



Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Ministerio de Educación  
Dirección General de Educación Superior



Instituto Superior del Profesorado  
"Dr. Joaquín V. González"

## INSTITUTO SUPERIOR DEL PROFESORADO "JOAQUÍN V. GONZÁLEZ"

NIVEL: Terciario

CARRERA: Departamento de Química

EJE DISCIPLINAR

INSTANCIA CURRICULAR: Física III

CURSADA ANUAL

CARGA HORARIA: 6 horas cátedra semanales

PROFESOR: Dr. Miguel Katz

AÑO: 2010

Objetivos:

Que a la finalización del curso el alumno

Maneje los conceptos referidos a las características de los sistemas termodinámicos que necesitará para las asignaturas siguientes en el trayecto formativo.

Entienda que la temperatura no es una magnitud en el sentido físico de este término.

Comprenda que el calor no está contenido en los cuerpos sino que es una energía en tránsito de características especiales.

Maneje los conceptos relativos al comportamiento gaseoso, especialmente aquello que deberá transferir a los educandos en su actividad profesional.

Entienda que el trabajo mecánico es sólo una de las formas de trabajo, que es energía en tránsito que puede establecerse mediante efectos exteriores al sistema que lo intercambia.

Conozca el sentido y los alcances de los principios de la Termodinámica, los que, además, le serán indispensables para las asignaturas siguientes en el trayecto formativo.

Conozca las principales aplicaciones que se derivan de los principios de la Termodinámica.

Conocer los conceptos básicos de la Termodinámica Estadística.

### UNIDADES TEMÁTICAS:

#### UNIDAD I TEMPERATURA Y CALOR

##### CAPÍTULO I. CONCEPTOS BÁSICOS

**Conceptos básicos:** Sistemas termodinámicos. Sistemas hidrostáticos. Coordenadas termodinámicas. Condiciones exteriores. Coordenadas extensivas e intensivas. Estado de un sistema termodinámico y variables de estado. Ecuación de estado. Diagramas de estado. Modificaciones y transformaciones.

**Temperatura:** Estados térmicos. Temperatura. Escala Celsius. Relación entre la escala Fahrenheit y la Celsius. La escala del gas ideal.

**Termología:** Termómetros de mercurio. Termómetro de máxima. Termómetro de mínima. Termómetros diferenciales de mercurio. Termómetros de resistencia. Termómetros de deformación. Termocuplas. Termógrafos. Termistores. Pirómetros. Termómetro de gas a volumen constante. Sensores de temperatura a fibra óptica.

La temperatura en el Sistema Internacional. Termómetros secundarios, termómetros de mercurio. Termocuplas. Termómetros para bajas temperaturas.

##### CAPÍTULO II. CALOR

**El concepto de energía:** Variables impulsoras termodinámicas y no termodinámicas. Fuerzas (variables) impulsoras termodinámicas. Variables termodinámicas y diferenciales exactas. Identificación de fuerzas impulsoras termodinámicas y desplazamientos.

**Calor.** El calor como energía en transformación. El calor como método de transferencia de energía. Calor y temperatura. La caloría. Capacidad calorífica y calor específico. Calor de transición. Convención de signos. Leyes de la calorimetría. Determinaciones calorimétricas. Calorímetro de las mezclas. El calor en los organismos vivientes. Homotermos y poiquilotermos. La generación de calor en los procesos biológicos. Importancia. El calor en la industria química.

### CAPÍTULO III. TRANSMISIÓN DE CALOR

**Dilatación de sólidos:** Dilatación lineal. Dilatación superficial y cúbica. Variación de la densidad de un sólido homogéneo con la temperatura.

**Transmisión por conducción:** Régimen estacionario. Ley de Fourier. Conducción en estado estacionario. Distintos casos. La pared plana. La pared plana compuesta. Conducción a través de sistemas radiales. Conducción de calor en estado no estacionario. Intercambiadores de calor en la industria. Distintos tipos.

**Enfriamiento de los cuerpos:** La fuerza de rozamiento viscoso. Convección de calor. Transmisión de calor a través de una pared plana que separa dos fluidos. Transmisión de calor a través de una barra sumergida en un fluido.

**Transmisión de calor por radiación:** Radiación electromagnética. La energía de la radiación electromagnética. Potencia radiante. Emisión de energía radiante por una superficie. Radiancia. Exitancia radiante. Intensidad radiante. Recepción de energía radiante por una superficie. Irradiancia. Densidad de energía radiante, Reflectividad. Absorbancia, Transmisividad y radiosidad. Ley de Kirchhoff. Superficies grises. Ley de Stefan – Boltzmann. Distribución espectral de la radiación. Ley de Wien. Ley del cuadrado inverso. Transmisión de calor por radiación. Transmisión de calor por radiación y convección.

