

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Química Analítica II
Carrera: Ingeniería Química
Clave de la asignatura: QUC – 0528
Horas teoría-horas práctica-créditos: 4 2 10

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	
Asignaturas	Temas
Química Analítica I	Tratamiento de muestras para análisis Soluciones Equilibrio ácido-base Métodos volumétricos Métodos gravimétricos
Química inorgánica	Estructura química Nomenclatura y reacciones químicas
Química Orgánica I y II.	Nomenclatura y reacciones de compuestos orgánicos Fundamentos de enlace Fuerzas intermoleculares Grupos funcionales
Física II	Introducción a la Teoría de la Electricidad Óptica

Posteriores	
Asignaturas	Temas
	Para las asignaturas de los módulos de especialidad que requieran del análisis de métodos instrumentales (ópticos y cromatográficos) Otras asignaturas que requieran para complementar su estudio del apoyo de métodos analíticos, ópticos y cromatográficos

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Evaluar la calidad de materias primas, productos intermedios y producto terminado en la industria química, mediante métodos instrumentales de análisis para aplicarlos en la prevención y control de la contaminación y en la investigación.

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

Obtendrá los conocimientos generales de los métodos analíticos químicos instrumentales y su aplicación que le permitirán desarrollar habilidades para la investigación, la solución de problemas y la toma de decisiones.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1 Métodos clásicos e instrumentales 1.2 Clasificación de las técnicas instrumentales 1.3 Sensibilidad y límites de detección 1.4 Relación señal-ruido 1.5 Calibración de los métodos instrumentales 1.5.1 Curvas de calibración 1.5.2 Método de estándar externo 1.5.3 Método de estándar interno
2	Métodos ópticos basados en la absorción de la Radiación electromagnética y Espectrometría de Masas	2.1 Propiedades de la Radiación electromagnética 2.1.1 Espectro electromagnético 2.1.2 Absorción de radiación 2.1.3 Ley de Beer 2.2 Espectroscopía de absorción en el visible y en el UV 2.2.1 Fundamento de la absorción de radiación visible por una muestra. 2.2.2 Características generales de los instrumentos utilizados para espectroscopía de absorción en el visible en el laboratorio.

		<p>2.2.2.1 Colorímetro o fotocolorímetros</p> <p>2.2.2.2 Espectrofotómetro</p> <p>2.2.3 Fundamento de la absorción de radiación ultravioleta</p> <p>2.2.3.1 Transiciones electrónicas, sus niveles de energía e influencia en la absorción de radiación UV</p> <p>2.2.3.2 Términos empleados en la espectroscopia UV: cromóforo, auxócromo, desplazamiento batocrómico, desplazamiento hipsocrómico</p> <p>2.2.3.3 Absorción característica de sistemas conjugados: dienos, enonas y aromáticos</p> <p>2.2.3.3.1 Reglas de Woodward-Fieser</p> <p>2.2.3.4 Características generales de los espectrofotómetros</p> <p>2.2.4 Instrumentación</p> <p>2.3 Espectroscopia de absorción en el infrarrojo</p> <p>2.3.1 Fundamento de la absorción de radiación infrarroja</p> <p>2.3.1.1 Efectos de la absorción de radiación IR en las</p>
--	--	--

		<p>moléculas</p> <p>2.3.1.2 Absorciones características de grupos funcionales</p> <p>2.3.2 Características generales de los espectrofotómetros IR</p> <p>2.3.3 Manejo de muestras para la generación de espectros de absorción IR</p> <p>2.3.4 Interpretación de espectros de absorción IR de compuestos sencillos</p> <p>2.3.5 Instrumentación del equipo</p> <p>2.4 Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear</p> <p>2.4.1 Principio de la resonancia magnética nuclear</p> <p>2.4.2 Protones equivalentes e Integración</p> <p>2.4.3 Teoría del desplazamiento químico</p> <p>2.4.4 Multiplicidad y constantes de acoplamiento</p> <p>2.4.4.1 Triángulo de Pascal</p> <p>2.4.5 Elucidación estructural de compuestos orgánicos</p> <p>2.5 Espectroscopia de Absorción Atómica</p> <p>2.5.1 Aplicación</p> <p>2.5.1.1 Límites de detección y exactitud</p> <p>2.5.2 Instrumentación</p> <p>2.5.2.1 Fuentes de radiación</p> <p>2.5.2.2 Lámparas</p> <p>2.5.2.3 Interferencias</p> <p>2.5.3 Técnicas analíticas</p> <p>2.5.3.1 Preparación de las muestras</p>
--	--	--

