colloid Interface Sci. 89 (1), 166-9 (1982)
- 278.- Ikeda, Shoichi.  
The Gibbs adsorption isotherm for aqueous electrolyte solutions  
Adv. Colloid Interface Sci. 18 (1-2) 93-130 (1982)



- 275.- Pupachevich, P.F.; Bozorov, V.A.; Isanidi, M.G.  
Calculation of the composition of the surface layer and surface tension  
of organic solutions.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (6), 1479-82 (1982)
- 280.- Lundberg, Bo.  
A surface film study of the lateral packing of phosphatidylcholine  
and cholesterol.  
Chem. Phys. Lipids 31 (1), 23-32 (1982)
- 281.- Fainerman, V.B.; Lylyk, S.V.  
Dynamic surface tension and kinetics of adsorption in solutions of  
normal alcohols.  
Kolloidn. Zh. 44 (3), 598-604 (1982)
- 282.- Rillaerts, E.; Joos, P.  
Measurement of the dynamic surface tension and surface dilational  
viscosity of adsorbed mixed monolayers.  
J. Colloid Interface Sci. 88 (1), 1-7 (1982)
- 283.- O'Brien, R.N.; Visaisouks.; Davies, T.K., et al.  
A digitized multichannel surface balance.  
J. Phys. E. 15 (10), 1123-5 (1982)
- 284.- Ross, Sydney.; Morrison, Ian D.  
On the alleged ideality of Szyszkowski - Langmuir adsorption.  
J. Colloid Interface Sci. 91 (1), 244-7 (1983)
- 285.- International Union of Pure and Applied Chemistry.  
Reporting experimental pressure-area data with film balances.  
Pure Appl. Chem. 54 (11), 2189-200 (1982)
- 286.- Covello, P.; Helene, M.E. Marcondes.; Reeves, L.W.  
On the thickness of hydrophobic bilayers.  
J. Am. Chem. Soc. 105 (6), 1469-73 (1983)

- 287.- Tabony, J.; Ilor, A.; Drifford, M.  
Quasielastic neutron scattering measurements of monomer molecular motions in micellar aggregates.  
Colloid Polym. Sci. 261 (11), 938-46 (1983)
- 288.- Nikishov, V.I.  
Spreading of a film of surfactant.  
Inzh. - Fiz. Zh. 45 (6), 958-62 (1983)
- 289.- Dyatkina, S.L.; Chumakova, L.L., et tal.  
Trends in the coadsorption of butyl alcohol and formaldehyde.  
Elektrokhimiya 19 (12), 1603-7 (1983)
- 290.- Moebius, D.  
Light reflection by complex dye monolayers.  
J. Phys., Colloq (C10), 441-50 (1983)
- 291.- Gaines, G.L., Jr.  
Interface curvature corrections for film balance measurements.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 272-3 (1984)
- 292.- Ruckenstein, E.; Beunen, J.A.  
Can negative surface excesses of surfactant be a cause of minima in oil-water interfacial tension?  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 55-60 (1984)
- 293.- Lianos, Panagiotis.; Viriot, Marie Laure.; Jana Raoul.  
Study of the solubilization of aromatic hydrocarbons by aqueous micellar solutions.  
J. Phys. Chem. 88 (6), 1098-101 (1984)
- 294.- Kulkarni, Vitthal S.; Katti, Sushilendra S.  
Surface viscosity and pressure-area isotherms of mixed monolayers of hexadecoxypropanol with docosanoxypropanol at air-water interface.  
Indian J. Chem., Sect. A 22A (10), 861-6 (1983)

- 295.- Lane, J.E.;  
Adsorption from mixtures of miscible liquids.  
Adsorpt. Solution solid/liq. Interface 49-104 (1983)
- 296.- Holden, David A.  
Synthesis and spreading behavior of some reactive derivatives of  
long-chain alcohols and carboxylic acids.  
Can. J. Chem. 62 (3), 574-9 (1984)
- 297.- Dagan, Zeev.  
Spreading of films of adsorption on a liquid surface.  
Physico Chem. Hydrodyn. 5 (1), 43-51 (1984)
- 298.- Pallas, Norman Robert.  
Phase transitions in insoluble monolayers at the air/water interface.  
Diss. Abstr. Int. B 44 (9), 2768-9 (1984)
- 299.- Chang, W.V.; Chang, Y.M.; Wang, L.J., et.al.  
Study of spreading by ellipsometry.  
Org. Coat. Appl. Polym. Sci. Proc. 47, 9-13 (1982)
- 300.- Vanysek, Petr.; Buck, Richard P.  
New developments in liquid/liquid interface transport. A literature review.  
J. Electroanal. Chem. Interfacial Electrochem. 163 (1-2), 1-9 (1984)
- 301.- Kimenov, G.; Kostov, A.; Popov, G.  
Study of the surface tension of pure aqueous solutions of glucose.  
Sakh. Prom - st. (3), 50-1 (1984)
- 302.- Turner, G.J.  
A supercooled water layer on ice. Comments.  
Philos. Mag. A 48 (6), L45-L49 (1983)
- 303.- Pefilov, V.; Chadov, A.V.; Yakhnin, E.D.  
Method for estimating surface wetting.  
Poligrafiya (3), 26-7 (1984)
- 304.- Dunne, Lawrence J.; Bell, George M.; Combs, Leon L.  
Molecular theory of critical phenomena in aliphatic carboxylic acid monolayers.  
Int. J. Quantum. Chem. 25 (5), 795-808 (1984)

- 305.- Underwood, A.L.; Anacker, E.W.  
Organic counterions and micellar parameters : substituent effects in a series of benzoates.  
J. Phys. Chem. 88 (11), 2390-3 (1984)
- 306.- Vold, Marjorie J.  
The packing of n-alkyl chains in Gibbs monolayers.  
J. Colloid Interface Sci. 100 (1), 224-32 (1984)
- 307.- Jameson, G.J.  
Experimental techniques in flotation.  
NATO ASI Ser., Ser.E 75 (Sci. Basis Flotation), 193-228 (1984)
- 308.- Heinerth, Erich.  
The volumetric estimation of anionic surfactants.  
Surfactant Sci. Ser. 1977, 8 (Anionic surfactants: Chem. Anal.), 221-33
- 309.- Waters, J.; Taylor, C.G.  
The colorimetric estimation of anionic surfactants.  
Surfactants Sci. Ser. 1977, 8 (Anionics Surfactants: Chem Anal.), 193-220
- 310.- Yamaji, Jasuo.  
Recent development of a substitute for phosphate in detergents.  
Yukagaku 26 (8), 481-9 (1977)
- 311.- Lyapunov, N.A., et tal.  
Hydrophilic-lipophilic balance (HLB) and methods for its determination.  
Izv. Akad. Nauk Kaz. SSR, Ser. Biol. 15 (5), 74-80 (1977)
- 312.- Kozarac, Zlata.; Cosovic, Bozena.; Branica, Marko.  
Spectrophotometric determination of anionic surfactants in sea water.  
Mar. Sci. Commun. 1 (2), 147-63 (1975)
- 313.- Kunieda, Hironobu.  
Hydrophile-lipophile- balance of ionic surfactants containing two long-chain alkyl groups.  
Nippon Kagaku Kaishi (10), 1428-32 (1977)

- 314.- Hein, Helmut.  
Amphoteric surfactants: New Structures and applications.  
Parfums, Cosmet., Aromes 11 61-6, 69 (1976)
- 315.- Wang, Lawrence Z.; Ross, Robert G.; Wang, Mu Hao.  
Application and determination of surface - active agents. Part I : Cationic surfactants.  
Proc. Ind. Waste Conf. (32), 165-76 (1977)
- 316.- Raphael, L.  
Detergents and surfactants.  
Manuf. Che. Aerosol News 49 (2), 63,66, 69-70 (1978)
- 317.- Anghel, D.F.; Popescu, Georgeta.  
Anionic surfactant analysis from micellar solutions.  
Rev. Roum. Chim. 23 (2), 251-3 (1978)
- 318.- Eppert, Guenter.; Liebscher, Cert.  
A new variant of two-phase titration for determination of anionic surfactants.  
Z. Chem. 18 (5), 188-9 (1978)
- 319.- Despotovic, R.  
Physicochemical properties of systems with surfactants.  
Kem. Ind. 26 (10), 557-65 (1977)
- 320.- Vyskocil, J.; Hodul, P., et tal.  
Surfactants. Physicochemical properties of surfactants.  
Tenzidy 198-299 (1977)
- 321.- Blazej, A.  
Surfactants. Major concepts.  
Tenzidy 15-26 (1977)
- 322.- Markusovzka, E.; Paulovic, M; Novak, L.  
Surfactants. Analysis of surfactants.  
Tenzidy 300-52 (1977)

- 323.- Pergueiro, J.R.; Bao, M.; Casares, J.J.  
Determination of HLB of non-ionic dispersants by M.R. 1. Tween and span series.  
An. Quim. 74 (3), 529-30 (1978)
- 324.- Okamoto, Kikuhiko.; Takase, Yoshio.  
Effect of surfactants on the skin. IV. Effects of sodium alkyl sulfates with different alkyl chain length upon the skin.  
Shinshu Igaku Zasshi 24 (3), 243-50 (1976)
- 325.- Abramzon, A.A.; Colovina, N.L.; Zaichenko, L.P.  
Effect of surfactants on the contact angle.  
Kolloidn. Zh. 40 (2), 311-15 (1978)
- 326.- Elofsson, Arne.; Hjelte, Nils.  
Balanced amphoteric surfactants. Properties and synthesis.  
Parfums. Cosmet., Aromes 21, 57-9 (1978)
- 327.- Beunen, Joseph A.; Mitchell, D. John.; White, Lee R.  
Surface tension minimum in ionic surfactants systems.  
J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1 74 (10), 2501-17 (1978)
- 328.- Marszall, L.  
A rapid method for the determination of the efectiva HLB of nonionic surfactants.  
Pharmazie 33 (11), 762 (1978)
- 329.- Anon.  
Concentration [of] detergent solutions.  
Res. Discl. 177, 13 (1979)
- 330.- Shchukin, E.D.  
Surfactants and their effect on the properties of disperse systems.  
Vestn. Akad. Nauk SSSR (5), 78-95 (1978)

- 331.- Steinbach, H.  
Coadsorbate and water structures at the surface of aqueous surfactant solutions.  
Prog. Colloid Polym. Sci. 65, 77-82 (1978)
- 332.- Kallar, N.; Krznaric, I.; Cegel, Z.  
The mechanism of interactions between nonionic surface active agents and liophobic colloids.  
Colloid Polym. Sci. 257 (1), 75-80 (1979)
- 333.- Sugawara, Masao.; Isazawa, Keiko.; Kambara, Tomihito.  
Stalagmometric titration by using calcium myristate as a surface-active indicator.  
Bunseki Kagaku 27 (11), 737-8 (1978)
- 334.- Su, Yi-Shen.  
Surfactants an the general properties of their solutions.  
Hua Hsuen Tung Pao (2), 147-52 (1979)
- 335.- Hellmann, H.  
Defection and determination of anionic surfactants in waters and waste waters by IR spectroscopy.  
Fresenius'z. Chem. 293 (5), 359-63 (1978)
- 336.- Bergueiro, J.R.; Fao, M; Casares, J.J.  
Determiration of the HLB (Hydrophilic-Lyophilic Balance) of non-ionic dispersants by NMR. II.  
Brij and Miri Series. An. Quim. 74 (11), 1441-2 (1978)
- 337.- Snik, A.F.M; Crone, A.H.M.; Joos, P.; Kruger, A.J.  
Dynamic behavior of surfactants.  
J. Colloid Interface Sci. 70 (1), 147-8 (1979)
- 338.- Kariyone Takao.  
Surfactants 4 : Anionic and nonionic surfactants.  
Yushi 29 (8), 78-81 (1976)

- 339.- Kariyone, Takao.  
Surfactants 5 : Characteristics of cationic and amphoteric surfactants and aqueous solutions.  
Yushi 29 (9), 68-71 (1976)
- 340.- Kariyone, Takao.  
Surfactants. 1 . Basic characteristics and history.  
Yushi 29 (5), 68-72 (1976)
- 341.- Saito, Masako.; Harashi, Masako.; Yabe, Akihiko.  
Fundamental studies on detergency. I. Estimation of the surface tensions and their dispersion force componenets and polar force components of varius liquids and solids.  
Yuskagaku 28 (5), 328-33 (1979)
- 342.- Somasundaran, P.  
Physicochemical aspects of adsorption of surface active agents on minerals.  
Croat. Chem. Acta 52 (2), 67-86 (1979)
- 343.- Summ. B.D.; Goryunov, Yu. V.; Markina, Z.N.  
Effects on surfactants on equilibrium wetting.  
Croat. Chem. Acta 52 (2), 139-49 (1979)
- 344.- Dossou, K.G.; Pamart, B.  
Method for evaluating the eye irritation caused by shampoos and certain surface-active agents in the mouse.  
Labo-Pharma-Probl. Tech. 27 (286), 319-24 (1979)
- 345.- Gerson, Donald F.; Zajic, J.E.  
Microbial biosurfactantas.  
Process Biochem. 14 (7), 20-2, 29 (1979)
- 346.- Setsuda, Setsuko.; Itoh, Shinichi., et tal.  
Determination of polyoxyethylene nonionic surfactants by atomic absorption spectrophotometry.  
Elsei Yagaku 25 (4), 199-204 (1979)



- 347.- Lunkenheimer, K.; Miller, R.  
The purity of aqueous surfactant solutions and the dynamic surface tension behavior.  
Tenside Deterg. 16 (6), 312-16 (1979)
- 348.- Koiishi, Masumi.  
Interface activation and surfactants.  
Tos Gijutsu 18 (4), 118 (1979)
- 349.- Yakovlev, V.D.; Zaichenko, L.P.; Abramzon, A.A.  
Thermodynamic principles of micelle formation.  
Zh. Prikl. Khim. 52 (11), 2471-5 (1979)
- 350.- Mancini, Pierina.; Racanelli, Emanuele.  
Methods for determining nonionic surfactants.  
Riv. Merceol. 17 (2), 219-31 (1978)
- 351.- Danes, E. Julia; Casanovas, A.M.  
Application of mass spectrometry to the analysis of nonionic surfactants.  
Tenside Deterg. 16 (6), 317-23 (1979)
- 352.- Hayes, Michael E.; Bourrel, Maurice., et tal.  
Interfacial tension and behavior of nonionic surfactants.  
Soc. Pet. Eng. J. 19 (6), 349-56 (1979)
- 353.- Vilcu, Rodica.; Olteanu, Mihaela.  
Micellization of cationic-nonionic surfactant mixtures in aqueous solutions.  
Rev. Roum. Chim. 24 (3), 509-16 (1979)
- 354.- Kicshi, Masumi.  
Surface chemistry of pigments and its application to coloring of automobile paints.  
Tose Gijutsu 18 (11), 86-9 (1979)

- 355.- Marcell, L.  
The determination of the effective HLB of nonionic surfactants  
by a phenol titration. I : relation to cloud point.  
Fette, Seifen, Anstrichm. 82 (1), 40-5 (1980)
- 356.- Nagai, Toshio.; Sugiyama, Toyoki.  
Analysis of surface active agent.  
Bunseki (1), 55-60 (1980)
- 357.- Mamleev, R.A.; Panchenkov, G.M.  
Some characteristics of drop dispersion of aqueous solutions of  
surfactants.  
Zh. Fiz. Khim. 54 (1), 226-7 (1980)
- 358.- Zakrzewski, Zdzislaw.; Pietura, Anna.; Kietlinska-Zaleska, Ewa.  
Determination of the HLB number for surface-active substances  
by proton magnetic resonance measurements.  
Acta Pol. Pharm. 36 (3), 367-70 (1979)
- 359.- Shuleikin, V.V.  
Molecular and biological physics of the sea. I. Molecular  
physics of the sea.  
Morsk. Gidrofiz. Issled. (1), 141-4 (1979)
- 360.- Barbery, G.; Cecile, J.L.  
New methods of studying adsorption mechanisms in flotation.  
Ind. Miner. Mineralurgie. (2), 109-21 (1979)
- 361.- Ingram, B.T.  
Surface tensions of nonideal surfactant mixtures.  
Colloid Polym. Sci. 258 (2), 191-3 (1980)
- 362.- Serdyuk, A.I.; Kucher, R.V.; Zaitsev, S.N.  
Micellization in solutions of cationic surfactants.  
Kolloidn. Zh. 42 (2) 386-8 (1980)

- 363.- Okawa, Chinichiro.; Kominami, Eunshiro.; Kawase, Akira.  
Fita titrations of copper. lead and nickel with 1 - (2 - pyridylazo)  
-2 - naphtol or its copper chelate indicator in the presence of a  
surface active agent.  
Bunseki Kagaku 29 (4), 267-9 (1980)
- 364.- Britz, D.  
Single-drop tensammetry (for surfactants).  
Anal. Chim. Acta 327-30 (1980)
- 365.- Hurokova, Marta.; Pitter, Pavel.; Rybakova, Eliska.  
Interferences in the determination of low concentrations of  
cationic surfactants in waters.  
Vodni Hospod. B 29 (11), 282-5 (1979)
- 366.- Desnoyers, Jacques E.; Delisi, Rosario.; Perron, Gerald.  
Termochémistry of aqueous micellar systems.  
Pure. Appl. Chem. 52 (2), 433-44 (1980)
- 367.- Gurev J.A.; Tumanov, S.A.; Kurenman, J.M.  
Two-phase potentiometric titration of anioninc surfactants.  
Fiz.- Kim. Metody analiza (4), 25-8 (1979)
- 368.- Vinnikov, Yu.Ya.; Kostareva, L.A.  
Determinatoin of non-ionic surfactants by potentiometric titration  
with a polarized indicator electrode.  
Zh. Anal Khim. 35 (3), 547-50 (1980)
- 369.- Pilipenko, A.T.; Volkova, A.I.; Pshinko, G.W.  
Fluorescence method determining anionic surfactants in water.  
Khimiya i Tekhnol, Vody 1 (1), 35-9 (1979)
- 370.- Mang, H.; Findeneegg, G.H.  
Ellipsometric study of surfactant adsorption at the aqueous  
solution / air interface.  
Colloid Polym. Sci. 258 (4), 428-32 (1980)

- 371.- Nakayama, Hideo.  
Toxicity of cosmetics and detergents.  
Gekkan, Yakuji. 22 (7), 1273-7 (1980)
- 372.- Stache, Helmut.; Kosswig, Kurt.  
Detergents: from their chemistry to their technical application  
via colloidal chemistry. Tensioactivos: biodegradabilidad.  
Fis.-Quim. Apl., Jor. Com. Esp. Deterg. 11th. 231-54 (1980)
- 373.- Shtykov, S.N.  
Associates of chromophobic organic reagents with surfactants and  
their use in analysis.  
Organ. Reaktivy u Analize, Saratov. (315), 36-45 (1979)
- 374.- Ostapenko, V.P.; Ferunkov, J.A.; Kocherga, P.V.  
Calculation of dynamic surface tension of solutions of surfactants.  
Fovysh. Effektiun. Razrab, i. obogasheh. Rud. Mestorozhd.  
Kol'sk. P - Va, A patity. 100-4 (1979)
- 375.- Higuchi, Keiro.; Monra, Shigeharu.; Shimoishi, Yasuki., et tal.  
Spectrophotometric determination of anionic surfactants with  
1-Methyl -4- (4- diethylaminophenylazo) pyridinium iodide.  
Eunseki Kagaku. 29 (3), 180-3 (1980)
- 376.- Ehat, S. Rama.; Crisp, P.T.; Eckert, J.M.; Gibson, H.A.  
A spectrophotometric method for the determination of anionic  
surfactant at  $\text{MgL}^{-1}$  levels.  
Anal. Chim. Acta. 116 (1), 191-3 (1980)
- 377.- Shaginyan, A.A.; Bagdasaryan, V.V., et tal.  
Spectrophotometric and NMR studies of cooperative properties  
of micelles.  
Kolloidn. Zh. 42 (4), 799-802 (1980)
- 378.- MatejeKova, V.; Knazko, I.; Novak, L.  
Study of nonionic surfactants. V. Reactions between the  
critical concentration for micelle formation and the surface  
tension of aqueous surfactants solutions.  
Cesk. Farm. 29 (1-2), 35-40 (1980)

