

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Nanotecnología
3. **Plan de Estudios:** 2019-2
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Mecánica Cuántica
5. **Clave:** 33584
6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



**Equipo de diseño de PUA**

Jorge Octavio Mata Ramírez

Rubén César Villarreal Sánchez

Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez

**Firma**  
*Jorge Octavio Mata Ramírez*  
*Rubén César Villarreal Sánchez*  
*Priscilla Elizabeth Iglesias Vázquez*

**Vo.Bo. de subdirector de Unidad Académica**

Humberto Cervantes de Ávila

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE INGENIERÍA,  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
ENSENADA, S.C.

**Firma**

*Humberto Cervantes de Ávila*

**Fecha:** 14 de agosto de 2018

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Mecánica Cuántica tiene como propósito que los estudiantes adquieran los conocimientos introductorios a la mecánica cuántica no-relativista. Ésta unidad proporciona las bases para que el estudiante analice diferentes fenómenos físicos en la escala microscópica, que le permitan solucionar problemas en los ámbitos científico y tecnológico. Esta asignatura es de carácter optativa que se imparte en la etapa disciplinaria. Para poder cursar esta unidad de aprendizaje se requiere que el estudiante tenga conocimientos de Física Moderna, Mecánica Clásica, Ecuaciones Diferenciales y Tópicos Selectos de Matemáticas para Nanotecnología.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios de la mecánica cuántica, mediante el razonamiento deductivo y el uso de las herramientas matemáticas, para aplicarlos a la resolución de problemas que le permitan describir y explicar fenómenos físicos microscópicos, así como sus aplicaciones en otras ramas de la ciencia, de manera objetiva, fomentando el trabajo en equipo, la disciplina y la responsabilidad.

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Portafolio de problemas que contenga el desarrollo de ejercicios de mecánica cuántica utilizando herramientas de matemáticas avanzadas, así como los análisis de los resultados de problemas físicos a pequeñas escalas, mostrando un manejo adecuado de los conceptos y las leyes de la física y la matemática.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Orígenes de la mecánica cuántica

**Competencia:**

Estudiar los orígenes de la mecánica cuántica, mediante el análisis de los fenómenos físicos que generaron el desarrollo de esta teoría, para establecer el marco de referencia de la descripción de sistemas cuánticos, con una actitud crítica y responsable.

**Contenido****Duración:** 4 horas

- 1.1. Radiación de cuerpo negro y teoría de Planck.
- 1.2. Efecto fotoeléctrico.
- 1.3. Efecto Compton.
- 1.4. Comportamiento ondulatorio de la materia.
- 1.5. Mecánica cuántica primitiva.

## UNIDAD II. Herramientas matemáticas de la mecánica cuántica

### **Competencia:**

Aplicar las herramientas matemáticas de la mecánica cuántica, mediante el uso de las propiedades de objetos matemáticos como los espacios de Hilbert, operadores lineales, vectores propios y valores propios, para describir la formulación matemática de la mecánica cuántica, con actitud reflexiva y comprometida.

### **Contenido**

**Duración:** 6 horas

- 2.1. Espacios vectoriales lineales.
- 2.2. Espacios de producto interno.
- 2.3. Espacio dual y la notación de Dirac.
- 2.4. Operadores lineales.
- 2.5. El problema de eigenvalores

## UNIDAD III. Postulados de la mecánica cuántica

### Competencia:

Analizar los principios de la mecánica cuántica, mediante el estudio de los postulados en los que se fundamenta esta teoría, para aplicarlos a la descripción y medición de variables físicas de fenómenos microscópicos, con una actitud crítica y comprometida.

