

**PROGRAMA DE CURSO**  
**Termodinámica**

**A. Antecedentes generales del curso:**

Departamento	Física					
Nombre del curso	Termodinámica					
Nombre del curso en inglés	Thermodynamics					
Código	FI2004		Créditos	6		
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	-----	
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica FI 2001</li> <li>• Química IQ 2211</li> <li>• Cálculo en Varias Variables MA 2001</li> </ul>					

**B. Propósito del curso:**

El curso de Termodinámica establece los conceptos fundamentales, a nivel macroscópico, de los fenómenos en que intervienen transferencias de energía.

Se muestra que la termodinámica impone restricciones, lo que limita el rendimiento de máquinas y dispositivos, así como la factibilidad de que ocurran ciertos procesos. Se muestra que la solución de problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible está limitada no solo por la finitud de recursos sino también por las leyes físicas.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y competencias genéricas (CG):

**CE1:** Aplicar conceptos fundamentales de física para describir y predecir el comportamiento de sistemas simples que involucren el movimiento de partículas y las fuerzas que lo originan.

**CE5:** Experimentar y analizar fenómenos naturales e industriales que ocurren en procesos relacionados con la ingeniería y ciencias, utilizando los modelos y/o leyes fundamentales de la química.

**Comunicación académica y profesional:**

**CG1:** Leer de forma comprensiva y analítica diferentes tipos de textos pertinentes para su formación en el nivel. Asimismo, expresar de manera eficaz, clara, precisa e informada sus ideas basadas en evidencia, opiniones e indagaciones, en situaciones académicas formales, tanto en modalidad oral como escrita.

**Trabajo en equipo:**

**CG3:** Interactuar y colaborar de forma activa con el equipo para trabajar en tareas conjuntas, demostrando responsabilidad, autoexigencia, disposición para escuchar y aceptar opiniones diversas frente al cumplimiento de la tarea.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE5	RA1: Reconoce en el entorno humano, ambiental o industrial problemas relacionados con la transformación de la materia y energía, partiendo desde el balance de energía, entropía y masa, para situaciones cercanas al equilibrio.
CE1, CE5	RA2: Aplica los conceptos de energía, entropía, función de energía libre de Helmholtz y Gibbs, y entalpía a modelos simples de fenómenos reales en procesos reversibles y aplica este conocimiento a los fenómenos irreversibles.
CE1, CE5	RA3: Utiliza la termodinámica para formular modelos simples que describen motores, refrigeradores y otros dispositivos y su rendimiento, a fin de describir los procesos físico y químicos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1, CG3	RA4: Analiza, en forma grupal, procesos y/o efectos de las leyes de la termodinámica, a través de la experimentación, con el fin de relacionar resultados de fenómenos y procesos.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2,	Leyes de la Termodinámica	7 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p><b>1 Ecuaciones de estado empíricas.</b></p> <p>1.1.1 Gas ideal y no ideal.</p> <p>1.1.2. Magnitudes extensivas e intensivas.</p> <p><b>1.2 Ley cero de la Termodinámica o de existencia de la temperatura.</b></p> <p><b>1.3 Primera Ley de la termodinámica.</b></p> <p>1.3.1 Trabajo.</p> <p>1.3.2 Calor.</p> <p>1.3.3 Procesos adiabáticos, isotérmicos, isobáricos y otros.</p> <p>1.3.4 Capacidades térmicas.</p> <p>1.3.5. Ciclos termodinámicos.</p> <p><b>1.4 Segunda Ley de la termodinámica.</b></p> <p>1.4.1 Microestados accesibles de un sistema macroscópico</p> <p>1.4.2 Entropía</p> <p>1.4.3 Ley de crecimiento de la entropía.</p> <p>1.4.4 Reversibilidad e irreversibilidad</p> <p>1.4.5 Enunciado de Clausius.</p> <p>1.4.6 Teorema de Clausius.</p> <p>1.4.7 Transferencia reversible de entropía.</p> <p><b>1.5 Tercera Ley de la termodinámica.</b></p> <p><b>1.6 Funciones o potenciales termodinámicos (energías libres).</b></p> <p>1.6.1 Función de Helmholtz (F ), como trabajo en procesos isotérmicos.</p> <p>1.6.2 Función de Gibbs (G).</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explica los modelos que describen el comportamiento del gas ideal y no ideal.</li> <li>2. Explica los conceptos de sistema termodinámico, variables y funciones termodinámicas.</li> <li>3. Explica las leyes termodinámicas que gobiernan las transferencias de la energía.</li> <li>4. Define e identifica procesos reversibles e irreversibles.</li> <li>5. Analiza procesos termodinámicos en sistemas de gases ideales y no ideales, calculando sus variables termodinámicas.</li> <li>6. Resuelve ejercicios sobre problemas de termodinámica.</li> <li>7. Reconoce la existencia de procesos irreversibles e identifica la existencia de procesos prohibidos por la termodinámica.</li> <li>8. Utiliza variables y funciones termodinámicas para resolver problemas particulares de la física y de la química.</li> <li>9. Utiliza los ciclos termodinámicos para la resolución de problemas del ámbito tecnológico.</li> <li>10. Explica el origen de los valores absolutos de la entropía.</li> <li>11. Identifica la función entalpía</li> <li>Identifica las funciones de Helmholtz y Gibbs (energías libres) y el potencial químico.</li> <li>12. Ocupa las relaciones de Maxwell para resolver ejercicios termodinámicos.</li> <li>13. Resuelve ejemplos que involucran la ecuación de Gibbs-Helmholtz.</li> </ol>	

