

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

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica Facultad de Ciencias
2. Programa (s) de estudio (Técnico, Licenciatura(s)): Lic. en Física 3. Vigencia del plan:
4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje Física Moderna 5. Clave:
6. HC: 3 HL HT 2 HPC: HCL: HE: 3 CR: 8
7. Etapa de formación a la que pertenece: Disciplinaria
8. Carácter de la Unidad de aprendizaje: Obligatoria X Optativa _____
9. Requisitos para cursar la unidad de aprendizaje:

Formuló: Dr. Jorge Alberto Villavicencio Aguilar
Dr. Roberto Romo Martínez

Fecha:

Vo. Bo. Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Cargo: Subdirector

II. PROPÓSITO GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje tiene como finalidad analizar los experimentos y teorías fundamentales desarrollados a principios del siglo XIX que contribuyeron con gran éxito a la descripción de los fenómenos microscópicos en la naturaleza y que condujeron al desarrollo de la física cuántica, así como del comportamiento de sistemas físicos que se mueven a velocidades cercanas a la de la luz, que dieron origen a la teoría de la relatividad especial. Se considera también en esta unidad de aprendizaje el estudio de la física en sistemas en donde se observan efectos gravitacionales a gran escala, los cuales son descritos por la relatividad general. La unidad de aprendizaje permite utilizar nuevas herramientas para plantear, analizar y resolver problemas de la física microscópica, de la relatividad especial y la relatividad general. La unidad de aprendizaje pertenece a la Etapa Disciplinaria y para cursarla se recomienda ampliamente contar con conocimientos de Geometría Vectorial, Cálculo Avanzado, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Electricidad y Magnetismo, Cálculo Vectorial, Cálculo Integral, Álgebra Lineal, Cálculo Diferencial, Mecánica y Sistema de Partículas. *La unidad de aprendizaje* establece bases firmes para la descripción de fenómenos físicos microscópicos que serán abordados con mayor profundidad y rigor en cursos más avanzados de la Etapa Terminal como Mecánica Cuántica y Mecánica Estadística.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Manejar los principios de la física cuántica, de la relatividad especial y la relatividad general, mediante el uso de métodos analíticos o numéricos de la disciplina, para describir los fenómenos de la física microscópica, de la física que involucra el movimiento de objetos que viajan a velocidades cercanas a la de la luz, así como de la física en sistemas en donde se observan efectos gravitacionales a gran escala, con objetividad y una actitud tolerante hacia las nuevas ideas.

IV. EVIDENCIA (S) DE DESEMPEÑO

Elaboración de un portafolio de evidencias que contenga el desarrollo de ejercicios de física moderna, así como los análisis de los resultados de experimentos que involucren sistemas físicos microscópicos, sistemas mecánicos que se mueven a velocidades cercanas a la de luz, o sistemas en donde se observan efectos gravitacionales a gran escala, mostrando un manejo adecuado de los conceptos, las leyes y los principios de la física cuántica, la relatividad especial y la relatividad general.

Reportes en forma individual y por equipo, de artículos de divulgación e investigación relacionados con temas de frontera en el área de la física

moderna, para tener un panorama actualizado de la disciplina.

Proyectos basados en animaciones computacionales relacionados con fenómenos de la física cuántica, la relatividad especial y la relatividad general.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 1: RELATIVIDAD ESPECIAL.

Competencia: Aplicar los principios de la relatividad especial, a través del uso de métodos analíticos o numéricos, para resolver de manera cualitativa y cuantitativa problemas físicos que involucran el movimiento de objetos que viajan a velocidades cercanas a la de la luz, de forma creativa y con una actitud crítica.