- 379.- Mukai, Hiroyuki.  
Determination of trace surfactants in the environment.  
Niigata Kikagaku. 6, 4-10 (1980)
- 380.- Otewill, R.H.  
Surface-active agents.  
Surf. Act. Agents, Symp. 1-19 (1979)
- 381.- Thomas, W.D.E.; Hall, D.J.  
Dynamic surface tensions of some nonionic surfactants at the  
solutin/air surface.  
Surf. Act. Agents, Symp. 107-16 (1979)
- 382.- Kunkel, Erich.  
The analysis of small surfactant quantities-methods and problems.  
Tenside Deterg. 17 (5), 247-9 (1980)
- 383.- Anghel, D.F.; Popescu, Georgeta.; Niculescu, F.  
Analytical applications of surfactant selective electrodes. 1.  
cosmetic products.  
Tenside Deterg. 17 (4), 171-3 (1980)
- 384.- Tsujii, Kaoru.  
Solution properties of amphoteric surfactants.  
Yukagaku 29 (8), 562-71 (1980)
- 385.- Smirnova, A.V.; Plotnikova, G.I.; Koretskii, A.F.  
Determination of nonionic surfactants in detergent solutions.  
Zavod. Lab. 46 (7), 599-600 (1980)
- 386.- Dzhardemaliev, Zh. K.; Shigaeva, M.Kh.; Sadybekov, A.S.  
Antibacterial activity of synthetic surfactants.  
Vestn. Akad-Nauk Kaz. (9), 12-14 (1980)
- 387.- Shukin, F.D.; Gershenoviech, A.I.  
Surfactants: present state and prospective industrial development.  
Zh. Vses. Khim. S-va. 25 (5), 573-80 (1980)

- 388.- Stache, H.; Kossiwig, K.  
Surfactants - from chemistry by way of colloid chemistry to application.  
Tenside Peter. 18 (1), 1-6 (1981)
- 389.- Demchenko, P.A.  
Surfactants, their properties and use.  
Vizn. Akad. Nauk. Ukr. (1), 20-8 (1981)
- 390.- Stache, H.; Grassmann, H.  
Selected methods for testing the quality of household chemistry products.  
Tluszcz, Srodki piorace, Kosmet. 23 (10/11/12), 166-74 (1979)
- 391.- Lorentz, P.  
Surface-active agents in cosmetic and pharmaceuticals.  
Aerztl. Kosmetol. 11 (1), 15, 18-20, 22 (1981)
- 392.- Banerji, B.K.  
Physical Significance of contact angles.  
Colloid Polym. Sci. 259 (3), 391-4 (1981)
- 393.- Finch, James A.; Smith, Gordon W.  
Contact angles and wetting.  
Surfactant Sci. Ser. 11 (Anionic Surfactants - Phys. Chem. Surfactant Action), 317-84 (1981)
- 394.- Schwuger, Milan Johann.  
Effects of adsorption on detergency.  
Surfactant Sci. Ser. 11 (Anionic Surfactant-Phys. Chem. Surfactant Action), 267-316 (1981)
- 395.- Sak-Bosnar, Milan.; Jovanovic, Momirs.  
Electrocapillary potentiometric determination of anionic surfactants in detergents.  
Mikrochim. Acta. 1(5-6), 409-19 (1981)
- 396.- Szymanowski, Jan.  
Synthesis and physical chemistry of surfactants.  
Chem. Inz. Chem. 15, 21-32 (1980)

- 397.- Dimitrov, T.; Tsanev, D.; Khazarazyan, A., et tal.  
Surfactants.  
Sofia, Bulg. 1981.
- 398.- Abramzon, A.A.  
Classification of surfactants into "soluble" and "insoluble"  
surfactants (criteria and procedures for differentiating them)  
Zh. Prikl. Khim. 54 (5), 1027-31 (1981)
- 399.- De Vendittis, Emmanuelle.; Palumbo, Giuseppe., et tal.  
A fluorimetric method for the estimation of the critical micelle  
concentration of surfactants.  
Anal. Biochem. 115 (2), 278-86 (1981)
- 400.- Kostareva, L.A.; Drovneva, R.P.; Vinnikov, Yu.Ya.  
Use of molybdophosphoric acid and diantipyrylmethane for the  
potentiometric titration of nonionic surfactants.  
Zavod. Lab. 47 (6), 24-5 (1981)
- 401.- Nogoro, Kenji.  
Surfactants effect on the wetting properties of the skin.  
Sen'i Yako 33 (3), 109-12 (1981)
- 402.- Sugawara, M.; Isazawa, K.; Kambara, T.  
Surface tension titration of metal ions by using metal salts of  
fatty acids as surface - active indicators.  
Fresenius'Z. Anal. Chem. 308 (1), 17-20 (1981)
- 403.- Lindman, Bjorn.  
Soap and water - a complicated system.  
Kem. Tidskr. 93 (9), 38-42, 45 (1981)
- 404.- Tanchuk, Yu V.; Chernikov, O. I.  
Effect of temperature on micelle formation in aqueous solutions of  
anionic surfactants.  
Ukr. Khim. Zh. 47 (9), 935-40 (1981)
- 405.- Shchukin, E.D.  
Surfactants in industry-self-evident. Part I.  
Kem. Tidskr. 93 (4), 54-5, 57-8, 60-1 (1981)

- 406.- Marszall, Leszek.  
The effective hydrophile-lipophile balance and the structural modifications of nonionic surfactants.  
Acta Pharm. Technol. 27 (3), 137-44 (1981)
- 407.- Verezhnikov, V.N.; Vikin, B.P., et tal.  
Physical meaning of the kraft point.  
Kolloidn. Zh. 43 (6), 1034-40 (1981)
- 408.- Shi, Huiming.; Chang, Guizhu.; Li, Jinhe.  
Amphoteric surface-active agent and its application in spectrophotometric analysis.  
Huaxue Shiji. (5), 1-9 (1981)
- 409.- Kinoshita, Hideaki.; Kobayashi, Mie.; Otsuka, Miyoko.  
Studies on rinsing. I. Polarographic determination of surfactants.  
Kaseigaku Zasshi 32 (10), 783-6 (1981)
- 410.- Ljubic, Radojko.; Manojlovic, Velimar.  
Volume parameter of nonionic surfactants and their hydrophilic-lipophilic balance.  
Tekstil 30 (11), 635-48 (1981)
- 411.- Serdyuk, A.I.; L'vov, V.G.  
Critical concentration of micelle formation of surfactants in the presence of poly (ethylene Oxide).  
Ukr. Khim. Zh. 47 (10), 1049-53 (1981)
- 412.- García Domínguez, Z.; Balanguer, F., et tal.  
Inhibitory effect of certain amphoteric surfactants on the irritation potential of alkylsulfates.  
Parfums, Cosmet., Aromes. 39, 53-60 (1981)
- 413.- Huntsberger, J.R.  
Surface energy, wetting, an adhesion.  
J. Adhes. 12 (1), 3-12 (1981)



- 414.- Meng, Yin. Yuan.  
Surface chemistry of detergent.  
Yin Yung Chieh Kien Hua Hsueh 15, 29-38 (1982)
- 415.- Feinerman, V.B.  
Equations of state of monomolecular ionized surface layers.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (10), 2506-12 (1982)
- 416.- Noskov, B.A.  
Dynamic surface tension of surfactant solutions.  
Kolloidn. Zh. 44 (3), 492-8 (1982)
- 417.- Tsuji, Kazuro.  
Analysis of surface active agent.  
Bunseki (6), 374-82 (1982)
- 418.- Moguro, Kenjiro.  
Properties of aqueous micelle.  
Kyoritsu Kagaku Raiburari 19, 37-61 (1981)
- 419.- Harusawa, Fuminori.; Nakajima, Hideo.; Tanaka Muneo.  
The hydrophile- lipophile balance of mixed nonionic surfactants.  
J. Soc. Cosmet. Chem. 33 (3), 115-29 (1982)
- 420.- Hasegawa, Akira.; Yamanaka, Makoto.; Tsuji, Kazuro., et tal.  
Automatic photometric titration of surface active agents based on  
two-phase titration I. Determination of anionic surfactants by  
direct titration.  
Bunseki Kagaku 31 (9), 508-13 (1982)
- 421.- Saito, Toshihide., Hagiwara, Kazuyoshi.  
Determination of anionic surfactants in water by solvent extraction -  
- spectrophotometry.  
Osaka Kogyo Gijutsu Shikensho Kiho 33 (2), 230-4 (1982)
- 422.- Tauber, G.; May, A.  
Chemistry, properties and uses of cationic surfactants.  
Prod. Chim. Aerosol Sel. (4), 27-32,41 (1982)

- 423.- Harper, J.F.  
Surface activity and bubble motion.  
Appl. Sci. Res. 38, 343-52 (1982)
- 424.- Ishizuka, Tetsuo.; Tsuzuki, Masamitsu.  
Relation between chemical structure and properties of surfactants.  
Yukagaku 31 (10), 804-8 (1982)
- 425.- Goralczyk, Danuta.; Waligora, Boleslaw.  
Thermodynamics characteristics of anionic-cationic adsorption films  
based on a Butler-type equation.  
J. Colloid Interface Sci. 88 (2), 590-3 (1982)
- 426.- Kitahara, Fumio.  
Nonaqueous micelle.  
Kyoritsu Kagaku Raiburari 19, 62-79 (1981)
- 427.- Novikov, Yu. V.; Zarubin, G.P.; Galiev, M.A.  
Methods for the determination of nonionic surfactants in water.  
Gig. Sanit. (8), 60-4 (1982)
- 428.- Nokamura, Masao.  
Conformations of nonionic surfactants in solutions.  
Yukagaku 31 (10), 800-3 (1982)
- 429.- Hua, Xi Yuan.; Rosen, Milton J.  
Calculation of the coefficient in the Gibbs equation for the adsorption  
of ionic surfactants.  
J. Colloid Interface Sci. 87 (2), 469-77 (1982)
- 430.- Lunkenheimer, K.  
Problems involved in the practical performance of surface tension  
measurement of surfactant solution by using the ring tensiometer.  
Tenside Deterg. 19 (5), 272-81 (1982)

- 431.- Martinez de la Ossa, E.; Flores Luque, V.  
Comparison of methods for the determination of the critical concentration for micelle formation: measurements of surface tension, specific conductivity, and absorbance of rhodamine 6G.  
Comun. Jorn. Com. Esp. Deterg., 13th. 153-70 (1982)
- 432.- Morimoto, Tetsuo.  
Surface chemistry.  
Kyoritsu Kagaku Raiburari 19, 62-79 (1981)
- 433.- Pelizhonko, G.G.; Belizhonko, V.D.  
Effect of sodium lauryl sulfate and Tween 80 on the activity of levomycetin, tetracycline and erythromycin.  
Farmatsyua 31 (5), 64-5 (1982)
- 434.- Ishigami, Yutaka.; Yamazaki, Shinsuke.  
Biosurfábtant.  
Yukagaku 31 (10), 809-13 (1982)
- 435.- Kuo, Ping Lin; Ikeda, Isao.; Okahara, Mitsuo.  
An evaluation of the effective HLB of surface - active crown compounds.  
Bull. Chem. Soc. Jpn. 55 (11), 3356-9 (1982)
- 436.- Lim, J.K.; Smith, Suzanne.; McGlothlin, J., et tal.  
Minimum inhibitory concentration of surfactants for plaque antiadherents.  
Caries Res. 16 (6), 440-2 (1982)
- 437.- Chernoberezhskii, Yu. M.; Golikova, E.V.; Markovskii, V.M., et tal.  
Study of the micelle formation in cetyltrimethylammonium bromide and sodium dodecyl sulfate solutions by flow ultramicroscopy.  
Kolloidn. Zh. 44 (5), 1007-11 (1982)
- 438.- Klintsova, S.P.; Kiryukhin, I.F.; Troitskii, G.V.  
Method for studying blood serum proteins in nonionic detergents.  
Ukr. Biokhim. Zh. 54 (6), 669-73 (1982)
- 439.- Markina, E.N.; Zadymova, N.K.; Tsikurina, E.N.  
Effect of the nature of the interface on the surface activity of surfactants from aqueous solutions.  
Kolloidn. Zh. 44 (6), 1073-6 (1982)

- 440.- Tsubouchi, Masahiro.; Yamamoto, Yoroku.  
Determination of anionic surfactants in presence of cationic surfactants  
by two-phase titration.  
Anal. Chem. 55 (3), 583-4 (1983)
- 441.- Filippenkov, V.M.; Volkov V.A.  
Methods for the study of colloidal chemical properties of nonaqueous  
solutions of surfactants.  
Probl. Khim. Chistki Krasheniya Odezhdy, M. 33-45 (1982)
- 442.- Abramzon, A.A.; Novozhenets, A.A.; Yakovlev.  
Some dependences of colloidal properties on the V.D. structure of  
surfactants.  
Zh. Prikl. Khim 55 (11), 2481-5 (1982)
- 443.- Metsumi, Takeo.  
Application of surface active agents, fats, and oils in cosmetics.  
Yukagaku 31 (10), 868-71 (1982)
- 444.- Kabachnyi, G.I.; Bashura, G.S.; Iyapunov, N.A., et tal.  
Use of ultrasound in the study of nonionic surface - active substances.  
Farm. Zh. (5), 45-8 (1982)
- 445.- Tanaka, Yuji.; Takei, Tsunetomo.; Knazawa, Yosaku., et tal.  
Physicochemical and physiological properties of artificial lung surfactant.  
Nippon Kaimen Igakkai Zasshi 13 (2), 111-20 (1982)
- 446.- Basu, S.P.; Prasad, B.M.; Singh, B.M.  
Use of nonionic surfactants in pharmacy.  
Indian J. Hosp. Pharm. 19 (4), 130-2 (1982)
- 447.- Rawlins, D.A.; Kayes, J.B.  
Pharmaceutical suspension studies. III The redispersibility of suspensions.  
Int. J. Pharm. 13 (2), 171-81 (1983)
- 448.- Kashlinskaya, P.E., Verezhnikov, V.N.; Goncharova N.I.  
Study of the interaction of gelatin and surface-active agents by turbidimetry.  
Kolloidn. Zh. 44 (6), 1170-3 (1982)

- 449.- Volkov, V.A.  
Properties of aqueous solutions of surfactants and their use in detergents.  
Probl. Khim. Chistki i Krasheniva Odezhdy, M. 3-15 (1982)
- 450.- Toei, Kycji.  
Analysis of micro amount of anionic surfactants in environmental water.  
Eunseki. (11), 862-6 (1982)
- 451.- Smith, Ronald E.  
Dynamic surface tension measurements of coatings.  
Ind. Eng. Chem. Prod Res. Dev. 22 (1), 67-71 (1983)
- 452.- Karthoff, Wulf.  
Contact lenses, surfactants.  
DCZ, Dtsch. Optikerztg 36 (3), 97, 99, 101, 103 (1981)
- 453.- Mori, Zenichi.  
Application of surfactants to food.  
Shokuhin no Bussei 8 (91-112) 1982.
- 454.- Sprague, Estel D.; Duecker, David C.; Larrabee, C.E., Jr.  
The effect of a terminal double bond on the micellization of a simple ionic surfactant.  
J. Colloid Interface Sci 92 (2), 416-21 (1983)
- 455.- Bertholon, J.F.; Thomas, G.  
Pulmonary surfactant. Biosynthesis, anomalies and therapeutic orientations.  
Biomed. Phammacother. 36 (4), 189-98 (1982)
- 456.- Marcou, L.  
Products of the future: Fatty alcohols.  
Rev. Fr. Corps Gras 30 (1), 3-6 (1983)
- 457.- Lucchetti, M.C.; Ruggeri, P.  
Raw materials and quality control for shampoo formulation.  
Rass. Chim. 34 (5), 265-74 (1982)
- 458.- Fedeli, F.  
Chemical and physicochemical aspects of detergents.  
Riv. Ital. Sostanz Grasse 60 (1), 2-6 (1983)

- 459.- Rahman, A.; Brown, C.W.  
Effect of pH on the critical micelle concentration of sodium dodecyl sulfate.  
J. Appl. Polym. Sci. 28 (4), 1331-4 (1983)
- 460.- Dosseu, G.K.; Vinsonneau, B.  
Evaluation of discomfort in the mouse by contorsions : testing the irritation potential. of surfactants and shampoos.  
Ann. Falsif. Expert. Chim. Toxicol. 75 (811), 417-24 (1982)
- 461.- Brennan, S.; Frank, C.W.  
Rapid determination of N-diethanolnitrosamine in cosmetics.  
J. Soc. Cosmet. Chem. 34 (1), 41-6 (1983)
- 462.- Gerbacia, W.E.F.  
Calcium dodecyl sulfate precipitation from solutions containing sodium chloride.  
J. Colloid Interface Sci 93 (2), 556-9 (1983)
- 463.- Cleaning solutions for contact lenses.  
Toyo contact Lens Co., Ltd. Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 57,186,733  
[82,186,733] (cl. G02C13/00), 17 Nov. 1982, Appl. 81/70,766, 13 May 1981.
- 464.- Rosenthal, Ken S.; Koussaie, Frank.  
Critical micelle concentration determination of nonionic detergents with coomassie Brilliant Blue G-250.  
Anal. Chem. 55 (7), 1115-17 (1983)
- 465.- Ruffo, C.; Arpino, A.  
New Trends in the microdetermination of anionic and nonionic surfactants in water.  
Riv. Ital. Sostanze Grasse 60 (1), 28-30 (1983)
- 466.- Marszall, Leszek.  
The effective hydrophile-lipophile balance of nonionic surfactants.  
Yukagaku 32 (3), 135-44 (1983)

- 467.- Takamura, Akira.; Ishii, Fumiyooshi.; Moro, Shunichi.  
Application of liposome to evaluate the irritation of selected nonionic surfactants.  
Meiji Yakka Daigaku Kenkyu Kiyo (12), 7-15 (1982)
- 468.- Kuznetsov, V.V.; Shamanskii, V.A.  
Spectrophotometric titration of alkyl sulfates and alkyl sulfonates in aqueous acetone.  
Zavod. Lab. 49 (2), 23-4 (1983)
- 469.- Janak, Petr.; Hulek, Milan.  
Biodegradability of detergents-effect of culturing medium composition.  
Vodni Hospod., B 33 (9), 241-4 (1983)
- 470.- Salager, J.L.; Anton, R.E.  
Physicochemical characterization of a surfactant. A quick and precise method.  
J. Dispersion Sci. Technol. 4 (3), 253-73 (1983)
- 471.- Deniega, Yu. F.; Lobastova, A.V.; Lutchenko, V.A., et tal.  
Determination of the critical concentration of micelle formation in colloidal solutions by measuring their electrical capacitance.  
U.S.S.R. SU 1,048,393 (CL.G01N27/22), 15 Oct. 1983, Appl. 3,316,688, 09 Jul 1981. From otkrytiya, Izobret., Prom. obratzsy, Tovarnye Znaki (38), 166 (1983)
- 472.- Lyon, Philip A.; Stebbings, William L., et tal.  
Analysis of anionic surfactants by mass spectrometry/mass spectrometry with fast atom bombardment.  
Anal. Chem. 56 (1), 8-13 (1984)
- 473.- Selinger, B.K.; Harris, C.M.  
Fluorescence in aqueous micellar solutions.  
NATO Adv. Sci. Inst. Ser., A 1983.
- 474.- Ravey, J.C.; Euzier, M.; Picot, C.  
Micellar structures of nonionic surfactants in apolar media.  
J. Colloid Interface. Sci. 97 (1), 9-25 (1984)

