

**UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO**  
**RECINTO \_\_\_\_\_**  
**DEPARTAMENTO DE \_\_\_\_\_**  
**PROGRAMA DE QUÍMICA**

**PRONTUARIO**

**I. INFORMACION GENERAL**

Título del Curso	:	Química Analítica
Código y Número	:	CHEM 3320
Créditos	:	4 créditos
Término Académico	:	
Profesor	:	
Lugar y horas de Oficina	:	
Teléfono de la Oficina	:	
Correo Electrónico	:	

**I. DESCRIPCIÓN:**

Estudio, tratamiento estadístico y aplicaciones del análisis cuantitativo. Énfasis en métodos volumétricos, gravimétricos y electroanalíticos. Incluye, además, los fundamentos y las aplicaciones básicas de los métodos de análisis espectroscópicos y de separación. Requiere 45 horas de conferencia y 45 horas de laboratorio cerrado presencial. Requisito: CHEM 2212, MATH 1500 o 1512

**II. OBJETIVOS TERMINALES:**

Se espera que, al finalizar el curso, el estudiante pueda:

1. Aplicar y relacionar los principios de equilibrio químico a la experimentación
2. Adquirir destrezas en las técnicas de análisis cuantitativo.
3. Desarrollar destrezas en técnicas de análisis instrumental cuantitativo.
4. Desarrollar las destrezas para que el estudiante pueda seleccionar el método y las condiciones más apropiadas para un análisis cuantitativo.
5. Aplicar principios éticos en la resolución de problemas de análisis químico cuantitativo, tanto a nivel teórico como práctico.

**COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESADO QUE SE ATIENDE EN ESTE CURSO**

- Aplicar la estadística descriptiva e inferencial en el análisis de resultados experimentales.
- Conocer y manipular reacciones químicas de ácido-base, de formación de precipitados, de formación de complejos y de reducción-oxidación.
- Realizar correctamente los cálculos más característicos de la química, tales como concentraciones.
- Mostrar disposición de trabajar activamente en equipo y en proyectos interdisciplinarios.
- Mostrar buena disposición hacia el uso de nuevas tecnologías y desarrollos científicos, incluyendo la integración de la computadora al análisis.
- Concienciar sobre los valores éticos y culturales necesarios para la práctica de la profesión.

### III. OBJETIVOS CAPACITANTES:

1. **Aspectos generales de química analítica:** nombrar las características generales que involucran un análisis químico
  - i) Explicar y diferenciar entre análisis cualitativo y cuantitativo componente principal, menor y traza en una muestra
  - ii) Definir y delinear los pasos fundamentales de un método de análisis cuantitativo
  
2. **Errores y tratamiento estadístico de la data analítica:** identificar tipos de errores, calcular su valor numérico, y su efecto en la precisión y la exactitud, identificar posible origen de los errores y proponer estrategias para reducirlos.
  - i) Diferenciar entre exactitud y precisión
  - ii) Aplicar la definición de error y explicar su relación con la exactitud
  - iii) Reconocer y clasificar los errores determinados e indeterminados asociados al método analítico, la instrumentación y el analista que realiza la medición
  - iv) Explicar el efecto de los errores determinados en el error relativo del resultado final de análisis.
  - v) Identificar vías para corregir, compensar o eliminar los errores determinados del método analítico, aplicando principios éticos en el proceso.
  - vi) Aplicar la definición de desviación estándar y explicar su relación con la precisión
  - vii) Aplicar las definiciones de promedio y mediana
  - viii) Aplicar la prueba Q para aceptar o rechazar datos experimentales
  - ix) Aplicar pruebas estadísticas (t de student) para comparar estadísticamente resultados experimentales
  - x) Aplicar las reglas de propagación de errores indeterminados para operaciones de suma, resta, multiplicación y división.
  - xi) Aplicar las reglas sobre uso de cifras significativas durante la medición de datos experimentales. Expresar los resultados con el número apropiado de cifras significativas, utilizando redondeo adecuado.
  - xii) Aplicar programas de computadora, como Microsoft Excel, para determinar la pendiente e intercepto de una línea recta, el coeficiente de correlación lineal, desviación estándar de la pendiente, intercepto y regresión
  - xiii) Aplicar la ecuación de una línea recta para obtener resultados experimentales.
  
