



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

Año Lectivo: 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CARRERA: Profesorado en Química

PLAN DE ESTUDIOS: 2001 (Versión 2)

ASIGNATURA: Química Analítica P

CÓDIGO: 2206

MODALIDAD DE CURSADO: Presencial

DOCENTES RESPONSABLES: Fernando Moyano, Doctor en Química, Profesor Adjunto, Dedicación Semi-Exclusiva. José Natera, Doctor en Química, Profesor Adjunto, Dedicación Semi-Exclusiva.

EQUIPO DOCENTE: Fernando Moyano, Doctor en Química, Profesor Adjunto, Dedicación Semi-Exclusiva. Maximiliano Ernesto Arbeloa, Doctor en Química, Ayudante de Primera, Dedicación Semi-Exclusiva. Barrera Alberto, Químico, Becario CONICET, Roodney Carrillo, Ingeniero Químico, Becario CONICET; Rueda Bueno Héctor, Químico, Becario CONICET.

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 3er año, segundo cuatrimestre.

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

Asignaturas aprobadas: Química Orgánica I, Matemática II

Asignaturas regulares: Química Orgánica II

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

CARGA HORARIA TOTAL: 98 horas.

Teóricas:	42 h	Prácticas:	40 h	Teóricas - Prácticas: hs	Laboratorio:	16 h
------------------	------	-------------------	------	----------------------------------	---------	---------------------	------

CARGA HORARIA SEMANAL: horas (según el plan de estudio vigente)

Teóricas:	3 h	Prácticas:	4 h	Teóricas - Prácticas: hs	Laboratorio:	4 h
------------------	-----	-------------------	-----	----------------------------------	---------	---------------------	-----



1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura forma parte del conjunto de las asignaturas específicas del plan de estudio de la carrera, conjuntamente con las siguientes: Química General, Química Inorgánica, Introducción a la Fisicoquímica y Fisicoquímica P, Químicas Orgánicas I y II, Análisis Instrumental P y Química Biológica P; de apoyo: Matemáticas I y II e Introducción a la Física y Física general y un amplio conjunto de materias pedagógicas. La ubicación de la asignatura (sexto cuatrimestre del plan de estudio) le permite al alumno disponer de las bases disciplinares necesarias para un cursado satisfactorio, donde el alumno desarrollará los conocimientos y destrezas suficientes para un adecuado desenvolvimiento en las asignaturas a cursar en los cuatrimestres siguientes.

2. OBJETIVOS PROPUESTOS

- Comprender la importancia que reviste el informar el resultado de un análisis con el correspondiente nivel de confiabilidad (margen de error).
- Comprender la importancia de la constante y posición de equilibrio de las reacciones químicas usadas en la determinación cualitativa y cuantitativa de componentes en distintos tipos de muestra.
- Discutir los fundamentos teóricos y la implementación experimental de las distintas técnicas de análisis volumétrico.
- Utilizar los conceptos anteriores en el manejo de técnicas volumétricas con detección del punto final usando indicadores internos ó externos o métodos potenciométricos.
- Adquirir el criterio de la utilización de técnicas y resultados analíticos en operaciones de análisis químico en sistemas simples.

3. EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS

3.1. Contenidos mínimos

Equilibrio iónico: ácido-base, formación de precipitados, formación de complejos, redox. Técnicas analíticas derivadas de los conceptos anteriores. Separaciones analíticas cualitativas y cuantitativas. Métodos cromatográficos: gaseoso y líquido.

3.2. Ejes temáticos o unidades

Tema 1. Introducción y tratamiento de datos (1,5 semanas).

Teórico-Práctico: Química Analítica. Introducción. Reacciones adecuadas para análisis volumétrico. Patrones primarios y secundarios. Control de calidad. Error y tratamiento de resultados. Errores determinados e indeterminados.

Laboratorio: Técnica de evaluación de varianza y rechazo de dudosos. Propagación de errores y cifras significativas en los resultados calculados.

Tema 2. Equilibrio ácido-base en sistemas monofuncionales. (3,5 semanas).

Teórico-Práctico: Equilibrio en disoluciones iónicas. Tratamiento de Bronsted de ácidos y bases. Constante de equilibrio y de disociación. Grado de disociación. Criterio de clasificación de ácidos débiles y fuertes. Aplicación del tratamiento exacto a soluciones de



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

ácidos y bases débiles monofuncionales. Ecuaciones aproximadas. Hidrólisis de sales. Soluciones reguladoras de pH. Capacidad buffer: ácido fuerte, base fuerte, ácido débil, base débil, sales.

