



**Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
Departamento: Ingeniería de Procesos  
Area: Procesos Químicos**

**(Programa del año 2020)**

**I - Oferta Académica**

<b>Materia</b>	<b>Carrera</b>	<b>Plan</b>	<b>Año</b>	<b>Período</b>
Termodinámica	INGENIERÍA QUÍMICA	024/1	2-19/ 2020	2º cuatrimestre 15

**II - Equipo Docente**

<b>Docente</b>	<b>Función</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>
IRIARTE, MARIA ELENA	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
SABER, MARIANA INES	Responsable de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs
SOSA, FLORENCIA BELEN	Auxiliar de Laboratorio	A.2da Simp	10 Hs

**III - Características del Curso**

<b>Credito Horario Semanal</b>				
<b>Teórico/Práctico</b>	<b>Teóricas</b>	<b>Prácticas de Aula</b>	<b>Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.</b>	<b>Total</b>
9 Hs	3 Hs	5 Hs	1 Hs	9 Hs

<b>Tipificación</b>	<b>Periodo</b>
B - Teoría con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

<b>Duración</b>			
<b>Desde</b>	<b>Hasta</b>	<b>Cantidad de Semanas</b>	<b>Cantidad de Horas</b>
22/09/2020	18/12/2020	15	135

**IV - 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. Esta ciencia, se fundamenta en la ausencia de experiencia contraria a lo establecido por ellas, 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 muy relacionada 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.

Esta asignatura trata ante todo de lograr que el estudiante de Ingeniería Química pueda, en poco tiempo, alcanzar un buen conocimiento de los principios y aplicación de los fundamentos termodinámicos.

Esta, está dirigida a estudiantes de ingeniería química que con anterioridad han estudiado, conceptos de química general, física, geometría analítica y cálculo diferencial.

**V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje**

Se proponen como objetivos, que el alumno:

1. Comprenda y aplique adecuadamente;

- Las leyes de la Termodinámica.
  - Las funciones de estado y de la trayectoria.
  - Las relaciones presión, volumen y temperatura para fluidos puros y mezclas homogéneas.
  - Los conceptos fundamentales del equilibrio físico y químico.
2. Logre entender la utilidad de la Termodinámica dentro de la Ingeniería Química.
  3. Desarrolle una actitud crítica frente a los problemas planteados y aprenda a aplicar el método científico.
  4. Adquiera habilidad en el empleo del lenguaje técnico utilizado en la materia.
  5. Adquiera destreza en el manejo de manuales, tablas, gráficos y demás elementos aplicados.
  6. Interprete y utilice correctamente gráficos, tablas, diagramas, etc., de uso corriente en la asignatura.
  7. Logre realizar tareas en equipo con sus compañeros en el desarrollo de todas las actividades de la cátedra.

## VI - Contenidos

### TEMA 1: Termodinámica.

Conceptos fundamentales y definición de términos. Trabajo mecánico de expansión y compresión. Trabajo máximo y mínimo. Transformaciones reversibles e irreversibles. Energía y la primera ley de la termodinámica. Propiedades de la energía interna. Cambios de energía en relación con cambios en las propiedades del sistema. Capacidad calorífica. Experimento de Joule. Cambios de estado a volumen y presión constante. La función entalpía. Experiencia de Joule-Thompson.

### TEMA 2: Procesos de flujo en estado estacionario.

Equilibrio. Regla de las fases. El gas ideal. Proceso isotérmico, isométrico, isobárico, adiabático y politrópico. Relación de capacidades caloríficas,  $C_p$  y  $C_v$ .

### TEMA 3: Relaciones P-V-T para fluidos puros.

Diagramas P-T y P-V. Ecuaciones de estado para gases. Ecuación generalizada de gases y líquidos. El principio de los estados correspondientes. Factor de compresibilidad: datos experimentales. Diagrama del factor de compresibilidad generalizado. Correlaciones generalizadas para gases. Correlación de Pitzer. Factor acéntrico. Tablas de Lee-Kesler. Correlaciones generalizadas para líquidos.

### TEMA 4: Efectos térmicos.

Capacidad calorífica de gases como función de la temperatura. Calor específico de líquidos y sólidos. Efectos térmicos que acompañan los cambios de fase. Ecuaciones de estimación. Calor estándar de reacción. Calores de formación y combustión. Efecto de la temperatura sobre el calor de reacción. Efectos térmicos de reacciones industriales.

### TEMA 5: Segunda ley de la termodinámica.

Introducción a la segunda ley de la termodinámica. El ciclo de Carnot. Eficiencia de las máquinas térmicas. Escala de temperatura termodinámica. Definición de entropía. Cambios de entropía de un gas ideal. Planteamiento matemático de la segunda ley de la termodinámica. Balance de entropía para sistemas abiertos. Cálculo de trabajo ideal. Cambio de entropía en transformaciones isotérmicas. Cambio de entropía para el gas ideal. Tercera ley de la termodinámica.

### TEMA 6: Propiedades termodinámica de los fluidos.

Relaciones entre propiedades termodinámica. Propiedades Residuales. Termodinámica de sistemas de una fase. Sistemas de dos fases. Diagramas y tablas termodinámicas. Correlaciones generalizadas.

