



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

SILABO

I. DATOS GENERALES:

1.1	Asignatura	:	FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR
1.2	Código	:	FI-802-01F
1.3	Condición	:	Obligatorio
1.4	Requisito	:	FI-702
1.5	N° de horas de clase	:	Teoría : 04 por semana, 68 por semestre Práctica: 02 por semana, 34 por semestre
1.6	N° de créditos	:	04
1.7	Ciclo	:	VIII
1.8	Semestre Académico	:	2022-A
1.9	Duración	:	17 semanas
1.10	Docente	:	

II. SUMILLA

Naturaleza: Asignatura teórico practico perteneciente al área de estudios de especialidad.

Propósito: Comprender y utilizar los métodos de la mecánica cuántica en la descripción de los sistemas de muchas partículas y la estructura atómica molecular de la materia. Proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos de la estructura de los átomos y moléculas simples.

Contenido: Modelos atómicos, estructura fina, átomo con dos electrones, métodos aproximados de solución. Átomo con N-electrones, interacciones residuales, interacción con campos externos. Método Hartree-Fock. Correlación. Esquemas de clasificación de los niveles atómicos de energía. Molécula H₂. Moléculas diatómicas. Espectro de vibración y rotación molecular. Moléculas poliatómicas. Emisión y absorción de radiación. Coeficientes de Einstein, coeficientes de absorción. Ancho y forma de líneas espectrales: Perfiles de líneas, ancho natural, ensanchamiento Doppler, ensanchamiento de Presión. Estadística Maxwell-Boltzmann. Población de niveles en equilibrio térmico. Mecanismos de inversión de población. Mecanismos de relajación. Máseres y láseres. Cavidades ópticas. Otras técnicas espectroscópicas: Microondas, resonancia magnética nuclear y Resonancia paramagnética electrónica (NMR y EPR), Ramann. Espectroscopia de electrones: Emisión de electrones AUGER. Espectroscopia de masas.

III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES:

- a. Genera conocimiento y comprensión de los métodos de la mecánica cuántica para la descripción de los sistemas de muchas partículas y la estructura atómica y molecular de la materia.
- b. Transmite sus conocimientos en la formación de nuevos profesionales a través de la enseñanza teórica práctica de la Física Atómica y Molecular.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS, CAPACIDADES Y ACTITUDES

COMPETENCIAS	CAPACIDADES	ACTITUDES
<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla habilidades en el conocimiento básico de las leyes y principios de la mecánica cuántica que rigen el mundo microscópico.• Demuestra habilidad para desarrollar experimentos básicos de física atómica y molecular y de tecnología asociada.• Maneja la red global para la búsqueda de información que permita profundizar sus conocimientos sobre fenómenos atómicos y moleculares en el desarrollo de su carrera profesional.• (I.F) Investiga sobre fenómenos atómicos y moleculares para resolver cualquier problema físico que la sociedad requiera.	<p>C₁: De enseñanza Aprendizaje. (E.A)</p> <ul style="list-style-type: none">• Explica en forma oral y escrita los fundamentos de la física atómica y molecular y su aplicación tecnológica, analizando los factores de impacto de los fenómenos atómicos y moleculares.• Aplica los métodos de la mecánica cuántica vinculados a la física atómica y molecular.• Analiza cómo se producen las interacciones entre átomos y moléculas y en los sistemas cuánticos. <p>C₂: De Investigación Formativa. (I.F)</p> <ul style="list-style-type: none">• Investiga sobre fenómenos atómicos y moleculares para resolver cualquier problema físico que la sociedad requiera.• Redacta un informe de investigación para ser discutido 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 de los problemas con soluciones creativas.• Realiza la práctica calificada con responsabilidad.• Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.• Propone situaciones asociadas a la vida real.• Participa y colabora en actividades académicas mediante el uso, análisis e interpretación de información científica.

IV. PROGRAMACION POR UNIDADES DE APRENDIZAJE.

PRIMERA UNIDAD DIDÁCTICA: Introducción a la física atómica, modelos atómicos, soluciones aproximadas de los átomos con un electrón y repaso sobre estructura fina.

DURACIÓN: 1ra., 2da., 3ra y 4ta semana.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1. (E.A) Explica en forma oral y escrita los fundamentos físicos de la estructura atómica haciendo uso de la teoría de Schrödinger, de la teoría del spin del electrón y la teoría de la adición del momento angular.

