

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



SÍLABO

ASIGNATURA: Mecánica Cuántica II

SEMESTRE ACADÉMICO: 2023-B

DOCENTE: Jorge Abel Espichán Carrillo

CALLAO, PERÚ

2023

SILABO

I. DATOS GENERALES

1.1	Asignatura	:	MECÁNICA CUÁNTICA II
1.2	Código	:	FI-702
1.3	Carácter	:	Obligatorio
1.4	Requisito (nombre y cód.)	:	Mecánica Cuántica I - FI-602
1.5	Ciclo	:	VII
1.6	Semestre Académico	:	2023-B
1.7	N° Horas de clase	:	Teoría: 04 por semana Práctica: 02 por semana
1.8	N° de créditos	:	05
1.9	Duración	:	16 semanas
1.10	Docente	:	Dr. Jorge Abel Espichán Carrillo
1.11	Modalidad	:	Presencial

II. SUMILLA

Naturaleza: Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

Propósito: Utilizar las propiedades generales del momento angular y tratar al átomo de Hidrógeno. Resolver problemas concernientes a la teoría cuántica de la dispersión por un potencial. Aplicar la teoría de perturbaciones a la estructura fina e hiperfina del átomo de Hidrógeno. Utilizar métodos de aproximación para problemas dependientes del tiempo y sistemas de partículas idénticas.

Contenido: Desarrollo de la mecánica cuántica en tres dimensiones. La teoría de perturbaciones y los métodos de aproximación. Teoría cuántica de dispersión por un potencial central. La estructura fina del átomo de Hidrógeno. Sistemas de muchas partículas y las ecuaciones de onda relativistas.

III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO

3.1 Competencias generales

Esta asignatura aporta a las siguientes competencias generales:

CG1. Comunicación:

Transmite información que elabora para difundir conocimientos de su campo profesional, a través de la comunicación oral y escrita, de manera clara y correcta; ejerciendo el derecho de libertad de pensamiento con responsabilidad.

CG2. Trabaja en equipo:

Trabaja en equipo para el logro de los objetivos planificados, de manera colaborativa; respetando las ideas de los demás y asumiendo los acuerdos y compromisos. Organiza y planifica acciones en grupos de investigación de la Universidad en forma innovadora demostrando liderazgo y competitividad.

CG3. Pensamiento crítico:

Resuelve problemas, plantea alternativas y toma decisiones, para el logro de los objetivos propuestos; mediante un análisis reflexivo de situaciones diversas con sentido crítico y autocritico y asumiendo la responsabilidad de sus actos.

3.2 Competencias específicas

- Habilidades en el conocimiento básico de las leyes naturales que rigen el universo.
- Manejo de la red global para búsqueda de información que permita profundizar sus conocimientos en el desarrollo de su carrera profesional.
- Capacidad investigadora para resolver cualquier problema físico que la sociedad requiera.

IV. CAPACIDADES

- C1.** Aplica la teoría general del momento angular en partículas de espín entero y semientero a través de la adición del momento angular para su mejor comprensión.
- C2.** Conoce la ecuación de Schrödinger en tres dimensiones y aplica al átomo de Hidrógeno considerando simetría esférica, contribuyendo en su formación profesional.
- C3.** Describe la solución aproximada de la ecuación de Schrödinger mediante la teoría de perturbación independiente del tiempo para determinar las energías y autoestados sin diagonalizar el hamiltoniano del sistema.
- C4.** Comprende los métodos de aproximación en soluciones de la ecuación de Schrödinger, mediante aproximación WKB y método variacional, para la resolución de problemas propios del tema.
- C5.** Comprende la evolución temporal de sistemas cuánticos, a través de la teoría de perturbación dependiente del tiempo, para determinar la probabilidad de transición entre dos estados.
- C6.** Describe la teoría cuántica de dispersión por un potencial a través de la aproximación de Born y método de las ondas parciales para determinar la sección eficaz de dispersión.
- C7.** Considera el concepto de partículas idénticas en la mecánica cuántica en un sistema de varias partículas para demostrar que solo son posibles dos tipos de estados, simétricos y antisimétricos.

V. ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 1: Propiedades generales del momento angular. Adición del momento angular.	
Inicio: 21 de agosto	Termino: 15 de setiembre
LOGRO DE APRENDIZAJE Capacidad: Aplica la teoría general del momento angular en partículas de espín entero y semientero a través de del momento angular para su mejor comprensión.	

