



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

FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS

Año Lectivo: 2024

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

CARRERA: LICENCIATURA EN QUÍMICA

PLAN DE ESTUDIOS: 2022, Versión 0

ASIGNATURA: QUÍMICA ANALÍTICA

CÓDIGO: 2011

MODALIDAD DE CURSADO: Presencial

DOCENTES ENCARGADOS:

Dr. Mariano Bruno (Profesor Adjunto, DSE, por contrato)

CUERPO DOCENTE: Dra. Paula Millitello (Ay 1 S contrato)

Lic. Ma. Emilia Zambroni (Colaboradora, estudiante posgrado)

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 3 año, 2do cuatrimestre.

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

Para cursar:

Aprobadas: Matemática III (3806), Química Inorgánica (3805).

Regulares: Química Orgánica I (3807), Estadística (3809).

Para rendir:

Química Orgánica I (3807), Física I (3808), Estadística (3809), Química Inorgánica (3805).

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

CARGA HORARIA TOTAL: 140 horas

Teóricas:	hs	Prácticas:	hs	Teóricas - Prácticas:	56. hs	Laboratorio:	84 hs
------------------	-----------	-------------------	-----------	----------------------------------	---------------	---------------------	--------------

CARGA HORARIA SEMANAL: 10 horas

Teóricas: hs	Prácticas: hs	Teóricas - Prácticas:	4hs	Laboratorio:	6 hs
------------------	----------------	-------------------	----------------	----------------------------------	------------	---------------------	-------------



1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura forma parte del ciclo básico del plan de estudio de la carrera, conjuntamente con las siguientes materias: Matemática I, Matemática II, Matemática III, Biología General, Química Inorgánica, Química Orgánica I, Química Orgánica II, Física I, Física II, Estadística, Química Biológica y Fisicoquímica I. Estas materias brindarán al alumno los conocimientos y destrezas suficientes para un adecuado desarrollo del posterior ciclo superior. La asignatura se ubica en el sexto cuatrimestre del plan de estudio. El ciclo básico tiene una duración de seis cuatrimestres e incluye los contenidos básicos que integran el Ciclo Inicial Común, en el marco de Articulación en Química y Biología (PROARQUIBI) aprobado por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, Subsecretaría de Políticas Universitarias, y del convenio de articulación realizado entre el consorcio formado por la Universidad Nacional de San Luis, La Universidad Nacional de Córdoba, La Universidad Nacional del Litoral, la Universidad Nacional de Rosario y la Universidad Nacional de Río Cuarto.

El título de Licenciado en Química posee validez nacional y habilita para ejercer la profesión en laboratorios (del ámbito académico o privado), oficinas o industrias oficiales o privadas en todo el país.

En lo relacionado con la actividad académica y científica permite integrar los cuadros de investigación científica y/o desarrollo tecnológico en la Universidades o en otros organismos oficiales y/o privados, como así también optar a un grado académico superior (Especialización, Maestría, Doctorado).

En lo referido a la actividad profesional posibilita el asesoramiento a industrias y, en general, a organismos oficiales y privados, en lo relacionado al desarrollo de métodos de análisis cuali y cuantitativos de diferentes sustancias y/o mezclas complejas, como así también proyectar, instalar, operar y dirigir laboratorios de análisis químicos.

En base a lo anterior, los conocimientos y competencias adquiridas por los alumnos en la asignatura *Química Analítica*, podrán ser aplicados de manera directa por gran parte de estos egresados cuando se insertan en el ámbito laboral, ya sea académico o profesional. Este hecho pone en evidencia la importancia de la asignatura *Química Analítica* en la formación de estos profesionales.

2. OBJETIVOS PROPUESTOS



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

- Comprender la importancia que reviste el informar el resultado de un análisis con el correspondiente nivel de confiabilidad (margen de error).
- Introducir los conceptos básicos de quimiometría.
- Familiarizar al alumno con el análisis cuali y cuantitativo de los distintos componentes presentes en una muestra.
- Discutir los fundamentos teóricos y la implementación experimental de las distintas técnicas de análisis volumétricos y/o gravimétricos.
- Comprender los fundamentos del equilibrio químico y su importancia en las determinaciones analíticas.
- Discutir los fundamentos teóricos y experimentales de las técnicas espectrofotométricas y potenciométricas.

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

3.1. Contenidos mínimos. El problema analítico. Proceso analítico integral. El proceso de medición química. Representatividad, exactitud, precisión, sensibilidad y selectividad. Quimiometría. Muestreo. Informe de resultados. Equilibrios en solución. Metodologías químicas de análisis: gravimetrías y volumetrías. Equilibrio iónico: ácido-base, formación de precipitados, formación de complejos, redox. Técnicas analíticas derivadas de los conceptos anteriores. Análisis basados en la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Separaciones analíticas cuali y cuantitativas. Métodos separativos de la Química. Cationes y aniones. Tratamiento, validación e interpretación de datos.