C2. (I.F) Sistematiza los fenómenos atómicos vinculados a la física atómica y molecular y su aplicación tecnológica.

PROGRAMACION DE CONTENIDOS

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
Primera	<p>Sesion-1 INTRODUCCION Aspectos generales de la Física Atómica y Molecular</p> <p>Sesion-2 Modelo atómico de Thompson. Experimento de Geiger, Marsden y Rutherford</p>	<p>Analiza el modelo atómico de Thompson. Elabora las bases para el modelo actual del átomo en función de las observaciones experimentales.</p>	<p>Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.</p>	<p>Elabora una síntesis de los principios de la mecánica cuántica para su aplicación a la Física Atómica y Molecular.</p> <p>Sesion-3 Practica Dirigida</p> <p>Modelo atómico</p>
Segunda	<p>Sesion-4 Teoría de la dispersión Modelo Atómico de Bohr.</p> <p>Sesión-5 Niveles energéticos del Átomo de Bohr.</p>	<p>Analiza el nuevo modelo del átomo dando el sustento mecanico-cuantico en los aspectos de la estabilidad del átomo. Analiza los niveles de energía del átomo.</p>	<p>Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.</p>	<p>Elabora una síntesis de los temas tratados. Elabora ejemplos de aplicación.</p> <p>Sesion-6 Practica dirigida resolución de problemas sobre la teoría de la dispersión y sobre el modelo de Bohr</p>

Tercera	<p>Sesion-7 Ecuación de Schrödinger para dos partículas en un potencial central.</p> <p>Sesion-8 Soluciones aproximadas para el átomo con un electrón.</p>	<p>Resuelve la ecuación de Schrödinger para el átomo con un electrón. Introduce el concepto de momento angular de espín y la teoría de acoplamiento de momentos angulares.</p>	<p>Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase</p>	<p>Elabora y clasifica en un diagrama los conceptos y definiciones más importantes. Elabora ejemplos aplicativos.</p> <p>Sesion-9 Practica dirigida Teoría de la dispersión Modelo Atómico de Bohr. Niveles energéticos del Átomo de Bohr.</p>
Cuarta	<p>Sesion-10 Momento angular y estructura fina</p> <p>Sesion-11 Estructura fina del átomo de hidrogeno. Estados no degenerados y degenerados.</p>	<p>Introduce el concepto de momento angular de espín y la teoría de acoplamiento de momentos angulares. Y la estructura fina. Justifica teóricamente las observaciones del espectro sobre la estructura del átomo.</p>	<p>Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Realiza la práctica calificada con responsabilidad.</p>	<p>Elabora un diagrama los conceptos y definiciones más importantes. Elabora ejemplos de aplicación.</p> <p>Sesion-12 PRIMERA PRÁCTICA CALIFICADA Presenta el tema de la monografía y la recopilación de la información correspondiente, expone y debate.</p>

SEGUNDA UNIDAD DIDÁCTICA: Átomo con dos electrones y métodos de solución aproximados.

DURACIÓN: 5ta., 6ta y 7ma semanas.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1. (E.A) Explica la estructura general del espectro del átomo. Explica la teoría de perturbaciones para estados degenerados y no degenerados. Define las correcciones relativistas espín-orbita y de Darwin para átomos hidrogenoides.

C2. (I.F) Elabora un resumen sistematizando la estructura fina del átomo para ser fundamentado en clase.

PROGRACION DE CONTENIDOS

SEMANAS	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
Quinta	<p>Sesion-13 Corrección relativista. Corrección Espín-Órbita.</p> <p>Sesion-14 Corrección de Darwin. Notación Espectroscópica</p>	Elabora las condiciones para introducir la corrección relativista espín- orbita y de Darwin en el espectro de los átomos hidrogenoides	<p>Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real. Participa y colabora en actividades académicas mediante el uso, análisis e interpretación de información científica.</p>	<p>Sintetiza los temas tratados y representa en un diagrama de los conceptos y definiciones más importantes.</p> <p>Sesion-15 Práctica dirigida, Momento angular y estructura fina.</p>
Sexta	<p>Sesion-16 Aproximación de electrones independientes en un campo central promedio (helio)</p> <p>Sesion-17 Método perturbativo. Método del cálculo variacional</p>	<p>Plantea la ecuación de Schrödinger de tres cuerpos que interactúan en un campo central de fuerzas. Resuelve el problema de tres cuerpos aplicando distintas aproximaciones.</p>	<p>Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real. Participa y colabora en actividades académicas mediante el uso, análisis e interpretación de información científica.</p>	<p>Representa y clasifica los conceptos más importantes.</p> <p>Sesión- 18 Pregunta y expone la organización del informe de investigación. Práctica Dirigida Métodos de solución para átomos con dos electrones.</p>

