

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Química Analítica I
Carrera: Ingeniería Bioquímica
Clave de la asignatura: BQF - 0529
Horas teoría-horas práctica-créditos 2-4-8

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Tuxtepec del 17 al 21 de Enero de 2005	Representantes de las academias de Ingeniería Bioquímica.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Institutos Tecnológicos de Colima, Mérida, Veracruz Abril del 2005.	Academia de Ingeniería Bioquímica.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la reunión nacional de evaluación
Instituto Tecnológico de Tepic del 25 al 29 de abril del 2005	Comité de Consolidación de la carrera de Ingeniería Bioquímica.	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Química I		Fisicoquímica	Equilibrio de fases. Propiedades coligativas.
		Bioquímica I	
		Microbiología	
		Química III	
		-Todas las que impliquen consideraciones sobre la composición de sustancias o materiales de diverso origen (naturaleza química de los componentes o su concentración dentro de la matriz analítica)	

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Desde el punto de vista de los valores humanos, es una oportunidad para que reconozca la actitud ética que deben tener los profesionales de la **Química** en su ejercicio analítico, y la trascendencia de esta actitud en su profesión de **Ingeniero-a**. Una actitud no-ética de los Químicos-as, perjudicaría los alcances de los trabajos de los Ingenieros-as como son el **diseño, simulación y control de procesos** de transformación de recursos naturales.

- Este curso junto con el secuencial, Química Analítica II, provee de las herramientas fundamentales para una comunicación eficiente entre los Ingenieros-as trabajando en procesos de producción o en escalamiento de procesos con los Químicos-as que laboran en los laboratorios analíticos o de investigación básica, lo que también implica un aprendizaje de participación en equipos multidisciplinarios.
- Esta última característica de motivación para vincularse con otras profesiones, también puede alcanzarse en este curso, por ejemplo cuando los estudiantes observan el desarrollo de este tipo de trabajo **multidisciplinario**, en el diseño u operación de analizadores de proceso.

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Conocerá los soportes teóricos introductorios de la Química Analítica e interpretará los reportes analíticos que sobre los materiales, intermediarios y productos de procesos de fabricación se generen a través del uso de métodos volumétricos, electroanalíticos y gravimétricos.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos.	<p>1.1 La Química Analítica en relación a los perfiles de los técnicos, científicos e ingenieros.</p> <p>1.2 Pasos generales en el análisis químico y utilización del reporte analítico.</p> <p>1.2.1 Muestreo</p> <p>1.2.2 Preparación de la muestra</p> <p>1.2.3 Determinación analítica o análisis</p> <p>1.2.4 Elaboración del reporte</p> <p>1.2.5 Interpretación del reporte y generación de las conclusiones relativas</p> <p>1.3 Errores y tratamiento estadístico de los datos analíticos</p> <p>1.3.1 Concepto y clasificación de errores</p> <p>1.3.2 Eliminación y control de errores</p> <p>1.3.3 Cálculo del valor más probable y Límites de Confianza.</p> <p>1.3.4 Criterios estadísticos para rechazo de valores dudosos.</p> <p>1.3.5 Comparación entre medias y entre desviaciones estándar (prueba t de student y prueba de significancia)</p> <p>1.4 Aplicación del Equilibrio Químico en diferentes sistemas</p> <p>1.4.1 Equilibrio ácido-base di y poliprótico.</p> <p>1.4.2 Solubilidad de compuestos iónicos</p> <p>1.4.2.1 Producto de Solubilidad (Kps)</p> <p>1.4.2.2 Efecto del ión común.</p> <p>1.4.3 Reacciones de un metal y un ligando</p> <p>1.4.3.1 Constante de formación de complejos (Kf) o constante de estabilidad.</p> <p>1.5 Actividad</p> <p>1.5.1 Fuerza iónica (concepto, cálculo, su efecto sobre la solubilidad de las sales).</p> <p>1.5.2 Coeficiente de actividad (concepto, cálculo, efecto de la fuerza iónica, la carga y el tamaño del ión sobre el, aplicaciones).</p> <p>1.5.3 Constante de Equilibrio en términos de Actividad.</p>

