

## FICHA DE ACTIVIDADES CURRICULARES

### Datos generales de la actividad curricular (asignatura)

Métodos ópticos I

Licenciatura en Química, Orientación Química Analítica.

### Programa analítico

I. Radiación electromagnética y materiales ópticos. Movimiento periódico. Ecuación de la onda. Fase. Diferencia de fase. Amplitud e intensidad. Paquete de ondas. Superposición de ondas. Velocidades de fase. Velocidad de grupo. Poder dispersivo. Dispersión normal. Ecuación de Cauchy. Dispersión anómala. Ecuación de Sellmeier. Fenómenos interfaciales: reflexión, refracción, polarización. Reflexión en dieléctricos. Leyes de Fresnel. Reflexión externa e interna. Reflexión metálica. Interferencias por reflexión múltiple. Películas no reflectantes.

### II. Instrumentación.

Componentes de espectrómetros. Fuentes. Filtros de absorción. Filtros de interferencia; clasificación. Monocromadores. Dispersión lineal y angular. Poder de resolución. Difracción por una abertura. Ancho de banda espectral. Función ranura. Resolución: criterios. Resolución teórica y poder de resolución. Efecto de difracción y aberraciones. Cálculo experimental. Prismas. Dispersión. Ángulo de desviación mínima. Dispersión angular; cálculo. Poder de resolución. Tamaño de las caras. Curvatura de líneas. Efecto de temperatura. Prismas: Cornú, Littrow, Wadsworth. Montaje Littrow. Red de difracción. Red de transmisión. Ecuación de la red: incidencia normal e incidencia oblicua. Dispersión angular. Poder de resolución. Red de reflexión (echelle). Blaze; ángulo de blaze; rayas/mm; errores de rayado; fantasmas. efecto de temperatura. Montaje de redes planas: Littrow; Czerny - Turner, Ebert. Redes cóncavas. Montajes: Rowland, Paschen, Eagle. Redes holográficas. Unidades espectrales radiométricas y fotométricas. Relación. Unidades fotónicas. Brillo de imágenes y espectros. Condición de máxima iluminación. Diseño de monocromadores. Poder de concentrar la luz. Comparación de los poderes de concentrar la luz por monocromadores a prisma y a red. Detectores.

### III. Espectrometría de absorción y emisión atómicas.

Principios generales. Coeficientes de absorción. Anchos de líneas. Ensanchamiento natural, Doppler, colisional: Lorentz y Holtzmark. Ensanchamiento Stark. Ancho medio total. Producción de átomos. Empleo de llama: transporte de la solución (mecheros y nebulizadores). Formación de gotas. Evaporación del solvente. Evaporación del soluto. Atomización: grado de atomización. Relación entre concentración atómica y concentración en solución. Características de la llama. Llamas empleadas en absorción atómica. Altura de medida. Fuente de radiación en absorción atómica: lámpara de cátodo hueco. Modulación de la señal. Interferencias. Atomización electrotérmica: horno de grafito. Precisión. Corrección por absorción de fondo. Método de generación de hidruros. Determinación de mercurio por la técnica del vapor frío. Otros métodos. Corrección por fondo en absorción atómica: lámpara de deuterio. Muestreo en cubetas, filamentos calientes, continuo por un nebulizador; dependencia de la concentración con el tiempo. Difusión por paredes y aberturas. Producción de átomos en espectrometría

atómica luminiscente. Procesos competitivos. Fuentes de emisión sin llama. Plasma: DCP, ICP, MIP.

#### IV. Espectrometría de Rayos X.

Rayos X. Producción y espectros. Discontinuidades de absorción. Fluorescencia de Rayos X. Dispersión coherente e incoherente. Coeficientes de absorción. Factores que afectan la intensidad de la emisión. Efecto Auger. Rendimiento de fluorescencia. Instrumentación. Fuente. Difracción por cristales. Ley de Bragg. Cristales analizadores. Dispersión angular. Poder de resolución. Eficiencia de reflexión. Detectores. Principios de operación. Detectores gaseosos: cámara de ionización, contador proporcional, proporcional de flujo y contador Geiger. Detector sólido: centelleo. Eficiencia cuántica de los detectores. Distribución de altura de impulsos. Tipos y evaluación de errores. Error estadístico en la medida de intensidades. Límite de detección. Interferencias espectrales: por superposición de líneas, efecto de matriz. Métodos de anulación: muestras patrones, patrones internos, dilución, sobreagregado. Preparación de muestras. Efecto de tamaño de partículas. Efectos de heterogeneidad.

#### **Programa de trabajos prácticos**

1. Lámparas incandescentes. Ley de radiación de Planck. Determinación de la eficiencia de la lámpara de tungsteno.
  2. Espectrómetro educacional Barnes Modelo ES-100.
    - a) Descripción. Componentes. Diseño óptico.
    - b) Formación de imágenes por espejos. Ecuación de los espejos.
    - c) Espectro producido por una red de difracción. Ecuación de la red. Dispersión estática y dinámica. Poder de resolución.
  3. Espectrofotómetro educacional ARF.
    - a) Principio óptico. Montaje Littrow. Prisma de vidrio y red de reflexión plana. Detector de radiación: célula fotovoltaica de selenio. Propiedades.
    - b) Operación como monohaz y doble haz. Principio del circuito eléctrico. Calibración de la escala de longitudes de onda con filtro de didimio. Obtención de las curvas de transmisión de filtros de paso de banda, de corte y de una solución de permanganato de potasio.
  4. Distribución de la energía a la salida de un monocromador. Efecto de ranura.
  5. Determinación del efecto de aberraciones sobre el ancho de banda espectral.
  6. Efecto del ancho mecánico de ranura en los espectros de soluciones de nitrato de potasio, benceno y tolueno. Ancho de banda espectral y ancho de banda natural: efecto sobre el espectro del tolueno.
  7. Colorimetría triestímulo.
  8. Espectrometría de absorción atómica. Instrumental. Determinación de mercurio por la técnica del vapor frío.
  9. Espectrometría de absorción atómica. Instrumental. a) Efecto de las propiedades físicas de las soluciones sobre las señales de cobre obtenidas en espectrometría de absorción atómica. b) Determinación de cobre en una bebida alcohólica.
  10. Espectrometría de emisión por plasma (ICP). Principios. Instrumento.
  11. Espectrometría de fluorescencia de Rayos X. Instrumento. Análisis cuantitativo. Los cuatro últimos se realizan en Industrias ajenas a la Facultad.
- Según lo expuesto en la metodología pedagógica se implementa la utilización del método de resolución de problemas en todos los módulos temáticos.