Contenido

Duración: 12 horas

- 1.1. Relatividad newtoniana.
 - 1.1.1. El éter y la velocidad de la luz.
- 1.2. El experimento de Michelson-Morley.
- 1.3. Los postulados de Einstein.
- 1.4. Transformaciones de Lorentz.
 - 1.4.1. Dilatación del tiempo.
 - 1.4.2. Contracción de la longitud.
 - 1.4.3. El efecto Doppler.
- 1.5. Sincronización de relojes y simultaneidad.
 - 1.5.1. La paradoja de los gemelos.
- 1.6. Momento relativista.
- 1.7. Energía relativista.

1.8. Masa y energía.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 2: RELATIVIDAD GENERAL.

Competencia: Aplicar las leyes y principios de la relatividad general, mediante el uso de métodos analíticos, para resolver problemas físicos que involucran fenómenos relacionados con el campo gravitacional a gran escala, de manera responsable y con una actitud crítica.

Contenido

Duración: 6 horas

- 2.1. Deflexión de la luz por un campo gravitacional.
- 2.2. Desplazamiento gravitacional hacia el rojo.
- 2.3. El problema del perihelio de la órbita de Mercurio.
- 2.4. El retraso de la luz por un campo gravitacional.
- 2.5. La detección de las ondas gravitacionales.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 3: LA CUANTIZACIÓN DE LA CARGA, LA LUZ Y LA ENERGÍA.

Competencia: Emplear los principios de la cuantización de la carga, de la luz y de la energía, mediante uso de métodos analíticos o numéricos, para resolver de manera cualitativa y cuantitativa problemas que involucran fenómenos de la física microscópica, de manera objetiva y con una actitud responsable.

Contenido

Duración: 6 horas

- 3.1. Cuantización de la carga eléctrica.
- 3.2. Radiación de cuerpo negro.
- 3.3. Efecto fotoeléctrico.
- 3.4. Rayos X y el efecto Compton.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 4: ESTRUCTURA ATÓMICA.

Competencia: Comparar los distintos modelos atómicos, mediante la interpretación de las predicciones acerca de los fenómenos microscópicos que dichos modelos ofrecen, con la finalidad de mostrar sus limitaciones y el origen de los modelos atómicos aceptados actualmente, con respeto y objetividad.

Contenido

Duración: 6 horas

- 4.1. Espectro atómico.
- 4.2. Modelo nuclear de Rutherford.
- 4.3. Modelo de Bohr del átomo de hidrógeno.
- 4.4. Espectro de Rayos X.
- 4.5. Experimento de Franck-Hertz.
- 4.6. Cuantización de la energía en los átomos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 5: PROPIEDADES ONDULATORIAS DE LAS PARTÍCULAS.

Competencia: Aplicar el concepto de la dualidad onda-partícula, mediante el uso de métodos analíticos o numéricos, para resolver problemas de la física microscópica, con respeto a las ideas y una actitud reflexiva.

Contenido

Duración: 6 horas

- 5.1. Hipótesis de De Broglie.
- 5.2. Longitudes de onda de partículas.
- 5.3. Paquetes de onda de partículas.
- 5.4. La función de onda y su interpretación probabilística.
- 5.5. El principio de incertidumbre.
- 5.6. Dualidad onda-partícula.
- 5.7. Experimento de doble rendija.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 6: LA ECUACIÓN DE SCHRÖDINGER.

Competencia: Aplicar el concepto de la función de onda asociada a una partícula, para resolver problemas físicos que involucran sistemas cuánticos unidimensionales típicos, mediante la solución analítica de la ecuación para la función de onda (ecuación de Schrödinger independiente del tiempo), con la finalidad de describir fenómenos que ocurren a escalas microscópicas, como lo son la cuantización de la energía y el efecto túnel, por mencionar algunos, de forma objetiva y honesta.

Contenido

Duración: 6 horas

- 6.1. Ecuación de Schrödinger en una dimensión.
- 6.2. Partícula en un pozo rectangular infinito.
- 6.3. Valores esperados.
- 6.4. El oscilador armónico.
 - 6.4.1 Funciones de onda y niveles de energía.
- 6.5. Reflexión y transmisión de ondas electrónicas.
 - 6.5.1. Potencial escalón.
 - 6.5.2. Penetración de barrera. El efecto túnel.
 - 6.5.3. Decaimiento alfa.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Unidad 7: FÍSICA ATÓMICA.