### UNIDAD II: FÍSICA DEL ESTADO GASEOSO

**Gases ideales y reales:** Presión. Unidades. Ley de la compresibilidad (Boyle – Mariotte). Relación entre la presión y la temperatura en transformaciones isocoras. Ecuación de estado del gas ideal. La ecuación general de estado del gas ideal. Mezcla de gases ideales. Ecuaciones de estado de gases reales. Factor acéntrico. Factor de compresibilidad. Curvas de compresibilidad generalizadas. Ecuaciones cúbicas en  $V^M$ . La temperatura de Boyle.

### UNIDAD III. TERMODINÁMICA CLÁSICA

#### CAPÍTULO I. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

**Trabajo:** Trabajo de expansión. Funciones de estado. Funciones de estado y diferenciales exactas.

**Primer Principio de la Termodinámica:** La energía interna como función de estado. Enunciados del Primer Principio. Sistemas en equilibrio. Equilibrios físicos y químicos. Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Factores que influyen en el equilibrio. Principio de Le Chatelier- Braun. Reversibilidad de las transformaciones. Trabajo de expansión en transformaciones reversibles. Trabajo máximo en expansión isotérmica reversible.

**La función de estado entalpía:** Capacidad calorífica de un sistema. Intercambio de calor a volumen constante y a presión constante. La entalpía. Relaciones entre las capacidades caloríficas.

**Propiedades termodinámicas de sistemas gaseosos:** La relación de Mayer. Procesos adiabáticos. Efecto Joule – Thomson.

**Termoquímica:** Calor de reacción. Calor de formación. Calor de combustión. Calor de atomización. Cambios térmicos a presión constante y a volumen constante. Leyes de la Termoquímica. Variaciones de entalpía en los cambios en el modo de agregación. Dependencia del calor de reacción con la temperatura. Ecuación de Kirchhoff. Temperatura máxima de reacción. Temperatura de llama. Calores de disolución y de dilución.

#### CAPÍTULO II. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

Limitaciones del Primer Principio. Irreversibilidad de las transformaciones espontáneas. Carnot y la semilla del Segundo Principio de la Termodinámica. El ciclo de Carnot. El teo-

rema de Carnot. Los primeros enunciados del Segundo Principio. Rendimiento máximo de una máquina térmica. La escala absoluta de temperaturas. Entropía. Cambios entrópicos en procesos reversibles. Entropía de mezcla. Relación entre entropía y variables de estado. Variación de la entropía con el volumen y la presión. Entropía en gases reales. Ecuaciones termodinámicas de estado. Entropía en procesos adiabáticos. Relaciones entre la entropía y las capacidades caloríficas. Variaciones de entropía en transformaciones irreversibles. La desigualdad de Clausius. La entropía como “principio de catástrofe”. La formulación matemática de Carathéodory del Segundo Principio. Lieb e Yngvason y la accesibilidad adiabática.

### **CAPÍTULO III. LA ENERGÍA LIBRE**

La función de trabajo. La función energía libre. Relación entre la función de trabajo y la energía libre. Energía libre y función de trabajo en transformaciones isotérmicas. Ecuaciones de Gibbs – Helmholtz. Energía libre y condiciones de equilibrio. Energía libre estándar de formación. Fórmulas termodinámicas.

### **CAPÍTULO IV. TERCER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

El teorema de Nernst. Determinación experimental del valor de la entropía a una temperatura dada. Enunciado de inaccesibilidad del Tercer Principio.

### **CAPÍTULO IV. TERMODINÁMICA DE SISTEMAS ABIERTOS**

Propiedades termodinámicas y sistemas abiertos. Propiedades parciales molares. Significado físico de la propiedad parcial molar. La energía libre parcial molar. El potencial químico. Equilibrio en sistemas heterogéneos. Relación entre el potencial químico y la temperatura. Variación del potencial químico con la presión. Volumen de control. El Primer Principio aplicado a sistemas abiertos.

Toberas y difusores. Turbinas, bombas y compresores.