## Objetivos

Los procesos didácticos en esta asignatura tienen como guía el lineamiento de los objetivos generales que se enumeran a continuación. Estos son de carácter cognoscitivo, actitudinal o de habilidades, según el aspecto de la personalidad involucrado en el proceso de aprendizaje:

- Conocer el funcionamiento básico del instrumental óptico.
- Comprender el fundamento teórico que sustenta las espectrometrías de absorción y de emisión atómica y de emisión de rayos X.
- Diagnosticar las principales limitaciones y potenciales aplicaciones de cada uno de los métodos anteriores.
- Seleccionar la técnica adecuada para resolver un problema analítico particular.
- Adquirir un razonamiento metódico para la resolución de situaciones problemáticas relacionadas con el análisis de muestras reales de diversa índole (biológicas, farmacéuticas, etc.).
- Alcanzar el pensamiento comprensivo y crítico a través de la lectura de bibliografía actualizada.
- Ejercitar el manejo de distintos instrumentales ópticos.
- Aplicar la técnica adecuada para resolver un problema analítico particular.
- Reconocer el impacto social de los métodos ópticos de análisis en el control del medio ambiente y en el control de calidad de productos.
- Reflexionar sobre el contenido de artículos de actualización investigativa en el marco de metodologías de Seminario.

## Contenidos mínimos de la asignatura

El eje temático de Métodos Ópticos I comprende el estudio de los principios instrumentales y de los procesos atómicos aplicados en química analítica. Los contenidos que estructuran la asignatura Métodos Ópticos I están seleccionados para brindar al futuro profesional el nivel de especialización adecuado a las demandas actuales respecto del uso de este conjunto particular de métodos analíticos y de su relación interdisciplinaria con otros campos científicos. Dichos contenidos se organizan en los siguientes módulos temáticos:

- I. Radiación electromagnética y materiales ópticos.
- II. Instrumentación.
- III. Espectrometría de absorción y emisión atómicas.
- IV. Espectrometría de Rayos X.

## Carga horaria de la actividad curricular

Carga horaria semanal total: 7 horas

Carga horaria semanal destinada a la formación práctica: 4 horas

## Descripción de la actividad curricular

El curso es eminentemente teórico-práctico, donde el profesor realiza exposiciones teóricas, se ejecutan tareas experimentales y se resuelven problemas de aplicación.

En líneas generales, las clases prácticas comienzan con una introducción teórica del tema, y luego los alumnos realizan el trabajo experimental y/o trabajan sobre los

ejercicios programadas para el día. El profesor también dirige discusiones de tópicos en conjunto y brinda explicaciones generales cuando sea apropiado y necesario.

### **Bibliografía recomendada**

Parker, C.A., Photoluminescence of Solutions, Elsevier, 1968.

Olsen, E.D., Modern Optical Methods of Analysis, McGraw-Hill, 1975.

L'vov, B.V., Atomic Absorption Spectrochemical Analysis, Adam Hilger, 1970.

Bermudez Polonio, J., Teoría y práctica de la espectroscopía de rayos X, Editorial Alhambra, 1967.

Liebhafsky, H.A., Pfeiffer, H.G., Winslow, E.H., Zeman, P.D., X-Ray absorption and emission in analytical chemistry, John Wiley, 1960.

Winefordner, J.D. (ed), Spectrochemical Methods of Analysis, Wiley Interscience, 1971.

### **Metodología pedagógica**

Dado el carácter teórico-práctico del curso la metodología didáctica llevada a cabo sigue los principios de la educación activo-participativa propia de un curso dirigido a un grupo reducido de alumnos:

- trabajo a partir de las necesidades expresadas por los alumnos con relación a los prerrequisitos conceptuales y herramientas aprendidas anteriormente
- utilización del método de resolución de problemas para la aplicación de los contenidos teóricos al complejo campo de la realidad
- énfasis en la recapitulación frecuente, en el repaso de clases anteriores y en una permanente integración de conceptos
- inclusión de resolución de problemas en todos los módulos temáticos
- comprensión y significatividad de contenidos durante todo el proceso de estructuración técnica y disciplinaria
- discusión previa, a cargo del jefe de Trabajos Prácticos de la asignatura, de los conceptos necesarios para la ejecución de las tareas experimentales que no hayan sido tratados en la exposición teórica y de los protocolos correspondientes.

### **Evaluación**

Se efectúa una evaluación de proceso (no eliminatorio) de modo semi-estructurado en la resolución de situaciones problemáticas, en la ejecución de los trabajos prácticos y por la presentación del informe correspondiente.

La acreditación de la asignatura se realiza mediante la instrumentación de dos evaluaciones escritas parciales de carácter semi-estructurado.