<p>Producto de aprendizaje: Presenta un entregable sobre resolución de problemas aplicando la teoría del momento angular.</p> <p>Presenta avance, escrito y sustentado del trabajo de investigación formativa.</p> <p>Asiste a clases con puntualidad, aporta al buen clima del aula, participa en clase y demuestra compromiso con grupos de trabajo.</p>				
Semana N°	N° de Sesión Horas Lectivas	Temario/Actividad	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
1	SESION 1 2 horas	Introducción. Prueba de entrada.	Entiende los propósitos del curso y expresa de manera escrita los conocimientos previos.	Rúbrica
	SESION 2 2 horas	Relaciones de conmutación del momento angular orbital.	Reconoce relaciones de conmutación y definición del momento angular.	
	SESION 3 2 horas	1ra Práctica dirigida.	Resuelve problemas del momento angular orbital.	
Formación de grupos. Investigación formativa.		Se forman grupos de trabajo.		
2	SESION 4 2 horas	Introducción a la Teoría general del momento angular.	Entiende la idea de la teoría general del momento angular.	Rúbrica
	SESION 5 2 horas	Teoría general del momento angular.	Comprende la teoría general del momento angular.	
	SESION 6 2 horas	2da Práctica dirigida.	Resuelve problemas de Teoría general del momento angular.	
Presenta el tema de la monografía.		Expone el tema de la monografía		
3	SESION 7 2 horas	Momento angular orbital. Propiedades de los armónicos esféricos.	Entiende las propiedades de los armónicos esféricos.	Rúbrica
	SESION 8 2 horas	Momento angular espín 1/2. Matrices de Pauli.	Describe el momento angular de espín ½.	
	SESION 9 2 horas	1ra Práctica Calificada.	Resuelve problemas aplicando armónicos esféricos y espín ½.	Prueba escrita
4	SESION 10 2 horas	Adición del momento angular.	Comprende la adición de momentos angulares.	Rúbrica
	SESION 11 2 horas	Coefficientes de Clebsch-Gordan	Reconoce los coeficientes de Clebsch-Gordan.	
	SESION 12 2 horas	Primer examen	Realiza primer examen con responsabilidad.	Prueba escrita

<p>UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 2: La partícula en un potencial central. Teoría de perturbaciones independiente del tiempo.</p>	
<p>Inicio: 18 de setiembre</p>	<p>Termino: 13 de octubre</p>
<p>LOGRO DE APRENDIZAJE</p> <p>Capacidad:</p> <p>Conoce la ecuación de Schrödinger en tres dimensiones y aplica al átomo de Hidrógeno considerando simetría esférica, contribuyendo en su formación profesional.</p> <p>Describe la solución aproximada de la ecuación de Schrödinger mediante la teoría de perturbación independiente del tiempo para determinar las energías y autoestados sin diagonalizar el hamiltoniano del sistema.</p>	

Producto de aprendizaje: Presenta un entregable sobre resolución de problemas aplicando la teoría partícula en un potencial central y perturbaciones independiente del tiempo.				
Presenta avance, escrito y sustentado del trabajo de investigación formativa.				
Asiste a clases con puntualidad, aporta al buen clima del aula, participa en clase y demuestra compromiso con grupos de trabajo.				
Semana N°	N° de Sesión Horas Lectivas	Temario/Actividad	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
5	SESION 13 2 horas	Partícula en potencial central.	Reconoce partícula en un potencial central.	Rúbrica
	SESION 14 2 horas	Movimiento del centro de masa y relativo para un sistema de dos partículas	Describe para un sistema de dos partículas el centro de masa y relativo.	
	SESION 15 2 horas	3ra Práctica dirigida.	Resuelve problemas en un potencial central.	
6	SESION 16 2 horas	Ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas. Átomo de hidrógeno.	Aplica la ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas al átomo de hidrógeno.	Rúbrica
	SESION 17 2 horas	Niveles de Energía. Átomos hidrogenoides	Comprende los niveles de energía del átomo de hidrógeno e hidrogenoides	
	SESION 18 2 horas	4ta Práctica dirigida.	Resuelve problemas aplicando modelo del átomo de hidrógeno	
		Presenta la organización de la monografía.	Expone la organización de la monografía.	
7	SESION 19 2 horas	Teoría de perturbación independiente del tiempo.	Conoce la teoría de perturbación independiente del tiempo	Rúbrica
	SESION 20 2 horas	Sistemas no degenerados y degenerados	Entiende los sistemas no degenerados y degenerados	
	SESION 21 2 horas	2da Práctica calificada.	Realiza práctica calificada con responsabilidad.	Prueba escrita
8	SESION 22 2 horas	Estructura fina e hiperfina	Conoce la estructura fina e hiperfina	Rúbrica
	SESION 23 2 horas	Efecto Zeeman y Stark	Reconoce el efecto Zeeman y Stark	
	SESION 24 2 horas	Segundo examen	Realiza segundo examen con responsabilidad.	Prueba escrita