		1.5.4 Concepto de pH desde el punto de vista de la actividad
--	--	--

2	Métodos Volumétricos.	<p>2.1 Estandarización</p> <p>2.1.1 Concepto de estándar primario, estándar secundario y estandarización.</p> <p>2.1.2 Procedimientos y cálculos involucrados en la estandarización: alícuotas y pesadas individuales.</p> <p>2.2 Volumetría Acido-Base</p> <p>2.2.1 Titulaciones Acido Base en sistemas acuosos: curvas, detección del punto final (<i>indicadores, electrodo para medir pH</i>):</p> <p>2.2.1.1 Acido Fuerte-Base Fuerte</p> <p>2.2.1.2 Acido Débil-Base Fuerte</p> <p>2.2.1.3 Base Débil-Acido Fuerte</p> <p>2.2.1.4 Sistemas polipróticos.</p> <p>2.3 Volumetría en reacciones de formación de complejos.</p> <p>2.3.1 Complejos metal-quelato (ácidos y bases de Lewis) y efecto quelato</p> <p>2.3.2 Volumetría con AEDT : propiedades ácido-base, complejos con el AEDT, constante de formación condicional, curvas de titulación e indicadores.</p> <p>2.4 Volumetría en reacciones de formación de precipitados.</p> <p>2.4.1 Curva de titulación</p> <p>2.4.2 Estudio de algunas de las titulaciones importantes:</p> <p>a).- Método de Mohr,</p> <p>b).-Método de Volhard,</p> <p>c).- Método de Fajans.</p>
---	-----------------------	---

3	Métodos Electroanalíticos.	<p>3.1 Fundamentos de Electroquímica</p> <p>3.1.1 Conceptos básicos</p> <p>3.1.2 Diferenciación entre Celdas Electroquímicas: Celdas galvánicas y Celdas electrolíticas.</p> <p>3.1.3 Potenciales Estándar</p> <p>3.1.4 Ecuación de Nernst</p> <p>3.1.5 E° y la Constante de Equilibrio</p> <p>3.1.6 Celdas como Sondas Químicas</p> <p>3.1.7 La utilidad de E°</p>
---	----------------------------	---

		<p>3.2 Electrodo y Potenciometría</p> <p>3.2.1 Electrodo de Referencia e Indicadores.</p> <p>3.2.2 Potencial de unión</p> <p>3.2.3 Medición de pH con un electrodo de vidrio, (fundamento, alcances).</p> <p>3.2.4 Electrodo selectivo de iones</p> <p>3.3 Electrodo y Conductimetría</p> <p>3.3.1 Aplicaciones</p> <p>3.4 Titulaciones Redox</p> <p>3.4.1 La forma de una curva de titulación redox.</p> <p>3.4.2 Sistemas para medir el punto final o el punto de equivalencia (<i>Indicadores, Soluciones titulantes autoindicadoras, Electrodo = potenciometría</i>)</p> <p>3.4.3 Estudio de determinaciones representativas de algunos de los siguientes métodos:</p> <p>a).- con Yodo (Directos e Indirectos),</p> <p>b).- con KMnO_4,</p> <p>c).- con $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,</p> <p>d).- con Ce^{+4}</p>
4	Métodos Gravimétricos	<p>4.1 Concepto y clasificación</p> <p>4.2 Métodos Gravimétricos por Precipitación</p> <p>4.3 Métodos Gravimétricos por Volatilización</p>

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

De nivel medio superior:

- Introducción a la Estadística, medidas de tendencia central.
- Matemáticas: manejo de logaritmos
- Estructura atómica y propiedades periódicas.
- Enlace, estructura y propiedades en compuestos químicos inorgánicos.
- Estequiometría.
- Introducción al equilibrio químico.
- Principios básicos de Óptica y de Electricidad y Magnetismo.

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

a).- Realizar al inicio del curso, una visita al Centro de Información del Instituto Tecnológico, para mostrar c/u de los recursos biblio y hemerográficos disponibles como apoyo del mismo, así como su manejo adecuado. Comprobar que esta

información que se les suministra ha trascendido, solicitándole al estudiante la realización de ejercicios de búsqueda específica en esta sesión y periódicamente.

b).- Utilizar el área destinada por la institución, por ejemplo Sala o Centro de Cómputo, para mostrar el uso de los medios de comunicación electrónica para obtener información sobre los temas del curso:

acceso a bases de datos, revistas científicas o científico-tecnológicas, fabricantes de analizadores de proceso, etc., etc.