Competencia: Aplicar el concepto de la función de onda asociada a una partícula, para resolver problemas físicos que involucran sistemas cuánticos simples como el átomo de hidrógeno, mediante la solución analítica de la ecuación para la función de onda en tres dimensiones conocida como ecuación de Schrödinger independiente del tiempo, con la finalidad de explicar diversos fenómenos de la física microscópica, con una actitud proactiva y de manera comprometida.

Contenido

Duración: 6 horas

- 7.1. Ecuación de Schrödinger en tres dimensiones.
 - 7.1.1. La ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas.
 - 7.1.2. Números cuánticos en coordenadas esféricas.
- 7.2. Teoría cuántica del átomo de hidrógeno.
 - 7.2.1. Niveles de energía.
 - 7.2.2. Funciones de onda y densidades de probabilidad.
- 7.3. Efecto espín-órbita y la estructura fina.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1-4	Aplicar los principios de la relatividad especial, a través del uso de métodos analíticos o numéricos, para describir el movimiento de objetos a velocidades cercanas a la de la luz, de forma creativa y con una actitud crítica.	Discusión en el grupo acerca de los principios de la relatividad especial, apoyada en animaciones computacionales. Resolución de problemas en el aula, en forma individual o colaborativa, acerca de los temas 1.1-1.8, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, computadora, software de animaciones de relatividad especial.	8 horas
5-6	Aplicar las leyes y los principios de la relatividad general, mediante el uso de métodos analíticos, para describir fenómenos gravitacionales a gran escala, como la deflexión de la luz, el desplazamiento gravitacional hacia el rojo, el problema del perihelio de Mercurio y la detección de ondas gravitacionales, de manera responsable y con una actitud crítica.	Discusión en el grupo acerca de los principios de la relatividad general, apoyada en animaciones computacionales. Resolución de problemas en el aula, en forma individual o colaborativa, acerca de los temas 2.1-2.5, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, computadora, software de animaciones de relatividad general.	4 horas
7-8	Emplear los principios de la cuantización de la carga, de la luz y de la energía, mediante uso de métodos analíticos o numéricos, para resolver problemas que involucran fenómenos de la física cuántica, como la radiación de cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, la generación de rayos	Discusión en el grupo acerca de los conceptos y de los experimentos que dieron lugar al desarrollo de la física cuántica y cómo estas ideas transformaron al siglo XX desde el punto de vista científico y tecnológico. Resolución de problemas o cuestionarios en el aula, en forma individual	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora.	4 horas

