



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ingeniería

"LAS MALVINAS  
SON ARGENTINAS"

### PROGRAMA ANALÍTICO

FACULTAD: CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO: QUÍMICA

CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA

PLAN DE ESTUDIO: 1994

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

ORIENTACIÓN: No posee

ASIGNATURA: QUÍMICA ANALÍTICA

CÓDIGO: 9123

DOCENTE RESPONSABLE:

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Juan M. Marioli	Doctor en Química	Profesor Asociado	Simple

EQUIPO DOCENTE:

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Juan M. Marioli	Doctor en Química	Profesor Asociado	Simple
Fernando Arévalo	Doctor en Química	Profesor Adjunto	Semi-Exclusiva
Maximiliano Arbeloa	Doctor en Química	Ayudante de Primera	Semi-Exclusiva
Romina Gramaglia	Ingeniera Química	Becaria CONICET	
Rodney Carrillo	Ingeniero Químico	Becario CONICET	
Julián Salas	Químico	Becario CONICET	

AÑO ACADÉMICO: 2022

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
9121	9122



**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Horas Totales		(105 h.)
Semanales		( 7 h.)
Teóricas		(45 h.)
Prácticas	Resolución de problemas	(30 h.)
	Laboratorio	(30 h.)
	Proyecto	(... h)
	Trabajo de campo	(... h)
Teórico-Prácticas		(... h)

**FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:**

La Química Analítica es la ciencia que abarca la separación, la identificación y la determinación de las cantidades relativas de los diferentes componentes de una muestra problema. De esta manera la Química Analítica es importante para el desarrollo de otras ciencias, como por ejemplo: el análisis de los gases de escape en los automóviles es importante para la Química Ambiental; el análisis de nitrógeno en alimentos es importante para la determinación de su valor nutritivo y el análisis de níquel, carbono, molibdeno y otros elementos traza es importante en la producción de acero. Así, mediante la introducción de conceptos tales como el equilibrio de las reacciones químicas, la formación y las propiedades de precipitados, las propiedades de óxido-reducción de los elementos y los compuestos y las propiedades ácido-base de las sustancias y su empleo analítico, se pretende dar a los alumnos de Ingeniería Química los elementos básicos necesarios para su empleo en la determinación de sustancias de interés en su campo.

**OBJETIVOS PROPUESTOS:**

Se pretende que el alumno:

- Comprenda 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.
- Utilice los conceptos anteriores en el manejo de técnicas volumétricas con detección del punto equivalente usando indicadores internos ó externos, ó métodos potenciométricos.
- Adquiera el criterio de la utilización de técnicas y resultados analíticos en operaciones de control de calidad y evaluación de procesos y productos.

**COMPETENCIAS:**

• **Competencias genéricas:**

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Comunicarse con efectividad.
9. Aprender en forma continua y autónoma.
10. Actuar con espíritu emprendedor.



- **Competencias específicas:**

1.1 Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.

1.2 Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.

## **EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:**

### **Tema 1. Introducción y tratamiento de datos (2 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. (4 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 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.

**Tema 7. Equilibrios de Complejación (2 semanas).**

Teórico-Práctico: Formación de complejos. Estabilidad de complejos. Constantes de estabilidad. Constantes de formación en etapas. Factores que influyen sobre los equilibrios (pH, efecto de complejo, hidrólisis del catión).

Laboratorio: Equilibrios en la titulación con EDTA. Titulación factible. Curvas de titulación. Ligandos Indicadores. Titulación de dureza de aguas.

**FORMAS METODOLÓGICAS:**

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

a.- Seminarios Teórico-Prácticos: Clases semanales de 3 horas.

b.- Trabajos Prácticos de Aula y Laboratorio: Clases semanales de 4 horas.

**PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:**

No se contemplan este tipo de actividades.

**CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:**

Semana	Fecha	Docentes	Temas	Tipo de actividad.
1	17/08 Mié.	J. Marioli	Química Analítica. Introducción. Plan general del procedimiento analítico cuantitativo.	Teórico-Práctico
1	18/08 Jue.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Serie de Problemas N° 1: Tratamiento de datos.	Clase de Problemas
2	24/08 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Serie de Problemas N° 2 y 3: Conceptos básicos y fundamentales.	Clase de Problemas
2	25/08 Jue.	J. Marioli	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	Teórico-Práctico



