

Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE  
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

SALTA, 13 JUN. 2016

Nº 00195

Expediente Nº 14.326/06

VISTO la Nota Nº 0946/16 mediante la cual la Dra. Mónica Liliana PARENTIS, Responsable de Cátedra en las asignaturas "Fisicoquímica" y "Cinética Química" de la carrera de Ingeniería Química, solicita la aprobación de los nuevos programas analíticos para ambas materias, y

CONSIDERANDO:

Que la docente efectúa, en su presentación, una detallada fundamentación de las modificaciones que propone en los Programas vigentes, basada en aspectos pedagógicos, de relevancia de contenidos y de estructura curricular del Plan de Estudios.

Que la Escuela de Ingeniería Química, previo informe de la Comisión de Adscripciones y Reglamentos, aconseja la aprobación de los nuevos programas, por ajustarse a los contenidos mínimos del Plan de Estudios.

Que el Artículo 113 del Estatuto de la Universidad, al enumerar los deberes y atribuciones del Consejo Directivo, en su Inciso 8. incluye el de "aprobar los programas analíticos y la reglamentación sobre régimen de regularidad y promoción propuesta por los módulos académicos".

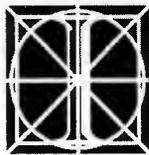
Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho Nº 125/2016,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su VII Sesión Ordinaria, celebrada el 8 de junio de 2016)

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar, con vigencia al Período Lectivo 2016, el Programa de la



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Expediente N° 14. 326/06

Asignatura "Fisicoquímica" de la carrera de Ingeniería Química que, como Anexo I, forma parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Aprobar, con vigencia al Período Lectivo 2016, el Programa de la Asignatura "Cinética Química" de la carrera de Ingeniería Química que, como Anexo II, forma parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 3º.- Hacer saber, comunicar a Secretaría Académica de la Facultad; a la Dra. Mónica Liliana PARENTIS, en su carácter de Responsable de Cátedra; a la Escuela de Ingeniería Química; a la Dirección de Alumnos, al Departamento Docencia y girar los obrados a la Dirección General Administrativa Académica para su toma de razón y demás efectos.

**RESOLUCIÓN FI N° 0 0 1 9 5 -CD-2016**

**DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa**

**ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa**

Nº 00195

Expte. Nº14.326/06

ANEXO I

Asignatura: **FISICOQUÍMICA**

Código: Q-14

Carrera: INGENIERIA QUIMICA

Escuela: INGENIERIA QUIMICA

Plan: 1999 Modificado (Res. C.S. Nº599/15)

Carga Horaria Semanal: 9 (nueve) horas

Modalidad de Dictado: Cuatrimestral (1º Cuatrimestre)

Año Académico: 2016

Responsable: **Dra. Mónica L. Parentis**

### **Correlativas:**

Física II y Termodinámica II.

### **Área de Conocimiento:**

Área Básica Específica.

### **Fundamentación:**

En esta asignatura se desarrollan los conceptos necesarios para el tratamiento de los siguientes temas:

- Estimación de propiedades de los fluidos puros y de las mezclas.
- Desarrollo del concepto de potencial químico. Su expresión en función de la fugacidad (solución ideal) y en términos de la actividad (mezcla real).
- Nociones básicas de equilibrio, en particular equilibrios de fase. Esto permitirá posteriormente realizar el estudio de los sistemas cuando se los aparta del equilibrio químico.
- Estudio de los cambios químicos, que incluyen la electroquímica y los fenómenos de superficie.

### **Objetivos:**

- Lograr la interpretación de las ecuaciones matemáticas en función de su contenido físico.
- Alcanzar el conocimiento de los conceptos básicos de la termodinámica que son de interés para procesos químicos industriales.
- Adquirir una base general de las principales leyes y modelos que rigen los cambios físicos y químicos de la materia.
- Manejar las ecuaciones que definen el equilibrio de los sistemas formados por uno o varios componentes.
- Valorar la experimentación, cuyas técnicas y métodos juegan un papel tan definitorio como las leyes y métodos matemáticos.