### Contenido

**Duración:** 6 horas

- 3.1. Postulados de la mecánica cuántica.
  - 3.1.1. Descripción del estado de un sistema.
  - 3.1.2. Descripción de las cantidades físicas;
  - 3.1.3. Mediciones de cantidades físicas.
  - 3.1.4. Evolución temporal de sistemas físicos.
- 3.2. Interpretación física de los postulados.
  - 3.2.1. Interpretación de la función de onda.
  - 3.2.2. Cuantización de cantidades físicas.
  - 3.2.3. El proceso de medición.
  - 3.2.4. El valor esperado de una observable.
  - 3.2.5. Incertidumbre en una medición.
  - 3.2.6. Compatibilidad de observables.
  - 3.2.7. Reglas de conmutación.
- 3.3. Ecuación de Schrödinger.
  - 3.3.1. Propiedades generales de la ecuación de Schrödinger.
  - 3.3.2. El principio de superposición y las predicciones físicas.
  - 3.3.3. Interpretación física de una superposición lineal de estados.

## UNIDAD IV. Estados de una partícula en una dimensión

### Competencia:

Resolver problemas físicos que se presentan en sistemas cuánticos unidimensionales, mediante la solución de la ecuación de Schrödinger, para analizar el comportamiento de fenómenos físicos microscópicos, fomentando el trabajo en equipo y la actitud crítica.

### Contenido

**Duración:** 8 horas

- 4.1. Propiedades generales de las soluciones de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo.
- 4.2. La partícula en una caja de paredes infinitas.
- 4.3. Ecuación de continuidad para la densidad de probabilidad.
- 4.4. Corriente de probabilidad.
- 4.5. Coeficientes de reflexión y transmisión.
- 4.6. Escalón rectangular.
- 4.7. Barrera rectangular.
- 4.8. El efecto túnel.
- 4.9. Pozo rectangular finito.
- 4.10. Oscilador armónico.
- 4.11. Evolución temporal de los valores esperados: teorema de Ehrenfest.

## UNIDAD V. Momento angular y átomo de hidrógeno

### Competencia:

Estudiar las propiedades del momento angular orbital de las partículas, mediante la solución de la ecuación de Schrödinger, para analizar aplicaciones físicas del momento angular orbital, como el átomo de Hidrógeno, con una actitud responsable y comprometida.

### Contenido

**Duración:** 8 horas

- 5.1. El problema de eigenvalores de  $L_z$ .
- 5.2. Momento angular en tres dimensiones.
- 5.3. Reglas de conmutación de momento angular.
- 5.4. El problema de eigenvalores de  $L^2$  y  $L_z$ .
- 5.5. El problema de eigenvalores en el átomo de Hidrógeno.
- 5.6. Degeneración del espectro del hidrógeno.
- 5.7. Espín.

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD I</b>				
1	Aplicar los conceptos que dieron origen a la mecánica cuántica mediante la realización de cálculos de fenómenos físicos para la comprensión de esta teoría, de manera objetiva y responsable.	Calcular cantidades físicas relacionadas con el fenómeno de radiación de cuerpo negro, efectos fotoeléctricos y Compton, así como del comportamiento ondulatorio de la materia.	Papel, lápiz, computadora y/o proyector	4 horas
<b>UNIDAD II</b>				
2	Manejar las herramientas matemáticas de la mecánica cuántica, mediante la realización de cálculos, con el fin de aplicarlos a la descripción de sistemas físicos, discutiendo y colaborando en equipo.	Realizar ejercicios matemáticos de espacios vectoriales en notación de Dirac.	Papel, lápiz, computadora y/o proyector	6 horas
<b>UNIDAD III</b>				
3	Interpretar y aplicar los postulados de la mecánica cuántica, mediante la realización de cálculos, con el fin de aplicarlos a la descripción de sistemas	Usar los postulados de la mecánica cuántica para la interpretación de fenómenos de la física microscópica.	Papel, lápiz, computadora y/o proyector	6 horas

	físicos, de manera objetiva y con actitud crítica.			
<b>UNIDAD IV</b>				
4	Modelar problemas físicos descritos por la ecuación de Schrödinger, mediante la realización de cálculos, para estudiar el comportamiento de sistemas cuánticos unidimensionales, fomentando el trabajo en equipo.	Resolver la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo en una dimensión para diferentes tipos de potencial.	Papel, lápiz, computadora y/o proyector	8 horas
5	Analizar las propiedades matemáticas del operador de momento angular orbital y de espín, mediante la realización de cálculos, para aplicarlos a la descripción de sistemas nanoscópicos, con disposición al trabajo en equipo y responsabilidad.	Usar las propiedades del momento angular orbital y de espín para resolver problemas físicos en sistemas cuánticos.	Papel, lápiz, computadora y/o proyector	8 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno

### **Estrategia de enseñanza (docente)**

Exposición de temas.