### **CAPÍTULO V. EQUILIBRIO DE FASES**

Equilibrios físicos en sistemas de un componente. Equilibrios físicos en sistemas de un componente. Equilibrios sólido – líquido. Equilibrios líquido – vapor. Equilibrios de transición cristalina. La ecuación de Clausius – Clapeyron. Integración de la ecuación de Clausius – Clapeyron. Relación entre la presión de vapor y la temperatura. La ecuación de Clausius – Clapeyron y la regla de Trouton. Equilibrios sólido - vapor. Dependencia de la presión de vapor de una sustancia con la presión total.

Condiciones de equilibrio en sistemas con más de un componente. La regla de las fases.

### **CAPÍTULO VI. EXERGÍA**

El concepto de exergía. Pérdida de capacidad de realizar trabajo. Evaluación de la irreversibilidad mediante el trabajo aprovechable. Exergía en sistemas cerrados. Exergía en sistemas abiertos. La exergía como cuasifunción de estado. Anergía y entropía.

### **CAPÍTULO VII. DISPOSITIVOS ENDORREVERSIBLES**

Artefactos endorreversibles. Rendimiento a potencia máxima. Valor predictivo,

### **UNIDAD IV. TERMODINÁMICA ESTADÍSTICA**

**La teoría cinética del gas ideal monoatómico:** Postulados. Valores medios. Energía y velocidad. Presión del gas. Leyes de los gases. Distribución de velocidades en un gas ideal monoatómico. El principio de equipartición de la energía. Teoría clásica de las capacidades caloríficas molares. Gases reales, desviaciones del comportamiento ideal.

**Los métodos de la Termodinámica Estadística.** Conjuntos y postulados. El factor de Boltzmann. Conjuntos canónico, microcanónico y grancanónico.

**Funciones termodinámicas en términos de la función de partición.** Función de partición molecular. Potencial químico de un componente en una mezcla gaseosa ideal. La función de partición de un gas monoatómico. Función de partición de vibración. Función de partición y capacidad calorífica de un sólido monoatómico. La función de partición rotacional. La función de partición electrónica. Orto y para – hidrógeno.

## UNIDAD V. RENDIMIENTO ENERGÉTICO Y CELDAS DE COMBUSTIBLE

**Celdas de combustible.** Tipos de Celdas de Combustible según el electrolito que usan. Ácido fosfórico (PAFCs). Polímero Sólido ó Membrana de Intercambio Protónico (PEMFC). Principales componentes de una PEM. Carbonato Fundido (MCFCs). Óxido Sólido (SOFCs). Celdas Alcalinas (AFC). Celdas a Cinc - aire (ZAFC).

### Bibliografía para los alumnos

**Glasstone, S.,** *Termodinámica para Químicos.* 7a. edición. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid. 1974

**Zemansky, M. W. - Dittman R.H.** Heat and Thermodynamics 7th. edition McGraw Hill College Division. N.Y. 1996

**Alonso, M., Finn, E.** *Física General.* Vol. II Addison - Wesley Iberoamericana. México. 1995

**Glasstone, S.,** *Tratado de Química Física.* 5a. edición. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid. 1969.

**Sears Francis W.,** *Termodinámica.* Ed. Reverté S.A. Barcelona. 1959.

**Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H.D.** *Física Universitaria.* 9a. Edición. Addison - Wesley Iberoamericana. México. 1998.

**Russel, L. D., Adebisi, G. A.** *Termodinámica.* Addison - Wesley Iberoamericana. Willmington. 1998.

**Isnardi, T.** *Termodinámica.* EUDEBA. Bs. Aires. 1972.

**Incropera F. P. – Dewitt, D.** *Fundamentals of Heat and Mass Transfer.* John Wiley and Sons. New York . 2000

**Laidler K.J. Meiser, J.D.** *Fisicoquímica* CECSA. México. 1997

**Castellan, G.W.** *Fisicoquímica.* 4a. edición. Addison - Wesley Iberoamericana. México. 1987

### Régimen de Promoción: con examen final

Para estar en condiciones de rendir el examen final el alumno deberá cumplir con un mínimo del 60 % de la asistencia y haber aprobado con 4 (cuatro) o más, una evaluación escrita que se tomará a lo largo del mes de noviembre. Si la evaluación escrita no fuera aprobada tendrá la posibilidad de una recuperación que se tomará en la semana previa a la finalización de las clases del corriente año lectivo.

En cuanto al **régimen para alumno libre**, el alumno deberá adecuarse al “Reglamento de alumno libre” vigente para todas las carreras. Se le tomarán ejercicios de aplicación de los temas incluidos **en todo el programa**. Aprobada la parte práctica estará en condiciones de rendir la parte teórica de la asignatura.

Dr. Miguel Katz.