



<b>Nombre de la asignatura</b>								<b>Termodinámica de sistemas fuera de equilibrio</b>	<b>Clave de la asignatura</b> C0101169	
<b>Área de formación</b>	<b>Docencia frente a grupo según SATCA</b>			<b>Trabajo de Campo Supervisado según SATCA</b>				<b>Carácter de la asignatura</b>		
	HCS	HPS	TH	C	HTCS	TH	C	TC	( <input type="checkbox"/> Obligatoria	( <input checked="" type="checkbox"/> Optativa
Integral Profesional	3	1	4	4						

<b>SERIACIÓN</b>										
<b>Explícita</b> No						<b>Implícita</b> No				
Asignaturas antecedentes			Asignaturas subsecuentes			Conocimientos previos				
Termodinámica			No aplica.			Leyes y métodos de la termodinámica de equilibrio, cálculo tensorial, desarrollo en Taylor de funciones de varias variables.				



### PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA

Conocer los fundamentos teóricos, que permiten calcular las propiedades térmicas de los sistemas que se encuentran fuera de equilibrio.  
Calcular la relación fundamental de la termodinámica de un sistema fuera de equilibrio.

### COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Genéricas	Específicas
1. Capacidad de análisis y síntesis 2. Pensamiento crítico y creativo 3. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	Modelar el comportamiento de fenómenos naturales, determinando las variables que los gobiernan y las relaciones existentes entre ellos a fin de generar herramientas para la solución de problemas científicos y tecnológicos, acorde a los estándares vigentes.

UNIDAD No. 1	Termodinámica de equilibrio y leyes de conservación	Horas estimadas para cada unidad
		20
CONTENIDOS		
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje
1.1. Relación fundamental de la		Participación individual y en equipo en



<p>termodinamica de equilibrio.</p> <p>1.2. Ecuación de Euler</p> <p>1.3. Potenciales termodinamicos</p> <p>1.4. Estabilidad.</p> <p>1.5. Reacciones químicas.</p> <p>1.6. Postulado de equilibrio local.</p> <p>1.7. Ecuaciones de evolución de la masa, momento, energía, carga y concentración.</p>	<p>Aplica los principios de la termodinamica de equilibrio.</p> <p>Deriva los criterios de estabilidad y comprende sus implicaciones físicas.</p> <p>Se realiza el balance de fuerzas actuando sobre el sistema para establecer la conservación del momento.</p>	<p>clase en la resolución de problemas.</p> <p>Participación en exposición individual en el salón de clases.</p> <p>Resolución de una serie de problemas, con fecha de entrega.en Examen Escrito</p>
--	--	--

<b>UNIDAD No. 2</b>	<b>Termodinámica de procesos irreversibles</b>	<b>Horas estimadas para cada unidad</b>
<b>CONTENIDOS</b>		
<b>Conceptuales</b>		
2.1 Formulación local del segundo principio de la termodinámica	Analiza las leyes de conservación para sistemas termodinámicos en no equilibrio.	Participación individual y en equipo en clase en la resolución de problemas.
2.2 Flujo de entropía y producción de entropía		Participación en exposición individual en el salón de clases.
2.3 Ecuaciones y coeficientes fenomenológicos	Utiliza el postulado de equilibrio local para establecer la relación fundamental de entropía.	Resolución de una serie de problemas, con fecha de entrega.
2.4 Relaciones de reciprocidad de Onsager.		
2.5 Principio de Curie.		



2.6 Producción de entropía. 2.7 Teorema de mínima producción de entropía y sus limitaciones.	Deriva la relación de reciprocidad de Onsager y conoce sus implicaciones físicas.  Se utiliza el principio de Curie para identificar las simetrías implicadas en el comportamiento del sistema.	Examen Escrito.
---	---	-----------------

UNIDAD No. 3	Procesos simples y acoplados	Horas estimadas para cada unidad
		24

**CONTENIDOS**

Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje
3.1 Balance entropico. 3.2 Ecuaciones fenomenológicas y relaciones de reciprocidad de Onsager. 3.3 Conducción térmica y eléctrica. 3.4 Difusión simple. 3.5 Termoelectricidad. 3.6 Termodifusión. 3.7 Estabilidad en sistemas alejados del equilibrio.	<i>Realiza el balance de entropía, puede distinguir si el sistema se comporta en forma reversible o irreversible.</i>  <i>Analiza el proceso de difusión simple, en el cual el potencial químico sobre la bicapa lipídica toma el mismo valor.</i>  <i>Analiza el proceso de conversión de energía térmica en energía eléctrica y</i>	Participación individual y en equipo en clase en la resolución de problemas. Participación en exposición individual en el salón de clases. Resolución de una serie de problemas, con fecha de entrega. Resolución de problemas por método de casos. Examen escrito.



