



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 "DR. JOAQUÍN V. GONZÁLEZ"

**NIVEL: Terciario**

**CARRERA: DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**EJE DISCIPLINAR**

**INSTANCIA CURRICULAR: FÍSICA III**

**CURSADA ANUAL**

**CARGA HORARIA: 6 HORAS CATEDRA SEMANALES**

**PROFESOR: Dr. MIGUEL KATZ**

**AÑO: 2012**

### 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.

### 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 vivos. 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 teorema 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.

### **Trabajos Prácticos**

1. Calibración de un termómetro de mercurio
2. Operación de un termómetro diferencial de Beckmann
3. Estudio de la dilatación lineal
4. Dilatación real y aparente de líquidos
5. Determinación del calor específico de un sólido.
6. Determinación del calor molar de fusión de una sustancia.
7. Determinación del equivalente calórico del trabajo.
8. Cálculo de variaciones de energía libre en procesos físicos

### 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, 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

### Bibliografía para la realización de trabajos prácticos

- Daniels, F., Williams, J.W., Bender, P., Alberty, R.A., Cornwell, C.D.**, *Experimental Physical Chemistry*. 6th. Ed. McGraw - Hill Book Company. New York. 1962.
- Palmer, W.G.**, *Experimental Physical Chemistry*. 4th. Ed. Cambridge University Press. London. 1982.
- Ewing, G.W.**, *Métodos Instrumentales de Análisis Químicos*. McGraw - Hill de México S.A. de C.V. México. 1978
- Burmistrova, O. A. y otros.** *Prácticas de Química Física*. Ed. Mir. Moscú. 1977
- Findlay, A. Kitchener, J.A.** *Prácticas de Fisicoquímica*. Ed. Médico Quirúrgica. Bs. Aires. 1955.

### Régimen de Promoción

#### Con examen final

Para estar en condiciones de rendir el examen final el alumno deberá cumplir con la reglamentación vigente en cuanto a la asistencia; aprobar los trabajos de laboratorio, cuya evaluación será oral o escrita a elección del alumno y se efectuará previa a la realización de cada trabajo y aprobar con 4 (cuatro) o más, las 2 evaluaciones escritas que se tomarán una antes de la finalización del primer cuatrimestre y otra antes de la finalización del segundo cuatrimestre. Las fechas de estas evaluaciones las eligen los alumnos y una vez fijadas son inamovibles. Los recuperatorios se tomarán en la semana de recuperación que fija la Institución.

En cuanto al **régimen para alumno libre**, el alumno deberá adecuarse al “Reglamento de alumno libre” vigente para todas las carreras. En el caso particular de esta asignatura, el alumno inscripto como “alumno libre” — debido al tiempo que insume la realización de los trabajos de laboratorio, — sólo podría rendir examen en aquellas fechas en que hay doble turno. En el primer turno, deberá rendir un examen de la parte práctica de la materia consistente en la realización de dos trabajos de Laboratorio y la resolución de tres problemas de aplicación de los contenidos de la asignatura. Aprobada la parte práctica estará en condiciones de rendir la parte teórica de la asignatura en la segunda fecha.

Dr. Miguel Katz M. Sc.