Laboratorio: Curvas de titulación de ácido fuerte con base fuerte. Ecuación general a partir del equilibrio. Indicadores ácido-base. Curvas de titulación de ácido débil con base fuerte.

Tema 3. Equilibrio ácido-base múltiples (2 semanas).

Teórico-Práctico: Sistemas ácido-base múltiples. Grado de disociación. Diagramas de distribución de especies en función del pH. Capacidad reguladora para sistemas múltiples

Laboratorio: Curvas de titulación de ácidos polipróticos. Alcalinidad de aguas.

Tema 4. Equilibrios Redox (2 semanas).

Teórico-Práctico: Procesos redox. Balance de ecuaciones. Equilibrios en sistemas redox. Celdas electroquímicas. Criterios de espontaneidad. Concepto de pilas. Potenciales de electrodo. Ecuación de Nernst. Cálculo de la concentración de especies en solución. Potenciales formales.

Laboratorio: Titulaciones redox. Factibilidad de una titulación redox. Curvas de titulación. Detección del punto final. Indicadores redox.

Tema 5. Métodos Potenciométricos de análisis. (1 semana).

Teórico-Práctico: Medición de la FEM de una pila. Potenciometría. Electrodo indicadores. Electrodo de vidrio. Potenciometría directa.

Laboratorio: Titulaciones potenciométricas: redox, de iones y pHmétricas.

Tema 6. Solubilidad y Precipitación (2 semanas).

Teórico-Práctico: Separación por precipitación. Constante de producto de solubilidad. Cálculo de la concentración de especies en solución. Factores que influyen en la solubilidad. Temperatura, efecto de iones diversos, efecto de ión común.

Laboratorio: Titulaciones por precipitación. Métodos más comunes. Cálculo de la concentración de especies antes y después del punto equivalente. Indicadores más comunes. Método de Mohr. Método de Volhard. Error de titulación y cálculo.

4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Se dictan tres tipos de clases complementarias entre sí, con un régimen de exigencias acorde a los objetivos del curso.

CLASES TEÓRICAS: Se discuten entre el profesor y los alumnos los principales fundamentos de los distintos temas abordados, a la vez que se resuelven problemas típicos relacionados con el tema en cuestión. Se proponen problemas opcionales que los alumnos deberán resolver fuera de las horas de clase, con opción a consultarlos en las clases de consulta. El dictado de este tipo de clases se realiza con proyectores multimedia. También se utiliza el pizarrón para ampliar los conceptos o aclarar dudas. Carga horaria: 3 horas semanales.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

CLASES PRÁCTICAS: Se discuten y contestan preguntas conceptuales y se resuelven problemas de complejidad creciente para cada tema. Se dispone de una guía temática accesible desde el primer día de clases. Carga horaria: 4 horas semanales alternadas con los prácticos de laboratorio.

CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO: Los trabajos prácticos de laboratorio complementan los conceptos discutidos en las clases teórico-prácticas y de resolución de problemas. Permiten al alumno adquirir destrezas mínimas necesarias para llevar a cabo análisis químicos sencillos y expresar los resultados de una manera adecuada. Se dispone de una guía de prácticos de laboratorio accesible desde el primer día de clases. Carga horaria: 4 horas semanales alternadas con los prácticos de aula.

Nómina de Trabajos Prácticos de Laboratorio

Trabajo Práctico N° 1: Volumetría ácido - base. Aplicaciones analíticas. Determinación de ácido acético en vinagre blanco. Determinación de alcalinidad de aguas.

Trabajo Práctico N° 2 : Titulaciones y equilibrio redox. Dicromatometría y Iodometría. Determinación de Vitamina C.

Trabajo Práctico N° 3: Titulaciones por precipitación. Método de Mohr para la determinación de cloruros en agua y en manteca. Método de Volhard para la determinación de cloruro y fosfato en agua.

Trabajo Práctico N° 4: Volumetría por iones o compuestos complejos. Determinación de la dureza de aguas naturales.

