

PROGRAMA - AÑO 2022			
<b>Espacio Curricular:</b>	<b>Termodinámica (F205)</b>		
<b>Carácter:</b>	Obligatorio	Período	2º semestre
<b>Carrera/s:</b>	Lic. en Ciencias Básicas con orientación en Física		
<b>Profesor Responsable:</b>	Armando FERNÁNDEZ GUILLERMET		
<b>Equipo Docente:</b>	Diego C. ARANEO, Gonzalo J. DOS SANTOS		
<b>Carga Horaria:</b> 96 hs.			
<b>Requisitos de Cursado:</b>	Tener regularizadas: Física General IIA (F102A), Física General II B (F102B), Cálculo II (M102) y Probabilidad y Estadística (M105) Tener aprobadas: Cálculo I (M101) y Física General I (F101)		

### 1-EXPECTATIVAS DE LOGRO

Adquirir conocimiento y formación acabados de la Termodinámica.

### 2-DESCRIPTORES

Primera y Segunda Ley de la Termodinámica. Potenciales termodinámicos y ecuaciones fundamentales. Equilibrio de fases. Tercera Ley de la Termodinámica.

### 3-CONTENIDOS ANALITICOS

#### 1. INTRODUCCIÓN. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

Conceptos básicos. Propiedades termodinámicas. Estados de un sistema. Estados de equilibrio. Funciones de estado. Propiedades matemáticas. Diferenciales exactas. Aplicación: la ecuación térmica de estado. El modelo gas ideal. Comportamiento de los gases reales. Descripción fenomenológica aproximada. La ecuación de Van der Waals. Propiedades y aplicaciones.

#### 2. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA. ENERGÉTICA DE SISTEMAS Y REACCIONES

Efectos termodinámicos de los procesos. Trabajo mecánico. Definición. Generalización. Trabajo de expansión. Trabajo, calor y cambio de estado. Procesos cuasiestáticos. Capacidad calorífica. Experimentos de Joule. Interpretación y consecuencias teóricas. Formulación de la Primera Ley de la Termodinámica. Aplicación: existencia del equivalente mecánico del calor. Procesos isocóricos e isobáricos. La función de estado Entalpía. Energía, entalpía y capacidad calorífica. Determinación experimental de  $\Delta H$  y CP. La ecuación termodinámica de estado. Aplicaciones. Diferencia entre CP y CV. Capacidad calorífica medida en un proceso arbitrario. Energética de reacciones fisicoquímicas. Calor de reacción a volumen constante y a presión constante. Efecto de la temperatura sobre calores de reacción.

#### 3. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA. ENTROPÍA E IRREVERSIBILIDAD

Problemas y motivaciones. Conversión cíclica del calor en trabajo. El problema de la dirección del cambio fisicoquímico. Aspectos teóricos de las máquinas térmicas: rendimiento de motores, calefactores y refrigerantes. Máquina y ciclo de Carnot. Ciclos y procesos reversibles. La Segunda Ley de la Termodinámica. Enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius. Equivalencia lógica. Interpretación de la Segunda Ley. Aplicaciones. Ciclos y procesos monotérmicos. Teorema del trabajo máximo. Teoremas sobre rendimiento de

máquinas térmicas. Teorema de Clausius. Consecuencias. Diferencia de entropía. Definición y aplicaciones básicas. Desigualdad de Clausius para un sistema térmicamente homogéneo. Balance de entropía: flujo de entropía y producción de entropía. Aplicaciones. Entropía e irreversibilidad.

#### **4. POTENCIALES TERMODINÁMICOS. EQUILIBRIO TERMODINÁMICO**

Combinación de las dos leyes de la Termodinámica. Relación fundamental. Interpretación. Energías de Helmholtz (F) y de Gibbs (G). Interpretación de  $\Delta F$  y  $\Delta G$ . Diagramas isobáricos G (F) vs. T y diagramas isotérmicos G (F) vs. P (V). Criterios de evolución a volumen constante y a presión constante. Ecuaciones fundamentales para U, H, F y G. Variables naturales. Relaciones de Maxwell. Aplicaciones. Definición de potencial químico. Ecuaciones fundamentales. Ecuación de Gibbs-Duhem (EGD). Equilibrio de fases en una sustancia pura. Ecuación de equilibrio. Interpretación gráfica. Diagrama de fases P vs. T. Efectos de la presión sobre la temperatura de equilibrio de fases. Ecuación de Clapeyron. Aplicaciones. Cálculo de la presión de vapor de equilibrio de una fase condensada. Líneas de coexistencia de fases condensadas.