	X y el efecto Compton, de manera objetiva y con una actitud responsable.	o colaborativa, acerca de los temas 3.1-3.4, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.		
9-10	Comparar los modelos atómicos de Rutherford y de Bohr, mediante la interpretación de las predicciones acerca de los fenómenos físicos que dichos modelos ofrecen en el contexto de la física cuántica, con la finalidad de mostrar sus limitaciones y el origen de los modelos atómicos aceptados actualmente, con respeto y objetividad.	Discusión en el grupo acerca de los antiguos modelos atómicos. Resolución de problemas o cuestionarios en el aula, en forma individual o colaborativa, acerca de los temas 4.1-4.6, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora.	4 horas
11-12	Aplicar el concepto de la dualidad onda-partícula de la física cuántica, mediante el uso de métodos analíticos o numéricos, para resolver problemas en donde las partículas exhiben un comportamiento ondulatorio, con respeto a las ideas y una actitud reflexiva.	Discusión en el grupo acerca de la importancia del concepto de dualidad onda-partícula de la física cuántica. Resolución de problemas o cuestionarios en el aula, en forma individual o colaborativa, acerca de los temas 5.1-5.7, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora.	4 horas
13-14	Aplicar el concepto de función de onda asociada a una partícula para resolver problemas físicos que involucran sistemas microscópicos (caja de paredes infinitas, barreras y los pozos de potencial), mediante la solución de la ecuación diferencial para la función de onda con las condiciones de frontera adecuadas, con la finalidad de explicar fenómenos de la física cuántica, como la cuantización de la energía, la dispersión de partículas por potenciales, el efecto túnel y el decaimiento alfa, de forma objetiva y honesta.	Discusión en el grupo acerca de las propiedades de las soluciones de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo aplicada a sistemas unidimensionales simples, apoyada en animaciones computacionales. Resolución de problemas en el aula, en forma individual o colaborativa, acerca de los temas 6.1-6.5, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, computadora, software de animaciones de física cuántica.	4 horas
15-16	Aplicar el concepto de la función de onda asociada a una partícula, para resolver el problema de átomo de hidrógeno, mediante la solución analítica de la	Discusión en el grupo acerca de la importancia del modelo cuántico para el átomo de hidrógeno, apoyada en animaciones computacionales. Resolución	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo,	4 horas

ecuación diferencial para la función de onda en tres dimensiones, para explicar el significado de los números cuánticos, así como diversos fenómenos de la física cuántica, como lo son las transiciones entre estados cuánticos, la interacción con campos magnéticos y el concepto de espín, con una actitud proactiva y de manera comprometida.

de problemas en el aula, en forma individual o colaborativa, acerca de los temas 7.1-7.3, documentando en el cuaderno de trabajo los planteamientos y las estrategias utilizadas.

calculadora, computadora, software de animaciones de física cuántica.

VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Del maestro:

- Discute en clase, a manera de encuadre, el marco histórico, científico y cultural en el que se formularon las teorías y experimentos más representativos de cada unidad, así como de los avances más recientes en la disciplina con la finalidad de brindar un panorama actualizado de la física moderna.
- Explica, desarrolla y aplica en clase las técnicas para la resolución de problemas típicos de física moderna.
- Fomenta la participación activa en el aula, tanto en la resolución de problemas, como en la discusión de conceptos. En el proceso, orienta y reconduce el trabajo de los alumnos.
- Proporciona tareas para resolver fuera del salón de clases, que consisten en un conjunto de problemas cuya solución involucra la aplicación de las técnicas aprendidas en el aula, y reafirman los conceptos discutidos en clase.
- Diseña el conjunto de prácticas que se conducirán al aprendizaje de las competencias de cada unidad.
- Fomenta la disciplina, la responsabilidad y la honestidad en el trabajo individual y en equipo.
- Utiliza animaciones computacionales y paquetes de resolución numérica para ilustrar diversos aspectos relacionados con la física moderna.
- Explica el proceso y los instrumentos de evaluación.

Del alumno:

- Aplica dentro y fuera del aula los conceptos y las técnicas aprendidas para la resolución de problemas de física moderna.
- Cultiva la disciplina, la responsabilidad y la honestidad en el trabajo individual y en equipo.
- Participa activamente, tanto dentro como fuera del aula, en la discusión de los conceptos de física moderna.
- Desarrolla gradualmente un panorama amplio del estado actual de la disciplina mediante la lectura y discuten artículos de divulgación y de investigación científica.
- Utiliza animaciones computacionales y paquetes de resolución numérica para estudiar y resolver problemas relacionados con diversos aspectos de la física moderna.
- Elabora un portafolio de evidencias en donde presenta los productos más importantes que demuestran el aprendizaje de las competencias.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Acreditación:

Se aplicarán los artículos 70 y 71 del Estatuto Escolar de la UABC. El estatuto establece que (i) los alumnos deberán contar con el 80 % o más de asistencia a clases impartidas para tener derecho a examen ordinario y (ii) un 40 % o más de asistencia a clases impartidas para tener derecho a examen extraordinario.

