

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA**



**UNIDAD ACADÉMICA:  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA  
UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**GRAVITACIÓN II**

<b>DES:</b>	Ingeniería
<b>Programa(s) Educativo(s):</b>	Todas las ingenierías
<b>Tipo de materia (Obli/Opta):</b>	Opt
<b>Clave de la materia:</b>	OPIF803
<b>Semestre:</b>	Octavo
<b>Área en plan de estudios (B, P, E):</b>	E
<b>Total de horas por semana:</b>	5
Teoría: Presencial o Virtual	5
Laboratorio o Taller:	
Prácticas:	
Trabajo extra-clase:	
<b>Créditos Totales:</b>	5
<b>Total de horas semestre (16 semanas):</b>	80
Fecha de actualización:	Octubre 2024
Prerrequisito (s)	Gravitación I

**PROPÓSITO DEL CURSO:**

El estudiante comprende los fenómenos más importantes que se suceden en presencia de fuentes gravitacionales muy intensas, usando las ecuaciones de Einstein, así como el impacto en desarrollo tecnológico y que conlleva la comprobación de tales sistemas, mediante el uso eficiente de herramientas tecnológicas y el fortalecimiento del pensamiento lógico y analítico.

**COMPETENCIAS POR DESARROLLAR:**

**B1. EXCELENCIA Y DESARROLLO HUMANO**

Promueve el desarrollo humano integral con resultados tangibles obtenidos en la formación de profesionales con conciencia ética y solidaria, pensamiento crítico y creativo, así como una capacidad innovadora, productiva y emprendedora en el marco de la innovación y pertinencia social, con matices éticos y de valores, que desde su particularidad cultural le permitan respetar la diversidad, promover la inclusión, valorar la interculturalidad.

**Competencias profesionales**

**P1. CIENCIAS E INGENIERÍA.**

Aplica los conocimientos y metodologías para el planteamiento y resolución de problemas complejos de las ciencias naturales y de la ingeniería, para la toma de decisiones en un contexto de responsabilidad social y del medio ambiente.

**DB3. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS**

Resuelve problemas tanto abstractos como aplicados en las áreas de las ciencias e ingenierías, aplicando las herramientas, el lenguaje o los métodos del modelado matemático.

DOMINIOS	OBJETOS DE ESTUDIO (Contenidos, temas y subtemas)	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	METODOLOGÍA (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	EVIDENCIAS
<p>Utiliza conceptos, métodos y leyes fundamentales de las ciencias básicas para dar soluciones a problemas complejos de ciencias e ingeniería analizando los resultados para emitir conclusiones acordes a la realidad.</p> <p>Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p> <p><b>B1,2 Propone la solución de problemas con una base interdisciplinar (científica, humanística y tecnológica)</b></p>	<p><b>1. SOLUCIÓN DE SCHWARZSCHILD</b></p> <p>1.1. La solución de Schwarzschild</p> <p>1.2. Simetría esférica y teorema de Birkhoff</p> <p>1.3. Gravitacional red shift</p> <p>1.4. Geodésicas en el espacio de Schwarzschild</p> <p>1.5. Precesión de la órbita de Mercurio</p> <p>1.6. Movimiento radial</p>	<p>Deduce la solución de las ecuaciones de Einstein para espacios estáticos y esféricamente simétricos</p> <p>Caracteriza las propiedades de las soluciones</p> <p>Identifica fenómenos físicos relacionados con estas soluciones</p>	<p>Clase introductoria por parte del maestro.</p> <p>Ejercicios en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios propuestos fuera de clase.</p>	<p>Examen escrito.</p> <p>Cuaderno con la resolución de ejercicios de clase y fuera del aula.</p>
<p>Utiliza conceptos, métodos y leyes fundamentales de las ciencias básicas para dar soluciones a problemas complejos de ciencias e ingeniería analizando los resultados para emitir conclusiones acordes a la realidad.</p> <p>Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p>	<p><b>2. AGUJEROS NEGROS</b></p> <p>2.1. La solución interior de Schwarzschild</p> <p>2.2. Estrellas degeneradas</p> <p>2.3. Órbitas de Schwarzschild, coordenadas de Eddington-Finkelstein</p> <p>2.4. Coordenadas de Kruskal-Szekeres</p> <p>2.5. Diagramas de Penrose</p>	<p>Examina el carácter de agujero negro en las soluciones estáticas de las ecuaciones de Einstein</p> <p>Analiza las propiedades de agujeros negros estáticos en distintos sistemas de coordenadas</p>	<p>Clase introductoria por parte del maestro.</p> <p>Ejercicios en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios propuestos fuera de clase.</p>	<p>Examen escrito.</p> <p>Cuaderno con la resolución de ejercicios de clase y fuera del aula.</p>
<p>Utiliza conceptos, métodos y leyes fundamentales de las ciencias básicas para dar soluciones a problemas complejos de ciencias e ingeniería analizando los resultados para emitir conclusiones acordes a la realidad.</p> <p>Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p>	<p><b>3. AGUJEROS NEGROS MÁS GENERALES</b></p> <p>3.1. Horizontes de eventos</p> <p>3.2. Horizontes de Killing</p> <p>3.3. Masa, carga y espín</p> <p>3.4. Agujeros negros con carga</p> <p>3.5. Agujeros negros rotantes</p> <p>3.6. La ergoesfera</p> <p>3.7. La termodinámica de agujeros negros</p>	<p>Resuelve las ecuaciones de Einstein para casos con distintas simetrías</p> <p>Identifica las características de agujero negro en otras soluciones</p> <p>Interpreta la termodinámica de agujeros negros</p>	<p>Clase introductoria por parte del maestro.</p> <p>Ejercicios en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios propuestos fuera de clase.</p>	<p>Examen escrito.</p> <p>Cuaderno con la resolución de ejercicios de clase y fuera del aula.</p>