		<p>2.5.3.2 Disolventes orgánicos</p> <p>2.5.3.3 Curvas de calibración</p> <p>2.5.3.4 Método de adición de estándar</p> <p>2.6 Espectrometría de masas</p> <p>2.6.1 Conceptos de: espectro de masas, ión molecular o progenitor de pico base</p> <p>2.6.2 Partes fundamentales de un espectrómetro de masas</p> <p>2.6.3 Determinación del peso molecular y de la formula molecular por espectrometría de masas</p> <p>2.6.3.1 Localización del pico padre o pico del ión molecular</p> <p>2.6.3.2 Origen y cálculo de M^{+1} y M^{+2}</p> <p>2.6.3.3 Regla del Nitrógeno</p>
3	Métodos Cromatográficos	<p>3.1 Introducción</p> <p>3.1.1 Concepto y desarrollo histórico de la cromatografía</p> <p>3.1.2 Conceptos de fase estacionaria y de fase móvil</p> <p>3.1.3 Clasificación de los métodos cromatográficos</p> <p>3.1.3.1 Métodos cromatográficos basados en fenómeno de separación</p> <p>3.1.3.2 Métodos cromatográficos basados en el estado físico de la fase móvil</p> <p>3.1.3.3 Métodos cromatográficos basados en los medios físicos en los que las dos fases se ponen en contacto</p> <p>3.2 Cromatografía de gases</p> <p>3.2.1 Instrumentación</p>

		3.2.1.1 Sistema de inyección 3.2.1.2 Sistemas de detección 3.2.1.3 Columnas y fases estacionarias 3.2.2 Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas CG/EM 3.3 Cromatografía de líquidos de alta resolución 3.3.1 Instrumentación 3.3.2 Sistema de Bombeo 3.3.3 Columnas y fases estacionarias 3.3.4 Detectores 3.3.5 Fase Normal y Fase Inversa Instrumentación 3.3.6 Derivatización
--	--	--

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Nomenclatura y reacciones de compuestos inorgánicos.
- Nomenclatura y reacciones de compuestos orgánicos.
- Estequiometría.
- Propiedades de los logaritmos
- Primera y segunda derivada de una función
- Conceptos de oxidación y de reducción
- Balanceo de ecuaciones redox
- Concepto de pH
- Determinaciones volumétricas cuantitativas
- Concepto de constante de equilibrio
- Concepto de polaridad
- Propiedades de grupos funcionales
- Propiedades físicas de los disolventes
- Conocer la estructura química del átomo y la molécula, enlaces químicos, y fuerzas intermoleculares.
- Principios de óptica
- Teoría de la Luz

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Estimar mediante un examen diagnóstico el nivel de aprendizaje y comprensión de los conocimientos previos, con objeto de homogeneizarlos.
- Participación de los alumnos en seminarios con temas relativos a los contenidos del curso.
- Desarrollo de actividades experimentales que impliquen a los contenidos de las unidades de aprendizaje.
- Visitas a Laboratorios de control de calidad de industrias químicas y bioquímicas.
- Resolución de ejercicios, dentro del aula, vinculados a los principios explicados en clase.
- Realizar actividades de investigación documental sobre los temas de aplicación de los métodos instrumentales de análisis.
- Uso de tutoriales.
- Realizar una recapitulación de los temas principales, al término de cada unidad

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Presentación de seminarios relacionados con los diferentes temas del curso.
- Desarrollo de actividades en las sesiones prácticas.
- Reportes y participación en las actividades en el laboratorio
- Aplicación de exámenes.
- Presentación de investigación bibliográfica sobre algunos de los temas del curso.
- Análisis de información documental.
- Participación en la solución de ejercicios dentro del aula
- Participación en las discusiones en clase y en los seminarios

