



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



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

**2019**

**“Año del 25° Aniversario del reconocimiento de la autonomía de la Ciudad de Buenos Aires”**

**Profesorado en Química**

**(CALOR Y TERMODINÁMICA QUÍMICA)**

**PROGRAMA Y PLAN DE TRABAJO CORRESPONDIENTE AL DC (2015)**

**Eje disciplinar**

**Cursada: Anual**

**Carga horaria: 6 horas**

**Profesor: Ing. Roberto A. García**

**Profesora a cargo del laboratorio: Prof. Camila Pascua**

## **Objetivos**

---

Que el estudiante sea capaz de:

- Manejar los conceptos referidos a las características de los sistemas termodinámicos que necesitará para las asignaturas siguientes en el trayecto formativo.
  - Entender que la temperatura no es una magnitud en el sentido físico de este término.
  - Comprender que el calor no está contenido en los cuerpos, sino que es una energía en tránsito de características especiales.
  - Manejar los conceptos relativos al comportamiento gaseoso, especialmente aquello que deberá transferir a los educandos en su actividad profesional.
  - Entender 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.
  - Conocer 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.
  - Conocer las principales aplicaciones que se derivan de los principios de la Termodinámica.
-

## Contenidos

Contenidos mínimos	Actividades propuestas
<p><b>UNIDAD I: TERMOMETRÍA</b></p> <p>Estados térmicos. La ley cero de la termodinámica o del equilibrio térmico. Temperatura. Escalas termométricas: la escala Celsius y escala Fahrenheit. La escala absoluta de gas ideal. Termómetros. Sustancias y propiedades termométricas.</p> <p><b>UNIDAD II: CALORIMETRÍA</b></p> <p>Energía. Calor y energía. Calor y temperatura. Calor sensible. La caloría. Calor específico y capacidad calorífica. Calor latente. Leyes de la Calorimetría. Determinaciones calorimétricas. El calorímetro de las mezclas. Generación de calor en los procesos biológicos y en los procesos químicos industriales. Importancia.</p> <p><b>UNIDAD III: TRANSMISIÓN DE CALOR</b></p> <p><b>Dilatación.</b> Dilatación de sólidos. Dilatación lineal, superficial y cúbica. Relación entre los coeficientes de dilatación. Dilatación de líquidos. Dilatación real y aparente. Variación de la densidad de un cuerpo con la temperatura. Dilatación de gases. Aplicaciones de la dilatación térmica.</p> <p><b>Trasmisión de calor por conducción.</b> Régimen estacionario. Ley de Fourier. Conducción a través de una pared plana. Conducción a través de paredes planas en serie. Analogía eléctrica de la conducción. Flujo de calor en dirección radial: a través de tubos y esferas. Régimen transitorio.</p> <p><b>Transmisión de calor por convección.</b> Ley de Newton de enfriamiento/calentamiento. Variación de la temperatura. Aplicaciones con conducción y convección combinadas. Convección forzada y natural.</p> <p><b>Transmisión de calor por radiación:</b> Radiación electromagnética. La energía de la radiación electromagnética. Potencia radiante. Emisión y recepción de energía radiante por una superficie. Emisividad. 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.</p> <p><b>Intercambiadores de calor:</b> Intercambiadores de casco y tubos. Flujo en paralelo y a contracorriente.</p>	<p>Investigación bibliográfica y elaboración de informe. Resolución de una guía de problemas. Trabajo práctico experimental de laboratorio.</p>
<p><b>UNIDAD V: EL ESTADO GASEOSO</b></p> <p><b>Gases ideales:</b> Presión. Unidades. Ley de Boyle-Mariotte. Las leyes de Charles y Gay Lussac. Ecuación de estado del gas ideal. Isotermas, isobaras e isométricas del gas ideal. Teoría cinética molecular de los gases. Propiedades intensivas y extensivas. Ley de Avogadro. Ecuación general de estado del gas ideal. Mezcla de gases ideales. Presión parcial. Ley</p>	<p>Investigación bibliográfica y elaboración de informe. Responder un cuestionario. Resolución de una guía de problemas.</p>

