

S. E. P.

S. E. I. T.

DIRECCION GENERAL DE INSTITUTOS TECNOLOGICOS

1. IDENTIFICACION DEL PROGRAMA DESARROLLADO POR UNIDADES DE APRENDIZAJE

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: QUIMICA ANALITICA I (4-4-12)

NIVEL: LICENCIATURA

CARRERA: INGENIERIA BIOQUIMICA
INGENIERIA QUIMICA

CLAVE: ACD-9330

2. HISTORIA DEL PROGRAMA

LUGAR Y FECHA DE ELABORACION O REVISION	PARTICIPANTES	OBSERVACIONES (CAMBIOS Y JUSTIFICACION)
Del 28 de Septiembre al 2 de Octubre de 1992. I. T. de Apizaco.	Comité de Consolidación de las Ciencias Básicas de las carreras de Ingeniería.	Análisis de la congruencia interna y externa de las carreras de Ingeniería del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Del 24 al 28 de mayo de 1993. México D.F.	Comités de Reforma de la Educación Superior Tecnológica.	Análisis de la congruencia interna y externa de las carreras de Ingeniería del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos conforme a los lineamientos de la Reforma de la Educación Superior Tecnológica.

3. UBICACION DE LA ASIGNATURA

a) RELACION CON OTRAS ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIO

ANTERIORES		POSTERIORES	
ASIGNATURAS	TEMAS	ASIGNATURAS	TEMAS
ING. BIOQUIMICA Química Orgánica I	Se utilizan los conceptos de polaridad, propiedades físicas-fuerzas intermoleculares, acción del disolvente en la fuerza de ácidos y bases, y tipo de reacciones, para temas como	NOTA: Por ser un número significativo de asignaturas del plan de estudios que hacen uso del concepto de solución, de las diversas unidades para expresar la concentración de una so-	

Química Inorgánica	soluciones acuosas, solubilidad, equilibrio químico ácido-base y métodos analíticos volumétricos y gravimétricos	lución, de la dilución de soluciones, del equilibrio ácido-base en sistemas acuosos (concepto de pH, soluciones amortiguadoras, etc.) y de la interpretación de datos generados por la aplicación de métodos analíticos volumétricos y gravimétricos, no se especifican dichas asignaturas.
Programación	Se hace uso de los temas sobre nomenclatura, reacciones químicas y estequiometría, como parte del apoyo para las unidades II y III del curso (métodos volumétricos y gravimétricos)	
	La aplicación del contenido del curso de programación impartido en el primer semestre de la carrera de IBQ, permite que el alumno inicie el desarrollo de programas y/o el uso de los mismos	

(Continuación)

A N T E R I O R E S	
ASIGNATURAS	TEMAS
ING. QUIMICA	para asignaturas posteriores.
Química Inorgánica	En este curso de Química Analítica I, se sugiere el desarrollo de un programa de computación -- dentro de la unidad I (Fundamentos), sin embargo el desarrollo y/o usos de programas de computadora relacionados con la Química Analítica puede aumentar en consideración de las necesidades didácticas.
	- Nomenclatura
	- Reacciones químicas
	- Estequiometría
	- Enlace químico

P O S T E R I O R E S	
ASIGNATURAS	TEMAS
Química Analítica II	- Soluciones
	- Análisis volumétrico

b) APORTACION DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DEL EGRESADO

INGENIERIA BIOQUIMICA

Establece las bases para la interpretación de reportes de determinaciones analíticas realizadas sobre la materia, para posteriormente integrar estos conocimientos a la toma de decisiones sobre procesos que utilicen recursos bióticos.

INGENIERIA QUIMICA

Es una asignatura formativa que proporciona conocimientos para su interpretación en el control químico de la calidad desde la materia prima hasta el producto final que relacionará con la calidad del producto.

