

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Nanofísica II</b>
Carrera:	<b>Ingeniería en Nanotecnología</b>
Clave de la asignatura:	<b>NAF-0916</b>
SATCA <sup>1</sup> :	<b>3-2-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

La asignatura de Nanofísica II está enfocada a dar un panorama sobre la importancia de la Nanotermodinámica en el estudio de las propiedades de los materiales a nanoescala.

Los estudios realizados a los materiales a nanoescala que contienen un número relativamente pequeño de constituyentes han mostrado que sus propiedades difieren de sus homólogos macroscópicos. Esto ha dado la pauta de introducir un nuevo enfoque denominado "Nanotermodinámica"

La Nanotermodinámica se encuentra entre la termodinámica clásica y la termodinámica cuántica. Como su propio nombre lo indica, la Nanotermodinámica estudia sistemas a la nanoescala.

### **Intención didáctica.**

El temario está distribuido en cinco unidades. En la primera unidad se empieza con una breve recapitulación de la termodinámica clásica y la investigación de los cambios en la energía provenientes de una reacción química o física.

En la segunda unidad se analiza la mecánica estadística que involucra los conocimientos de los niveles de energía moleculares y atómicos con la expresión macroscópica de las propiedades de los materiales y su uso de enlace entre la mecánica cuántica y la termodinámica clásica.

En la tercera unidad se muestran algunas consideraciones sobre procesos que ocurren fuera del estado de equilibrio en un sistema termodinámico.

En la cuarta unidad se aborda el estudio de la teoría de Terrell L. Hill, el cuál modifica las relaciones termodinámicas debido a los efectos del entorno y se muestra como la Nanotermodinámica conecta a los nanosistemas con la

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

termodinámica a macroescala.

En la última unidad se analiza el modelado de nanosistemas mediante la mecánica estadística y se hace una reflexión de lo que se puede hacer con la Nanotermodinámica.

Es muy recomendable que el profesor trabaje en el área de su profesión para estar al tanto de los últimos acontecimientos. La enseñanza debe proporcionar entornos de aprendizaje ricos en recursos educativos (información bien estructurada, actividades adecuadas y significativas). Es importante crear el interés que lleve a una construcción del aprendizaje por propia convicción del estudiante y no solo para pasar un examen, sabemos que no es fácil, pero es nuestra tarea.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias Específicas	Competencias Genéricas
Analizar las propiedades termodinámicas de los materiales a nanoescala tomando en cuenta los efectos del entorno. Utilizar la mecánica estadística como una herramienta de enlace entre la mecánica cuántica y la termodinámica clásica.	<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li><li>• Habilidades de gestión de la información.</li><li>• Comunicación oral y escrita.</li></ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trabajo en equipo.</li><li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad.</li></ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Habilidad de trabajar en forma autónoma.</li></ul>

### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<b>Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez del 27 al 29 de Abril de 2009.</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Celaya, Saltillo, Ciudad	Primera Reunión Nacional de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias

	Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	profesionales de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología e Ingeniería Logística del SNEST.
<b>Instituto Tecnológico de Puebla del 8 al 12 de Junio de 2009</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Celaya, Saltillo, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua	Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de las carreras de Ing. en Nanotecnología, Gestión Empresarial, Logística, y asignaturas comunes del SNEST.
<b>Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de Noviembre de 2009</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua	Segunda Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ing. en Nanotecnología, del SNEST.
<b>Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de Mayo de 2010</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Superior de Irapuato, Chihuahua y Saltillo	Reunión Nacional de Consolidación de la carrera de Ingeniería en Nanotecnología.

#### **5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencia específica a desarrollar en el curso)**

Analizar las propiedades termodinámicas de los materiales a nanoescala tomando en cuenta los efectos del entorno. Utilizar la mecánica estadística como una herramienta de enlace entre la mecánica cuántica y la termodinámica clásica.

#### **6.- COMPETENCIAS PREVIAS**

- Manejar elementos básicos de las tecnologías de la información y comunicación.
- Tener habilidad para la lectura.
- Saber comunicarse en forma oral.
- Conocimientos básicos de Termodinámica.
- Conocimientos básicos de Fisicoquímica.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Termodinámica y Nanotermodinámica	1.1. Antecedentes 1.2. Leyes de la termodinámica 1.3. Ecuaciones fundamentales de termodinámica 1.4. Constantes de equilibrio y cinética de reacción 1.5. Perspectiva a Nanoescala 1.6.
2	Mecánica Estadística	2.1. Microestados y macroestados 2.2. Ensemble canónico 2.3. Funciones de partición. 2.4.
3	Termodinámica fuera del equilibrio	3.1. Relaciones Onsager 3.2. Termodinámica fuera de equilibrio 3.3. El concepto de pseudoequilibrio 3.4. Sistemas celulares y subcelulares
4	Nanotermodinámica	4.1. Antecedentes 4.2. Aplicación de termodinámica clásica a nanomateriales 4.3. Termodinámica de sistemas pequeños 4.4. Introducción del termino Nanotermodinámica 4.5. Teoría de Terrell L. Hill 4.6. Variables ambientales
5	Tendencias de nanotermodinámica la	5.1. No extensividad y no intensividad 5.2. La ecuación de Gibbs para nanosistemas 5.2. Nanotermodinámica de una molécula simple 5.3. Modelado de nanosistemas mediante mecánica estadística.