	<p>viceversa.</p> <p>Analiza el proceso de termodifusión mediante el cual existe una migración de algunos de los elementos una mezcla , debido a un gradiente de temperatura.</p>	
--	---	--

<b>Contenidos procedimentales</b>	<b>Contenidos actitudinales</b>
<p>Construye la relación fundamental de un sistema en equilibrio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Calcula las condiciones de estabilidad que satisface un sistema en la formulación entrópica o energética.</li> <li>-Analiza los flujos de energía internos y externos, a los que esta sujeto el sistema, realiza el balance de estas; se establece la conservación de la energía.</li> <li>-Utiliza la hipótesis de equilibrio local para establecer la forma del segundo principio de la termodinámica.</li> <li>-Analiza la relación entre flujos y fuerzas que permiten derivar la relación de Onsager.</li> <li>-Analiza la capacidad de conducción de calor de los materiales,</li> </ul>	<p>Tolerancia a las ideas, opiniones o críticas de otros.</p> <p>Perseverancia para el logro de sus metas.</p> <p>Dispocisión al trabajo individual y en equipo.</p> <p>Disciplina.</p>



identifica materiales en conductores de calor y aislantes térmicos.

Distingue materiales que conducen cargas con facilidad y aquellos que no lo permiten.

#### **Metodología para la construcción del conocimiento**

<b>Actividades de aprendizaje con el docente</b>	<b>Actividades de aprendizaje autónomo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis, discusión e ilustración de las definiciones y conceptos.</li> <li>-Discusión y aplicación de los criterios de estabilidad.</li> <li>-Discusión de hipótesis del equilibrio local, alcances y restricciones.</li> <li>-<i>Análisis y discusión de los fundamentos teóricos. Discusión de la relación entre flujos y fuerzas.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollos teóricos, discusión de casos, planteamiento de problemas.</li> </ul> </li> <li>-Análisis y discusión de la solución de problemas .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Busqueda de información bibliográfica, en biblioteca o en forma virtual, lectura de los mismos.</li> <li>-Ejercicios para reafirmar conceptos.</li> <li>-Análisis de casos de sistemas físicos en no equilibrio.</li> <li>-Resumen de los temas discutidos.</li> </ul>

#### **Evidencias de desempeño**

<b>Acreditación</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
De acuerdo al reglamento escolar oficial vigente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de portafolio de evidencias.</li> <li>-Se realiza durante el ciclo, con actividades en clases. Se realizan tres evaluaciones parciales en el ciclo.</li> <li>-Participacion individual.</li> </ul>	<p>Serie de ejercicios con fecha de entrega 20%</p> <p>-Participación en exposiciones. 15%</p> <p>-Elaboración de notas de un tema</p>



		<i>específico (ensayo o discusión de un tema)</i>	15%
		-Examen	50%

<b>FUENTES DE APOYO Y CONSULTA</b>	
<b>BÁSICA</b>	
1.	12. S. R. De Groot, P. Mazur. (2011). Non equilibrium thermodynamics, Dover USA.
2.	D. Kondepudi, I. Prigogine. (1998). Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures. Wiley Interscience, London
3.	I. Prigogine. (1974). Introducción a la Termodinámica de los Procesos Irreversibles. Selecciones Científicas, Madrid.
4.	L. García-Colin. (1990). Termodinámica de Procesos Irreversibles. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
5.	García Villaluenga, J.P., Relaño Pérez, A. (2018). Termodinámica en sistemas fuera del equilibrio. Ediciones Complutense, Madrid.
6.	R. Haase. (1990). Thermodynamics of Irreversible Processes, Dover, London.
<b>COMPLEMENTARIA</b>	
1.	Demirel, Y. (2007). Nonequilibrium Thermodynamics. Elsevier, Amsterdam.
2.	Glandsdorff, P., Prigogine, I. (1971). Structure, Stability and Fluctuations. Wiley Interscience, London.
3.	Nicolis, G., Prigogine, I. (1977) Self-organization in nonequilibrium systems. From dissipative structures to order through



fluctuations. Wiley Interscience, New York.

4. M. Criado Sánchez y J. Casas Vázquez. (1988). Termodinámica Química y de los procesos Irreversibles. Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid.

<b>RESPONSABLE DEL DISEÑO</b>	
Elaborado por	<b>Dr. José Guadalupe Segovia López.</b>
Fecha actualización	<b>Octubre de 2024</b>

#### Nomenclatura

HCS- Horas Clase a la semana.

HPS- Horas Prácticas a la semana (laboratorio, seminarios o talleres).

HTCS-Hora de Trabajo de Campo Supervisado a la semana (Servicio Social, Práctica Profesional, internado, estancias, ayudantías).

TH- Total de Horas.

C- Créditos.

TC-Total de créditos.