4. O B J E T I V O (S) G E N E R A L (E S) D E L C U R S O

Conocerá los fundamentos de la química analítica, distinguirá métodos analíticos (particularmente volumétricos

y gravimétricos) que se aplican en los laboratorios de control de calidad y de investigación de industrias químicas y bioquímicas, e interpretará los reportes generados por la aplicación de estos métodos.

5. TEMARIO

NUM.	TEMAS	SUBTEMAS
I	Fundamentos	<p>1.1 La Química Analítica y su relación con el perfil profesional del Ingeniero Químico y del Ingeniero Bioquímico</p> <p>1.1.1 Antecedentes históricos, definición y clasificación de la - Química Analítica</p> <p>1.1.2 Relación de la Química Analítica con la actividad profesional de los:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Químicos (Q., LCQ., QI., QFB., QFI y QBP.) - Técnicos (Téc. Lab.) - Ingenieros (IBQ., IQ.) <p>en una misma industria química o industria bioquímica.</p> <p>1.2 Los errores y el tratamiento estadístico de los datos analíticos</p> <p>1.2.1 Concepto y clasificación de los errores</p> <p>1.2.2 Eliminación y control de los errores</p> <p>1.2.3 Replicación de una determinación analítica</p> <p>1.2.4 Cálculo del valor más probable y límites de confianza</p> <p>1.2.5 Criterios estadísticos para rechazo de valores dudosos</p> <p>1.2.6 Prueba de significancia y su aplicación a datos analíticos</p> <p>1.3 Obtención y preparación de muestras para una determinación analítica</p> <p>1.3.1 Técnicas de muestreo</p> <p>1.3.2 Preparación de muestras para el análisis</p> <p>1.4 Soluciones o disoluciones</p> <p>1.4.1 Concepto de solución y de suspensión</p> <p>1.4.2 Unidades físicas y unidades químicas para expresar la concentración de las soluciones</p> <p>1.4.3 Mezcla y dilución de soluciones</p> <p>1.5 Equilibrio químico</p> <p>1.5.1 Concepto de equilibrio químico y Ley de acción de masas</p> <p>1.5.2 Constante de equilibrio químico en términos de concentración</p> <p>1.5.2.1 Deducción de la K</p> <p>1.5.2.2 Cálculo de las concentraciones de las especies en la condición de equilibrio</p> <p>1.5.3 Constante de equilibrio químico en términos de actividad</p> <p>1.5.3.1 Electrolitos fuertes y débiles</p> <p>1.5.3.2 Deducción de la K_o</p> <p>1.5.3.3 Cálculo de: fuerza iónica; coeficientes de actividad a partir de las ecuaciones de Debye-Hückel y de Davies; y de la constante de equilibrio</p> <p>1.6 Equilibrio ácido-base en sistemas acuosos</p> <p>1.6.1 Concepto de ácido y base de acuerdo a la teoría de Bronsted y Lowry</p> <p>1.6.2 La disociación del agua y el concepto de pH</p> <p>1.6.3 Procedimientos para el cálculo de: [H⁺], pH, [-OH] y pOH, en soluciones acuosas de: ácidos fuertes, ácidos débiles, bases débiles</p> <p>1.6.3.1 Cálculo directo de: [H⁺] en soluciones acuosas de ácidos fuertes, o de [-OH] en soluciones acuosas de bases fuertes, a partir de C_a y C_b, respectivamente</p> <p>1.6.3.2 Deducción de la ecuación para el cálculo de: [H⁺] - en soluciones acuosas de ácidos fuertes, cuando C_a ~ 10E-06, o de [-OH] en soluciones acuosas de bases fuertes, cuando C_b ~ 10E-06</p> <p>1.6.3.3 Deducción de las ecuaciones para el cálculo de [H], en soluciones acuosas de ácidos débiles mono y polipróticos</p> <p>1.6.3.4 Deducción de la ecuación para el cálculo de [OH], en soluciones acuosas de bases débiles</p>