OTRAS:

Exámenes Parciales

- 1) Se tomarán tres (3) Exámenes Parciales, los que deberán alcanzar una calificación mínima de cinco (5) puntos cada uno. Para ello, el estudiante deberá acreditar un mínimo del 50% de los conocimientos solicitados en el examen (Resolución del Consejo Superior N° 120/17).
- 2) De no alcanzarse dicha calificación, los estudiantes tendrán derecho a, como mínimo, una instancia de recuperación para cada evaluación (Resolución del Consejo Superior N° 120/17).

Exámenes finales

Para alumnos regulares el examen final será preferentemente en forma oral. Los alumnos libres, deberán rendir un examen escrito que contemplará la temática integral de la materia, haciendo particular hincapié en problemas numéricos y de concepto y en actividades prácticas de laboratorio. De aprobarse el escrito, rendirá el examen oral común para los alumnos regulares en la fecha establecida para ello.

5. PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES E INCLUSIVOS



CREER.CREAR.CRECER

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

6. CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES E INSTANCIAS EVALUATIVAS

Semana	Fecha	Docentes	Temas	Tipo de actividad.
1	16/08 Mié.	F. Moyano	Química Analítica. Introducción. Plan general del procedimiento analítico cuantitativo.	Teórico-Práctico
1	18/08 Viernes	J. Natera M. E.Arbeloa	Serie de Problemas N° 1: Tratamiento de datos.	Clase de Problemas
2	23/08 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	Serie de Problemas N° 2 y 3: Conceptos básicos y fundamentales.	Clase de Problemas
2	25/08 Viernes	F. Moyano	Equilibrio ácido-base. Tratamiento de Bronsted. Efecto nivelador del solvente. Reacciones de neutralización de ácidos y bases fuertes en distintos solventes. Grado de disociación. Electrodo de vidrio y la medición de pH. Titulaciones Acido-Base. Criterio de clasificación de ácidos débiles y fuertes. Cálculo sistemático de la concentración de protones. Aproximaciones en el cálculo de $[H^+]$. Cálculo de OH^- para una base (débil ó fuerte). Idem para una sal como AcNa. Curva de titulación de ácido fuerte con base fuerte	Teórico-Práctico
3	30/08 Mie.	F. Moyano	Solución buffer, cálculo de pH. Cálculo de pH de titulación de ácido débil con base fuerte. Capacidad buffer. Caso especial de AcH/AcNa. Discusión de la forma de las curvas de titulación AF+BF y AD+BF y su relación con la variación de β . Capacidad buffer para ácidos polipróticos. Distribución de especies para ácido $pK_1 = 2$, $pK_2 = 7$ y $pK_3 = 12$ y su relación con puntos de la curva de titulación. Equilibrio ácido - base en sistemas complejos, mezclas alcalinas y mezclas ácidas. Indicadores ácido-base; uso en distintos casos. Errores de Indicador.	Teórico-Práctico



CREER, CREAR, CRECER

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

			Titulaciones de mezclas básicas, CO_3^{2-} ; CO_3H^- y HO^- con HCl, distintos casos.	
3	01/09 Viernes	F. Moyano	Equilibrio en sistemas redox. Procesos redox. Balance de ecuaciones. Celdas Galvánicas. Potencial de unión líquida. Potenciales de electrodo. Relación entre ΔG y ΔE de la celda. Criterios de espontaneidad. Repaso Ácido-Base.	Teórico-Práctico
4	06/09 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	Serie de Problemas N° 4: Equilibrio Acido-Bases.	Clase de Problemas
4	08/09 Viernes	J. Natera M. E.Arbeloa	Ácido – Base. Discusión de la serie de problemas N° 5.	Clase de Problemas
5	13/09 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	TP 1: Volumetría ácido-base. Aplicaciones analíticas. Determinación de ácido acético en vinagre blanco. Determinación de alcalinidad de aguas.	Trabajo Práctico de laboratorio
5	15/09 Viernes	F. Moyano	Mediciones de Voltaje. Tipos de Electrodo. Potenciales formales. Otras aproximaciones. Medición de la FEM de una celda: a) determinar la K de equilibrio y b) Curva de Titulación. Potenciometría. Electrodo Indicadores.	Teórico-Práctico
6	20/09 Mié.		PRIMER PARCIAL	
6	22/09 Viernes	J. Natera M. E.Arbeloa	Redox. Equilibrio en sistemas redox. Discusión de la serie de Problemas N° 6	Clase de Problemas
7	27/09 Mié.	F. Moyano	Curva de titulación de Fe^{2+} con Ce^{4+} . Curva de titulación Redox de Fe^{3+} con Sn^{2+} . Discusión de asimetría de las curvas y comparación con la de Fe^{2+} con Ce^{4+} . Curvas de titulación, varios casos y forma de la curva de cada cupla según sea el número de electrones. Efecto nivelador del solvente. Indicadores redox. Discusión de indicadores y su uso en una titulación. Caso de la titulación de Fe^{2+} con un oxidante o de Fe^{3+} con un reductor.	Teórico-Práctico
7	29/10 Viernes		RECUPERATORIO 1er PARCIAL	



