



## 1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	<b>FS0600</b>	Requisitos	<b>FS0527</b>
Nombre	<b>Física Moderna</b>	Co-requisitos	
Horas	<b>3</b>	Ciclo	<b>I-2024</b>
Créditos	<b>3</b>	Clasificación	<b>Propio</b>
Grupos	<b>001</b>	Modalidad	<b>Regular</b>
Horario de Consulta	L 9-12	Horario lectivo	K 7-10

## 2. DESCRIPCIÓN

Este curso está diseñado para estudiantes de tercer año de la carrera de Bachillerato en Física y Bachillera y Licenciatura en Meteorología. El enfoque de esta asignatura se dirige hacia la exposición rigurosa de algunos conceptos de la Física Cuántica aplicados al estudio del átomo, sus partículas constituyentes y las moléculas.

El objetivo general de esta asignatura es que el estudiante adquiera conocimientos sólidos y rigurosos sobre la aplicación de la Ecuación de Schrödinger a problemas de básicos de como la partícula libre, la grada de potencial, el oscilador armónico, los átomos hidrogenoides; así también como introducir conceptos fundamentales como: espín, interacción espín-orbital y el Principio de Exclusión de Pauli.

## 3. OBJETIVOS

1. Resolver la ecuación de Schrödinger y analizar las soluciones para los siguientes casos: la partícula libre, la partícula en potenciales de grada, caja finita y barrera.
2. Estudiar con detalle el problema del oscilador armónico cuántico.
3. Estudiar el problema de fuerza central aplicado a los átomos de un electrón mediante la respectiva solución a la Ecuación de Schrödinger y compararla con los datos empíricos.
4. Analizar con detalle el experimento de Stern-Gerlach e introducir el concepto de spin (espín), su conexión el momento dipolar magnético y cómo funciona la interacción spin-orbital.
5. Investigar y analizar el concepto de partículas idénticas, su aplicación a los átomos multi-electrónicos y el Principio de Exclusión de Pauli.

## 4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

### Listado de temas de estudio

- **Tema 1 - Nociones de Matemáticas:** unidad compleja, plano imaginario, identidad de Euler, conjugado complejo, conjugado hermitico, forma exponencial, fórmula de de Moivre, función delta de Dirac, función de Heaviside.
- **Tema 2 - Propiedades de la Función de Onda:** Densidad de probabilidad, corriente de probabilidad, operadores hermíticos, la Solución de la Partícula Libre.
- **Tema 3 - Partícula en Potencial de Grada:** Condiciones de frontera, coeficiente de transmisión y de reflexión.
- **Tema 4 - Partícula en Caja Unidimensional Finita:** Condiciones de frontera, coeficiente de transmisión y de reflexión.
- **Tema 5 - Partícula por una Barrera de Potencial:** planteo de la ecuación de Schrödinger, condiciones de frontera, coeficiente de transmisión y de reflexión, Microscopio de barrido.



- **Tema 6 - El Oscilador Armónico:** polinomios de Hermite, solución a la ecuación de Schrödinger, autovalores y autofunciones, ortogonalidad.
- **Tema 7 - Átomo Hidrogenoides # 1:** líneas espectrales de gases, series de Balmer, Lyman, Paschen y Brackett, Modelos Atómicos, Niels Bohr y el átomo de hidrógeno, Principio de Correspondencia,
- **Tema 8 - Átomo Hidrogenoides # 2:** Polinomios asociados de Legendre, Polinomios asociados de Laguerre, ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas, el Problema de Fuerza central, momento angular y sus autofunciones armónicas esféricas, autovalores de energía,
- **Tema 9 - Momento Angular y Espín:** Experimento de Stern-Gerlach, Momentos Dipolares magnéticos orbitales, Interacción spin-órbita, Momento Angular Total, Átomos Hidrogenoides y la interacción entre el spin y el orbital, Reglas de selección y Tasas de transición.
- **Tema 10 - Átomos Multi-electrónicos:** Partículas Idénticas, Principio de Exclusión, Fuerzas de Intercambio y el átomo de Helio, Estados fundamentales y la Tabla Periódica.

## Cronograma

#	Semana	Temas	Detalles especiales
1	11 - 15 marzo	Inducción y 1	
2	18 - 22 marzo	2, 3, 4	
3	25 - 29 marzo	SEMANA SANTA	NO HAY LECCIONES
4	1 <sup>o</sup> - 5 abril	5, 6	
5	8 - 12 abril	6	Semana Universitaria
6	15 - 19 abril	7	
7	22 - 26 abril	8	
8	29 abril - 3 mayo	-	I Examen Parcial
9	6 - 10 mayo	8	
10	13 - 17 mayo	8	-
11	20 - 24 mayo	8	-
12	27 - 31 mayo	9	
13	3 - 7 junio	-	II Examen Parcial
14	10 - 14 junio	9	-
15	17 - 21 junio	10	-
16	24 - 28 junio	10	
17	1 <sup>o</sup> julio - 5 julio	-	III Examen Parcial
18	8 - 12 julio		
19	15 - 19 julio	-	Examen de Ampliación