3.2. Ejes temáticos o unidades

Tema 1 Química Analítica. Relaciones con otras áreas, aplicaciones. Plan general del procedimiento analítico cuantitativo. Reacciones adecuadas para análisis volumétrico. Comparación entre métodos volumétricos y gravimétricos. Quimiometría: Error y tratamiento de resultados. Uso de la estadística en Química Analítica. Ejemplos. Límite de detección. Límite de cuantificación. Curva de calibración. Diseño experimental.

Tema 2. Equilibrio en soluciones iónicas. Tratamiento de Bronsted de ácidos y bases. Efecto nivelador del solvente. Constante de equilibrio y Constante de disociación. Grado de disociación. Criterio de clasificación en ácidos débiles y fuertes. Cálculo



sistemático de concentración de protones. Balance de carga y masa. Condición protónica. Ácidos y bases monofuncionales. Ecuaciones aproximadas. Hidrólisis de sales. Curvas de titulación de ácido fuerte con base fuerte, cálculo a partir de cantidades estequiométricas. Ecuación general a partir del tratamiento sistemático de los equilibrios involucrados. Curva de titulación. Efecto de la concentración. Elección de un indicador del punto de equivalencia.

Tema 3. Curvas de titulación de ácido débil con base fuerte y elección del indicador del punto de equivalencia. Efecto de concentración. Soluciones reguladoras de pH y capacidad buffer. Capacidad Buffer de ácido fuerte o de base fuerte. Capacidad Buffer de un ácido débil y su sal. Sistemas ácido-base múltiples. Ecuaciones exactas. Aproximaciones. Grado de disociación. Diagramas de distribución de especies en función del pH. Capacidad reguladora para sistemas múltiples. Curvas de titulación de ácidos polipróticos, distribución de especies y capacidad buffer. Mezclas de ácidos débiles y fuertes o bases débiles y fuertes. Determinación del punto equivalente. Indicadores ácido- base. Error de titulación, distintos casos. Error de carbonato. Titulaciones en solventes no acuosos. Constante de titulación y de auto-protólisis del solvente. Sistemas de solventes.

Tema 4. Formación y propiedades de los precipitados. El proceso de precipitación. Tamaño de partículas. Coloides. Nucleación y crecimiento de partículas. Velocidad de precipitación. Relación de Von Weirman. Pureza de los precipitados. Calcinación de precipitados. Separaciones por precipitación. Gravimetría. Constante del producto de solubilidad. Cálculo de la concentración de especies en solución. Factores que influyen la solubilidad. Temperatura. Efecto de iones diversos. Efecto de ion común. Efecto de la concentración de protones en la solubilidad de sales de ácidos y bases débiles. Efectos de hidrólisis del anión y del catión. Efecto de complejantes. 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.

Tema 5. Procesos redox. Balance de ecuaciones. Equilibrio en sistemas redox. Celdas electroquímicas. Reacciones catódica y anódica. Potenciales de electrodo. Electroodos de referencia. Ecuación de Nernst. Pilas químicas. Medición de la FEM de una pila. Criterio de espontaneidad para la reacción de la pila. Cálculo de la constante de



equilibrio. Cálculo de la concentración de especies en solución. Potenciales formales. Titulaciones redox. Factibilidad de una titulación redox. Curvas de titulación. Detección del punto final. Indicadores redox. Selección del indicador. Algunas titulaciones redox más comunes: con KMnO_4 , con $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Yodimetría y Yodometría.

Tema 6. Formación de complejos. Estabilidad de complejos. Constantes de estabilidad. Constantes de formación en etapas. Titulación factible. Equilibrios involucrados en la titulación con EDTA. Constante de formación y constante efectiva de complejación. Titulación de diferentes cationes en función del pH. Curva de titulación de un catión metálico con EDTA. Factores que influyen: pH, efecto de otro complejante, hidrólisis del catión. Otros ligandos polidentados. Indicadores más comunes. Valoración directa, por retroceso, por desplazamiento y alcalimétrica. Titulación de dureza de aguas. Titulaciones con ligandos monodentados. Cálculo del número medio de ligandos por unidad de metal (n medio) en complejos con ligandos monodentados. Discusión del caso general ML_6 .

Tema 7. Métodos espectrofotométricos de análisis. Absorción de energía radiante por la materia. Zonas espectrales características. Infrarrojo. Ultravioleta-Visible. Medida de la energía radiante en la zona IR y UV visible. Ley de Lambert y Beer, deducción, discusión y alcances. Formas de presentar los datos. Transmitancia, % de Transmitancia, Absorbancia. Espectrofotómetro de simple haz, principales componentes. Espectrofotómetro de doble haz. Aplicaciones espectrofotométricas analíticas. Aplicación de la Ley de Lambert y Beer: verificación experimental. Análisis de muestras de componentes múltiples.