3. **Preparación de soluciones y aplicación de métodos volumétricos de análisis:** Manejar unidades de concentración, preparación de soluciones de diferentes concentraciones, y determinar concentraciones a partir de datos de titulación.
  - i) Describir la preparación de soluciones en unidades de % p/p, % p/v, % v/v, molaridad, partes por millón
  - ii) Utilizar cambio de unidades de concentración para la preparación de soluciones o la presentación de resultados
  - iii) Aplicar los conceptos de analito, titulante, solución estándar o patrón, estandarización o valorización, punto de equivalencia y punto final en problemas de análisis utilizando titulaciones
  - iv) Utilizar los conocimientos de Estequiometría de una reacción para calcular el punto de equivalencia en una titulación.
  - v) Calcular el contenido o la concentración de analito en una muestra a partir de data experimental obtenida en un análisis volumétrico
  - vi) Aplicar el concepto de dilución de muestra y el de titulación de una alícuota de solución de muestra a problemas de determinación de concentración y de contenido

- vii) Distinguir entre titulación directa y retrotitulación. Identificar cuando es necesario una u otra. Resolver problemas cuantitativos de retrotitulación.
- viii) Aplicar la estequiometría de una reacción para planificar una titulación.

**4. Métodos gravimétricos de análisis.** Comparar análisis gravimétrico con análisis volumétrico, calcular concentraciones y porcentajes de analitos a partir de datos de análisis gravimétrico. Mencionar problemas presentes en el análisis gravimétrico y proponer estrategias para solucionarlos

- i) Identificar las diferencias entre un análisis gravimétrico y uno volumétrico, incluyendo las ventajas y desventajas de cada uno
- ii) Establecer los requisitos necesarios para un método gravimétrico
- iii) Aplicar el concepto de factor gravimétrico
- iv) Determinar el porcentaje de un analito en una muestra utilizando información obtenida de un análisis gravimétrico
- v) Describir y aplicar la teoría de formación de precipitado para minimizar la formación de precipitados coloidales
- vi) Describir la metodología de digestión de precipitados y distinguir entre diferentes tipos de precipitados
- vii) Describir el proceso de coprecipitación y las técnicas más usadas para minimizarlo.
- viii) Describir la técnica de precipitación homogénea y establecer sus ventajas.

**5. Equilibrio Ácido – Base.** Aplicar conceptos de soluciones ácido-base para determinar pH de soluciones, predecir forma de curvas de titulación, y formación de soluciones amortiguadoras o buffers. Utilizar gráficas para obtener información de una titulación. Proponer estrategias para preparación de soluciones amortiguadoras

- i) Describir y aplicar el concepto de electrolito fuerte o débil a sales y compuestos con propiedades ácido-base
- ii) Formular la expresión de reacción de equilibrio ácido–base y de la constante de equilibrio para cualquier ácido o base débil
- iii) Clasificar ácidos y bases en las categorías de fuertes y débiles
- iv) Aplicar la definición de ácidos y bases de acuerdo con Arrhenius y a Bronsted
- v) Derivar la relación entre el  $K_w$ , la concentración de hidrónio y de hidróxido en agua, y la escala de pH.
- vi) Calcular el pH de soluciones de ácido o de base (fuertes o débiles) dada la concentración y la fórmula de sustancia.
- vii) Predecir la forma de la curva de titulación de un ácido o base (fuerte o débil) con titulante fuerte.
- viii) En la titulación de un ácido o base monoequivalente (fuerte o débil), calcular el volumen de titulante necesario para llegar al punto de equivalencia y el pH de la solución en este punto.
- ix) Establecer la relación entre el  $K_a$  y  $K_b$  de un par conjugado ácido-base
- x) Calcular el pH de una solución amortiguadora utilizando la expresión de Henderson-Hasselbach.
- xi) Calcular la concentración de los componentes de par conjugado ácido-base necesario para la preparación de soluciones amortiguadoras.
- xii) Describir la forma de la curva de titulación de un ácido o base poliequivalente con titulante fuerte
- xiii) Aplicar el concepto de indicador visual ácido-base y explicar el criterio utilizado para su selección.
- xiv) Identificar reacciones de formación de complejos
- xv) Reconocer estructuras de ligandos comunes

- xvi) Clasificar ligandos como mono, bi, tri o polidentados
- xvii) Describir ventajas de reacciones de formación de complejos

**6. Equilibrio de solubilidad.** Aplicar conceptos de equilibrio químico para predecir la formación de precipitados durante una titulación, o al mezclar soluciones. Expresar las consecuencias del efecto de ion común.

