



DIRECCIÓN GENERAL DE  
ADMINISTRACION ESCOLAR  
SUBDIRECCIÓN DE  
CERTIFICACION Y CONTROL  
DOCUMENTAL

DEPARTAMENTO DE PLANES  
Y PROGRAMAS DE ESTUDIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

1087

CARRERA DE : **INGENIERÍA QUÍMICA.** PAQUETE TERMINAL TÉCNICAS ANALÍTICAS Y SU APLICACIÓN INDUSTRIAL.)  
PROGRAMA DE: **TÉCNICAS ANALÍTICAS Y SU APLICACIÓN INDUSTRIAL**  
ÓRGANO INTERNO QUE COORDINA EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**  
CAMPO : **COMPLEMENTARIO** CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: **OPTATIVA** UBICACIÓN SEMESTRE : 8º, 9º  
MODALIDAD : **CURSO** HORAS/SEMANA/SEMESTRE : **T 3 / P6** No. DE CRÉDITOS : 12  
ASIGNATURA PRECEDENTE: **NINGUNA** ASIGNATURA SUBSECUENTE: **NINGUNA**

### INTRODUCCIÓN

El presente programa contiene las técnicas analíticas de mayor aplicación en la industria. Se recomienda previamente haber cursado Química Analítica III, ya que no toma en cuenta técnicas ya consideradas en las asignaturas de Química Analítica de la carrera de I.Q. Tampoco pretende ser un curso exhaustivo de todas las técnicas analíticas, sino que se ha seleccionado aquellas de mayor aplicación industrial. Asimismo, la profundidad de los temas será la suficiente como para que el ingeniero químico tenga una idea clara de la aplicación de dichas técnicas en la industria y cuente con el apoyo de éstas durante su desarrollo profesional.

### OBJETIVOS GENERALES DE APRENDIZAJE:

- Que el alumno sepa elegir con criterio el método instrumental analítico más adecuado para la resolución de un problema dado.
- Que el alumno aprenda los fundamentos de las diversas técnicas analíticas que se utilizan en el ámbito industrial.
- Que el alumno conozca como se aplican en el ámbito industrial las diversas técnicas analíticas estudiadas para la resolución de problemas específicos.

### PROGRAMA:

#### UNIDAD I MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS (18 horas)

Métodos de Absorción y Emisión (métodos para el análisis elemental)

Objetivos Particulares:

1. - Introducir los principios físicos los métodos espectrométricos.
2. - Describir tanto los principios físicos como la Instrumentación.
3. - Identificar las propiedades fisicoquímicas de los analitos necesarias para su análisis por dichas técnicas.
4. - Identificar los diferentes campos de aplicación industrial de las técnicas analíticas.

#### L GENERALIDADES:

- A. Importancia del Análisis Espectrométrico.
- B. El espectro electromagnético
- C. Naturaleza de la Interacción Radiación Electromagnética Materia  
  1. Niveles de Energía Atómica.
  2. Niveles de Energía Electrónica Molecular.
  3. Niveles de Energía Vibracional.
  4. Niveles de Energía de los Rayos X.

## **2. INSTRUMENTACIÓN.**

- 2.1. Fuentes de Radiación.
- 2.2. Selectores de longitud de onda.
- 2.3. Contenedores de Muestras.
- 2.4. Detectores y Transductores.

## **3. ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA (AES).**

- 3.1. Introducción
- 3.2. Principio.
- 3.3 Partes fundamentales de Espectrómetro de Emisión.
  - 3.3.1. Fuentes de radiación:
    - Flamas
    - Plasmas ICP (Inductively Coupled Plasma)
    - Arco
    - *Chispa*
    - otras
  - 3.3.2. Detectores.
- 3.4. Exactitud, Precisión, límites de Detección y efectos de matriz.
- 3.5. Aplicaciones

## **4. ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA (AAS).**

- 4.1. Introducción
- 4.2. Principio.
- 4.3 Partes fundamentales de Espectrómetro de Absorción.
  - 4.3.1. Fuentes primarias de radiación
  - 4.3.2. Fuente libre de átomos
  - 4.3.3. Sistemas Ópticos de dispersión
  - 4.3.4. Detectores.
  - 4.3.5. Interferencias
    - Químicas
    - Espectrales
- 4.4. Sensibilidad
- 4.5. Aplicaciones