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Introducción

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
El estudiante comprenderá la diferencia entre los métodos clásicos e instrumentales de análisis y la	<ul style="list-style-type: none">• Explicar las diferencias entre los métodos clásicos y los métodos instrumentales de análisis.• Investigar los conceptos de sensibilidad y límite de detección de un instrumento analítico.	1, 8

importancia de la calibración.	<ul style="list-style-type: none"> • de un instrumento analítico. • Describir la relación señal ruido en el análisis instrumental. • Explicar los métodos cuantitativos en el análisis instrumental. 	
--------------------------------	---	--

Unidad 2.- Métodos ópticos basados en la absorción de la Radiación electromagnética y Espectrometría de masas

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá los principios generales de la absorción de la radiación electromagnética y espectrometría de masas y los aplicará como métodos analíticos para la identificación de sustancias y la cuantificación de las mismas en trabajos de investigación, resolución de problemas y toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> • Describir el espectro electromagnético y las propiedades de onda. <ul style="list-style-type: none"> ○ Resolver problemas utilizando estos conceptos. ○ Describir en forma general los métodos ópticos y su aplicación. ○ Describir el fenómeno que se lleva a cabo al absorber algún tipo de radiación electromagnética. ○ Resolver problemas utilizando la Ley de Beer. • Explicar la absorción de la radiación ultravioleta y visible. <ul style="list-style-type: none"> ○ Describir las transiciones electrónicas, asimismo el desplazamiento hipsocrómico y bato crómico. ○ Discutir las características de absorción de algunos cromóforos orgánicos y el tipo de transición electrónica ○ Describir en forma esquemática algunos instrumentos de UV-Visible. • Explicar el fenómeno de absorción de la radiación infrarroja. 	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9,

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Describir los tipos de vibraciones moleculares. ○ Describir en forma esquemática algunos instrumentos de infrarrojo, espectrofotómetros de transformadas de Fourier e instrumentos dispersivos y no dispersivos. ○ Mencionar las fuentes de radiación y tipos de detectores. ○ Describir las Técnicas de manipulación de las muestras en el infrarrojo. ○ Identificar los grupos funcionales utilizando tabla de correlación. ○ Resolver problemas para elucidar estructuras orgánicas. <ul style="list-style-type: none"> ● Explicar el fenómeno de Resonancia Magnética Nuclear. <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificar número (integración) y tipo de protones (protones equivalentes) en el espectro de RMN. ○ Presentar la teoría del desplazamiento químico. ○ Explicar las multiplicidad de las señales en el espectro de RMN basados en el triangulo de Pascal. ○ Explicar el concepto de la constante de acoplamiento. ○ Resolver problemas para la elucidación estructural de compuestos orgánicos. <ul style="list-style-type: none"> ● Explicar el concepto de: sensibilidad, límites de detección, exactitud y precisión, y la forma de calcular dichos parámetros <ul style="list-style-type: none"> ○ Indicar las diferencias que existen en los límites de detección y sensibilidad de los diferentes tipos de detectores 	
--	--	--

	<p>para Espectroscopia de absorción atómica.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Describir en forma amplia la instrumentación completa de un espectrofotómetro de Absorción atómica. ○ Describir los conceptos de interferencia: Espectral, física, química, por ionización, por absorción no específica; indicando la forma de reducirla o eliminarla. ○ Describir las ventajas del uso de disolventes orgánicos y su aplicación analítica más importante en la espectroscopia de absorción atómica. ○ Realizar técnicas prácticas de preparación de muestras, elaboración de curvas de calibración y aplicación del método de adición de estándar y realizar los cálculos que se requieran. <ul style="list-style-type: none"> ● Representar en forma esquemática algunos espectrómetros de masas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Explicar los diferentes métodos de ionización y sus aplicaciones. ○ Explicar los diferentes tipos de analizadores de masas. ○ Hacer mención del tipo de detector utilizado en el espectrómetro de masas. ○ Describir las contribuciones isotópicas y su importancia en espectrometría de masas. ○ Explicar los mecanismos básicos de fragmentación (α, σ_i, rH.). ○ Resolver problemas sobre contribución isotópica, 	
--	---	--