<p>de Dalton. Volúmenes parciales. Ley de Amagat. Ley de la distribución barométrica.</p> <p><b>Gases reales:</b> Desviaciones respecto del comportamiento ideal. Desviaciones aparentes y reales. Factor de compresibilidad. La ecuación de van der Waals. Isotermas de un gas real e isotermas de un gas de van der Waals. Estado crítico. Ley de los estados correspondientes. Curvas de compresibilidad generalizadas. La temperatura de Boyle. Mezcla de gases reales.</p>	<p>Trabajo práctico experimental de laboratorio.</p>
<p><b>UNIDAD IV: SISTEMAS TERMODINÁMICOS</b></p> <p><b>Termodinámica:</b> objetivos, alcances y limitaciones de la termodinámica. Enfoques macroscópico y microscópico. Termodinámica clásica y estadística.</p> <p><b>Propiedades de los sistemas termodinámicos:</b> Sistema, entorno y universo. Frontera. Equilibrio termodinámico. Tipos de sistemas: cerrado, abierto, adiabático y aislado. Coordenadas termodinámicas y estado de un sistema. Variables intensivas y extensivas. Transformaciones o procesos. Clasificación de procesos: reversibles e irreversibles. Transformaciones cuasi-estáticas. Ciclos. Trabajo, energía y calor. Funciones de estado y de la trayectoria. Diferenciales exactas e inexactas.</p>	<p>Investigación bibliográfica y elaboración de informe. Responder un cuestionario. Resolución de una guía de problemas.</p>
<p><b>UNIDAD VI: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA</b></p> <p><b>Trabajo:</b> Trabajo de expansión. Procesos termodinámicos reversibles e irreversibles. Trabajo reversible de expansión. Cantidades máximas de trabajo en expansión isotérmica reversible.</p> <p><b>Primer Principio de la Termodinámica:</b> La energía interna como función de estado. Enunciados del Primer Principio. La energía interna como función de la temperatura y del volumen. Cambios de estado y capacidad calorífica de un sistema a volumen constante. Energía interna de un gas ideal. Ley de Joule.</p> <p><b>Entalpía:</b> definición de la función de estado entalpía. Dependencia de la entalpía con la temperatura y la presión. Cambios de estado y capacidad calorífica de un sistema a presión constante. Entalpía de un gas ideal. Efecto Joule-Thomson. Variación de la entalpía respecto de la presión. Temperatura de inversión. Relación entre las capacidades caloríficas. La relación de Mayer. Capacidad calorífica de los gases en función de la temperatura.</p>	<p>Investigación bibliográfica y elaboración de informe. Responder un cuestionario. Resolución de una guía de problemas.</p>
<p><b>UNIDAD VII: APLICACIONES DEL PRIMER PRINCIPIO</b></p> <p><b>Procesos en sistemas cerrados:</b> Balance de energía. Transformaciones de gases perfectos. Procesos a volumen constante y a presión constante.</p>	<p>Investigación bibliográfica y elaboración de informe. Responder un cuestionario.</p>

Transformaciones isotérmicas, adiabáticas y politrópicas. Diagramas de Clapeyron.

**Procesos en sistemas abiertos:** balances de masa y energía. Volumen de control. Expresión del primer principio para sistemas abiertos en régimen estacionario y no estacionario. Compresores, bombas, turbinas, toberas y difusores.

**Aplicaciones a procesos químicos:** Termoquímica. Calor de reacción. Calor de reacción a presión constante y a volumen constante. Leyes de la Termoquímica. Calor de formación. Calor de combustión. Variaciones de entalpía en los cambios en el estado 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.

## UNIDAD VIII: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

**Segundo Principio:** Limitaciones del Primer Principio. Irreversibilidad de las transformaciones espontáneas. Los enunciados del Segundo Principio. El teorema de Carnot. El ciclo de Carnot. Rendimiento máximo de una máquina térmica. La escala termodinámica de temperaturas. Entropía. Cambio entrópico en un proceso reversible. Diagramas entrópicos. Variaciones de entropía en transformaciones irreversibles. La desigualdad de Clausius.

**Propiedades de la entropía:** Relación entre entropía y variables de estado. Variación de la entropía con la temperatura. Variación de la entropía con el volumen y la presión. Ecuaciones termodinámicas de estado. Variación de entropía en procesos de un gas ideal. Entropía de mezcla. Entropía en procesos adiabáticos. Relaciones entre la entropía y las capacidades caloríficas.

Entropía en el cero absoluto. Tercer principio de la termodinámica. Teorema de Nernst. Determinación experimental de la entropía.