5. TEMARIO (Continuación)

NUM.	TEMAS	SUBTEMAS
		<p>1.6.4 Soluciones amortiguadoras</p> <p>1.6.4.1 Constituyentes y propiedades de una sol. amortiguadora</p> <p>1.6.4.2 Deducción de las ecuaciones para el cálculo de [H] pH (ecuación de Henderson-Hasselbalch), [-OH] y pOH en soluciones amortiguadoras</p> <p>1.6.4.3 Procedimientos y cálculos relacionados con la preparación de soluciones amortiguadoras</p>
II	Métodos Volumétricos	<p>2.1 Concepto, objetivo y clasificación de los métodos volumétricos</p> <p>2.2 Estándares y estandarización</p> <p>2.2.1 Concepto de estandar primario, estandar secundario y estandarización</p> <p>2.2.2 Procedimientos y cálculos involucrados en la estandarización</p>

		2.2.2.1 Estandarización por el método de las pesadas individuales
		2.2.2.2 Estandarización por el método de las alicuotas
	2.3	Volumetría ácido-base
	2.3.1	Tipos de interacciones ácido-base y presencia de hidrólisis
	2.3.2	Curvas de titulación ácido-base e indicadores ácido-base
	2.3.2.1	Concepto y utilidad de curva de titulación
	2.3.2.2	Cálculos involucrados en la generación de curvas de titulación: ácido fuerte-base fuerte, ácido débil-base fuerte, ácido fuerte-base débil
	2.3.2.3	Constitución y propiedades de un indicador ácido-base
	2.3.2.4	Clasificación de los indicadores ácido-base
	2.3.2.5	Selección de indicadores ácido-base
	2.3.3	Estudio de algunas determinaciones analíticas de aplicación frecuente en los laboratorios de una industria bioquímica y de una industria química, que impliquen la utilización de métodos volumétricos ácido-base
	2.3.3.1	Nombre y objetivo de la determinación
	2.3.3.2	Ecuaciones químicas involucradas
	2.3.3.3	Preparación de la muestra
	2.3.3.4	Preparación de reactivos
	2.3.3.5	Titulación ácido-base
	2.3.3.6	Cálculos asociados
	2.3.3.7	Conclusiones sobre resultados obtenidos
	2.4	Volumetría de formación de complejos (complejometría)
	2.4.1	Interacción ión metálico-ligando
	2.4.1.1	Reacción ácido-base de Lewis y formación del complejo de coordinación
	2.4.1.2	Número de coordinación y número máximo de coordinación
	2.4.1.3	Agentes quelantes y formación de quelatos
	2.5	Equilibrio, curvas de titulación e indicadores en reacciones de formación de complejos
	2.5.1	Cálculo de K_{abs} , constante de estabilidad absoluta o constante de formación de complejos
	2.5.2	Constante de estabilidad condicional o eficaz, K_{ef}
	2.5.2.1	Influencia del pH sobre el valor de K_{ef} , particularizando para el caso del AEDT
	2.5.2.2	Cálculo de K_{ef}
	2.5.3	Cálculos para la construcción de una curva de titulación en reacciones de formación de complejos (particularizando para

