



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



SÍLABO

I. DATOS GENERALES:

1.1	Asignatura	:	Matemática para mecánica cuántica
1.2	Código	:	FI – 503
1.3	Condición	:	Obligatorio
1.4	Requisito	:	FI - 403
1.5	N° de horas de clase	:	05 Horas
	Teoría	:	03 Horas semanales
	Práctica	:	02 Horas semanales
1.6	N° de créditos	:	05
1.7	Ciclo	:	V
1.8	Semestre académico	:	2022 – A
1.9	Duración	:	17 Semanas
1.10	Docente	:	

II. SUMILLA:

Naturaleza: Asignatura teórica-práctica del área de estudios de especialidad.

Propósito: Comprender el formalismo matemático de la mecánica cuántica, los conceptos básicos necesarios del álgebra lineal orientados y extendidos al espacio de Hilbert, requerido para el estudio de la mecánica cuántica.

Contenido: Espacios vectoriales. Producto escalar. Espacios de Hilbert. Operadores lineales en el espacio de Hilbert. Operaciones con operadores lineales. Operadores auto-adjuntos. Operadores ortogonales. Problema de autovalores. Espacios normados. Representación matricial de operadores lineales. Generalización de bases ortogonales. Aplicación de valores propios. Ecuación de Schrödinger (E.S.) y función de onda. Postulados de la mecánica cuántica. Aplicaciones de la E.S.

III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA:

COMPETENCIAS GENERALES

- Genera conocimiento y comprensión del formalismo matemático de la mecánica cuántica para la descripción de fenómenos microscópicos. Comprende e interpreta los conceptos de función de onda y estados de las partículas. Explica e interpreta los postulados de la mecánica cuántica.
- Analiza y aplica los conceptos del álgebra de operadores. Resuelve problemas sencillos de la teoría cuántica.
- Participa y colabora en las actividades académicas durante clase y prácticas dirigidas, empleando el análisis y la interpretación de conceptos, aplicándolos a problemas físicos.

COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

- Desenvuelve habilidades en el conocimiento de conceptos fundamentales del formalismo de operadores y vectores de estado para su aplicación en situaciones físicas del micromundo.
- Manejo de medios informáticos actualizados, permitiendo profundizar sus conocimientos y desempeño intelectual.
- Desarrolla la capacidad investigadora para resolver problemas que involucren el análisis vectorial y tensorial aplicado a problemas aplicados.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS, CAPACIDADES Y ACTITUDES

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla habilidades en el conocimiento básico del formalismo de la mecánica cuántica. • Maneja la red global para la búsqueda de información que permite profundizar sus conocimientos sobre el formalismo matemático de la mecánica cuántica. • Investiga sobre las aplicaciones del formalismo matemático para resolver otros problemas físicos requeridos. • Utiliza estrategias de investigación para mejorar el proceso y la calidad de su aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explica en forma oral y escrita los fundamentos del formalismo matemático de la mecánica cuántica y su aplicación. • Aplica los métodos del formalismo matemático de la mecánica cuántica a la solución de problemas aplicados. • Utiliza teoremas, principios y ecuaciones a la solución de las aplicaciones de la mecánica cuántica. • Elabora una monografía para ser sustentada en clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. • Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución creativa de los problemas. • Realiza la práctica calificada con responsabilidad. • Colabora proporcionando resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. • Propone situaciones asociadas al ámbito aplicado; además, interpreta la información científica.

IV. PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE PROGRAMACIÓN

PRIMERA UNIDAD: ESPACIOS VECTORIALES

DURACIÓN: Semanas: 1ra., 2da.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1: Explica de forma oral y escrita los vectores y sus propiedades para su aplicación a la mecánica cuántica y su aplicación tecnológica.

C2: Elabora un resumen determinando el estudio de vectores para ser fundamentado en clase.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
1	Sesión 1: Introducción. Espacios vectoriales. Propiedades de los espacios vectoriales.	Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Analiza los espacios vectoriales	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas.	Elabora una síntesis de los temas tratados. Sesión 2: práctica dirigida sobre los conocimientos previos. Resuelve problemas aplicando los conceptos tratados.
2	Sesión 3: Producto escalar. Propiedades del producto escalar. Espacios de Hilbert. Elementos del espacio de Hilbert.	Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Aplica los fundamentos del álgebra lineal. Formula y resuelve problemas.	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas. Colabora al proporcionar resultados.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones de los vectores. Sesión 4: Práctica dirigida de resolución de problemas de vectores.

SEGUNDA UNIDAD: ÁLGEBRA DE OPERADORES

DURACIÓN: Semanas: 3ra., 4ta.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1: Explica y comprende la importancia de los espacios lineales. Aplica los conceptos del espacio vectorial a la resolución de problemas.

