

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Química Analítica I
Carrera: Ingeniería Química
Clave de la asignatura: QUD - 0527
Horas teoría-horas práctica-créditos 4 – 4 –12

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 9 al 13 de agosto de 2004.	Representantes de las Academias de Ingeniería Química de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería Química.
Institutos Tecnológicos de Aguascalientes, La Laguna, Orizaba, Pachuca y Tijuana.	Academias de la carrera de Ingeniería Química.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la Reunión nacional de evaluación curricular.
Instituto Tecnológico de Durango del 22 al 26 de noviembre de 2004.	Comité de Consolidación de la Carrera de Ingeniería Química.	Definición de los Programas de Estudio de la Carrera de Ingeniería Química.

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Química Inorgánica	Clasificación periódica de los elementos	Balance de materia y energía	Balance de masa
	Compuestos químicos	Química Analítica II	Expresión de concentraciones
	Compuestos de coordinación	Fisicoquímica II	Equilibrio químico
	Nomenclatura de compuestos inorgánicos	Ingeniería de los servicios auxiliares	Agua
	Reacciones de compuestos inorgánicos		
	Estequiometría		

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Evaluar la calidad de materias primas, productos intermedios y producto terminado, la operatividad de los procesos en materia de prevención y control de la contaminación, así como proporcionar las bases para realizar investigación básica y aplicada.

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

Adquirirá los conocimientos generales de los métodos analíticos químicos tradicionales y la aplicación de los mismos, de tal manera que permitan desarrollar habilidades para la investigación, resolución de problemas y toma de decisiones.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción a los métodos analíticos químicos.	1.1 Importancia de la química analítica 1.2 Pasos en un análisis químico 1.3 Técnicas de muestreo 1.4 Clasificación de los métodos analíticos 1.5 Preparación de muestras para el análisis 1.6 Principios generales del análisis químico 1.7 Peso equivalente 1.8 Unidades de concentración 1.9 Título de una solución 1.10 Estandarización de soluciones 1.11 Retrotitulación
2	Equilibrio Químico	2.1 Equilibrio Químico 2.1.1 Concepto de equilibrio químico, velocidad de reacción y Ley de Acción de masas. 2.1.2 Constante de equilibrio químico en términos de concentración. 2.1.3 Deducción de la constante de equilibrio. 2.1.4 Cálculo de las concentraciones de las especies en la condición de equilibrio. 2.1.5 Concepto de ácido y base, de acuerdo a la teoría de Bronsted y Lowry. 2.1.6 Electrolitos débiles y fuertes. 2.1.7 Disolventes y autoprotólisis
3	Equilibrio Ácido-Base	3.1 Cálculo de pH 3.2 Principio de Le Chatelier 3.3 Ecuación de Henderson-Hasselbalch 3.4 Titulación ácido fuerte-base fuerte 3.5 Titulación ácido débil-base fuerte 3.6 Indicadores ácido-base 3.7 Soluciones amortiguadoras 3.7.1 Cálculo de pH de soluciones amortiguadoras 3.7.2 Propiedades de las soluciones amortiguadoras 3.7.3 Preparación de las soluciones