Promover la investigación documental.

Resolución de problemas.

Exponer las características de los conceptos a trabajar.

Dirigir el desarrollo integral del Taller y supervisar la correcta realización de ésta y el correcto desarrollo de la competencia.

Revisar la elaboración y el desarrollo del portafolio.

Revisar el correcto avance del portafolio de evidencias.

Supervisar el adecuado desarrollo del curso.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

Elaborar reportes de investigación documental ,

Exposición en equipo.

Resúmenes, organizadores gráficos,

Trabajo colaborativo.

Resolución de problemas.

Revisar las características del taller a realizar y complementar con búsquedas informativas los temas.

Elaborar el portafolio y presentarlo al final del curso.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### **Criterios de acreditación**

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 70% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 71 y 72.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

-3 Exámenes parciales.....	60%
-Tareas y trabajos semanales.....	10%
-Asistencia y participación.....	5%
-Portafolio de evidencias.....	25%
<b>Total.....</b>	<b>100%</b>

## IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Beiser, A., y Watkins, C. (2005). <i>Conceptos de Física Moderna</i>. México: McGraw-Hill [Clásica]</p> <p>Cohen-Tannoudji, C. Diu y F. L. (1991). <i>Quantum Mechanics</i>, Estados Unidos: John Wiley &amp; Sons. [Clásica]</p> <p>De la Peña, L., (2006). <i>Introducción a la Mecánica Cuántica</i>. México: Fondo de Cultura Económica. [Clásica]</p> <p>Eisberg, R. y R. Resnick. (1993). <i>Física Cuántica</i>. México: Editorial Limusa. [Clásica]</p> <p>Eisberg-Resnick. L. (2005). <i>Física Cuántica</i>, México: Editorial Limusa. [Clásica]</p> <p>Gasiorowicz, E. (2003) <i>Quantum Physics</i>, (3<sup>a</sup> ed.). Estados Unidos: Wiley. [Clásica]</p> <p>Liboff, R. (2003) <i>Introductory Quantum Mechanics</i>: (4<sup>a</sup> ed.). Addison Wesley. [Clásica]</p> <p>Oerter, R. (2008), <i>La teoría de casi todo. El modelo estándar, triunfo no reconocido de la física moderna (Ciencia y tecnología)</i>. <i>Ciencia y tecnología</i>. México: Fondo de Cultura Económica. [Clásica]</p> <p>Serway, R. y Moses, C. (2005). <i>Física moderna</i>. (3<sup>a</sup> ed.). Publisher: Cengage Learning Latin America. [Clásica]</p> <p>Shankar, R., (2011). <i>Principles of Quantum Mechanics</i>. (2<sup>a</sup> ed.). Estados Unidos: Plenum Press. [Clásica]</p> <p>Tipler Paul Allen (2009). <i>Física Moderna</i>. Estados Unidos: Reverté. [Clásica]</p>	<p>Jonathan P. Groffe. <i>Quantum Mechanics</i>.</p> <p>Silva Filho, O. (Quantum mechanics: principles, new perspectives, extensions and interpretation).</p>

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente debe tener un grado de ingeniería o licenciatura afín a la unidad de aprendizaje, de preferencia debe tener un posgrado. La experiencia docente consiste en que haya impartido asignaturas relacionadas con la unidad de aprendizaje, en este caso: Física Cuántica o Física Moderna. Tener cualidades como el ser tolerante, empático, prudente, habilidad para el manejo de alumnos así como establecer climas favorables al aprendizaje y de liderazgo ante el grupo, transferir el conocimiento teórico a la solución de problemas, motivar al estudio al razonamiento y a la investigación, habilidad para el manejo de: material didáctico, equipo de laboratorio, y de software especializado en la materia.