### Ferriados Oficiales:

- Jueves Santo: Jueves 28 de marzo
- Viernes Santo: Viernes 29 de marzo
- Batalla de Rivas (día de Juan Santamaría): Lunes 15 de abril (trasladado)
- Día del trabajo: Miércoles 1<sup>o</sup> de mayo

## 5. METODOLOGÍA

El curso se impartirá por medio de la metodología magistral, de tal manera que los contenidos constituyan el eje central y protagonista principal de todas las actividades educativas y científicas que garanticen la excelencia académica del estudiante. Durante cada lección, el profesor ofrecerá un



disertación lógica, sistemática y racional de los contenidos orientada a la formación y conexión de conceptos, la resolución de problemas y el pensamiento crítico-científico del estudiante.

Para lograr una máxima asimilación de la temática, los docentes usarán la plataforma MEDIACIÓN VIRTUAL de METICS-UCR para facilitar materiales complementarios, entre los que se puede citar: láminas de apoyo a las lecciones, documentos con prácticas, producciones audiovisuales, animaciones, simulaciones, vínculos web a vídeos, entre otros.

Este ciclo lectivo, el curso se ofrece en modalidad **BAJO VIRTUAL**, esto es, 75 % presencial y 25 % virtual. Es responsabilidad del estudiante consultar periódicamente la página del curso, que es el medio oficial en donde se publica la información relevante.

Por la amplia cantidad de contenido, algunos tópicos de estos se asignarán al estudiantado para su estudio individual fuera de clase. Por lo tanto, corresponde a los estudiantes la obligación de estudiar los conceptos y resolver ejercicios relacionados con cada tema así manejado.

## 6. EVALUACIÓN

El aprovechamiento del estudiante se evaluará en forma más completa por medio de pruebas parciales, teniendo aprobado el curso todos aquellos estudiantes que tengan nota final mayor o igual a 70.

Aquellos estudiantes que su nota sea inferior a 70 pero superior a 60, adquieren el derecho de realizar el examen de ampliación. Los estudiantes con nota menor de 60 pierden el curso.

Los exámenes parciales tendrán las siguientes características:

1. Cada examen se realiza en forma individual durante el horario lectivo.
2. Constarán de 5 problemas de desarrollo. Cada estudiante debe mostrar un esfuerzo por hacer clara su respuesta, que sea legible y que incluya todos los pasos intermedios.
3. Cada problema tendrá un valor de 20/100 y se pueden dividir en sub-secciones.
4. Su duración máxima será 2 horas y 40 minutos (reloj).
5. Al menos un ejercicio constará de la demostración de un resultado teórico relevante a la temática a evaluar.
6. La hoja de preguntas de cada examen incluye un formulario. El formulario se debe entender como una ayuda a la memoria y no una lista completa de las expresiones matemáticas de los temas a evaluar. Por lo tanto, el formulario contiene las ecuaciones más relevantes, es responsabilidad del estudiante ser capaz de deducir cualquier otra ecuación que no se encuentre en dicho formulario.

El **Examen de Ampliación** constará también de 5 ejercicios de desarrollo, cada uno con un valor de 20/100 y su duración máxima será de 2 horas y 40 minutos (reloj). Este examen de ampliación se programará tras una semana (5 días hábiles) de la entrega de los resultados finales. La hora y el lugar en donde se realizará se publicará en el entorno virtual en su debido momento.

### Fechas de Exámenes

Fecha	# Prueba	Temas a evaluar
Martes 30 de abril	I Examen Parcial	1,2,3,4,5
Martes 4 de junio	II Examen Parcial	6,7,8
Martes 2 de julio	III Examen Parcial	9,10

### Instrucciones para los exámenes

1. Los exámenes se deben resolver **individualmente** por cada estudiante en un cuaderno de examen o en hojas debidamente grapadas.
2. Se puede hacer en tinta azul o negra, **ÚNICAMENTE**.



3. No está permitido el uso de plumas con tinta borrrable.
4. En caso que el examen se escriba parcialmente o totalmente con lápiz –incluidos dibujos, anotaciones, etc.–, el estudiante pierde **COMPLETAMENTE EL DERECHO A RECLAMOS SIN EXCEPCIONES**.
5. Los únicos materiales permitidos en cada prueba serán: lapicero, lápiz, borrador, regla y calculadora no programable sin conexión inalámbrica.
6. A no ser que se comunique previamente, es obligación del estudiante presentar a la prueba con un **cuaderno de examen** limpio u **hojas** (blancas o rayadas) debidamente **engrapadas**.
7. No está permitido el uso de líquido corrector.
8. No se permitirá el uso de calculadoras programables, teléfonos celulares, relojes inteligentes o dispositivos con conexión inalámbrica o de almacenamiento a la hora de realizar las pruebas.
9. No será permitido intercambiar o compartir calculadoras.
10. Durante la prueba el celular debe estar **APAGADO** y **GUARDADO** en la mochila o bolso.
11. Para los exámenes el estudiante deberá portar identificación oficial con foto: cédula, licencia o carné universitario.
12. En el caso de uso de gorras, la visera debe estar puesta para atrás.

En conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil, Artículo 24, el estudiante puede solicitar reposición de la prueba en caso de ausentarse por motivos de fuerza mayor. Si tal fuera el caso, el estudiante tiene la obligación de ponerse en contacto con su profesor lo antes posible para convenir una fecha y lugar para la realización de la reposición. El estudiante debe presentar **una nota** en donde solicita la prueba de reposición al profesor **junto con la documentación adjuntada**.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Libro de texto:

P. W. Atkins, R.S. Friedman. **Molecular Quantum Mechanics**. 3rd ed.

### **Bibliografía complementaria:**

1. E. Merzbacher. **Quantum Mechanics**. 2ed., John Wiley, New York, 1970.
2. R. Eisberg. **Fundamentals of Modern Physics**. John Wiley and Sons, New York, 1961.
3. R. Eisberg, R. Resnick. **Quantum Physis of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles**. 2nd ed., John Wiley, New York, 1985.
4. R. Gatreau, W. Savin. **Física Moderna - Serie Schaum**. 2da ed., McGraw-Hill, México, 2001.

Los temas que se analizan en clase corresponden a capítulos y secciones de algunas obras de la literatura que se indicarán en su momento en el entorno virtual. Otras fuentes bibliográficas adicionales se indicarán a su debido momento en la página del curso.



## 8. LINEAMIENTOS Y OTROS ASPECTOS DE IMPORTANCIA

- Por favor ingrese en la dirección: *Física Moderna - I ciclo 2024*. En estos últimos ciclos lectivos, la infraestructura de tecnologías de información de la Universidad de Costa Rica realiza la matriculación automática por medio su conectividad con la Oficina de Registro.
- Al formular reclamos, recursos de apelación, etc. sobre alguna prueba, en conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil, Artículo 22, sólo se continuará con el procedimiento si la prueba fue realizada completamente con tinta (no lápiz). No se reciben apelaciones orales, el estudiante que desee apelar, deberá hacerlo por escrito por medio de una nota dirigida al profesor sellada en la dirección de la Escuela de Física con el examen adjunto.
- Los estudiantes deben asumir la responsabilidad como adultos de hacer su mejor esfuerzo para aprobar la asignatura. Aunque el curso no es de asistencia obligatoria, es deber de los estudiantes asistir regularmente a lecciones para estar debidamente informados de las actividades del ciclo lectivo.
- Los estudiantes debe dominar *a priori* conceptos de Matemáticas Aplicadas que incluyan pero que no se limiten a: Límites, Cálculo diferencial e integral en una variable, Sucesiones, Series numéricas y Series de potencias, Cálculo vectorial, Cálculo diferencial e integral multi-variado, Ecuaciones Diferenciales.
- Recuerde siempre dirigirse a su profesor con respeto y cortesía. La comunicación con su profesor es clave. Por lo tanto, se recomienda que antes de entablar incómodos litigios legales CONVERSE Y DIALOGUE CON EL PROFESOR.
- Su profesor no es el responsable de su aprendizaje, el responsable es usted. Es usted quien debe aprender, quien debe estudiar y quien deberá someterse a evaluaciones. Su profesor es simplemente su colaborador y conviene comunicarse con él de forma eficiente. Si usted no comprende algún concepto, su profesor puede ayudarlo. Para asimilar contenidos complejos se requiere esfuerzo, voluntad y disposición.
- No acuda a las sesiones de consulta mal preparado. Lleve y muestre el trabajo que ha realizado, no importa que haya tenido poco éxito, esto le permitirá a su profesor descubrir los errores en el manejo y aplicación de los principios estudiados.
- El estudiante que no asiste a cualquiera de los exámenes programados, deberá presentar ante el profesor la solicitud por escrito de la reposición de la prueba, acompañada la respectiva justificación (certificado médico, parte de colisión, etc.). Esta solicitud debe entregarse a más tardar 72 horas hábiles después de efectuada la prueba.
- Evite por favor polémicas en clase que busquen llamar la atención de sus compañeros y/o el profesor.

### Datos de contacto

Profesor David Solano Solano

Email: david.solano\_s@ucr.ac.cr

Horario de Consulta:

L 9-12

Oficina 432FM ID ZOOM: 249 751 0119 Clave: 1bN4qk



Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

#### SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Promesa o amenaza, implícita o expresa, relacionada con favores sexuales
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

#### DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).

#### CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898  
[comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr](mailto:comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr)

Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909  
[defensoriahs@ucr.ac.cr](mailto:defensoriahs@ucr.ac.cr)





Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

**SON MANIFESTACIONES DE  
DISCRIMINACIÓN:**

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminatorio
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

**DENUNCIA**

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI).

Ninguna de las personas involucradas en el proceso podrán sufrir prejuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la Facultad de Ciencias para buscar apoyo.



2511-6345



facultad.ciencias@ucr.ac.cr