Confirmar que la demostración sobre este manejo de recursos ha sido captada, solicitándole al estudiante la realización de ejercicios de búsqueda específica, en esta sesión y periódicamente

c).- En las actividades prácticas, concentrar en el pizarrón o en el medio disponible, **en forma sistemática**, los datos generados por cada uno de los equipos de trabajo, para que se realice el análisis global de los resultados del experimento y que los tratamientos estadísticos de éstos, no se realicen únicamente cuando se estudia el tema de estadística y de errores en Química Analítica.

d).- Previa entrega al inicio del curso a cada estudiante (*por parte del Maestro-a, o por parte de la administración académica*), del programa de éste y de la calendarización de actividades, organizar las sesiones con una **participación activa de los estudiantes y maestro-a**, a través de:

-lectura y discusión de textos correspondientes al tema,

-realización de ejercicios sobre el tema,

-realización de seminarios, donde la **forma** no supere al **fondo**.

Es conveniente evitar **modelos extremos** que algunas veces se han venido presentando en instituciones educativas, donde algunos maestros-as le dejan **toda** la responsabilidad del curso a los estudiantes, o por el otro lado el modelo clásico del maestro-a que los 60 o 120 minutos se la pasa hablando o haciendo ejercicios, en el mejor de los casos del tema de estudio, en el peor de los casos hablando de temas completamente ajenos a los del programa.

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Exámenes escritos
- Participación en seminarios
- Talleres de ejercicios en resolución de problemas
- Investigaciones en miniproyectos.
- Prácticas de laboratorio. Considerando actitudes: éticas en el trabajo experimental, puntuales y de calidad en los compromisos contraídos, de limpieza y orden en áreas de trabajo.
- Reporte de prácticas en laboratorio

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Fundamentos.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>El estudiante distinguirá la orientación de la Química Analítica en cada una de las profesiones vinculadas a ésta, así como los elementos teóricos básicos que permiten iniciar la orientación particular en la Ingeniería Bioquímica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los compromisos-capacidades que el estudio de la Química Analítica les otorga a técnicos, científicos e ingenieros, en la realización de trabajos multidisciplinarios. • Diferenciar claramente los fines y pasos del análisis químico y del reporte analítico. • Explicar la diferencia entre errores determinados o sistemáticos y errores al azar o indeterminados y podrá ejemplificar o identificar a cada uno. • Utilizar a la Estadística o Microestadística para el tratamiento de datos analíticos. • Interpretar el comportamiento del equilibrio químico en: <ul style="list-style-type: none"> a).- sistemas ácido-base dipróticos (caso <i>aminoácidos</i>) y polipróticos, a través del cálculo de: pH, $[H^+]$ y de la composición de las soluciones (concentración de las especies que las constituyen), b).-soluciones de sales escasamente solubles a través del cálculo de la composición de las soluciones (concentración de las especies que las constituyen), y del efecto del ión común sobre esta composición, c).- reacciones entre un metal y el ligando (formación de complejos), a través 	<p>Se enlistan únicamente los números correspondientes a los libros de texto, señalados en la sección 10 de este programa. Los libros de consulta y otras fuentes de información incluidas en dicha sección, también se requieren para completar la base de apoyo al curso.</p> <p>2,3,4,5,6,8,9.</p>

	<p>del cálculo de la composición de las soluciones (concentración de las especies que las constituyen).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular e interpretar la influencia de los siguientes parámetros en el sistema o condición que se trate (solubilidad de un compuesto iónico, pH, K): Fuerza Iónica, Actividad, Coeficiente de Actividad 	
--	--	--

Unidad 2.- Métodos Volumétricos.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Identificará metodologías analíticas volumétricas, desarrollará cálculos asociados e interpretará resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar términos comunes en Métodos Volumétricos con su concepto: <i>volumetría, alícuota, titulación, estandarización, estandar primario y secundario, soluciones estandar primaria y secundaria, curva de titulación, punto de equivalencia, punto final, indicador, titulación por retroces, entre otros.</i> • Resolver ejercicios sobre cálculo de concentración de la especie química buscada, cuando se utiliza un método volumétrico ácido-base, de formación de complejos y de formación de precipitados. • Desarrollar un miniproyecto teórico-práctico relacionado con el uso de método(s) volumétrico(s) (<i>ácido-base, formación de complejos, formación de precipitados</i>) en controles de materias primas, productos o procesos, presentando sus resultados en un seminario. Incluirá investigación sobre manejo de residuos específicos según el caso tratado en el miniproyecto y 	<p>Se enlistan únicamente los números correspondientes a los libros de texto, señalados en la sección 10 de este programa. Los libros de consulta y otras fuentes de información incluidas en dicha sección, también se requieren para completar la base de apoyo al curso.</p> <p>1,3,4,5,6,8,9, 10.</p>

	<p>aplicar la estrategia más adecuada (orientado por su Profesor-a) para los residuos que se generen en el desarrollo del mismo.</p>	
--	--	--