5. TEMARIO (Continuación)

NUM.	TEMAS	SUBTEMAS
		el caso de utilización de AEDT como ligando)
	2.5.4	Factibilidad de titulaciones complejométricas utilizando - agentes quelantes
	2.5.4.1	Magnitud de K_{ef} o de K_{abs}
	2.5.4.2	Efecto enmascarante
	2.5.5	Constitución y propiedades de los indicadores metalocrómicos
	2.6	Aplicaciones de las reacciones de formación de complejos
	2.6.1	Soluciones amortiguadoras con iones metálicos en estudios de sistemas enzimáticos
	2.6.2	Estudio de algunas determinaciones analíticas de aplicación frecuente en los laboratorios de una industria bioquímica y de una industria química que impliquen la utilización de métodos volumétricos complejométricos
	2.6.2.1	Nombre y objetivo de la determinación
	2.6.2.2	Ecuaciones químicas involucradas
	2.6.2.3	Preparación de la muestra
	2.6.2.4	Preparación de reactivos
	2.6.2.5	Titulación en la reacción de formación de complejos
	2.6.2.6	Cálculos asociados
	2.6.2.7	Conclusiones sobre resultados obtenidos
	2.7	Volumetría en reacciones de formación de precipitados
	2.7.1	Equilibrio en soluciones acuosas de compuestos iónicos poco solubles
	2.7.1.1	Expresión e interpretación de la constante del producto de solubilidad, K_{ps}
	2.7.1.2	Cálculo de:
		- Solubilidades de compuestos iónicos poco solubles, a partir de su K_{ps}
		- K_{ps} a partir de datos de solubilidad
		- Predicción de formación o no de precipitado a partir de los datos de K_{ps} y producto iónico PI
	2.7.2	Cálculos para la construcción de curvas de titulación en -- reacciones de precipitación
	2.7.2.1	Titulación de NaCl con $AgNO_3$
	2.7.3	Indicadores para las titulaciones por precipitación con plata
	2.7.3.1	Método de Mohr.- Formación de un precipitado colorido
	2.7.3.2	Método de Volhard.- Formación de un complejo colorido
	2.7.3.3	Método de Fajans.- Indicadores de adsorción
	2.7.4	Estudio de algunas determinaciones analíticas de aplicación - en los laboratorios de una industria bioquímica y de una industria química, que impliquen la utilización de los métodos

		<p>volumétricos de precipitación: Mohr, Volhard o Fajans</p> <p>2.7.4.1 Nombre y objetivo de la determinación</p> <p>2.7.4.2 Ecuaciones químicas involucradas</p> <p>2.7.4.3 Preparación de la muestra</p> <p>2.7.4.4 Preparación de reactivos</p> <p>2.7.4.5 Titulación en la reacción de formación de precipitado</p> <p>2.7.4.6 Cálculos asociados</p> <p>2.7.4.7 Conclusiones sobre resultados obtenidos</p> <p>2.8 Volumetría en reacciones de óxido-reducción (redox)</p> <p>2.8.1 Equilibrio de oxidación-reducción</p> <p>2.8.1.1 Potencial o fuerza electromotriz (FEM) de semirreacción</p>
--	--	---

5. TEMARIO (Continuación)

NUM.	TEMAS	SUBTEMAS
		<p>2.8.1.2 Potencial y capacidad reductora</p> <p>2.8.1.3 Potenciales de reacción</p> <p>2.8.1.4 Constante de equilibrio K, de una reacción redox</p> <p>2.8.2 Cálculos para la construcción de una curva de titulación en reacciones redox</p> <p>2.8.3 Tipos y propiedades de indicadores utilizados en titulaciones de reacciones redox</p> <p>2.8.4 Aplicaciones de las titulaciones de óxido-reducción</p> <p>2.8.4.1 Estudio de determinaciones analíticas de aplicación en los laboratorios de una industria química y una industrial bioquímica, que implique la utilización de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Métodos volumétricos con permanganato de potasio - Métodos volumétricos con yodo (directos e indirectos) - Métodos volumétricos con dicromato de potasio, incluyendo: - Nombre y objetivo de la determinación; ecuaciones químicas involucradas; preparación de muestra y reactivos; titulación; cálculos y conclusiones
III	Métodos Gravimétricos	<p>3.1 Concepto, objetivo y clasificación de los métodos gravimétricos</p> <p>3.2 Métodos gravimétricos por precipitación</p> <p>3.2.1 Control de las condiciones de precipitación</p> <p>3.2.1.1 Coagulación de partículas coloidales</p> <p>3.2.1.2 Tamaño de partícula y concepto de sobresaturación de Von Weimarn</p> <p>3.2.1.3 Digestión o aAejamiento del precipitado (maduración de Ostwald)</p> <p>3.2.2 Pureza de los precipitados</p> <p>3.2.2.1 Coprecipitación y métodos para minimizarla</p> <p>3.2.2.2 Postprecipitación</p> <p>3.2.3 Calcínación de los precipitados</p> <p>3.2.4 Precipitantes orgánicos</p> <p>3.2.4.1 Como generadores de compuestos quelato</p> <p>3.2.4.2 Como generadores de sales</p> <p>3.2.5 Estudio de las condiciones de realización y de los cálculos de algunas determinaciones basadas en métodos gravimétricos por precipitación, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinaciones de potasio, calcio, aluminio, silicio, fósforo, azufre, zinc, níquel, cromo, fierro <p>3.3 Métodos gravimétricos por volatilización</p> <p>3.3.1 Estudio de las condiciones de realización y de los cálculos de algunas determinaciones basadas en métodos gravimétricos por volatilización, como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Sólidos totales - Cenizas - Fibra crida - Biomasa celular por peso seco