- 475.- Ogino Keizo.  
Physicochemical studies on surface active substances.  
Yukagaku 32 (11), 649-58 (1983)
- 476.- Akisada, Hideo.  
Thermodynamics of ionic surfactant micelle.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (1), 105-14 (1984)
- 477.- Schneider, E.; Levsen, K.; Daehling, P., et tal.  
Analysis of surfactants by newer mass spectrometric techniques. Part II.  
Anionic Surfactants.  
Fresenius'Z. Anal. Chem. 316 (5), 488-92 (1983)
- 478.- Frenkel, M.; Krauz, Z.; Garti, N.  
Brominated surfactants as emulsifiers and weighting agents. Part III.  
Weighting properties.  
Colloid Surf. 8 (1), 45-54 (1983)
- 479.- Koretskii, A.F.; Smirnova, A.V., et tal.  
Detergency of nonionic surfactants.  
Kolloidn. Zh. 45 (6), 1064-70 (1983)
- 480.- Wee, Victorio T.  
Determination of cationic surfactants in waste and river water.  
Water Res. 18 (2), 223-5 (1984)
- 481.- Rychlik, Teresa.; Przybylowicz, Anna.  
Study on ethoxylated surfactants by mass spectrometry, infrared spectro-  
photometry, and proton magnetic resonance.  
Nafta 39 (5), 144-9 (1983)
- 482.- Ribaldo, Edson J.; Boniha, Joao B.S., et tal.  
A rapid quantitative method for determining the homolog composition of  
quaternary ammonium surfactants.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (1), 115-19 (1984)
- 483.- Dinkloh, Ludwig.; Schenke, Hans Dieter.  
Detergents - today and tomorrow.  
CLB, Chem. Labor Petr. 35 (1), 22,29-31 (1984)



- 484.- Shinoda, K.  
Solution behavior of surfactants : the importance of surfactant phase and the continuous change in HLB of surfactants.  
Prog. Colloid Polym. Sci. 66 (Front. Colloid Sci.), 1-7 (1983)
- 485.- Highfield, R.R.; Humes, R.P.; Thomas, R.K., et tal.  
Critical reflection of neutrons from a soap film.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (2), 367-73 (1984)
- 486.- Kawaguchi, Takeshi.; Hamanaka, Toshiaki.; Mitsui, Toshio.  
X - ray structural studies of some nonionic detergent micelles.  
J. Colloid Interface Sci. 96 (2), 437-53 (1983)
- 487.- Corno, C.; Platone, E.; Ghelli, S.  
Carbon - 13 NMR analysis of poly [oxyethylenated] surfactants.  
Polym. Bull. 11 (1), 69-73 (1984)
- 488.- Taylor, Douglas W.; Nieman, Timothy A.  
Determination of critical micelle concentration by bipolar pulse conductance with an exponential dilution flow system.  
Anal. Chem. 56 (3), 593-5 (1984)
- 489.- Cgino, Keizo.; Tsubaki, Nobuyuki.; Abe, Masahiko.  
Solution properties of mixed surfactant system. II. Electric properties of anionic - nonionic surfactants in aqueous solutions.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 78-83 (1984)
- 490.- Haase, R.; Illgen, U.; Richter-Mendau, J., et tal.  
The influence of surfactants in the preparation of catalysts.  
Izv. Khim. 16 (1-2), 73-80 (1983)
- 491.- Kim, Jong Dae.; Kim, Dong Soc.; Lee Sang Jik., et tal.  
Synthesis and antimicrobial properties of surfactants containing phenazine ring. II.  
Taehan Hwahakhoe Chi. 27 (6), 457-63 (1983)
- 492.- Kuban, Vlastimil.; Vavrouch, Zdenek.  
Determination of trace concentrations of anionic surfactants in water by extraction spectrophotometry.  
Chem. Listy 78 (1), 61-74 (1984)

- 493.- Maag, H.  
Fatty acid derivatives : important surfactants for household, cosmetic and industrial purposes.  
J. Am. Oil Chem. Soc. 61 (2), 259-67 (1984)
- 494.- Metcalfe, L.D.  
The analysis of cationic surfactants.  
J. Am. Oil Chem. Soc. 61 (2), 363-6 (1984)
- 495.- Kim, Kwang Ung.  
Outline of surfactants.  
Hwahak Kwa Kongop Ui Chinbo 24 (1), 10-15 (1984)
- 496.- Gloria, Carlo Maria.  
Fluorinated surfactants : Characteristics and applications.  
Chim. Oggi. (7), 23-8 (1983)
- 497.- Pak, U. Sap.; Anghel, D.F.; Luca, C.  
Electrochemical sensor for anionic surfactants. I. The electrode based on bis 2,4,6 - tris (2 - pyridyl) - 1,3,5 - triazine iron (II) dodecylsulfate.  
Rev. Roum. Chim. 28 (9-10), 883-90 (1983)
- 498.- Bos, M.; Van Willigen, J.H.H.G.; Van der Linden, W.E.  
Flow injection analysis with tensammetric detection for the determination of detergents.  
Anal. Chim. Acta. 156, 71-6 (1984)
- 499.- Bhattacharyya, D.K.; Chatterjee, B.  
Palm oil fatty acids in soap and detergent formulations.  
J. Am. Oil Chem. Soc. 61 (2), 417-19 (1984)
- 500.- Parausanu, Victor.; Ponoran, Ileana.; Mihaila, Vasile.  
Synthesis of some surfactants based on formaldehyde condensation. I.  
Rev. Chim. 34 (10), 873-9 (1983)
- 501.- Birch, R.R.  
Biodegradation of nonionic surfactants.  
J. Am. Oil Chem. Soc. 61 (2), 340-3 (1984)

- 502.- Reng, Alwin K.; Quack, Jochen M.  
Preparation of cationic surfactants and their possible cosmetic applications.  
Seifen, Cele, Fette, Wachse. 110 (1), 67-71 (1984)
- 503.- Seguran, P.  
Determination of anionic surfactants by turbidimetry.  
Parfums, Cosmet., Aromes. 53, 89-92 (1983)
- 504.- Anghel, Dan F.; Popescu, Georgeta.; Lowy, Dan.  
Determination of ionic surfactants in shampoos using liquid membrane  
dodecyl sulfate - selective electrode.  
Rev. Chim. 34 (12), 1106-10 (1983)
- 505.- Berg, T.G. Cwe.; Lundberg, Herik.  
Surface tension of a electrostatically charged water droplet containing  
sodium lauryl sulfate.  
Tenside Deter. 21 (1), 12-13 (1984)
- 506.- Stuart, M.A. Cohen.; Van den Boongaard, T.; Zourab, S.M., et tal.  
The layer thickness of adsorbed nonionic surfactants : comparison between  
electrokinetic and film thickness methods.  
Colloids Surf. 9 (2), 163-72 (1984)
- 507.- Brooker, Murray H.; Jobe, David J.; Reinsborough, Vicent C.  
Roman studies in micellar sodium octylsulfate solutions.  
J. Chem. Soc., Faraday Trans. 80 (1), 73-86 (1984)
- 508.- Kishimoto, Hiroshi.  
Changes in the molecular state at micelle formation. Studies on several  
anionic surfactants.  
Hyomen. 22 (1), 1-17 (1984)
- 509.- Klokkers, Karin.; Fuehrer, Claus.  
Structural studies of mixtures from glycerol monoestearato and anionic  
surfactants.  
Acta Pharm. Technol. 30 (1), 10-16 (1984)

- 510.- Zhang., Huanming.; Yang, Xiaozhi.  
Indirect determination of anionic detergents in water by atomic  
absorption spectrometry.  
Fenxi Huaxue 12 (2), 159 (1984)
- 511.- Burley, R.; Jolly, R.P.S.  
Comment on "Dynamic contact angles"  
AIChE J. 29 (1), 172-3 (1983)
- 512.- Hu, Zhenyuan.; Qian, Xinin.; Chen, Juzhen.  
Application of liquid-membrane anionic-detergent selective electrode.  
Fenxi Huaxue 12 (2), 145-7 (1984)
- 513.- Varma, R.P.; Malhotra, V.K.  
Conductivity of barium soap in water.  
Pol. J. Chem. 57 (1-3), 201-5 (1983)
- 514.- Ho, Wen Lung.  
Nonionic surfactants and their applications.  
Chieh Nien K'o Hsueh. 22 41-2 (1983)
- 515.- Takeda, Tokuji.  
Separation and identification of surfactants.  
Kagaku to Kogyo. 57 (12), 459-64 (1983)
- 516.- Tsvetkov, T.  
Production of transparent and translucent soaps.  
Maslo-Sapunena Prom-st. 19 (3), 44-57 (1983)
- 517.- Gómez Herrera, C.  
Studies on the true efficiency of technical surfactants for their  
household and industrial applications. II. Wetting power for cotton  
cloth.  
Grasas Aceites. 34 (4), 253-9 (1983)
- 518.- Hu, Zhenyuan.; Qian, Xixin.; Chen, Juzhen.; Yuan, Cun.  
Preparation of a liquid-membrane anionic detergent-selective electrode.  
Fenxi Huaxue. 11 (10), 746-9 (1983)

- 519.- Yoshimura, Haruo.; Tanaka, Shoichi.; Fujiyama, Yoshimichi., et tal.  
Determination of ionic surfactants by high performance liquid chromatography.  
Nippon Kagaku Kaishi. (3), 445-51 (1984)
- 520.- Przybylski, Zbigniew.; Rychlik, Teresa.  
Chemical Structure of sulfonate detergents.  
Nafta. 39 (12), 410-14 (1983)
- 521.- Aserin, A.; Frenkel, M.; Carti, N.  
HPLC analysis of nonionic surfactants. Part. IV. Polyoxyethylene fatty  
alcohols.  
J. Am. Oil Chem. Soc. 61 (4), 805-9 (1984)
- 522.- Guay, France.; Bisailon, Suzanne.  
Determination of the average molecular weight of nonionic emulsifiers  
by vapor-phase osmometry.  
J. Pharm. Sci. 73 (3), 392-4 (1984)
- 523.- Fam, S.A.; El-Dib, F.I.; Khalil, M.I.  
Preparation of nonionic surfactants from naphthenic acids and alcohols.  
Kolor. Ert. 25 (4-5), 182-90 (1983)
- 524.- Clunie, J.S.; Ingram, B.T.  
Adsorption of nonionic surfactants.  
Adsorpt. Solution Solid/Liq. Interface. 105-52 (1983)
- 525.- Hough, D.B.; Rendall, H.M.  
Adsorption of ionic surfactants.  
Adsorpt. Solution Solid/Liq. Interface. 247-319 (1983)
- 526.- Ligon, Woodfin V.; Dorn, Steven B.  
Quantitative behavior of surfactants at the liquid/vacuum interface by  
secondary ion mass spectrometry.  
Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes. 57 (1), 75-90 (1984)
- 527.- Burchfield, Thomas E.; Woolley, Earl M.  
Model for thermodynamics of ionic surfactant solutions. 1. Osmotic and  
activity coefficients.  
J. Phy. Chem. 88 (10), 2149-55 (1984)

- 526.- Becher, Paul.  
Hydrophile-lipophile balance : history and recent developments.  
Langmuir lecture - 1983.  
J. Dispersion Sci. Technol. 5(1), 81-96 (1984)
- 529.- Rusetskaya, G.D.; Mironov, A.P.; Leonov, S.B.  
Thermodynamic model of micelle formation in aqueous surfactant solutions.  
Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Tsvetn. Metall. (1), 3-8 (1984)
- 530.- Chobanu, M.M.; Ropot, V.M.; Manole, S.F.  
NMR study of the formation of nonspherical micelles in sodium  
dodecylsulfate solutions.  
Izv. Akad. Nauk Mold. SSR, Ser. Biol. Khim. Nauk. (1), 51-4 (1984)
- 531.- Bahadur, P.; Sastry, N.V.; Chand, S.  
The effect of some hydroxy compounds on conductance of micellar solutions  
of ionic surfactant in water.  
Tenside Deterg. 21 (2), 84-6 (1984)
- 532.- Sivek, Josip.  
Cleaning of textiles in aqueous solutions and emulsions.  
Tekstil. 33 (1), 39-44 (1984)
- 533.- Samasundaran, F.; Middleton, R.; Viswanathan, K.V.  
Relationship between surfactant structure and adsorption.  
ACS Symp. Ser. 253 (Struct./Perform. Relat. Surfactants), 269-90 (1984)
- 534.- Lee, Yun Skik.  
Surfactant micelles in organic reactions.  
Kwahak Kwa Kongop Ui Chinbo 24 (1), 16-22 (1984)
- 535.- Almgren, Mats.; Swarup, Shanti.  
The size of sodium dodecyl sulfate micelles with various additives: a  
fluorescence quenching study.  
Surfactants Solution (Proc. Int. Symp), 4th 1, 613-25 (1984)
- 536.- Okuda, Hideshi.; Ozaki, Sumio.; Ikeda, Shoichi.  
The adsorption of dodecyltrimethylammonium bromide on aqueous surfaces  
of sodium bromide solutions.  
Bull. Chem. Soc. Jpn. 57 (5), 1321-7 (1984)

- 537.- Flamberg, A.; Pecora, R.  
Dynamic light scattering study of micelles in a high ionic strength solution.  
J. Phys. Chem. 88 (14), 3026-3 (1984)
- 538.- Cabane, B.; Duplessix, R.; Zemb, T.  
An introduction to neutron scattering on surfactant micelles in water  
Surfactants Solution, (Proc. Int. Symp) 4th 1 373-404 (1984)
- 539.- Sarritzu, G.; Liberatori, A.  
Preliminary tests of the separation and determination of cationic and  
nonionic surfactants in aqueous solution.  
Metodi Anal. Acque 3 (4), 74-6 (1983)
- 540.- Cloxhuber, Christian.  
Cosmetic, detergents and cleansing agents: effects on skin and mucous  
membrane.  
Dtsch. Apoth.- Ztg. 124 (15), 737-41 (1984)
- 541.- Siskova, Marie.; Hampl, Pavel.  
Surface tensions of ternary systems.  
Collect. Czech. Chem. Commun. 49 (4), 905-10 (1984)
- 542.- Juentgen, H.; Seewald, H.; Klein, J.  
Characterization of activated carbon in view of technical applications.  
Carbon '76, Int. Carbon Conf. Prepr., 2nd. 67-71 (1976)
- 543.- Bernache-Assollant, Didier.; Thomas, Gerard.  
The "Great elements Methods". Application to the Brunauer  
Emmett and Teller Model.  
C.R. Hebd. Seances Acad. Sci., Ser. C. 285 (10), 331-4 (1977)
- 544.- Jaroniec, M.; Toth, J.; Rudzinski, W.  
Adsorption of gas mixtures on heterogeneous solid surfaces, II.  
multilayer adsorption.  
Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 94 (1), 35-44 (1977)
- 545.- Abe, Ikuo.; Hayashi, Katsumi.; Kitagawa, Katsuo.  
Studies on adsorption of surfactants on activated carbons. IV.  
Adsorption of sodium dodecylbenzenesulfonate on activated carbon.  
Nippon Kagaku Kaishi (12), 1905-10 (1977)

- 546.- Jaroniec, M.; Sokolowski, S.; Rudzinski, W.  
Some comments on the pre-exponential factor of Henry's constant  
in the physical adsorption of simple gases.  
Z. Phys. Chem. 258 (5), 818-24 (1977)
- 547.- Braeuer, Peter.  
Adsorption on heterogeneous surfaces. II. Polymolecular adsorption.  
Math.-Naturwiss. Reihe. 26 (4-5), 703-10 (1977)
- 548.- Orr, Clyde.  
Surface area measurement.  
Treatise Anal. Chem. 3 (4), 321-58 (1977)
- 549.- Wilson, J.  
Separations using activated carbons.  
Process Biochem. 12 (8), 25-8, 46 (1977)
- 550.- Harter, Robert D.; Baker, Dale E.  
Applications and misapplication of the Langmuir equation to soil  
adsorption phenomena.  
Soil Sci. Soc. Am. J. 41 (6), 1077-80 (1977)
- 551.- Yen, Chi-Min.; Chang, Chi-Yuan.  
Studies on the determination and calculations of specific surface  
area and pore size distribution. I. Standardization for peak area  
in the adsorption determination and study on the calculation of  
pore size distribution.  
Hua Hsueh Hsueh Pao. 35 (1-2), 13-26 (1977)
- 552.- Jaroniec, Mieczyslaw.; Narkiewicz, Jolanta., et al.  
Generalization of Freundlich, Toth and Dubinin-Radushkevich  
equations to adsorption of gas mixtures.  
Pol. J. Chem. 52 (1), 197-201 (1978)
- 553.- Zadumkin, S.N.; Unezhev, B. Kh.; Makhova, M.K.  
Effect of the degree of coverage on surface tension during  
polymolecular adsorption.  
Zh. Fiz. Khim. 52 (2), 445-7 (1978)



- 554.- Kochurova, N.N.; Noskov, B.A.; Rusanov, A.I.  
Mechanism of alcohol adsorption.  
Dokl. Akad. Nauk. SSSR 238 (6), 1381-3 (1978)
- 555.- Bansal, P.C.  
Adsorption of long chain electrolytes on carbons.  
Conf. Carbon 13, 286-7 (1977)
- 556.- Rouquerol, J.; Davy, L.  
Automatic gravimetric apparatus for recording the adsorption isotherms of gases or vapors onto solids.  
Thermochim. Acta 24 (2), 391-7 (1978)
- 557.- Vilinskaya, U.S.; Korobanov, A.A.; Burshtein.  
Effect of porous structure on the adsorption of electrolytes by active carbons.  
Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Khim. (5), 1000-5 (1978)
- 558.- Daly, J.S.; Cooney, D.O.  
Interference by tannic acid with the effectiveness of activated charcoal in "Universal Antidote".  
Clin. Toxicol. 12 (5), 515-22 (1978)
- 559.- John, P.T.; Aggarwal, R.K.  
A comparative study of different adsorption equations for determining surface area.  
J. Sci. Ind. Res. 36 (9), 415-22 (1977)
- 560.- Chang, Seihum.; Lee, Jo. W., et tal.  
Application of a new theory of multilayer physical adsorption to the study of adsorption of gases.  
Taehan Hwahak Hoechi 22 (2), 78-85 (1978)
- 561.- Keii, Tominaga.; Okura, Ichiro.  
Chemisorption and physisorption.  
Junkatsu 23 (3), 192-5 (1978)

- 562.- Yanai, Hiroshi.  
Adsorption science.  
Kagaku Kojo. 22 (7), 91-5 (1978)
- 563.- Cookson, John T., Jr.  
Adsorption mechanism: The chemistry of organic adsorption on activated carbon.  
Carbon Adsorption Handb. 241-79 (1978)
- 564.- Maulbetsch, Kare Eugen.  
A practical test on the theme "Experimental determination of adsorption isotherms of acetic acid and powdered charcoal".  
Prax. Naturwiss., Chem. 27 (1), 17-19 (1978)
- 565.- Philip, J.R.  
Adsorption and capillary condensation on rough surfaces.  
J. Phys. Chem. 82 (12), 1379-85 (1978)
- 566.- Hamersky, Jaroslav.  
Measurement of the surface area of powders by sorption methods.  
Porozim. Jeji Pauziti 3, 26-35 (1976)
- 567.- Youssef, A.J.; El-Shobaky, G.A.; El-Nabarawy, T.  
Adsorption properties of carbons in relation to the various methods of activation.  
Surf. Technol. 7 (6), 451-8 (1978)
- 568.- Sptzer, Zdenek.; Ulicky, Ludislav.  
Comparison of the adsorption method with technique small-angle X ray scattering method used for the specific surfaces of coals.  
Sb. Pr. UVP 34, 247-63 (1977)
- 569.- Gur'Yanov, V.V.; Misin, M.S.; Gur'Yanova, L.W.  
Application of an equation of two-layer adsorption to isotherm of adsorption of vapors on silica.  
Zh. Fiz. Khim. 53 (1), 254 (1979)