		<p style="text-align: center;">amortiguadoras</p> <p>3.8 Aplicaciones de las titulaciones ácido-base</p>
4	Titulaciones de formación de complejos y precipitados	<p>4.1 Formación de complejos</p> <p>4.2 Titulaciones con agentes complejantes inorgánicos</p> <p>4.2.1 Titulaciones complejométricas</p> <p>4.2.2 Producto de solubilidad</p> <p>4.2.2.1 Principio o Ley de producto de solubilidad: Cálculo de Kps, Cálculo de la solubilidad</p> <p>4.2.3 Titulaciones de precipitación</p> <p>4.2.3.1 Titulaciones argentométricas</p> <p>4.2.3.2 Método de Mohr</p> <p>4.2.3.3 Método de Fajans</p> <p>4.2.3.4 Método de Volhard</p> <p>4.3 Agentes complejantes orgánicos</p> <p>4.4 Titulaciones con ácidos aminocarboxílicos</p> <p>4.4.1 Titulaciones con EDTA</p> <p>4.4.2 Indicadores para las titulaciones con EDTA</p> <p>4.4.3 Métodos de titulación con EDTA</p> <p>4.4.4 Aplicaciones de las titulaciones con EDTA.</p>
5	Aplicaciones de las titulaciones de Oxidación-Reducción	<p>5.1 Reactivos oxidantes y reductores</p> <p>5.2 Aplicaciones de agentes reductores patrón</p> <p>5.2.1 Soluciones de hierro (II)</p> <p>5.2.2 Tiosulfato de sodio</p> <p>5.3 Aplicaciones de los agentes oxidantes patrón</p> <p>5.3.1 Permanganato de potasio</p> <p>5.3.2 Cerio (IV)</p> <p>5.3.3 Dicromato de potasio</p> <p>5.3.4 Bromato de potasio</p> <p>5.3.5 Reactivo de Karl Fischer</p>
6	Métodos gravimétricos de análisis	<p>6.1 Concepto, objetivo y clasificación de los métodos gravimétricos.</p> <p>6.2 Estequiometría y factores gravimétricos</p>

		<p>6.3 Métodos gravimétricos por precipitación</p> <p>6.3.1 Propiedades de los precipitados y de los reactivos precipitantes</p> <p>6.3.2 Control de las condiciones de precipitación</p> <p>6.3.3 Pureza de los precipitados</p> <p>6.3.4 Secado o calcinación de los precipitados</p> <p>6.3.5 Precipitantes orgánicos.</p> <p>6.4 Métodos gravimétricos por volatilización.</p> <p>6.5 Aplicaciones del análisis gravimétrico</p>
--	--	--

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Características de la clasificación periódica moderna de los elementos
- Estructura y propiedades de los compuestos químicos
- Compuestos de coordinación
- Nomenclatura y reacciones de compuestos inorgánicos
- Estequiometría
- Tipos de reacciones químicas

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Estimar mediante un examen diagnóstico el nivel de aprendizaje y comprensión de los conocimientos previos, con objeto de homogeneizarlos.
- Realizar actividades de investigación documental sobre los temas de métodos volumétricos y gravimétricos de análisis.
- Manejo de la hoja de cálculo electrónica para la solución de problemas
- Realizar visitas a empresas.
- Asistir a conferencias y seminarios relacionados con el contenido del programa.
- Resolver problemarios
- Fomentar la consulta de fuentes de información en inglés
- Organizar y aplicar técnicas grupales de discusión
- Vincular al alumno con problemas prácticos a través de la investigación, análisis y toma de decisiones en situaciones problemáticas de las industrias del entorno.
- Diseñar y desarrollar prácticas de laboratorio
- Realizar una recapitulación de los temas principales, al término de cada unidad

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Participación en la solución de ejercicios dentro del aula
- Desarrollo de las actividades en las sesiones prácticas.
- Participación en las discusiones en clase y en los seminarios
- Exámenes escritos
- Reporte de prácticas, visitas y conferencias
- Informe de investigaciones documentales

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Introducción a los Métodos Analíticos Químicos

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
El estudiante comprenderá la importancia de la química analítica así como los principios generales y la aplicación del análisis químico en el trabajo profesional del Ingeniero Químico.	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar y describir un diagrama que muestre la aplicación de la metodología del análisis químico.• Investigar las normas mexicanas de muestreo para: toma de muestra, preparación de muestras, uso de muestreadores y equipos para la preparación de la muestra.• Aplicar y seleccionar el muestreo adecuado para muestras sólidas, líquidas y gaseosas.• Realizar el cálculo de los pesos equivalentes para las reacciones de oxidación-reducción.• Realizar conversiones y cálculos de las concentraciones de las soluciones.• Explicar y realizar en la práctica procedimientos para estandarizar soluciones.• Expresar las concentraciones en unidades físicas y unidades químicas.	1, 3, 7, 12, 13, 14, 15