6. APRENDIZAJES REQUERIDOS

INGENIERIA BIOQUIMICA
 INGENIERIA QUIMICA
 Nomenclatura
 Reacciones químicas
 Estequiometría
 Enlace químico

7. SUGERENCIAS DIDACTICAS

- Realizar una visita al centro de información (biblioteca y hemeroteca) de su Instituto, donde el maestro muestre a los alumnos el material que allí existe como apoyo al curso y el manejo adecuado de éste.
- En la primera sesión de laboratorio, antes de resumir los procedimientos para garantizar la seguridad e higiene en el trabajo a realizar en éste, invitar a los alumnos para que por grupos generen ideas al respecto con sus justificaciones correspondientes.
- Participación del alumno en :
 - * El análisis comparativo de los planes de estudio vigentes en nuestro país o en el extranjero de algunas licenciaturas de la Ingeniería Química (IQ, IBQ) en relación a algunas licenciaturas Químicas (Q, LCQ, QI, QFB, QBP, QA, QC, etc.). este análisis puede dirigirse hacia:
 - . el número de asignaturas con el nombre de química analítica, análisis químico y análisis instrumental y el contenido de estas materias;
 - . la ubicación más adecuada dentro de una industria química o bioquímica de los egresados de las licenciaturas de la ingeniería y la del grupo de las químicas.
- La resolución de ejercicios dentro del aula, vinculados a los principios explicados en clase.
- Las prácticas y talleres correspondientes a cada unidad de aprendizaje.
- En forma grupal en dos seminarios, uno sobre " Determinaciones analíticas que involucren métodos volumétricos " y el otro sobre " Determinaciones analíticas que involucren métodos gravimétricos ", eligiendo para cada caso una determinación de uso frecuente en la industria o una determinación importante para la toma de decisiones sobre la calidad de un producto o de un proceso (parámetro crítico) o una determinación que ofrezca información sobre las características de los residuos generados por un proceso industrial (grado de contaminación). Los aspectos que pueden ser considerados para la presentación del seminario son:
 - * nombre y objetivo de la determinación
 - * materiales a los que se aplica esta determinación
 - * antecedentes del método
 - * fundamento de la determinación (con ecuaciones involucradas)
 - * reactivos y equipo necesario
 - * desarrollo de la parte experimental (de preferencia como diagrama de flujo)
 - * cálculos con sus correspondientes justificaciones
 - * especificaciones que debe reunir el material analizado
 - * observaciones sobre; confiabilidad del método, factores de riesgo en cuanto a toxicidad de reactivos, manejo de desechos, métodos alternativos que eviten factores de riesgo
 - * bibliografía

8. SUGERENCIAS DE EVALUACION

- Habilidad para el manejo de información documental relacionada con métodos de la química analítica (AOAC, USP, NF, BP, SMEWW, FNEUN, etc.)
- Participación en la realización de ejercicios dentro del aula
- Actividad organizada dentro de las sesiones prácticas
- Participación en las discusiones en clase y en los seminarios
- Presentación (fondo y forma) de los seminarios desarrollados en el curso
- Realización en el laboratorio de las determinaciones analíticas elegidas para los seminarios
- Exámenes escritos

NOTA: Los dos puntos anteriores deberán ser elaborados y/o enriquecidos por la Academia en conjunto con el Departamento de Desarrollo Académico.