4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS-PRÁCTICAS: Se discutirán 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 propondrán problemas opcionales que los alumnos deberán resolver fuera de las horas de clase, con opción a consultarlos en las clases de consulta.

CLASES PRÁCTICAS: Entre los docentes y los alumnos se resolverán problemas relacionados con los temas desde el punto de vista teórico como práctico de laboratorio.

CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO: Los trabajos prácticos de laboratorio complementarán los conceptos discutidos en las clases teórico-prácticas y permitirán al alumno a adquirir destreza en los análisis analíticos y expresión de resultados.



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

NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Trabajo Práctico N° 1. Calibración y Verificación del material volumétrico. Verificación de un matraz. Calibración de una pipeta. Calibración de una bureta.

Trabajo Práctico N° 2. Titulaciones ácido-base. Titulación de una solución de ClH con Na_2CO_3 . Titulación de una solución de NaOH con biftalato de potasio. Determinación de ácido acético en vinagre.

Trabajo Práctico N° 3. Soluciones reguladoras. Volumetría ácido-base. Titulación de mezclas de dos componentes.

Trabajo Práctico N° 4. Volumetría de precipitación. I) Método de Mohr. II) Método de Volhard. III) Determinación potenciométrica del punto final de volumetría de precipitación.

Trabajo Práctico N° 5. Determinación gravimétrica del contenido de calcio en forma de óxido de calcio (cao).

Trabajo Práctico N° 6. Determinaciones Complejométricas. Método para la determinación de Ca y Mg. Titulaciones con EDTA. I. Determinación de Ca o Ca + Mg. II. Determinación de la dureza de una muestra de agua.

Trabajo Práctico N° 7. Volumetría redox. I. Titulación de una solución de permanganato de potasio con oxalato de sodio en medio ácido. II. Titulación de una solución de peróxido de hidrógeno en medio ácido con permanganato de potasio valorado. III. Titulación de una solución de tiosulfato de sodio con iodato/ioduro en medio ácido.

Trabajo Práctico N° 8. Volumetría redox. I. Determinación de la concentración de ión cúprico por iodimetría. II. Determinación de vitamina C. III. Detección potenciométrica del punto final por potenciometría.

Trabajo Práctico N° 9. Espectrofotometría UV-Visible. Curva de calibración. Determinación de hierro con 1,10-fenantrolina.

Trabajo Práctico N° 10. Espectrofotometría UV-Visible. I. Análisis espectrofotométrico de una mezcla de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y KMnO_4 . II. Determinación de hierro con 1,10-fenantrolina.

5. PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES E INCLUSIVOS

6. CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES E INSTANCIAS EVALUATIVAS



CREER.CREAR.CRECER

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

Semana	Tema (Teórico- Práctico)	Laboratorio
Primera semana	Guía de repaso. Errores de una medición	
Segunda semana	Errores. Propagación de Errores. Métodos estadísticos.	
Tercera semana	Equilibrios ácido-base	Trabajo Práctico N° 1. Calibración y verificación de material volumétrico
Cuarta semana	Equilibrios ácido-base	Trabajo Práctico N° 2. Equilibrios ácido-base
Quinta semana	Equilibrios ácido-base Primer examen parcial	Trabajo Práctico N° 3. Equilibrios ácido-base
Sexta semana	Equilibrios de solubilidad-Gravimetría	
Séptima semana	Equilibrios de solubilidad-Gravimetría	Trabajo Práctico N° 5. Volumetría de precipitación
Octava semana	Equilibrios de óxido-reducción	Trabajo Práctico N° 6. Volumetría de óxido-reducción
Novena semana	Equilibrios de óxido-reducción Segundo examen Parcial	
Décima semana	Complejos. Titulaciones complejométricas	Trabajo Práctico N° 7. Volumetría de óxido-reducción
Décima primera semana	Complejos. Titulaciones complejométricas	Trabajo Práctico N° 8. Titulaciones complejométricas



Décima segunda semana	Espectroscopía UV-visible	Trabajo Práctico N° 9. Espectroscopía UV-visible
Décima tercera semana	Espectroscopía UV-visible	Trabajo Práctico N° 10. Espectroscopía UV-visible
Décima cuarta semana	Tercer examen parcial. Exámenes de recuperación	