	mecanismos de fragmentación y elucidación estructural.	
--	--	--

Unidad 3.- Métodos cromatográficos

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Comprenderá los principios generales de los procesos de separación por cromatografía de gases y por cromatografía de líquidos de alta resolución que se utilizan para la identificación cualitativa y cuantitativa de las sustancias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el concepto de cromatografía y de fase móvil y fase estacionaria. <ul style="list-style-type: none"> ○ Hacer una clasificación de los métodos cromatográficos con base en el tipo de fase móvil. ○ Explicar de manera general, las aplicaciones de los distintos métodos cromatográficos. ○ Explicar los conceptos de: tiempo de retención, volumen de retención, tiempo muerto, factor de retención y factor de selectividad. ○ Explicar los factores que afectan a la resolución (k', selectividad y N). ○ Explicar los diferentes métodos para cuantificar en cromatografía ○ Explicar las limitaciones de la cromatografía en el análisis cualitativo. • Describir en forma esquemática la instrumentación (sistema de inyección y detectores) de un cromatógrafo de gases. <ul style="list-style-type: none"> ○ Explicar el tipo de columnas y fases estacionarias. ○ Resaltar la importancia de la Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas. ○ Exponer las aplicaciones de la cromatografía de gases. 	<p>1,4,8,</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Describir en forma esquemática la instrumentación (sistema de inyección, sistema de bombeo y detectores) de un cromatógrafo de líquidos de alta resolución. <ul style="list-style-type: none"> ○ Explicar el tipo de columnas y fases estacionarias. ○ Explicar los conceptos de fase normal y fase inversa. ○ Exponer las aplicaciones de la cromatografía de líquidos de alta resolución. ○ Mencionar los conceptos de la cromatografía de fase enlazada y derivatización. ○ Resaltar las diferencias tanto de instrumentación, columnas, fases estacionarias y las aplicaciones de los distintos métodos de cromatografía de gases y de cromatografía de líquidos de alta resolución. 	
--	--	--

10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Skoog, D.A., Holler, F.J., Nieman, T. A. *Principios de Análisis Instrumental*. Mc Graw Hill, 5ta. edición.
2. R. D. Beaty. *Conceptos, Instrumentación y Técnicas en Espectrofotometría de Absorción Atómica*. Perkin Elmer.
3. Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. Jr. *Introduction to Spectroscopy*. Philadelphia: Saunders College.
4. Willard, H. H., Merritt, L. L., Dean, J.A., Settle, F.A. *Métodos Instrumentales de Análisis*. CECSA.
5. Silverstein, R. M., Bassler, C. G., Morrill, T. C. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. John Wiley & Sons.

6. Mc Laferty, F. W., TureceK, F. *Interpretation of Mass Spectra*. Mill Valley, CA: University Science Books.
7. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press Editors.
8. Harris, Daniel. *Análisis Químico Cuantitativo*. España: Reverté S. A., 2nda. edición, 1999.
9. Muñoz, Cuauhtémoc. *Prácticas de instrumentación Analítica: Métodos Ópticos*. México: Limusa, 1ra. edición.
10. Publicaciones Periódicas: *Journal of Chemical Education, Analytical Chemistry*.
11. Páginas Web: www.cideteg.mx; www.relaq.mx

11.- PRÁCTICAS

- 1 Métodos de espectroscopia de absorción en el Visible y en el Ultravioleta.
- 2 Métodos de espectroscopia por absorción en el Infrarrojo.
 - i. Manejo de muestras en espectroscopia de infrarrojo.
- 3 Absorción Atómica
 - i. Determinación de Zinc en alimentos enlatados por espectrofotometría de absorción atómica.
 - ii. Determinación de Hierro contenido en un vegetal por espectrofotometría de absorción atómica.
 - iii. Determinación del Cromo contenido en el cuero curtido por espectrofotometría de absorción atómica.
 - iv. Determinación de Plomo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica.
- 4 Resonancia Magnética Nuclear
- 5 Espectrometría de masas
- 6 Cromatografía de gases
 - i. Análisis a Temperatura programada
 - ii. Tiempos de retención para miembros de series homólogas
 - iii. Técnica de Inyección e introducción a la estadística.
- 7 Cromatografía de líquidos de alta resolución
 - iv. Efecto de la variación en la fase móvil.