- 570.- Kure, Asnok Y.; Banker, Gilbert .  
Surface chemistry of colloidal silica and a possible application  
to stabilize aspirin in solid matrixes.  
J. Pharm. Sci. 68 (2), 197-202 (1979)
- 571.- De Kanel, John.; Morse, John W.  
A simple technique for surface area determination.  
J. Phys. E. 12 (4), 272-3 (1979)
- 572.- Yanahi, Hiroshi.  
Adsorption technology. 5. Adsorption science and industrial  
adsorbents.  
Kagaku Kojo. 22 (11), 89-93 (1978)
- 573.- Yanahi, Hiroshi.  
Adsorption technology. 4. Adsorption Science.  
Kagaku Kojo. 22 (10), 94-8 (1978)
- 574.- Yanahi, Hiroshi.  
Adsorption technology. 3. Adsorption Science.  
Kagaku Kojo 22 (8), 91-5 (1978)
- 575.- Yanahi, Hiroshi.  
Adsorption technology. 8. Industrial adsorbents.  
Kagaku Kojo. 23 (3), 99-102 (1979)
- 576.- Yanahi, Hiroshi.  
Adsorption technology. 6. Industrial adsorbents.  
Kagaku Kojo 23 (1), 113-17 (1979)
- 577.- El-Dib, Mohamed A.; Badawy, Mahamed I.  
Adsorption of soluble aromatic hydrocarbons on granular activated  
carbon.  
Water res. 13 (3), 255-8 (1979)
- 578.- Jaroniec, Mieczyslaw.; Patrykiewicz, Andrzej.; Borowko, Malgorzata.  
Some remarks on the Langmuir adsorption isotherm.  
Z. Phys. Chem. 260 (2), 221-4 (1979)

- 579.- Powadowski, Michael.; Siedlewski, Januz.; Wojsz, Roman.  
Study of sorption of aliphatic alcohols on activated carbons. VII.  
Applicability of adsorption theory in studies on real porous  
adsorbents.  
Chem. Stosow 27 (1), 99-115 (1979)
- 580.- Takenaka, Tohru.  
Application of Raman spectroscopy to the study of surface chemistry.  
Adv. Colloid Interfaces Sci. 11 (4), 291-313 (1979)
- 581.- Svata, M.  
Experience with surface area measurement by the method of Haul  
and Duembgen.  
Porozim. Jeji Pouziti 5, 49-54 (1979)
- 582.- Rochester, Colin H.  
Infrared spectroscopic studies of adsorption behavior at the  
solid/liquid interface.  
Adv. Colloid Interface Sci. 12 (1), 43-82 (1980)
- 583.- Nakabayashi, Nobuo.  
Adsorbing biomaterials.  
Kagaku Sosetsu 21, 149-68 (1978)
- 584.- Yanahi, Hiroshi.  
Adsorption technology. XIV. Adsorption technique.  
Kagaku Kojo. 23 (11), 92-6 (1979)
- 585.- Mata-Segreda, Julio F.  
B-Deuterium secondary isotope effect on the adsorption equilibrium  
of aqueous acetic acid on charcoal.  
Rev. Latinoam. Quim. 10 (3), 105-6 (1979)
- 586.- Everett, Douglas H.  
Capillary condensation.  
Charact. Porous Solid, Proc. Symp. 229-51 (1978)

- 587.- Mueller, G.; Radke, C.J.; Frausnitz, J.M.  
Adsorption of weak organic electrolytes from aqueous solution  
on activated carbon. Effect of pH.  
J. Phys. Chem. 84 (4), 369-76
- 588.- Rozwadowski, M.; Siedlowski, J.; Wojsz, R.  
Adsorption of polar substances on active carbons.  
Carbon 17 (5), 411-17 (1979)
- 589.- Babrowski, A.; Jaroniec, M.  
Effects of surface heterogeneity in adsorption from binary  
liquid mixtures. III. Analysis of experimental data by using  
Langmuir-Freundlich type equations.  
J. Colloid Interface Sci. 73 (2), 475-82 (1980)
- 590.- McKay, Gordon.  
Basic dye adsorption on activated carbon.  
Water, Air, Soil Pollut. 12 (3), 307-17 (1979)
- 591.- Yurchenko, G.R.; Serpinski, V.V.; Murbmaa, K.C.  
Procedural aspects of adsorption studies of the surface of silicas.  
Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Khim. (3), 685-9 (1980)
- 592.- Elnabarawy, T.; El-Shobaky, G.A.; Youssef, A.M.; Miknail, R.S.  
Adsorption of iodine and methylene blue from aqueous solutions  
and decolorizing power of carbons.  
Indian J. Chem., Sect. A. 17A (5), 509-11 (1979)
- 593.- Nechaeu, E.A.  
Adsorption of methylene blue from aqueous solutions on oxides.  
Kolloidn. Zh. 42 (2), 371-3 (1980)
- 594.- Manukov, L.A.  
Use of the molecular beam method for studying adsorption equilibrium.  
Zh. Fiz. Khim. 54 (3), 706-10 (1980)
- 595.- Myamlin, V.A.; Krylov, V.S.  
Co-adsorption of different kinds of ions on an inhomogeneous surface.  
Electrokhimiya 16 (4), 467-71 (1980)

- 596.- Paderewski, Mscislaw.; Paderewska, Anna.  
Removal of methanol vapors from the air by adsorption.  
Fr. Inz. Chem. Fiz., Politech. Szczecin. 117, 23-7 (1979)
- 597.- Prigogine, I.; Bellemans, A.  
Statistical mechanics of surface tension and adsorption.  
Polym. Sci. Technol. 12A Cabres. Adsorption Polym., Part A. 5-14 (1980)
- 598.- Yabanova, O.N.; Serpinski, V.V.; Yakubov, T.S.  
Temperature dependence of adsorption. 1. General principles in the  
adsorption of individual substances.  
Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Khim. (4), 759-65 (1980)
- 599.- Suzuki, Motoyuki.  
Adsorption process.  
Kemikaru Enjiniyaringu 24 (1), 24-30 (1979)
- 600.- Gillings, David W.  
Hebert Freundlich. Reminiscences - personal and scientific.  
Chem. Ind. (9) 360-3 (1980)
- 601.- Pitateleu, V.A.; Karyshev, G.M.  
Automatic adsorption device.  
Zh. Fiz. Khim. 54 (2), 520-1 (1980)
- 602.- Rochester, C.H.  
Infrared studies of adsorption at the solid/liquid interface.  
Prog. Colloid Polym. Sci. 67, 7-17 (1980)
- 603.- Misra, D.N.  
Monomolecular adsorption isotherms.  
J. Colloid Interface Sci. 77 (2), 543-7 (1980)
- 604.- Lamaskin, E.B.; Kazarinov, V.E.  
The adsorption of organic molecules.  
Compr. Treatise Electrochem. 1, 353-95 (1980)

- 605.- Neimark, I.E.  
Development of adsorption science in the soviet union during  
60 year.  
Issled. Adsorbtsionnykh Protssessov Adsorbentov 5-17, 25-7 (1979)
- 606.- Bakaev, V.A.  
Numerical experiment in the theory of physical adsorption.  
Issle. Adsorbtsionnykh Protssessov Adsorbentov 57-66 (1979)
- 607.- Rozwadowski, Michal.; Wojzs, Roman.; Garbacz, Jerzy K.  
Multilayer aspect of methanol and ethanol adsorption on a carbon  
adsorbent.  
Pol. J. Chem. 54 (7-8), 1591-4 (1980)
- 608.- Cetina, R.; Solis, H.  
Kinetic study on adsorption of aqueous solutions of organic acids  
on activated charcoal.  
Rev. Latinoam. Quim. 11 (3-4), 99-101 (1980)
- 609.- Vernov, A.V.; Lopatkin, A.A.  
Thermodynamics of adsorption. IV. Thermodynamic description of  
adsorption from liquid solutions.  
Zh. Fiz. Khim. 55 (2), 438-44 (1981)
- 610.- Pakkanen, Tapani.  
Solid-gas interface : Physical adsorption.  
Taydennyskoulutuskurssi- Suom. Kem. Seura 21,5-13 (1979)
- 611.- Pakkanen, Tapani.  
Solid-gas interface: Chemisorption.  
Taydennyskoulutuskurssi- Suom. Kem. Seura 21, 15-24 (1979)
- 612.- Giusto, Domenico.; Russo, Gabriella.; Sisti, Loris.  
Adsorption of nickel (2+) ion on active carbon.  
Congr. Naz. Chim. Inorg., [Atti], 13th. 270-2 (1980)

- 613.- Bowman, E.P.  
Anomalies in the log Freundlich equation resulting in deviations in adsorption K values of pesticides and other organic compounds when the system of units is changed.  
J. Environ. Sci. Health, Part B. 16 (2), 113-23 (1981)
- 614.- Buyanova, N.F.  
Effect of the chemical nature of the surface on the adsorption of nitrogen and argon vapors.  
Dokl. Akad. Nauk SSSR. 257 (4), 912-15 (1981)
- 615.- Johnson, Mark.; Nordholm, Sture.  
Generalized Vander Waals theory. VI. Application to adsorption.  
J. Chem. Phys. 75 (4), 1953-7 (1981)
- 616.- Zagrafskaya, R.V.; Karnaukhov, A.P.; Fenelonov, V.B.  
Packing of molecules on solid surfaces in physical adsorption.  
React. Kinet. Catal. Lett. 16 (2-3), 223-7 (1981)
- 617.- Dai, Min Guang.  
Cross-sectional areas of molecules adsorbed on solid surfaces.  
Hua Hsueh Tung Pao. (7) (1981)
- 618.- Bootsma, G.A.; De Rooij, N.F.; Van Silfhout, A.  
The solid/liquid interface.  
Sens. Actuators 1 (2), 111-36 (1981)
- 619.- Anderson Marc.; Pauer, Christopher., et al.  
Expectations and limitations for aqueous adsorption chemistry.  
Adsorpt. Inorg. Solid-Liq. Interfaces 327-47 (1981)
- 620.- Abe, Ikuo.; Hayashi, Katsumi.; Kitagawa, Katsuo.  
Prediction of adsorption isotherms of organic compounds from water on activated carbons.  
Bull. Chem. Soc. Jpn. 54 (9), 2819-20 (1981)



- 621.- Le Van, M. Douglas; Vermeulen, Theodore.  
Binary Langmuir and Freundlich isotherms for ideal adsorbed solutions.  
J. Phys. Chem. 85 (22), 3247-50 (1981)
- 622.- Martfn, Maria A.; Tascon, J.M.D., et tal.  
The Freundlich model of adsorption for calculation of specific areas.  
J. Catal. 71 (1), 201-4 (1981)
- 623.- Oda, Kirokazu.; Kishida, Muneharu, Yokokawa, Chikao.  
Adsorption of benzoic acid and phenol from aqueous solution by activated carbons. Effect of surface acidity.  
Carbon 19 (4), 243-8 (1981)
- 624.- Nagy, Lajos Gyorgy.  
Research in solid-liquid boundary surface phenomena.  
Kem. Kozl. 56 (1-2), 139-45 (1981)
- 625.- King, David A.; Richardson, N.V.; Grimley, T.B.  
Recent advances in surface science.  
Phys. Bull. 32 (9), 288-91 (1981)
- 626.- Vassilieff, C.; Nikolov, A.  
Surface tension of nonpolar solutions in Henry's region.  
Colloids Surf. 2 (3), 239-51 (1981)
- 627.- Kanazawa, Takafumi.; Chikazawa, Masatoshi.; Tsugita, Akira.  
Measurement of surface area by BET method.  
Hyomen 19 (6), 301-12 (1981)
- 628.- Narayanan, M.V. Sangara.; Rangarajan, S.K.  
Adsorption isotherms - some new results.  
J. Electroanal. Chem. Interfacial Electrochem. 130, 339-44 (1981)
- 629.- Jaroniec, M.  
Classification of equations of adsorption isotherms on heterogeneous solid surfaces.  
Yolloidkem. Knof. Floodasai, 3rd. 26-9 (1981)

- 630.- El'tekov, Yu. A.; Chduk, N.A.  
Adsorption of anisole and benzoic acid by oxide adsorbents.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (2), 425-8 (1982)
- 631.- Rothenberg, S.J.; Denee, P.B., et tal.  
Methods for the measurement of surface areas of aerosols by  
adsorption.  
Adv. Colloid Interface Sci. 15 (3,4), 223-49 (1982)
- 632.- Vinkle, I.; Engel, T.; Nagy, L.G.; Devai, A.  
Gas adsorption studies by sorptometric method.  
Kolloidkem. Konf. Eloadasai, 3rd. 37-40 (1981)
- 633.- Engel, T.; Nagy, L.G.; Foti, G.  
Methods for the determination of specific surface area of  
porous adsorbents by gas adsorption.  
Kolloidkem, Konf. Eloadasai, 3rd. 45-8 (1981)
- 634.- Abe, Ikuo.; Hayashi, Katsumi.; Kitagawa, Mutsuo.  
The adsorption of amino acids from water on activated carbons.  
Bull. Chem. Soc. Jpn. 55 (3), 687-9 (1982)
- 635.- Gonzo, E.F.  
A rapid and accurate gravimetric technique for measuring the  
specific surface areas of porous solids.  
Appl. Catal. 2 (6), 359-62 (1982)
- 636.- Shindo, Yoichi.; Sugimura, Tokuko.  
Surface states of charcoal, activated carbon, carbon black, and  
graphite. II. Surface state and adsorption of charcoal, activated  
carbon, carbon black, and graphite by surface treatment.  
Kogyo Yosui (281), 19-23 (1982)
- 637.- Allara, D.L.  
Analysis of surfaces and thin films by IR, Raman, and optical  
spectroscopy.  
ACS. Symp. Ser. (1982)

- 638.- Morimoto, Tetsuo.  
Surface chemistry.  
Kyoritsu Kagaku Raiburari 19, 62-79 (1981)
- 639.- Popel, S.I.; Deryabina, L.L.  
Calculation of particles sizes in the classification of surface tension isotherms.  
Adgeziya Rasplavov i Paika Materialov (7), 31-5 (1981)
- 640.- Ikada, Yoshito.  
Surface Chemistry of high polymers.  
Kagaku 37 (1), 86-9 (1982)
- 641.- Umbach, E.; Menzel, D.  
Physics Data: Surface Science Index. 1956-1977.  
Fachinformationszent. Energ. Phys. Math.: Karlsruhe, Fed. Rep. Ger. (1982)
- 642.- Hughes, G.S.  
Calculation of BET surface area and pore size distribution from nitrogen adsorption data.  
Sci. Tech. Aerosp. Rep. 20 (13), (1982)
- 643.- Daniell, A.E.  
Carbon black testing for type identification and quality measurement.  
Elastomerics. 113 (8), 30-2 (1981)
- 644.- Dubinin, M.M.  
Surface and porosity of adsorbents.  
Usp. Khim. 51 (7), 1065-74 (1982)
- 645.- Nair, C.V.G.; Vijendran, P.  
Development of surface area measuring apparatus.  
Proc. Symp. Sintering Sintered Prod. (1979)
- 646.- Eusev, S.A.; Larionov, O.G.; Chernyshova, G.L.  
Adsorption of vapors of organic solvents by porous glass.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (8), 2005-8 (1982)

- 647.- Casahoursat, L.; Avmonier, P.  
Note on the porosity and specific surface measurements used for drugs.  
Sci. Tech. Pharm. 11 (4), 159-60, 173 (1982)
- 648.- Keubler, M.  
Recent developments in surface area and porosity measurements of powders.  
Ceram Inf. 17 (191), 112-19 (1982)
- 649.- Webb, M.B.; Eruch, L.W.  
Physisorption structures and interactions.  
Adv. Study Inst. Ser., Ser. C. 87 (1982)
- 650.- Troitskii, V.I.  
Study of the structures of Langmuir films.  
Deposited Doc. VINITI 3278-81. 60-4 (1981)
- 651.- Li, Zuchu.; Deckwer, Wolf Dieter.  
Gas adsorption by suspended activated carbon.  
Chem.- Ing. Tech. 54 (7), 669-71 (1982)
- 652.- McDougall, Gloria J.  
Adsorption on activated carbon.  
CHEMSA 8 (4), 24-7 (1982)
- 653.- Yakobson, A. Ya.; Sagatelyan, R.T.; Sanzharovskii, A.T.  
Adsorption properties of -alumina.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (6), 1472-5 (1982)
- 654.- Razd'yakonova, G.I.; Orekhov, S.V.; Invanouskii, V.I.  
Determination of the specific surface of finely dispersed material.  
Otkrytiya, Izobret., Prom. Obratztsy, Tovarnye Znaki (24), 234 (1982)
- 655.- Worch, Eckhard.  
Adsorption of benzene and n-hexane vapor mixtures on activated carbon.  
Chem. Tech. 34 (9), 474-7 (1982)
- 656.- Huang, Kuahua.; Xie, Sujuan.  
A method of calculation of micropore size distribution.  
Cuihua Xuebao 3 (1), 43-9 (1982)

- 657.- Kinniburgh, D.G.; Jackson, M.I.  
Concentration and pH dependence of calcium and zinc adsorption by iron hydrous oxide gel.  
Soil Sci. Soc. Am. J. 46 (1), 56-61 (1982)
- 658.- Murata, Testuo.; Matsuda, Yoshiharu.  
Estimation of some physicochemical properties of carbon black particles by measuring the potential.  
Electrochim. Acta. 27 (6), 795-8 (1982)
- 659.- Landoulsi, H. Batis.; Vergnon, P.  
Adsorption of carbon dioxide on iron (III) oxide. Effect of particle structure and size.  
Bull. Soc. Chim. Fr. (7-8, pt. 1), 267-72 (1982)
- 660.- Burevski, Donco.  
The application of the Dubinin-Astakhov equation to the characterization of microporous carbons.  
Colloid Polym. Sci. 260 (6), 623-7 (1982)
- 661.- Filippov - Tsabek, L.K.  
New systems of physical adsorption dynamics.  
Dokl. Akad. Nauk SSSR. 266 (1), 172-6 (1982)
- 662.- Suzuki, Motoyuki.; Sakoda, Akiyoshi.  
Gas adsorption on activated carbons with size distribution of micropores.  
J. Chem. Eng. Jpn. 15 (4), 279-85 (1982)
- 663.- Van Megen, W.; Snook, I.K.  
Physical adsorption of gases at high pressure. I. The critical region.  
Mol. Phys. 45 (3), 629-36 (1982)
- 664.- Ozcan, M.  
Adsorption of glucose and sucrose from water solution onto activated carbon.  
Commun. Fac. Sci. Univ. Ankara, Ser. B. 27 (1), 1-9 (1981)