Séptima	<p>Sesion-19 Modelo de Thomas- Fermi.</p> <p>Sesion-20 Campo central Auto consistente de Hartre</p>	Analiza el modelo semiclasico de (Thomas-Fermi) y el modelo de campo central para sistemas con muchos electrones.	<p>Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase. Propone situaciones asociadas a la vida real. Realiza la práctica calificada con responsabilidad</p>	<p>Sintetiza los temas tratados y esquematiza las definiciones más importantes.</p> <p>Sesion-21 SEGUNDA PRACTICA CALIFICADA Presenta la organización de la monografía, expone y debate.</p>
Octava	Sesión 15 EXAMEN PARCIAL			

TERCERA UNIDAD DIDÁCTICA: Átomo con N electrones, modelo semiclásico del átomo campo medio.

DURACIÓN: 9na y 10ma.semanas

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1. (E.A) Explica los fundamentos del modelo de Thomas- Fermi. Aplica la teoría del campo central autoconsistente de Hartree para y la teoría del campo central autoconsistente de Hartree-Fock para sistemas atómicos con N electrones.

C2. (I.F) Elabora un resumen sobre los fundamentos teóricos para el estudio de sistemas atómicos con N electrones para ser fundamentado en clase.

PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANAS	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
Novena	Sesion-22 Campo central Auto consistente de Hartre El campo Auto consistente de Hartre- Fock. Tabla Periódica	Analiza el modelo Hartre- Fock para sistemas con muchos electrones.	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.	Elabora una síntesis de los temas tratados. Sesion-23 Practica dirigida Campo central Auto consistente de Hartre
Decima	Sesion-24 Acoplamiento L-S o Russel- Saunders. Sesion-25 Regla de los intervalos de Lande. Acoplamiento j-j	Analiza el Acoplamiento L-S o Russell- Saunders y el acoplamiento j-j para sistemas con muchos electrones.	Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.	Elabora una síntesis de los temas tratados. Representa y clasifica en un diagrama los conceptos y definiciones más importantes. Sesion-26 Práctica dirigida. Acoplamiento L-S

CUARTA UNIDAD DIDÁCTICA: Átomo con N electrones. Interacciones residuales.

Interacción de los átomos con campos externos.

DURACIÓN: 11va y 12va semanas.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1. Explica el átomo con N-electrones considerando solo interacción a dos cuerpos. y analizar la interacción de los átomos con campos externos.

C2. Elabora un informe sobre la interacción de los átomos con campos externos y sus aplicaciones prácticas para ser fundamentados en clase.

PROGRAMACION DE CONTENIDOS

SEMANAS	CONTENIDO	CONTENIDO	CONTENIDO	INDICADORES
---------	-----------	-----------	-----------	-------------

	CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL	
Decima primera	<p>Sesion-27 Acoplamiento de momentos angulares.</p> <p>Sesion-28 Interacción con campos magnéticos. Interacción con Campos eléctricos.</p>	Define los acoplamientos de momentos angulares y analiza la interacción de los átomos con los campos eléctricos y magnéticos.	<p>Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.</p> <p>Propone situaciones asociadas a la vida real. Realiza la práctica calificada con responsabilidad.</p>	<p>Presenta para su revisión un avance del desarrollo del informe de investigación.</p> <p>Sesion-29 Práctica dirigida Acoplamiento de momentos angulares. Interacción con campos magnéticos y eléctricos</p>
Decima Segunda	<p>Sesion-30 El número de Avogadro y la distribución de Boltzmann.</p> <p>Sesion-31 Espectro de rotación molecular</p>	Analizar la distribución de Boltzmann y los espectros de rotación molecular.	<p>Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos en clase.</p> <p>Propone situaciones asociadas a la vida real. Realiza la práctica calificada con responsabilidad.</p>	<p>Sesion-32 TERCERA PRÁCTICA CALIFICADA. Presenta avance y algunos resultados de la monografía realizada, expone y debate.</p>

QUINTA UNIDAD DIDÁCTICA: Molécula. Espectroscopia rotacional de moléculas. Espectro Vibracional de moléculas. Espectro electrónico de las moléculas. Interacción de Átomos y Moléculas con la radiación

DURACIÓN: 13va., 14va y 15va semanas.