### TEMA 7.- Introducción al equilibrio entre fases.

Sistemas de composición variable. Comportamiento ideal. El potencial químico como criterio de equilibrio de fases. Mezclas de gases ideales. Solución ideal. Ley de Raoult. Comportamiento no ideal.

### TEMA 8: Equilibrio de las reacciones químicas.

Naturaleza del equilibrio. Criterios de equilibrio. La coordenada de reacción. El cambio de energía equilibrio libre y la constante de equilibrio. Efecto de la temperatura sobre la constante de equilibrio. Cálculo de la constante de equilibrio. Relación K-composición. Grado de avance en el equilibrio para una y múltiples reacciones.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

El programa de trabajos prácticos se desarrollará en dos partes:

a. Resolución de problemas correspondientes a los temas del programa analítico.

b. Trabajos Prácticos de Laboratorio:

En el mismo se desarrollarán los siguientes temas:

b.0 - Seguridad en el laboratorio.

b.1- Calorimetría. Determinación del calor de reacción.

b.2 -Determinación de calores de combustión.

Las clases de teoría, prácticos y prácticos de laboratorio se realizarán en modalidad virtual.

## VIII - Regimen de Aprobación

### METODOLOGÍA DE DICTADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA

La modalidad de dictado consiste en el dictado de clases teóricas, prácticas y de laboratorio se realizarán en forma virtual.

#### PRÁCTICOS DE AULA:

Los trabajos prácticos de problemas se aprobarán mediante la resolución de los problemas programados para cada clase, si el alumno no resuelve los problemas programados, se considerará al alumno ausente, todas las clases prácticas se realizarán en modalidad virtual.

Para poder aspirar a la regularidad el alumno deberá contar con el 80 % de asistencia a clases teórico- prácticas de aula.

#### REGIMEN DE REGULARIDAD:

Para regularizar la asignatura es necesario que los alumnos aprueben dos evaluaciones parciales, de carácter práctico, o sus correspondientes recuperaciones, con un mínimo de 7 (siete) puntos, los parciales tendrán dos instancias de recuperación según lo establece la Ord. C.S. 32/14.

Los alumnos para poder rendir los correspondientes recuperatorios, tendrán como requisito obligatorio haber asistido a las instancias previas de evolución correspondientes de los mismos.

Fechas tentativa de evaluacion parcial 5 de Noviembre.

#### RÉGIMEN DE EXAMEN PARA ALUMNOS REGULARES

Se requiere la aprobación de un examen oral individual sobre la totalidad de los contenidos del curso.

#### RÉGIMEN DE ALUMNOS LIBRES

La asignatura no contempla el examen libre.

## IX - Bibliografía Básica

- [1] - Smith J.M., Van Ness H.C. "Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química", 4ta, 5ta, 6ta y 7ma Ed., Mc Graw Hill Books, 1991, 2003-2012.
- [2] - Castellan, G., "Fisicoquímica", 2da. Ed., Addison West Iberoamericana.
- [3] - Ira Levine. FISICOQUIMICA. Ira Levine. 4º Ed. Volumen I y I. 2004. Ed. Mc Graw Hill. (Disponible en la Asignatura)
- [4] - Atkins y De Paula. "QUIMICA FISICA". 8ta Edición. 2008. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. (Disponible en la Asignatura).
- [5] - Hougen C.A., Watson J.M., Ragatz P.A., "Principios de los procesos Químicas, Parte 1, Termodinámica", Ed. Reverté, 1947.
- [6] - Paul Tipler, Gene Mosca. Física para la Ciencia y la Tecnología. Volumen 1C, Ed. Reverté. 2010. (Disponible en la Asignatura).
- [7] - Edmister W., "Applied Hydrocarbons Thermodynamics", Gulf Professional Publishing, 1994

## X - Bibliografia Complementaria

- [1] - Edmister W., "Applied Hydrocarbons Thermodynamics", Gulf Professional Publishing, 1994.
- [2] - CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Bioquímica. Microbiología. Procesos. Productos. Jeantet y Croquennec. 2006
- [3] - Showmaker-Garland, 'Experimentos en Física y Química', Unión Tipográfica, Ed. Hispano Americana
- [4] - J.Richard Elliott/Carl T.Lira, "Introductory Chemical Engineering Thermodynamics". Prentice Hall PTR, 1999

## **XI - Resumen de Objetivos**

Lograr que el alumno comprenda los conceptos básicos de la teoría termodinámica y su aplicación al estudio de las sustancias puras, mezclas homogéneas y equilibrio químico, a la vez que adquiera destrezas en el manejo de fuentes de datos de propiedades termodinámicas y en su predicción y correlación.

## **XII - Resumen del Programa**

Trabajo. Calor. Energía. Temperatura. La primera ley de la termodinámica. Propiedades volumétricas de las sustancias puras. Efectos térmicos. Sistemas cerrados y abiertos, con y sin reacción química. La segunda ley de la termodinámica. Termodinámica de mezclas homogéneas. Introducción al equilibrio físico. Equilibrio químico.

## **XIII - Imprevistos**

## **XIV - Otros**