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 3: Métodos de aproximación. Evolución temporal de sistemas cuánticos. Teoría cuántica de dispersión.	
Inicio: 16 de octubre	Termino: 10 de noviembre
LOGRO DE APRENDIZAJE	
Capacidad:	
Comprende los métodos de aproximación en las soluciones de la ecuación de Schrödinger mediante la aproximación WKB y método variacional, para la resolución de problemas propios del tema.	
Comprende la evolución temporal de sistemas cuánticos, a través de la teoría de perturbación dependiente del tiempo, para determinar la probabilidad de transición entre dos estados.	
Describe la teoría cuántica de dispersión por un potencial a través de la aproximación de Born y método de las ondas parciales para determinar la sección eficaz de dispersión.	

Producto de aprendizaje: Presenta un entregable sobre resolución de problemas aplicando métodos de aproximación; perturbación dependiente del tiempo y dispersión cuántica.

Informe escrito y sustentado a través de exposición del trabajo de investigación formativa.

Asiste a clases con puntualidad, aporta al buen clima del aula, participa en clase y demuestra compromiso con grupos de trabajo.

Semana N°	N° de Sesión Horas Lectivas	Temario/Actividad	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
9	SESION 25 2 horas	Método variacional	Explica el Método variacional.	Rúbrica
	SESION 26 2 horas	Aproximación WKB	Comprende la Aproximación WKB.	
	SESION 27 2 horas	6ta Práctica dirigida.	Resuelve problemas del método variacional y aproximación WKB.	
10	SESION 28 2 horas	Teoría de perturbación dependiente del tiempo.	Reconoce la teoría de perturbación dependiente del tiempo.	Rúbrica
	SESION 29 2 horas	Sistemas de dos niveles. Emisión y absorción	Explica los sistemas de dos niveles. Emisión y absorción	
	SESION 30 2 horas	7ma Práctica dirigida.	Resuelve problemas de perturbación dependiente del tiempo.	
		Presenta avance del desarrollo de la monografía.	Expone el avance de la monografía.	
11	SESION 31 2 horas	Teoría cuántica dispersión por un potencial central.	Conoce la teoría cuántica dispersión por un potencial central.	Rúbrica
	SESION 32 2 horas	Estados estacionarios de dispersión. Cálculo de sección eficaz.	Explica los estados estacionarios de dispersión y la sección eficaz.	
	SESION 33 2 horas	3ra Práctica calificada.	Realiza práctica calificada con responsabilidad.	Prueba escrita
12	SESION 34 2 horas	Aproximación de Born.	Conoce la aproximación de Born.	Rúbrica
	SESION 35 2 horas	Método de las ondas parciales.	Reconoce el método de las ondas parciales.	
	SESION 36 2 horas	Tercer examen	Realiza tercer examen con responsabilidad.	Prueba escrita

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 4: Sistemas de partículas idénticas.

Inicio: 13 de noviembre

Termino: 08 de diciembre

LOGRO DE APRENDIZAJE

Capacidad:

Considera el concepto de partículas idénticas en la mecánica cuántica en un sistema de varias partículas para demostrar que solo son posibles dos tipos de estados, simétricos y antisimétricos.

Producto de aprendizaje: Presenta un entregable sobre resolución de problemas aplicando partículas idénticas.

Informe escrito y sustentado a través de exposición del trabajo de investigación formativa.

Asiste a clases con puntualidad, aporta al buen clima del aula, participa en clase y demuestra compromiso con grupos de trabajo.

Semana N°	N° de Sesión Horas Lectivas	Temario/Actividad	Indicadores de logro	Instrumento de evaluación
-----------	-----------------------------	-------------------	----------------------	---------------------------

13	SESION 37 2 horas	Sistemas de N partículas.	Reconoce los sistemas de N partículas.	Rúbrica
	SESION 38 2 horas	Operadores de intercambio.	Reconoce los operadores de intercambio.	
	SESION 39 2 horas	8va Práctica dirigida.	Resuelve problemas de sistemas de N partículas.	
14	SESION 40 2 horas	Sistemas de dos partículas.	Explica los sistemas de dos partículas.	Rúbrica
	SESION 41 2 horas	Bosones y fermiones. Principio de exclusión de Pauli	Conoce los bosones; fermiones y el Principio de exclusión de Pauli.	
	SESION 42 2 horas	9na. Práctica dirigida	Resuelve problemas bosones y fermiones.	
15	SESION 43 2 horas	Niveles de energía del átomo de Helio.	Explica los niveles de energía del átomo de Helio.	Rúbrica
	SESION 44 2 horas	Presenta las conclusiones de la monografía.	Expone las conclusiones de la monografía.	
	SESION 45 2 horas	4ta práctica calificada.	Realiza práctica calificada con responsabilidad.	Prueba escrita
16	SESION 46 2 horas	Presenta la monografía desarrollada.	Expone la monografía. (producto acreditable final).	Rúbrica
	SESION 47 2 horas	Ecuaciones de onda relativistas	Conoce las ecuaciones de onda relativistas	
	SESION 48 2 horas	Cuarto examen	Realiza cuarto examen con responsabilidad.	Prueba escrita