Unidad 3.- Métodos Electroanalíticos.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Distinguirá los fundamentos y aplicaciones de las mediciones eléctricas con propósitos analíticos e interpretará resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar correctamente cada uno de los siguientes términos con su significado: <i>método electroanalítico, celda galvánica o voltaica, celda electrolítica, batería, electrodo, electrodo indicador, electrodo metálico, electrodo selectivo de iones, electrodo de referencia, puente salino, potencial estándar de reducción, ec. de Nernst.</i> • Realizar ejercicios sobre determinación del agente oxidante o reductor, escritura de reacciones de media celda, cálculo del potencial estándar de reacción, cálculo de capacidad teórica de almacenamiento eléctrico. • Realizar ejercicios que implican el uso de la ec. de Nernst (<i>cálculo de E, relación de E° y K, concentración de las especies químicas, E°, curvas de titulación redox</i>). • Desarrollar a través de un Seminario, una explicación detallada del fundamento de la operación y mantenimiento de un electrodo combinado de vidrio para medición del pH en el laboratorio y dentro de reactores biológicos (fermentadores), apoyándose en elementos teórico-prácticos. 	<p>Se enlistan únicamente los números correspondientes a los libros de texto, señalados en la sección 10 de este programa. Los libros de consulta y otras fuentes de información incluidas en dicha sección, también se requieren para completar la base de apoyo al curso.</p> <p>2,3,4,5,6,8,9.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar los resultados alcanzados en la medición de conductividad y pH y el cálculo de resistividad, para definir el tipo de agua de laboratorio que se está utilizando de acuerdo a dos o tres de las especificaciones (conductividad, resistividad, pH), de la ASTM (American Society for Testing and Materials). 	
--	---	--

Unidad 4.- Métodos Gravimétricos.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Interpretará las condiciones de realización y los resultados de la aplicación de Métodos Gravimétricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar correctamente cada uno de los siguientes términos con su significado: <i>método o análisis gravimétrico, absorción, adsorción, agente desecante, agente enmascarante, agente precipitante, coloide, coprecipitación, postprecipitación, digestión, doble capa eléctrica, calcinación, nucleación, solución sobresaturada, humedad, sólidos totales, agua no esencial, peso constante, análisis termogravimétrico.</i> • Realizar ejercicios sobre cálculos gravimétricos e interpretación de las condiciones de realización de estos métodos. 	<p>Se enlistan únicamente los números correspondientes a los libros de texto, señalados en la sección 10 de este programa. Los libros de consulta y otras fuentes de información incluidas en dicha sección, también se requieren para completar la base de apoyo al curso.</p> <p>1,5,6,8,9,10.</p>

10. FUENTES DE INFORMACIÓN

DE TEXTO.-

- 1).-Alexeiev, V.N. (1976) *Análisis Cuantitativo*, 1ª. ed., Mir, Moscú.
- 2).-Bard, A.J. (1970) *Equilibrio Químico*, 1ª. ed., del Castillo, S.A. Madrid.
- 3).-Brewer, S. (1987) *Solución de Problemas de Química Analítica*, 1ª. ed., Limusa, México, D.F.
- 4).-Day, R.A. y A.L. Underwood (1989) *Química Analítica Cuantitativa* 5ª. ed. Prentice Hall México, D.F. (***)
- 5).-Harris, D.C. (2003) *Quantitative Chemical Analysis*, 6ª. ed., W.H. Freeman, Nueva York. (***)
- 6).-Harris, D.C. (1999) *Análisis Químico Cuantitativo*, 5ª. ed., Reverté, Barcelona. (***)
- 7).-Kellner, R., J.M. Mermet, M. Otto y H.M. Widmer (1998) *Analytical Chemistry.- The Approved Text to the Federation of European Chemical Societies FECS*, 1ª. ed., Wiley-VCH, Weinheim.
- 8).-Skoog, D.A., D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch (2003) *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 8a. ed., Brooks/Cole Pub. Co., Pacific Grove, California (***)
- 9).-Skoog, D.A., D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch (1997) *Química Analítica*, 7ª. ed., McGraw-Hill, México, D.F. (***)
- 10).-Yarosláv'tsev, A.A. (1981) *Colección de Problemas y Ejercicios de Química Analítica*, 1ª. ed., Mir, Moscú.

(***).- Se recomienda la adquisición de alguno de estos libros por parte del estudiante, como mínimo para su acervo bibliográfico personal de este curso.