### **Programa Analítico**

#### **Tema I: Predicción de Propiedades de Fluidos Puros**

Conducta real de los gases. Ecuaciones de estado. Propiedades generalizadas de los fluidos puros. Principio de los Estados Correspondientes. Factor de compresibilidad crítico. Factor acéntrico. Discrepancias de entalpía, entropía y energía interna.

Fugacidad y coeficiente de fugacidad. Extrapolación de datos experimentales por medio de tablas generalizadas.

### **Tema II: Propiedades de las Disoluciones**

Introducción. Propiedades molares parciales. Métodos para su determinación: Propiedad molar aparente. Potencial químico de un componente. Efecto de la temperatura y la presión sobre el potencial químico y la fugacidad. Soluciones ideales y no ideales. Propiedades de exceso. Actividad y coeficiente de actividad. Estados de referencia. Interpretación gráfica de los distintos casos. Efecto de la temperatura y la presión sobre la actividad y coeficiente de actividad. Ecuación de Gibbs – Duhem. Mezclas gaseosas. Reglas de mezclado para las ecuaciones de estado. Factor de compresibilidad medio. Propiedades pseudocríticas. Propiedades coligativas. Ejemplos de aplicación.

### **Tema III: Equilibrio Entre Fases I**

Especificación del estado de equilibrio termodinámico de un sistema de varias fases. Regla de las fases. Estabilidad de las fases de una sustancia pura. Ecuación de Clapeyron. Ecuación de Clausius – Clapeyron. Equilibrio líquido – vapor. Líquidos completamente miscibles: soluciones binarias líquidas ideales. Regla de la palanca. Destilación simple y fraccionada. Soluciones binarias líquidas no ideales: Comportamiento ideal del vapor. Diferentes modelos para mezclas líquidas: Ecuaciones de Margules de una constante y de dos constantes (van Laar). Mezclas azeotrópicas. Líquidos parcialmente miscibles. Líquidos inmiscibles. Coeficiente de distribución: extracción. Equilibrio líquido – gas.

### **Tema IV: Equilibrio Entre Fases II**

Sistemas condensados sólido – líquido. Curvas de punto de congelación y solubilidad. Análisis térmico. Eutéctico. Punto de transición. Formación de compuesto con punto de fusión congruente. Compuesto con punto de fusión incongruente (peritéctico). Soluciones sólidas. Sistemas ternarios. Distintos casos de sistemas ternarios.

### **Tema V: Soluciones Electrolíticas**

Clasificación de conductores. Electrólisis. Solvatación e hidratación. Reacciones en el cátodo y en el ánodo. Ley de Faraday. Conductividad específica y equivalente. Ley de Kohlrausch. Movilidad iónica. Ley de dilución de Ostwald. Influencia de la temperatura y la presión sobre la conductividad. Número de transporte. Método de Hittorf. Balances netos, en equivalentes, para electrodos inatacables y atacables. Teoría de la atracción interiónica: Ecuación de Onsager. Actividad y coeficiente de actividad de electrolitos. Teoría de Debye – Hückell. Valoraciones conductimétricas. Aplicaciones: electrólisis de sales fundidas, electro-refinado de metales, recubrimientos metálicos.

### **Tema VI: Electrodo y Pilas Reversibles**

Definición y clasificación. Pilas químicas y pilas de concentración. Fuerza electromotriz de un electrodo o pila. Condición general para el equilibrio electroquímico. Pilas reversibles con respecto al catión: convenciones. Potenciales normales o tipo. El electrodo de hidrógeno: Escala de hidrógeno. Potenciales normales de oxidación. Electrodo reversible con respecto al anión. Electrodo reversible de oxidación – reducción. Pilas de concentración con y sin transporte. Pilas de amalgama. Potencial de contacto líquido. Medida del potencial hidrógeno (pH). Electrodo de vidrio. Valoraciones potenciométricas. Aplicaciones: baterías primarias, secundarias y celdas de combustible. Baterías de litio. Corrosión.



**Tema VII: Fenómenos Superficiales**

Energía y tensión superficial. Formulación termodinámica. Fenómenos capilares. Angulo de contacto. Ascenso y descenso capilar. Métodos para determinar tensión superficial de líquidos. Efecto del grado de subdivisión sobre la actividad de líquidos y sólidos. Adsorción en superficies de soluciones líquidas: Ecuación de adsorción de Gibbs. Películas superficiales. Adsorción en superficies sólidas. Adsorción física y química. Isotermas de adsorción de Freundlich, Langmuir y BET. Sistemas microheterogéneos. Dispersión. Estabilidad: adsorción de cargas eléctricas. Coloides. Clasificación de coloides. Ejemplos.