VI. METODOLOGÍA

La Universidad Nacional del Callao, Licenciada por la SUNEDU tiene como fin supremo la formación integral del estudiante, quien es el eje central del proceso educativo de formación profesional; es así como el Modelo Educativo de la UNAC implementa las teorías educativas constructivista y conectivista, y las articula con los componentes transversales del proceso de enseñanza – aprendizaje, orientando las competencias genéricas y específicas. Este modelo tiene como propósito fundamental la formación holística de los estudiantes y concibe el proceso educativo en la acción y para la acción. Además, promueve el aprendizaje significativo en el marco de la construcción o reconstrucción cooperativa del conocimiento y toma en cuenta los saberes previos de los participantes con la finalidad que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos y formas de aprendizaje y prosperen en la era digital, en un entorno cambiante de permanente innovación, acorde con las nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

La plataforma de la UNAC es el Sistema de Gestión Académico (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición información detallada de la asignatura: el sílabo, recursos digitales, guía de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa. El SGA será complementado con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Education y otras herramientas tecnológicas multiplataforma.

Las estrategias metodológicas didáctica para el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas son las siguientes:

Clases dinámicas e interactivas: el docente genera permanentemente expectativa por el tema a través de actividades que permiten vincular los saberes previos con el nuevo conocimiento, promoviendo la interacción mediante el diálogo y debate sobre los contenidos.

Talleres de aplicación: el docente genera situaciones de aprendizaje para la transferencia de los aprendizajes a contextos reales o cercanos a los participantes que serán retroalimentados en clase.

Tutorías: Para facilitar el aprendizaje y la comprensión de los temas desarrollados en clase, así como la presentación y corrección de los avances del informe final de investigación.

Herramientas metodológicas de modalidad presencial

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente.

Se hará uso de metodologías colaborativas tales como:

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
- Portafolio de Evidencias: Permite dar seguimiento a la organización y presentación de evidencias de investigación y recopilación de información para poder observar, contrastar, sugerir, incentivar, preguntar.
- Foros: se realizarán foros de debate, a partir de un reactivo sobre el tema de la sesión de aprendizaje.
- Retroalimentación

INVESTIGACIÓN FORMATIVA

Se promueve la búsqueda de artículos de investigación que sirven para elaborar una monografía sobre la aplicación de las herramientas matemáticas en la investigación en Mecánica Cuántica. La exposición grupal de dicho trabajo permitirá conocer el nivel de desarrollo de las habilidades investigativas que ha logrado el estudiante.

RESPONSABILIDAD SOCIAL

La Universidad Nacional del Callao, dentro del ámbito educativo, hace frente a su función social respondiendo a las necesidades de transformación de la sociedad a nivel regional y nacional mediante el ejercicio de la docencia, la investigación y la extensión. En esa línea, la responsabilidad social académica de la asignatura tendrá como objetivo que el estudiante proponga un plan de responsabilidad social dirigido a la comunidad relacionado a los temas tratados en la asignatura.

VII. MEDIOS Y MATERIALES

MEDIOS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none">• Computadora• Impresora• Internet• Correo electrónico	<ul style="list-style-type: none">• Material de clase• Textos• Tutoriales• Enlaces web

- Plataforma virtual
 - Pizarra
 - Artículos científicos
 - Tiza, plumón y mota
-

VIII. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE ASIGNATURA

Evaluación diagnóstica: se debe realizar al inicio de ciclo para determinar los diferentes niveles de conocimientos previos con los que el estudiante llega al curso. Se usa un cuestionario.

Evaluación formativa: Es parte importante del proceso de enseñanza aprendizaje, es permanente y sistemático y su función principal es recoger información para retroalimentar y regular el proceso de enseñanza aprendizaje. Para garantizar el desarrollo de competencias, se usa recursos e instrumentos mixtos cuantitativos y cualitativos.

Se trabaja en base a productos, recursos audiovisuales, informes, guías, entre otros. Además, se usa como instrumentos de evaluación rúbricas, entre otros.