1.6.3 Ecuación de Gibbs-Helmholtz. 1.6.4 Relaciones de Maxwell. 1.6.5 Potencial químico.	
<b>Bibliografía de la unidad</b>	(1) Blundell, Capítulos 1, 2, 4, 11, 12, 14, 16, 18, 22, 26,27. (2) Reif, Capítulos 4, 5, 7 (3) Atkins, de Paula. Capítulos 1,2,3. (4) G. Castellan. Capítulos 2,3,6,7,8,9,10. (5) I.N. Levine. Capítulos 1,2,3,4,5.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA3	Máquinas térmicas	2 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
<b>2. 1 Máquinas térmicas</b> 2.1.1 Ciclo de Carnot. 2.1.2 Rendimiento de Carnot 2.1.3 Enunciado de Kelvin.Plank de la segunda ley 2.2 Máquinas frigoríficas 2.2.2 Eficiencia de Carnot 2.2.3 Bomba térmicas 2.3 Máquinas no térmicas (ciclos de interés tecnológico) 2.3.1 Ciclo de Otto 2.3.2 Ciclo Diesel 2.3.3 Ciclo de Striling		1. Reconoce la existencia de procesos imposibles, prohibidos por las leyes termodinámicas 2. Calcula el rendimiento límite de una máquina ideal y lo usa para acotar el de una real. 3. Calcula la eficiencia límite de un refrigerador ideal y lo usa para acotar el de una real. 4. Calcula el rendimiento de ciclos de interés tales como los de Carnot, Diesel, Otto, etc	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		(1) Blundell, Capítulo 13	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2	Equilibrio	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<b>3.1 Equilibrio.</b> 3.1.1 Descripción general del equilibrio. 3.1.2. Equilibrio en reacciones químicas. 3.1.3. Equilibrio de fases 3.1.4. Regla de las fases de Gibbs. 3.1.5. Ecuación de Clapeyron. 3.1.6. Aproximación de Clausius-Clapeyron. 3.1.7. Diagramas de fases de un componente.		El estudiante: 1. Aplica el potencial químico y la función de Gibbs a la descripción general del equilibrio. 2. Resuelve ejercicios sobre problemas de equilibrio de fases en sistemas de un componente.	
Bibliografía de la unidad		(1) Bundell, Capítulo 28 (2) Reif, Capítulo 7 (3) Atkins, de Paula. Capítulos 4,6,7. (4) G. Castellan. Capítulos 11,12. I.N. Levine. Capítulos 4,6,7.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4	Aplicaciones a sistemas ideales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p><b>3.1. Termodinámica estadística.</b></p> <p>3.1.1 Función suma sobre estados Z (función de partición)</p> <p>3.1.2 Probabilidad de un microestado en equilibrio térmico</p> <p>3.1.3 Cinética de los gases, distribución de Maxwell Boltzmann, efusión, propiedades de transporte.</p> <p>3.1.4 Gas ideal de fotones, ley de radiación de Stefan Boltzmann, ley de Plank.</p> <p>3.1.5 Coeficientes de transporte (difusión, viscosidad, flujo de calor).</p> <p>3.1.6 Ecuación del calor, ecuación de difusión.</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Describe un gas como un sistema de partículas que obedece leyes estadísticas a fin de calcular sus propiedades.</li> <li>Utiliza los conceptos estadísticos para calcular la radiación emitida por un cuerpo incandescente.</li> <li>Calcula coeficientes de transporte fuera del equilibrio.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<ol style="list-style-type: none"> <li>Blundell, Capítulo 5, 6, 7, 8, 9, 10, 23</li> <li>Reif, Capítulos 2, 3, 6, 8</li> <li>Atkins, de Paula. Capítulos 22, 23.</li> <li>G. Castellan. Capítulos 32.</li> <li>Levine. Capítulo 17.</li> </ol>	

#### D. Estrategias de enseñanza:

La metodología de trabajo es activo – participativa, donde el estudiante, mediante la resolución de ejercicios puede acercarse a las temáticas de los fenómenos de la Termodinámica para describir su funcionamiento, siendo el rol del docente el de mediador que favorece el trabajo de reflexión por parte de los estudiantes.

#### E. Estrategias de evaluación:

El curso contempla distintas instancias de evaluación de proceso.

- Evaluaciones parciales (controles, tareas, trabajo en clases, laboratorios, entre otros). Con un máximo de 3 controles por semestre.
- Examen final.

#### F. Recursos bibliográficos:

##### Bibliografía obligatoria:

- (1) Stephen J. Blundell y Katherine M. Blundell (2016) Concepts in Thermal Physics, Oxford University Press. Capítulos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 23.
- (2) Frederick Reif. Física Estadística, (Berkeley Physics Course V 5). Capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6.

##### Bibliografía complementaria

- (3) P. Atkins, J. de Paula. (2008) Química Física. Ed. Médica Panamericana.
- (4) G.W. Castellan, Addison Wesley Longman (1998) Fisicoquímica 2aEd
- (5) I. N. Levine (2004) Fisicoquímica. Mc Graw Hill , 5ª Ed. 2004
- (6) P. W. Atkins, W.H. Freeman &Co (2006) Physical Chemistry . N.Y. 8th Ed(7) D. Kondepudi e Ilya Progogine, Wiley (2015) Modern Thermodynamics.(8) Herbert B. Callen. Termodinámica,



**G. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:**

Vigencia:	Primavera 2020
Elaborado por:	Felipe Barra Marcel Clerc Victor Fuenzalida
Validado por:	CTD
Revisado por:	Área de Gestión Curricular, AGC