## UNIDAD IX: 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. Ecuaciones fundamentales de la termodinámica.

## UNIDAD X: EQUILIBRIO DE FASES

**Propiedades parciales molares:** Significado físico de la propiedad parcial molar. La energía libre parcial molar. El potencial químico. Equilibrio en sistemas heterogéneos. Variación del potencial químico con la temperatura y la presión. Cambios de energía libre en cualquier proceso.

Resolución de una guía de problemas.

Trabajo práctico experimental de laboratorio.

Presentaciones orales de trabajos en grupo con apoyo tecnológico.

Investigación bibliográfica y elaboración de informe.

Responder un cuestionario.

Resolución de una guía de problemas.

Presentaciones orales de trabajos en grupos con apoyo tecnológico.

Investigación bibliográfica y elaboración de informe.

Responder un cuestionario.

Resolución de una guía de problemas.

Presentaciones orales de trabajos en grupo con apoyo tecnológico.

Investigación bibliográfica y elaboración de informe.

Responder un cuestionario.

<p><b>Sistemas de un componente:</b> Equilibrio líquido–vapor. La ecuación de Clausius–Clapeyron. Vapores. Diagramas entrópicos para vapores. Diagrama de Mollier. Máquinas térmicas de vapor. Ciclo de Rankine. Ciclo regenerativo. Máquinas frigoríficas. Ciclos de compresión de vapor.</p> <p><b>Sistemas multicomponentes:</b> condiciones de equilibrio. La regla de las fases. Aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Diagrama entálpico. Procesos con aire húmedo: enfriamiento, mezclas, humidificación, deshumidificación y secado. Diagrama psicrométrico. Temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco. Temperatura de saturación adiabática.</p>	<p>Resolución de una guía de problemas.</p> <p>Trabajo práctico experimental de laboratorio.</p>
<p><b>UNIDAD XI: EXERGÍA</b></p> <p>El concepto de exergía. Calor utilizable o exergía del calor. Exergía y Anergía. Exergía por desequilibrio mecánico o trabajo útil. Exergía de sistemas cerrados. Exergía de sistemas abiertos. Variaciones de exergía. Diagramas Exergía-entropía. Rendimiento exegético o efectividad térmica.</p>	<p>Investigación bibliográfica y elaboración de informe.</p> <p>Responder un cuestionario.</p>

## Modalidad de Trabajo

Cada unidad temática será presentada a través de una situación problemática disparadora, a partir de la cual, y mediante un diálogo didáctico se introducirá al estudiante en la formalidad teórica de los temas.

La dinámica de las clases alternará entre espacios de aprendizajes teóricos y prácticos. Para la conducción del aprendizaje durante las **clases teóricas** se aplican distintas metodologías como ser exposición dialogada con desarrollos teóricos en pizarra y con apoyo de recursos multimediales.

Las metodologías que se proponen para el desarrollo de las **clases prácticas** son las siguientes: resolución de interrogantes, discusiones grupales, talleres de resolución de problemas, trabajos de profundización y de investigación bibliográfica sobre los contenidos tratados y trabajos de carácter experimental. En todas las actividades se entrena a los alumnos en la producción de informes y textos teóricos de carácter técnico y científico.

Se aplicarán técnicas pedagógicas tendientes a:

- Favorecer la construcción del conocimiento integrando teorías y sacando provecho de recursos tecnológicos que faciliten las tareas.
- Propiciar la comunicación multidireccional entre el equipo docente y los alumnos que garantice un amplio nivel de participación en las clases a fin de que las hipótesis, principios y teorías y estudiadas cuenten con el consenso necesario antes de avanzar en el análisis propuesto.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con la realidad científica y tecnológica industrial de la Química.

Para alcanzar los objetivos descriptos se emplearán distintos tipos de recursos, a saber:

- Equipo docente: sus integrantes actuarán ejerciendo el rol de expositores, motivadores, guías, modeladores en los diálogos didácticos, evaluadores.

- Guías de problemas, cuestionarios, guías de trabajos prácticos experimentales y material bibliográfico (libros de texto, artículos de revistas, anales de congresos, jornadas y seminarios, elementos web, tutoriales, etc.)
- Laboratorios
- Computadoras personales y distintos tipos de software, cañón proyector, pizarra y fibras para escritura.
- Conexión wi-fi para acceso a la internet.

## Será condición para aprobar el espacio curricular:

---

Para la acreditación de este espacio curricular....

### Con examen final

El alumno deberá rendir dos evaluaciones parciales escritas que serán calificadas de 0 a 10 puntos. La primera de ellas será fijada en fecha anterior a la finalización del primer cuatrimestre y la segunda antes de la finalización del segundo cuatrimestre. Las mismas incluirán contenidos teóricos y resolución de problemas de aplicación. La nota mínima de aprobación será 4 (cuatro).

