

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO										
Nombre de la Unidad Académica:		División de Ciencias e Ingenierías								
Nombre del Programa Educativo:		Maestría en Ciencias Aplicadas								
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:		Termodinámica fuera del equilibrio				Clave:		TFE		
Fecha de Elaboración:						Horas/Semana/Semestre				
Prerrequisitos					Teoría Presenciales		4			
Cursada y Aprobada:					Trabajo individual		7			
Cursada:					Créditos:		8			
Caracterización de la Unidad de Aprendizaje										
Por el tipo de conocimiento:		Disciplinaria		Formativa	X	Metodológica				
Por la dimensión del Conocimiento:		Básica	X	General		Profesional				
Por la Modalidad de Abordar el Conocimiento:		Curso	X	Taller		Laboratorio		Seminario		
Por el Carácter de la Unidad de Aprendizaje:		Obligatoria		Recursable		Optativa	X	Selectiva	Acreditable	
Es Parte de un Tronco Común?		Sí		No	X					
Objetivos de la Unidad de Aprendizaje										
1. Que el estudiante pueda extender lo que conoce de termodinámica hacia sistemas que están cerca del equilibrio, conociendo la utilidad de dicha extensión.										
2. Que el estudiante pueda explicar las razones por las cuales es posible realizar esta extensión de la termodinámica.										
Contribución de la Unidad de Aprendizaje al Logro del Perfil de Egreso										
El egresado tendrá un conocimiento preciso sobre el alcance de la termodinámica clásica, irreversible y extendida; logrando lo anterior una actitud crítica sobre el uso y el abuso de las diferentes teorías en la explicación de fenómenos físicos, químicos y biológicos.										
Nombre del Programa		Maestría en Ciencias Aplicadas		Nombre de la Unidad de Aprendizaje		Termodinámica fuera del equilibrio.		Clave:		TFE
Tiempo estimado para el logro de los objetivos: 48 horas					Criterios de Evaluación para Acreditar el Curso: Participación en clase, tareas y exámenes.					
Unidades y Objetos de Estudio	Objetivos Terminales	Productos de Aprendizaje	Actividades de Aprendizaje	Insumos Informativos	Actividad Evaluativa					
1. Introducción. 1.1. Equilibrio local. 1.2. Ecuaciones de conservación de masa, movimiento y energía.	Que el estudiante comprenda el concepto de equilibrio local (7 hrs).	Deducción y desarrollo de las ecuaciones de conservación tomando en cuenta la hipótesis de equilibrio local.	Asistencia a clase, exposiciones y tareas.	Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.	Tareas, exámenes Exposiciones en clase Desarrollo de proyectos Participación en clase Participación en discusiones grupales Autoevaluación y coevaluación Portafolio de evidencias En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora					