## **5. ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X (XRF).**

- 5.1. Introducción
- 5.2. Principio.
- 5.3 Partes fundamentales de espectrómetro de Rayos X.
  - 5.3.1. Fuentes de radiación
    - Tubos de rayos x
    - Fuentes Radiactivas
  - 5.3.2. Sistemas de dispersión de longitud de onda

5.4. Exactitud, Precisión y límites de Detección

5.5. Aplicaciones Analíticas

5.5.1. Preparación de la muestra

5.5.2. Análisis Cualitativo y Cuantitativo

## 6. ESPECTROSCOPIA RAMAN E INFRARROJA (IR)

6.1. Introducción

6.2. Principio.

5.3 Partes fundamentales de un espectrómetro de IR

5.3.1. Fuentes de radiación

5.3.2. Sistemas de dispersión

5.4. Aplicación para la identificación de grupos funcionales

## UNIDAD II. MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS (48 horas).

### OBJETIVOS:

- Que el alumno conozca las más modernas técnicas electroquímicas de análisis
- Que el alumno aplique los diferentes métodos de análisis electroquímico y experimente sus ventajas y desventajas para la resolución de problemas a nivel industrial.

### I. VOLTAMPEROMETRÍAS

- A. Voltamperometría de pulsos
  - 1. Voltamperometría Diferencial de Pulsos
  - 2. Voltamperometría de Onda cuadrada
- B. Voltamperometría Cíclica
- C. Voltamperometría de Redisolución

### II. ELECTROFORESIS CAPILAR

Introducción general a la Electroforesis Capilar (EC) como método de separación (importancia y evolución histórica).

Panorama general de los componentes básicos del equipo

Fundamentos de la separación por EC (Velocidad, movilidad, potencial zeta, flujo electroosmótico, eficiencia y resolución)

- A. Clasificación de las técnicas de EC
- B. Instrumentación
- C. Formas de mejorar la sensibilidad y selectividad

Aplicaciones

D. Miniaturización

Comparación de la EC con otros métodos de separación.



DIRECCIÓN GENERAL DE  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
SUBDIRECCIÓN DE  
CERTIFICACIÓN Y CONTROL  
DOCUMENTAL  
DEPARTAMENTO DE PLANES  
Y PROGRAMAS DE ESTUDIO



### III. SENSORES QUÍMICOS

- A. Introducción general. Importancia y evolución histórica.
- 3.2 Panorama general de los componentes básicos (Receptores y Transductores)
- 3.3 Clasificación (Electroquímicos, Químicos y Bioquímicos)
- 3.4 Fundamentos de la detección (Interacciones Físicas, Químicas, Bioquímicas)
- 3.5 Ventajas y desventajas
- 3.6 Aplicaciones

### UNIDAD III. MÉTODOS ACOPLADOS (48 hrs)

#### Objetivos

- IV. Introducir al alumno en el conocimiento de los métodos acoplados más importantes
- V. Describir las interfaces necesarias para acoplar la cromatografía a las técnicas espectroscópicas
- VI. Discutir las ventajas y desventajas de la información obtenida mediante el uso los métodos acoplados y su aplicación para el análisis de problemas complejos a nivel industrial.
- VII. Introducción a los Métodos Acoplados
- VIII. Sistemas acoplados a Cromatografía de Gases
  - A. Cromatografía de gases acoplado a espectroscopia de masas (CG-ES).
    - 1. Principios
    - 2. Instrumentación (interfaces)
    - 3. Ionización de la muestra (ionización química, ionización por electroimpacto)
    - 4. Tipos de espectrómetros de masas (Cuadrupolo, doble enfoque, trampa de iones, otros como espectrómetros de transformadas de Fourier y masas-masas)

- 5. Formas de operación (barrido total, cromatograma de ion total)

2.2 Cromatografía de gases acoplado a infrarrojo de transformadas de Fourier (CG-ITF).

2.3. Cromatografía de gases acoplado a emisión atómica (CG-EA).

- B. Principios de estas técnicas
- C. Instrumentación (interfaces)
- D. Tratamiento de Datos
- E. Aplicaciones