**Trabajos Prácticos de Laboratorio**

- 1) Determinación del calor de vaporización del N<sub>2</sub> líquido.
- 2) Calorimetría: Determinación del poder calorífico de diversas sustancias mediante bomba calorimétrica.
- 3) Destilación de mezclas binarias. Determinación de propiedades molares parciales.
- 4) Líquidos parcialmente miscibles. Determinación de la curva de miscibilidad parcial del sistema fenol-agua.
- 5) Sistemas Ternarios: Determinación de la curva binodal y las líneas de conexión para un sistema ternario, con un par de líquidos parcialmente miscibles.
- 6) Conductimetría: Constante de la celda y verificación de la ecuación de Onsager. Ley de Dilución de Ostwald. Valoraciones Conductimétricas.
- 7) Contralor de un amperímetro: Verificación de la Ley de Faraday y Control de la Escala de un Amperímetro.
- 8) Determinación del coeficiente de actividad iónico medio de electrolitos. Ecuaciones de Debye – Hückel.
- 9) Potenciometría: Titulaciones Potenciométricas.
- 10) Medida de la tensión superficial mediante el método de Du Nouy: Determinación de la concentración micelar crítica (CMC) de soluciones de agua-CTAB (Bromuro de cetil trimetil amonio).

**Bibliografía**

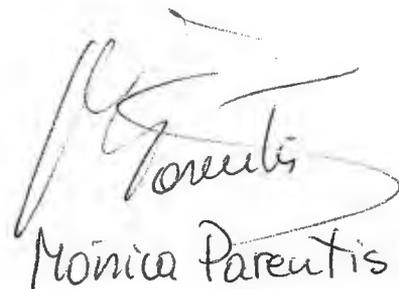
- 1) Sandler, S.I.; *"Chemical and Engineering Thermodynamic"*. John Wiley and Sons Inc., New York (1977).
- 2) Rotstein, E. Y Fornari, R.; *"Termodinámica de Procesos Industriales"*. Editorial Edigem S.A., Buenos Aires (1984).
- 3) Reid, R., Prausnitz, J.M. y Poling, B.; *"The Properties of Gases and Liquids"*. 4º Ed, Mc Graw – Hill, New York (1987).
- 4) Hougen, O., Watson, K. y Ragatz, R.; *"Principio de los Procesos Químicos"*. Tomos I y II. Ed. Reverte S.A., Buenos Aires (1964).
- 5) Balzhiser, R., Samuels, M. y Eliassen, J.; *"Termodinámica Química para Ingenieros"*. Prentice Hall Inc., New Jersey (1974).
- 6) Prausnitz, J.M.; *"Molecular Thermodynamics of Fluid Phase Equilibria"*, Prentice Hall Inc., New Jersey (1969).
- 7) Smith, J.M. y van Ness, H.C.; *"Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química"*, Mc Graw – Hil, México (1980).
- 8) Assael, M.J., Martin Trusler, J.P. y Tsolakis, T.F.; *"Thermophysical Properties of Fluids"*, Imperial College Press, London (1996).
- 9) Glasstone, S.; *"Tratado de Química Física"*. Editorial Aguilar (1961).

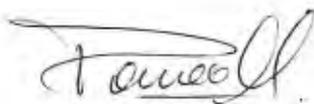
- 10) Castellan, G.; "Fisicoquímica". Addison Wesley Iberoamericana, E.U.A. (1987).
- 11) Atkins P., de Paula J.; "Química Física", 8ª Edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, (2008).
- 12) Lewis y Randall; "Thermodynamics". Editorial Mc Graw – Hill (1961).
- 13) Vergara, E.; "Química General–Elementos de Fisicoquímica". Universidad Nacional de Tucumán (1972).
- 14) Alberty, R. y Daniels, F.; "Fisicoquímica – Versión SI". Editorial CECSA, México (1984).
- 15) Capparelli A. L., "Fisicoquímica básica", 1º Ed., EDULP (Editorial de Universidad Nacional de La Plata), La Plata, (2013).
- 16) Guerasimov, Y.; "Curso de Química Física". Editorial MIR (1971).
- 17) Shaw, D.J.; "Introducción a la Química de Superficies y Coloides". Editorial Alhambra, Madrid (1977).
- 18) Adamson, A.; "Physical Chemistry of Surfaces". Editorial Intercience Publisher, New York (1967).
- 19) Boudart, M.; "Kinetics of Chemical Processes". Editorial Prentice Hall, New York (1968).
- 20) Levine I.N., "Fisicoquímica", Vol. 1, 5ª edición, Mc Graw Hill, Madrid, (2014).