Cada evaluación admitirá un recuperatorio para aquellos alumnos que hubieran sido calificados con nota inferior a 4 (cuatro) o estuvieran ausentes con causa debidamente justificada.

El alumno deberá presentar una semana después de finalizar cada unidad temática un trabajo escrito sobre los contenidos teóricos tratados con explicaciones conceptuales y desarrollos matemáticos fundamentales, como así también gráficos o diagramas ilustrativos pertinentes, que sea el producto de las actividades de las clases y de su propia investigación bibliográfica. El trabajo deberá respetar normas de presentación y de citas bibliográficas. Antes de cada evaluación parcial el alumno deberá tener todos los trabajos sobre las unidades a evaluar entregados y corregidos en tiempo y forma. No se permitirán más de tres entregas tardías y/o la falta de entrega de algún trabajo para poder rendir una evaluación parcial.

Para regularizar la materia los alumnos deberán aprobar ambas evaluaciones parciales o sus respectivos recuperatorios, cumplir con el porcentaje de asistencia que fije la institución y adicionalmente haber aprobado y presentado los informes de los trabajos que se hubieran realizado en el laboratorio.

Los alumnos regularizados deberán además rendir un examen final que será oral y que versará sobre todos los contenidos de la materia, cuya nota mínima de aprobación será 4 (cuatro)

### Régimen libre

El alumno deberá adecuarse al “Reglamento de alumno libre” vigente para todas las carreras y será evaluado en dos instancias:

1. Examen escrito: consistente en la resolución de problemas de aplicación de todos los contenidos de la materia y cuestiones relacionadas con los trabajos prácticos de Laboratorio.
2. Examen oral: consistente en un interrogatorio sobre los conceptos y desarrollos teóricos de la materia.

Ambas instancias son eliminatorias y para ser aprobadas el alumno deberá alcanzar como mínimo calificación 4 (cuatro)

### Cronograma tentativo para la realización y entrega de los trabajos prácticos:

TP Calorimetría

TP Transmisión del calor

TP Estado gaseoso

TP Aplicaciones del primer principio de la Termodinámica

TP Equilibrio de fases

## Bibliografía específica

---

### Obligatoria

- ✓ **Glasstone, S.**, *Termodinámica para Químicos*. 7ª edición. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid, 1974
- ✓ **Castellan, G.**, *Fisicoquímica*. 2ª edición. Pearson Educación, 1998
- ✓ **García, Carlos A.**, *Termodinámica Técnica*. 7ª edición. Ed. Alsina Bs.As. 2006
- ✓ **García, Carlos A.**, *Problemas de Termodinámica Técnica*. 2ª edición. Ed. Alsina Bs.As. 1997
- ✓ **Rolle, K.**, *Termodinámica*. 6ª edición. Pearson Educación, México, 2006

### Complementaria

- ✓ **Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H.D.** *Física Universitaria*. 9a. Edición. Addison - Wesley Iberoamericana. México. 1998.
- ✓ **Morán, M.J., Shapiro H.N.**, *Fundamentos de Termodinámica Técnica* Tomos I y II, Ed. Reverté Barcelona. 2004
- ✓ **Martínez Isidoro**, *Termodinámica Clásica y Aplicada* Ed. Dossat S.A. Madrid 1999
- ✓ **Peris J. A.**, *Curso de termodinámica*. Ed. Alhambra Longman Madrid.1998
- ✓ **Russell L.D., Adebisi G.A.**, *Termodinámica Clásica*, Ed. Addison – Wesley Iberoamericana EEUU 1993
- ✓ **Van Wylen G.J, Sonntag R.**, *Fundamentos de Termodinámica*. Ed. Limusa México .1983
- ✓ **Wark K, Richards D.**, *Termodinámica*, 6ª edición, McGraw – Hill, 2000.
- ✓ **Hougen O.A., Watson K.M., Ragatz R.A.**, *Principios de los Procesos Químicos*, Tomo I, *Balances de Materia y Energía*, Ed. Reverté S.A., Barcelona 1978
- ✓ **Hougen O.A., Watson K.M., Ragatz R.A.**, *Principios de los Procesos Químicos*, Tomo II, *Termodinámica*, Ed. Reverté S.A., Barcelona 1978

## Sitios de interés

---