- i) Calcular la solubilidad en agua de una sal poco soluble ignorando reacciones secundarias del ión metálico y del anión.
- ii) Explicar el concepto de "actividad" y su relación con la concentración
- iii) Predecir como la solubilidad de una sal se afecta cuando se añade (a) una sal de ión común (b) un ligando que forma un complejo con el catión de la sal y (c) una solución amortiguadora de pH dado.
- iv) Calcular la solubilidad de una sal en una solución con un ión común.

**7. Principios básicos de métodos fotométricos de análisis.** Describir aplicación y métodos de análisis utilizando espectroscopía de absorción en el UV y Visible

- i) Describir la metodología de absorción de luz y definir transmitancia. Identificar diferencias entre absorbancia y transmitancia
- ii) Establecer la ley de Beer-Lambert y sus parámetros
- iii) Establecer los componentes principales de un espectrofotómetro ultravioleta – visible
- iv) Establecer la metodología para realizar un análisis cuantitativo
- v) Reconocer diferencias entre espectroscopía atómica y molecular
- vi) Identificar características de espectroscopia de absorción atómica.

**8. Equilibrio de Oxidación Reducción.** Describir características y componentes de celdas electroquímicas. Calcular concentración de analitos a partir de información de métodos de análisis usando reacciones Redox.

- i) Distinguir entre medias reacciones de reducción y de oxidación
- ii) Distinguir entre agente oxidante y agente reductor
- iii) Determinar el número de oxidación de un elemento que forma parte de un ión poliatómico
- iv) Aplicar la ecuación de Nernst para calcular el potencial de electrodo, la concentración de una sustancia, o la constante de equilibrio de una reacción
- v) Describir los electrodos de referencia más comunes, su representación esquematizada y su media reacción
- vi) Describir las diferentes clases de electrodos indicadores, incluyendo el electrodo de membrana de vidrio.
- vii) Describir el uso de los agentes oxidantes y reductores más comunes usados para el tratamiento de muestras
- viii) Describir las propiedades y utilización de los titulantes más comunes
- ix) Describir la aplicación de los estándares más comunes.

**9. Introducción a métodos de separación analítica.** Describir las características de los métodos de separación. Enumerar diferentes métodos de separación. Identificar la información obtenida de técnicas de separación comunes, como GC y LC.

- i) Reconocer aplicaciones de métodos de separación para análisis cuantitativo
- ii) Aplicar la ecuación de resolución y eficiencia
- iii) Extraer información de un cromatograma que permita el análisis cuantitativo y cualitativo

- iv) Describir las técnicas de cromatografía de columna más comunes, incluyendo cromatografía de gases (GC) y cromatografía líquida (LC)
- v) Describir la aplicación de los métodos de calibración para análisis cuantitativos utilizados en cromatografía.

#### IV. ACTIVIDADES

##### A. Prácticas de Laboratorio

Exp. #	Título del Experimento
1	Instrumentación e introducción a los procedimientos de operaciones estándar en el laboratorio de química analítica
2	Uso de Microsoft Excel para análisis estadístico de datos
3	Calibración y manejo de material volumétrico de vidrio: Calibración de una bureta de 50 mL
4	Determinación de un colorante en una bebida comercial por Espectrofotometría Visible. Ley de Beer
5	Preparación de soluciones
6	Determinación de la masa molar y $K_a$ de un ácido desconocido
7	Determinación de cloruro por argentometría
8	Determinación de calcio con EDTA

##### B. Estrategias de Enseñanza

Se recomienda utilizar estrategias como las siguientes:

- (a) Resolución de problemas
- (b) Uso de la calculadora y de programas de computadora para tratamiento de datos
- (c) Trabajo en grupo
- (d) Experiencias de laboratorio
- (e) Preguntas al grupo
- (f) Exámenes con selección múltiple y resolución de problemas.