#### 3. Sistemas Acoplados a Cromatografía de líquidos

3.1 Cromatografía de líquidos acoplada a espectroscopia de masas (LC-EM).

- 1. Principios
- 2. Instrumentación (Interfases)
- 3. Aplicaciones

F. Otras técnicas acopladas a Cromatografía de líquidos

- 1. Cromatografía de líquidos acoplada a infrarrojo de transformadas de Fourier (LC-ITF).
- 2. Cromatografía de líquidos acoplada a resonancia magnética nuclear (LC-RMN).
- 3. Principios de estas técnicas
- 4. Instrumentación (Interfases)
- 5. Aplicaciones

#### IX. Otras Técnicas Acopladas

- A. Electroforesis Capilar-Espectrometría de Masas (EC-EM)
- B. Plasma de Acoplamiento Inductivo-Espectrometría de Masas (ICP-MS)
- C. Principios de estas técnicas
- D. Instrumentación (Interfases)
- E. Aplicaciones

### PRÁCTICAS:

Se pretende motivar al estudiante al mantener una estrecha relación entre la teoría y el laboratorio a fin de reafirmar conocimientos. El alumno realizará practicas demostrativas o simples para finalmente resolver un problema propuesto, seleccionando el método analítico idóneo para ello.

Las siguientes prácticas son los requisitos mínimos para el curso planteado:

- 1. Espectroscopia de Infrarrojo
- 2. Espectroscopia de Emisión (ICP-AES siglas en inglés)
- 3. Polarimetría
- 4. Refractometría
- 5. Electroforesis capilar (UV/VIS y conductimetría)

6. Sensores Químicos
7. Voltamperometría (Cíclica y/o de Pulsos)
8. CG-MS
9. Proyecto.

#### **METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA:**

Exposición Oral por el Profesor

Audiovisuales para ilustrar algunos temas

Seminarios

Presentación de trabajos escritos complementarios

#### **MÉTODO DE EVALUACIÓN:**

Se realizarán tres exámenes parciales, los cuales contemplaran:

- análisis deductivo
- cálculos numéricos

Se sugiere que la evaluación final del curso contemple el 50% para la calificación obtenida en el laboratorio y el 50% para la obtenida en teoría.

#### **REQUISITOS PARA LA ASIGNATURA:**

- Se recomienda haber cursado previamente Química Analítica III

#### **PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIEN IMPARTIRÁ LA ASIGNATURA:**

Profesional titulado de la Química, de preferencia con estudios de postgrado en el Área Analítica.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BÁSICA:**

1. B. Chankvetadze, *Capillary Electrophoresis in Chiral Analysis*, John Wiley, Chichester, UK, (1997), pp. 1-555.
2. M.M. Rogan, K.D. Altria, *Introduction to the Theory and Applications of Chiral Capillary Electrophoresis*, Beckman Primer, Vol. IV, Fullerton, CA, 1993.
3. J.P. Landers, *Handbook of Capillary Electrophoresis*, CRC Press, Inc., U.S.A, (1993).
4. F. Foret, L. Krivankova, P. Bocek, *Capillary Zone Electrophoresis*, Editor B.J. Radola, VCH Publishers, Inc. New York, NY, U.S.A, (1993).
5. Gopel W. *Sensors a Comprehensive Survey of Chemical and Biochemical Sensors*, Vol 3, Capítulo 14, USA 1991
6. Wang J. *Electroanalytical Techniques in Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, Capítulos 2 y 3. USA, 1992.
7. D.I. Wise. *Applied Biosensors*, Capítulo 3, 4 y 11, Butterworth Publishers, USA, 1989

#### **COMPLEMENTARIA:**

8. D.M. Prants. *Potentiometric Ion- Gas- and Bio-Selective Membrane Electrodes*, *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 23(3) 163-186 (1992).
9. Kellner, R., Mermel, J.M., Otto, M., y Widmer, H.M., *Analytical Chemistry: The Approved Text to the Federation of European Chemical Societies Curriculum in Analytical Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, Alemania, 1998.



DIRECCION GENERAL DE  
ADMINISTRACION ESCOLAR  
SUBDIRECCION DE  
CERTIFICACION Y CONTROL  
DOCUMENTAL  
DEPARTAMENTO DE PLANES  
Y PROGRAMAS DE ESTUDIO