- 665.- Stoeckli, H.F.; Lavanchy, A.; Kraehenbuehl, P.  
Recent developments in the context of the Dubinin-Astakhov equation.  
Stud. Surf. Sci. Catal. 10 (1982)
- 666.- Gu, Tiren.  
The application of BET-type equations to adsorption from mixed vapor of  
miscible liquids.  
J. Colloid Interface Sci. 88 (2), 599-601 (1982)
- 667.- Bowman, B.T.  
Conversion of Freundlich adsorption K values to the mole fraction  
format and the use of  $S_y$  values to express relative adsorption of  
pesticides.  
Soil Sci. Soc. Am. J. 46 (4), 740-3 (1982)
- 668.- Singh, D.D.  
Adsorption of phenol from solution phase by carbon black.  
Res. Bull. Panjab Univ., Sci. 32 (1-4), 59-64 (1981)
- 669.- Santa Cruz, F.; Bolarin, M.C.; Roig, A., et tal.  
Phosphate adsorption by calcium carbonate.  
An. Edafol. Agrobiol. 39 (9-10), 1641-9 (1980)
- 670.- Whittington, Stuart G.  
Statistical mechanics of polymer solutions and polymer adsorption.  
Adv. Chem. Phys. 51, 1-48 (1982)
- 671.- Vernov, A.V.; Lopatkin, A.A.; Mukerdzhi, A.K.  
Some approximations in thermodynamics of adsorption from solutions.  
Zh. Fiz. Khim. 56 (6), 1382-6 (1982)
- 672.- Jaroniec, M.; Derylo, A.  
Theory of single-solute and bi-solute adsorption from dilute aqueous  
solutions on activated carbon.  
Stud. Environ. Sci. 19 (Physicochem. Methods Water Wastewater  
Treat.), 361-8 (1982)

- 673.- Koresh, Jacob.  
Study of molecular sieve carbons. The Langmuir model in ultramicroporous adsorbents.  
J. Colloid Interface Sci. 88 (2), 398-406 (1982)
- 674.- Helfferich, Friedrich.  
Nonisothermal behavior of fixed-bed adsorbents: a mechanistic explanation.  
J. Chem. Educ. 59 (8), 646-8 (1982)
- 675.- Cole, M.W.; Vidali, G.  
Universal laws of physical adsorption.  
Springer Ser. Chem. Phys. 21 (1982)
- 676.- Singi, Kenneth. S.W.  
The practical importance of porosity.  
Chem. Ind. (14), 475-80 (1982)
- 677.- Tomlinson, E.; Malspeis, L.  
Concomitant adsorption and stability of some anthracycline antibiotics.  
J. Pharm. Sci. 71 (10), 1121-7 (1982)
- 678.- Yisarov, V.M.; Begun, L.B.; Koval'skaya, A.P.  
Equation of an adsorption isotherm.  
Zh. Prikl. Khim. 55 (10), 2335-7 (1982)
- 679.- Kuemmel, Rolf.; Ittenson, Dieter.  
pH dependence of the adsorption of weak electrolytes.  
Z. Chem. 22 (10), 386 (1982)
- 680.- Paul, I.B.; Roy, T.N.; Mukherjes, P.N.  
Determination of pore size distribution in solids by mercury porosimetry.  
Ind. J. Technol. 20 (11), 441-5 (1982)
- 681.- Gu, Tiren.  
The comparison of Hill's and Gu's BET - type mixed adsorption equations for oxygen-nitrogen and oxygen-argon on chromic oxide gel at - 185.6 °C.  
J. Colloid Interface Sci. 91 (1), 289-91 (1983)

- 682.- Jha, Sudhanshu S.  
Surface Raman spectroscopy : a new analytical technique in surface science.  
Curr. Sci. 51 (22), 1049-57 (1982)
- 683.- Yang, L.D., Vo, T.D.; Burris, H.H.  
Nitrogen adsorption isotherms for zeolite and activated carbon.  
Cryogenics. 22 (12), 625-34 (1982)
- 684.- Fomonis, P.  
Dependence of the heats of adsorption on the chemical potentials of adsorbent and adsorbate.  
React. Kinet. Catal. Lett. 21 (1-2), 29-33 (1982)
- 685.- Dassler, Bernd., Diekers, Guenter.; Eisenschmidt, Winfried., et tal.  
An adsorption agent with high selectivity for high-molecular weight compounds.  
Ger. (East) DD 155,687 (C1 B01 D15/04), 30 Jun 1982, Appl 205,851, 08 Jun 1978.
- 686.- Choma, Jerzy.  
Application of a numerical method for analysis of the structure of porous adsorbents and catalysts based on experimental data from forcing in mercury.  
Przem. Chem. 61 (10), 380-3 (1982)
- 687.- Kazakov, V.A.; Surinova, S.I.; Pavlov, V.V., et tal.  
Adsorption by spherical carbon adsorbents in treatment of wastewater by-product coke manufacture.  
Koks Khim. (11), 49-52 (1982)
- 688.- Magalinskii, V.B.; Vera Mendoza, Cnorio.  
Equation for adsorption from liquid mixtures based on the BECKI and Perkus - Yevik systems.  
Probl. Kvantovoi Stat. Fiz. 3-8 (1981)
- 689.- Andreev, V.N.; Tselinskii, I.V.; Bulgakov, O.V., et tal.  
Coadsorption of ammonium nitrate and sulfate from aqueous solutions on activated carbon.  
Zh. Prikl. Khim. 56 (1), 187-9 (1983)



- 690.- Tatsumi, Kenji.; Nakai, Toshiro.; Sato, Yoshio., et al.  
Competitive adsorption of substituted benzoic acids on activated carbon.  
Kogai 17 (6), 335-43 (1982)
- 691.- Marsh, H.; Crawford, D.; O'Grady, T.M.; Wemerberg, A.  
Carbons of high surface area. A study by adsorption and high resolution  
electron microscopy.  
Carbon 20 (5), 419-26 (1982)
- 692.- Gaines, George L.; Jr.  
Deposition of colloidal particles in monolayers and multilayers.  
Thin Solid Films 99 (1-3), 243-8 (1983)
- 693.- Schoene, Klaus.; Steinhanses, Juergen; Wienand Ulrike.  
Determination of adsorption isotherms by automated headspace analysis.  
J. Colloid Interface. Sci 91 (2), 595-7 (1983)
- 694.- Sposito, Garrison.  
On the use of the Langmuir equation in the interpretation of "adsorption"  
phenomena: II. The "two-surface" Langmuir equation.  
Soil Sci. Soc. Am. J. 46 (6), 1147-52 (1982)
- 695.- Javaid, Karamat A.; El-Mabrouk, Futhaina H.  
In Vitro adsorption of phenobarbital onto activated charcoal.  
J. Pharm. Sci 72 (1), 82-5 (1983)
- 696.- Almcng, Rami.; Ferns, Donald. S.  
Surface properties of phycocyanin.  
J. Colloid Interface Sci. 91 (2), 448-53 (1983)
- 697.- Dubinin, M.M.  
Microporosity and adsorptional properties of carton adsorbents.  
Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Khim. (3), 487-93 (1983)
- 698.- Nakabayashi, Nobuo.  
Adsorbents for medical use.  
Kino Zairyo 2 (9), 50-7 (1982)

- 699.- Zayats, Yu. N.; Zhdanov, A.A.; Selivanov, W.T.  
Adsorption of gases and vapors on porous adsorbents.  
Zh. Prikl. Khim. 56 (2), 397-401 (1983)
- 700.- Koresh, Jacob; Soffer, Abraham.  
Application of the two-site Langmuir isotherm to microporous adsorbents.  
J. Colloid Interface Sci. 92 (2), 517-24 (1983)
- 701.- Voloshko, G.M.; Kochurikhin, V.E.  
Use of the Dubinin-Radushkevich equation for the description adsorption isotherms in the low-pressure region.  
Zh. Fiz. Khim. 57 (2), 471-2 (1983)
- 702.- Mamleeva, N.A.; Nekrasov, L.I.  
Physicochemical properties of adsorbed chlorophyll layers.  
Sovrem. Probl. Fiz. Khim. 13 (204-28) (1982)
- 703.- Myers, A.L.; Sircar, S.  
Theory of correspondence for adsorption from dilute solutions on heterogeneous adsorbents.  
Adv. Chem. Ser. Treat Water Granular Act. Carbon. 63-76 (1983)
- 704.- Abe, Ikuo.; Hayashi, Katsumi.; Kitagawa, Mutsuo., et tal.  
Adsorption of aromatic compounds from aqueous solution onto activated carbon  
Kagaku to Kogyo 57 (2), 63-6 (1983)
- 705.- Jaroniec, M.  
Physical adsorption on heterogeneous solids.  
Adv. Colloid Interface Sci. 18 (3-4), 149-225 (1983)
- 706.- Prasad, S.D.; Doraiswamy, L.K.  
High coverage adsorption on heterogeneous surfaces: the validity of a limiting isotherm.  
Phys. Lett. A. 94A (5), 219-23 (1983)
- 707.- Ponis, David; Oppenheim, Irwin.  
On the derivation of dynamical equations for a system with and interface.  
II. The gas-liquid interface.  
Physica A. 117A (2-3), 317-54 (1983)

- 708.- Furuzawa, Kunio.  
Adsorption of polymers. Adsorption of proteins.  
Shokuhin no Bussei. 8, 21-36 (1982)
- 709.- Grimson, Malcolm J.  
The structure and interaction of electrical double layers in size-  
asymmetric electrolytes.  
Chem. Phys. Lett. 95 (4-5), 426-9 (1983)
- 710.- Perez- Carpio, R.; Gonzalez-Caballero, F.; Bruque, J.M.; Pardo, G.  
Thermodynamic excess quantities in the adsorption of sodium alkanesulfonates  
at the air-solution interface.  
Colloid Polym. Sci. 261 (2), 183-7 (1983)
- 711.- Bruch, L.W.  
Theory of physisorption interactions.  
Surf. Sci. 125 (1), 194-217 (1983)
- 712.- Rozwadowski, Michal.; Wojsz, Roman.; Garbacz, Jerzy K.  
Application of the Dubinin - Astakhov equation as a global isotherm in  
description of adsorption of aliphatic alcohols on a carbon adsorbent.  
Pol. J. Chem. 55 (9), 1881-7 (1981)
- 713.- Rodakiewicz Nowak, Janina.  
Prediction of surface properties of multicomponent solutions of ionic surfac-  
tants from the isotherms of adsorption based on the Butler equation.  
Colloids Surf. 6 (2), 143-54 (1983)
- 714.- Rozwadowski, Michal.; Siedlewski, Janusz.; Wisniewski, Kazimierz E.  
Effect of temperature and adsorbate kind on curves of adsorption  
energy distribution.  
Pol. J. Chem. 55 (9), 1849-53 (1981)
- 715.- Jaroniec, Mieczyslaw.; Berylo, Anna.; Marezewski, Adam.  
The Langmuir-Freundlich equation in adsorption from dilute solutions  
on solids.  
Monatsh. Chem. 114 (4), 397-7 (1983)

- 716.- Pomianowski, Andrzej.; Podakiewicz-Nowak, Janina.  
Application of the langmuir isotherm for description of surface non-ideality for dilute aqueous solutions of two surface actived substances.  
A supplement.  
Pol. J. Chem. 55 (9), 1959-60 (1981)
- 717.- Hansen, Steen Honore.; Hilboe, Per.; Lund, Ulla.  
Adsorption capacity and surface area measurements in high-performance liquid chromatography on dynamically modified silica.  
J. Chromatogr. 260 (1), 156-60 (1983)
- 718.- Zimmermann, Martin.  
Method and apparatus for adsorbing organic solvents from liquids and gases  
Ger. Offen. DE 3,124,388 (Cl. B01J19/04). 03 Feb 1983, Appl. 22 Jun 1981.
- 719.- Bonissent, Alain.  
Structure of the solid-liquid interface.  
Cyst.: Growth, Prop., Appl. 2, 1-21 (1983)
- 720.- Chobanu, M.M.; Ropot, V.M.  
Study of the adsorption of surfactants on carbon AC-3  
Zh. Prikl. Khim. 56 (2), 271-4 (1983)
- 721.- Yoshimori, Akio.  
Dynamic behavior of adsorbed molecules.  
Nippon Butsuri Gakkaishi. 37 (2), 117-24 (1982)
- 722.- Schoeder, J.  
Adsorption measurements of nitrogen and n-hexane on silica gels up to relative pressure 0.4 with respect to standardization.  
GIT Fachz. Lab. 27 (4), 277-8,282,284-6,288 (1983)
- 723.- Wilkins, C.S.H.  
New uses for activated carbon.  
Chem. Eng. 396, 15, 23 (1983)

- 774.- Ivanova, N.E.; Zagrafskaya, R.V., et tal.  
Determination of the area occupied by argon, nitrogen, and krypton molecules in a monolayer.  
Vinet. Katal. 24 (5), 1187-93 (1983)
- 725.- Cortes, Joaquin.; Picas, Nury.; Valencia, Eliana.  
Mathematical experiments and adsorption models.  
Colloid Polym. Sci. 26 (11), 929-32 (1983)
- 726.- Hitachi, Ltd.  
Adsorption apparatus.  
Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 58,143,820 [83,143,820] (01.001053/04),  
26 Aug 1983, Appl. 82/26,109, 22 Feb 1982; 5 pp.
- 727.- Jiang, Yuming.; Lei, Yafang.; Li, Run Hua., et tal.  
Study on adsorption by activated carbon.  
Huaxue Shijie 24 (5), 130-2 (1983)
- 728.- Richardson, N.V.  
Some recent investigations of adsorbate / metal interactions  
by electron energy loss spectroscopy.  
Vacuum 33 (10-12), 787-92 (1983)
- 729.- Eiswirth, Markus.; Schwankner, Robert.  
Adsorption models.  
Prax. Naturwiss., Chem. 32 (12), 363-7 (1983)
- 730.- Stewen, A.  
Surface area determination by the low-temperature nitrogen  
adsorption method.  
Chem. - Tech. 12 (11), 39-40, 42 (1983)
- 731.- Moitra, Shipra.; Mundhara, G.L., et tal.  
Adsorption behavior of some amino acids on chemically  
pretreated alumina. I.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (2), 582-4 (1984)

- 732.- Worch, Eckhard.  
Effect of pH on the adsorption of phenol on activated carbons.  
Z. Chem. 23 (11), 427 (1983)
- 733.- Elasiniski, H.; Kazmierczak, J.  
Surface diffusion on active carbon in adsorption from solutions.  
Chem. Eng. Commun. 25 (1-6), 351-61 (1984)
- 734.- Redondo, Antonio.; Zeiri, Yehuda.; Goddard, William A., III.  
Rates of desorption from solid surfaces : coverage dependence.  
Surf. Sci. 136 (1), 41-58 (1984)
- 735.- Nunn, Charles C.; Everett, Douglas H.  
A note on the determination of adsorption from solution.  
J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1 79 (12), 2953-4 (1983)
- 736.- Fabish, F.J.; Schleifer, D.E.  
Surface chemistry and the carbon black work function.  
Carbon 22 (1), 19-38 (1984)
- 737.- De Bruyn, P.L.  
Some aspects of the physical chemistry of solid/water interfaces.  
NATO ASI Ser., Ser.E 75(Sci Basic Flotation) 111-92 (1984)
- 738.- Khodakov, Yu. S.; Kotyaev, K.P.  
Apparatus for determining the specific surface of sorbents  
according to low-temperature adsorption of nitrogen.  
Zavod. Lab. 42 (12), 59 (1983)
- 739.- Holmberg, C.; Apell, P.  
Improved description of the Van der waals interaction in  
physisorption.  
Solid State Commun. 49 (5), 513-17 (1984)
- 740.- Reucroft, P.J.; Patel, K.B.; Chiou, C.T.  
Pore volume determination in activated carbon and coal.  
Carbon 22 (1), 100-2 (1984)

- 741.- Wantkat, Phillip C.  
New adsorption methods.  
Chem. Eng. Educ. 18 (1), 20-5, 44-8 (1984)
- 742.- Nitta, Tomoshige.; Shigetomi, Takuo., et tal.  
An adsorption isotherm of multi-site occupancy model for homogeneous surface.  
J. Chem. Eng. Jpn. 17 (1), 39-45 (1984)
- 743.- Nitta, Tomoshige.; Shigetomi, Takuo., et tal.  
An adsorption isotherm of multi-site occupancy model for heterogeneous surface.  
J. Chem. Eng. Jpn. 17 (1), 45-52 (1984)
- 744.- Dabrowski, Andrzej.; Derylo, Anna., et tal.  
Study of the adsorption of urea from aqueous solutions on activated carbons.  
Przem. Chem. 62 (9), 525-8 (1983)
- 745.- Abe, Ikuo.; Hayashi, Katsumi., et tal.  
Relationship between the Freundlich adsorption constants  $k$  and  $1/n$  for activated carbon adsorption.  
Colloids Surf. 8 (3), 315-18 (1984)
- 746.- Piro, J.; Bellagi, A.  
Thermodynamic study of adsorption equilibrium from a solution.  
J. Soc. Chim. Tunis 10, 45-61 (1983)
- 747.- Spitzer, Zdenek.; Lisy, Jaromir.  
A volumetric apparatus used for determining the surfaces of adsorbents and catalysts by adsorption of gases.  
Sb. Pr. UVF. 44, 1-27 (1983)
- 748.- Lebeda, Roman.; Mendyk, Ewaryst.  
A new method of modifying properties of silica gels.  
Chem. Stosow 27 (3), 217-27 (1983)

- 749.- Vernov, A.V.; Lopatkin, A.A.  
Thermodynamic theory of surface phenomena and its use for  
adsorption on solid adsorbents.  
Adsorbtsiya v Mikroporakh, M. 11-19 (1983)
- 750.- Tolmachev, A.A.  
Phenomenological thermodynamics of adsorption.  
Adsorbtsiya v Mikroporakh, M. 26-45 (1983)
- 751.- Moskovits, M.; Suh, J.S.  
The geometry of several molecular ions adsorbed on the  
surface of colloidal silver.  
J. Phys. Chem. 88 (7), 1293-8 (1984)
- 752.- Andreev, V.N.; Tselinskii, I.V., et al.  
Study of the desorption of strong electrolytes from an  
activated carbon layer.  
Zh. Prikl. Khim. 57 (1), 38-43 (1984)
- 753.- Pawlaczyk, Jan.; Mielcarek, Jadwiga.  
Adsorption of thiosulfate ion from a barium chloride solutio  
on activated charcoal  
Acta Pol. Pharm. 40 (3), 361-6 (1983)
- 754.- Jankowska, Helena.; Choma, Jerzy.; Pasciak, Tadeusz.  
Specific properties of water vapor in adsorption on activated  
carbon.  
Wiad. Chem. 37 (3), 215-30 (1983)
- 755.- Menzel, Dietrich.  
Photo electron spectroscopy of adsorption layers.  
Chem. Future, Proc. IUPAC Congr., 29th, 289-94 (1983)
- 756.- Teramae, Norio.  
New technology for surface and interface measurements.  
IR photoacoustic spectroscopy.  
Nippon Gomu Kyokaishi 57 (3), 141-8 (1984)



- 757.- Tronel-Feyroz, Emmanuel.  
The adsorbed layer and adsorption isotherms.  
J. Phys. Chem. 88 (8), 1491-6 (1984)
- 758.- Sircar, Shivaji  
New adsorption isotherm for energetically heterogeneous adsorbents.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (2), 306-18 (1984)
- 759.- Zawadzki, Jerzy.; Biniak, Stanislaw.; Siedlewski, Janusz.  
Ammonia adsorption from aqueous solutions on the surface of carbon films.  
Pol. J. Chem. 57 (1-3), 207-15 (1983)
- 760.- Bakaev, V.A.  
Study of adsorption equilibrium by the numerical experiment method  
Adsorbtsiya v Mikroporakh, M. 53-6 (1983)
- 761.- Serpinski, V.V.; Yakubov, T.S.  
Present state of the osmotic theory of adsorption.  
Adsorbts, Mikroporakh, Tr. Konf. Teor. Vopr. Adsorbts. , 5th  
46-55 (1983)
- 762.- Ueba, Hiromu.  
Raman spectroscopy on surface and interface studies. II. Theory.  
Kagaku no Ryoiki, Zokan (139), 107-18 (1983)
- 763.- Takenaka, Tohru.  
Raman spectroscopy on surface and interface studies I. Experiment.  
Kagaku no Ryoiki, Zokan (139), 91-105 (1983)
- 764.- Rozwadowski, Michal.; Wisniewski, K.E.  
Application to kinetic investigations for interpretation of n-hexane and benzene adsorption on active carbon.  
Monatsh. Chem. 115 (3), 271-81 (1984)