#### V. EVALUACIÓN

Criterios de evaluación	Puntuación	% de la nota final
Parcial 1	100	17.5
Parcial 2	100	17.5
Parcial 3	100	17.5
Examen final	100	17.5
Laboratorio	100	30
Total	500	100 %

Para establecer la nota final del curso se utilizará la que aparece abajo:

**Escala:**

Puntaje Obtenido	Calificación
100 – 85%	A
84 – 75 %	B
74 – 65%	C
64 – 55 %	D
Menos de 55 %	F

## VI. NOTAS ESPECIALES

- A. **Servicios auxiliares o necesidades especiales:** Todo estudiante que requiera servicios auxiliares o asistencia especial deberá solicitar los mismos al inicio del curso o tan pronto como adquiera conocimiento de que los necesita, a través del registro correspondiente, en la Oficina de Orientación con el \_\_\_\_\_.
- B. **Honradez, fraude y plagio:** La falta de honradez, el fraude, el plagio cualquier otro comportamiento inadecuado con relación a la labor académica constituyen infracciones mayores sancionadas por el Reglamento General de Estudiantes. Las infracciones mayores, según dispone el Reglamento General de Estudiantes, pueden tener como consecuencia la suspensión de la Universidad por un tiempo definido mayor de un año o la expulsión permanente de la Universidad, entre otras sanciones.
- C. **Uso de dispositivos electrónicos:** Se desactivarán los teléfonos celulares y cualquier otro dispositivo electrónico que pudiese interrumpir los procesos de enseñanza y aprendizaje o alterar el ambiente conducente a la excelencia académica. Las situaciones apremiantes serán atendidas, según corresponda. Se prohíbe el manejo de dispositivos electrónicos que permitan acceder, almacenar o enviar datos durante evaluaciones o exámenes.
- D. **Cumplimiento con las disposiciones del Título IX:** La Ley de Educación Superior Federal, según enmendada, prohíbe el discrimen por razón de sexo en cualquier actividad académica, educativa, extracurricular, atlética o en cualquier otro programa o empleo, auspiciado o controlado por una institución de educación superior independientemente de que esta se realice dentro o fuera de los predios de la institución, si la institución recibe fondos federales.

Conforme dispone la reglamentación federal vigente, en nuestra unidad académica se ha designado un(a) Coordinador(a) Auxiliar de Título IX que brindará asistencia y orientación con relación a cualquier alegado incidente constitutivo de discrimen por sexo o género, acoso o agresión sexuales. Se puede comunicar con el Coordinador(a) Auxiliar \_\_\_\_\_, extensión \_\_\_\_\_, o al correo electrónico \_\_\_\_\_.

El Documento Normativo titulado **Normas y Procedimientos para Atender Alegadas Violaciones a las Disposiciones del Título IX** es el documento que contiene las reglas institucionales para canalizar cualquier querrela que se presente basada en este tipo de alegación. Este documento está disponible en el portal de la Universidad Interamericana de Puerto Rico ([www.inter.edu](http://www.inter.edu)).

## VII. RECURSOS EDUCATIVOS

**a. Libro de texto:**

- Fundamentals of analytical chemistry, Ninth edition, Douglas A Skoog; Donald M West; F James Holler; Stanley R Crouch, Belmont, CA.: Brooks/Cole, Cengage Learning, © 2014

**b. Lecturas suplementarias:**

- *Manual de Laboratorio de Química Analítica*. Rosa Brito. Agosto 2018

**VIII. BIBLIOGRAFÍA****a. Libros de texto:**

- David, Harvey. *Química Analítica Moderna*. 2002. McGraw-Hill, España
- Rubinson, Judith y Rubinson, Keneth. *Química Analítica Contemporánea*. 2000. Prentice-Hall, México.
- Skoog, Douglas A. *Fundamentos de Química Analítica*. 2003. 4ta edición.
- González, Ángela. *Manual de laboratorio del curso*. Enero 2008.
- Whitten, K. W., Davis, R., Peck, M y Stanley, G. (2008) *Química*. 8va edición Cengage Learning Editores, S. A.
- Cualquier libro de Química General disponible.

**b. Recursos Electrónicos:**

- Analytical Chemistry Resources: [http://home.nas.net/~dbc/cic\\_hamilton/anal.html](http://home.nas.net/~dbc/cic_hamilton/anal.html), accedido el 18 de agosto 2008
- Analytical Chemistry Basics: <http://www.chemistry.vt.edu/chem-ed/ac-basic.html>, accedido el 18 de agosto 2008
- The Analytical Sciences Digital Library by ACS  
<http://www.asdlib.org/list.php?mainCategory=Class%20Material>, accedido el 18 de agosto 2008

**Fecha de Revisión: noviembre 2018**