CREER.CREAR.CRECER

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

8	04/10 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	Curvas de titulación. Detección del punto final. Indicadores redox. Discusión de la serie de Problemas N° 6 Discusión del Trabajo Práctico N° 2	Clase de Problemas
8	06/10 Viernes	F. Moyano	Formación de precipitados: mecanismo de precipitación, formación y crecimiento de núcleos. Constante de producto de solubilidad. Factores que la afectan. Repaso RedOx.	Teórico-Práctico
9	11/10 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	TP2. Volumetría redox. Dicromatometría. Determinación de ácido acetilsalicílico.	Trabajo Práctico de laboratorio
9	13/10 Viernes	F. Moyano	Solubilidad y cálculo de concentración de especies en solución. Titulaciones por precipitación. Métodos más comunes. Cálculo de la concentración de especies antes y después del punto equivalente. Indicadores más comunes. Método de Mohr. Método de Volhard. Errores del método. Indicadores de adsorción.	Teórico-Práctico
10	18/10 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	Discusión de las series de Problemas N° 7. Discusión del Trabajo Práctico N° 3	Clase de Problemas
10	20/10 Viernes		SEGUNDO PARCIAL	
11	25/10 Mié		RECUPERATORIO 2do PARCIAL	
11	27/10 Viernes	F. Moyano	Estabilidad de Complejos. Constantes de formación en etapas $\text{Cu}^{2+} - \text{NH}_3$. Comparación con ligando polidentados. Equilibrios en la titulación con EDTA. Distribución de especies ácidas en EDTA. Valores de α_4 y K efectiva..	Teórico-Práctico
12	01/11 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	TP 3: Titulaciones por precipitación. Método de Mohr para la determinación de cloruros en agua. Método de Volhard para la determinación de cloruro en agua.	Trabajo Práctico de laboratorio
12	03/11 Viernes	F. Moyano	Titulación por formación de Complejos. Distintos casos de titulaciones por formación de complejos. Titulación factible. Repaso Solubilidad y Formación de precipitados. Repaso Complejos	Teórico-Práctico



CREER.CREAR.CRECER

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

13	08/11 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	Discusión de la serie de Problemas N° 8. Discusión del Trabajo Práctico N° 4	Clase de Problemas
13	10/11 Viernes		TERCER PARCIAL	
14	15/11 Mié.	J. Natera M. E.Arbeloa	TP 4: Volumetría por iones o compuestos complejos. Determinación de la dureza en agua.	Trabajo Práctico de laboratorio
14	17/11 Viernes		RECUPERACIÓN TERCER PARCIAL	
15	22/11 Mié.		COLOQUIOS INTEGRADORES	
15	24/11 Viernes			

*Teóricos, teóricos-prácticos, trabajos de laboratorios, salidas a campo, seminarios, talleres, coloquios, instancias evaluativas, consultas grupales y/o individuales, otras.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía obligatoria y de consulta.

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Análisis Químico Cuantitativo – 3ª ed.	Harris, Daniel C.	Reverte- Barcelona	2007	Tres 543 H 315e3
Fundamentos de Química Analítica - 8a ed.	<u>Skoog, D. A.</u> - <u>West, D. M.</u> - <u>Holler, F. J.</u> - <u>Crouch, S. R.</u>	Cengage Learning - Australia	2009	Dos 543 S 618fue8
Química Analítica	<u>Higson, S. P. J.</u> - <u>Balderas, P.</u>	McGraw Hill - Buenos Aires	2007	Uno 543 H 641