- 755.- Aboltins, A.  
Mathematical description of sorption.  
Prikl. Zadachi Mat. Fiz. , Riga 3-12 (1983)
- 766.- Ageev, V.N.  
Adsorption-desorption processes on the surface of a solid.  
Poverkhnost (3), 5-26 (1984)
- 767.- Parfitt, G.D.; Rochester, C.H.  
Adsorption of small molecules.  
Adsorpt. Solution Solid/Liq. Interface 3-47 (1983)
- 768.- Lyklema, J.  
Adsorption of small ions.  
Adsorpt. Solution Solid/Liq. Interface 223-46 (1983)
- 769.- Hesselink, F.T.  
Adsorption of polyelectrolytes from dilute solution.  
Adsorpt. Solution Solid/Liq. Interface 377-412 (1983)
- 770.- Schroeder, Joerg.  
On the thermodynamic functions of gas - solid adsorption and  
liquid-solid immersion, and their relation to adhesion, contact  
angle and surface tension.  
Prog. Org. Coat. 12 (2), 159-80 (1984)
- 771.- Aharoni, C.  
Kinetics of adsorption : the S-shaped z - t plot.  
Adsorpt. Sci. Technol. 1 (1), 1-29 (1984)
- 772.- Roberts, C.G.  
Langmuir - Blodgett films.  
Comtemp. Phys. 25 (2), 109-28 (1984)
- 773.- Astakhov, V.A.; Novosel'skii, A.V.; Lukin, V.D.  
Adsorption isotherm equation with different chemical nature  
and structure.  
Dokl. Akad. Nauk BSSR 28 (3), 247-9 (1984)

- 774.- Shustorovich, Evgeeny.  
An analytical model of the heat of chemisorption : some  
quantitative estimates for atomic radicals.  
J. Phys. Chem. 88 (10), 1927-9 (1984)
- 775.- Gershanik, A.P.  
Statistical determination of adsorption layer volume.  
Zh. Fiz. Khim. 58 (3), 677-82 (1984)
- 776.- Pacic, Z.; Bosanac, S.D.  
Two - dimensional model of molecule - surface scattering.  
Chem. Phys. Lett. 105 (5), 518-22 (1984)
- 777.- Glanz, P.; Findeneegg, G.H.  
Adsorption of gas mixtures of propene and propane on graphitized  
carbon black. I. Experimental method and results.  
Adsorpt. Sci. Technol. 1 (1), 41-50 (1984)
- 778.- Hoffmann, F.M.; Hrbek, J.; Depaola, R.A.  
The observation of direct attractive interactions between  
potassium and carbon monoxide coadsorbed on ruthenium (001).  
Chem. Phys. Lett. 106 (1-2), 83-86 (1984)
- 779.- Sidorski, Z.  
Formation of a metallic layer from individual atoms.  
Appl. Phys. A. A33 (4), 213-25 (1984)
- 780.- Naito, Shuichi.  
Topics of the study on heterogeneous catalysis by electron  
spectroscopy.  
Kagaku Kyoiku 31 (6), 433-6 (1983)
- 781.- Andronikashvili, T.G.; Thamm, Horst.  
Natural zeolites in industry.  
Chem. Tech. 36 (4), 135-9 (1984)
- 782.- Jablonski, Maciej.  
Javanovic adsorption isotherm for gaseous mixtures.  
Monatsh. Chem. 115 (4), 419-21 (1984)

- 783.- Elasiński, R.; Kazmierczak, J.  
Determination of porous structure parameters of active carbons based on adsorption from solutions.  
Gaz, Woda Tech. Sanit. 57 (12), 372-4 (1983)
- 784.- Walters, Richard W.; Luthy, Richard G.  
Equilibrium adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons from water onto activated carbon.  
Environ. Sci. Technol. 18 (6), 395-403 (1984)
- 785.- Matsumoto, Hideyuki.  
Catalysts in chemical industry.  
Kagaku Kyoiku. 31 (6), 449-52 (1983)
- 786.- Ehatii, Asif S.; Dollimore, David.  
The characterization of catalysts and catalytic surfaces-Part 1.  
Lab. Prac. 33 (4), 88-93 (1984)
- 787.- Choma, Jerzy.  
Physical sense of specific surface of micropores of adsorbents, as determined by adsorption methods.  
Pol. J. Chem. 57 (4-5-6), 507-14 (1983)
- 788.- Abe, Ikuo.; Hayashi, Katsumi.; Hirashima, Tsuneaki., et tal.  
Prediction of adsorption isotherms of organic compounds from water on activated carbons. V. Multiple linear regression analysis method.  
J. Colloid Interface Sci. 99 (2), 588-90 (1984)
- 789.- Gorobtsova, N.E.  
Analytical study of the sorption isotherms of different materials.  
Issled. Optim. Teplomassoperenosa Sush-Term: Propessakh 72-7 (1983)
- 790.- McHugh, Anthony J.  
Particle size measurement using Chromatography.  
CRC. Crit. Rev. Anal Chem. 15 (1), 63-117 (1984)
- 791.- Pfeifer, Harry.; Meiler, Wolfgang.; Feininger, Detlef.  
NMR of organic compounds adsorbed on porous solids.  
Ann. Rep. NMR Spectrosc. 15 291-356 (1983)

- 790.- Mattani, Eduardo Jorge.; Cascarini de Souza, Lucia Isabel.  
Calculation of the distribution function of adsorption energy.  
Afinidad 41 (390), 156-60 (1984)
- 791.- Marchenko, A.V.; Yakimovo, T.I.; Samodumova, I.K.  
Model of a surface solution on highly disperse and porous silicas.  
Kolloidn Zh. 46 (2), 368-72 (1984)
- 794.- Zubkov, S.A.; Boroukov, V. Yu.; Gagarin, S.G.; Yazanskii, V.B.  
Infrared study of nitrogen adsorption on alumina.  
Chem. Phys. Lett. 107 (3), 337-40 (1984)
- 795.- Baeckstroem, Kjell.; Engstrom, Sven.; Lindman, Boern., et al.  
Cleaning of polymer and metal surfaces studied by ellipsometry.  
J. Colloid Interface Sci. 99 (2), 549-52 (1984)
- 796.- Jaroniec, M.; Piotrowska, J.; Derylo, A., et al.  
Single-solute adsorption from dilute solutions of heterogeneous micro-  
porous solids.  
Carbon. 22 (2), 157-61 (1984)
- 797.- Kina, Kanetoshi.; Tamura, Kayoko.; Ishibashi, Nobuhiko.  
New end point determination method in colloid titration.  
Bunseki Kiki. 14 (11), 551-60 (1976)
- 798.- Ivanov, M.F.  
Preparation of colloidal solutions and their characteristic  
properties.  
Rev. Fiz. Chim. 14 (10), 223-4 (1977)
- 799.- Friberg Stig.  
Colloidal phenomena encountered in the bacterial adhesion to the  
tooth surface.  
Swed. Dent. J. 1 (6), 207-14 (19877)
- 800.- Witney, Robert M.  
Chemistry of colloid substances: general principles.  
Food Colloid. 1-68, (1977)

- 801.- Evcharenko, N. I.  
Development of colloid chemistry during the 60 years of soviet power.  
Narisi Istor. Prirodozn. Tekh. 24, 33-8 (1978)
- 802.- Schurr, J. Michael.  
Dynamic light scattering of biopolymers and biocolloids.  
CRC Crit. Rev. Biochem. 4 (4), 371-431 (1977)
- 803.- Inouye, Katsuya.  
Fundamental aspects of interface and colloid chemistry.  
Kinzoku Myomen Gijutsu 29 (5), 261-7 (1978)
- 804.- Quarto di Palo, F.; Puccianti, G., et tal.  
Clinical use of a dialysis solution containing amino acids.  
Int. J. Artif. Organs. 1 (2), 112-13 (1978)
- 805.- Tamamushi, Bunichi.  
The development of colloid and surface chemistry in japan.  
A critical review.  
Myomen. 16 (12), 721-6 (1978)
- 806.- Suito Eiji.  
Trends in colloids and surface chemistry.  
Myomen. 17 (1), 1-11 (1978)
- 807.- Hatakeshta Toshiyuki.  
Elcod serum colloid reactions.  
Kensa to Gijutsi. 7 (1), 28-33 (1979)
- 808.- Holmes, Jim.  
Colloids and some recent applications.  
Crucible 10 (2), 4-10 (1979)
- 809.- De Bibhas R.; Arrhenius, Gustaf.  
Colloidal plasmas in space: some aspects of condensation and growth of solids.  
Adv. Colloid Interface Sci. 10, 253-83 (1979)

- 810.- Brand, Paul H.; Stansbury Rachel.  
Improved microdialysis technique.  
Anal. Biochem. 94 (1) 109-11 (1979)
- 811.- Felikhov, I.V.; Podoinitsym, J.A.; Likhonosov, S.D., et tal.  
Surface cristallization caused by the adsorption of colloids.  
Izv. Akad. Nauk SSSR Neorg. Mater. 15 (3), 438-43 (1979)
- 812.- Van Praagh Gordon.  
Colloids in everyday life.  
Sainsab. 1 (4), 21-7 (1978)
- 813.- Graf, H.; Strummvoll, H.K.; Meisinger, V., et tal.  
Aluminum in hemodialysis.  
Lancet 1 (8112), 379 (1979)
- 814.- Tamamushi, Bunichi.  
A survey on colloid interface science.  
Kungaku 49 (6), 369-75
- 815.- Zakrzewski, Zdzislaw.; Stawowiak, Halina., et tal.  
Hydrophilic colloid used for the preparation of eye drops.  
Farm. Pol. 35 (3), 139-42 (1978)
- 816.- Huenich, Nicholas A.; Frost, Thomas H.; Kerr David, N.S.  
Dialyzers. Replacement renal funet.  
Dial. 80-124 (1978)
- 817.- Orlik, Marek.  
Colloids in education.  
Chem. Szk. 25 (3), 125-32 (1979)
- 818.- Farrell, Peter C.  
Hemodialysis.  
Aiche Symp. Ser. 75 (187), 10-23 (1979)
- 819.- Wendt, R.P.; Kleim, F., et tal.  
Sieving properties of hemodialysis membranes.  
J. Membr. Sci. 5 (1), 23-49 (1979)

- 820.- Sievers, Dennis.  
Colloids-the "lost liquids"  
Chem. 13. News 107, 6 (1979)
- 821.- Fairbrother, J.E.  
Analytical examination of hydrocolloids.  
Pharms. J. 223 (6141), 331-A (1979)
- 822.- Terayama, Hiroshi.  
Colloid chemistry and analytical chemistry; on the invention  
and development of colloid titration.  
Bunseki. (9), 623-8 (1979)
- 823.- Klein, E.  
Evaluation of hemodialyzers and dialysis membranes.  
Chap. Two. In vitro characterization of hemodialyzers.  
Art. Organs. 1 (2), 59-74 (1977)
- 824.- Efremov, I.F.  
Periodic colloidal structures, their characteristics and clas -  
sification.  
Zh. Prikl. Khim. 52 (12), 2683-7 (1979)
- 825.- Koishi, Masumi.  
Surface chemistry of pigments and its application to coloring  
of automobile paints.  
Toso Gijutsu 18 (11), 86-9 (1979)
- 826.- Rautenback, Robert.; Holt, Heinrich.  
Ultrafiltration with concentration-dependent material values.  
Chem.- Ing.- Tech. 51 (12), 1241 (1979)
- 827.- Spatarescu, Maria.  
Colloids.  
Rev. Fiz. Chim. 16 (10), 302-4 (1979)



- 828.- Schramm, Laurier L.; Kwak, Jan C.T.  
Application of ultrafiltration/dialysis to the preparation of  
clays suspensions.  
Clays Clay Miner. 28 (1), 67-9 (1980)
- 829.- Soodak, H.; Iberall, A.  
Forum on osmosis. IV. More on osmosis and diffusion.  
Am. J. Physiol. 237 (3), R114-R-122 (1979)
- 830.- Randle, K.J.  
Statistical optics and its application to colloid science.  
Chem. Ind. (2), 74-81 (1980)
- 831.- Walker, J.; Denti, E., et tal.  
Diasorb 1. A dialyzer that combines absorption dialysis and  
ultrafiltration.  
Minerva Nefrol. 26 (3), 431-5 (1979)
- 832.- Chang, Ho Nam.  
The artificial kidney.  
Hwahar Konghak. 18 (1), 1-10 (1980)
- 833.- Goodiw, J.W.; Ottewill, R.H., et tal.  
Optical examination of structured colloidal dispersions.  
J. Phys. Chem. 84 (12), 1580-6 (1980)
- 834.- Yukawa, Hiroshi.; Obuchi, Hiroo.; Kobarashi, Kuzamasa.  
Study of equation of electro-ultrafiltration for colloidal solution.  
Kagaku Kagaku Ronbushu 6 (3), 288-93 (1980)
- 835.- Tai, Masayuki.; Furukawa, Shuzo.; Ishikawa, Yoshio., et tal.  
Filtration of alcohol in blood by hemodialysis.  
Avukuru Kenkru 14 (3-4) 272 (1979)
- 836.- Marciniak-Pabian, Agnieszka.  
Study of the properties of macromolecular systems by a light  
scattering method.  
Mech. Kinet. Procesow Fizykochem. 13-20 (1979)

- 837.- Hoek, H.A.M.  
Applications of thickening and gelling agents in soups, sauces  
mayonnaise and related products.  
LWT - Ed. 5, 321-30 (1980)
- 838.- Scheuerman E.A.  
Material separation with membranes.  
Chem. Prod. 9 (5), 22,24-7, 32-3 (1980)
- 839.- Vavruck, C.  
Foundations of modern colloid science.  
Chem. Labor Petr. 31 (9), 387-8 (1980)
- 840.- Klein, E.; Holland, F.F.; Eberle, K.  
Advances in dialysis: hemodialysis membranes.  
Kidney Int., Suppl. 18 (10), 19-25 (1980)
- 841.- Heimark, I.E.  
Development of adsorption science in the soviet union during 60 year.  
Issled. Adsorbtsionnykh Protseessov Adsorbentov 5-17, 25-7 (1979)
- 842.- Efrenov, I.F.; Prokof'eva, T.A.  
Some basic properties and the classification of colloidal systems.  
Tr. Krasnodar. Politekhn. Int-t (96), 28-46 (1979)
- 843.- Matijevic, Egon.  
Monodispersed metal (hydrous) oxides - A fascinating field of colloid  
science.  
Acc. Chem. Res. 14 (1), 22-9 (1981)
- 844.- Buske, N.; Gredan, H., et tal.  
A method for measuring particle and aggregate size distribution in  
colloidal dispersions.  
Colloid Polym. Sci. 258 (11), 1303-4 (1980)
- 845.- Refojo, Miguel F.  
Cphthalmic hydrogels.  
Synth. Biomed. Polym: Concepts Appl. 171-83 (1980)

- 846.- Rosenholm, Jarl B.; Hakala, Marja Riitta.  
Colloid chemistry-determination of the enthalpy and the partial  
molar enthalpies in a model systems.  
Kem.- Kemi. 7 (12), 802-7 (1980)
- 847.- Gupta, A.P.; Shukla, S.P.; Tewari, K.M.  
A new optical method for estimation of colloids.  
Proc. Annu. Conv. Sugar Technol. Assoc India. 44th. paper 22, 9pp  
(1980)
- 848.- Ingham, Kenneth C.; Busby, Thomas F., et tal.  
Separation of macromolecules by ultrafiltration: influence of  
protein adsorption, protein-protein interactions, and concentration  
polarization.  
Polym. Sci. Technol. 13(Ultrafiltr.Membr. Appl.), 141-58 (1980)
- 849.- Fiedler, H.P.  
Hydrocolloids.  
Aerztl. Kosmetol. 11 (1), 54-5 (1981)
- 850.- Stoilov, S.  
Application of electroptic to the study of colloids.  
Nato Adv. Study Inst. Ser. B B64 (Mol. Electro-Opt. Prop. Macromol  
Colloids Solution), 485-504 (1981)
- 851.- Riley Vernon.  
Hemodialysis of amino acids: basic studies in vitro.  
Nutr. Cancer. 2 (3), 153-64 (1981)
- 852.- Pedlye, Derek G.; Skelly, Peter J.; Tighe, Brian J.  
Hydrogels in biomedical applications.  
Fr. Polym. J. 12 (3), 99-110 (1980)
- 853.- Murisasco, A.; Reynier, J.P.  
Principles of hemodialysis.  
Actual. Pharm. 181-18-21 (1981)

- 854.- Everett, D.H.  
Colloids in the world around US.  
Chem. Br. 17 (8), 377-82 (1981)
- 855.- Mot'ko, S.M.; Khentov, V. Ya.  
Aging of sulfur sol prepared in accordance with Weimarn during -  
irradiation within the visible - light spectrum.  
Kolloidn. Zh. 43 (5), 988-9 (1981)
- 856.- Hachisu, Sei.; Yoshimura, Shigekuni.  
Liquid structure in colloidal dispersions.  
Zairyo Kagaku 18 (2-3), 146-7 (1981)
- 857.- Sievers, Dennis.  
Colorful colloids.  
Chem 13 news 128,8 (1982)
- 858.- Ferreira, G.F. Leal.  
Elementary considerations on surface tension.  
Rev. Bras. Fis. 11 (2), 459-64 (1981)
- 859.- Gorbunov, N.I.  
Perspectives on the development of physical and colloidal chemistry  
of soils.  
Pochvovedenie (1), 39-43 (1982)
- 860.- Overbeek, J.T.G.  
Monodisperse colloidal systems, fascinating and useful.  
Adv. Colloid Interface Sci. 15 (3-4), 251-77 (1982)
- 861.- Sketris, Ingrid S.; Skoutakis, Vasilios A.  
Dialysis and hemoperfusion of drugs and toxins.  
Clin. Toxicol. Consult. 3 (3), 100-17 (1981)
- 862.- Miller, Irving F.  
Electrodialysis of aqueous solutions.  
Tech. Electrochem. 3, 437-87 (1978)

- 863.- Nagano, Kei.  
An approach to molecular biology. 5. Infinitely small and infinitely great macromolecules.  
Gendai Kagaku. 137, 34-40 (1982)
- 864.- Goodwin, J.W.  
Some uses of rheology in colloid science.  
Spec.Publ.- R. Soc. Chem. 43 (1982)
- 865.- Tachibana, Taro.  
History of colloid chemistry.  
Kyoritsu Kagaku Kaicourari. 19, 1-56 (1981)
- 866.- Philip, J.R.; Smiles, D.E.  
Macroscopic analysis of the behavior of colloidal suspensions.  
Adv. Colloid Interface Sci. 17, 83-103 (1982)
- 867.- Novotny, V.J.  
Physics of nonaqueous colloids.  
ACS Symp. Ser. 200 (1982)
- 868.- Kahlweit, M.  
Kinetics of formation of association colloids.  
J. Colloid Interface Sci. 90 (1), 92-9 (1982)
- 869.- Pieranski, Pawel.  
Colloidal crystals.  
Contemp. Phys. 24 (1), 25-73 (1983)
- 870.- Lyklema, J.  
Colloid chemistry : a present tradition.  
Chem. Mag. 677-9 (1982)
- 871.- Pieranski, Pawel.; Strzelecki, L.; Fanson, E.  
Thin colloidal crystals.  
Phys. Rev. Lett. 50 (12), 900-3 (1983)