C2: Elabora un resumen de los operadores lineales.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
3	Sesión 5: Bases ortonormales en espacios de Hilbert. Operadores lineales en un espacio de Hilbert.	Exposición de contenidos conceptuales propuestos. Aplica los fundamentos del álgebra lineal en el espacio de Hilbert.	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas. Colabora al proporcionar resultados.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones de los operadores lineales. Sesión 6: Práctica dirigida de resolución de problemas.
4	Sesión 7: Operaciones con operadores lineales. Operador adjunto. Representación matricial.	Analiza los fundamentos del espacio vectorial. Analiza las transformaciones lineales entre espacios vectoriales.	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas.	Recopila información correspondiente a un tema para monografía, exposición y debate. Sesión 8: Práctica dirigida de resolución de problemas. Presentación de avance de monografía.

TERCERA UNIDAD: ESPACIOS DE HILBERT Y OPERADORES LINEALES

DURACIÓN: Semanas: 5ta., 6ta., 7ma., 8va.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1: Identifica y define el espacio de Hilbert. Reconoce el espacio de estados. Explica la importancia de cambio de bases.

C2: Redacta un resumen sobre el espacio de Hilbert y los cambios de base para ser fundamentado en clase.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
5	Sesión 9: Operador adjunto. Operadores unitarios. Cambios de representación.	Utiliza conceptos de espacios vectoriales para estudiar la mecánica cuántica. Aplica la teoría de los espacios de Hilbert para representar los estados de un sistema cuántico.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 10: Práctica dirigida de resolución de problemas.

6	Sesión 11: Proyectores ortogonales. Espectro puntual. Autovalores y autovectores.	Formula la ecuación que representa el cambio de base.	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas. Expresa interés y responsabilidad en sus actividades.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 12: Práctica dirigida de resolución de problemas. Operaciones con vectores del espacio de Hilbert.
7	Sesión 13: Vectores no normalizables. Delta de Dirac. Transformación de Fourier. Bases ortonormales generalizadas. Espectro continuo.	Formula las reglas para la normalización de vectores. Reconoce la naturaleza de la distribución delta de Dirac.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 14: Práctica dirigida de resolución de problemas. Problemas sobre la distribución delta de Dirac y vectores normalizables.
8	Sesión 15: Examen Parcial.			

CUARTA UNIDAD: LOS POSTULADOS DE LA MECÁNICA CUÁNTICA.

DURACIÓN: Semanas: 9na., 10ma., 11va.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD

C1: Reconoce los postulados de la mecánica cuántica.

C2: Hace un resumen de los principios físicos, fundamentales para la comprensión del microcosmos.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
9	Sesión 16: Enunciado de los postulados. P1: Descripción del estado cuántico de un sistema físico. P2: Las cantidades físicas observables como operadores hermíticos.	Modela los diferentes experimentos hipotéticos, enfocados desde los postulados. Comprende el concepto de Observable físico.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 17: Práctica dirigida de resolución de problemas. Cambios de base. Ortogonalidad y orto normalidad de los ket. Espectro de autovalores. Transformaciones unitarias. Representación diferencial de los operadores.
10	Sesión 18: P3: Probabilidad del resultado de una medición. P4: Colapso o reducción del estado cuántico.	Reconoce y define los resultados de una medición, sus probabilidades y su relación con el colapso.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 19: Práctica dirigida de resolución de problemas.

	P5: Evolución temporal de un sistema aislado.	Comprende la evolución temporal de los sistemas cuánticos.	propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real.	Cálculo de probabilidades a partir del ket de estado. Evolución de la probabilidad con el tiempo. Ecuación de Schrödinger en espacios de posición y momento.
11	Sesión 20 P6: Conmutación de los observables canónicos. Ecuación de Ehrenfest y clasicización. P7: Simetría frente a la permutación de partículas idénticas	Define y evalúa el principio de incertidumbre. Analiza y reflexiona sobre la clasicización. Comprende la diferencia entre bosones y fermiones debido a la permutación de partículas idénticas.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 21: Práctica dirigida de resolución de problemas. Relaciones de indeterminación de Heisenberg. Cálculos básicos del operador de permutación para partículas idénticas.

QUINTA UNIDAD: LA FUNCIÓN DE ONDA; ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER; EXPOSICIONES.

DURACIÓN: Semanas: 12va., 13va., 14va. y 15va. semanas

FECHA DE INICIO: 22 / 11 / 2021

FECHA DE TÉRMINO: 17 / 12 / 2021

CAPACIDADES DE LA UNIDAD

C1: Reconoce la función de onda y la ecuación de Schrödinger; valora sus importancias en la aplicación a sistemas microscópicos.