CREER.CREAR.CRECER

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

Química Analítica Moderna	<u>Harvey, D.</u>	McGraw-Hill - México	2002	Cuatro 543 H 341
Química analítica cualitativa - 18a ed.	<u>Burriel Marti, F.</u> - <u>Lucena Conde, F.</u> - <u>Arribas Jimeno, S.</u> - <u>Hernández Méndez, J.</u>	Paraninfo - Madrid	2006	Uno 543.061 B 971 M 378e18
Introducción a la Química Analítica.	<u>Skoog D. A.</u> - <u>West D. M.</u>	Reverté - Barcelona	1969	Siete 543 S 628i
Química analítica cuantitativa - 5a ed.	<u>Day, R. A.</u> - <u>Underwood, A. L.</u>	Prentice Hall - México	1996	Tres 543.06 D 274e5 ej.9
Química analítica - 3a ed.	<u>West, D. M.</u> - <u>Holler, F. J.</u> - <u>Skogg, D. A.</u> - <u>Crouch, S. R.</u>	McGraw Hill - Buenos Aires	2001	Dos 543 S 628qe3 ej.6
Análisis químico cuantitativo - 4a ed.	<u>Kolthoff, I. M.</u>	Nigar - Buenos Aires	1976	Uno 543.062 A 532

7.2. Otros: materiales audiovisuales, enlaces, otros.

8. DÍA Y HORARIOS DE CLASES

DÍAS	HORARIO
Lab. Miércoles	8:30 a 12:30 h
Miércoles	14:00 a 18:00 h
Viernes	9:00 a 12:00 h.



9. DÍA Y HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS

DIA	HORARIO	LUGAR
Lunes	11:00 a 12:00 h	Laboratorio 13, Pab. 3

10. REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

I. Regularización

- 1) El alumno quedará regular en la materia cuando cumpla con los siguientes requisitos:
 - a) Aprobación del 100% de los Trabajos Prácticos de Laboratorio.
 - b) Aprobación del 100% de los Exámenes Parciales
- 2) De no cumplir con alguno de los requisitos anteriores, el alumno será considerado libre en la materia

II. Promoción

Para obtener la promoción en la asignatura se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 1) “Obtener una calificación promedio de siete puntos sin registrar instancias evaluativas con notas inferiores a **cinco puntos. Recuperar cada instancia evaluativa**, definida como requisito para la obtención de la promoción, cualquiera sea la calificación obtenida” (Resolución del Consejo Superior N° 120/17).
- 2) Aprobar un coloquio de integración de conocimientos.
- 3) Presentar, antes de la evaluación parcial, la carpeta con los problemas e informes de laboratorio correspondientes.

11. CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS

I. Trabajos Prácticos de Laboratorio

- 1) Los alumnos deben concurrir a los laboratorios provistos de guardapolvo y los útiles necesarios para el práctico.
- 2) Para realizar el Trabajo Práctico el alumno debe poseer los conocimientos básicos correspondientes.
- 3) Al finalizar el Trabajo Práctico deberá presentar un informe (en el término de una semana de realizado el trabajo practico) según las indicaciones del Jefe de Trabajos Prácticos, quien lo aprobará con su firma si los resultados son satisfactorios.
- 4) En caso de ausencia o no aprobación del Trabajo Práctico, se dispondrá una fecha de recuperación.
- 5) Para recuperar Trabajos Prácticos, el alumno debe aprobar en primera instancia un mínimo de 80% del total de los mismos.

II. Trabajos Prácticos de Aula



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

- 1) Los alumnos deben llevar un cuaderno o carpeta, donde figurarán los problemas, operaciones realizadas y resultados obtenidos.
- 2) Los problemas de la guía deberán ser resueltos en clase, salvo indicación en contrario.

III. Exámenes Parciales

- 1) Se tomarán tres (3) Exámenes Parciales, los que deberán alcanzar una calificación mínima de cinco (5) puntos cada uno. Para ello, el estudiante deberá acreditar un mínimo del 50% de los conocimientos solicitados en el examen (Resolución del Consejo Superior N° 120/17).
- 2) De no alcanzarse dicha calificación, los estudiantes tendrán derecho a, como mínimo, una instancia de recuperación para cada evaluación (Resolución del Consejo Superior N° 120/17).

IV. Exámenes finales

Para alumnos regulares el examen final será preferentemente en forma oral. Los alumnos libres, deberán rendir un examen escrito que contemplará la temática integral de la materia, haciendo particular hincapié en problemas numéricos y de concepto y en actividades prácticas de laboratorio. De aprobarse el escrito, rendirá el examen oral común para los alumnos regulares en la fecha establecida para ello.

Dr. Fernando Moyano

Firma Profesor/a Responsable

Firma Secretario/a Académico/a