7. BIBLIOGRAFÍA

- D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch. “*Fundamentos de Química Analítica*”, 9na. Ed., International Thomson Editores, S. A., México, 2014. Número de ejemplares: ninguno.
- - D. C. Harris. “*Análisis Químico Cuantitativo*”, 3era. Edición, Editorial Reverté S. A., 2007. Número de ejemplares: 5.
- - D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, “*Química Analítica*”, 7ma. Edición, McGraw –Hill, México, Mayo de 2003. Número de ejemplares: 7.
- - J. N. Miller, J. C. Miller, “*Estadística y Quimiometría para Química Analítica*”, 4ta. Edición, Prentice Hall, Madrid, España, 2002. Número de ejemplares: 1.
- - A. C. Olivieri, H. C. Goicoechea, “*La calibración en Química Analítica*”, Ediciones Universidad Nacional del Litoral, 2007. Número de ejemplares: ninguno.
- - R. A. Day, Jr. And A. L. Underwood, “*Química Analítica Cuantitativa*”, 5ta. Ed., Prentice-Hall Hispanoamericana S. A., México, 1989. Número de ejemplares: 12.
- - D. A. Skoog, D. M. West and F. J. Holler, “*Fundamentos de Química Analítica*”, Volúmenes 1 y 2, Ed. Reverté, 1997. Número de ejemplares: 6.
- - James S. Fritz and George H. Schenk, “*Quantitative Analytical Chemistry*”, 3rd. Ed., Allyn and Bacon, Inc., 1976. Número de ejemplares: ninguno.
- - J. N. Butler, “*Ionic Equilibrium, a Mathematical Approach*”, Addison-Wesley (1964). Número de ejemplares: ninguno.



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

- - J. N. Butler, "*Cálculos de pH y Solubilidad*", Fondo Educativo Interamericano (1968). Número de ejemplares: ninguno.
- - I. M. Kolthoff, E. B. Sandell, E. Meehan, S. Bruckenstein "*Análisis Químico Cuantitativo*", Nigar, Buenos Aires (1976). Número de ejemplares: 1.
- - D. Skoog and D. West, "*Introducción a la Química Analítica*", Reverté (1969). Número de ejemplares: 7.
- - D. Skoog and D. West, "*Fundamentos de Química Analítica*", Volúmenes 1 y 2, Reverté (1983). Número de ejemplares: 1.
- - J. A. Hammerly, J. M. Marracino, R. O. Piafentini, "*Curso de Química Analítica*", Ateneo (1984). Número de ejemplares: 2.
- - H. A. Laitinen, "*Chemical Analysis*", Mc Graw-Hill (1975). Número de ejemplares: ninguno.
- - V. N. Alexéiev, "*Análisis Cuantitativo*", Mir (1976). Número de ejemplares: 1.

8. DÍA Y HORARIOS DE CLASES

Laboratorios

Lunes: 9:00h-12:00h L13A Pab 3

Teóricas y practicas

Martes: 8:30h-12:00h, 107 Pab 3

Miércoles: 8:30h-12:00h, 108 Pab 2

9. DÍA Y HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS

Se ofrecerá 1 (una) hora de clase por semana a definir horario con los alumnos.

10. REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

- **CONDICIONES DE REGULARIDAD:** Deberán aprobar en primera instancia el **80%** de los trabajos prácticos de laboratorio. El 20% restante podrán recuperarlo al final del cuatrimestre. Deberán aprobar los tres exámenes parciales. En caso de desaprobado en primera instancia los tres parciales, los alumnos podrán recuperar una vez cada uno de ellos.
- Los alumnos que consigan la **condición regular**, deberán dar un **examen final**, donde se pretende que el alumno sea capaz de integrar todos los conceptos discutidos durante el curso.
- **CONDICIONES DE PROMOCIÓN:** Asistir al menos al **80%** de las clases teórico-prácticas. Aprobar en primera instancia el **100%** de los trabajos prácticos de laboratorio, para lo cual al



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

fin de cada práctico deberá responder en forma correcta a un cuestionario de dos o tres preguntas relacionadas al tema motivo del práctico. Deberá obtener al menos un **70%** de respuestas correctas en los exámenes parciales, a efectos de poder ingresar al régimen de promoción. Además, en ninguno de los ejercicios deberá tener un porcentaje menor del 50% de la respuesta correcta. El alumno que no hubiera alcanzado la nota mínima, tendrá derecho a una recuperación a los efectos de mantenerse en el régimen de promoción.

- **EVALUACIÓN FINAL:** Examen final oral

11. CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS

La evaluación se realizará mediante tres exámenes parciales escritos, los cuales serán aprobados con el 50% del puntaje total. En estos exámenes parciales se evaluará los conocimientos adquiridos de la materia y prácticas de laboratorio.

En caso de rendir la materia en condición de libre, el examen final consta de tres etapas, generalmente en días separados. Primeramente, se realiza un examen escrito integrador de la materia. Aprobado esta etapa, se realizarán diferentes prácticas de laboratorio, donde se evalúa su desenvolvimiento/conocimiento de las prácticas y material de laboratorio. Finalmente, aprobadas estas dos instancias, se realiza a un examen oral.

Firma Profesor/a/es Responsable/s

Firma Secretario/a Académico/a