- 672.- Pieranski, Pawel.  
Cristalline colloids.  
Bull. Soc. Fr. Phys. 44, 13-15 (1982)
- 873.- Feldkamp, J.R.; Swartzendruber, D.; Shainberg, I.  
Use of an automated tension cell to measure physical properties of colloidal systems.  
Colloid Polym. Sci. 261 (3), 277-85 (1983)
- 874.- Pansu, B.; Pieranski, P.; Strzelecki, L.  
Thin colloidal crystals : a series of structural transitions.  
J. Phys. 44 (4), 531-6 (1983)
- 875.- Ponomare V, M.I.; Lokota-Fabulyak, Ya G.; Grebenyuk, V.D.  
Concentration of electrolytes by electrodialysis.  
Zh. Prikl. Khim. 56 (11), 2601-3 (1983)
- 876.- Pagliuca, N.; Perna, G.; Mita, D.G., et tal.  
Perspectives of practical applications of thermodyalysis.  
J. Membr. Sci. 16, 91-108 (1983)
- 877.- Zatz, Joel L.  
Applications of gums in pharmaceutical and cosmetic suspensions.  
Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. 23 (1), 12-16 (1984)
- 878.- Kimura, Keisaku.; Bandow, Shunji.  
The study of metal colloids produced by means of gas evaporation technique. I. Preparation method and optical properties in ethanol.  
Bull. Chem. Soc. Jpn. 56 (12), 3578-84 (1983)
- 879.- Sutugin, A.G.; Grimberg, A.N.; Puchkov, A.S.  
Nucleation in systems with changing temperature and concentration: a microkinetic approach.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (1), 229-35 (1984)
- 880.- Shchukin, F.D.  
Dmitrii Ivanovich Mendeleev and problems of colloidal chemistry.  
Zh. Neorg. Khim. 29 (2), 317-22 (1984)

- 881.- Krotov, V.V.  
Generalized equations of syneresis.  
Kolloidn. Zh. 46 (1), 15-22 (1984)
- 882.- Ma, Jiming.; Giang, Di.; Zhong, Bianxiao., et tal.  
Study on the wettability of gelatin hydrogels.  
Gaodeng Xuexiao Huaxue Xuebao. 51 (1), 94-8 (1984)
- 883.- Mashnina, N.V.; Goryunov, Yu. V., et tal.  
Effect of modifiers on the wettability of gelatin gels.  
Zh. Prikl. Khim. 57 (1), 177-80 (1984)
- 884.- Torralvo, M.J.; Alario, M.A.; Soria, J.  
Crystallization behavior of zirconium oxide gels.  
J. Catal. 86 (2), 473-6 (1984)
- 885.- Grouber, B.  
Gelatins. Properties, controls, principal applications.  
Labo-Pharma-Probl. Tech. 337, 909-16 (1983)
- 886.- Sakka, Sumio.  
Preparation of amorphous materials based on the sol-gel change  
and its applications.  
Yoyuen. 27 (1), 27-47 (1984)
- 887.- Chaikin, P.M.; Pincus, P.A.  
Colloidal crystals and glasses.  
Liq. Cryst. Ordered Fluids. 4, 971-85 (1984)
- 888.- Carstensen, Jenst.; Su, K.  
Physical and chemical factors in the formation of disperse systems.  
Paperback APV 10 (Technol. Salben., Suspensionen Emulsionen), 15-31 (1984)
- 889.- Yakobson, A. Ya.  
Adsorption properties of  $\alpha$ - ferric oxide.  
Zh. Fiz. Khim. 58 (3), 733-5 (1984)

- 890.- Kimura, Yeisaku.  
The study of metal colloids produced by means of gas evaporation technique  
II. Reaction of metal sols in organic solvents.  
Bull. Chem. Soc. Jpn. 57 (6), 1683-4 (1984)
- 891.- Cegner, B.M.; Kirsenko, T.V.; Rekasheva, A.F., et tal.  
Nature of structural changes in gelatin in aqueous solutions during  
 $\gamma$ - irradiation.  
Khim. Vys. Energ. 18 (2), 118-21 (1984)
- 892.- Berg, T.G. Owe.  
Kinetics of the reversible gel-colloid transformation.  
Tenside Deterg. 21 (2), 93-8 (1984)
- 893.- Cornell, R.M.; Goodwin, J.W.; Ottewill, R.H.  
Direct microscopic studies of particle motion in stable dispersions  
and in floccules.  
J. Colloid Interface Sci. 7 (2), 254-66 (1979)
- 894.- Alley, W.E.; Alder, E.J.  
Modification of Fick's law.  
Phys. Rev. Lett. 43 (10), 653-6 (1979)
- 895.- Dusk, G. Curtis, Jr.; Labuza, Theodore P.  
A dye diffusion technique to evaluate gel properties.  
J. Food Sci. 44 (5), 1369-72 (1979)
- 896.- Onishi Kazuel.; Sugihara, Gohsuke.; Tanaka, Mitsuri.  
An analysis of the moving boundary problem. Associated with the  
gel diffusion method.  
Mol. Immunol. 16 (7), 503-7 (1979)
- 897.- Sedahmed, G.H.; Zatout, A-A., et tal.  
Diffusion of electrolytes in colloidal solutions.  
Afinidad. 36 (362), 365-6 (1979)



- 898.- Ebelin, G.  
An analytical solution to Fick's equations in the case of the dissociative diffusion mechanism.  
Phys. Status Solidi B 98 (2), 699-708 (1980)
- 899.- Neumann, Richard. M.  
Entropic approach to brownian movement.  
Am. J. Phys. 48 (5), 354-7 (1980)
- 900.- Shirshova, M.P.  
Works of yargin in colloidal chemistry.  
Deposited Doc. Viniti 1957-79, 1 59-73 (1979)
- 901.- Kuznetsova, E.M.; Rashidova, D. Sh.  
Use of effective dimensions of organic molecules for calculating diffusion coefficients in infinitely dilute aqueous solutions.  
Zh. Fiz. Khim. 54 (9), 2353-7 (1980)
- 902.- Mulcahy, Dennis E.  
A short-duration gel diffusion experiment.  
Educ. Chem. 17 (5), 142. 147 (1980)
- 903.- Russel, W.B.; Glendenning, A.B.  
The effective diffusion coefficient detected by dynamic light scattering.  
J. Chem. Phys. 74 (2), 948-52 (1981)
- 904.- Gardiner, William C., Jr.  
Theory of brownian motion in three dimensions. Application to dissipation of concentration fluctuations.  
J. Phys. Chem. 85 (5), 599-603 (1981)
- 905.- Masters, A.J.; Madden, P.A.  
A molecular theory of Stokes-Einstein behavior I. Transational brownian motion.  
J. Chem. Phys. 74 (4), 2450-9 (1981)

- 906.- Alder, B.J.; Alley, W.E.  
Corrections of Stokes law.  
Mol. Struct. Dyn.: Lect. Biol. Chem. Phys., Proc. Symp.  
(Pub. 1980), 309-33 (1979)
- 907.- Uzgiris, E.E.  
Introduction to laser light scattering spectroscopy in electro  
phoresis.  
Nato Adv. Study Inst. Ser. B , 264 (Mol. Electro-Opt. Prop.  
Macromol Colloids solution), 485-504 (1981)
- 908.- Ledbetter, Joseph E.; Croxton, Thomas L.; Mc Quarrie, Donald A.  
The interaction of two charged spheres in the Poisson-Boltzmann  
equation.  
Can. J. Chem. 59 (13), 1869-4 (1981)
- 909.- Mitchell, J.R.  
The rheology of gels.  
J. Texture Stud. 11 (4), 315-37 (1980)
- 910.- Parlange, J.Y.; Braddock, R.D., et tal.  
An integral of the Smoluchoski equation and its application to  
the prescribed diffusion approximation.  
J. Chem. Phys. 75 (9), 4737-8 (1981)
- 911.- Carton, J.P.; Dubois-Violette, E.; Prost, J.  
Brownian diffusion of a small particle in a suspension. I.  
Excluded volume effect.  
Phys. Lett. A 86A (8), 407-8 (1981)
- 912.- Patil, S.F.; Adhyapak, N.G.  
Diffusion studies of some electrolytes in agar gel.  
Int. J. Appl. Radiac. Isot. 33 (2), 105-8 (1982)
- 913.- Seo, Manabu.  
Liesegang phenomena and dissipative structure.  
Kyoritsu Kagaku Raiburari 19, 121-84 (1981)

- 914.- Melik, D.H.; Fogler, H.S.  
Turbidimetric determination of particle size distributions of colloidal systems.  
J. Colloidal Interface Sci. 92 (1), 161-80 (1983)
- 915.- Latimer, Paul.; Wamble, Fred.  
Light scattering by aggregates of large colloidal particles.  
Appl. Opt. 21 (13), 2447-55 (1982)
- 916.- Vrij, A.  
Light scattering by dispersions of model colloids.  
Adv. Colloid Interface Sci. 16, 139-41 (1982)
- 917.- Pusey, P.N.  
Light scattering.  
Spec. Publ.- R. Soc. Chem. 43 (1982)
- 918.- Parslow, Kevin.; Jennings, Barry R.  
Polydisperse particle size analysis by pulsed electric birefringence.  
Philos. Mag. B 49 (5), 457-69 (1984)
- 919.- Kuczynski, J.; Thomas, J.K.  
Surface effects in the photochemistry of colloidal calcium sulfide.  
J. Phys. Chem. 87 (26), 5498-503 (1983)
- 920.- Sano, Yoh.; Nakagaki, Masayuki.  
Refractive index increment of a colloidal dispersions of small spheroidal particles.  
J. Phys. Chem. 88 (1), 95-9 (1984)
- 921.- Dickinson, Eric.; Parker, Roger.  
Brownian encounters in a polydisperse sedimenting system of interacting colloidal particles.  
J. Colloidal Interface Sci. 97 (1), 220-31 (1984)
- 922.- Tedden, Erhard.  
Diffusion in solutions.  
Zrawwelt 123 (37), 1568-71 (1983)

- 923.- Sanni, L.O.  
Comment on exact Brownian coagulation.  
J. Colloidal Interface Sci. 96 (2), 560 (1983)
- 924.- De Jaeger, N.  
Determination of the particle size of industrial materials.  
Chem. Mag. 9 (7), 15-19 (1983)
- 925.- Shimizu, Isao.  
Measurement of size, number density and velocity of particles by optical scattering method.  
Kagaku Kagaku 47 (9), 556-60 (1983)
- 926.- Kubota, Katsuyuki.; Hayashi, Shinya.; Mandai, Hideharu.  
A few comments on simple optical measurement for determining sizes of latex particles suspended in water.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (2), 579-82 (1984)
- 927.- Esteve, D.; Urbina, C.; Goldman, M., et tal.  
Direct observation of rotational Brownian motion of spheres by NMR.  
Phys. Rev. Lett. 52 (14), 1180-3 (1984)
- 928.- Munakata, T.; Kawakatsu, T.  
Velocity field and self-diffusion in liquid binary mixtures. A generalized Stokes-Einstein relation.  
Z. Chem. Phys. 80 (6), 2800-3 (1984)
- 929.- Sanfeld, A.  
Structure of the double layer.  
Abb. Akad. Wiss DDR 1976 (Pub 1977). 1 (originalbeitr.- Int. Tag. Grenzflaechenakt. Stoffe, 4th, Teil 1), 39-58
- 930.- Watanabe, Akira.  
Studies on interfacial electric phenomena and their applications.  
Yukagaku 26 (11), 699-704 (1977)

- 931.- Terentéva, E.A.; Lukashenko, G.N.; Efremov, I.P.  
Formation and separation into layers of periodic colloidal structures.  
Kolloidn. Zh. 39 (6), 1125-31 (1977)
- 932.- Kudryavtseva, N.M.; Baran, A.A.; Deryagin, B.V.  
Applicability of the DLVO theory to a description of the coagulation of silver iodide and gold sols by electrolytes.  
Kolloidn. Zh. 39 (6), 1070-5 (1977)
- 933.- Kallay, N.  
Adsorption of ions by colloids in electrolyte solutions.  
Croat. Chem. Acta. 50 (1-4), 209-17 (1977)
- 934.- Sorokin, A.B.; Goryunov, A.S.; Tkach, A.A.  
"Zeta-2" Device for the automatic measurement of the zeta - potential of colloidal particles.  
Nauka i Tekhn., v Gor. Kh-ve. Resp. Mezhved. Nauch.- Techn. Sb. (35) 33-5 (1977)
- 935.- Contreras S.; Watillon, A.  
Study of the adsorption of anionic and cationic surfactants on ferric oxide hydrosols in relation to their stability and their electrokinetic properties.  
Croat. Chem. Acta. 50 (1-4), 1-13 (1977)
- 936.- De Bruyn, P.L.  
Structure at colloid interfaces.  
Phys. Chem. Liq. 7 (3-4), 181-99 (1978)
- 937.- Cur, Yigal.; Ravina, Israela.; Babchin, Alexander J.  
On electrical double layer theory. II. The Poisson-Boltzmann equation including hydration forces.  
Colloid Interface Sci. 64 (2), 333-41 (1978)
- 938.- Usui, S.; Sasaki, M.  
Zeta potential measurements on bubbles in aqueous surfactant solutions.  
J. Colloid Interface Sci. 65 (1), 36-45 (1978)

- 939.- Lockhart, M.C.  
Electrical separations - A colloid perspective.  
Filtr. Sep. 15 (3), 211-12, 214 264 (1978)
- 940.- Ravina, I.; Gur, Y.  
Application of the electrical double layer theory to prediction  
adsorption in mixed ionic systems.  
Soil Sci. 125 (4), 204-9 (1978)
- 941.- Jasiumas, R.; Ajinogenova, I.N.; Shcherban, Z.P.  
Study of the stability and coagulation of starch, gelatin and  
agar-agar solutions.  
Khim. Khim. Tekhnol. 21 (5), 700-2 (1978)
- 942.- Davidyan, D.B.  
On possible mechanism of electrokinetic potential formation.  
Arm. Khim. Zh. 31 (5), 313-19 (1978)
- 943.- Bhattacharjya, S.K.  
Zeta potential control-versatile tool in research and industry.  
Chem. Ind. Dev. 11 (11), 15-18 (1977)
- 944.- Dickmann, Stephan.; Frahm, Jens.  
A numerical computation of the diffuse double layer and its  
application to spherical colloidal particles.  
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 82 (9), 1013-15 (1978)
- 945.- Cooper, W. David.; Marsden, Robert S.  
Origin of charge on colloidal particles in butanol.  
J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1 74 (6), 1583-9 (1978)
- 946.- Parfitt, G.D.; Feacock, J.  
Stability of colloidal dispersions in nonaqueous media.  
Surf. Colloid Sci. 10, 163-226 (1978)
- 947.- Miller, Clarence A.  
Stability of interfaces.  
Surf. Colloid Sci. 10, 227-93 (1978)

- 948.- Watanabe, Akira.  
DLVC (Derjaguin-Landau-Verwey-Overbeek) Theory liquid thin films.  
Kendai Kagaku 25, 42-50 (1979)
- 949.- Baloga, Stepen.  
First order diffusive effects in the coagulation of colloidal suspensions.  
J. Chem. Phys. 70 (3), 1129-31 (1979)
- 950.- Kallar, N.; Krznavic, I.; Cegel, Z.  
The mechanism interactions between nonionic surface active agents and lyophobic colloids.  
Colloid Polym. Sci. 257 (1), 75-80 (1979)
- 951.- Deryagin, B.V.  
Stability of colloidal systems.  
USP. Khim. 48 (4), 675-721 (1979)
- 952.- Watanabe, Akira.  
Interfacial electrical phenomena and stability of colloids.  
New Food Ind. 21 (5), 45-55 (1979)
- 953.- Kitahara, Fumio.  
Coagulation Colloids and fundamentals of water treatment.  
Mijikana Gensho no Kagaku 191-210 (1978)
- 954.- Frahm, Jens.; Diekmann, Stephan.  
Numerical calculation of diffuse double layer properties for spherical colloidal particles by means of a modified nonlinearized Poisson-Boltzman equation.  
J. Colloid Interface Sci. 70 (3) 440-7 (1979)
- 955.- Watanabe, Akira.; Tagawa, Mieko.  
Micro-electrochemistry of surfaces. VI. Colloidal Stability and liquid thin films.  
Hyomen 17 (5), 349-55 (1979)

- 956.- Deryagin, B.V.  
Some new aspects of and conclusions on theory of stability of colloid and their experimental verification.  
Faraday Discuss. Chem. Soc. 65 (Colloid Stab) 306-12 (1978)
- 957.- Fridrikhsterg, D.A.; Tikhomolova, K.P.; Sidorova, M.F.  
Electrokinetic study of adsorption layer on different surfaces.  
Croat. Chem. Acta 52 (2), 125-37 (1979)
- 958.- Frens, G.  
On coagulation in the primary minimum.  
Faraday Discuss. Chem. Soc. 65 (Colloid Stab) 146-55 (1978)
- 959.- Rendall, Henry M.; Smith, Alec L.; Williams, Lynda A.  
Electrokinetic study of surfactant adsorption.  
J. Chem. Soc., Faraday Trans. I. 75 (3), 669-78 (1979)
- 960.- Kizawa, Susumu.  
An experimental study on the relation between zeta-potential and colloid charge determined by the colloid titration technique.  
Toyama-Zenritsu Gijutsu Tanki Daigaku Kenkyu Hokoku 12, 31-6 (1979)
- 961.- Watanabe, Akira.; Tagawa Mieko.  
Electrochemistry of interfaces VII. Colloid Stability and thin liquid film.  
Nyomen 17 (7), 465-74 (1979)
- 962.- Zeichner, G.R.; Schowalter, W.R.  
Effects of hydrodynamic and colloidal forces on the coagulation of dispersions.  
J. Colloid Interface Sci. 71 (2), 237-53 (1979)
- 963.- Currin, Ben L.; Kennedy, R. Moffatt., et al.  
Electrical aspects of adsorbing colloid flotation. Pretreatments multiple removals, interferences, and specific adsorption.  
Sep. Sci. Technol. 14 (8), 669-87 (1979)



- 964.- Kadoshnikova, I.G.; Kiselev, P.A.  
Colloidal solutions of chlorophyll. Electrical charge of particles.  
Biofizika 24 (5), 811-14 (1979)
- 965.- Watanabe, Akira; Tagawa, Mieko.  
Electrochemistry of interfaces VIII. Stability of colloids and  
liquid thin layer.  
Hyomen 17 (10), 666-73 (1979)
- 966.- Liu, Zheng-Hui.  
Specific adsorption of strong electrolytes and the nature of the  
electrical double layer study of the interface excess activity  
coefficient.  
Sci. Sin. 23 (1), 61-74 (1980)
- 967.- Watanabe, Akira; Togawa, Mieko.  
Electrochemistry of interface IX. Stability of colloids and  
liquid thin film.  
Hyomen 18 (1), 59-65 (1980)
- 968.- Eleier, Alan.; Matijevic, Egon.  
Stability of mixed colloidal dispersions.  
Chem. Wastewater Technol. 81-98 (1978)
- 969.- Paran, A.A.; Tusupbaev, N.K., et al.  
Flow-ultramicroscopic study of the flocculation of hydrophobic  
sols by water - soluble polymers. 3. Flocculation of a negative  
silver iodide sol by additions of cationic poly-electrolyties.  
Kolloidn. Zh. 42 (1), 11-18 (1980)
- 970.- Zubkova, Yu. N.  
Effect of inorganic electrolytes on the electrokinetics potential  
of coals.  
Khim. Tverd. Topl. (1), 80-3 (1980)