### Bibliografía para Trabajos Prácticos de Laboratorio

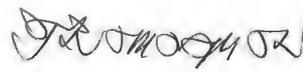
- 1) Urquiza M.; "Experimentos de Físico-Química". Limusa, México, (1974).
- 2) Shoemaker D.P., Garland C. W., Nibber J.C.; "Experiments in Physical Chemistry". 6º Ed., WCB/Mc Graw Hill, New York, (1996).
- 3) Losa, C. G., "Prácticas de Química – Física". ACRIBIA, España (1965).
- 4) Halpern A.M.; "Experimental Physical Chemistry. A Laboratory Text Book". 2º Ed., Prentice may, Upper Saddle River, New Jersey, U.S. (1997).
- 5) Lawrence Ch, Rodger A., Compton R.; "Fundamentos de Química Física". 1º Edición, Eudeba, Universidad de Buenos Aires, (2000).
- 6) Chang, R., Fisicoquímica, 2ª Edición, McGraw Hill, México, 2007.
- 7) Francisco Torres G. M., Juárez Juárez M., Miranda Reyes P., Morín Sánchez L. M., Nava Álvarez R., Padilla Martínez I. I., "Manual para Laboratorio de Fisicoquímica", Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México, (2009).



  
Monica Parentis



DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa



ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa

**Asignatura: CINÉTICA QUÍMICA****Código: Q-16**

Carrera: INGENIERIA QUIMICA

Escuela: INGENIERIA QUIMICA

Plan de Estudios: 1999 Modificado (Res. C.S.N°599/15)

Carga Horaria Semanal: 7 (siete) horas

Modalidad de Dictado: Cuatrimestral (2° Cuatrimestre)

Año Académico: 2016

Responsable: **Dra. Mónica L. Parentis****Correlativas:**

Fisicoquímica y Fenómenos de Transporte.

**Área de Conocimiento:**

Área Básica Específica.

**Fundamentación:**

La implementación de esta asignatura en el Plan de Estudios de la carrera se debe a la necesidad de realizar un estudio riguroso de las transformaciones químicas, analizando, por un lado, la influencia de las variables de estado sobre la velocidad a la que estas transformaciones ocurren, y por otra parte, el efecto de los procesos físicos, vinculados con la transferencia de masa y energía, que transcurren simultáneamente con la reacción química.

Así, se profundizan los conceptos básicos que nos permitirán introducirnos en el diseño de reactores, que constituye la actividad primordial del Ingeniero Químico. Estos conceptos serán ahondados posteriormente en el Área Profesional Específica.

**Objetivos:****Generales:**

- Lograr que el alumno desarrolle competencias tales como la capacidad de razonamiento y la adquisición de criterios propios.
- Guiarlos para que puedan establecer una subsecuente conexión de la información recibida.
- Enseñar a interpretar los fenómenos y razonar los problemas.

**Específicos:**

- Lograr la asimilación de los conceptos de velocidad de producción, velocidad de reacción y expresión cinética.
- Analizar el efecto de los fenómenos de transporte y transferencia sobre la velocidad de la reacción química en sistemas heterogéneos. Realizar la interpretación de los fenómenos a través de modelos descriptivos.
- Comprender las bases cinéticas para el diseño de los distintos tipos de reactores.
- Aplicar los balances de materia a fin de obtener las ecuaciones básicas de diseño de reactores en fase homogénea y heterogénea.