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

C1. (E.A) Capacidad de conocer las cantidades medibles de las moléculas. Conocer el factor de escala entre las propiedades macroscópicas de la materia. Adquirir los conceptos básicos para estudiar y calcular las energías de los estados rotacionales de las moléculas.

C2. (I.F) Elabora un informe de investigación donde sistematiza los sistemas atómicos y moleculares para ser fundamentados en la clase.

PROGRAMACION DE CONTENIDOS

SEMANAS	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
Decima Tercera.	<p>Sesion-33 Espectros de vibración Ramann en moléculas biatómicas Aspectos generales sobre espectroscopia molecular</p> <p>Sesion-34 Feriado</p>	<p>Analiza los espectros de vibración molecular en moléculas biatómicas.</p> <p>Analiza el espectro de vibración Ramann.</p>	<p>Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas creativamente. Colabora proporcionando resultados inmediatos a los problemas en clase.</p>	<p>Elabora una síntesis de los temas tratados y clasifica las definiciones más importantes.</p> <p>Sesion-35 Feriado</p>
Decima Cuarta	<p>Sesion-36 Molécula H_2 y H_2^+.</p> <p>Espectros roto-vibracional. Estados electrónicos en moléculas biatómicas.</p>	Explica la aproximación de Born Oppenheimer. Explica los métodos aproximados para el estudio de la molécula con dos electrones utilizando principios de la mecánica cuántica.	<p>Participa e interviene en las sesiones de aprendizaje. Muestra interés por los temas desarrollados y participa en la solución de los problemas con soluciones creativas. Colabora al proporcionar resultados inmediatos a los problemas propuestos</p>	<p>Sesion-37 Presenta y sustenta el informe de investigación (Producto acreditable final)</p>

			en clase.	
--	--	--	-----------	--

SEMANAS	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES
Decima Quinta	Sesion-38 Características de las Moléculas poliatómicas emisión y absorción de radiación. Coeficientes de Einstein Sesion-39 Fluorescencia y Fosforescencia.	Analiza las transiciones electrónicas Utilizando el principio de Frack- Condon. Explica y analiza el fenómeno de emisión y absorción de moléculas. Explica el fenómeno de fluorescencia y fosforescencia.	Valora el desarrollo de la mecánica cuántica que ha ido ligado a la capacidad de hacer interactuar a los sistemas cuánticos (átomos, moléculas, etc.) con la radiación Tiene la capacidad de entender que la emisión de radiación por parte del sistema cuántico	Elabora ejemplos de aplicación. Sesion-40 CUARTA PRACTICA CALIFICADA Presenta y sustenta a monografía desarrollada (producto acreditable final), expone y debate.
Decima Sexta	Sesión 41 Examen final			
Decima Séptima	Sesión-42 Examen sustitutorio Entrega de actas			

V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.

El curso desarrolla sesiones de aprendizaje no presenciales a través de la plataforma virtual Moodle vinculadas al SGA con la aplicación Google Meet, y otros recursos educativos y tecnológicos a fin de lograr un mejor desarrollo del aprendizaje, las metodologías de aprendizaje en la modalidad no presencial que serán consideradas son las siguientes.

a. Exposición de clases magistrales: Son sesiones teóricas prácticos donde se discute los principios fundamentales del curso de forma deductiva e inductiva. Aplicando el método problémico.

b. Practicas dirigidas. Los estudiantes desarrollan y resuelven problemas con la ayuda del docente construyendo sus propios criterios, aprendizaje basado en problemas. Se utilizarán técnicas dinámicas en la resolución de los ejercicios con la participación del docente y estudiantes.

c. Tutoría. Son sesiones de consulta respecto al curso, estas se realizan fuera de la hora de clase en coordinación con los alumnos.

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS.