- 971.- Dukhin, S.S.; Shilov, V.N.  
Kinetic aspects of electrochemistry of disperse systems. part II.  
Induced dipole moment and the nonequilibrium double layer of a  
colloid particle.  
Adv. Colloid Interface Sci. 13 (1-2), 153-95 (1980)
- 972.- Deryagin, B.V.; Dukhin, S.S.; Shilov V.N.  
Kinetic aspects of electrochemistry of disperse systems.  
Part I. Introduction.  
Adv. Colloid Interface Sci. 13 (1-2), 141-52 (1980)
- 973.- Fall, Robin. C.; Richmon, Peter.  
Dynamics of colloidal dispersions.  
Phys. Chem. Liq. 9 (2), 99-116 (1980)
- 974.- Watanabe, Akira.  
Electrical surface phenomenon and colloidal stability.  
Shokukin no Hasei 5, 135-54 (1979)
- 975.- Hill, M.W.  
Some fundamental aspects of thermodynamics of dynamic systems.  
Biophys. Membr. Transp. (1), 135-67 (1979)
- 976.- Vincent, Brian.  
The stability of particulate suspensions.  
Chem. Ind. (6), 218-24 (1980)
- 977.- Chan, Derek, V.C.; Mitchell, P. John; Ninham Farr. W.  
A self-consistent study of ion adsorption and discrete charge  
effects in the electrical double layer.  
J. Chem. Phys. 72 (9), 5159-62 (1980)
- 978.- Ninham, B.W.  
Long-range U.S. Short-range forces.  
The present state of play.  
J. Phys. Chem. 84 (12), 1423-30 (1980)

- 979.- Ottewill, R.H.  
Herbert Freundlich-his contribution to the physical chemistry of colloidal dispersions.  
Chem. Ind. (9), 377-81 (1980)
- 980.- Lyklema, J.  
Colloid stability as a dynamic phenomenon.  
Pure Appl. Chem. 52 (5), 1221-7 (1980)
- 981.- Overbeek, J.; Theodoor, G.  
The rule of Schulze and Hardy.  
Pure Appl. Chem. 52 (5), 1151-61 (1980)
- 982.- Krechmar, G.; Dukhin, S.S., et al.  
Adsorption kinetics of ions of different valence.  
Kolloidn. Zh. 42 (2), 644-8 (1980)
- 983.- Blank, Martin.  
A surface free energy model for protein structure in solution: Henoglobin equilibria.  
Colloid Surf. 1 (2), 139-49 (1980)
- 984.- Ottewill, R.H.  
Direct measurements of particle-particle interactions.  
Prog. Colloid Polym. Sci. 67, 71-83 (1980)
- 985.- Melander, Wayne.; Horvath, Csaba.  
Thermodynamics of hydrophobic adsorption.  
Act. Carbon Adsorption Org. Aqueous Phase 1, 65-89 (1980)
- 986.- Hunter, Robert John.  
The double layer in colloidal systems.  
Compr. Treatise Electrochem. 1, 397-437 (1980)
- 987.- Reeves, R.  
The double layer in the absence of specific adsorption.  
Compr. Treatise Electrochem. 1, 83-134 (1980)

- 988.- Van Oss, C.J.; Neumann, A.W., et tal.  
The influence of extremely small attractive as well as of  
repulsive Van der Waals-London forces on cell interactions.  
Adv. Chem. Ser. 188 (Bioelectrochem: Ions, Surf., Membr.), 107-14 (1980)
- 989.- Hall, Denver G.; Rendall, Henry M.  
Analysis of electrical double - layer measurements.  
J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1 76 (12), 2575-86 (1980)
- 990.- Talboys, D.  
The use of dispersants and flocculants.  
Sch. Sci. Rev. 62 (218), 99-103 (1980)
- 991.- Allan, M.L.  
Demonstration model for emulsions.  
Sch. Sci. Rev. 62 (218), 112 (1980)
- 992.- Hall, D.G.; Rendall, H.M., et tal.  
Some applications of a usefull theorem in double layer theory.  
Croat. Chem. Acta. 53 (2), 147-65 (1980)
- 993.- Stache, H.; Kossivig, K.  
Surfactants-from chemistry by way of colloid chemistry to  
application.  
Fenside Deterg. 18 (1), 1-6 (1981)
- 994.- Stenius, Per.  
Colloidal chemistry. The electrical double layer.  
Suom. Kem. Seura. 21, 45-56 (1979)
- 995.- Stenius, Per.  
Colloidal Stability.  
Suom. Kem. Seura. 21, 63-87 (1979)
- 996.- Laukkarinen, Tuomo.  
Fluoccculation with polyelectrolytes.  
Suom. Kem. Seura. 21, 89-102 (1979)

- 997.- Pangarajan, S.K.  
The electrical double layer.  
Electrochemistry 7, 203-56 (1980)
- 998.- Shohukin, E.D.; Arnelina, E.A.; Yaminskil, V.V.  
Adhesion of particles in liquid media and stability of disperse systems.  
Colloids Surf. 2 (3), 221-42 (1981)
- 999.- Ruckenstein, Eli.  
On the thermodynamics of double-layer forces in open and closed systems.  
J. Colloid Interface Sci. 82 (2), 490-8 (1981)
- 1000.- Ledbetter, Joseph E.; Croxton, Thomas L.; McQuarrie, Donald A.  
The interaction of two charged spheres in the Poisson-Boltzmann equation.  
Can. J. Chem. 59 (13), 1860-4 (1981)
- 1001.- Formanek, Leopold.  
Physicochemical and application properties of dispersions: Methods for their characterization and testing. Analysis and testing of dispersions. 2. Test methods.  
Makromol. Latky 31, 155-89 (1979)
- 1002.- Sherman, P.  
Emulsions, emulsification, and emulsion stability.  
Mem. Ind. 35 (10), 296-302 (1981)
- 1003.- Inove, Katsuya.  
Chemistry of dispersion systems.  
Iwanami Koza Gendai Kagaku 6 (Shugotai no Kagaku, Part 2), 379-401 (1980)
- 1004.- King, David A.; Richardson, N.V.; Grimley, T.P.  
Recent advances in surface science.  
Phys. Bull. 32 (9), 288-91 (1981)

- 1005.- Lando, Walter.  
Explanation of a.c. electroosmosis.  
262 (5), 933-9 (1981)
- 1006.- Lyklema, J.  
Progress in interfacial chemistry in relation to colloid stability.  
Pure Appl. Chem. 53 (11), 2199-209 (1981)
- 1007.- James, Robert C.; Parks, George, A.  
Characterization of aqueous colloids by their electrical double  
layer and intrinsic surface chemical properties.  
Surf. Colloid Sci. 12, 119-216 (1982)
- 1008.- Peshetov, E.T.  
Use of aqueous emulsions.  
Poligrajiya (3), 21-2 (1982)
- 1009.- Botsaris, Gregory D.; Glazman, Yuli K.  
The evidence for the solvation mechanism of disperse systems  
stabilization.  
J. Dispersion Sci. Technol. 3 (1), 67-79 (1982)
- 1010.- Overbeek, J. Theodoor G.  
Strong and weak points in the interpretation of colloid stability.  
Adv. Colloid Interface Sci. 16, 17-30 (1982)
- 1011.- Lyklema, J.  
The status quo of colloid stability from a higher vantage point.  
Adv. Colloid Interface Sci. 17, 307-12 (1982)
- 1012.- Watanabe, Akira.; Furusawa, Kunio.  
Stability of disperse system.  
Kyoritsu Kagaku Baihurari 19, 121-84 (1981)
- 1013.- Lyklema, J.  
Fundamentals of electrical double layers in colloidal systems.  
Spec. Publ.- E. Soc. Chem. 43 (1982)

- 1014.- Jovanovic, Milica.; Duric, Merica.; Cvetkovic, Nebojsa.  
Determination of electrokinetic potential.  
Farm. Glas. 38 (5), 149-55 (1982)
- 1015.- Jacobasch, H.J.; Bauhock, G.; Schurz, J.  
Zeta potential : origin, measurement, and practical applications.  
Cesterr, Chem. Z. 83 (10), 247-55 (1982)
- 1016.- Chan, Bertram K.C.; Chan, Derek Y.C.  
Electrical double-layer interaction between spherical colloidal particles : an exact solution.  
J. Colloid Interface Sci. 92 (1), 281-3 (1983)
- 1017.- Krylov, V.S.; Gafarov, R.G.  
Effect of the dielectric nonuniformity of an electric double layer on the coagulation of flat lyophobic particles in diluted electrolytes.  
Kolloidn. Zh. 45 (2), 225-30 (1983)
- 1018.- Glendinning, A.E.; Russel, W.B.  
The electrostatic repulsion between charged spheres from exact solutions to the linearized Poisson-Boltzmann equation.  
J. Colloid Interface. Sci. 93 (1), 95-104 (1983)
- 1019.- Dukhin, S.S.; Yaroshchuk, A.E.  
Problem of the boundary layer and the electric double layer.  
Kolloidn. Zh. 44 (5), 884-95 (1982)
- 1020.- Hirtzek, U.S.; Rajagopalan, R.  
Research and research needs in colloidal interactions.  
Report NSF OIR-83005; Order No. PB84-161231 (1984)
- 1021.- Rusanov, A.I.; Kuni, F.K.  
Reformulation of the thermodynamic theory of nucleation on charged particles.  
J. Colloid Interface Sci. 100 (1), 264-77 (1984)
- 1022.- Eowen, W. Richard.; Clark, Robert A.  
Electrosmosis at microporous membranes and the determination of zeta - potential.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (2), 401-9 (1984)

- 1023.- Tanaka, Hiroo.  
Zeta potential measurements of sedimentary particles by the micro-electrophoretic method.  
Nippon Kagaku Kaishi. (11), 1556-61 (1983)
- 1024.- Usui, S.  
Variation of the potential of the Stern plane with interaction of dissimilar flat electrical double layers.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (1), 247-53 (1984)
- 1025.- Ambrose, S.; Gnanam, F.D.; Ramasamy, P.  
Periodic precipitation in gel-influence of temperature.  
J. Colloid Interface Sc. 97 (1), 295-7 (1984)
- 1026.- Marmur, Abraham.  
On the definition of the stability ratio.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (1), 300 (1984)
- 1027.- Furlog, D. Neil; Sasse, Wolfgang H.F.  
Colloidal platinum sols : anion effects on coagulation behavior.  
Aust. J. Chem. 36 (11), 2163-7 (1983)
- 1028.- Muller, V.M.; Kuzmina, G.L.; Martinov, G.A.  
Nature of the stability and mechanism of coagulation of a gold hydrosol.  
Kolloid. Zh. 45 (6), 1096-101 (1983)
- 1029.- Gonzalez Canibano, Jose  
Flocculation, Mechanism and classification of different types of flocculants. Part. I.  
Ing. Quim. 15 (176), 23-30 (1983)
- 1030.- Jennings, Barry R.; Fairwood, Roger C.  
Electric birefringence and electrophoretic light scattering for colloid stability characterization.  
Croat. Chem. Acta. 56 (4), 663-71 (1983)



- 1031.- Bouge, L.S.; Ottewill, R.H.  
Direct measurement of the pressure of electrical double layer interaction between charged surfaces.  
Colloid Polym. Sci. 68 (Front. Colloid Sci.), 101-12 (1983)
- 1032.- Labib, Mohamed E.; Williams, Richard.  
The use of zeta-potential measurements in organic solvents to determine the donor-acceptor properties of solid surfaces.  
J. Colloid Interface Sci. 97 (2), 356-66 (1984)
- 1033.- Kyriakos, D.; Papadopoulos; Cheh, Huk Y.  
Theory on colloidal double-layer interactions.  
AIChE J. 30 (1), 7-14 (1984)
- 1034.- Overbeek, J.T.G.  
Interparticle forces in colloid science.  
Powder Technol. 37, 195-208 (1984)
- 1035.- Djuric, Z.; Jovanovic, M.  
The effect of sodium lauryl sulfate on the zeta potential of chloramphenicol palmitate particles.  
Labo-Pharma-Probl. Tech. 335, 711-14 (1983)
- 1036.- Serebryakov, Yu. A.; Agulyanskaya, L.A.  
Interactions of particles in suspensions.  
Deposited Doc. VINITI 890-83 (1983)
- 1037.- Neogi, P.  
Electrical double-layer effects near a contact line.  
J. Colloid Interface Sci. 98 (2), 425-9 (1984)
- 1038.- Guldbrand, Lars.; Joensson, Bo.; Wennerstroem, Maekan., et tal.  
Electrical double layer forces. A Monte Carlo study.  
J. Chem. Phys. 80 (5), 2221-9 (1984)
- 1039.- Rosen, J.M.  
A statistical description of coagulation.  
J. Colloid Interface Sci. 99 (1), 9-19 (1984)

- 1040.- Hatarajan, Ramesh.; Schechter, Robert S.  
The solution of the nonlinear Poisson-Boltzmann equation for thin, spherical double layers.  
J. Colloid Interface Sci. 99 (1), 50-8 (1984)
- 1041.- Flum, L.  
A model for the interaction of two electric double layers in two dimensions : the metal electrolyte interface and the Donnan membrane.  
J. Chem. Phys. 80 (6), 2953-8 (1984)
- 1042.- Unno, Hajime.  
Application of polymer flocculant and its perspective.  
Kagaku Kogyo 35 (2), 171-9 (1984)
- 1043.- Victor, J.M.; Hansen, J.P.  
"Liquid-gas" transition in charged colloidal dispersions.  
J. Phys. Lett. 45 (7), 307-12 (1984)
- 1044.- Schmickler, Wolfgang.; Henderson, Douglas.  
The interphase between jellium and hard sphere electrolyte. A model for the electric double layer.  
J. Chem. Phys. 80 (7), 3381-6 (1984)
- 1045.- Churaev, N.V.  
Structural forces in the theory of stability of colloids and films.  
Kolloidn. Zh. 46 (2), 302-13 (1984)
- 1046.- Yaroshchuk, A.E.  
Structure of an equilibrium double layer at a hydrophilic surface.  
Kolloidn. Zh. 46 (2), 314-19 (1984)
- 1047.- Zholkouskii, E.K.; Dukhin, S .S.  
Slow coagulation and relaxation of the double layer.  
Kolloidn. Zh. 46 (2), 392-3 (1984)
- 1048.- Vol'fkovich, Yu. M.  
Effect of an electric double layer at the inner interface of anion exchanger on its electrochemical and sorption properties.  
Elektrokhimiya 20 (5), 665-72 (1984)

- 1049.- Chao, Chen Shen.  
Emulsion study. (V) Evaluation and application of emulsions.  
Chieh Mien Ko Hsueh 21, 2-5 (1983)
- 1050.- Friberg, S.E.  
Microemulsions.  
Prog. Colloid Polym. Sci. 68 (Front. Colloid Sci.), 41-7 (1983)
- 1051.- Friberg, S.E.; Podzimek, M.  
A non-aqueous microemulsions.  
Colloid Polym. Sci. 262 (3), 252-3 (1984)
- 1052.- Suezaki, Y.  
Statistical mechanical model theory of the stability of O/W and W/O  
microemulsions.  
J. Dispersion Sci. Technol. 4 (4), 371-95 (1983)
- 1053.- Mackay, R.A.; Dixit, N.S.; Agarwal, R., et tal.  
Diffusion measurements in microemulsions.  
J. Dispersion Sci. Technol. 4 (4), 397-407 (1983)
- 1054.- Lalanne, P.; Clin, E.; Blais, J.  
Application of theoretical models to the estimate of microemulsions  
properties. Part. I. Ternary systems.  
Chem. Eng. Commun. 27 (3-4), 193-208 (1984)
- 1055.- Kim, Mahn Won.; Huang, John S.; Pock, Jan.  
Interfacial light scattering study in microemulsions.  
SPEJ, Soc. Pet. Eng. J. 24 (2), 203-8 (1984)

CONCLUSIONES

- 1 ) La proposición de éste Plan de Prácticas-Base del Laboratorio de Fisicoquímica VI, obedece basicamente al programa de prácticas - tradicionales que se realizan, en forma general, en las escuelas de nivel superior. Sin embargo éste tradicionalismo no obedece - necesariamente al contenido e información de este manual.
- 2 ) Por lo anteriormente planteado, se propone estructuralmente dicho manual como Prácticas - Guía en la Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán".
- 3 ) Cómo podrá observarse las prácticas guardan, entre sí, una relación directa y continua. Sin embargo, ésta continuidad no sólo se guarda aquí, sino que también van acopladas al programa de teoría de Fisicoquímica VI.
- 4 ) Las aplicaciones de los fenómenos de superficie son muchísimas, lo que facilita la versatilidad en cuanto a su campo de acción, no - así la facilidad de su estudio.
- 5 ) El manual va acompañado de una revisión bibliográfica exhaustiva - para ampliar, de manera general, los conocimientos teóricos y aplicativos de los fenómenos de superficie y sistemas dispersos.

CONSTANTES FUNDAMENTALES.

<u>CONSTANTE</u>	<u>UNIDADES (CGS)</u>
Número de Avogadro ( $N_o$ )	$6.0225 \times 10^{23}$ moléculas/mol
Constante de Boltzmann ( $k$ )	$1.3805 \times 10^{-16}$ Ergios/ $^{\circ}K$
Carga del Electrón ( $e$ )	$4.803 \times 10^{-10}$ esu.
Masa del Electrón ( $m_e$ )	$9.1096 \times 10^{-28}$ gramos.
Constante de Faraday ( $F$ )	96,486.7 Coulombs gramo/equivalente.
Constante de los Gases ( $R$ )	$8.314 \times 10^7$ Ergios/ $^{\circ}K$ mol
Constante de Planck ( $h$ )	$6.6256 \times 10^{-27}$ Ergios/seg
Masa del Protón ( $M_p$ )	$1.6725 \times 10^{-24}$ gramos
Constante de Rydberg ( $R_H$ )	$1.09737 \times 10^5$ $cm^{-1}$
Velocidad de la Luz (vacío) ( $c$ )	$2.99795 \times 10^{10}$ cm/seg

FACTORES DE CONVERSION.

$$1 \text{ Angstrom } (\text{Å}) = 10^{-8} \text{ cm} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr} = 1.01325 \times 10^6 \text{ dinas/cm} \\ = 101.325 \text{ Newton/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^6 \text{ dinas/cm}^2 = 0.987 \text{ atm} = 100,007.8 \text{ Newton/m}^2$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ Joules} = 4.184 \times 10^7 \text{ Ergios}$$

$$1 \text{ coulomb} = 2.9979 \times 10^9 \text{ esu.}$$

$$1 \text{ dina} = 10^{-5} \text{ Newtons}$$

$$1 \text{ ergio} = 2.39 \times 10^{-8} \text{ cal} = 10^{-7} \text{ Joules}$$

$$1 \text{ eV} = 23.06 \text{ Kcal/mol} = 1.602 \times 10^{-12} \text{ Ergios} \\ = 1.602 \times 10^{-19} \text{ Joules} = 8066 \text{ cm}^{-1}$$

$$1 \text{ Faraday} = 96,487 \text{ coulombs/equivalente} \\ = 23,062 \text{ cal/volt equivalente}$$

$$1 \text{ R} = 8.314 \text{ Joules/}^{\circ}\text{K mol} = 1.987 \text{ cal/}^{\circ}\text{K mol} \\ = 82.05 \text{ cm}^3 \text{ atm/}^{\circ}\text{K mol} = 0.08205 \text{ litros atm/}^{\circ}\text{K mol}$$