9. UNIDADES DE APRENDIZAJE

NUMERO DE UNIDAD: I

NOMBRE DE LA UNIDAD: FUNDAMENTOS

OBJETIVO EDUCACIONAL	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	BIBLIOGRAFIA
<p>Al concluir el estudio de esta unidad, el alumno - distinguirá la orientación de la asignatura - (Química Analítica) dentro de su probable desarrollo profesional, y los elementos teóricos básicos que permitan iniciar esta orientación.</p>	<p>Para el logro del objetivo educacional, se requiere que el alumno:</p>	
	<p>1.1 Indique la relación de trabajo que se establece entre un IBQ o un IQ laborando en el departamento de producción de una industria química o una industria bioquímica, o dentro de la sección de ingeniería del departamento de Investigación de estas industrias, con los profesionales que trabajan en el laboratorio analítico del departamento de control de calidad, o en el laboratorio del departamento de investigación de estas empresas</p>	<p>2</p>
	<p>1.2 Identifique el tipo de error (determinado o indeterminado), presente en cada una de las actividades analíticas que se le expongan. En el caso de ser error determinado, proponga la forma de eliminarlo</p>	<p>3</p>
	<p>1.3 Aplique los principios de la estadística, para calcular el valor más probable de una serie de valores experimentales (datos analíticos)</p>	<p>4</p>
	<p>1.4 Explique claramente el significado de: un límite de confianza o un intervalo de confianza de la media del 95 y 99%, cuando son aplicados al tratamiento estadístico de datos analíticos</p>	<p>5</p>
	<p>1.5 Aplicando las pruebas estadísticas t y/o F, concluya si las diferencias entre dos series de resultados de determinaciones analíticas son o no significativas</p>	<p>6</p>
	<p>1.6 Identifique el tipo de muestreo aplicado en un procedimiento - analítico (de preferencia incluido en una publicación oficial), y justifique a través de la explicación necesaria los pasos utilizados para la preparación de la muestra en ese mismo procedimiento analítico</p>	<p>10</p>
	<p>1.7 A través de los cálculos correspondientes, exprese la concentración en las unidades físicas y/o químicas que se le soliciten</p>	<p>11</p>
	<p>1.8 Utilice correctamente las tablas que relacionan densidad absoluta y gravedad específica (densidad relativa), con la concentración porcentual (% o %p/p) de soluciones acuosas</p>	<p>12</p>
	<p>1.9 Escriba las expresiones de las constantes de equilibrio químico de las reacciones que se le presenten</p>	
	<p>1.10 Concluya sobre qué tanto se ha completado una reacción, a partir de: - la magnitud de la constante de equilibrio, y/o de - los cálculos de las concentraciones de las especies en la condición del equilibrio químico</p>	<p>17</p>
	<p>1.11 A través de los cálculos correspondientes, exprese la fuerza iónica, el coeficiente de actividad y K°, de las especies químicas que se le presenten</p>	<p>18</p>
	<p>1.12 Aplique los conceptos de ley de acción de masas y equilibrio ácido-base en sistemas acuosos para el cálculo de: [H⁺], pH, [-OH], pOH, de soluciones acuosas de: ácidos fuertes, bases fuertes, ácidos débiles, bases débiles y soluciones amortiguadoras</p>	<p>19</p>
<p>1.13 Indique la forma de preparación (el cómo y el cuánto) de las soluciones que se planteen, ya sea que para su preparación se tenga que efectuar o no una mezcla de dilución de soluciones. Se incluye preparación de soluciones amortiguadoras</p>	<p>20</p>	