<p>Utiliza conceptos, métodos y leyes fundamentales de las ciencias básicas para dar soluciones a problemas complejos de ciencias e ingeniería analizando los resultados para emitir conclusiones acordes a la realidad.</p> <p>Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p>	<p><b>4. COSMOLOGÍA</b></p> <p>4.1. La métrica de Friedman-Robertson-Walker</p> <p>4.2. La ley de Hubble y corrimiento al rojo</p> <p>4.3. Las ecuaciones dinámicas en cosmología</p> <p>4.4. La constante cosmológica</p> <p>4.5. La radiación cósmica de fondo</p> <p>4.6. Inflación y el mecanismo de Higgs</p>	<p>Analiza soluciones cosmológicas de las ecuaciones de Einstein</p> <p>Caracteriza la evolución cósmica</p> <p>Identifica los factores que conforman la evolución del universo</p>	<p>Clase introductoria por parte del maestro.</p> <p>Ejercicios en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios propuestos fuera de clase.</p>	<p>Examen escrito.</p> <p>Cuaderno con la resolución de ejercicios de clase y fuera del aula.</p>
<p>Utiliza conceptos, métodos y leyes fundamentales de las ciencias básicas para dar soluciones a problemas complejos de ciencias e ingeniería analizando los resultados para emitir conclusiones acordes a la realidad.</p> <p>Resuelve mediante el uso de herramientas matemáticas, problemas inherentes a las áreas científicas.</p>	<p><b>5. ONDAS GRAVITACIONALES</b></p> <p>5.1. Gravedad linealizada</p> <p>5.2. Elección de norma</p> <p>5.3. Trayectorias de fotones</p> <p>5.4. Soluciones de ondas gravitacionales</p> <p>5.5. Producción de ondas gravitacionales</p> <p>5.6. Detección de OG</p>	<p>Identifica una onda gravitacional</p> <p>Analiza el proceso de producción de ondas gravitacionales</p> <p>Revisa el proceso de detección de ondas gravitacionales</p>	<p>Clase introductoria por parte del maestro.</p> <p>Ejercicios en clase.</p> <p>Resolución de ejercicios propuestos fuera de clase.</p>	<p>Examen escrito.</p> <p>Cuaderno con la resolución de ejercicios de clase y fuera del aula.</p>

<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> (Bibliografía, direcciones electrónicas)	<b>EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES</b> (Criterios, ponderación e instrumentos)
<p>Carrol, S. (2004). <i>Spacetime and geometry, an introduction to general relativity</i>. U. of Chicago.</p> <p>Ryder, L. (2009). <i>Introduction to general relativity</i>. Cambridge U. Press (2009).</p> <p>Rindler, W. (2006). <i>Relativity, special, general and cosmological</i>. Oxford U. Press.</p>	<p>Evaluaciones parciales en función de las evidencias presentadas durante el curso.</p> <p><b>Primera evaluación parcial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Examen escrito 60%.</li> <li>● Ejercicios en clase y tareas 40%</li> </ul> <p><b>Segunda evaluación parcial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Examen escrito 60%.</li> <li>● Ejercicios en clase y tareas 40%</li> </ul> <p><b>Tercera evaluación parcial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Examen escrito 60%.</li> <li>● Ejercicios en clase y tareas 40%</li> </ul> <p>La acreditación del curso toma en cuenta estas tres evaluaciones parciales en una proporción de 30%, 30% y 40%.</p>

**Nota.** El reglamento general académico indica que se debe tener como mínimo el 80% de la asistencia a la clase para tener derecho a evaluación ordinaria. Un porcentaje menor del 60% a clase implica no acreditar el curso.

**CRONOGRAMA DEL AVANCE PROGRAMÁTICO**

Objetos de estudio	Semanas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
SOLUCIÓN DE SCHWARZSCHILD	■	■	■														
AGUJEROS NEGROS				■	■	■											
AGUJEROS NEGROS MÁS GENERALES							■	■	■								
COSMOLOGÍA										■	■	■	■				
ONDAS GRAVITACIONALES														■	■	■	