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Realizar síntesis y abstracción de la información relevante en forma oral o escrita.
- Impulsar la transferencia de las competencias adquiridas en la asignatura a diferentes contextos

- Crear situaciones que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y para la solución de problemas.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer ejemplos guía.
- Propiciar en el estudiante, el sentimiento de logro y de ser competente.
- Propiciar el planteamiento de preguntas y la solución de problemas, así como el aprendizaje a partir del error.
- Enseñar a valorar los aciertos y corregir los errores.
- Procurar que los estudiantes participen en la definición de los conceptos y evitar dárselos elaborados.
- Retroalimentar de manera permanente el trabajo de los estudiantes.
- Evaluar los contenidos de acuerdo a la forma como fueron enseñados.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación deber ser continua y formativa, por lo que se debe considerar el desempeño de cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo énfasis en:

- Participa activamente en clase.
- Expone trabajos.
- Realiza ejercicios prácticos.
- Realiza pruebas escritas.
- Participa en debates, foros y/o diálogos.
- Realiza lecturas y análisis de textos
- Redacta textos.

*Instrumentos de Evaluación:*

- Resúmenes y síntesis.
- Exámenes escritos.
- Informes.
- Presentaciones electrónicas.  
Organizadores gráficos (Mapas conceptuales, mapas mentales, cuadros sinópticos, diagramas, tablas, cuadros comparativos)

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Termodinámica y Nanotermodinámica

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
--------------------------------------	----------------------------

<p>Describir el comportamiento macroscópico de sistemas usando los principios de la termodinámica clásica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un resumen de los cinco tipos de energía.</li> <li>• Representar la ley cero de la termodinámica mediante la analogía del axioma de transitividad de álgebra.</li> <li>• Realizar una tabla de los parámetros termodinámicos con sus principales características.</li> <li>• Calcular la constante de equilibrio para una reacción dada.</li> </ul>
--	---

## Unidad 2: Mecánica Estadística

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Derivar las propiedades termodinámicas de abajo hacia arriba (“bottom-up”) utilizando las herramientas de la mecánica estadística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre los personajes que establecieron las bases de la mecánica estadística.</li> <li>• Distinguir la diferencia entre “micro” y “macro” estado.</li> <li>• Elaborar un mapa mental de los ensambles canónicos.</li> <li>• Expresar parámetros termodinámicos con la adición de un componente estadístico.</li> </ul>

## Unidad 3: Termodinámica fuera del equilibrio

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Relacionar el comportamiento termodinámico de los nanomateriales con el entorno inmediato.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir la cuantificación de la entropía como un factor importante en nanotermodinámica.</li> <li>• Hacer un listado de reacciones irreversibles.</li> <li>• Investigar el mecanismo convencional de la célula Bénard.</li> <li>• Elaborar un mapa mental del concepto de pseudoequilibrio.</li> <li>• Discutir la eficiencia y disipación de calor de la acción de la kinesina.</li> </ul>

## Unidad 4: Nanotermodinámica

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
--------------------------------------	----------------------------

<p>Estudiar nanosistemas en equilibrio a partir de la teoría de Terrell L. Hill.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un cuadro comparativo de los parámetros entre “macro” y “nano” termodinámica.</li> <li>• Discutir aplicaciones de la termodinámica clásica a nanomateriales.</li> <li>• Calcular la entalpía de reacción de nanotubos de pared sencilla a partir de la descomposición de metano.</li> <li>• Investigar la teoría de Terrell L. Hill para sistemas pequeños.</li> </ul>
--	--

### Unidad 5: Tendencias de la nanotermodinámica

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Reconocer el potencial de contribución de la nanotermodinámica en la nanociencia y nanotecnología.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la formulación de Tsallis y la formulación sin considerar la termodinámica de Tsallis.</li> <li>• Distinguir la diferencia entre no extensividad y no intensividad.</li> <li>• Exponer ejemplos de simulaciones computacionales de nanomateriales.</li> <li>• Realizar una reflexión de las tendencias de la nanotermodinámica.</li> </ul>

### 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

- Hornyak, G. L.; Dutta, J.; Tibbals, H. F. & Rao, A. K. Introduction to Nanoscience. CRC Press, Boca Raton, USA; 2008.
- Hill, T. L. Thermodynamics of Small Systems. Dover, New York; 1994.
- CRC Handbook of Chemistry & Physics. 2001-2002.

### 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Cálculo de propiedades termodinámicas de nanosistemas empleando software de trabajo.