#### **4-BIBLIOGRAFÍA**

- ADKINS, C. J., "*Equilibrium Thermodynamics*", Versión en español, Editorial Reverté, Barcelona, 1977. 3
- BEATTIE, J.A. and OPPENHEIM, I. "*Principles of Thermodynamics*", Elsevier, Amsterdam, 1979.
- BIEL CAYÉ, J. "*Formalismo y métodos de la Termodinámica*", Vols. 1 y 2. Editorial Reverté, Barcelona, 1998.
- CALLEN, H.B. "*Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*", John Wiley, New York, 1985.
- CARRINGTON, G. "*Basic Thermodynamics*", Oxford University Press, New Cork, 1995.
- CASTELLAN, G.W. "*Physical Chemistry*", Versión en español, Addison-Wesley, 1987.
- DANIELS, F. and ALBERTY, R. "*Physical Chemistry*", Versión en español, CECOSA, México, 1982.
- DENBIGH, K. "*The Principles of Chemical Equilibrium*", Cambridge University Press, UK, 1966.
- EPSTEIN, P.A. "*Textbook of Thermodynamics*", John Wiley, London, 1934.
- FERMI, E. "*Thermodynamics*", Versión en español, EUDEBA, Buenos Aires, 1985.
- GARCÍA COLÍN SCHERER, L., "*Introducción a la Termodinámica Clásica*", Editorial Trillas, México, 1970.
- GLASSTONE, S. "*Thermodynamics for chemists*", Versión en español, Aguilar, 1977.
- GUGGENHEIM, E.A. "*Thermodynamics. An Advance Treatment for Physicists and Chemists*", North-Holland, Amsterdam, 1985.
- ISNARDI, T. "*Termodinámica*", EUDEBA, Buenos Aires, 1972.
- PLANCK, M. "*Treatise of Thermodynamics*", Dover, UK, 1926.
- PIPPARD, A.B. "*The Elements of Classical Thermodynamics*", Cambridge U.P., UK, 1966.
- PRIGOGINE, I. "*Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*", Interscience, New York, 1961.
- PRIGOGINE, I. and DEFAY, R. "*Chemical Thermodynamics*", Longmans, London, 1954.
- SEARS, F.W. "*An Introduction to Thermodynamics, the Kinetic Theory of Gases, and Statistical Mechanics*", Versión en español, Editorial Reverté, Barcelona, 1974.
- SLATER, J.C. "*Introduction to Chemical Physics*", Mc Graw Hill, New York, 1939.
- ZEMANSKY, M. "*Heat and Thermodynamics*", Versión en español, Aguilar, Madrid, 1968.
- ZEMANSKY, M.W., and DITTMAN, R.H., "*Heat and Thermodynamics*", Versión en español, Mac Graw Hill, Madrid, 1984.

Notas de trabajo

FERNÁNDEZ GUILLERMET, A. "The Thermodynamic Approach to Physico-Chemical Equilibrium and Reactions", in "Fundamentals and Applications of Complex Systems", edited by G. Zgrablich. Nueva Editorial Universitaria, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, 1999, Chapter 1, 1 -196.

FERNÁNDEZ GUILLERMET, A. "Physico-Chemical Thermodynamics of Material Systems: A Review of Basic Concepts and Results", in "Materials Instabilities", edited by J. Martínez Mardones, C.H.Wörner and D.Walgraef. World Scientific, Singapore, 2000, Chapter 1, 1-74.

**5-METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN DURANTE EL CURSADO**

El dictado de la asignatura está estructurado alrededor de una combinación de exposiciones y clases prácticas. Las exposiciones tienen por objeto presentar las ideas, conceptos, formalismos y las principales aplicaciones. Las clases prácticas involucran: (a) la resolución por parte del alumno de una serie de problemas propuestos por la cátedra en Guías de Trabajos Prácticos; (b) la realización de tareas adicionales (breves monografías, ejercicios y lecturas especiales, etc.) que pudieren ser asignados por la cátedra para consolidar los conocimientos presentados; y, (c) la presentación y discusión de los trabajos realizados. Esta metodología tiene por objeto favorecer una interacción académica intensa entre los alumnos y la cátedra, con espacios para el intercambio de ideas y el diálogo crítico.

La evaluación durante el cursado está basada en la resolución por parte del alumno de los problemas propuestos en la Guías, la realización de las tareas adicionales asignadas, la presentación de los resultados, la participación en instancias de discusión colectiva de los mismos y la aprobación de los exámenes parciales.

**6- CONDICIONES DE REGULARIDAD TRAS EL CURSADO**

Son requisitos para que un alumno sea considerado regular: (a) haber resuelto correctamente la totalidad de los problemas propuestos por la cátedra en las Guías de Trabajos Prácticos; (b) haber cumplido satisfactoriamente con las tareas adicionales (breves monografías, ejercicios y lecturas especiales, etc.) que pudieren ser asignados por la cátedra; (c) haber cumplido con las presentaciones orales y participado en las discusiones de los trabajos (a) y (b); y, (d) haber alcanzado un promedio no menor a seis (6) entre los resultados de las evaluaciones parciales.

**7- SISTEMA DE APROBACIÓN Y/O PROMOCIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR**

Para aprobar la asignatura se requiere aprobar un examen final escrito que involucra la resolución de problemas.

<b>PROMOCIONABLE</b>	SI		NO	x
----------------------	----	--	----	---



Dr. Armando FERNÁNDEZ GUILLERMET

RESPONSABLE DEL ESPACIO CURRICULAR