<p>2. Concepto de entropía.</p> <p>2.1. La segunda ley de la termodinámica.</p> <p>2.2. Balance y producción de entropía.</p>	<p>Uso del concepto de producción local de entropía e irreversibilidad (7 hrs).</p>	<p>Deducción y uso de ecuaciones que involucran producción local de entropía.</p>	<p>Asistencia a clase, exposiciones y tareas.</p>	<p>Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.</p>	<p>Tareas, exámenes</p> <p>Exposiciones en clase</p> <p>Desarrollo de proyectos</p> <p>Participación en clase</p> <p>Participación en discusiones grupales</p> <p>Autoevaluación y coevaluación</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora</p>
<p>3. Ecuaciones fenomenológicas.</p> <p>3.1. Relaciones lineales de flujos y fuerzas.</p> <p>3.2. El principio de Curie.</p> <p>3.3. Las relaciones de reciprocidad de Onsager.</p>	<p>Que el estudiante comprenda lo que implica, en términos físicos, la importancia de las relaciones de reciprocidad de Onsager dentro de la termodinámica irreversible lineal (7 hrs).</p>	<p>Uso de las relaciones de reciprocidad de Onsager</p>	<p>Asistencia a clase, exposiciones y tareas.</p>	<p>Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.</p>	<p>Tareas, exámenes</p> <p>Exposiciones en clase</p> <p>Desarrollo de proyectos</p> <p>Participación en clase</p> <p>Participación en discusiones grupales</p> <p>Autoevaluación y coevaluación</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora</p>
<p>4. Estados estacionarios de no equilibrio con mínima producción de entropía.</p>	<p>Que el estudiante derive propiedades de no equilibrio en estados estacionarios (7 hrs).</p>	<p>Habilidad en el uso de las ecuaciones que describen sistemas estacionarios de no equilibrio.</p>	<p>Asistencia a clase, exposiciones y tareas.</p>	<p>Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.</p>	<p>Tareas, exámenes</p> <p>Exposiciones en clase</p> <p>Desarrollo de proyectos</p> <p>Participación en clase</p> <p>Participación en discusiones grupales</p> <p>Autoevaluación y coevaluación</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora</p>
<p>5. Fundamentos microscópicos de la termodinámica irreversible lineal.</p> <p>5.1. Reversibilidad microscópica.</p> <p>5.2. Derivación de las relaciones de reciprocidad de Onsager.</p> <p>5.3. La ecuación de Langevin.</p> <p>5.4. El teorema de fluctuación disipación.</p>	<p>Que el estudiante conozca los fundamentos microscópicos de la termodinámica irreversible lineal (7 hrs).</p>	<p>Derivación y comprensión a nivel microscópico de las relaciones de reciprocidad de Onsager.</p>	<p>Asistencia a clase, exposiciones y tareas.</p>	<p>Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.</p>	<p>Tareas, exámenes</p> <p>Exposiciones en clase</p> <p>Desarrollo de proyectos</p> <p>Participación en clase</p> <p>Participación en discusiones grupales</p> <p>Autoevaluación y coevaluación</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora</p>

<p>6. Aplicaciones.</p> <p>6.1. Reacciones químicas: la producción de entropía a escala mesoscópica.</p> <p>6.2. Difusión en sistemas multicomponentes.</p> <p>6.3. Conducción de calor: el efecto Soret.</p> <p>6.4. Sistemas en flujo.</p>	<p>Ilustrar los conceptos aprendidos durante el curso en sistemas específicos (7 hrs).</p>	<p>Manejo de la termodinámica irreversible lineal para explicar efectos observables experimentalmente.</p>	<p>Asistencia a clase, exposiciones y tareas.</p>	<p>Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.</p>	<p>Tareas, exámenes</p> <p>Exposiciones en clase</p> <p>Desarrollo de proyectos</p> <p>Participación en clase</p> <p>Participación en discusiones grupales</p> <p>Autoevaluación y coevaluación</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora</p>
<p>7. Introducción a la termodinámica irreversible extendida.</p>	<p>Ilustrar la necesidad de extender aún más el concepto de irreversibilidad y sus problemas (6 hrs).</p>	<p>Crítica a la termodinámica irreversible extendida.</p>	<p>Asistencia a clase, exposiciones y tareas.</p>	<p>Bibliografía, presentaciones del profesor y exposiciones de los estudiantes.</p>	<p>Tareas, exámenes</p> <p>Exposiciones en clase</p> <p>Desarrollo de proyectos</p> <p>Participación en clase</p> <p>Participación en discusiones grupales</p> <p>Autoevaluación y coevaluación</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>En caso de laboratorio: reportes de prácticas y bitácora</p>

Fuentes de Información

<p>Bibliografía Básica:</p>	<p>Bibliografía Complementaria:</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. S.R. de Groot and P. Mazur, <i>Non-equilibrium thermodynamics</i>, Dover, USA, 1984. 2. S. Kjelstrup, D. Bedeaux, E. Johannessen and J. Gross, <i>Non-equilibrium thermodynamics for engineers</i>, World Scientific, Singapore, 2010. 3. I. Gyarmati, <i>Non-equilibrium Thermodynamics. Field Theory and Variational Principles</i>, Springer, Berlin, 1970. 4. G. Lebon, D. Jou and José Casas-Vázquez, <i>Understanding non-equilibrium thermodynamics</i>, Springer, Berlin, 2010. 	<p>Otras Fuentes de Información: Artículos de investigación seleccionados por el profesor.</p>