Evaluación sumativa: se aplica mayormente cuestionarios y pruebas objetivas en cualquier formato. La evaluación de los aprendizajes se realizará por unidades. Se obtiene mediante la evaluación de productos académicos por indicador de logro de aprendizaje, cada producto tendrá un peso respecto a la nota de la unidad. La nota final de la asignatura se obtiene promediando las notas de las unidades.

En cumplimiento del modelo educativo de la universidad, el sistema de evaluación curricular del silabo, consta de cinco criterios (Según Resolución N° 102-2021-CU del 30 de junio del 2021).

- a) Evaluación de conocimientos 40% (Parcial, final y prácticas calificadas)
- b) Evaluación de procedimientos 30% (laboratorios, trabajo de campo) de acuerdo con la naturaleza de la asignatura.
- c) Evaluación actitudinal 10%.
- d) Evaluación de investigación formativa 15% (concretada en el producto acreditable)
- e) Evaluación de proyección y responsabilidad social universitaria 5%

CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

La ponderación de la calificación (de acuerdo a lo establecido en el sistema de evaluación de la asignatura) será la siguiente:

Evaluación (Producto de Aprendizaje con nota)	Siglas	Peso	Evaluación
Prácticas calificadas Examen Parcial Examen Final	PC	0.4	Evaluación de conocimiento.
Trabajo en equipo. Puntualidad y respeto de autoría.	PA	0.1	Evaluación actitudinal.
Monografía y exposiciones.	IF	0.15	Evaluación de investigación formativa.

Propone un plan de responsabilidad social dirigido a la comunidad relacionado a los temas tratados en la asignatura.	PRS	0.05	Evaluación de proyección y responsabilidad social.
Participación en clase con intervenciones orales.	EPO	0.3	Evaluación de Procedimientos.
TOTAL		1.00	

FÓRMULA PARA LA OBTENCIÓN DE LA NOTA FINAL:

$$NF = PC * 0.40 + EPO * 0.30 + PA * 0.10 + IF * 0.15 + PRS * 0.05$$

donde:

- EP : Examen parcial, con un peso de 0.15.
- EF : Examen final, con un peso de 0.15.
- PPC : Promedio de prácticas calificadas, con un peso de 0.10.

y

$$PPC = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4}$$

REQUISITOS PARA APROBAR LA ASIGNATURA

De acuerdo a los reglamentos de estudios de la Universidad Nacional del Callao, se tendrá a consideración lo siguiente:

- Participación activa en todas las tareas de aprendizaje.
- Asistencia mínima del 70%.
- La escala de calificación es de 0 a 20.
- El estudiante aprueba si su nota promocional es mayor o igual a 11.

La evaluación del aprendizaje se adecua a la modalidad presencial, considerando las capacidades y los productos de aprendizaje evaluados descritos para cada unidad. Se evalúa antes, durante y al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, considerando la aplicación de los instrumentos de evaluación pertinentes.

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1. Fuentes Básicas:

- Cohen-Tannoudji, C., Diu, B. & Laloë, F. (2020). *Quantum Mechanics*. (2^{da} ed.). Wiley-Vch.
- De la Peña, L. (1991). *Introducción a la Mecánica Cuántica*. (2^{da} ed.). Ediciones Científicas Universitarias de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Griffiths, D. & Schroeter, D. (2018). *Introduction to Quantum Mechanics*. (3^{ra} ed.). Cambridge University Press.

9.2. Fuentes Complementarias:

- Feynman, R., Leighton R. & Sands, M. (2010). *The Feynman Lectures on Physics, Volume III: Quantum Mechanics*. Basic Books.

Messiah, A. (1973). *Mecánica Cuántica*. Tomo I., Tecnos S.A.

ENLACES INTERESANTES DE INTERNET:

<https://pdfcoffee.com/cohen-tannoudji-c-quantum-mechanics-three-volume-set-2ed-2020-pdf-3-pdf-free.html>

<https://www.pdfdrive.com/introduction-to-quantum-mechanics-e187751572.html>

9.3. Publicaciones del docente

Plataforma institucional SGA

X. NORMAS DEL CURSO

Normas de etiqueta:

- Muestre comportamiento pertinente en correspondencia de la actividad académica que se desarrollará y una actitud proactiva para el desarrollo de su propio aprendizaje.
- Utilice buena redacción y gramática para redactar sus trabajos y correos.
- Utilice un lenguaje apropiado para no vulnerar los derechos de tus compañeros.

Normas de convivencia:

- Respeto
- Asistencia
- Puntualidad
- Presentación oportuna de los entregables