C2: Elabora un informe sobre la función de onda y la ecuación de Schrödinger.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
12	Sesión 22: La función de onda en la representación de posiciones. La función de onda en la representación de momentos. Propiedades generales de las autofunciones del hamiltoniano.	Analiza e interpreta las propiedades de la función de onda. Entiende la naturaleza de la ecuación de Schrödinger.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 23: Práctica dirigida de resolución de problemas.
13	Sesión 24: Propiedades de las funciones de onda. Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo.	Analiza e interpreta las propiedades de la función de onda. Entiende la naturaleza de la ecuación de Schrödinger.	Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 25: Práctica dirigida de resolución de problemas.
14	Sesión 26: Espectro de energías. El pozo cuadrado infinito. Estados ligados en pozos cuadrados finitos.	Analiza e interpreta los espectros de energía. Reconoce y resuelve la	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas	Elabora un resumen sobre conceptos y definiciones más importantes. Sesión 27: Práctica dirigida de resolución de problemas.

	El oscilador armónico. Transmisión y reflexión por un escalón y barrera.	ecuación de Schrödinger para los modelos expuestos.	desarrollados y participa en la solución de los problemas.	
15	Sesión 28: Exposición del informe de investigación formativa.	Expone su informe de investigación formativa.	Valora el desarrollo de la mecánica cuántica, así como la capacidad de explicar la interacción entre la luz y la materia.	Demuestra su entendimiento de la emisión y absorción de radiación de un sistema cuántico. Sesión 29: Sustentación de su informe final.
16	Sesión 30: Examen final			
17	Sesión 31: Examen sustitutorio			

V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

El curso desarrolla las sesiones de aprendizaje **no presencial** debido al estado de emergencia por COVID-19, a través de la plataforma virtual de Google Meet, y otros recursos educativos y tecnológicos. Las metodologías de aprendizaje que se emplearán son las siguientes:

- Clases magistrales.
- Diálogos y discusiones.
- Establecimiento de analogías.
- Ejemplos de aplicación de la teoría.
- Dinámica y juegos de grupos.
- Prácticas dirigidas de problemas.
- Desarrollos de problemas

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Se emplean los siguientes medios y materiales:

Medios: computadora, pizarra virtual, diapositivas, PDF, videos, salas de Google Meet.

Materiales: Texto básico y literatura especializada.

VII. EVALUACIÓN

Se emplea el sistema vigesimal (0 – 20).

Para obtener la nota final de la asignatura se considera las siguientes evaluaciones:

- Un (01) examen parcial (EP).
- Un (01) examen final (EF).
- Un (01) examen sustitutorio (ES) que reemplaza al EP o EF.
- Un promedio de las prácticas calificadas (PC) que se obtiene del promedio de tres (03) prácticas calificadas (PC_i) que se dejan como tarea, y un seminario del trabajo de investigación formativa (IF), según: $PC = (PC_1 + PC_2 + PC_3)/6 + IF/2$.

La fórmula para obtener el promedio final (PF) es el siguiente:

$$PF = \frac{EP + EF + 2 PC}{4}$$

Si $PF \geq 10.5$ el alumno aprueba el curso.

Si el alumno no asiste a clase en más del 30% de las sesiones programadas, este queda inhabilitado en el curso.

Si al alumno se le detecta la realización de plagio en cualquier evaluación, incluyendo las prácticas calificadas dejadas como tareas, se le pondrá nota cero en esa evaluación.

VIII. **BIBLIOGRAFÍA**

Bibliográficas:

- **Claude Cohen**, *Quantum Mechanis*, Vol I.
- **Robert Eisberg y Robert Resnick**. *Física Cuántica*. Editorial Limusa. 1979
- **Richard Feynman y Robert Leighton**. *Física Cuántica Editorial Addison Wesley-* 1971.
- **Bernard Kolman**. *Algebra Lineal*. Editorial Prentice Hall. 1999.
- **Seymour Lipschutz**: *Algebra Lineal*. Editorial McGraw-Hill. 1971.
- **Nouredine Zettili**, *Quantum Mechanics*. Wiley.
- **Bernard Kolman**. *Algebra Lineal*. Editorial Prentice Hall. 1999.
- **Franklin, Joel**. *Teoría de matrices*. Editorial Shaum. Mac Hill.
- **Butkov E**. *Mathematical Physics*. Editorial. Addison Wesley. 1988.
- **J.D Jackson**. *Mathematics for Quantum Mechanics*. Editorial- W. A. Benjamin.

Hemerográficas:

- <https://phys.org/physics-news/quantum-physics/>
- <https://quantum-journal.org/>
- <http://www.newscientist.com/article-topic/quantum-mechanics/>
- <https://www.nature.com/subjects/quantum-physics>
- <https://www.omicsonline.org/quantum-mechanics-journals-conferences-list.php>

Cibernéticas divulgativas:

- <https://www.youtube.com/user/QuantumFracture>
- <https://www.youtube.com/channel/UCns-8DssCBba7M4nu7wk7Aw>
- https://www.youtube.com/channel/UC7_gcs09iThXybpVgjHZ_7g
- https://www.youtube.com/channel/UCYO_jab_esuFRV4b17AJtAw

Bellavista, marzo del 2022