Evaluación:

- Exámenes escritos:	40 %
- Tareas semanales:	20 %
- Cuestionarios o reportes:	5 %
- Proyectos basados en animaciones computacionales	5 %
- Portafolio de evidencias:	20 %
- Participación en clase:	10 %

A continuación se presenta el desglose de los criterios:

- Se aplicarán **Exámenes escritos (40 %)** en tiempo y forma.
- Se aplicarán **Tareas Semanales (20 %)** en tiempo y forma.
- En los **Cuestionarios o Reportes (tarea) (5 %)**:
 - Cumplir con la actividad en tiempo y forma.
 - Presentación del Cuestionario o Reporte en forma completa, ordenada y coherente.
- En las **Proyectos basados en animaciones computacionales (5 %)** presentar un reporte en documento electrónico de las actividades realizadas o análisis solicitados.
- Para evaluar el **Portafolio de Evidencias (20 %)** se sugiere considerar los siguientes aspectos:
 - ✓ Presentación de una carátula inicial que comunique una idea del objetivo del mismo.
 - ✓ Breve introducción del estudiante, en la que exprese sus intenciones, logros y dificultades durante el desarrollo de sus competencias.

- ✓ Con respecto de la estructura del portafolio se sugiere una división por unidades.
- ✓ Con respecto del contenido, el estudiante presentará el desarrollo de ejercicios de física moderna, así como los análisis de los resultados de experimentos que involucren sistemas físicos microscópicos, sistemas mecánicos que se mueven a velocidades cercanas a la de luz, o sistemas en donde se observan efectos gravitacionales a gran escala.
- ✓ Conclusiones acerca del periodo evaluado, las cuales podrían contener una reflexión acerca del desempeño del estudiante así como del profesor.

- En la **Participación en clase y prácticas (10 %)** se considerarán los siguientes rubros

Participación en clase:

- Se considerará el dominio del tema, la pertinencia, así como el respeto en las discusiones con sus compañeros acerca de los temas presentados en clase.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica

- Tipler, P. A. and R. A. Llewellyn, *Modern Physics*, 6th Edition, W. H. Freeman and Company-New York (2012).
- Moore, T. A., *Six Ideas That Shaped Physics. Unit R: The Laws of Physics are Frame-Independent*, Third Edition, MacGraw-Hill (2016).
- Eisberg, R. y R. Resnick, *Física Cuántica*, Editorial Limusa (1993).
- Tipler, P. A. y G. Mosca, *Física para la Ciencia y la Tecnología Volumen 2C, Física Moderna: mecánica cuántica, relatividad y estructura de la materia*, 6^{ta} Edición, Reverté (2010).
- Alonso, M., E. Finn, *Physics*, Pearson Education, First Edition (2012).

Complementaria

- Feynman, R., Leighton, and M. Sands. *The Feynman Lectures of Physics, Vol. III. The New Millennium Edition: Quantum Mechanics (Volume 2)*, Basic Books (2011).
- Thaller, B., *Visual Quantum Mechanics: Selected Topics with Computer-Generated Animations of Quantum-Mechanical Phenomena* (with CD-ROM), Springer-Verlag (2013).

Electrónica

- *The Feynman Lectures on Physics* (California Institute of Technology) <http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.
- L. Susskind, *Lecture Collection. Modern Physics: Special Relativity* (Stanford Institute for Theoretical Physics) https://www.youtube.com/view_play_list?p=CCD6C043FEC59772
- L. Susskind, *Lecture Collection. Modern Physics: Quantum mechanics* (Stanford Institute for Theoretical Physics) https://www.youtube.com/view_play_list?p=84C10A9CB1D13841

X. PERFIL DEL DOCENTE.

Licenciado en Física o área afín, con experiencia en docencia y dominio de los contenidos temáticos contemplados en este PUA.