En las clases teórico prácticos del aula virtual se usaran los recursos de ayuda con los que cuentan el Google Meet (Audio, video, pizarra virtual, chat, opciones de compartir pantalla, etc.) así como de las herramientas de la plataforma virtual vinculadas al SGA en la que se colocara todo el material académico correspondiente a las sesiones de cada clase como son archivo ppt y pdf, etc.

VII. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACION.

Las evaluaciones en la modalidad no presencial se realizan a través de la plataforma virtual Moodle vinculada al SGA y en las salas de videoconferencias de la aplicación Google Meet

1. Se utiliza el sistema de calificación vigesimal (0-20)
2. **Examen parcial, examen final y examen sustitutorio.** Se tomarán dos exámenes de naturaleza teórico práctico. Examen parcial (EP). Examen final (EF) y un examen sustitutorio (ES) esta última reemplazara a la más baja calificación del examen parcial o examen final o en su defecto reemplazara a un examen no rendido. El examen sustitutorio será en base al contenido total del curso.
3. **Prácticas calificadas.** Se considera un promedio de prácticas calificadas PPC que se obtendrá en base a las calificaciones obtenidas en las cuatro prácticas calificadas durante el semestre lectivo.
4. **Trabajo de investigación formativo (TIF).** Este trabajo será desarrollado por el estudiante empleando la investigación como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje con la finalidad de difundir información existente y la incorpore como conocimiento. El producto acreditable será una monografía, cuyos avances se presentarán secuencialmente de acuerdo con la programación establecida, generando una nota promedio de los avances de la monografía (PM) y concluirá con la exposición final de esta, generando la nota del proyecto final (PF).
5. *Evaluación de Procedimientos (EPRO):* Considera la presentación de trabajos e intervenciones en clase, entre otros.
6. *Evaluación Actitudinal (EA) y Evaluación de Proyección y Responsabilidad Social Universitaria (PRS):* Las notas correspondientes se colocan al final del semestre académico, y obedecen a los criterios establecidos por el docente (asistencia, participación, tolerancia, entre otros).

Evaluación. La nota final (NF) del curso se obtendrá de acuerdo con el siguiente ponderado:

- Para aprobar la asignatura, el estudiante deberá alcanzar el promedio mínimo de once (11) en la nota final del curso y acreditar el 70% de asistencia a clases. La fracción igual o mayor que 0.5 en el promedio final se considera a favor del estudiante.
- En cumplimiento del modelo educativo de la universidad, el sistema de evaluación curricular del sílabo consta de cinco criterios:
 - a. Evaluación de conocimientos 40%
 - b. Evaluación de procedimientos 30%
 - c. Evaluación actitudinal 10%
 - d. Evaluación de investigación formativa 15%
 - e. Evaluación de proyección y responsabilidad social universitaria 5%

$$NF = EP * 0.15 + EF * 0.15 + PPC * 0.10 + EPRO * 0.30 + EA * 10 + IF * 0.15 + PRS * 0.05$$

donde:

EP : Examen parcial

EF : Examen final

PPC : Promedio de prácticas calificadas

EPRO : Evaluación de procedimientos

EA : Evaluación actitudinal

IF : Evaluación de investigación formativa

PRS : Evaluación de proyección y responsabilidad social universitaria

VIII. **BIBLIOGRAFIA.**

Bibliográficas:

- **Básica**

1. Sobelmam I Atomic Spectra and Radiative Transitions. Edition Spring Verlag
2. Bransden , Physic Atomic and Molecular (2005), Editorial

- **Complementaria**

3. Neil W Ashcroffy N David Mermin Solid State Physics
4. De la Peña L Introducción a la mecánica cuántica (1991) Ediciones científicas universitarias.
5. Claude Cohen Tannoudji Bernard Diu. Mecanique Quantique Tomo-II
6. Robert Eisberg y Rober Resnick, Física cuántica (1998)
7. Herald Friedrich, Theoretical Atomic Physics(1998), Spring-Verlag

- **Electronica:**

1. www.lawebdefisica.com/ebooks
2. www.ua.es/es/bibliotecas/SIBID/centros/.../colecciones_libros-e.htm
3. [es.wikipedia.org/wiki/Física atómica](http://es.wikipedia.org/wiki/Física_atómica)

Bellavista, marzo del 2022