Su adquisición y consecuente lectura, no significa que los demás libros sobre Química Analítica incluidos o no en esta lista, sean evitados para su estudio o consulta.

Al contrario, es deseable para obtener una visión enriquecida de cualquier tema, su estudio a través de la presentación que de el plantean diferentes autores, en una misma o diferentes épocas.

DE CONSULTA.-

- 10.-Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX)
- 11.-American Society for Testing and Materials (1999) *Annual Book of ASTM Standards*, ASTM, Pennsylvania.
- 12.-Cunniff, P.A. (1995) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists AOAC*, 16ª. ed., AOAC, Washington, D.C.
- 13.-Greenberg, A.E., A.D. Eaton, eds., L.S. Cleseri. cont., (1999) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20a. ed., American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation, Washington, D.C.

14.-Kirk, R.E., D.F. Othmer, J.I. Kroschwitz y M.Howe-Grant, eds., (1997) *Encyclopedia of Chemical Technology* 4ª. ed., John Wiley & Sons, Nueva York.

15.-Kieslich, K. (1984) *Biotechnology*, 1ª. ed., Verlag Chemie, Weinheim.

16.-Kolthoff, I.M., E.B. Sandell, E.J. Meehan y S. Bruckenstein (1969) *Quantitative Chemical Analysis*, 4ª. ed., TheMacmillan Co., Nueva York.

17.-Lide, D.R. (1999) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 80ª. ed., CRC Press, Boca Ratón, Fl.

18.-McMurry, J. (2000) *Organic Chemistry*, 5ª. ed., Brooks/Cole Pub. Co., Pacific Grove, California.

19.-Miller J.N. y J.C. Miller (2002) *Estadística y Quimiometría para Química Analítica*, 4ª. ed., Prentice Hall-Pearson, Madrid.

20.-Perry, R.H., D.W. Green y J.O. Maloney, eds., (1997) *Perry's Chemical Engineers' Handbook* 7ª. ed., McGraw Hill, Nueva York.

21.-Shugar, G.J., J. T. Ballinger y L.M. Dawkins eds. (1996) *Chemical Technician's Ready Reference Handbook*, 4ª. ed., McGraw-Hill, Nueva York

22.- Skoog, A.A. y J.J. Leary (1992) *Análisis Instrumental* 4a. ed. McGraw-Hill, México.

23.-United States Pharmacopeial Convention (1999) *The United States Pharmacopeia* 24ª. ed., *The National Formulary* 19ª. ed., USP Convention, Inc., Rockville, Md.

Publicaciones Periódicas:

SQM Revista de la Sociedad Química de México

Publicaciones de ACS:

Journal of Chemical Education

Biotechnology Progress

Analytical Chemistry

Identificación para acceso a publicaciones de la ACS: 2365945

Contraseña: 2365945

Bases de datos de patentes:

<http://www.uspto.gov>

<http://ep.espacenet.com>

11. PRÁCTICAS

- Prácticas o Talleres de análisis sobre procedimientos de Estandarización de soluciones utilizadas en métodos volumétricos: (*Ácido-Base, Formación de Precipitados, Formación de Complejos, Redox*).
- Taller de análisis de literatura sobre determinaciones volumétricas en muestras de diferente origen, entre otros: *fármacos, alimentos, bebidas, plantas o sus componentes, solventes*.
- Algunas aplicaciones de Volumetría Ácido-Base en muestras de diferente origen:
 - a).- Determinación de ácido acético en un vinagre.
 - b).- Determinación de ácido láctico en leche.
- Determinación de cloruros en una muestra de alimentos.
- Determinación de sólidos (*totales, solubles, suspendidos, entre otros*) en agua, por métodos gravimétricos.

Miniproyectos:

AGUA

- Caracterización de agua de calderas del IT o de algún hospital o industria (ej. Ingenio) como ejemplo de la aplicación de Métodos Volumétricos.
- Análisis comparativo de agua cruda, destilada y bidestilada y determinación de la clasificación de las dos últimas en base a criterios ASTM, considerando únicamente : pH, Conductividad y Resistividad. Estimación consecuente de: Sólidos Totales Disueltos y de partes por millón (ppm) como CaCO_3
- Caracterización de agua potable en términos de concentración de hierro total y sulfatos, discusión de resultados en base a normas mexicanas y algunas extranjeras.
- Caracterización de un agua residual antes y después del tratamiento: DQO, ejemplo de Volumetría redox. (Visita a Plantas de Tratamiento). Discusión de resultados y manejo de los residuos de la determinación de DQO.