## Programa Analítico

### Tema 1: Equilibrio Químico en Sistemas Complejos

La constante de equilibrio. Estados de referencia. Influencia de las variables de estado. Efectos de la presión, temperatura y la composición inicial sobre la conversión de equilibrio. Cálculo de constantes y composición de equilibrio en sistemas homogéneos y heterogéneos. Métodos gráficos y numéricos.

### Tema 2: Cinética y Mecanismos de las Reacciones Químicas (I)

La velocidad de la reacción química. Reacciones elementales. Orden y molecularidad. La constante cinética y su dependencia con la temperatura. Ecuación de Arrhenius. Modelos para la interpretación de datos cinéticos. Métodos: diferencial e integral. Tiempo de vida media. La velocidad de reacción y su dependencia con la temperatura, la composición del sistema y el avance de la reacción. Reacciones autocatalíticas. Reacciones complejas: Mecanismo de reacción. Números estequiométricos. Obtención de expresiones cinéticas: Hipótesis del estado estacionario para los intermediarios. Método de Christiansen. Hipótesis simplificantes: Etapa controlante. Consistencia Termodinámica de las Expresiones Cinéticas.

### Tema 3: Cinética y Mecanismos de las Reacciones Químicas (II)

Reacciones en cadena con uno o varios portadores. Longitud de cadena. Reacciones en cadena con transferencia de portadores. Reacciones en cadena ramificada. Explosiones: térmica y por ramificación de cadena. Sistemas de reacciones. Reacciones catalíticas. Propiedades de los catalizadores: actividad, selectividad y estabilidad. Sistema de reacciones en paralelo y en serie.

### Tema 4: Sistemas de Flujo con Reacción Química

Planteo general del problema. Flujos de materia y calor a través de interfases. Estudio de la interacción de los fenómenos de transporte, transferencia y transformación en sistemas heterogéneos. Distintos casos: absorción gas-líquido, reacción fluido-sólido reactivo, interacción fluido-sólido poroso (catalítico o reactivo): el Modelo del Símil Homogéneo para el sólido poroso, reacción fluido-sólido reactivo rodeado de una capa de cenizas. Propiedades efectivas.

### Tema 5: Sistema Heterogéneo Sólido - Fluido

Estudio del sistema Sólido Catalítico - Fluido: Adsorción en superficies sólidas. Propiedades físicas de los catalizadores. Etapas presentes en una reacción catalítica heterogénea. Factor de Efectividad. Su determinación, cálculo y medida. Casos asintóticos. Factor de Efectividad Global. Efectos térmicos. Sólido Reactivo - Fluido: Distintos Casos. Reacciones que generan productos sólidos: Modelo del Frente Móvil. Reacciones que generan productos fluidos: distintos casos.

### Tema 6: Sistema Heterogéneo Fluido - Fluido

Absorción y reacción química. Aplicación del Modelo de la Película. El factor de reacción. El caso de reacción de primer orden. Diagramas adimensionales. Casos asintóticos. Eficiencia de contacto. Reacciones infinitamente rápidas.

### Tema 7: Introducción al Diseño de Reactores

Definición y clasificación de los reactores químicos. Reactores ideales isotérmicos para reacciones homogéneas. Balance de materia para reactores Tanque Agitado Discontinuo

(TAD), Tanque Agitado Continuo (TAC) y Reactor Tubular (Flujo Pistón) (RT-FP), Sistemas heterogéneos. Reactor catalítico de lecho fijo. Reactor para reacciones sólido-fluido (no catalíticas): Diseño para sistemas con flujo en pistón de sólidos, composición uniforme del gas y partículas de un único tamaño. Reactores para reacciones fluido-fluido: diseño de columnas rellenas y recipientes agitados.

Reactores experimentales de laboratorio: reactores diferenciales e integrales. Criterios para eliminar limitaciones de transporte.

### Trabajos Prácticos de Laboratorio

1. Determinación de la constante cinética de velocidad de reacción de primer orden por medidas conductimétricas. Reacción de hidratación del anhídrido acético.
2. Determinación de parámetros cinéticos para la hidrólisis alcalina de acetato de etilo.
3. Determinación de la expresión cinética de la velocidad de adsorción de compuestos orgánicos (azul de metileno) sobre carbón activado. Análisis del efecto del tamaño de partículas de carbón. Determinación del coeficiente de transferencia de materia.
4. Visita a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y de los distintos Institutos de Investigación para la observación de diversos tipos de reactores.

### Bibliografía

1. Hougen O., Watson, K. y Ragatz, R.; "*Principio de los Procesos Químicos*". Tomos I y II. Editorial Reverté S.A., Buenos Aires (1964).
2. Smith J.M. y van Ness, H.C.; "*Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química*". Mc Graw-Hill, México (1980).
3. Balzhiser, R., Samuels, M. y Eliassen, J.; "*Termodinámica Química para Ingenieros*", Ed. Prentice-Hall int. (1972).
4. M.J. Moran y H.N. Shapiro; "*Fundamentos de Termodinámica Técnica*", 4ª Edición, Editorial Reverté S.A., Barcelona (2004).
5. Moore, J., Pearson, R., "*Kinetics and Mechanism*", 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley, New York, (1981).
6. Boudart, M.; "*Kinetics of Chemical Processes*", Prentice-Hall, USA (1968).
7. Boudart, M. y G. Djega-Mariadasson; "*Kinetics of Heterogeneous Catalytic Reactions*", Princeton University Press, Princeton (1984).
8. Logan, S.R., "*Fundamentos de Cinética Química*". Addison Wesley, Madrid, (2000).
9. Espenson, J.H.; "*Chemical Kinetics and Reaction Mechanisms*". McGraw-Hill, New York (1981).
10. Atkins P., de Paula J.; "*Química Física*", 8ª Edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, (2008).
11. Ch. J. Geankoplis; "*Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación*". 4ª ed., Grupo Editorial Patria, México, (2006).
12. Aris, R.; "*Análisis de Reactores*". Editorial Alhambra, Madrid, (1973).
13. Aris, R., "*Elementary Chemical Reactor Analysis*". Prentice Hall, New York, (1969).
14. Froment, G., Bischoff, K.; "*Chemical Reactor Analysis and Design*". Jhon Wiley & Sons, New York, (1990).

15. Carberry, J.J., "Ingeniería de las Reacciones Químicas y Catalíticas". Editorial Geminis, Buenos Aires, (1980).
  21. Satterfield N.; "Mass Transfer in Heterogeneous Catalysis", MA: MIT Press, Cambridge, (1970).
  22. Gonzo E.E.; "Conceptos básicos sobre los fenómenos de transporte y transformación en catálisis heterogénea", 1º Ed. Editorial EUNSa, Salta (2010).
  23. Gonzo, E.E.; "CINETICA QUIMICA", Apuntes. Facultad de Ingeniería, UNSa (2001).
  23. Quiroga, O.D.; Avanza, J.; Fusco, A.; "Modelado Cinético de las Transformaciones Fluido - Sólido Reactivo". EUDENE (1996).
  24. Szekely J., Evans J. y Sohn Y.H.; "Gas - Solid Reactions", Academic Press, New York, (1976).
  25. Danckwerts P.V., "Gas-Liquid Reactions". Ed. Prentice-Hall, New York (1965).
  26. Farina, I.; Ferretti, O.; Barreto, "Introducción al Diseño de los Reactores Químicos". EUDEBA, Buenos Aires (1986).
  27. Levenspiel, O.; "El Minilibro de los Reactores Químicos". Editorial Reverte, Barcelona, (1987).
  28. Levenspiel O., "Ingeniería de las reacciones Químicas", 3º Ed., LIMUSA WILEY, México (2004).
  29. Levenspiel O., "El Omnilibro de los Reactores Químicos", 1º Re-impresión, Reverté S.A., (2002).
  30. Fogler H.S.; "Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas", 3º Ed. Pearson Educación, (2001).
  31. Lee H. H., "Heterogeneous Reactor Design", Butterworth Publishers, Estados Unidos, (1985).
  32. Smith J.M., "Ingeniería de la Cinética Química", 6º Impresión, Compañía Editorial Continental, México (1991).
  33. Iborra M., Tejero J., Cunill F., "Reactores Multifásicos. Apuntes", Universidad de Barcelona (2013).
  34. Conesa Ferrer J.A., "Diseño de Reactores Heterogéneos", Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante (2010).
- URI: <http://hdl.handle.net/10045/15296>.

Mónica Parentis

DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa