



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

Posgrado

"2014 - Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown,  
en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo"

ES COPIA  
OSCAR GUILLELMO GARRA  
Director de Posgrado  
2014

SAN LUIS, 31 OCT 2014

**VISTO:**

El Expediente EXP-USL: 10394/2014 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: **TERMODINÁMICA AVANZADA**; y

**CONSIDERANDO:**

Que el mencionado Curso se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias los días 31 de octubre 1º, 14, 15, 28 y 29 de noviembre de 2014, con un crédito horario de 60 horas presenciales y bajo la coordinación de la Mag. Nora Raquel **ANDRADA** y Mag. Myriam **GRZONA**.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 14 de octubre de 2014, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 23/09.

Que corresponde su protocolización.

Por ello y en uso de sus atribuciones

**EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º.-** Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: **TERMODINÁMICA AVANZADA**, en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias los días 31 de octubre, 1º, 14, 15, 28 y 29 de noviembre de 2014, con un crédito horario de 60 horas presenciales.

**ARTÍCULO 2º.-** Protocolizar el cuerpo docente constituido por: Responsable: Dr. Adolfo Eduardo **CASTRO LUNA** (DNI N° 7.940.396), Colaboradora: Dra. María Elena **IRIARTE** (DNI N° 18.206.296), ambos de esta Casa de Estudios.

Cpde RESOLUCIÓN R N°

**1814**

Dr. Felix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaria de Posgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2014 - Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown,  
en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo"

EL COMA  
OSCAR VALDIVIA  
DIN...

**ARTÍCULO 3º.-** Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al **ANEXO** de la presente disposición.-

**ARTÍCULO 4º.-** Comuníquese, insértese en el Libro de Resoluciones, publíquese en el Digesto Electrónico de la UNSL y archívese.-

**RESOLUCIÓN R N° 1814**  
may

Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaria de Posgrado  
U.N.S.L.

Dr. Felix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2014 - Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown,  
en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo"

ECOCODIA

## ANEXO

**DENOMINACIÓN DEL CURSO: TERMODINÁMICA AVANZADA**

**UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE:** Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.

**CATEGORIZACIÓN:** Perfeccionamiento

**RESPONSABLE:** Dr. Adolfo Eduardo CASTRO LUNA

**COLABORADORA:** Dra. María Elena IRIARTE

**COORDINADORAS:** Mag. Nora Raquel ANDRADA y Mag. Myriam GRZONA.

**CRÉDITO HORARIO:** 60 horas

**MODALIDAD DE DICTADO:** Presencial

**FECHA DE DICTADO DEL CURSO:** 31 de octubre 1º, 14, 15, 28 y 29 de noviembre de 2014

**FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS APROBADOS:** 30 de noviembre de 2014

**DESTINATARIOS:** Egresados con título de grado universitario en Lic. en Bioquímica, Farmacia, Lic. en Química, Ingeniero Agrónomo, Médico Veterinario, Ingeniero en Alimentos, Ingeniero Químico, Lic. en Biotecnología, Lic. en Biología Molecular, Lic. en Ciencias Biológicas, Lic. en Nutrición, Ingeniero Agroindustrial, Lic. en Bromatología y en disciplinas afines a la temática del curso.

**LUGAR DE DICTADO:** Aula de Posgrado FICA – UNSL – Sede Villa Mercedes.

**CUPO:** 20 personas.

**FUNDAMENTACIÓN:** La ciencia de la termodinámica nace en el siglo XIX para describir el funcionamiento y las limitaciones de las máquinas de vapor. Sin embargo los principios observados se generalizaron en postulados conocidos como la primera y segunda leyes de la termodinámica. La ausencia de experiencia contraria a lo establecido por ellas las fundamenta, ya que ambas leyes no tienen demostración matemática. Un proceso de deducción matemática produce, desde estas leyes, un conjunto de ecuaciones con aplicación en todas las ramas de la ciencia y la ingeniería. Particularmente, la Ingeniería Química se ve confrontada al cálculo de los requerimientos de calor y trabajo de procesos físicos y químicos, así como la determinación de las condiciones de equilibrio para reacciones químicas y para la transferencia de especies entre fases.

### OBJETIVOS:

El objetivo del curso es proveer un tratamiento actualizado de la termodinámica desde la perspectiva de la ingeniería química y con los estándares de rigor que requiere el

Cpde RESOLUCIÓN R N° 1814

  
Dr. Felix D Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

  
Dra. Alicia Marzola Pithisla  
Secretaría de Posgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2014 - Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown,  
en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo"

USCAB  
CIRCULO  
UNL

análisis termodinámico integral. Las aplicaciones a la ingeniería química se refieren particularmente al cálculo de los requerimientos de calor y trabajo para los procesos físicos y químicos, así como la determinación de las condiciones de equilibrio para las reacciones químicas y para la transferencia de especies químicas entre fases.

### CONTENIDOS MÍNIMOS:

Primera ley de la termodinámica. Entalpías de formación, combustión, reacción, cambio de fase y disolución. Segunda ley de la termodinámica. Procesos espontáneos y no espontáneos. Funciones de energía libre. Equilibrio químico. Efecto de la temperatura y presión sobre el equilibrio químico. Termodinámica de sistemas reales. Potencial químico. Actividad y coeficiente de actividad. Constantes de equilibrio termodinámicas. Soluciones de electrolitos. Equilibrio de fases. Las leyes de la termodinámica aplicadas a los seres vivos. Cinética química. Reacciones elementales. Orden y molecularidad. Catálisis. Teorías de la velocidad de reacción. Reacciones controladas por difusión.

### PROGRAMA:

UNIDAD TEMÁTICA N° 1: Conceptos Básicos y Definiciones: El sistema y su ambiente. Propiedades primitivas. Clasificación de fronteras. La pared adiabática. Sistemas simples y compuestos. Estados termodinámicos y funciones de estado. Estados de equilibrio estables. Procesos termodinámicos. Propiedades derivadas. Energía: Conceptos y consecuencias. Reversibilidad: conceptos y consecuencias. 1ra. y 2da. Ley de la termodinámica. Entalpía, capacidad calorífica, entropía. Efectos térmicos. Problemas de aplicación.

  
Dr. Félix D. Nieto Quintas  
Rector  
U.N.S.L.

UNIDAD TEMÁTICA N° 2: Propiedades volumétricas de fluidos puros. Ecuaciones de estado: ecuación virial; ecuaciones cúbicas. Principio de estados correspondientes. Correlaciones generalizadas para gases y líquidos Redlich-Kwong, Pitzer, Lee-Kessler. Aplicaciones.

UNIDAD TEMÁTICA N° 3: Propiedades termodinámica de fluidos puros. Ecuaciones de Maxwell, Propiedades residuales. Cálculo mediante datos experimentales, ecuaciones de estado y desde métodos generalizados.

UNIDAD TEMÁTICA N° 4: Equilibrio vapor-líquido (EVL). Descripción general. Modelos simples. Ecuación de Raoult modificada. EVL desde correlaciones del valor K.

UNIDAD TEMÁTICA N° 5: Termodinámica de soluciones. Relación de propiedades fundamentales. Potencial químico y equilibrio entre fases. Propiedades parciales Fugacidad y coeficiente de fugacidad para especies puras y en solución. Correlaciones generalizadas para el coeficiente de fugacidad. Solución ideal. Propiedades de exceso. Propiedades de la fase líquida desde datos EVL. Modelos para la energía de Gibbs de exceso. Modelos de composición local: Wilson, NRTL, UNIQUAC. Modelos a contribución grupal. UNIFAC. Cambios de propiedades de mezcla. Efectos térmicos de procesos de mezclado. Aplicaciones.

UNIDAD TEMÁTICA N° 6: Equilibrio entre fases: Formulación  $\gamma$ - $\phi$  del EVL. Cálculos de puntos de rocío, de burbuja y flash. Equilibrio y estabilidad. Equilibrio líquido-

Cpde RESOLUCIÓN R N°

1814

  
Dra. Alicia Marcela Pirinista  
Secretaria de Posgrado  
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis  
Rectorado

"2014 - Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown,  
en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo"

ES 1014  
USCAP  
Dpto. de Química

líquido (ELL). Equilibrio vapor-líquido-líquido (EVLL). Equilibrio sólido-líquido (ESL). equilibrio sólido-vapor (ESV). Equilibrio de adsorción de gases en sólidos.

UNIDAD TEMÁTICA N° 7: Equilibrio químico. Coordenadas de reacción. Criterios de equilibrio en reacciones químicas. Relación entre cambio de energía de Gibbs estándar y constante de equilibrio. Efecto de la temperatura y evaluación de la constante de equilibrio. Conversión de equilibrio para reacciones químicas únicas y múltiples. Aplicaciones.

**DESARROLLO DE TRABAJOS PRÁCTICOS:**

Resolución de problemas de aplicación referidos a las unidades temáticas 1 a 7. Asistencia mínima de 80 % a las clases teórico-prácticas. Aprobar los criterios se describen a continuación. La evaluación consistirá en tres exámenes parciales por escrito, uno por cada tema desarrollado durante el curso, además de la simulación de 'home-works' sobre temas específicos. La aprobación del curso requerirá un promedio no inferior a 7 (siete) una escala cuantitativa de 0 a 10 puntos contabilizando el conjunto de calificaciones de todas las inasistencias de evaluación y a mencionadas.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- "Introductory Chemical Engineering Thermodynamics" R. Elliott y C.T. Lira. Prentice Hall PTR. New Jersey (1999)
- J.M. Smith, H. Van Ness, M. M. Abbot. "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", 3ra., 4ta., 5ta., 6ta. y 7ma. Ed., McGraw Hill, 1975, 1987, 1989, 2003, 2007.
- W. Edmister, "Applied Hydrocarbons Thermodynamics", Gulf Professional Publishing, 1994.
- S. I. Sandler "Chemical and Engineering Thermodynamics", 2<sup>nd</sup>. Ed., John Wiley & Sons, 1989.
- "Molecular Thermodynamics of Fluid Phase Equilibria". J. Prausnitz, R. Lichtenthaler & E. Gomez de Azevedo. Prentice Hall. 2nd. ed., 1986.
- "Computer Calculations for Multicomponent Vapor-Liquid and Liquid-Liquid Equilibria". J.M. Prausnitz, T.F. Anderson & E.A. Greens. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1980.
- "Classical Thermodynamics of Non-Electrolyte Solutions", H. Van Ness & N. Abbot, McGraw Hill, 1982.
- Publicaciones en revistas científicas: Fluid Phase Equilibria; Ind. Eng. Chem. Research; Chem.Eng.Data; J. of Supercritical Fluids; etc.

**ARANCEL:** \$1560 (pesos mil quinientos sesenta).

- Docentes y Becarios de la UNSL: \$1200 (pesos mil doscientos).

**COSTOS Y FUENTE DE FINANCIAMIENTO:** Los costos de viajes de campo, trabajo de laboratorio y las becas serán cubiertos con subsidios de investigación del GEA.

Cpde RESOLUCIÓN R N°  
may

1814

Dra. Alicia Marcela Printista  
Secretaría de Posgrado  
U.N.S.L.

Dr. Felix D. Nieto Quintan  
Rector  
U.N.S.L.