Unidad 2.- Equilibrio Químico

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá los diferentes tipos de equilibrio, el significado de la constante de equilibrio y su aplicación en diferentes reacciones utilizadas en procedimientos analíticos.	<ul style="list-style-type: none">• Definir la Ley de acción de masas de Guldberg y Waage y aplicarla en la deducción de la Constante de equilibrio.• Expresar la constante de equilibrio en una serie de Equilibrios homogéneos, heterogéneos y múltiples.• Calcular las concentraciones de las especies en la condición de equilibrio en una serie de reacciones químicas• Indicar las características de los electrolitos débiles y los electrolitos fuertes.• Describir las propiedades de los ácidos y las bases.• Explicar el concepto de autoprotólisis.• Escribir las expresiones de las constantes de equilibrio de las reacciones en estudio.• Evaluar el porcentaje de conversión de una reacción.	1, 3, 7, 12, 13, 14, 15

Unidad 3.- Equilibrio Ácido-Base

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá el concepto de equilibrio ácido-base. Efectuará los cálculos correspondientes y aplicaciones de las titulaciones ácido-base en los métodos analíticos.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar cálculos de pH a partir de los datos de las titulaciones ácido-base.• Construir curvas de titulación ácido-base.• Utilizar la ecuación de Henderson-Hasselbalch para el cálculo de pH de las soluciones.• Explicar el uso adecuado de los indicadores en las titulaciones ácido-base.• Describir las propiedades de las soluciones amortiguadoras.• Realizar en la práctica, la preparación de una solución amortiguadora.	1, 3, 7, 12, 13, 14, 15

	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los métodos utilizados para establecer los puntos de equivalencia en las titulaciones Ácido-Base. • Investigar que características deben reunir los Indicadores Ácido-Base. • Seleccionar aplicaciones de métodos volumétricos para reacciones de neutralización (determinaciones de ácidos, bases, carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, entre otros.) 	
--	--	--

Unidad 4.- Titulaciones de Formación de Complejos y Precipitados

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá los procedimientos y realizará los cálculos implicados en las titulaciones de formación de complejos y precipitados.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir los términos: complejo, ligando, quelato y dureza del agua. • Calcular concentración de metales en agua. • Distinguir las diferencias entre los métodos de Mohr, Fajans y Volhard • Graficar curvas de titulación quelométricas. • Resumir las características que deben reunir los Indicadores químicos para las titulaciones quelométricas. • Resolver problemas estequiométricos en determinaciones de volumetría por quelometría. • Realizar cálculos 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 formación de precipitados a partir de los datos de K_{ps} y de producto iónico. 	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15

Unidad 5.- Aplicaciones de las Titulaciones de Oxidación - Reducción

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá las aplicaciones del equilibrio de oxidación-reducción en los métodos volumétricos de análisis químico.	<ul style="list-style-type: none">• Definir el término de capacidad oxidante y capacidad reductora de los compuestos.• Definir los conceptos de oxidación-reducción y establecer las semirreacciones de oxidación-reducción de sistemas en equilibrio.• Graficar la curva de titulación de Ion Fe(II) con Ion Cerio (IV).• Investigar las características de los indicadores empleados en las titulaciones de oxidación reducción.• Realizar los cálculos involucrados en las reacciones de oxidación reducción de agentes reductores como el Hierro II y el Tiosulfato de Sodio.• Resolver problemas que impliquen cálculos químicos en los métodos volumétricos de oxidación reducción de los siguientes compuestos: Permanganato de Potasio, Cerio IV, Dicromato de Potasio, Bromato de Potasio y reactivo de Karl Fischer.	1, 3, 7, 12, 13, 14, 15

Unidad 6.- Métodos Gravimétricos de Análisis

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá los procedimientos y realizará los cálculos implicados en las determinaciones analíticas efectuadas por métodos gravimétricos.	<ul style="list-style-type: none">• Describir los conceptos básicos de estequiometría de una reacción.• Explicar las propiedades de los precipitados y de los reactivos precipitantes.• Describir los términos: absorción, adsorción, agente desecante, coloides, calcinación, digestión de precipitados, cenizas.• Describir cada uno de los pasos de las determinaciones analíticas gravimétricas.• Realizar cálculos en base a los datos experimentales obtenidos en determinaciones analíticas	1, 2, 3, 5, 7, 8, 12, 13, 14,15

	gravimétricas (de precipitación y de volatilización).	
--	---	--

10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Day, R. A. y Underwood. *Química Analítica Cuantitativa*. México: Prentice Hall, 5ta. edición, 1989.
2. Orozco, Fernando. *Análisis Químico Cuantitativo*. México: Porrúa, 1982.
3. Ayres, Gilbert. *Análisis Químico Cuantitativo*. México: Harla.
4. Kolthoff, I .M., Sandell, E. B.; Meehan, E. J. y Bruckenstein, S. *Quantitative Chemical Analysis*. MC Millan Co.
5. Skoog, West, Holler, Crouch. *Química Analítica*. México: Mc Graw - Hill, 7ma. edición, 2001.
6. Rubinson, Rubinson. *Química Analítica Contemporánea*. México: Pearson Educación, 1ra. edición, 2000.
7. Harris, Daniel. *Análisis Químico Cuantitativo*. España: Reverte S. S. 2nda. edición, 2001.
8. Dick, I. Q. *Química Analítica*. México: El Mundo Moderno S. A.
9. Hamilton, Simpson, Ellis. *Cálculos de Química Analítica*. México: McGraw – Hill, 7ma. edición, 1981.
10. Schenk, Hahn, Hartkopf. *Química Analítica Cuantitativa*. México: CECOSA.
11. Laitinen. *Chemical Analysis*. E.U.A. McGraw – Hill.
12. Perry, Robert H. (Ed. In Chief), Perry, S. *Chemical Engineers Handbook*. McGraw – Hill.
13. Glenn, H. Brown y Eugene, M. Sallee. *Química Cuantitativa*. Reverté, S.A.
14. Association of Official Analytical Chemist. *Statistical Manual of the AOAC*. AOAC Ediciones.
15. Association of Official Analytical Chemist. *Use of Statistics to Develop and Evaluate Analytical Methods*. AOAC Ediciones.

11.- PRÁCTICAS

- 1 Considerar en cada práctica la aplicación a productos agrícolas e industriales como alimentos, aguas, aire, suelo, residuos, entre otros.
- 2 Reconocimiento de material y equipo de laboratorio, Seguridad en el laboratorio y limpieza de material de vidrio
- 3 Realización de diferentes tipos de muestreo (según Normas Mexicanas)
- 4 Preparación y estandarización de una solución de HCl
- 5 Preparación y estandarización de una solución de NaOH
- 6 Evaluación estadística de indicadores ácido-base.
- 7 Titulaciones potenciométricas ácido-base
- 8 Determinación de acidez en vinos y refrescos
- 9 Determinación de alcalinidad en detergentes y jabones
- 10 Preparación y estandarización de una sal sódica del EDTA.
- 11 Valoración con EDTA de Calcio y Magnesio en aguas naturales, dureza total del agua.
- 12 Preparación y estandarización de soluciones de Nitrato de Plata y de Tiocianato de Potasio.
- 13 Determinación de cloruro por el Método de Mohr, Método de Fajans y el Método de Volhard.
- 14 Determinación de Plata en una aleación
- 15 Preparación y estandarización de una solución de Permanganato de Potasio
- 16 Determinación de Peróxido de Hidrógeno con Permanganato de Potasio.
- 17 Preparación y estandarización de una solución de Dicromato de Potasio.
- 18 Determinación de la Demanda Química de Oxígeno en aguas residuales.
- 19 Preparación y estandarización de una solución de Tiosulfato de Sodio.
- 20 Valoración yodimétrica de vitamina C.
- 21 Preparación y análisis yodométrico de un superconductor de alta temperatura.

- 22 Determinación de humedad en muestras sólidas
- 23 Determinación de cenizas
- 24 Determinación gravimétrica de Calcio como $\text{Ca C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$
- 25 Determinación gravimétrica de Hierro como Fe_2O_3

En el diseño y desarrollo de las prácticas considerar la naturaleza y disposición de los productos y residuos generados