			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	
3	31/08 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Serie de Problemas N° 4: Equilibrio Acido-Bases.	Clase de Problemas
3	01/09 Jue.	J. Marioli	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 $\beta$ . 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. Titulaciones de mezclas básicas, $CO_3^{2-}$ ; $CO_3H^-$ y $HO^-$ con HCl, distintos casos.	Teórico-Práctico
4	07/09 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Acido - Base. Discusión de la serie de problemas N° 5.	Clase de Problemas
4	08/09 Jue.	J. Marioli	Equilibrio en sistemas redox. Procesos redox. Balance de ecuaciones. Celdas Galvánicas. Potencial de unión líquida. Potenciales de electrodo. Relación entre $\Delta G$ y $\Delta E$ de la celda. Criterios de espontaneidad. Repaso Ácido-Base.	Teórico-Práctico
5	14/09 Mié.	F. J. Arévalo 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 Jue.	J. Marioli	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	22/09 Jue.		<b>PRIMER PARCIAL</b>	
7	28/09 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Redox. Equilibrio en sistemas redox. Discusión de la serie de Problemas N° 6	Clase de Problemas
7	29/09 Jue.	J. Marioli	Curva de titulación de $Fe^{2+}$ con $Ce^{4+}$ . Curva de titulación Redox de $Fe^{2+}$ 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
8	05/10 Mié.		<b>RECUPERATORIO 1er PARCIAL</b>	
8	05/10 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Curvas de titulación. Detección del punto final. Indicadores redox. Discusión de la serie de Problemas N° 7	Clase de Problemas



Discusión del Trabajo Práctico N° 2				
8	06/10 Jue.	J. Marioli	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	12/10 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	<b>TP2.</b> Volumetría redox. Dicromatometría. Determinación de ácido acetilsalicílico.	<b>Trabajo Práctico de laboratorio</b>
9	13/10 Jue.	J. Marioli	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. Discusión del Trabajo Práctico N° 3	Teórico-Práctico
10	19/10 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Discusión de las series de Problemas N° 8 y 9.	Clase de Problemas
10	20/10 Jue.		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
11	24/10 Lun		<b>RECUPERATORIO 2do PARCIAL</b>	
11	26/10 Mié.	J. Marioli	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 $\alpha_4$ y K efectiva.	Teórico-Práctico
11	27/10 Jue.	J. Marioli	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
12	02/11 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	<b>TP 3:</b> Titulaciones por precipitación. Método de Mohr para la determinación de cloruros en agua. Método de Volhard para la determinación de cloruro en agua.	<b>Trabajo Práctico de laboratorio</b>
12	03/11 Jue.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	Solubilidad. Precipitación. Titulaciones de precipitación. Discusión de la serie de Problemas N° 10. Discusión del Trabajo Práctico N° 4	Clase de Problemas
13	9/11 Mié.	F. J. Arévalo M. E. Arbeloa	<b>TP 4:</b> Volumetría por iones o compuestos complejos. Determinación de la dureza en agua.	<b>Trabajo Práctico de laboratorio</b>
13	10/11 Jue.			
14	16/11 Jue.		<b>TERCER PARCIAL</b>	
14	Mie 16/11		<b>RECUPERACIÓN TERCER PARCIAL</b>	
15	Vie 19/11		<b>COLOQUIOS INTEGRADORES</b>	

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.

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:**

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
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,</u> <u>F.</u> - <u>Arribas</u> <u>Jimeno, S.</u> - <u>Hernández</u> <u>Méndez, J.</u>	Paraninfo - Madrid	2006	Uno 543.061 B 971 M 378e18
Introducción a la Química Analítica.	Skoog D. A. – West D. M.	Reverté - Barcelona	1969	Siete 543 S 628i



Química analítica cuantitativa - 5a ed.	Day, R. A. - Underwood, A. L.	Prentice Hall - México	1996	Tres 543.06 D 274e5 ej.9
Química analítica - 3a ed.	West, D. M. - Holler, F. J. - Skogg, D. A. - Crouch, S. R.	McGraw Hill - Buenos Aires	2001	Dos 543 S 628qe3 ej.6
Análisis químico cuantitativo - 4a ed.	Kolthoff, I. M.	Nigar - Buenos Aires	1976	Uno 543.062 A 532

**HORARIO DE CLASES:**

DÍA	HORARIO
Miércoles	8:30 a 12:30 h
Miércoles	14:00 a 18:00 h
Jueves	14:00 a 17:00 h.

**HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:**

DÍA	HORARIO	LUGAR
Lunes	9:00 a 10:00 h	Laboratorio 13, Pab. 3

**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.





**CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:**

**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**

- 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.

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
1er Parcial	Teórico/Práctico	Escrito	48 h	48 h
2do Parcial	Teórico/Práctico	Escrito	48 h	48 h
3er Parcial	Teórico Práctico	Escrito	48 h	48 h
EXAMENES FINALES				
CARACTERÍSTICAS			MODALIDAD	
Integrador			Oral	

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico