

# Licenciatura Oficial Universitaria Física

Nº de RVOE: 20232182



TECH es miembro de:

A large, semi-transparent background image of a young woman with long brown hair, looking upwards and to the right with a thoughtful expression. The image is partially obscured by diagonal geometric shapes in shades of brown and white.

**tech**  
universidad



Nº de RVOE: 20232182

## Licenciatura Oficial Universitaria Física

Idioma: **Español**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **3 años y 4 meses**

Fecha acuerdo RVOE: **28/07/2023**

Acceso web: [www.techtitute.com/mx/ingenieria/licenciatura-universitaria/licenciatura-universitaria-fisica](http://www.techtitute.com/mx/ingenieria/licenciatura-universitaria/licenciatura-universitaria-fisica)

# Índice

01

Presentación del programa

---

*pág. 4*

02

¿Por qué estudiar en TECH?

---

*pág. 8*

03

Plan de estudios

---

*pág. 12*

04

Convalidación  
de asignaturas

---

*pág. 42*

05

Objetivos docentes

---

*pág. 48*

06

Salidas profesionales

---

*pág. 58*

07

Idiomas gratuitos

---

*pág. 62*

08

Máster Título Propio gratuito

---

*pág. 66*

09

Metodología de estudio

---

*pág. 70*

10

Titulación

---

*pág. 80*

11

Reconocimiento en USA

---

*pág. 84*

12

Homologación del título

---

*pág. 88*

13

Requisitos de acceso

---

*pág. 92*

14

Proceso de admisión

---

*pág. 96*

# 01

## Presentación del programa

La Física analiza las propiedades fundamentales de la materia, la energía y las interacciones que rigen el universo. A través del análisis de fenómenos naturales, busca comprender las leyes que describen el movimiento, la fuerza, el espacio y el tiempo. Al ser el punto de partida para ahondar en los principios fundamentales que rigen el universo, TECH lanza un innovador programa que abordará todos los aspectos relacionados con dicho campo. Esta titulación, impartida en modalidad 100% online, combina teoría avanzada y aplicaciones prácticas para preparar profesionales a resolver problemas complejos en diversos campos, que abarcan desde la investigación científica hasta la tecnología aplicada. Aquí, los alumnos adquirirán una base sólida en áreas como mecánica, termodinámica, electromagnetismo y física cuántica. Además, este título universitario está considerado equivalente en EE. UU. por un Bachelor of Science.

*Este es el momento, te estábamos esperando*



“

*Forma parte de este programa 100% online y oficial de TECH y obtén una equivalencia académica reconocida en EE. UU.”*

La Física es esencial porque explica los fenómenos fundamentales que rigen nuestro planeta, desde el movimiento de los planetas hasta el comportamiento de las partículas subatómicas. Además, es la base de muchas disciplinas científicas y tecnológicas, impulsando avances en áreas como la medicina, la energía, las telecomunicaciones y la exploración espacial. También, su análisis fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades clave para abordar los desafíos globales como el cambio climático o la innovación sostenible.

Por eso, TECH presenta una revolucionaria Licenciatura Oficial Universitaria en Física, que combina fundamentos teóricos sólidos con experiencias prácticas. Este programa profundizará en áreas clave como mecánica clásica, electromagnetismo, termodinámica, mecánica cuántica y física moderna. De este modo, los egresados adquirirán competencias avanzadas para entender y analizar fenómenos naturales de manera rigurosa. Además, el itinerario ahondará en el uso de herramientas matemáticas y computacionales para la modelización y resolución de problemas complejos. También, los egresados desarrollarán habilidades analíticas, pensamiento crítico y la capacidad de aplicar conceptos físicos en contextos multidisciplinarios.

Este programa universitario cuenta con el Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios (RVOE) otorgado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), lo que respalda la validez oficial del título en México. Esta acreditación brinda a los egresados amplias oportunidades profesionales y la opción de continuar con estudios de posgrado.

La modalidad 100% online ofrece una experiencia educativa innovadora y flexible, diseñada para adaptarse a las necesidades de los participantes. Gracias a la metodología Relearning, el aprendizaje se centra en la repetición estratégica de conceptos clave en diversos contextos, lo que permite consolidar los conocimientos de manera natural y eficiente. Este enfoque elimina la sobrecarga de estudio tradicional, promoviendo una comprensión profunda y duradera. Además, al ser completamente online, los alumnos pueden acceder al contenido desde cualquier lugar, organizando su tiempo de manera autónoma, sin perder de vista la excelencia académica que caracteriza a este programa.





“

*¿Quieres dominar todo lo relacionado con la Física? Esta titulación universitaria te otorgará habilidades analíticas y de modelado matemático”*

# 02

## ¿Por qué estudiar en TECH?

TECH es la mayor Universidad digital del mundo. Con un impresionante catálogo de más de 14.000 programas universitarios, disponibles en 11 idiomas, se posiciona como líder en empleabilidad, con una tasa de inserción laboral del 99%. Además, cuenta con un enorme claustro de más de 6.000 profesores de máximo prestigio internacional.

*Te damos +*

“

*Estudia en la mayor universidad digital del mundo y asegura tu éxito profesional. El futuro empieza en TECH”*

### La mejor universidad online del mundo según FORBES

La prestigiosa revista Forbes, especializada en negocios y finanzas, ha destacado a TECH como «la mejor universidad online del mundo». Así lo han hecho constar recientemente en un artículo de su edición digital en el que se hacen eco del caso de éxito de esta institución, «gracias a la oferta académica que ofrece, la selección de su personal docente, y un método de aprendizaje innovador orientado a formar a los profesionales del futuro».

**Forbes**  
Mejor universidad  
online del mundo

**Plan**  
de estudios  
más completo

### Los planes de estudio más completos del panorama universitario

TECH ofrece los planes de estudio más completos del panorama universitario, con temarios que abarcan conceptos fundamentales y, al mismo tiempo, los principales avances científicos en sus áreas científicas específicas. Asimismo, estos programas son actualizados continuamente para garantizar al alumnado la vanguardia académica y las competencias profesionales más demandadas. De esta forma, los títulos de la universidad proporcionan a sus egresados una significativa ventaja para impulsar sus carreras hacia el éxito.

### El mejor claustro docente top internacional

El claustro docente de TECH está integrado por más de 6.000 profesores de máximo prestigio internacional. Catedráticos, investigadores y altos ejecutivos de multinacionales, entre los cuales se destacan Isaiah Covington, entrenador de rendimiento de los Boston Celtics; Magda Romanska, investigadora principal de MetaLAB de Harvard; Ignacio Wistumba, presidente del departamento de patología molecular traslacional del MD Anderson Cancer Center; o D.W Pine, director creativo de la revista TIME, entre otros.

Profesorado  
**TOP**  
Internacional



La metodología  
más eficaz

### Un método de aprendizaje único

TECH es la primera universidad que emplea el *Relearning* en todas sus titulaciones. Se trata de la mejor metodología de aprendizaje online, acreditada con certificaciones internacionales de calidad docente, dispuestas por agencias educativas de prestigio. Además, este disruptivo modelo académico se complementa con el "Método del Caso", configurando así una estrategia de docencia online única. También en ella se implementan recursos didácticos innovadores entre los que destacan vídeos en detalle, infografías y resúmenes interactivos.

### La mayor universidad digital del mundo

TECH es la mayor universidad digital del mundo. Somos la mayor institución educativa, con el mejor y más amplio catálogo educativo digital, cien por cien online y abarcando la gran mayoría de áreas de conocimiento. Ofrecemos el mayor número de titulaciones propias, titulaciones oficiales de posgrado y de grado universitario del mundo. En total, más de 14.000 títulos universitarios, en once idiomas distintos, que nos convierten en la mayor institución educativa del mundo.

**nº1**  
Mundial  
Mayor universidad  
online del mundo

#### La universidad online oficial de la NBA

TECH es la universidad online oficial de la NBA. Gracias a un acuerdo con la mayor liga de baloncesto, ofrece a sus alumnos programas universitarios exclusivos, así como una gran variedad de recursos educativos centrados en el negocio de la liga y otras áreas de la industria del deporte. Cada programa tiene un currículo de diseño único y cuenta con oradores invitados de excepción: profesionales con una distinguida trayectoria deportiva que ofrecerán su experiencia en los temas más relevantes.

#### Líderes en empleabilidad

TECH ha conseguido convertirse en la universidad líder en empleabilidad. El 99% de sus alumnos obtienen trabajo en el campo académico que ha estudiado, antes de completar un año luego de finalizar cualquiera de los programas de la universidad. Una cifra similar consigue mejorar su carrera profesional de forma inmediata. Todo ello gracias a una metodología de estudio que basa su eficacia en la adquisición de competencias prácticas, totalmente necesarias para el desarrollo profesional.



#### Google Partner Premier

El gigante tecnológico norteamericano ha otorgado a TECH la insignia Google Partner Premier. Este galardón, solo al alcance del 3% de las empresas del mundo, pone en valor la experiencia eficaz, flexible y adaptada que esta universidad proporciona al alumno. El reconocimiento no solo acredita el máximo rigor, rendimiento e inversión en las infraestructuras digitales de TECH, sino que también sitúa a esta universidad como una de las compañías tecnológicas más punteras del mundo.



#### La universidad mejor valorada por sus alumnos

Los alumnos han posicionado a TECH como la universidad mejor valorada del mundo en los principales portales de opinión, destacando su calificación más alta de 4,9 sobre 5, obtenida a partir de más de 1.000 reseñas. Estos resultados consolidan a TECH como la institución universitaria de referencia a nivel internacional, reflejando la excelencia y el impacto positivo de su modelo educativo.



# 03

## Plan de estudios

El plan de estudios de esta Licenciatura Oficial Universitaria está diseñado para ofrecer una capacitación integral, combinando conocimientos y habilidades esenciales en el ámbito científico. Este programa abarca desde los fundamentos clásicos de la Física, hasta los desarrollos más recientes en áreas como la Física cuántica, termodinámica, electromagnetismo y astrofísica. Con un enfoque progresivo y estructurado, los alumnos adquirirán herramientas analíticas que les permitirán abordar problemas complejos y proponer soluciones innovadoras. Esta sólida base académica los preparará para enfrentar los retos de la investigación, la tecnología y otras áreas aplicadas con un perfil competitivo.

*Un temario  
completo y bien  
desarrollado*

“

*Estarás altamente cualificado para diseñar y realizar experimentos de forma independiente, utilizando la instrumentación científica más moderna”*

Esta Licenciatura Oficial Universitaria en Física ofrece a sus alumnos una experiencia de aprendizaje enriquecida mediante recursos multimedia y materiales académicos diseñados para potenciar el entendimiento de conceptos complejos. Además, la plataforma académica online integra bibliografía especializada, videos explicativos y herramientas de autoevaluación, brindando un entorno de estudio completo y accesible.



*Al dominar la Física, estarás preparado para enfrentar los retos de la investigación, la tecnología y otras áreas relacionadas”*

### Dónde, cuándo y cómo se imparte

Esta Licenciatura Oficial Universitaria se ofrece 100% online, por lo que el alumno podrá cursarlo desde cualquier sitio, haciendo uso de una computadora, una tableta o simplemente mediante su smartphone. Además, podrá acceder a los contenidos de manera offline, bastando con descargarse los contenidos de los temas elegidos en el dispositivo y abordarlos sin necesidad de estar conectado a Internet. Una modalidad de estudio autodirigida y asincrónica que pone al estudiante en el centro del proceso académico, gracias a un formato metodológico ideado para que pueda aprovechar al máximo su tiempo y optimizar el aprendizaje.



En esta Licenciatura con RVOE, el alumnado dispondrá de 40 asignaturas que podrá abordar y analizar a lo largo de 3 años y 4 meses de estudio.

<b>Asignatura 1</b>	Álgebra lineal
<b>Asignatura 2</b>	Cálculo I
<b>Asignatura 3</b>	Fundamentos de Óptica
<b>Asignatura 4</b>	Fundamentos de Electromagnetismo
<b>Asignatura 5</b>	Cálculo II
<b>Asignatura 6</b>	Estadística I
<b>Asignatura 7</b>	Historia de la Física
<b>Asignatura 8</b>	Cálculo Numérico
<b>Asignatura 9</b>	Introducción a la física moderna
<b>Asignatura 10</b>	Métodos matemáticos
<b>Asignatura 11</b>	Métodos numéricos y transformadas
<b>Asignatura 12</b>	Óptica
<b>Asignatura 13</b>	Estadística II
<b>Asignatura 14</b>	Ecuaciones diferenciales
<b>Asignatura 15</b>	Campos y ondas
<b>Asignatura 16</b>	Mecánica clásica I
<b>Asignatura 17</b>	Mecánica clásica II
<b>Asignatura 18</b>	Cálculo con variable compleja
<b>Asignatura 19</b>	Termodinámica
<b>Asignatura 20</b>	Electromagnetismo I

<b>Asignatura 21</b>	Electromagnetismo II
<b>Asignatura 22</b>	Física Nuclear y de partículas
<b>Asignatura 23</b>	Física de materiales
<b>Asignatura 24</b>	Geofísica
<b>Asignatura 25</b>	Electrónica analógica y digital
<b>Asignatura 26</b>	Mecánica de fluidos
<b>Asignatura 27</b>	Física de Altas Energías
<b>Asignatura 28</b>	Física Estadística
<b>Asignatura 29</b>	Física Cuántica I
<b>Asignatura 30</b>	Física Cuántica II
<b>Asignatura 31</b>	Relatividad General y Cosmología
<b>Asignatura 32</b>	Astrofísica
<b>Asignatura 33</b>	Teoría Cuántica de campos
<b>Asignatura 34</b>	Termodinámica Avanzada
<b>Asignatura 35</b>	Información y Computación Cuántica
<b>Asignatura 36</b>	Termodinámica de la Atmósfera
<b>Asignatura 37</b>	Meteorología y Climatología
<b>Asignatura 38</b>	Biofísica
<b>Asignatura 39</b>	Gestión de proyectos
<b>Asignatura 40</b>	Metodología de la investigación

Así, los contenidos académicos de estas asignaturas abarcan también los siguientes temas y subtemas:

Asignatura 1	
<b>Álgebra lineal</b>	
<b>1.1. Métodos de prueba, inducción y recursión</b>	
1.1.1.	Variables y cuantificadores
1.1.2.	Métodos de prueba
1.1.3.	Inducción
1.1.4.	Recursión
<b>1.2. Conjuntos y funciones</b>	
1.2.1.	Conjuntos
1.2.2.	Operaciones con conjuntos
1.2.3.	Funciones
1.2.4.	Cardinalidad
<b>1.3. Teoría de números y aritmética modular</b>	
1.3.1.	Divisibilidad y aritmética modular
1.3.2.	Números primos
1.3.3.	Máximo común divisor y mínimo común múltiplo
1.3.4.	Congruencias lineales
1.3.5.	Teorema chino del resto
1.3.6.	El pequeño teorema de Fermat
1.3.7.	Raíz primitiva y logaritmo discreto
1.3.8.	Algoritmo de Diffie-Hellman
<b>1.4. Operaciones con matrices</b>	
1.4.1.	El concepto de matriz
1.4.2.	Operaciones fundamentales con matrices
1.4.3.	La matriz identidad y la potencia de una matriz
1.4.4.	Las matrices cero-uno
1.4.5.	La matriz transpuesta, inversa y el determinante

<b>1.5. Relaciones</b>	
1.5.1.	Relaciones binarias y sus propiedades
1.5.2.	Relaciones n-arias
1.5.3.	Representación de relaciones
1.5.4.	Cierre de una relación
<b>1.6. Eliminación gaussiana</b>	
1.6.1.	Resolución automática de sistemas de ecuaciones
1.6.2.	Eliminación gaussiana ingenua
1.6.3.	Vector de error y vector residual
1.6.4.	Eliminación gaussiana con pivotaje parcial escalado
<b>1.7. Programación lineal</b>	
1.7.1.	Problemas de programación lineal
1.7.2.	Forma estándar
1.7.3.	Forma distensionada
1.7.4.	Dualidad
<b>1.8. Algoritmo Simplex</b>	
1.8.1.	Qué es el algoritmo Simplex
1.8.2.	Interpretación geométrica
1.8.3.	Pivotaje
1.8.4.	Inicialización
1.8.5.	Cuerpo del algoritmo
<b>1.9. Grafos</b>	
1.9.1.	Introducción a los grafos
1.9.2.	Relaciones de vecindad
1.9.3.	Representación de grafos
1.9.4.	Grafos isomorfos
1.9.5.	Conectividad en grafos
<b>1.10. Árboles</b>	
1.10.1.	Introducción a los árboles
1.10.2.	Aplicaciones de los árboles
1.10.3.	Recorrido de árboles

Asignatura 2	
<b>Cálculo I</b>	
<b>2.1. Introducción al análisis</b>	
2.1.1.	Concepto de función
2.1.2.	Concepto de límite
2.1.3.	Cálculo de límites
2.1.4.	Continuidad de funciones
<b>2.2. Derivación de funciones y sus aplicaciones</b>	
2.2.1.	Derivada de una función
2.2.2.	Interpretación geométrica
2.2.3.	Interpretación física
2.2.4.	Cálculo de derivadas
2.2.5.	Derivadas sucesivas
2.2.6.	Funciones derivables Derivadas laterales
2.2.7.	Teoremas de funciones derivables
2.2.8.	Regla de L'Hôpital
2.2.9.	Extremos relativos y monotonía
2.2.10.	Puntos de inflexión y curvatura
2.2.11.	Problemas de optimización
<b>2.3. Estudio y representación gráfica de funciones de una variable</b>	
2.3.1.	Estudio de una función
2.3.2.	Estudio de funciones polinómicas
2.3.3.	Estudio de funciones racionales
2.3.4.	Estudio de funciones irracionales
2.3.5.	Estudio de funciones exponenciales
2.3.6.	Estudio de funciones logarítmicas
2.3.7.	Estudio de funciones trigonométricas
2.3.8.	Construcción de funciones a partir de otras conocidas

<b>2.4. Integral definida</b>	
2.4.1.	La integral definida como límite de una suma
2.4.2.	Propiedades de la integral definida
2.4.3.	Integrales inmediatas
2.4.4.	Teorema del Valor Medio del cálculo integral
2.4.5.	Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow
2.4.6.	Áreas de recintos planos
2.4.7.	Longitud de arco de una curva
2.4.8.	Volúmenes de cuerpos sólidos
<b>2.5. Integral indefinida</b>	
2.5.1.	Concepto de primitiva de una función
2.5.2.	Propiedades de la integral indefinida
2.5.3.	Integración por partes
2.5.4.	Integración de funciones racionales
2.5.5.	Integración por cambio de variable
2.5.6.	Integración por sustituciones trigonométricas
2.5.7.	Integrales no elementales
<b>2.6. Sucesiones y series finitas</b>	
2.6.1.	Sucesiones de números reales
2.6.2.	Series
2.6.3.	El criterio integral y el criterio de comparación
2.6.4.	Series alternadas
2.6.5.	Convergencia absoluta y criterio del cociente
<b>2.7. Principios fundamentales del conteo</b>	
2.7.1.	Partición de un conjunto
2.7.2.	Principio de adición
2.7.3.	Principio de multiplicación
2.7.4.	Principio de inclusión-exclusión
2.7.5.	Principio de distribución

## 2.8. Análisis numérico y de los errores

- 2.8.1. Origen y evolución del análisis numérico
- 2.8.2. Algoritmos
- 2.8.3. Tipos de errores
- 2.8.4. Convergencia

## 2.9. Sistemas de numeración

- 2.9.1. Representación de la información
- 2.9.2. Introducción a los sistemas numéricos
- 2.9.3. Conversión del sistema decimal a base b
- 2.9.4. Operaciones aritméticas en base b
- 2.9.5. Conversión del sistema b1 al b2
- 2.9.6. Representación de los números
- 2.9.7. Aritmética de punto flotante
- 2.9.8. Propagación del error

## 2.10. Cálculo de raíces e interpolación, algoritmos de resolución y técnicas de aceleración

- 2.10.1. Algoritmo de bisección
- 2.10.2. Algoritmo del punto fijo
- 2.10.3. Método de la secante
- 2.10.4. Algoritmo de Newton-Raphson
- 2.10.5. Algoritmo de la secante modificado
- 2.10.6. Algoritmo de Newton modificado
- 2.10.7.  $\Delta^2$  de Aitken
- 2.10.8. Algoritmo de Steffensen

## Asignatura 3

### Fundamentos de óptica

#### 3.1. Movimiento Oscilatorio

- 3.1.1. Movimientos periódicos
- 3.1.2. Movimiento Armónico Simple (MAS)
- 3.1.3. Estudio del péndulo simple
- 3.1.4. Estudio del péndulo físico
- 3.1.5. Oscilaciones amortiguadas
- 3.1.6. Oscilaciones forzadas y resonancia

#### 3.2. Movimiento Ondulatorio

- 3.2.1. Descripción del movimiento ondulatorio: ecuación de onda y propiedades
- 3.2.2. Ondas transversales y longitudinales
- 3.2.3. Ondas periódicas: armónicas y electromagnéticas
- 3.2.4. Energía asociada al movimiento ondulatorio
- 3.2.5. Efecto Doppler

#### 3.3. Superposición de ondas: Fenómenos

- 3.3.1. Superposición de ondas
- 3.3.2. Ondas estacionarias
- 3.3.3. Ondas estacionarias en una cuerda
- 3.3.4. Ondas sonoras estacionarias

#### 3.4. El sonido como onda mecánica: Características

- 3.4.1. Ondas sonoras y sus características
- 3.4.2. Interferencias en ondas sonoras
- 3.4.3. Ondas sonoras estacionarias y sus aplicaciones
- 3.4.4. Efecto Doppler y su aplicación al sonido

## 3.5. La luz como onda electromagnética

- 3.5.1. Introducción a los fenómenos electromagnéticos
- 3.5.2. Descripción de las ondas electromagnéticas
- 3.5.3. Energía de las ondas electromagnéticas
- 3.5.4. Ondas electromagnéticas estacionarias
- 3.5.5. Espectro electromagnético

## 3.6. Estudio de la Luz

- 3.6.1. Naturaleza de la luz. Dualidad onda partícula
- 3.6.2. Velocidad de la luz
- 3.6.3. Reflexión y refracción. Ley de Snell
- 3.6.4. Polarización de la luz

## 3.7. Óptica Geométrica

- 3.7.1. Elementos de óptica geométrica: Definiciones previas, aproximaciones
- 3.7.2. Reflexión y refracción en superficies planas
- 3.7.3. Reflexión y refracción en una superficie esférica
- 3.7.4. Ecuaciones de la óptica geométrica

## 3.8. Instrumentos Ópticos

- 3.8.1. Espejos
- 3.8.2. Diópticos ópticos
- 3.8.3. Lentes delgadas
- 3.8.4. Telescopios ópticos
- 3.8.5. Microscopios ópticos

## 3.9. Interferencia

- 3.9.1. Diferencia de fase y coherencia
- 3.9.2. Concepto de interferencia
- 3.9.3. Interferencia en películas delgadas
- 3.9.4. Interferencia de dos rendijas
- 3.9.5. Interferómetro de Michelson

## 3.10. Difracción

- 3.10.1. Concepto de difracción
- 3.10.2. Difracción por una sola ranura y patrones de intensidad
- 3.10.3. Difracción de Fraunhofer y de Fresnel
- 3.10.4. Difracción y resolución
- 3.10.5. Redes de difracción

## Asignatura 4

### Fundamentos de electromagnetismo

#### 4.1. Campo Eléctrico I

- 4.1.1. Carga eléctrica puntual
- 4.1.2. Conductores vs aislantes
- 4.1.3. Ley de Coulomb
- 4.1.4. El campo eléctrico sobre cargas puntuales
- 4.1.5. Líneas de campo eléctrico

#### 4.2. Campo Eléctrico II

- 4.2.1. Campo eléctrico generado por una distribución continua de cargas
- 4.2.2. Flujo de campo eléctrico Ley de Gauss
- 4.2.3. Aplicaciones de la ley de Gauss: Cálculo del campo eléctrico
- 4.2.4. Discontinuidad en la componente normal
- 4.2.5. Carga en las superficies de conductores

#### 4.3. Potencial Eléctrico

- 4.3.1. Definición de potencial. Diferencia de potencial
- 4.3.2. Potencial creado por una distribución de cargas discreta
- 4.3.3. Potencial creado por una distribución de cargas continua
- 4.3.4. Superficies equipotenciales
- 4.3.5. Energía potencial electrostática

#### 4.4. Condensadores

- 4.4.1. Capacidad
- 4.4.2. Energía eléctrica y su almacenamiento
- 4.4.3. Condensadores
- 4.4.4. Baterías
- 4.4.5. Circuitos eléctricos
- 4.4.6. Dieléctricos

#### 4.5. Circuitos de Corriente Continua

- 4.5.1. Corriente eléctrica continua
- 4.5.2. Ley de Ohm
- 4.5.3. Resistencias en serie y en paralelos
- 4.5.4. Reglas de Kirchhoff
- 4.5.5. Circuitos RC

#### 4.6. Campo Magnético I

- 4.6.1. Fuerza magnética sobre una carga puntual
- 4.6.2. Cargas puntuales en un campo magnético
- 4.6.3. Fuerza magnética sobre corrientes eléctricas y momentos de fuerzas
- 4.6.4. Efecto Hall

#### 4.7. Campo Magnético II

- 4.7.1. Campo magnético generado por cargas puntuales en movimiento
- 4.7.2. Campo magnético creado por corrientes eléctricas. Ley de Biot y Savart
- 4.7.3. Ley de Gauss para el magnetismo
- 4.7.4. Ley de Ampere

#### 4.8. Inducción Magnética

- 4.8.1. Flujo magnético
- 4.8.2. Fuerza electromotriz. Ley de Faraday
- 4.8.3. Ley de Lenz
- 4.8.4. Fuerza electromotriz en movimiento
- 4.8.5. Inductancia
- 4.8.6. Energía magnética
- 4.8.7. Circuitos RL

#### 4.9. Circuitos de Corriente Alterna

- 4.9.1. Corriente alterna
- 4.9.2. Circuitos de corriente alterna
- 4.9.3. El transformador
- 4.9.4. Circuitos bobina/condensador o LC y LCR sin generador
- 4.9.5. Fasores

#### 4.10. Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas

- 4.10.1. Corriente de desplazamiento de Maxwell
- 4.10.2. Ecuaciones de Maxwell
- 4.10.3. Ecuación de ondas
- 4.10.4. Radiación electromagnética

### Asignatura 5

#### Cálculo II

##### 5.1. Integral de Riemann

- 5.1.1. Problema del área bajo una curva
- 5.1.2. Integrabilidad de Riemann
- 5.1.3. La integral como límite de sumas de Riemann
- 5.1.4. Teorema fundamental del cálculo

##### 5.2. Técnicas de integración de funciones de una variable

- 5.2.1. Integrales inmediatas
- 5.2.2. Método de cambio de variable
- 5.2.3. Método de integración por partes
- 5.2.4. Integración de funciones racionales
- 5.2.5. Integración de funciones irracionales
- 5.2.6. Integración de funciones trigonométricas
- 5.2.7. Aplicaciones geométricas de la integral definida

##### 5.3. Integrales impropias

- 5.3.1. Integral impropia de una función localmente integrable
- 5.3.2. Integrales impropias de funciones no negativas
- 5.3.3. La función Gamma de Euler
- 5.3.4. Valor principal de Cauchy
- 5.3.5. Introducción a la Transformada de Laplace

##### 5.4. Introducción al cálculo con varias variables

- 5.4.1. Espacio euclideo o  $R^n$
- 5.4.2. Producto escalar
- 5.4.3. Distancia. Sucesiones en  $R^n$
- 5.4.4. Topología de  $R^n$
- 5.4.5. Campos escalares y vectoriales
- 5.4.6. Límites y límites direccionales
- 5.4.7. Continuidad
- 5.4.8. Curvas
- 5.4.9. Geometría de una curva en  $R^2$  y en  $R^3$

##### 5.5. Derivación de campos escalares

- 5.5.1. Derivada direccional
- 5.5.2. Derivadas parciales
- 5.5.3. Diferencial
- 5.5.4. Regla de la cadena
- 5.5.5. Derivadas parciales de orden superior
- 5.5.6. Formula de Taylor
- 5.5.7. Matriz Hessiana
- 5.5.8. Puntos estacionarios (máximos, mínimos y puntos de silla)

##### 5.6. Derivación de campos vectoriales

- 5.6.1. Matriz Jacobiana
- 5.6.2. Diferenciabilidad
- 5.6.3. Regla de la cadena
- 5.6.4. Función inversa
- 5.6.5. Funciones implícitas
- 5.6.6. Extremos condicionados (multiplicadores de Lagrange)

- 5.6.7. Gradiente
- 5.6.8. Delta de Kronecker y tensor de Levi-Civita
- 5.6.9. Identidades vectoriales

##### 5.7. Integrales de funciones con varias variables

- 5.7.1. Integrales de línea de campos escalares
- 5.7.2. Integrales de línea de campos vectoriales
- 5.7.3. Integrales de línea independientes del camino
- 5.7.4. Interpretación física de las integrales dependientes y no independientes del camino

##### 5.8. Integrales múltiples

- 5.8.1. Integral doble sobre regiones rectangulares
- 5.8.2. Integración simple reiterada
- 5.8.3. Integral doble sobre regiones generales
- 5.8.4. Teorema de Green

##### 5.9. Integrales de superficie y de volumen

- 5.9.1. Superficies en  $R^3$
- 5.9.2. Integración sobre superficies
- 5.9.3. Teorema de Stokes
- 5.9.4. Teorema de Gauss

##### 5.10. Transformaciones de coordenadas

- 5.10.1. Rotaciones en el plano
- 5.10.2. Generadores del grupo de rotaciones
- 5.10.3. Rotaciones en dimensiones superiores
- 5.10.4. Tensores y sus aplicaciones en la física
- 5.10.5. Vectores unitarios
- 5.10.6. Elemento de línea
- 5.10.7. Elemento de volumen
- 5.10.8. Coordenadas rectangulares
- 5.10.9. Coordenadas esféricas
- 5.10.10. Coordenadas cilíndricas

**Asignatura 6****Estadística I****6.1. Introducción a la estadística**

- 6.1.1. Conceptos básicos
- 6.1.2. Tipos de variables
- 6.1.3. Información estadística

**6.2. Ordenación y clasificación del registro de datos**

- 6.2.1. Descripción de variables
- 6.2.2. Tabla de distribución de frecuencias
- 6.2.3. Cuantitativas y cualitativas

**6.3. Aplicaciones de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y sistemas prácticos**

- 6.3.1. Conceptos básicos
- 6.3.2. Herramientas
- 6.3.3. Representación de datos

**6.4. Medidas de resumen de los datos I**

- 6.4.1. Medidas descriptivas
- 6.4.2. Medidas de centralización
- 6.4.3. Medidas de dispersión
- 6.4.4. Medidas de forma o posición

**6.5. Medidas de resumen de los datos II**

- 6.5.1. Diagrama de caja
- 6.5.2. Identificación de valores atípicos
- 6.5.3. Transformación de una variable

**6.6. Análisis del conjunto de dos variables estadísticas**

- 6.6.1. Tabulación de dos variables
- 6.6.2. Tablas de contingencia y representaciones gráficas
- 6.6.3. Relación lineal entre variables cuantitativas

**6.7. Series temporales y números índices**

- 6.7.1. Las series temporales
- 6.7.2. Tasas de variación
- 6.7.3. Números índices
- 6.7.4. El Índice de Precios al Consumidor (IPC) y series temporales deflactadas

**6.8. Introducción a la probabilidad: cálculo y conceptos básicos**

- 6.8.1. Conceptos básicos
- 6.8.2. Teoría de conjuntos
- 6.8.3. Cálculo de probabilidades

**6.9. Variables aleatorias y funciones de probabilidad**

- 6.9.1. Variables aleatorias
- 6.9.2. Medidas de las variables
- 6.9.3. Función de probabilidad

**6.10. Modelos de probabilidad para variables aleatorias**

- 6.10.1. Cálculo de probabilidades
- 6.10.2. Variables aleatorias discretas
- 6.10.3. Variables aleatorias continuas
- 6.10.4. Modelos derivados de la distribución normal

**Asignatura 7****Historia de la física****7.1. Introducción**

- 7.1.1. Definición de Ciencia
- 7.1.2. ¿Qué es la Física?
- 7.1.3. Objeto y metodología
- 7.1.4. Problemas epistemológicos

**7.2. Ciencia Antigua**

- 7.2.1. Egipto y Mesopotamia
- 7.2.2. Los filósofos jonios
- 7.2.3. La escuela de Pitágoras

- 7.2.4. Los eléatas
- 7.2.5. El periodo ateniense: el problema de la materia, los atomistas
- 7.2.6. Filosofía ateniense
- 7.2.7. Matemáticas y astronomía
- 7.2.8. La escuela de Alejandría: Euclides, el tamaño de la Tierra y del universo, Arquímedes, astronomía geocéntrica

**7.3. Ciencia en la Edad Media**

- 7.3.1. Muerte de la ciencia alejandrina: Roma, el pensamiento cristiano
- 7.3.2. La edad oscura
- 7.3.3. La ciencia árabe
- 7.3.4. La escuela hispano-musulmana
- 7.3.5. Resurgimiento de la cultura en Europa
- 7.3.6. Decadencia del escolasticismo

**7.4. La Revolución Científica del Renacimiento**

- 7.4.1. Geometría celeste: Copérnico, Brahe, Kepler
- 7.4.2. Astronomía heliocéntrica
- 7.4.3. La recepción del heliocentrismo
- 7.4.4. Galileo: descubrimientos astronómicos, defensa del heliocentrismo, proceso y condena

**7.5. Desarrollo de la mecánica clásica**

- 7.5.1. Los inicios de la nueva mecánica: Galileo
- 7.5.2. El reduccionismo mecanicista de Descartes
- 7.5.3. Newton: leyes de la mecánica, gravitación, filosofía de la ciencia
- 7.5.4. El determinismo de Laplace
- 7.5.5. Mecánica celeste

**7.6. Desarrollo de la óptica y luz**

- 7.6.1. El telescopio
- 7.6.2. Leyes de reflexión y refracción
- 7.6.3. Medidas de la velocidad de la luz
- 7.6.4. Naturaleza de la luz
- 7.6.5. Newton, Huygens, Young y Fresnel

**7.7. Desarrollo de la termodinámica**

- 7.7.1. Temperatura
- 7.7.2. Naturaleza del calor
- 7.7.3. Teoría del flogisto
- 7.7.4. Termodinámica
- 7.7.5. Teoría cinética del calor
- 7.7.6. Mecánica estadística
- 7.7.7. Maxwell
- 7.7.8. Boltzmann

**7.8. Electricidad y magnetismo**

- 7.8.1. Primeros descubrimientos
- 7.8.2. Electroestática
- 7.8.3. Electrodinámica
- 7.8.4. Electromagnetismo
- 7.8.5. Faraday
- 7.8.6. Maxwell

**7.9. La Revolución Relativista**

- 7.9.1. Artículos de Einstein sobre relatividad especial
- 7.9.2. Método de los diagramas de Minkowski
- 7.9.3. Dilatación temporal y contracción de longitudes
- 7.9.4. Importancia de las transformadas de Lorentz
- 7.9.5. Confirmación experimental de la relatividad especial
- 7.9.6. Relatividad general

**7.10. La Revolución Cuántica**

- 7.10.1. Planck y la cuantización
- 7.10.2. Efecto fotoeléctrico y su explicación cuántica
- 7.10.3. Medida de la carga eléctrica y la masa del electrón
- 7.10.4. Protones, neutrones y espectro atómico
- 7.10.5. Modelos atómicos y su evolución

## Asignatura 8

### Cálculo numérico

#### 8.1. Probabilidad y estadística

- 8.1.1. El concepto de probabilidad y su interpretación
- 8.1.2. Las escuelas frecuentista y bayesiana
- 8.1.3. Teoría axiomática de probabilidad
- 8.1.4. Distribuciones de probabilidad
- 8.1.5. Densidad de probabilidad, media, varianza y otros momentos

#### 8.2. Probabilidad condicional

- 8.2.1. Distribuciones de varias variables
- 8.2.2. Distribuciones de varias variables
- 8.2.3. Probabilidad condicional y distribuciones marginales
- 8.2.4. Correlación y covarianza
- 8.2.5. Cambios de variable

#### 8.3. Distribuciones de probabilidad más comunes

- 8.3.1. Distribución Binomial
- 8.3.2. Distribución Multinomial
- 8.3.3. Distribución hipergeométrica
- 8.3.4. Distribución de Poisson
- 8.3.5. Distribución Exponencial
- 8.3.6. Distribución Normal y de Gauss
- 8.3.7. Distribución Chi-2
- 8.3.8. Distribución t de Student
- 8.3.9. Distribución Cauchy
- 8.3.10. Distribución Gama

#### 8.4. Método de Monte Carlo

- 8.4.1. Números aleatorios
- 8.4.2. Integración por Monte Carlo
- 8.4.3. Procedimientos de aceptación-rechazo
- 8.4.4. Procedimientos de transformación de variables

#### 8.5. Muestreo de una población estadística

- 8.5.1. Conceptos de muestra y de estimador
- 8.5.2. Estimadores de parámetros de una población
- 8.5.3. Ejemplos elementales

#### 8.6. El Método de máxima verosimilitud

- 8.6.1. Concepto de verosimilitud
- 8.6.2. Varianza
- 8.6.3. Cota de Cramer-Rao-Fréchet
- 8.6.4. Estimadores de varianza mínima
- 8.6.5. Aplicaciones del método de Máxima Verosimilitud
- 8.6.6. El método de Mínimos Cuadrados

#### 8.7. Contraste de hipótesis

- 8.7.1. Contraste de bondad de ajuste
- 8.7.2. Lema de Neyman-Pearson
- 8.7.3. Errores Estadísticos
- 8.7.4. Intervalos de Confianza
- 8.7.5. Límites

#### 8.8. Métodos para la resolución numérica de ecuaciones

- 8.8.1. Conceptos básicos: Error numérico, discretización y normalización
- 8.8.2. Resolución de ecuaciones no lineales
- 8.8.3. Derivación numérica
- 8.8.4. Integración numérica

#### 8.9. Resolución de ecuaciones diferenciales

- 8.9.1. Método de Euler
- 8.9.2. Métodos Runge-Kutta
- 8.9.3. Método shooting
- 8.9.4. Método integrador exponencial de primer orden

#### 8.10. Resolución de ecuaciones con derivadas parciales y simulación

- 8.10.1. Elementos y diferencias finitas
- 8.10.2. Esquemas implícitos y explícitos
- 8.10.3. Sistemas de ecuaciones lineales
- 8.10.4. Modelización de sistemas complejos

## Asignatura 9

### Introducción a la Física Moderna

#### 9.1. Introducción a la Física Médica

- 9.1.1. Como aplicar la física a la medicina
- 9.1.2. Energía de las partículas cargadas en tejidos
- 9.1.3. Fotones a través de los tejidos
- 9.1.4. Aplicaciones

#### 9.2. Introducción a la Física de Partículas

- 9.2.1. Introducción y objetivos
- 9.2.2. Partículas cuantificas
- 9.2.3. Fuerzas fundamentales y cargas
- 9.2.4. Detección de partículas
- 9.2.5. Clasificación de partículas fundamentales y Modelo Estándar
- 9.2.6. Más allá del modelo estándar
- 9.2.7. Teorías actuales de generalización
- 9.2.8. Experimentos de altas energías

#### 9.3. Aceleradores de Partículas

- 9.3.1. Procesos para acelerar partículas
- 9.3.2. Aceleradores lineales
- 9.3.3. Ciclotrones
- 9.3.4. Síncrotrones

#### 9.4. Introducción a la Física Nuclear

- 9.4.1. Estabilidad nuclear
- 9.4.2. Nuevos métodos en fisión nuclear
- 9.4.3. Fusión nuclear
- 9.4.4. Síntesis de elementos superpesados

#### 9.5. Introducción a la Astrofísica

- 9.5.1. El sistema solar
- 9.5.2. Nacimiento y muerte de una estrella
- 9.5.3. Exploración espacial
- 9.5.4. Exoplanetas

#### 9.6. Introducción a la Cosmología

- 9.6.1. Cálculo de distancias en astronomía
- 9.6.2. Cálculo de velocidades en astronomía
- 9.6.3. Materia y energía oscuras
- 9.6.4. La expansión del universo
- 9.6.5. Ondas gravitacionales

#### 9.7. Geofísica y Física Atmosférica

- 9.7.1. Geofísica
- 9.7.2. Física atmosférica
- 9.7.3. Meteorología
- 9.7.4. Cambio climático

#### 9.8. Introducción a la Física de la Materia Condensada

- 9.8.1. Estados de agregación de la materia
- 9.8.2. Alótopos de la materia
- 9.8.3. Sólidos cristalinos
- 9.8.4. Materia blanda

#### 9.9. Introducción a la Computación Cuántica

- 9.9.1. Introducción al mundo cuántico
- 9.9.2. Qubits
- 9.9.3. Múltiples qubits
- 9.9.4. Puertas lógicas
- 9.9.5. Programas cuánticos
- 9.9.6. Ordenadores cuánticos

#### 9.10. Introducción a la Criptografía Cuántica

- 9.10.1. Información clásica
- 9.10.2. Información cuántica
- 9.10.3. Encriptación cuántica
- 9.10.4. Protocolos en criptografía cuántica

**Asignatura 10****Métodos matemáticos****10.1. Espacios Prehilbertianos**

- 10.1.1. Espacios vectoriales
- 10.1.2. Producto escalar hermítico positivo
- 10.1.3. Módulo de un vector
- 10.1.4. Desigualdad de Schwartz
- 10.1.5. Desigualdad de Minkowsky
- 10.1.6. Ortogonalidad
- 10.1.7. Notación de Dirac

**10.2. Topología de espacios métricos**

- 10.2.1. Definición de distancia
- 10.2.2. Definición de espacio métrico
- 10.2.3. Elementos de topología de espacios métricos
- 10.2.4. Sucesiones convergentes
- 10.2.5. Sucesiones de Cauchy
- 10.2.6. Espacio métrico completo

**10.3. Espacios de Hilbert**

- 10.3.1. Espacio de Hilbert: definición
- 10.3.2. Base Herbartiana
- 10.3.3. Schrödinger versus Heisenberg. Integral de Lebesgue
- 10.3.4. Formas continuas de un espacio de Hilbert
- 10.3.5. Matriz de cambio de base

**10.4. Operadores lineales**

- 10.4.1. Operadores lineales: conceptos básicos
- 10.4.2. Operador inverso
- 10.4.3. Operador adjunto
- 10.4.4. Operador autoadjunto u observable
- 10.4.5. Operador definido positivo
- 10.4.6. Operador unitario i cambio de base
- 10.4.7. Operador antiunitario
- 10.4.8. Proyector

**10.5. Teoría de Sturm-Liouville**

- 10.5.1. Teoremas de valores propios
- 10.5.2. Teoremas de vectores propios
- 10.5.3. Problema de Sturm-Liouville
- 10.5.4. Teoremas importantes para la teoría de Sturm-Liouville

**10.6. Introducción a teoría de grupos**

- 10.6.1. Definición de grupo y características
- 10.6.2. Simetrías
- 10.6.3. Algebra de Lie
- 10.6.4. Grupos y física cuántica

**10.7. Introducción a representaciones**

- 10.7.1. Definiciones
- 10.7.2. Representación fundamenta
- 10.7.3. Representación adjunta
- 10.7.4. Representación unitaria
- 10.7.5. Producto de representaciones
- 10.7.6. Tablas de Young
- 10.7.7. Aplicaciones a la física de partículas

**10.8. Introducción a tensores**

- 10.8.1. Definición de tensor covariante y contravariante
- 10.8.2. Delta de Kronecker
- 10.8.3. Tensor de Levi-Civita
- 10.8.4. Relación entre tensores y representaciones

**10.9. Teoría de grupos aplicada a la física**

- 10.9.1. Grupo de translaciones
- 10.9.2. Grupo de Lorentz
- 10.9.3. Grupos discretos
- 10.9.4. Grupos continuos

**10.10. Representaciones y la física de partículas**

- 10.10.1. Representaciones fundamentales
- 10.10.2. Multiplicación de representaciones
- 10.10.3. Teorema de Okubo

**Asignatura 11****Métodos numéricos y transformadas****11.1. Introducción a las estrategias de diseño de algoritmos**

- 11.1.1. Recursividad
- 11.1.2. Divide y conquista
- 11.1.3. Otras estrategias

**11.2. Eficiencia y análisis de los algoritmos**

- 11.2.1. Medidas de eficiencia
- 11.2.2. Medir el tamaño de la entrada
- 11.2.3. Medir el tiempo de ejecución
- 11.2.4. Caso peor, mejor y medio
- 11.2.5. Notación asintónica
- 11.2.6. Criterios de Análisis matemático de algoritmos no recursivos
- 11.2.7. Análisis matemático de algoritmos recursivos
- 11.2.8. Análisis empírico de algoritmos

**11.3. Algoritmos de ordenación**

- 11.3.1. Concepto de ordenación
- 11.3.2. Ordenación de la burbuja
- 11.3.3. Ordenación por selección
- 11.3.4. Ordenación por inserción
- 11.3.5. Ordenación por mezcla
- 11.3.6. Ordenación rápida

**11.4. Algoritmos con árboles**

- 11.4.1. Concepto de árbol
- 11.4.2. Árboles binarios
- 11.4.3. Recorridos de árbol
- 11.4.4. Representar expresiones
- 11.4.5. Árboles binarios ordenados
- 11.4.6. Árboles binarios balanceados

**11.5. Algoritmos de montículo**

- 11.5.1. Los montículos
- 11.5.2. El algoritmo de ordenamiento por montículos
- 11.5.3. Las colas de prioridad

**11.6. Algoritmos con grafos**

- 11.6.1. Representación
- 11.6.2. Recorrido en anchura
- 11.6.3. Recorrido en profundidad
- 11.6.4. Ordenación topológica

**11.7. Algoritmos voraces**

- 11.7.1. La estrategia de los algoritmos voraces
- 11.7.2. Elementos de la estrategia de los algoritmos voraces
- 11.7.3. Cambio de monedas
- 11.7.4. Problema del viajante
- 11.7.5. Problema de la mochila

**11.8. Búsqueda de caminos mínimos**

- 11.8.1. El problema del camino mínimo
- 11.8.2. Arcos negativos y ciclos
- 11.8.3. Algoritmo de Dijkstra

**11.9. Algoritmos voraces sobre grafos**

- 11.9.1. El árbol de recubrimiento mínimo
- 11.9.2. El algoritmo de Prim
- 11.9.3. El algoritmo de Kruskal
- 11.9.4. Análisis de complejidad

**11.10. Estrategia "vuelta atrás"**

- 11.10.1. Características
- 11.10.2. La "vuelta atrás"
- 11.10.3. Técnicas alternativas

**Asignatura 12****Óptica****12.1. Ondas: Introducción**

- 12.1.1. Ecuación del movimiento ondulatorio
- 12.1.2. Ondas planas
- 12.1.3. Ondas esféricas
- 12.1.4. Solución armónica de la ecuación de ondas
- 12.1.5. Análisis de Fourier

## 12.2. Superposición de ondas

- 12.2.1. Superposición de ondas de la misma frecuencia
- 12.2.2. Superposición de ondas de diferente frecuencia
- 12.2.3. Velocidad de fase y velocidad de grupo
- 12.2.4. Superposición de ondas con los vectores eléctricos perpendiculares

## 12.3. Teoría electromagnética de la luz

- 12.3.1. Ecuaciones de Maxwell macroscópicas
- 12.3.2. La respuesta del material
- 12.3.3. Relaciones energéticas
- 12.3.4. Ondas electromagnéticas
- 12.3.5. Medio lineal homogéneo e isótropo
- 12.3.6. Transversalidad de las ondas planas
- 12.3.7. Transporte de energía

## 12.4. Medios Isótropos

- 12.4.1. Reflexión y refracción en dieléctricos
- 12.4.2. Fórmulas de Fresnel
- 12.4.3. Medios dieléctricos
- 12.4.4. Polarización inducida
- 12.4.5. Modelo del dipolo clásico de Lorentz
- 12.4.6. Propagación y difusión de un haz luminoso

## 12.5. Óptica Geométrica

- 12.5.1. Aproximación paraxial
- 12.5.2. Principio de Fermat
- 12.5.3. Ecuación de la trayectoria
- 12.5.4. Propagación en medios no uniformes

## 12.6. Formación de Imágenes

- 12.6.1. Formación de imagen en óptica geométrica
- 12.6.2. Óptica paraxial
- 12.6.3. Invariante de Abbe
- 12.6.4. Aumentos
- 12.6.5. Sistemas centrados
- 12.6.6. Focos y planos focales
- 12.6.7. Planos y puntos principales
- 12.6.8. Lentes delgadas
- 12.6.9. Acoplamiento de sistemas

## 12.7. Instrumentos Ópticos

- 12.7.1. El ojo humano
- 12.7.2. Instrumentos fotográficos y de proyección
- 12.7.3. Telescopios
- 12.7.4. Instrumentos de visión cercana: Lupa y microscopio compuestos

## 12.8. Medios Anisótropos

- 12.8.1. Polarización
- 12.8.2. Susceptibilidad eléctrica. Elipsoide de índices
- 12.8.3. Ecuación de ondas en medios anisótropos
- 12.8.4. Condiciones de propagación
- 12.8.5. Refracción en un medio anisótropo
- 12.8.6. Construcción de Fresnel
- 12.8.7. Construcción con el elipsoide de índices
- 12.8.8. Retardadores
- 12.8.9. Medios anisótropos absorbentes

## 12.9. Interferencias

- 12.9.1. Principios generales y condiciones de interferencia
- 12.9.2. Interferencia por división del frente de ondas
- 12.9.3. Franjas de Young
- 12.9.4. Interferencias por división de amplitud

- 12.9.5. Interferómetro de Michelson
- 12.9.6. Interferencias de múltiples haces obtenidos por división de amplitud
- 12.9.7. Interferómetro de Fabry-Perot

## 12.10. Difracción

- 12.10.1. Principio de Huygens-Fresnel
- 12.10.2. Difracción de Fresnel y de Fraunhofer
- 12.10.3. Difracción de Fraunhofer por una abertura
- 12.10.4. Limitación del poder resolutivo de los instrumentos
- 12.10.5. Difracción de Fraunhofer por varias aberturas
- 12.10.6. Doble rendija
- 12.10.7. Red de difracción
- 12.10.8. Introducción a la teoría escalar de Kirchhoff

## Asignatura 13

### Estadística II

#### 13.1. Probabilidad: Variable aleatoria

- 13.1.1. El experimento aleatorio
- 13.1.2. Axiomas de probabilidad
- 13.1.3. Propiedades elementales

#### 13.2. Modelos de probabilidad

- 13.2.1. Las variables aleatorias
- 13.2.2. Distribución de Bernoulli
- 13.2.3. Distribución binomial
- 13.2.4. Distribución multinomial

#### 13.3. Cálculo de probabilidades y puntos críticos con R

- 13.3.1. La distribución normal o de Gauss
- 13.3.2. Comandante R
- 13.3.3. Propiedades

#### 13.4. Inferencia estadística: algunos conceptos previos

- 13.4.1. Definiciones y conceptos previos
- 13.4.2. La distribución binomial y cálculo
- 13.4.3. Curva normal y cálculo

#### 13.5. Los estimadores puntuales: distribuciones muestrales y propiedades

- 13.5.1. Conceptos generales de la distribución muestral
- 13.5.2. Estimación puntual
- 13.5.3. Estimación por intervalo

#### 13.6. Los intervalos de confianza: para la media, proporción, varianza IC en dos poblaciones

- 13.6.1. Intervalos para una o varias muestras
- 13.6.2. Método Bootstrap
- 13.6.3. Intervalos bayesianos

#### 13.7. Los contrastes de hipótesis en los métodos de inferencia estadística

- 13.7.1. Test de hipótesis estadística
- 13.7.2. Región de rechazo y de aceptación
- 13.7.3. Reglas de decisión

#### 13.8. Casos particulares: media poblacional, varianza y proporción. Contrastes Paramétricos

- 13.8.1. Varianzas conocidas y desconocidas
- 13.8.2. Razón de verosimilitudes
- 13.8.3. Contraste de igualdad

#### 13.9. Contraste de bondad de ajuste Chi-cuadrado

- 13.9.1. Agrupación de datos
- 13.9.2. Región crítica
- 13.9.3. Frecuencia esperada

### 13.10. Contraste del supuesto de normalidad: el contraste de Jarque-Bera

- 13.10.1. Variables significativas
- 13.10.2. Teorema central del límite
- 13.10.3. Los estimadores, histograma

### 13.11. Contraste de independencia con dos variables cualitativas

- 13.11.1. Concepto de independencia de variables
- 13.11.2. Frecuencias observadas y esperadas
- 13.11.3. Cálculo del contraste

### 13.12. El modelo de regresión lineal simple y la estimación puntual

- 13.12.1. Coeficiente de regresión y de correlación lineal
- 13.12.2. Inferencia de parámetros
- 13.12.3. Supuestos del modelo

### 13.13. Intervalo de confianza y recta de regresión

- 13.13.1. La función lineal y regresión
- 13.13.2. La regresión lineal simple
- 13.13.3. Variables exógenas y endógenas

### 13.14. Predicciones y aplicaciones para las Tecnologías de Información y Comunicación

- 13.14.1. Marco teórico y conceptual
- 13.14.2. Técnicas de recolección y análisis
- 13.14.3. Objetivos generales y específicos

### 13.15. El modelo de regresión múltiple y estimación puntual

- 13.15.1. Hipótesis y estimación
- 13.15.2. Tipos de errores y ajustes del modelo
- 13.15.3. Extensiones del modelo lineal

### 13.16. El contraste de significatividad global de la regresión

- 13.16.1. La tabla Anova
- 13.16.2. Multicolinealidad

## Asignatura 14

### Ecuaciones Diferenciales

#### 14.1. Introducción

- 14.1.1. Definición de las ecuaciones diferenciales ordinarias
- 14.1.2. Grado de una ecuación diferencial
- 14.1.3. Ecuaciones diferenciales homogéneas
- 14.1.4. Ecuaciones diferenciales con variables separables

#### 14.2. Resolución de ecuaciones diferenciales: conceptos básicos

- 14.2.1. Ecuaciones homogéneas y no homogéneas
- 14.2.2. Tipos de soluciones: generales y particulares
- 14.2.3. Método de Picard de aproximaciones sucesivas
- 14.2.4. Teorema de existencia de la solución

#### 14.3. Ecuación diferencial de primer orden

- 14.3.1. Estudio geométrico
- 14.3.2. Ecuación de Clairaut
- 14.3.3. Envolventes y soluciones singulares
- 14.3.4. Ecuaciones lineales
- 14.3.5. Ecuaciones homogéneas
- 14.3.6. Ecuaciones exactas

#### 14.4. Métodos para resolver algunas ecuaciones diferenciales de primer orden

- 14.4.1. Ecuaciones de Bernoulli
- 14.4.2. Ecuaciones de Ricatti

- 14.4.3. Factores integrantes
- 14.4.4. Ecuaciones de segundo orden resueltas por métodos de primer orden

#### 14.5. Ecuaciones lineales

- 14.5.1. Determinante Wronskiano de Józef Hoene-Wroński
- 14.5.2. Ecuación reducida con coeficientes constantes
- 14.5.3. Ecuación completa
- 14.5.4. Coeficientes indeterminados
- 14.5.5. Variación de parámetros y Métodos simbólicos
- 14.5.6. Solución de la completa de segundo orden mediante una solución de la reducida
- 14.5.7. Reducción del orden de una ecuación
- 14.5.8. Ecuación de Cauchy-Euler

#### 14.6. Transformadas de Laplace

- 14.6.1. Definición de la Transformada de Laplace
- 14.6.2. Propiedades de la Transformada de Laplace
- 14.6.3. Teorema del valor inicial
- 14.6.4. Teorema del valor final
- 14.6.5. Transformadas de Laplace de las funciones más comunes

#### 14.7. Resolución de ecuaciones diferenciales por series de potencias

- 14.7.1. Puntos ordinarios y singulares regulares
- 14.7.2. Método de Frobenius
- 14.7.3. Ecuaciones de Gauss
- 14.7.4. Ecuaciones de Legendre
- 14.7.5. Ecuaciones de Bessel
- 14.7.6. Ecuaciones de Laguerre
- 14.7.7. Ecuaciones de Hermite

#### 14.8. Teoría de Sturm-Liouville

- 14.8.1. Series de Fourier y Funciones ortonormales
- 14.8.2. Problemas regulares de autovalores de Sturm-Liouville
- 14.8.3. Problemas singulares de autovalores de Sturm-Liouville
- 14.8.4. Aplicaciones a Ecuaciones de Física

#### 14.9. Ecuaciones diferenciales con derivadas parciales

- 14.9.1. Introducción a las ecuaciones diferenciales parciales
- 14.9.2. Ecuaciones diferenciales elípticas
- 14.9.3. Métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales
- 14.9.4. Aproximaciones usando series de Taylor

#### 14.10. Aplicación de las ecuaciones diferenciales a la Física

- 14.10.1. Mecánica clásica: Osciladores
- 14.10.2. Electrodinámica
- 14.10.3. Relatividad general
- 14.10.4. Mecánica cuántica

## Asignatura 15

### Campos y ondas

#### 15.1. Matemáticas para la física de campos

- 15.1.1. Vectores y sistemas de coordenadas ortogonales
- 15.1.2. Gradiente de un campo escalar
- 15.1.3. Divergencia de un campo vectorial y Teorema de la Divergencia
- 15.1.4. Rotacional de un campo vectorial y Teorema de Stokes
- 15.1.5. Clasificación de campos: teorema de Helmholtz

### 15.2. Introducción a las ondas

- 15.2.1. Ecuación de ondas
- 15.2.2. Soluciones generales a las ecuaciones de ondas: Solución de D'Alembert
- 15.2.3. Soluciones armónicas a las ecuaciones de ondas
- 15.2.4. Ecuación de ondas en el dominio transformado
- 15.2.5. Propagación de ondas y ondas estacionarias

### 15.3. El campo electromagnético y las Ec. de Maxwell

- 15.3.1. Ecuaciones de Maxwell
- 15.3.2. Continuidad en la frontera electromagnética
- 15.3.3. La ecuación de onda
- 15.3.4. Campos monocromáticos o de dependencia armónica

### 15.4. Propagación de las ondas planas uniformes

- 15.4.1. Ecuación de onda
- 15.4.2. Ondas planas uniformes
- 15.4.3. Propagación en medios sin pérdidas
- 15.4.4. Propagación en medios con pérdidas

### 15.5. Polarización e Incidencia de ondas planas uniformes

- 15.5.1. Polarización transversal eléctrica
- 15.5.2. Polarización transversal magnética
- 15.5.3. Polarización lineal
- 15.5.4. Polarización circular
- 15.5.5. Polarización elíptica
- 15.5.6. Incidencia normal de las ondas planas uniformes
- 15.5.7. Incidencia oblicua de las ondas planas uniformes

### 15.6. Conceptos básicos de la Teoría de Líneas de Transmisión

- 15.6.1. Introducción
- 15.6.2. Modelo circuital de la línea de transmisión
- 15.6.3. Ecuaciones generales de la línea de transmisión
- 15.6.4. Solución de la ecuación de ondas en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia
- 15.6.5. Líneas con bajas pérdidas y sin pérdidas
- 15.6.6. Potencia

### 15.7. Líneas de Transmisión Terminadas

- 15.7.1. Introducción
- 15.7.2. Reflexión
- 15.7.3. Ondas estacionarias
- 15.7.4. Impedancia de entrada
- 15.7.5. Desadaptación en la carga y en el generador
- 15.7.6. Respuesta Transitoria

### 15.8. Guías de Onda y Líneas de Transmisión

- 15.8.1. Introducción
- 15.8.2. Soluciones generales para ondas TEM (Transversal Electromagnético), TE (Transversal Eléctrico) y TM (Transversal Magnético)
- 15.8.3. La guía de planos paralelos
- 15.8.4. La guía rectangular
- 15.8.5. La guía de onda circular
- 15.8.6. El cable coaxial
- 15.8.7. Líneas planares

### 15.9. Circuitos microondas, Carta de Smith y Adaptación de Impedancias

- 15.9.1. Introducción a los circuitos microondas
  - 15.9.1.1. Tensiones y corrientes equivalentes
  - 15.9.1.2. Parámetros impedancia y admitancia
  - 15.9.1.3. Parámetros de Scattering
- 15.9.2. La Carta de Smith
  - 15.9.2.1. Definición de la carta de Smith
  - 15.9.2.2. Cálculos sencillos
  - 15.9.2.3. Carta de Smith en admitancias
- 15.9.3. Adaptación de Impedancias. Simple Rama
- 15.9.4. Adaptación de Impedancias. Rama Correctora doble
- 15.9.5. Transformadores de cuarto de onda

### 15.10. Introducción a las antenas

- 15.10.1. Introducción y breve reseña histórica
- 15.10.2. El espectro electromagnético
- 15.10.3. Diagramas de radiación
  - 15.10.3.1. Sistema de coordenadas
  - 15.10.3.2. Diagramas tridimensionales
  - 15.10.3.3. Diagramas bidimensionales
  - 15.10.3.4. Curvas de nivel
- 15.10.4. Parámetros Fundamentales de las Antenas
  - 15.10.4.1. Densidad de potencia radiada
  - 15.10.4.2. Directividad
  - 15.10.4.3. Ganancia
  - 15.10.4.4. Polarización
  - 15.10.4.5. Impedancia
  - 15.10.4.6. Adaptación
  - 15.10.4.7. Área y longitud efectivas
  - 15.10.4.8. Ecuación de transmisión

## Asignatura 16

### Mecánica clásica I

#### 16.1. Cinemática y Dinámica: Repaso

- 16.1.1. Leyes de Newton
- 16.1.2. Sistemas de referencia
- 16.1.3. Ecuación de movimiento de una partícula
- 16.1.4. Teoremas de conservación
- 16.1.5. Dinámica del sistema de partículas

#### 16.2. Mecánica Newtoniana

- 16.2.1. Teoremas de conservación para sistemas de partículas
- 16.2.2. Ley de gravedad universal
- 16.2.3. Líneas de fuerza y superficies equipotenciales
- 16.2.4. Limitaciones de la mecánica de Newton

#### 16.3. Cinemática de las rotaciones

- 16.3.1. Fundamentos matemáticos
- 16.3.2. Rotaciones infinitesimales
- 16.3.3. Velocidad y aceleración angulares
- 16.3.4. Sistemas de referencia en rotación
- 16.3.5. Fuerza de Coriolis

#### 16.4. Estudio del sólido rígido

- 16.4.1. Cinemática del sólido rígido
- 16.4.2. Tensor de inercia de un sólido rígido
- 16.4.3. Ejes principales de inercia
- 16.4.4. Teoremas de Steiner y de los ejes perpendiculares
- 16.4.5. Energía cinética de rotación
- 16.4.6. Momento angular

#### 16.5. Simetrías y Leyes de Conservación

- 16.5.1. Teorema de conservación del momento lineal
- 16.5.2. Teorema de conservación del momento angular
- 16.5.3. Teorema de conservación de la energía
- 16.5.4. Simetrías en mecánica clásica: Grupo de Galileo

**16.6. Sistemas de coordenadas: ángulos de Euler**

- 16.6.1. Sistemas de coordenadas y cambios de coordenadas
- 16.6.2. Ángulos de Euler
- 16.6.3. Ecuaciones de Euler
- 16.6.4. Estabilidad alrededor de un eje principal

**16.7. Aplicaciones de la dinámica del sólido rígido**

- 16.7.1. Péndulo esférico
- 16.7.2. Movimiento de una peonza simétrica libre
- 16.7.3. Movimiento de una peonza simétrica con un punto fijo
- 16.7.4. Efecto giroscópico

**16.8. Movimiento bajo fuerzas centrales**

- 16.8.1. Introducción al campo de fuerzas centrales
- 16.8.2. Masa reducida
- 16.8.3. Ecuación de la trayectoria
- 16.8.4. Órbitas de un campo central
- 16.8.5. Energía centrífuga y potencial efectivo

**16.9. Problema de Kepler**

- 16.9.1. Movimiento planetario – Problema de Kepler
- 16.9.2. Solución aproximada a la ecuación de Kepler
- 16.9.3. Leyes de Kepler
- 16.9.4. Teorema de Bertrand
- 16.9.5. Estabilidad y teoría de perturbaciones
- 16.9.6. Problema de 2 cuerpos

**16.10. Colisiones**

- 16.10.1. Choques elásticos e inelásticos: introducción
- 16.10.2. Sistema de coordenadas del centro de masa

- 16.10.3. Sistema de coordenadas del sistema laboratorio
- 16.10.4. Cinemática de los choques elásticos
- 16.10.5. Dispersión de partículas - fórmula de la dispersión de Rutherford
- 16.10.6. Sección eficaz

**Asignatura 17****Mecánica Clásica II****17.1. Oscilaciones**

- 17.1.1. Oscilador armónico simple
- 17.1.2. Oscilador amortiguado
- 17.1.3. Oscilador forzado
- 17.1.4. Series de Fourier
- 17.1.5. Función de Green
- 17.1.6. Osciladores no lineales

**17.2. Oscilaciones Acopladas I**

- 17.2.1. Introducción
- 17.2.2. Acoplamiento de dos osciladores armónicos
- 17.2.3. Modas normales
- 17.2.4. Acoplamiento débil
- 17.2.5. Vibraciones forzadas de osciladores acoplados

**17.3. Oscilaciones Acopladas II**

- 17.3.1. Teoría general de las oscilaciones acopladas
- 17.3.2. Coordenadas normales
- 17.3.3. Acoplamiento de muchos osciladores. Límite continuo y cuerda vibrante
- 17.3.4. Ecuación de ondas

**17.4. Teoría de la Relatividad Especial**

- 17.4.1. Sistemas de referencia inerciales
- 17.4.2. Invariancia de Galileo
- 17.4.3. Transformaciones de Lorentz
- 17.4.4. Velocidades relativas
- 17.4.5. Momento lineal relativista
- 17.4.6. Invariantes relativistas

**17.5. Formalismo Tensorial de la Relatividad Especial**

- 17.5.1. Cuadrivectores
- 17.5.2. Cuadrimomento y cuadriposición
- 17.5.3. Energía relativista
- 17.5.4. Fuerzas relativistas
- 17.5.5. Colisiones de partículas relativistas
- 17.5.6. Desintegraciones de partículas

**17.6. Introducción a la Mecánica Analítica**

- 17.6.1. Vínculos y coordenadas generalizadas
- 17.6.2. Herramienta matemática: Cálculo de variaciones
- 17.6.3. Definición de la acción
- 17.6.4. Principio de Hamilton: acción extremal

**17.7. Formulación Lagrangiana**

- 17.7.1. Definición de la función escalar Lagrangiano
- 17.7.2. Cálculo de variaciones
- 17.7.3. Ecuaciones de Euler-Lagrange
- 17.7.4. Cantidades conservadas
- 17.7.5. Extensión a sistemas no holonomos

**17.8. Formulación Hamiltoniana**

- 17.8.1. Espacio fásico
- 17.8.2. Transformaciones de Legendre: el Hamiltoniano
- 17.8.3. Ecuaciones canónicas
- 17.8.4. Cantidades conservadas

**17.9. Mecánica Analítica - Ampliación**

- 17.9.1. Paréntesis de Poisson
- 17.9.2. Multiplicadores de Lagrange y fuerzas de vínculo
- 17.9.3. Teorema de Liouville
- 17.9.4. Teorema del virial

**17.10. Mecánica Analítica Relativista y Teoría Clásica de Campos**

- 17.10.1. Movimiento de cargas en campos electromagnéticos
- 17.10.2. Función escalar Lagrangiano de una partícula relativista libre
- 17.10.3. Función escalar Lagrangiano de interacción
- 17.10.4. Teoría clásica de campos: introducción
- 17.10.5. Electrodinámica clásica

**Asignatura 18****Cálculo con variable compleja****18.1. Números Complejos**

- 18.1.1. Representaciones de los números complejos
- 18.1.2. Fórmula de Euler
- 18.1.3. Potencias
- 18.1.4. Raíces

**18.2. Funciones Elementales**

- 18.2.1. Función exponencial
- 18.2.2. Funciones trigonométricas
- 18.2.3. Funciones hiperbólicas
- 18.2.4. Función logaritmo
- 18.2.5. Potencias

**18.3. Funciones: Límites y Continuidad**

- 18.3.1. Funciones multivaluadas
- 18.3.2. Función inversa
- 18.3.3. Coordenadas curvilíneas
- 18.3.4. Puntos y líneas de ramificación
- 18.3.5. Límites y Teoremas de continuidad
- 18.3.6. Continuidad uniforme
- 18.3.7. Superficies de Riemann

### 18.4. Series y Transformadas de Fourier

- 18.4.1. Fórmula de Euler para los coeficientes de la serie de Fourier
- 18.4.2. Convergencia de la serie de Fourier
- 18.4.3. Serie de Fourier para funciones pares e impares
- 18.4.4. Transformada de Fourier y sus propiedades
- 18.4.5. Transformada de Fourier inversa

### 18.5. Diferenciación Compleja

- 18.5.1. Ecuaciones de Cauchy-Riemann
- 18.5.2. Funciones armónicas
- 18.5.3. Reglas de derivación
- 18.5.4. Puntos singulares
- 18.5.5. Gradiente, Divergencia, Rotacional y Laplaciano

### 18.6. Integrales Complejas

- 18.6.1. Integrales complejas de línea
- 18.6.2. Cambio de variables
- 18.6.3. Regiones simplemente y múltiplemente conexas
- 18.6.4. Teorema de Jordan
- 18.6.5. Teorema de Green en el plano complejo
- 18.6.6. Teorema de Cauchy
- 18.6.7. Teorema de Morera
- 18.6.8. Integrales de funciones especiales

### 18.7. Fórmula Integral de Cauchy

- 18.7.1. Índice de un camino cerrado
- 18.7.2. Fórmula integral de Cauchy
- 18.7.3. Derivadas sucesivas de una función regular
- 18.7.4. Teorema fundamental del álgebra
- 18.7.5. Desigualdad de Cauchy
- 18.7.6. Teorema de Liouville
- 18.7.7. Más teoremas relevantes

### 18.8. Series Infinitas

- 18.8.1. Teorema de Taylor
- 18.8.2. Serie de Taylor
- 18.8.3. Serie de Laurent
- 18.8.4. Singularidades de una función analítica

### 18.9. Teorema del Residuo

- 18.9.1. Cálculo del residuo
- 18.9.2. Teorema del residuo
- 18.9.3. Evaluación de integrales definidas
- 18.9.4. Teoremas importantes para evaluar funciones
- 18.9.5. Valor principal de Cauchy

### 18.10. Tópicos Adicionales

- 18.10.1. Prolongación analítica
- 18.10.2. Principio de reflexión de Schwarz
- 18.10.3. Productos infinitos y convergencia de éstos
- 18.10.4. Teoremas sobre Productos infinitos
- 18.10.5. Teorema de Weierstrass sobre Productos infinitos
- 18.10.6. Función Gamma
- 18.10.7. Función Beta

## Asignatura. 19

### Termodinámica

#### 19.1. Herramientas matemáticas: repaso

- 19.1.1. Repaso de las funciones logaritmo y exponencial
- 19.1.2. Repaso de las derivadas
- 19.1.3. Integrales
- 19.1.4. Derivada de una función de varias variables'

#### 19.2. Calorimetría. Principio cero de la termodinámica

- 19.2.1. Introducción y conceptos generales
- 19.2.2. Sistemas termodinámicos
- 19.2.3. Principio cero de la termodinámica
- 19.2.4. Escalas de temperaturas. Temperatura absoluta
- 19.2.5. Procesos reversibles y procesos irreversibles
- 19.2.6. Criterio de signos
- 19.2.7. Calor específico
- 19.2.8. Calor molar
- 19.2.9. Cambios de fase
- 19.2.10. Coeficientes termodinámicos

#### 19.3. Trabajo termodinámico. primer principio de la termodinámica

- 19.3.1. Calor y trabajo termodinámico
- 19.3.2. Funciones de estado y energía interna
- 19.3.3. Primer principio de la termodinámica
- 19.3.4. Trabajo de un sistema de gas
- 19.3.5. Ley de Joule
- 19.3.6. Calor de reacción y entalpía

#### 19.4. Gases ideales

- 19.4.1. Leyes de los gases ideales
- 19.4.2. Ecuaciones calorimétricas del gas ideal
- 19.4.3. Procesos adiabáticos
- 19.4.4. Transformaciones politrópicas

#### 19.5. Gases reales

- 19.5.1. Motivación
- 19.5.2. Gases ideales y gases reales
- 19.5.3. Descripción de los gases reales
- 19.5.4. Ecuaciones de estado de desarrollo en serie
- 19.5.5. Ecuación de Van der Waals y desarrollo en serie

- 19.5.6. Isotermas de Andrews
- 19.5.7. Estados metaestables
- 19.5.8. Ecuación de Van der Waals: consecuencias

#### 19.6. Entropía

- 19.6.1. Introducción y objetivos
- 19.6.2. Entropía: definición y unidades
- 19.6.3. Entropía de un gas ideal
- 19.6.4. Diagrama entrópico
- 19.6.5. Desigualdad de Clausius
- 19.6.6. Ecuación fundamental de la Termodinámica
- 19.6.7. Teorema de Carathéodory

#### 19.7. Segundo principio de la termodinámica

- 19.7.1. Segundo principio de la termodinámica
- 19.7.2. Transformaciones entre dos focos térmicos
- 19.7.3. Ciclo de Carnot
- 19.7.4. Máquinas térmicas reales
- 19.7.5. Teorema de Clausius

#### 19.8. Funciones termodinámicas. tercer principio de la termodinámica

- 19.8.1. Funciones termodinámicas
- 19.8.2. Condiciones de equilibrio termodinámico
- 19.8.3. Ecuaciones de Maxwell
- 19.8.4. Ecuación termodinámica de estado
- 19.8.5. Energía interna de un gas
- 19.8.6. Transformaciones adiabáticas en un gas real
- 19.8.7. Tercer principio de la Termodinámica y consecuencias

### 19.9. Teoría cinético-molecular de los gases

- 19.9.1. Hipótesis de la teoría cinético molecular
- 19.9.2. Teoría cinética de la presión de un gas
- 19.9.3. Evolución adiabática de un gas
- 19.9.4. Teoría cinética de la temperatura
- 19.9.5. Argumento mecánico para la temperatura
- 19.9.6. Principio de equipartición de la energía
- 19.9.7. Teorema del virial

### 19.10. Introducción a la mecánica estadística

- 19.10.1. Introducción y objetivos
- 19.10.2. Conceptos generales
- 19.10.3. Entropía, probabilidad y Ley de Boltzmann
- 19.10.4. Ley de distribución de Maxwell-Boltzmann
- 19.10.5. Funciones termodinámicas y de partición

## Asignatura 20

### Electromagnetismo I

#### 20.1. Cálculo vectorial: repaso

- 20.1.1. Operaciones con vectores
- 20.1.2. Transformación de los vectores
- 20.1.3. Cálculo diferencial
- 20.1.4. Cálculo integral
- 20.1.5. Función Delta de Dirac
- 20.1.6. Teorema de Helmholtz

#### 20.2. Sistemas de coordenadas y transformaciones

- 20.2.1. Elemento de línea, superficie y volumen
- 20.2.2. Coordenadas cartesianas
- 20.2.3. Coordenadas polares

- 20.2.4. Coordenadas esféricas
- 20.2.5. Coordenadas cilíndricas
- 20.2.6. Cambio de coordenadas

#### 20.3. Campo eléctrico

- 20.3.1. Cargas puntuales
- 20.3.2. Ley de Coulomb
- 20.3.3. Campo eléctrico y líneas de campo
- 20.3.4. Distribuciones de carga discretas
- 20.3.5. Distribuciones de carga continuas
- 20.3.6. Divergencia y rotacional del campo eléctrico
- 20.3.7. Flujo de campo eléctrico. Teorema de Gauss

#### 20.4. Potencial eléctrico

- 20.4.1. Definición de potencial eléctrico
- 20.4.2. Ecuación de Poisson
- 20.4.3. Ecuación de Laplace
- 20.4.4. Cálculo del potencial de una distribución de carga

#### 20.5. Energía electrostática

- 20.5.1. Trabajo en electrostática
- 20.5.2. Energía de una distribución discreta de cargas
- 20.5.3. Energía de una distribución continua de cargas
- 20.5.4. Conductores en equilibrio electrostático
- 20.5.5. Cargas inducidas

#### 20.6. Electrostática en el vacío

- 20.6.1. Ecuación de Laplace en una, dos y tres dimensiones
- 20.6.2. Ecuación de Laplace - Condiciones de contorno y teoremas de unicidad
- 20.6.3. Método de las imágenes
- 20.6.4. Separación de variable

#### 20.7. Expansión multipolar

- 20.7.1. Potenciales aproximados lejos de la fuente
- 20.7.2. Desarrollo multipolar
- 20.7.3. Término monopolar
- 20.7.4. Término dipolar
- 20.7.5. Origen de coordenadas en expansiones multipolares
- 20.7.6. Campo eléctrico de un dipolo eléctrico

#### 20.8. Electrostática en medios materiales I

- 20.8.1. Campo creado por un dieléctrico
- 20.8.2. Tipos de dieléctricos
- 20.8.3. Vector desplazamiento
- 20.8.4. Ley de Gauss en presencia de dieléctricos
- 20.8.5. Condiciones de contorno
- 20.8.6. Campo eléctrico dentro de un dieléctrico

#### 20.9. Electrostática en medios materiales II: dieléctricos lineales

- 20.9.1. Susceptibilidad eléctrica
- 20.9.2. Permitividad eléctrica
- 20.9.3. Constante dieléctrica
- 20.9.4. Energía en sistemas dieléctricos
- 20.9.5. Fuerzas sobre dieléctricos

#### 20.10. Magnetostática

- 20.10.1. Campo inducción magnética
- 20.10.2. Corrientes eléctricas
- 20.10.3. Cálculo del campo magnético: Ley de Biot y Savart
- 20.10.4. Fuerza de Lorentz
- 20.10.5. Divergencia y rotacional del campo magnético
- 20.10.6. Ley de Ampere
- 20.10.7. Potencial vector magnético

## Asignatura 21

### Electromagnetismo II

#### 21.1. Magnetismo en medios materiales I

- 21.1.1. Desarrollo multipolar
- 21.1.2. Dipolo magnético
- 21.1.3. Campo creado por un material magnético
- 21.1.4. Intensidad magnética
- 21.1.5. Tipos de materiales magnéticos: Diamagnéticos, Paramagnéticos y Ferromagnéticos
- 21.1.6. Condiciones de fronteras

#### 21.2. Magnetismo en medios materiales II

- 21.2.1. Campo auxiliar "H"
- 21.2.2. Ley de Ampere en medios magnetizados
- 21.2.3. Susceptibilidad magnética
- 21.2.4. Permeabilidad magnética
- 21.2.5. Circuitos magnéticos

#### 21.3. Electrodinámica

- 21.3.1. Ley de Ohm
- 21.3.2. Fuerza electromotriz
- 21.3.3. Ley de Faraday y sus limitaciones
- 21.3.4. Inductancia mutua y autoinductancia
- 21.3.5. Campo eléctrico inducido
- 21.3.6. Inductancia
- 21.3.7. Energía en campos magnéticos

#### 21.4. Ecuaciones de Maxwell

- 21.4.1. Corriente de desplazamiento
- 21.4.2. Ecuaciones de Maxwell en el vacío y en medios materiales
- 21.4.3. Condiciones de contorno
- 21.4.4. Unicidad de la solución
- 21.4.5. Energía electromagnética
- 21.4.6. Impulso del campo electromagnético
- 21.4.7. Momento angular del campo electromagnético

### 21.5. Leyes de conservación

- 21.5.1. Energía electromagnética
- 21.5.2. Ecuación de continuidad
- 21.5.3. Teorema de Poynting
- 21.5.4. Tercera ley de Newton en electrodinámica

### 21.6. Ondas electromagnéticas: introducción

- 21.6.1. Movimiento ondulatorio
- 21.6.2. Ecuación de ondas
- 21.6.3. Espectro electromagnético
- 21.6.4. Ondas planas
- 21.6.5. Ondas sinusoidales
- 21.6.6. Condiciones de contorno: Reflexión y Refracción
- 21.6.7. Polarización

### 21.7. Ondas electromagnéticas en el vacío

- 21.7.1. Ecuación de ondas para los campos eléctrico e inducción magnética
- 21.7.2. Ondas monocromáticas
- 21.7.3. Energía de las ondas electromagnéticas
- 21.7.4. Momento de las ondas electromagnéticas

### 21.8. Ondas electromagnéticas en medios materiales

- 21.8.1. Ondas planas en un dieléctrico
- 21.8.2. Ondas planas en un conductor
- 21.8.3. Propagación de las ondas en medios lineales
- 21.8.4. Medio dispersivo
- 21.8.5. Reflexión y Refracción

### 21.9. Ondas en medios confinados I

- 21.9.1. Ecuaciones de Maxwell en una guía
- 21.9.2. Guías dieléctricas
- 21.9.3. Modos en una guía
- 21.9.4. Velocidad de propagación
- 21.9.5. Guía rectangular

### 21.10. Ondas en medios confinados II

- 21.10.1. Cavidades resonantes
- 21.10.2. Líneas de transmisión
- 21.10.3. Régimen transitorio
- 21.10.4. Régimen permanente

## Asignatura 22

### Física Nuclear y de partículas

#### 22.1. Introducción a la Física Nuclear

- 22.1.1. Tabla periódica de los elementos
- 22.1.2. Descubrimientos importantes
- 22.1.3. Modelos atómicos
- 22.1.4. Definiciones importantes. Escalas i unidades en física nuclear
- 22.1.5. Diagrama de Segré

#### 22.2. Propiedades Nucleares

- 22.2.1. Energía de enlace
- 22.2.2. Fórmula semiempírica de la masa
- 22.2.3. Modelo del gas de Fermi
- 22.2.4. Estabilidad nuclear
- 22.2.5. Desexcitación nuclear
- 22.2.6. Desintegración doble beta

#### 22.3. Dispersión Nuclear

- 22.3.1. Estructura interna: estudio por dispersión
- 22.3.2. Sección eficaz
- 22.3.3. Experimento de Rutherford: sección eficaz
- 22.3.4. Sección eficaz de Mott
- 22.3.5. Transferencia del impulso y factores de forma
- 22.3.6. Distribución de la carga nuclear
- 22.3.7. Dispersión de neutrones

### 22.4. Estructura Nuclear e Interacción Fuerte I

- 22.4.1. Dispersión de nucleones
- 22.4.2. Estados ligados. Deuterio
- 22.4.3. Interacción nuclear fuerte
- 22.4.4. Números mágicos
- 22.4.5. El modelo de capas del núcleo
- 22.4.6. Espín nuclear y paridad
- 22.4.7. Momentos electromagnéticos del núcleo
- 22.4.8. Excitaciones nucleares colectivas: oscilaciones dipolares, estados vibracionales y estados rotacionales

### 22.5. Estructura Nuclear e Interacción Fuerte II

- 22.5.1. Clasificación de las reacciones nucleares
- 22.5.2. Cinemática de las reacciones
- 22.5.3. Leyes de conservación
- 22.5.4. Espectroscopia nuclear
- 22.5.5. El modelo de núcleo compuesto
- 22.5.6. Reacciones directas
- 22.5.7. Dispersión elástica

### 22.6. Introducción a la Física de Partículas

- 22.6.1. Partículas y antipartículas
- 22.6.2. Fermiones y bariones
- 22.6.3. El Modelo Estándar de partículas elementales
- 22.6.4. El Modelo de Quarks
- 22.6.5. Bosones vectoriales intermedios

### 22.7. Dinámica de Partículas Elementales

- 22.7.1. Las cuatro interacciones fundamentales
- 22.7.2. Electrodinámica cuántica
- 22.7.3. Cromodinámica cuántica
- 22.7.4. Interacción débil
- 22.7.5. Desintegraciones y leyes de conservación

### 22.8. Cinemática Relativista

- 22.8.1. Transformaciones de Lorentz
- 22.8.2. Cuatrivectores
- 22.8.3. Energía y momento lineal
- 22.8.4. Colisiones
- 22.8.5. Introducción a los diagramas de Feynman

### 22.9. Simetrías

- 22.9.1. Grupos, simetrías y leyes de conservación
- 22.9.2. Espín y momento angular
- 22.9.3. Adición del momento angular
- 22.9.4. Simetrías de sabor
- 22.9.5. Paridad
- 22.9.6. Conjugación de carga
- 22.9.7. Violación de la simetría de paridad de carga (o CP)
- 22.9.8. Inversión del tiempo
- 22.9.9. Conservación Carga-Paridad-Tiempo o CPT

### 22.10. Estados Ligados

- 22.10.1. Ecuación de Schrödinger para potenciales centrales
- 22.10.2. Átomo de hidrógeno
- 22.10.3. Estructura fina
- 22.10.4. Estructura Hiperfina
- 22.10.5. Positronio
- 22.10.6. Quarkonio
- 22.10.7. Mesones ligeros
- 22.10.8. Bariones

**Asignatura 23****Física de materiales****23.1. Ciencia de los materiales y estado sólido**

- 23.1.1. Campo de estudio de la Ciencia de Materiales
- 23.1.2. Clasificación de los materiales en función del tipo de enlace
- 23.1.3. Clasificación de los materiales en función de sus aplicaciones tecnológicas
- 23.1.4. Relación entre estructura, propiedades y procesado

**23.2. Estructuras cristalinas**

- 23.2.1. Orden y desorden: conceptos básicos
- 23.2.2. Cristalografía: conceptos fundamentales
- 23.2.3. Revisión de estructuras cristalinas básicas: metálicas e iónicas sencillas
- 23.2.4. Estructuras cristalinas más complejas (iónicas y covalentes)
- 23.2.5. Estructura de los polímeros

**23.3. Defectos en estructuras cristalinas**

- 23.3.1. Clasificación de las imperfecciones
- 23.3.2. Imperfecciones estructurales
- 23.3.3. Defectos puntuales
- 23.3.4. Otras imperfecciones
- 23.3.5. Dislocaciones
- 23.3.6. Defectos interfaciales
- 23.3.7. Defectos extendidos
- 23.3.8. Imperfecciones químicas
- 23.3.9. Disoluciones sólidas sustitucionales
- 23.3.10. Disoluciones sólidas intersticiales

**23.4. Diagramas de fase**

- 23.4.1. Conceptos fundamentales
- 23.4.2. Diagrama de fases de 1 componente

- 23.4.3. Diagrama de fases de 2 componentes

- 23.4.4. Diagrama de fases de 3 componentes

**23.5. Propiedades mecánicas**

- 23.5.1. Deformación elástica
- 23.5.2. Deformación plástica
- 23.5.3. Ensayos mecánicos
- 23.5.4. Fractura
- 23.5.5. Fatiga
- 23.5.6. Fluencia

**23.6. Propiedades eléctricas**

- 23.6.1. Introducción
- 23.6.2. Conductividad. Conductores
- 23.6.3. Semiconductores
- 23.6.4. Polímeros
- 23.6.5. Caracterización eléctrica
- 23.6.6. Aislantes
- 23.6.7. Transición conductor-aislante
- 23.6.8. Dieléctricos
- 23.6.9. Fenómenos dieléctricos
- 23.6.10. Caracterización dieléctrica
- 23.6.11. Materiales de interés tecnológico

**23.7. Propiedades magnéticas I**

- 23.7.1. Origen del magnetismo
- 23.7.2. Materiales con momento dipolar magnético
- 23.7.3. Tipos de magnetismo
- 23.7.4. Campo local
- 23.7.5. Diamagnetismo
- 23.7.6. Paramagnetismo
- 23.7.7. Ferromagnetismo
- 23.7.8. Antiferromagnetismo
- 23.7.9. Ferrimagnetismo

**23.8. Propiedades magnéticas II**

- 23.8.1. Dominios
- 23.8.2. Histéresis
- 23.8.3. Magnetostricción

- 23.8.4. Materiales de interés tecnológico: Magnéticamente blandos y duros

- 23.8.5. Caracterización de materiales magnéticos

**23.9. Propiedades térmicas**

- 23.9.1. Introducción
- 23.9.2. Capacidad calorífica
- 23.9.3. Conducción térmica
- 23.9.4. Expansión y contracción
- 23.9.5. Fenómenos termoeléctricos
- 23.9.6. Efecto magnetocalórico
- 23.9.7. Caracterización de las propiedades térmicas

**23.10. Propiedades ópticas: luz y materia**

- 23.10.1. Absorción y reemisión
- 23.10.2. Fuentes de luz
- 23.10.3. Conversión energética
- 23.10.4. Caracterización óptica
- 23.10.5. Técnicas de microscopía
- 23.10.6. Nanoestructuras

**Asignatura 24****Geofísica****24.1. Introducción**

- 24.1.1. La Física de la Tierra
- 24.1.2. Concepto y desarrollo de la Geofísica
- 24.1.3. Características de la Geofísica
- 24.1.4. Disciplinas y campos de estudio
- 24.1.5. Sistemas de coordenadas

**24.2. Gravedad y figura de la tierra**

- 24.2.1. Tamaño y forma de la Tierra
- 24.2.2. Rotación de la Tierra
- 24.2.3. Ecuación de Laplace
- 24.2.4. Figura de la Tierra
- 24.2.5. El geoide y el elipsoide Gravedad normal

**24.3. Medidas y anomalías de la gravedad**

- 24.3.1. Anomalía de aire-libre
- 24.3.2. Anomalía de Bouguer
- 24.3.3. Isostasia
- 24.3.4. Interpretación de anomalías locales y regionales

**24.4. Geomagnetismo**

- 24.4.1. Fuentes del campo magnético terrestre
- 24.4.2. Campos producidos por dipolos
- 24.4.3. Componentes del campo magnético terrestre
- 24.4.4. Análisis armónico: separación de los campos de origen interno y externo

**24.5. Campo magnético interno de la Tierra**

- 24.5.1. Campo dipolar
- 24.5.2. Polos geomagnéticos y coordenadas geomagnéticas
- 24.5.3. Campo no dipolar
- 24.5.4. Campo geomagnético internacional de referencia
- 24.5.5. Variación temporal del campo interno
- 24.5.6. Origen del campo interno

**24.6. Paleomagnetismo**

- 24.6.1. Propiedades magnéticas de las rocas
- 24.6.2. Magnetización remanente
- 24.6.3. Polos virtuales geomagnéticos
- 24.6.4. Polos paleomagnéticos
- 24.6.5. Curvas de deriva polar aparente
- 24.6.6. Paleomagnetismo y deriva continental
- 24.6.7. Inversiones del campo geomagnético
- 24.6.8. Anomalías magnéticas marinas

## 24.7. Campo magnético externo

- 24.7.1. Origen del campo magnético externo
- 24.7.2. Estructura de la magnetosfera
- 24.7.3. Ionosfera
- 24.7.4. Variaciones del campo externo: Variación diurna, tormentas magnéticas
- 24.7.5. Auroras polares

## 24.8. Generación y propagación de ondas sísmicas

- 24.8.1. Mecánica de un medio elástico: parámetros elásticos de la Tierra
- 24.8.2. Ondas sísmicas: internas y superficiales
- 24.8.3. Reflexión y refracción de ondas internas
- 24.8.4. Trayectorias y tiempos de recorrido: dromocronas

## 24.9. Estructura interna de la Tierra

- 24.9.1. Variación radial de la velocidad de las ondas sísmicas
- 24.9.2. Modelos de Tierra de referencia
- 24.9.3. Estratificación física y composicional de la Tierra
- 24.9.4. Densidad, gravedad y presión dentro de la Tierra
- 24.9.5. Tomografía sísmica

## 24.10. Terremotos

- 24.10.1. Localización y hora origen
- 24.10.2. Sismicidad global en relación con la tectónica de placas
- 24.10.3. Tamaño de un terremoto: intensidad, magnitud, energía
- 24.10.4. Ley de Gutenberg-Richter

## Asignatura 25

### Electrónica analógica y digital

#### 25.1. Análisis de circuitos

- 25.1.1. Restricciones de los elementos
- 25.1.2. Restricciones de las conexiones
- 25.1.3. Restricciones combinadas
- 25.1.4. Circuitos equivalentes
- 25.1.5. Voltaje y división de corriente
- 25.1.6. Reducción de circuitos

#### 25.2. Sistemas analógicos

- 25.2.1. Leyes de Kirchoff
- 25.2.2. Teorema de Thévenin
- 25.2.3. Teorema de Norton
- 25.2.4. Introducción a la física de semiconductores

#### 25.3. Dispositivos y ecuaciones características

- 25.3.1. Diodo
- 25.3.2. Transistores bipolares de corriente o BJT y dispositivo controlado por tensión o MOSFET
- 25.3.3. Modelo de programa PSpice
- 25.3.4. Curvas características
- 25.3.5. Regiones de operación

#### 25.4. Amplificadores

- 25.4.1. Funcionamiento de los amplificadores
- 25.4.2. Circuitos equivalentes de los amplificadores
- 25.4.3. Realimentación
- 25.4.4. Análisis en el dominio de la frecuencia

#### 25.5. Etapas de amplificación

- 25.5.1. Función amplificadora del BJT y el MOSFET
- 25.5.2. Polarización
- 25.5.3. Modelo equivalente de pequeña señal
- 25.5.4. Amplificadores de una etapa

- 25.5.5. Respuesta en frecuencia
- 25.5.6. Conexión de etapas amplificadoras en cascada
- 25.5.7. Par diferencial
- 25.5.8. Espejos de corriente y aplicación como cargas activas

#### 25.6. Amplificador operacional y aplicaciones

- 25.6.1. Amplificador operacional ideal
- 25.6.2. Desviaciones de la idealidad
- 25.6.3. Osciladores sinusoidales
- 25.6.4. Comparadores y osciladores de relajación

#### 25.7. Funciones lógicas y circuitos combinatoriales

- 25.7.1. Representación de la información en electrónica digital
- 25.7.2. Álgebra Booleana
- 25.7.3. Simplificación de funciones lógicas
- 25.7.4. Estructuras combinatoriales de dos niveles
- 25.7.5. Módulos funcionales combinatoriales

#### 25.8. Sistemas secuenciales

- 25.8.1. Concepto de sistema secuencial
- 25.8.2. Dispositivo de almacenamiento temporal o Latches, dispositivo biestable o flip-flops y registros
- 25.8.3. Tablas y diagramas de estados: modelos de Moore y Mealy
- 25.8.4. Implementación de sistemas secuenciales síncronos
- 25.8.5. Estructura general de un computador

#### 25.9. Circuitos digitales MOS

- 25.9.1. Inversores
- 25.9.2. Parámetros estáticos y dinámicos
- 25.9.3. Circuitos combinatoriales MOS
- 25.9.4. Lógica de transistores de paso
- 25.9.5. Implementación de latches y flip-flops

#### 25.10. Circuitos digitales bipolares y de tecnología avanzada

- 25.10.1. Interruptor BJT. Circuitos digitales BTJ
- 25.10.2. Circuitos lógicos de transistor-transistor o TTL
- 25.10.3. Curvas características de un TTL estándar
- 25.10.4. Circuitos lógicos acoplados por emisor o ECL
- 25.10.5. Circuitos digitales con Semiconductor complementario de óxido metálico o BiCMOS

## Asignatura 26

### Mecánica de fluidos

#### 26.1. Introducción a la física de fluidos

- 26.1.1. Condición de no deslizamiento
- 26.1.2. Clasificación de los flujos
- 26.1.3. Sistema y volumen de control
- 26.1.4. Propiedades de los fluidos

#### 26.2. Estática y cinemática de fluidos

- 26.2.1. Presión
- 26.2.2. Dispositivos de medición de presión
- 26.2.3. Fuerzas hidrostáticas en superficies sumergidas
- 26.2.4. Flotación, estabilidad y movimiento de sólido rígido
- 26.2.5. Descripción Lagrangiana y Euleriana
- 26.2.6. Patrones de flujo
- 26.2.7. Tensores cinemáticos
- 26.2.8. Vorticidad
- 26.2.9. Rotacionalidad
- 26.2.10. Teorema del Transporte de Reynolds

### 26.3. Ecuaciones de Bernoulli y de la energía

- 26.3.1. Conservación de la masa
- 26.3.2. Energía mecánica y eficiencia
- 26.3.3. Ecuación de Bernoulli
- 26.3.4. Ecuación general de la energía
- 26.3.5. Análisis energético del flujo estacionario

### 26.4. Análisis de fluidos

- 26.4.1. Ecuaciones de conservación del momento lineal
- 26.4.2. Ecuaciones de conservación del momento angular
- 26.4.3. Homogeneidad dimensional
- 26.4.4. Método de repetición de variables
- 26.4.5. Teorema de Pi de Buckingham

### 26.5. Flujo en tuberías

- 26.5.1. Flujo laminar y turbulento
- 26.5.2. Región de entrada
- 26.5.3. Pérdidas menores
- 26.5.4. Redes

### 26.6. Análisis diferencial y ecuaciones de Navier-Stokes

- 26.6.1. Conservación de la masa
- 26.6.2. Función corriente
- 26.6.3. Ecuación de Cauchy
- 26.6.4. Ecuación de Navier-Stokes
- 26.6.5. Ecuaciones de Navier-Stokes adimensionalizadas de movimiento
- 26.6.6. Flujo de Stokes
- 26.6.7. Flujo invíscido
- 26.6.8. Flujo irrotacional
- 26.6.9. Teoría de la Capa Límite. Ecuación de Blasius

### 26.7. Flujo externo

- 26.7.1. Arrastre y sustentación
- 26.7.2. Fricción y presión
- 26.7.3. Coeficientes
- 26.7.4. Cilindros y esferas
- 26.7.5. Perfiles aerodinámicos

### 26.8. Flujo compresible

- 26.8.1. Propiedades de estancamiento
- 26.8.2. Flujo isentrópico unidimensional
- 26.8.3. Toberas
- 26.8.4. Ondas de choque
- 26.8.5. Ondas de expansión
- 26.8.6. Flujo de Rayleigh
- 26.8.7. Flujo de Fanno

### 26.9. Flujo en canal abierto

- 26.9.1. Clasificación
- 26.9.2. Número de Froude
- 26.9.3. Velocidad de onda
- 26.9.4. Flujo uniforme
- 26.9.5. Flujo de variación gradual
- 26.9.6. Flujo de variación rápida
- 26.9.7. Salto hidráulico

### 26.10. Fluidos no newtonianos

- 26.10.1. Flujos estándar
- 26.10.2. Funciones materiales
- 26.10.3. Experimentos
- 26.10.4. Modelo de Fluido Newtoniano Generalizado
- 26.10.5. Modelo de Fluido Viscoelástico Lineal Generalizado
- 26.10.6. Ecuaciones constitutivas avanzadas y reometría

## Asignatura 27

### Física de Altas Energías

#### 27.1. Métodos matemáticos:

##### grupos y representaciones

- 27.1.1. Teoría de grupos
- 27.1.2. Grupos: de rotación o  $SO(3)$ , unitarios especiales o  $SU(2)$ ,  $SU(3)$  y  $SU(N)$
- 27.1.3. Álgebra de Lie
- 27.1.4. Representaciones
- 27.1.5. Multiplicación de representaciones

#### 27.2. Simetrías

- 27.2.1. Simetrías y leyes de conservación
- 27.2.2. Simetrías de Carga, Paridad y Tiempo o CPT
- 27.2.3. Violación de simetrías y conservación de CPT
- 27.2.4. Momento angular
- 27.2.5. Adición de momento angular

#### 27.3. Cálculo de Feynman: Introducción

- 27.3.1. Tiempo de vida media
- 27.3.2. Sección transversal
- 27.3.3. Norma Dorada de Fermi para decaimientos
- 27.3.4. Norma Dorada de Fermi para dispersiones
- 27.3.5. Dispersión de dos cuerpos en el sistema de referencia centro de masas

#### 27.4. Aplicación del cálculo de Feynman: Modelo Jugete

- 27.4.1. Modelo de Jugete: introducción
- 27.4.2. Normas de Feynman
- 27.4.3. Tiempo de vida media
- 27.4.4. Dispersión
- 27.4.5. Diagramas de orden superior

#### 27.5. Electrodinámica cuántica

- 27.5.1. Ecuación de Dirac
- 27.5.2. Soluciones para la ecuación de Dirac
- 27.5.3. Covariantes bilineales
- 27.5.4. El fotón
- 27.5.5. Normas de Feynman para la Electrodinámica cuántica
- 27.5.6. Truco de Casimir
- 27.5.7. Renormalización

#### 27.6. Electrodinámica y cromodinámica de los Quarks

- 27.6.1. Normas de Feynman
- 27.6.2. Producción de hadrones en colisiones electrón - positrón
- 27.6.3. Normas de Feynman para la Cromodinámica
- 27.6.4. Factores de color
- 27.6.5. Interacción Quark-Antiquark
- 27.6.6. Interacción Quark-Quark
- 27.6.7. Aniquilación de parejas en cromodinámica cuántica

#### 27.7. Interacción débil

- 27.7.1. Interacción débil cargada
- 27.7.2. Normas de Feynman
- 27.7.3. Decaimiento del muon
- 27.7.4. Decaimiento de neutrón
- 27.7.5. Decaimiento del pion
- 27.7.6. Interacción débil entre quarks
- 27.7.7. Interacción débil neutral
- 27.7.8. Unificación electrodébil

#### 27.8. Teorías Gauge

- 27.8.1. Invariancia del Gauge local
- 27.8.2. Teoría de Yang-Millis
- 27.8.3. Cromodinámica cuántica
- 27.8.4. Normas de Feynman
- 27.8.5. Término de masas
- 27.8.6. Rotura espontánea de la simetría
- 27.8.7. Mecanismo de Higgs

### 27.9. Oscilación de neutrinos

- 27.9.1. El problema de los neutrinos solares
- 27.9.2. Oscilaciones de neutrinos
- 27.9.3. Masas de los neutrinos
- 27.9.4. Matriz de mezcla

### 27.10. Temas avanzados. breve introducción

- 27.10.1. Bosón de Higgs
- 27.10.2. Grand Unificación
- 27.10.3. Asimetría materia antimateria
- 27.10.4. Supersimetría, cuerdas y dimensiones extras
- 27.10.5. Materia y energía oscuras

## Asignatura 28

### Física Estadística

#### 28.1. Procesos estocásticos

- 28.1.1. Introducción
- 28.1.2. Movimiento Browniano
- 28.1.3. Camino aleatorio
- 28.1.4. Ecuación de Langevin
- 28.1.5. Ecuación de Fokker-Planck
- 28.1.6. Motores Brownianos

#### 28.2. Repaso de mecánica estadística

- 28.2.1. Colectividades y Postulados
- 28.2.2. Colectividad microcanónica
- 28.2.3. Colectividad canónica
- 28.2.4. Espectros de energía discretos y continuos
- 28.2.5. Límites clásico y cuántico. Longitud de onda térmica
- 28.2.6. Estadística de Maxwell-Boltzmann
- 28.2.7. Teorema de Equipartición de la energía

#### 28.3. Gas ideal de moléculas diatómicas

- 28.3.1. El problema de los calores específicos en gases
- 28.3.2. Grados de libertad internos

- 28.3.3. Contribución de cada grado de libertad a la capacidad calorífica
- 28.3.4. Moléculas poliatómicas

#### 28.4. Sistemas magnéticos

- 28.4.1. Sistemas de espín  $\frac{1}{2}$
- 28.4.2. Paramagnetismo cuántico
- 28.4.3. Paramagnetismo clásico
- 28.4.4. Superparamagnetismo

#### 28.5. Sistemas biológicos

- 28.5.1. Biofísica
- 28.5.2. Desnaturalización del ADN
- 28.5.3. Membranas biológicas
- 28.5.4. Curva de saturación de la mioglobina. Isoterma de Langmuir

#### 28.6. Sistemas con interacción

- 28.6.1. Sólidos, líquidos, gases
- 28.6.2. Sistemas magnéticos. Transición ferro-paramagnética
- 28.6.3. Modelo de Weiss
- 28.6.4. Modelo de Landau
- 28.6.5. Modelo de Ising
- 28.6.6. Puntos críticos y Universalidad
- 28.6.7. Método de Montecarlo. Algoritmo de Metrópolis

#### 28.7. Gas ideal cuántico

- 28.7.1. Partículas distinguibles e indistinguibles
- 28.7.2. Microestados en mecánica Estadística Cuántica
- 28.7.3. Cálculo de la función de partición macrocanónica en un gas ideal
- 28.7.4. Estadísticas cuánticas: estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac
- 28.7.5. Gases ideales de bosones y de fermiones

#### 28.8. Gas ideal de bosones

- 28.8.1. Fotones. Radiación del cuerpo negro
- 28.8.2. Fonones. Capacidad calorífica de la red cristalina
- 28.8.3. Condensación de Bose-Einstein
- 28.8.4. Propiedades termodinámicas del gas de Bose-Einstein
- 28.8.5. Temperatura y densidad críticas

#### 28.9. Gas ideal de fermiones

- 28.9.1. Estadística de Fermi-Dirac
- 28.9.2. Capacidad calorífica de los electrones
- 28.9.3. Presión de degeneración de los fermiones
- 28.9.4. Función y temperatura de Fermi

#### 28.10. Teoría cinética elemental de gases

- 28.10.1. Gas diluido en equilibrio
- 28.10.2. Coeficientes de transporte
- 28.10.3. Conductividad térmica de la red cristalina y de los electrones
- 28.10.4. Sistemas gaseosos compuestos por moléculas en movimiento

## Asignatura 29

### Física Cuántica I

#### 29.1. Orígenes de la física cuántica

- 29.1.1. Radiación de cuerpo negro
- 29.1.2. Efecto fotoeléctrico
- 29.1.3. Efecto Compton
- 29.1.4. Espectro y modelos atómicos
- 29.1.5. Principio de exclusión de Pauli
- 29.1.6. Longitud de onda de De Broglie y el experimento de la doble rendija

#### 29.2. Formulismo matemático

- 29.2.1. Espacio de Hilbert
- 29.2.2. Nomenclatura de Dirac: Bra – ket de estados cuánticos

- 29.2.3. Producto interno y producto externo
- 29.2.4. Operadores lineales
- 29.2.5. Operadores hermiticos y diagonalización
- 29.2.6. Suma y producto tensorial
- 29.2.7. Matriz densidad

#### 29.3. Postulados de la mecánica cuántica

- 29.3.1. Postulado 1º: Definición de estado
- 29.3.2. Postulado 2º: Definición de Observables
- 29.3.3. Postulado 3º: Definición de medidas
- 29.3.4. Postulado 4º: Probabilidad de las medidas
- 29.3.5. Postulado 5º: Dinámica

#### 29.4. Aplicación de los postulados de la mecánica cuántica

- 29.4.1. Probabilidad de los resultados. Estadística
- 29.4.2. Indeterminación
- 29.4.3. Evolución temporal de los valores esperados
- 29.4.4. Compatibilidad y conmutación de observables
- 29.4.5. Matrices de Pauli

#### 29.5. Dinámica de la mecánica cuántica

- 29.5.1. Representación de posiciones
- 29.5.2. Representación de momentos
- 29.5.3. Ecuación de Schrödinger
- 29.5.4. Teorema de Ehrenfest
- 29.5.5. Teorema del Virial

#### 29.6. Barreras de potencial

- 29.6.1. Pozo cuadrado infinito
- 29.6.2. Pozo cuadrado finito
- 29.6.3. Escalón de potencial
- 29.6.4. Potencial Delta
- 29.6.5. Efecto túnel
- 29.6.6. Partícula libre

**29.7. Oscilador armónico simple cuántico unidimensional**

- 29.7.1. Analogía con la mecánica clásica
- 29.7.2. Hamiltoniano y valores propios de energía
- 29.7.3. Método analítico
- 29.7.4. Estados “desdibujados”
- 29.7.5. Estados coherentes

**29.8. Operadores y observables tridimensionales**

- 29.8.1. Repaso de las nociones de cálculo con varias variables
- 29.8.2. Operador de posición
- 29.8.3. Operador momento lineal
- 29.8.4. Momento angular orbital
- 29.8.5. Operadores de escala
- 29.8.6. Hamiltoniano

**29.9. Valores y funciones propios tridimensionales**

- 29.9.1. Operador de posición
- 29.9.2. Operador de momento lineal
- 29.9.3. Operador momento angular orbital y Harmónicos Esféricos
- 29.9.4. Ecuación angular

**29.10. Barreras de potencial tridimensional**

- 29.10.1. Partícula libre
- 29.10.2. Partícula en una caja
- 29.10.3. Potenciales centrales y ecuación radial
- 29.10.4. Pozo esférico infinito
- 29.10.5. Átomo de Hidrogeno
- 29.10.6. Oscilador armónico tridimensional

**Asignatura 30****Física Cuántica II****30.1. Descripciones de la mecánica cuántica: imágenes o representaciones**

- 30.1.1. Imagen de Schrödinger
- 30.1.2. Imagen de Heisenberg
- 30.1.3. Imagen de Dirac o de interacción
- 30.1.4. Cambio de imágenes

**30.2. Oscilador Armónico**

- 30.2.1. Operadores de creación y aniquilación
- 30.2.2. Funciones de onda de los estados de Fock
- 30.2.3. Estados coherentes
- 30.2.4. Estados de mínima indeterminación
- 30.2.5. Estados “exprimidos”

**30.3. Momento Angular**

- 30.3.1. Rotaciones
- 30.3.2. Conmutadores del momento angular
- 30.3.3. Base del momento angular
- 30.3.4. Operadores de escala
- 30.3.5. Representación matricial
- 30.3.6. Momento angular intrínseco: el Espín
- 30.3.7. Casos de Espín: 1/2, 1, 3/2

**30.4. Funciones de onda de varias componentes: Espinoriales**

- 30.4.1. Funciones de onda de una componente: espín 0
- 30.4.2. Funciones de onda de dos componentes: espín 1/2
- 30.4.3. Valores esperados del observable espín
- 30.4.4. Estados atómicos
- 30.4.5. Adición de momento angular
- 30.4.6. Coeficientes de Clebsch-Gordan

**30.5. Estudio de los sistemas compuestos**

- 30.5.1. Partículas distinguibles
- 30.5.2. Partículas indistinguibles
- 30.5.3. Caso de los fotones: Experimento del espejo semitransparente
- 30.5.4. Enlazamiento cuántico

**30.6. Introducción a métodos aproximados: Método Variacional**

- 30.6.1. Introducción al método variacional
- 30.6.2. Variaciones lineales
- 30.6.3. Método variacional de Rayleigh-Ritz
- 30.6.4. Oscilador armónico: estudio por métodos variacionales

**30.7. Estudio de modelos atómicos con el Método Variacional**

- 30.7.1. Átomo de hidrógeno
- 30.7.2. Átomo de Helio
- 30.7.3. Molécula de hidrógeno ionizada
- 30.7.4. Simetrías discretas

**30.8. Introducción a la teoría de perturbaciones**

- 30.8.1. Perturbaciones Independientes del tiempo
- 30.8.2. Caso no degenerado
- 30.8.3. Caso degenerado
- 30.8.4. Estructura fina del átomo de hidrógeno
- 30.8.5. Efecto Zeeman
- 30.8.6. Constante de acoplamiento entre espines. Estructura hiperfina
- 30.8.7. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo

**30.9. Aproximación adiabática**

- 30.9.1. Introducción a la aproximación adiabática
- 30.9.2. El teorema adiabático
- 30.9.3. Fase de Berry
- 30.9.4. Efecto Aharonov-Bohm

**30.10. Aproximación Wentzel – Kramers - Brillouin**

- 30.10.1. Introducción al método WKB
- 30.10.2. Región clásica
- 30.10.3. Efecto túnel
- 30.10.4. Fórmulas de conexión

**Asignatura 31****Relatividad General y Cosmología****31.1. Relatividad especial**

- 31.1.1. Postulados
- 31.1.2. Transformaciones de Lorentz en configuración estándar
- 31.1.3. Impulsos
- 31.1.4. Tensores
- 31.1.5. Cinemática relativista
- 31.1.6. Momento lineal y energía relativistas
- 31.1.7. Covariancia Lorentz
- 31.1.8. Tensor energía momento

**31.2. Principio de equivalencia**

- 31.2.1. Principio de equivalencia débil
- 31.2.2. Experimentos sobre el Principio de equivalencia débil
- 31.2.3. Sistemas de referencia localmente inerciales
- 31.2.4. Principio de equivalencia
- 31.2.5. Consecuencias del principio de equivalencia

**31.3. Movimiento de partículas en campos gravitatorios**

- 31.3.1. Trayectoria de partículas bajo gravedad
- 31.3.2. Límite Newtoniano
- 31.3.3. Desplazamiento al rojo o “Redshift gravitatorio” y pruebas
- 31.3.4. Dilatación temporal
- 31.3.5. Ecuación de la geodésica

### 31.4. Geometría: conceptos necesarios

- 31.4.1. Espacios bidimensionales
- 31.4.2. Campos Escalares, vectoriales y tensoriales
- 31.4.3. Tensor métrico: concepto y teoría
- 31.4.4. Derivada parcial
- 31.4.5. Derivada covariante
- 31.4.6. Símbolos de Christoffel
- 31.4.7. Derivadas covariantes se tensores
- 31.4.8. Derivadas covariantes direccionales
- 31.4.9. Divergencia y laplaciano

### 31.5. Espacio-tiempo curvo

- 31.5.1. Derivada covariante y transporte paralelo: definición
- 31.5.2. Geodésicas a partir del transporte paralelo
- 31.5.3. Tensor de curvatura de Riemann
- 31.5.4. Tensor de Riemann: definición y propiedades
- 31.5.5. Tensor de Ricci: definición y propiedades

### 31.6. Ecuaciones de Einstein: derivación

- 31.6.1. Reformulación del principio de equivalencia
- 31.6.2. Aplicaciones del principio de equivalencia
- 31.6.3. Conservación y simetrías
- 31.6.4. Dedución de las ecuaciones de Einstein a partir del principio de equivalencia

### 31.7. Solución de Schwarzschild

- 31.7.1. Métrica de Schwarzschild
- 31.7.2. Elementos de Longitud y Tiempo
- 31.7.3. Cantidades conservadas
- 31.7.4. Ecuación de movimiento
- 31.7.5. Deflexión de la luz. Estudio en la métrica de Schwarzschild
- 31.7.6. Radio de Schwarzschild
- 31.7.7. Coordenadas de Eddington – Finkelstein
- 31.7.8. Agujeros negros

### 31.8. Límite de gravedad lineal.

#### Consecuencias

- 31.8.1. Gravedad lineal: introducción
- 31.8.2. Transformación de coordenadas
- 31.8.3. Ecuaciones de Einstein linealizadas
- 31.8.4. Solución general de las Ecuaciones de Einstein linealizadas
- 31.8.5. Ondas gravitacionales
- 31.8.6. Efectos de las ondas gravitacionales sobre la materia
- 31.8.7. Generación de ondas gravitacionales

### 31.9. Cosmología: Introducción

- 31.9.1. Observación del Universo: Introducción
- 31.9.2. Principio cosmológico
- 31.9.3. Sistema de coordenadas
- 31.9.4. Distancias cosmológicas
- 31.9.5. Ley de Hubble
- 31.9.6. Inflación

### 31.10. Cosmología: Estudio matemático

- 31.10.1. Primera ecuación de Friedmann
- 31.10.2. Segunda ecuación de Friedmann
- 31.10.3. Densidades y factor de escala
- 31.10.4. Consecuencias de las ecuaciones de Friedmann. Curvatura del Universo
- 31.10.5. Termodinámica del Universo primitivo

## Asignatura 32

### Astrofísica

#### 32.1. Introducción

- 32.1.1. Breve historia de la astrofísica
- 32.1.2. Instrumentación
- 32.1.3. Escala de magnitudes observacionales
- 32.1.4. Cálculo de distancias astronómicas
- 32.1.5. Índice de color

### 32.2. Líneas espectrales

- 32.2.1. Introducción histórica
- 32.2.2. Leyes de Kirchhoff
- 32.2.3. Relación del espectro con la temperatura
- 32.2.4. Efecto Doppler
- 32.2.5. Espectrógrafo

### 32.3. Estudio del campo de radiación

- 32.3.1. Definiciones previas
- 32.3.2. Opacidad
- 32.3.3. Profundidad óptica
- 32.3.4. Fuentes microscópicas de opacidad
- 32.3.5. Opacidad total
- 32.3.6. Extinción
- 32.3.7. Estructura de las líneas espectrales

### 32.4. Estrellas

- 32.4.1. Clasificación de las estrellas
- 32.4.2. Métodos de determinación de masas de una estrella
- 32.4.3. Estrellas binarias
- 32.4.4. Clasificación de estrellas binarias
- 32.4.5. Determinación de masas de un sistema binario

### 32.5. Vida de las estrellas

- 32.5.1. Características de una estrella
- 32.5.2. Nacimiento de una estrella
- 32.5.3. Vida de una estrella. Diagramas de Hertzsprung-Russell
- 32.5.4. Muerte de una estrella

### 32.6. Muerte de las estrellas

- 32.6.1. Enanas blancas
- 32.6.2. Supernovas
- 32.6.3. Estrellas de neutrones
- 32.6.4. Agujeros negros

### 32.7. Estudio de la Vía Láctea

- 32.7.1. Forma y dimensiones de la Vía Láctea
- 32.7.2. Materia oscura
- 32.7.3. Fenómeno de lentes gravitacionales

- 32.7.4. Partículas masivas de interacción débil
- 32.7.5. Disco y halo de la Vía Láctea
- 32.7.6. Estructura espiral de la Vía Láctea

### 32.8. Agrupaciones de galaxias

- 32.8.1. Introducción
- 32.8.2. Clasificación de las galaxias
- 32.8.3. Fotometría galáctica
- 32.8.4. El Grupo Local: introducción

### 32.9. Distribución de las galaxias a gran escala

- 32.9.1. Forma y edad del Universo
- 32.9.2. Modelo cosmológico estándar
- 32.9.3. Formación de estructuras cosmológicas
- 32.9.4. Métodos observacionales en cosmología

### 32.10. Materia y energías oscuras

- 32.10.1. Descubrimiento y características
- 32.10.2. Consecuencias en la distribución de la materia ordinaria
- 32.10.3. Problemas de la materia oscura
- 32.10.4. Partículas candidatas a materia oscura
- 32.10.5. Energía oscura, consecuencias

## Asignatura 33

### Teoría cuántica de campos

#### 33.1. Teoría Clásica de Campos

- 33.1.1. Notación y convenios
- 33.1.2. Formulación lagrangiana
- 33.1.3. Ecuaciones de Euler Lagrange
- 33.1.4. Simetrías y leyes de conservación

#### 33.2. Campo de Klein-Gordon

- 33.2.1. Ecuación de Klein-Gordon
- 33.2.2. Cuantización del campo de Klein-Gordon
- 33.2.3. Invariancia de Lorentz del campo de Klein-Gordon

33.2.4. Vacío. Estados del vacío y estados de Fock

33.2.5. Energía del vacío

33.2.6. Ordenación Normal: convenio

33.2.7. Energía y momento de los estados

33.2.8. Estudio de la causalidad

33.2.9. Propagador de Klein-Gordon

### 33.3. Campo de Dirac

33.3.1. Ecuación de Dirac

33.3.2. Matrices de Dirac y sus propiedades

33.3.3. Representaciones de las matrices de Dirac

33.3.4. Lagrangiano de Dirac

33.3.5. Solución a la ecuación de Dirac: ondas planas

33.3.6. Conmutadores y anticonmutadores

33.3.7. Cuantización del campo de Dirac

33.3.8. Espacio de Fock

33.3.9. Propagador de Dirac

### 33.4. Campo Electromagnético

33.4.1. Teoría clásica del campo electromagnético

33.4.2. Cuantización del campo electromagnético y sus problemas

33.4.3. Espacio de Fock

33.4.4. Formalismo de Gupta-Bleuler

33.4.5. Propagador del fotón

### 33.5. Formalismo de la Matriz S

33.5.1. Lagrangiano y Hamiltoniano de interacción

33.5.2. Matriz S: definición y propiedades

33.5.3. Expansión de Dyson

33.5.4. Teorema de Wick

33.5.5. Imagen de Dirac

### 33.6. Diagramas de Feynman en el espacio de posiciones

33.6.1. Como dibujar los diagramas de Feynman. Normas. Utilidades

33.6.2. Primer orden

33.6.3. Segundo orden

33.6.4. Procesos de dispersión con dos partículas

### 33.7. Normas de Feynman

33.7.1. Normalización de los estados en el espacio de Fock

33.7.2. Amplitud de Feynman

33.7.3. Normas de Feynman para la QED

33.7.4. Invariancia Gauge en las amplitudes

33.7.5. Ejemplos

### 33.8. Sección transversal y tazas de decaimiento

33.8.1. Definición de sección transversal

33.8.2. Definición de taza de decaimiento

33.8.3. Ejemplos con dos cuerpos en el estado final

33.8.4. Sección transversal no polarizada

33.8.5. Suma sobre la polarización de los fermiones

33.8.6. Suma sobre la polarización de los fotones

33.8.7. Ejemplos

### 33.9. Estudio de los muones y otras partículas cargadas

33.9.1. Muones

33.9.2. Partículas cargadas

33.9.3. Partículas escalares con carga

33.9.4. Normas de Feynman para la teoría electrodinámica cuántica escalar

### 33.10. Simetrías

33.10.1. Paridad

33.10.2. Conjugación de carga

33.10.3. Inversión del tiempo

33.10.4. Violación de algunas simetrías

33.10.5. Simetría Carga Paridad Tiempo CPT

## Asignatura 34

### Termodinámica avanzada

#### 34.1. Formalismo de la Termodinámica

34.1.1. Leyes de la termodinámica

34.1.2. La ecuación fundamental

34.1.3. Energía interna: forma de Euler

34.1.4. Ecuación de Gibbs-Duhem

34.1.5. Transformaciones de Legendre

34.1.6. Potenciales Termodinámicos

34.1.7. Relaciones de Maxwell para un fluido

34.1.8. Condiciones de estabilidad

#### 34.2. Descripción Microscópica de Sistemas Macroscópicos I

34.2.1. Microestados y macroestados: introducción

34.2.2. Espacio de fases

34.2.3. Colectividades

34.2.4. Colectividad microcanónica

34.2.5. Equilibrio térmico

#### 34.3. Descripción Microscópica de Sistemas Macroscópicos II

34.3.1. Sistemas discretos

34.3.2. Entropía estadística

34.3.3. Distribución de Maxwell-Boltzmann

34.3.4. Presión

34.3.5. Efusión

#### 34.4. Colectividad Canónica

34.4.1. Función de partición

34.4.2. Sistemas ideales

34.4.3. Degeneración de la energía

34.4.4. Comportamiento del gas ideal monoatómico en un potencial

34.4.5. Teorema de equipartición de la energía

34.4.6. Sistemas discretos

#### 34.5. Sistemas Magnéticos

34.5.1. Termodinámica de sistemas magnéticos

34.5.2. Paramagnetismo clásico

34.5.3. Paramagnetismo de Espin  $\frac{1}{2}$

34.5.4. Desimanación adiabática

#### 34.6. Transiciones de Fase

34.6.1. Clasificación de transiciones de fases

34.6.2. Diagramas de fases

34.6.3. Ecuación de Clapeyron

34.6.4. Equilibrio vapor-fase condensada

34.6.5. El punto crítico

34.6.6. Clasificación de Ehrenfest de las transiciones de fase

34.6.7. Teoría de Landau

#### 34.7. Moledo de ISING

34.7.1. Introducción

34.7.2. Cadena unidimensional

34.7.3. Cadena unidimensional abierta

34.7.4. Aproximación de campo medio

#### 34.8. Gases reales

34.8.1. Factor de comprensibilidad. Desarrollo del virial

34.8.2. Potencial de interacción y función de partición configuracional

34.8.3. Segundo coeficiente del virial

34.8.4. Ecuación de Van der Waals

34.8.5. Gas reticular

34.8.6. Ley de estados correspondientes

34.8.7. Expansiones de Joule y Joule-Kelvin

#### 34.9. Gas de fotones

34.9.1. Estadística de bosones vs estadística de fermiones

34.9.2. Densidad de energía y degeneración de estados

34.9.3. Distribución de Planck

34.9.4. Ecuaciones de estado de un gas de fotones

### 34.10. Colectividad macro canónica

- 34.10.1. Función de partición
- 34.10.2. Sistemas discretos
- 34.10.3. Fluctuaciones
- 34.10.4. Sistemas ideales
- 34.10.5. El gas monoatómico
- 34.10.6. Equilibrio solido-vapor

## Asignatura 35

### Información y Computación Cuántica

#### 35.1. Introducción: Matemáticas y Cuántica

- 35.1.1. Espacios vectoriales complejos
- 35.1.2. Operadores lineales
- 35.1.3. Producto escalar y espacios de Hilbert
- 35.1.4. Diagonalización
- 35.1.5. Producto tensorial
- 35.1.6. Funciones de operadores
- 35.1.7. Teoremas importantes sobre operadores
- 35.1.8. Postulados de la mecánica cuántica revisados

#### 35.2. Estados y muestras estadísticas

- 35.2.1. El qubit
- 35.2.2. La matriz densidad
- 35.2.3. Sistemas bipartitos
- 35.2.4. La descomposición de Schmidt
- 35.2.5. Interpretación estadística de los estados mezcla

#### 35.3. Medidas y evolución temporal

- 35.3.1. Medidas de von Neumann
- 35.3.2. Medidas generalizadas
- 35.3.3. Teorema de Neumark
- 35.3.4. Canales cuánticos

### 35.4. Entrelazamiento y sus aplicaciones

- 35.4.1. Estados Einstein-Podolsky-Rosen o EPR
- 35.4.2. Codificación densa
- 35.4.3. Teleportación de estados
- 35.4.4. Matriz densidad y sus representaciones

### 35.5. Información clásica y cuántica

- 35.5.1. Introducción a la probabilidad
- 35.5.2. Información
- 35.5.3. Entropía de Shannon e información mutua
- 35.5.4. Comunicación
- 35.5.5. Teoremas de Shannon
- 35.5.6. Diferencia entre información clásica y cuántica
- 35.5.7. Entropía de von Neumann
- 35.5.8. Teorema de Schumacher
- 35.5.9. Información de Holevo
- 35.5.10. Información accesible y límite de Holevo

### 35.6. Computación cuántica

- 35.6.1. Máquinas de Turing
- 35.6.2. Circuitos y clasificación de la complejidad
- 35.6.3. El ordenador cuántico
- 35.6.4. Puertas lógicas cuánticas
- 35.6.5. Algoritmos de Deutsch-Jozsa y Simon
- 35.6.6. Búsqueda no estructurada: algoritmo de Grover
- 35.6.7. Método de encriptación RSA
- 35.6.8. Factorización: algoritmo de Shor

### 35.7. Teoría semiclásica de la interacción luz-materia

- 35.7.1. El átomo de dos niveles
- 35.7.2. El desdoblamiento AC-Stark
- 35.7.3. Las oscilaciones de Rabi
- 35.7.4. La fuerza dipolar de la luz

### 35.8. Teoría cuántica de la interacción luz-materia

- 35.8.1. Estados del campo electromagnético cuántico
- 35.8.2. El modelo de Jaynes-Cummings
- 35.8.3. El problema de la decoherencia
- 35.8.4. Tratamiento de Weisskopf-Wigner de la emisión espontánea

### 35.9. Comunicación Cuántica

- 35.9.1. Criptografía cuántica: protocolos BB84 y Ekert91
- 35.9.2. Desigualdades de Bell
- 35.9.3. Generación de fotones individuales
- 35.9.4. Propagación de fotones individuales
- 35.9.5. Detección de fotones individuales

### 35.10. Computación y simulación cuánticas

- 35.10.1. Átomos neutros en trampas dipolares
- 35.10.2. Electrodinámica Cuántica de Cavidades
- 35.10.3. Iones en trampas de Paul
- 35.10.4. Qubits superconductores

## Asignatura 36

### Termodinámica de la atmósfera

#### 36.1. Introducción

- 36.1.1. Termodinámica del gas ideal
- 36.1.2. Leyes de conservación de la energía
- 36.1.3. Leyes de la termodinámica
- 36.1.4. Presión, temperatura y altitud
- 36.1.5. Distribución de Maxwell-Boltzmann de las velocidades

#### 36.2. La Atmósfera

- 36.2.1. La física de la atmósfera
- 36.2.2. Composición del aire
- 36.2.3. Origen de la atmósfera terrestre
- 36.2.4. Distribución de masa atmosférica y temperatura

### 36.3. Fundamentos de la Termodinámica de la Atmósfera

- 36.3.1. Ecuación de estado del aire
- 36.3.2. Índices de humedad
- 36.3.3. Ecuación hidrostática: aplicaciones meteorológicas
- 36.3.4. Procesos adiabáticos y diabáticos
- 36.3.5. La entropía en Meteorología

### 36.4. Diagramas Termodinámicos

- 36.4.1. Diagramas termodinámicos relevantes
- 36.4.2. Propiedades de los diagramas termodinámicos
- 36.4.3. Diagrama oblicuo: aplicaciones

### 36.5. Estudio del Agua I: Sus Transformaciones

- 36.5.1. Propiedades termodinámicas del agua
- 36.5.2. Transformación de fase en equilibrio
- 36.5.3. Ecuación de Clausius-Clapeyron
- 36.5.4. Aproximaciones y consecuencias de la ecuación Clausius-Clapeyron

### 36.6. Condensación del vapor de agua en la atmósfera

- 36.6.1. Transiciones de fase del agua
- 36.6.2. Ecuaciones termodinámicas del aire saturado
- 36.6.3. Equilibrio del vapor de agua con gotitas de agua: curvas de Kelvin y Köhler
- 36.6.4. Procesos atmosféricos que dan lugar a condensación de vapor de agua

### 36.7. Condensación atmosférica por procesos isobáricos

- 36.7.1. Formación de rocío y escarcha
- 36.7.2. Formación de nieblas de radiación y de advección
- 36.7.3. Procesos isoentálpicos

- 36.7.4. Temperatura equivalente y temperatura del termómetro húmedo
- 36.7.5. Mezclas isoentálpicas de masas de aire
- 36.7.6. Nieblas de mezcla

### 36.8. Condensación atmosférica por ascenso adiabático

- 36.8.1. Saturación del aire por ascenso adiabático
- 36.8.2. Procesos de saturación adiabáticos reversibles
- 36.8.3. Procesos pseudo-adiabáticos
- 36.8.4. Temperatura pseudo-potenciales equivalente y del termómetro húmedo
- 36.8.5. Efecto Föhn

### 36.9. Estabilidad atmosférica

- 36.9.1. Criterios de estabilidad en aire no saturado
- 36.9.2. Criterios de estabilidad en aire saturado
- 36.9.3. Inestabilidad condicional
- 36.9.4. Inestabilidad convectiva
- 36.9.5. Análisis de estabilidades mediante el diagrama oblicuo

### 36.10. Diagramas termodinámicos

- 36.10.1. Condiciones para transformaciones de área equivalentes
- 36.10.2. Ejemplos de diagramas termodinámicos
- 36.10.3. Representación gráfica de variables termodinámicos en un diagrama T
- 36.10.4. Uso de diagramas termodinámicos en meteorología

## Asignatura 37

### Meteorología y Climatología

#### 37.1. Estructura General de la Atmósfera

- 37.1.1. Tiempo y clima
- 37.1.2. Características generales de la atmósfera terrestre
- 37.1.3. Composición atmosférica
- 37.1.4. Estructura horizontal y vertical de la atmósfera
- 37.1.5. Variables atmosféricas
- 37.1.6. Sistemas de observación
- 37.1.7. Escalas meteorológicas
- 37.1.8. Ecuación de estado
- 37.1.9. Ecuación hidrostática

#### 37.2. Movimiento Atmosférico

- 37.2.1. Masas de aire
- 37.2.2. Ciclones extratropicales y frentes
- 37.2.3. Fenómenos de mesoescala y microescala
- 37.2.4. Fundamentos de dinámica atmosférica
- 37.2.5. Movimiento del aire: fuerzas aparentes y fuerzas reales
- 37.2.6. Ecuaciones del movimiento horizontal
- 37.2.7. Viento geostrófico, fuerza de fricción y viento del gradiente
- 37.2.8. La circulación general atmosférica

#### 37.3. Intercambios Radiativos de Energía en la Atmósfera

- 37.3.1. Radiación solar y terrestre
- 37.3.2. Absorción, emisión y reflexión de radiación
- 37.3.3. Intercambios radiativos Tierra-atmósfera
- 37.3.4. Efecto de invernadero

- 37.3.5. Balance radiativo en la cima de la atmósfera
- 37.3.6. Forzamiento radiativo del clima
- 37.3.7. Forzamientos naturales y antropogénicos del clima
- 37.3.8. Sensibilidad climática

#### 37.4. Termodinámica de la Atmósfera

- 37.4.1. Procesos adiabáticos: temperatura potencial
- 37.4.2. Estabilidad e inestabilidad del aire seco
- 37.4.3. Saturación y condensación del vapor de agua en la atmósfera
- 37.4.4. Ascenso del aire húmedo: evolución adiabática saturada y pseudoadiabática
- 37.4.5. Niveles de condensación
- 37.4.6. Estabilidad e inestabilidad del aire húmedo

#### 37.5. Física de nubes y precipitación

- 37.5.1. Procesos generales de formación de nubes
- 37.5.2. Morfología y clasificación de nubes
- 37.5.3. Microfísica de nubes: núcleos de condensación y núcleos de hielo
- 37.5.4. Procesos de precipitación: formación de la lluvia, nieve y granizo
- 37.5.5. Modificación artificial de nubes y precipitaciones

#### 37.6. Dinámica Atmosférica

- 37.6.1. Fuerzas inerciales y no inerciales
- 37.6.2. Fuerza de Coriolis
- 37.6.3. Ecuación del movimiento
- 37.6.4. Campo horizontal de presiones
- 37.6.5. Reducción de presión a nivel del mar
- 37.6.6. Gradiente horizontal de presiones
- 37.6.7. Presión-densidad
- 37.6.8. Isohipsas

- 37.6.9. Ecuación del movimiento en el sistema de coordenadas intrínsecas
- 37.6.10. Flujo horizontal sin rozamiento. Viento geostrófico. Viento del gradiente
- 37.6.11. Efecto del rozamiento
- 37.6.12. Viento en altura
- 37.6.13. Regímenes de vientos locales y de pequeña escala
- 37.6.14. Medidas de presión y viento

#### 37.7. Meteorología Sinóptica

- 37.7.1. Sistemas béricos
- 37.7.2. Anticiclones
- 37.7.3. Masas de aire
- 37.7.4. Superficies frontales
- 37.7.5. Frente cálido
- 37.7.6. Frente frío
- 37.7.7. Depresiones frontales. Oclusión. Frente ocluido

#### 37.8. Circulación General

- 37.8.1. Características generales de la circulación general
- 37.8.2. Observaciones en superficie y en altura
- 37.8.3. Modelo unicelular
- 37.8.4. Modelo tricelular
- 37.8.5. Corrientes en chorro
- 37.8.6. Corrientes oceánicas
- 37.8.7. Transporte de Ekman
- 37.8.8. Distribución global de la precipitación
- 37.8.9. Teleconexiones. El Niño-Oscilación del Sur. La oscilación del Atlántico Norte

#### 37.9. Sistema Climático

- 37.9.1. Clasificaciones climáticas
- 37.9.2. Clasificación de Köppen
- 37.9.3. Componentes del sistema climático
- 37.9.4. Mecanismos de acoplamiento
- 37.9.5. Ciclo hidrológico

- 37.9.6. Ciclo del carbono
- 37.9.7. Tiempos de respuesta
- 37.9.8. Realimentaciones
- 37.9.9. Modelos climáticos

### 37.10. Cambio Climático

- 37.10.1. Concepto de cambio climático
- 37.10.2. Obtención de datos. Técnicas paleoclimáticas
- 37.10.3. Evidencias de cambio climático. Paleoclima
- 37.10.4. Calentamiento global actual
- 37.10.5. Modelo de balance de energía
- 37.10.6. Forzamiento radiativo
- 37.10.7. Mecanismos causales de cambio climático
- 37.10.8. Modelos de circulación general y proyecciones

## Asignatura 38

### Biofísica

#### 38.1. Introducción a la Biofísica

- 38.1.1. Introducción a la Biofísica
- 38.1.2. Características de los sistemas biológicos
- 38.1.3. Biofísica molecular
- 38.1.4. Biofísica celular
- 38.1.5. Biofísica de los sistemas complejos

#### 38.2. Introducción a la Termodinámica de los procesos irreversibles

- 38.2.1. Generalización del Segundo Principio de la Termodinámica para sistemas abiertos
- 38.2.2. Función de disipación
- 38.2.3. Relaciones lineales entre flujos y fuerzas termodinámicos conjugados
- 38.2.4. Intervalo de validez de la Termodinámica Lineal
- 38.2.5. Propiedades de los coeficientes fenomenológicos

- 38.2.6. Relaciones de Onsager
- 38.2.7. Teorema de mínima producción de entropía
- 38.2.8. Estabilidad de los estados estacionarios en las proximidades del equilibrio. Criterio de estabilidad
- 38.2.9. Procesos muy alejados del equilibrio
- 38.2.10. Criterio de evolución

#### 38.3. Ordenación en el tiempo: procesos irreversibles alejados del equilibrio

- 38.3.1. Procesos cinéticos considerados como ecuaciones diferenciales
- 38.3.2. Soluciones estacionarias
- 38.3.3. Modelo de Lotka-Volterra
- 38.3.4. Estabilidad de las soluciones estacionarias: Método de las perturbaciones
- 38.3.5. Trayectorias: soluciones de los sistemas de ecuaciones diferenciales
- 38.3.6. Tipos de estabilidad
- 38.3.7. Análisis de la estabilidad en el modelo de Lotka-Volterra
- 38.3.8. Ordenación en el tiempo: relojes biológicos
- 38.3.9. Estabilidad estructural y bifurcaciones. Modelo de Brusselator
- 38.3.10. Clasificación de los diferentes tipos de comportamiento dinámico

#### 38.4. Ordenación en el espacio: sistemas con difusión

- 38.4.1. Autoorganización espacio-temporal
- 38.4.2. Ecuaciones de reacción-difusión
- 38.4.3. Soluciones de estas ecuaciones
- 38.4.4. Ejemplos

#### 38.5. Caos en sistemas biológicos

- 38.5.1. Introducción
- 38.5.2. Atractores. Atractores extraños o caóticos
- 38.5.3. Definición y propiedades del caos
- 38.5.4. Ubicuidad: caos en sistemas biológicos
- 38.5.5. Universalidad: Rutas hacia el caos
- 38.5.6. Estructura fractal. Fractales
- 38.5.7. Propiedades de los fractales
- 38.5.8. Reflexiones sobre el caos en sistemas biológicos

#### 38.6. Biofísica del potencial de membrana

- 38.6.1. Introducción
- 38.6.2. Primera aproximación al potencial de membrana: potencial de Nernst
- 38.6.3. Potenciales de Gibbs-Donnan
- 38.6.4. Potenciales superficiales

#### 38.7. Transporte a través de membranas: transporte pasivo

- 38.7.1. Ecuación de Nernst-Planck
- 38.7.2. Teoría del campo constante
- 38.7.3. Ecuación GHK en sistemas complejos
- 38.7.4. Teoría de la carga fija
- 38.7.5. Transmisión del potencial de acción
- 38.7.6. Análisis del transporte mediante TPI
- 38.7.7. Fenómenos electrocinéticos

#### 38.8. Transporte facilitado. Canales iónicos. Transportadores

- 38.8.1. Introducción
- 38.8.2. Características del transporte facilitado mediante transportadores y canales iónicos
- 38.8.3. Modelo de transporte de oxígeno mediante hemoglobina. Termodinámica de los procesos irreversibles
- 38.8.4. Ejemplos

#### 38.9. Transporte activo: efecto de reacciones químicas sobre los procesos de transporte

- 38.9.1. Reacciones químicas y gradientes de concentración en estado estacionario
- 38.9.2. Descripción fenomenológica del transporte activo
- 38.9.3. La bomba sodio-potasio
- 38.9.4. Fosforilación oxidativa

#### 38.10. Impulsos nerviosos

- 38.10.1. Fenomenología del potencial de acción
- 38.10.2. Mecanismo del potencial de acción
- 38.10.3. Mecanismo de Hodgkin-Huxley
- 38.10.4. Nervios, músculos y sinapsis

## Asignatura 39

### Gestión de proyectos

#### 39.1. Conceptos fundamentales de la dirección de proyectos y el ciclo de vida de la gestión de proyectos

- 39.1.1. ¿Qué es un proyecto?
- 39.1.2. Metodología común
- 39.1.3. ¿Qué es la dirección/gestión de proyectos?
- 39.1.4. ¿Qué es un plan de proyecto?
- 39.1.5. Beneficios
- 39.1.6. Ciclo de vida del proyecto
- 39.1.7. Grupos de procesos o ciclo de vida de la gestión de los proyectos
- 39.1.8. La relación entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento
- 39.1.9. Relaciones entre el ciclo de vida del producto y del proyecto

**39.2. El inicio y la planificación**

- 39.2.1. De la idea al proyecto
- 39.2.2. Desarrollo del acta de proyecto
- 39.2.3. Reunión de arranque del proyecto
- 39.2.4. Tareas, conocimientos y habilidades en el proceso de inicio
- 39.2.5. El plan de proyecto
- 39.2.6. Desarrollo del plan básico. Pasos
- 39.2.7. Tareas, conocimientos y habilidades en el proceso de planificación

**39.3. La gestión de los interesados y del alcance**

- 39.3.1. Identificar a los interesados
- 39.3.2. Desarrollar el plan para la gestión de los interesados
- 39.3.3. Gestionar el compromiso de los interesados
- 39.3.4. Controlar el compromiso de los interesados
- 39.3.5. El objetivo del proyecto
- 39.3.6. La gestión del alcance y su plan
- 39.3.7. Recopilar los requisitos
- 39.3.8. Definir el enunciado del alcance
- 39.3.9. Crear la Estructura de descomposición del trabajo WBS (EDT)
- 39.3.10. Verificar y controlar el alcance

**39.4. El desarrollo del cronograma**

- 39.4.1. La gestión del tiempo y su plan
- 39.4.2. Definir las actividades
- 39.4.3. Establecimiento de la secuencia de las actividades
- 39.4.4. Estimación de recursos de las actividades
- 39.4.5. Estimación de la duración de las actividades
- 39.4.6. Desarrollo del cronograma y cálculo del camino crítico
- 39.4.7. Control del cronograma

**39.5. El desarrollo del presupuesto y la respuesta a los riesgos**

- 39.5.1. Estimar los costes
- 39.5.2. Desarrollar el presupuesto y la curva S
- 39.5.3. Control de costes y método del valor ganado
- 39.5.4. Los conceptos de riesgo
- 39.5.5. Cómo hacer un análisis de riesgos
- 39.5.6. El desarrollo del plan de respuesta

**39.6. La gestión de la calidad**

- 39.6.1. Planificación de la calidad
- 39.6.2. Aseguramiento de la calidad
- 39.6.3. Control de la calidad
- 39.6.4. Conceptos estadísticos básicos
- 39.6.5. Herramientas de la gestión de la calidad

**39.7. La comunicación y los recursos humanos**

- 39.7.1. Planificar la gestión de las comunicaciones
- 39.7.2. Análisis de requisitos de comunicaciones
- 39.7.3. Tecnología de las comunicaciones
- 39.7.4. Modelos de comunicación
- 39.7.5. Métodos de comunicación
- 39.7.6. Plan de gestión de las comunicaciones
- 39.7.7. Gestionar las comunicaciones
- 39.7.8. La gestión de los recursos humanos
- 39.7.9. Principales actores y sus roles en los proyectos
- 39.7.10. Tipos de organizaciones
- 39.7.11. Organización del proyecto
- 39.7.12. El equipo de trabajo

**39.8. El aprovisionamiento**

- 39.8.1. El proceso de adquisiciones
- 39.8.2. Planificación
- 39.8.3. Búsqueda de proveedores y solicitud de ofertas
- 39.8.4. Adjudicación del contrato
- 39.8.5. Administración del contrato
- 39.8.6. Los contratos
- 39.8.7. Tipos de contratos
- 39.8.8. Negociación del contrato

**39.9. Ejecución, monitorización y control y cierre**

- 39.9.1. Los grupos de procesos
- 39.9.2. La ejecución del proyecto
- 39.9.3. La monitorización y control del proyecto
- 39.9.4. El cierre del proyecto

**39.10. Responsabilidad profesional**

- 39.10.1. Responsabilidad profesional
- 39.10.2. Características de la responsabilidad social y profesional
- 39.10.3. Código deontológico del líder de proyectos
- 39.10.4. Responsabilidad vs. PMP®
- 39.10.5. Ejemplos de responsabilidad
- 39.10.6. Beneficios de la profesionalización

**Asignatura 40****Metodología de la investigación****40.1. Nociones básicas sobre investigación: la ciencia y el método científico**

- 40.1.1. Definición del método científico
- 40.1.2. Método analítico
- 40.1.3. Método sintético
- 40.1.4. Método inductivo
- 40.1.5. El pensamiento cartesiano

- 40.1.6. Las reglas del método cartesiano
- 40.1.7. La duda metódica
- 40.1.8. El primer principio cartesiano
- 40.1.9. Los procedimientos de inducción según J. Mill Stuart

**40.2. Paradigmas de investigación y métodos derivados de ellos**

- 40.2.1. ¿Cómo surgen las ideas de investigación?
- 40.2.2. ¿Qué investigar en educación?
- 40.2.3. Planteamiento del problema de investigación
- 40.2.4. Antecedentes, justificación y objetivos de la investigación
- 40.2.5. Fundamentación teórica
- 40.2.6. Hipótesis, variables y definición de conceptos operativos
- 40.2.7. Selección del diseño de investigación
- 40.2.8. El muestreo en estudios cuantitativos y cualitativos

**40.3. El proceso general de la investigación: enfoque cuantitativo y cualitativo**

- 40.3.1. Presupuestos epistemológicos
- 40.3.2. Aproximación a la realidad y al objeto de estudio
- 40.3.3. Relación sujeto-objeto
- 40.3.4. Objetividad
- 40.3.5. Procesos metodológicos
- 40.3.6. La integración de métodos

**40.4. Proceso y etapas de la investigación cuantitativa**

- 40.4.1. Fase 1: Fase conceptual
- 40.4.2. Fase 2: Fase de planificación y diseño
- 40.4.3. Fase 3: Fase empírica
- 40.4.4. Fase 4: Fase analítica
- 40.4.5. Fase 5: Fase de difusión

#### **40.5. Tipos de investigación cuantitativa**

- 40.5.1. Investigación histórica
- 40.5.2. Investigación correlacional
- 40.5.3. Estudio de caso
- 40.5.4. Investigación "ex post facto" sobre hechos cumplidos
- 40.5.5. Investigación cuasi-experimental
- 40.5.6. Investigación experimental

#### **40.6. Proceso y etapas de la investigación cualitativa**

- 40.6.1. Fase 1: Fase preparatoria
- 40.6.2. Fase 2: Fase de campo
- 40.6.3. Fase 3: Fase analítica
- 40.6.4. Fase 4: Fase informativa

#### **40.7. Tipos de investigación cualitativa**

- 40.7.1. La etnografía
- 40.7.2. La teoría fundamentada
- 40.7.3. La fenomenología
- 40.7.4. El método biográfico y la historia de vida
- 40.7.5. El estudio de casos
- 40.7.6. El análisis de contenido
- 40.7.7. El examen del discurso
- 40.7.8. La investigación acción participativa

#### **40.8. Técnicas e instrumentos para la recogida de datos cuantitativos**

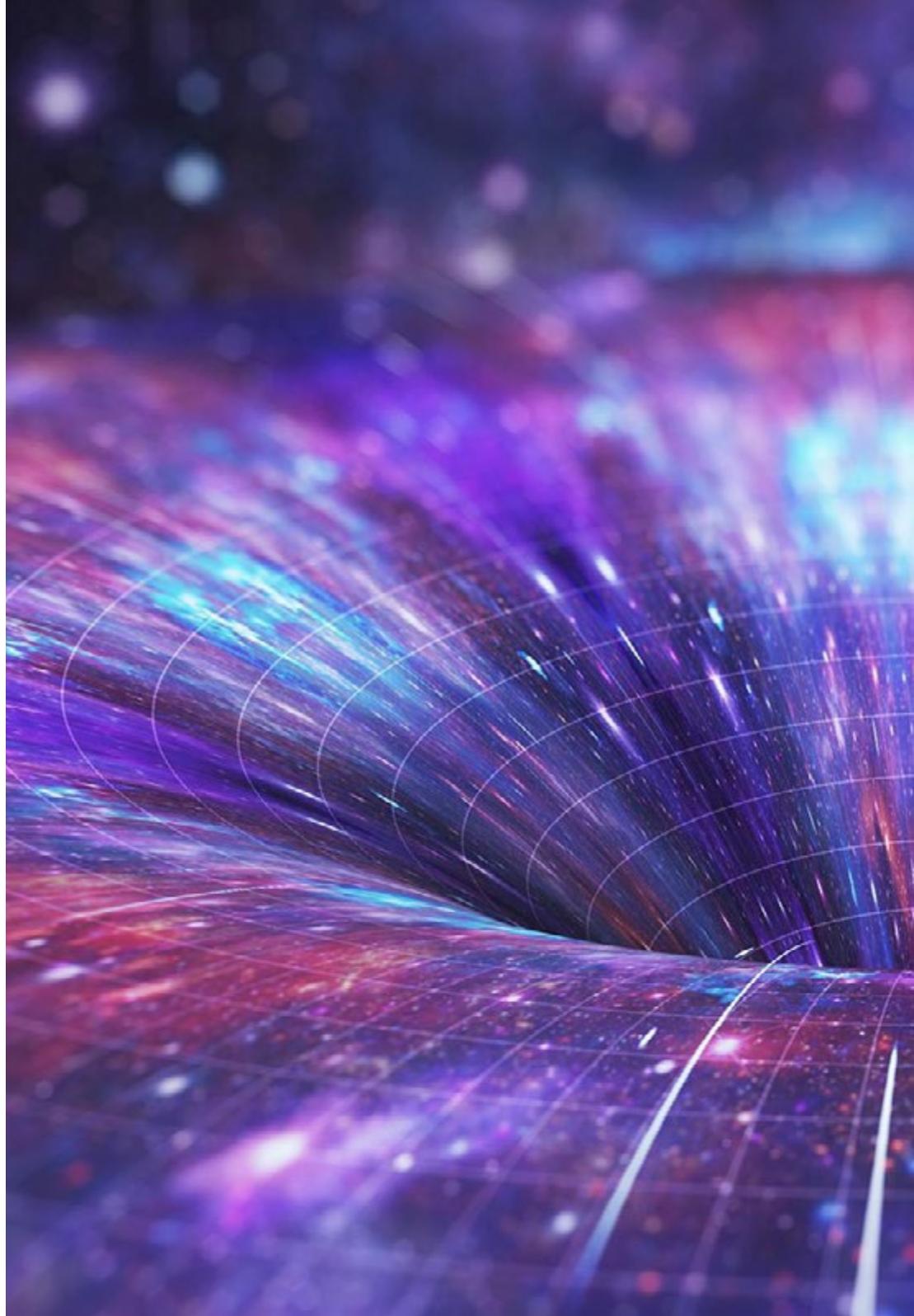
- 40.8.1. La entrevista estructurada
- 40.8.2. El cuestionario estructurado
- 40.8.3. Observación sistemática
- 40.8.4. Escalas de actitud
- 40.8.5. Estadísticas
- 40.8.6. Fuentes secundarias de información

#### **40.9. Técnicas e instrumentos para la recogida de datos cualitativos**

- 40.9.1. Entrevista no estructurada
- 40.9.2. Entrevista en profundidad
- 40.9.3. Grupos focales
- 40.9.4. Observación simple, no regulada y participativa
- 40.9.5. Historias de vida
- 40.9.6. Diarios
- 40.9.7. Análisis de contenidos
- 40.9.8. El método etnográfico

#### **40.10. Control de calidad de los datos**

- 40.10.1. Requisitos de un instrumento de medición
- 40.10.2. Procesamiento y análisis de datos cuantitativos
  - 40.10.2.1. Validación de datos cuantitativos
  - 40.10.2.2. Estadística para el análisis de datos
  - 40.10.2.3. Estadística descriptiva
  - 40.10.2.4. Estadística inferencial
- 40.10.3. Procesamiento y análisis de datos cualitativos
  - 40.10.3.1. Reducción y categorización
  - 40.10.3.2. Clarificar, sintetizar y comparar
- 40.10.4. Programas para el análisis cualitativo de datos textuales



“

*Los resúmenes interactivos de cada asignatura te permitirán consolidar de manera más dinámica los conceptos sobre la termodinámica de la atmósfera”*

# 04

## Convalidación de asignaturas

Si el candidato a estudiante ha cursado otra Licenciatura Oficial Universitaria de la misma rama de conocimiento o un programa equivalente al presente, incluso si solo lo cursó parcialmente y no lo finalizó, TECH le facilitará la realización de un Estudio de Convalidaciones que le permitirá no tener que examinarse de aquellas asignaturas que hubiera superado con éxito anteriormente.



“

*Si tienes estudios susceptibles de convalidación, TECH te ayudará en el trámite para que sea rápido y sencillo”*

Cuando el candidato a estudiante desee conocer si se le valorará positivamente el estudio de convalidaciones de su caso, deberá solicitar una **Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas** que le permita decidir si le es de interés matricularse en el programa de Licenciatura Oficial Universitaria.

La Comisión Académica de TECH valorará cada solicitud y emitirá una resolución inmediata para facilitar la decisión de la matriculación. Tras la matrícula, el estudio de convalidaciones facilitará que el estudiante consolide sus asignaturas ya cursadas en otros programas de Licenciatura Oficial Universitaria en su expediente académico sin tener que evaluarse de nuevo de ninguna de ellas, obteniendo en menor tiempo, su nuevo título de Licenciatura Oficial Universitaria.

TECH le facilita a continuación toda la información relativa a este procedimiento:



*Matricúlate en la Licenciatura Oficial Universitaria y obtén el estudio de convalidaciones de forma gratuita”*



## ¿Qué es la convalidación de estudios?

La convalidación de estudios es el trámite por el cual la Comisión Académica de TECH equipara estudios realizados de forma previa, a las asignaturas del programa de Licenciatura Oficial Universitaria tras la realización de un análisis académico de comparación. Serán susceptibles de convalidación aquellos contenidos cursados en un plan o programa de estudio de Licenciatura Oficial Universitaria o nivel superior, y que sean equiparables con asignaturas de los planes y programas de estudio de esta Licenciatura Oficial Universitaria de TECH. Las asignaturas indicadas en el documento de Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas quedarán consolidadas en el expediente del estudiante con la leyenda “EQ” en el lugar de la calificación, por lo que no tendrá que cursarlas de nuevo.



## ¿Qué es la Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas?

La Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas es el documento emitido por la Comisión Académica tras el análisis de equiparación de los estudios presentados; en este, se dictamina el reconocimiento de los estudios anteriores realizados, indicando qué plan de estudios le corresponde, así como las asignaturas y calificaciones obtenidas, como resultado del análisis del expediente del alumno. La Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas será vinculante en el momento en que el candidato se matricule en el programa, causando efecto en su expediente académico las convalidaciones que en ella se resuelvan. El dictamen de la Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas será inapelable.



## ¿Cómo se solicita la Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas?

El candidato deberá enviar una solicitud a la dirección de correo electrónico [convalidaciones@techtute.com](mailto:convalidaciones@techtute.com) adjuntando toda la documentación necesaria para la realización del estudio de convalidaciones y emisión de la opinión técnica. Asimismo, tendrá que abonar el importe correspondiente a la solicitud indicado en el apartado de Preguntas Frecuentes del portal web de TECH. En caso de que el alumno se matricule en la Licenciatura Oficial Universitaria, este pago se le descontará del importe de la matrícula y por tanto el estudio de opinión técnica para la convalidación de estudios será gratuito para el alumno.



## ¿Qué documentación necesitará incluir en la solicitud?

La documentación que tendrá que recopilar y presentar será la siguiente:

- Documento de identificación oficial
- Certificado de estudios, o documento equivalente que ampare los estudios realizados. Este deberá incluir, entre otros puntos, los periodos en que se cursaron los estudios, las asignaturas, las calificaciones de las mismas y, en su caso, los créditos. En caso de que los documentos que posea el interesado y que, por la naturaleza del país, los estudios realizados carezcan de listado de asignaturas, calificaciones y créditos, deberán acompañarse de cualquier documento oficial sobre los conocimientos adquiridos, emitido por la institución donde se realizaron, que permita la comparabilidad de estudios correspondiente



## ¿En qué plazo se resolverá la solicitud?

La Opinión Técnica se llevará a cabo en un plazo máximo de 48h desde que el interesado abone el importe del estudio y envíe la solicitud con toda la documentación requerida. En este tiempo la Comisión Académica analizará y resolverá la solicitud de estudio emitiendo una Opinión Técnica de Convalidación de Asignaturas que será informada al interesado mediante correo electrónico. Este proceso será rápido para que el estudiante pueda conocer las posibilidades de convalidación que permita el marco normativo para poder tomar una decisión sobre la matriculación en el programa.



## ¿Será necesario realizar alguna otra acción para que la Opinión Técnica se haga efectiva?

Una vez realizada la matrícula, deberá cargar en el campus virtual el informe de opinión técnica y el departamento de Servicios Escolares consolidarán las convalidaciones en su expediente académico. En cuanto las asignaturas le queden convalidadas en el expediente, el estudiante quedará eximido de realizar la evaluación de estas, pudiendo consultar los contenidos con libertad sin necesidad de hacer los exámenes.

## Procedimiento paso a paso





*Convalida tus estudios realizados y no tendrás que evaluarte de las asignaturas superadas.*

# 05

## Objetivos docentes

Esta Licenciatura Oficial Universitaria proporcionará al alumnado una comprensión integral sobre los principios fundamentales de la Física, así como su aplicación en múltiples contextos. Este programa universitario otorgará a los alumnos competencias avanzadas para el análisis y la resolución de problemas complejos (utilizando herramientas matemáticas, computacionales y experimentales de vanguardia). Asimismo, la titulación universitaria fomentará el pensamiento científico, la curiosidad intelectual y la capacidad de investigar en diversas áreas de la Física, desde la mecánica clásica hasta la física cuántica.

*Living  
SUCCESS*



“

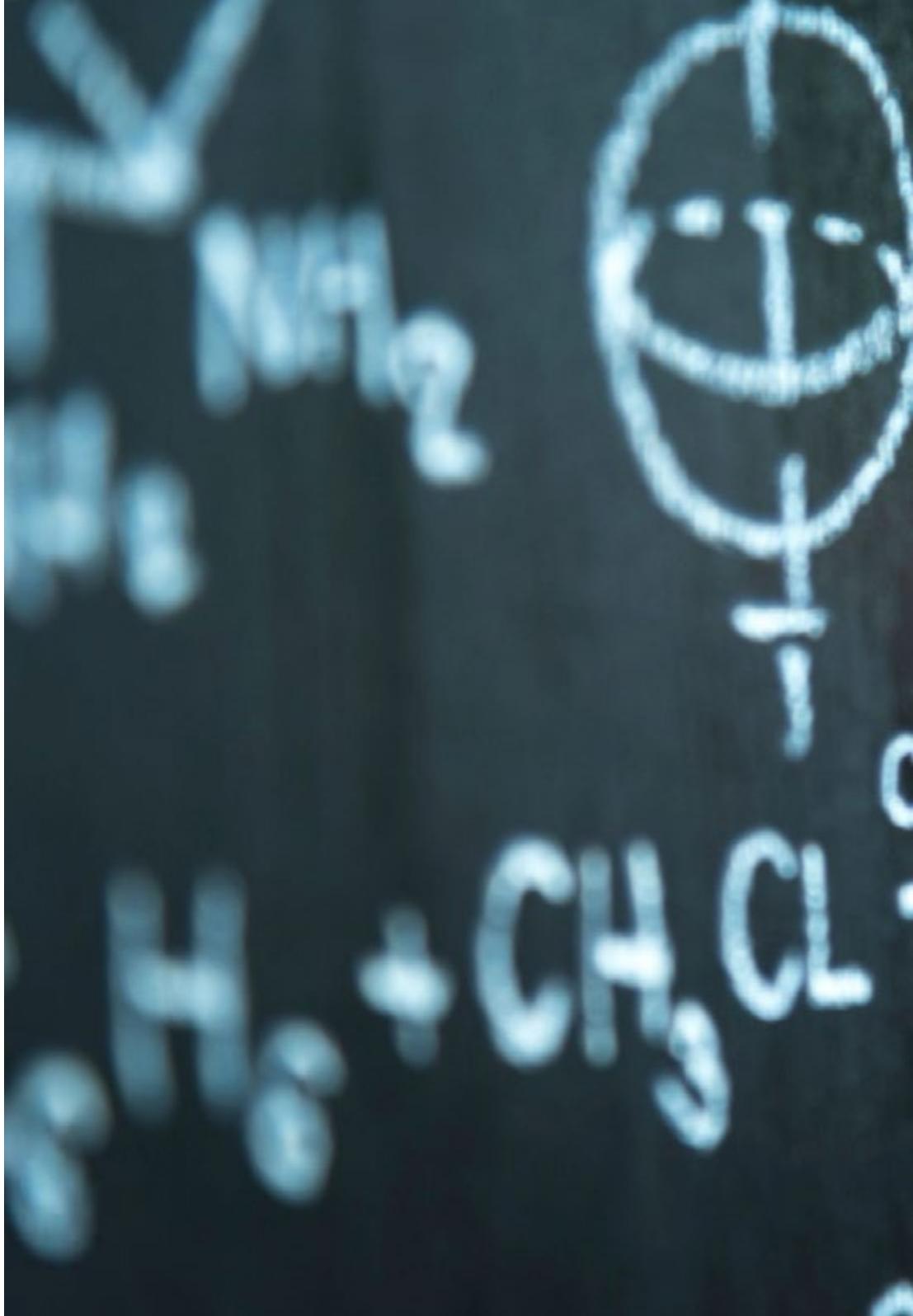
*Estarás preparado para contribuir al avance del conocimiento e integrarte en proyectos de innovación tecnológica relacionados con la Física”*



## Objetivos generales

---

- ♦ Describir y asimilar las normas de Feynman para la electrodinámica cuántica, cromodinámica cuántica y la interacción débil que den solución a los problemas más frecuentes propios de esta área
- ♦ Desarrollar una comprensión sólida de los principios fundamentales de la física y su aplicación en diversos fenómenos naturales y sistemas físicos
- ♦ Adquirir habilidades matemáticas avanzadas y técnicas numéricas para abordar problemas complejos y modelar fenómenos físicos
- ♦ Implementar la capacidad de análisis y razonamiento crítico para resolver problemas teóricos y experimentales en física
- ♦ Promover la habilidad para comunicar de manera efectiva conceptos físicos tanto de forma oral como escrita, a audiencias especializadas y no especializadas
- ♦ Fomentar la curiosidad intelectual y el pensamiento creativo para abordar cuestiones no resueltas en la física y proponer nuevas ideas y soluciones
- ♦ Potencializar habilidades de trabajo en equipo para colaborar en proyectos científicos y experimentos
- ♦ Gestionar la ética y responsabilidad científica, aplicando principios éticos en la investigación y en el uso de los conocimientos científicos
- ♦ Impulsar la capacidad para adaptarse a nuevas tecnologías y métodos experimentales en el campo de la física
- ♦ Manejar habilidades de liderazgo y gestión para dirigir proyectos de investigación y desarrollo en física





## Objetivos específicos

---

### Asignatura 1. Álgebra lineal

- ♦ Identificar las operaciones sobre matrices, ya que éstas formarán parte sustancial dentro de las estructuras de datos usadas en todo tipo de programas informáticos
- ♦ Asimilar las bases de la programación lineal, la optimización y algunos de sus algoritmos principales

### Asignatura 2. Cálculo I

- ♦ Conocer las bases del cálculo y del análisis numérico, partiendo de los conceptos esenciales de los mismos como las funciones, límites y sus cálculos
- ♦ Profundizar en el estudio de la teoría de derivación de funciones y sus aplicaciones esenciales, las principales interpretaciones y teoremas de funciones derivables con el fin de comprender el análisis numérico y de los errores

### Asignatura 3. Fundamentos de Óptica

- ♦ Aprender los conceptos y conocimientos de mecánica clásica, ondas, óptica, y estructura de la materia mediante el estudio de los diferentes contextos y entornos del ámbito de la física conforme a una sólida base matemática
- ♦ Asimilar y determinar los procesos de análisis, síntesis y razonamiento crítico enfocados a la resolución de problemas de manera efectiva en el ámbito de la mecánica clásica, ondas y óptica

### Asignatura 4. Fundamentos de Electromagnetismo

- ♦ Identificar los conocimientos básicos sobre los campos eléctricos y magnéticos por medio del estudio del comportamiento de las cargas en un campo eléctrico y magnético
- ♦ Profundizar en los conocimientos necesarios para el cálculo básico en el estudio del electromagnetismo con el propósito de obtener conocimientos básicos sobre ondas electromagnéticas

### **Asignatura 5. Cálculo II**

- ♦ Comprender la naturaleza de las integrales de línea e integrales múltiples de campos escalares y vectoriales, así como de los límites de funciones de varias variables
- ♦ Estudiar los extremos, condicionados o no, de un campo escalar con el propósito de asimilar las herramientas matemáticas desarrolladas en esta materia para el estudio cuantitativo de problemas avanzados de cualquier rama del conocimiento

### **Asignatura 6. Estadística I**

- ♦ Reconocer los conceptos básicos de la estadística y la probabilidad; a través del empleo de las medidas de resumen de los datos, de las variables aleatorias y funciones de probabilidad
- ♦ Ahondar en los modelos de probabilidad para variables aleatorias y las técnicas e instrumentos de registro de información

### **Asignatura 7. Historia de la Física**

- ♦ Revisar los cambios más significativos en la estructura, los métodos y los conceptos fundamentales de la Física a través del estudio de las aportaciones más importantes de diversas figuras que han practicado la física y la ha promovido en distintas épocas
- ♦ Profundizar en la perspectiva histórica; con el propósito de comprender la evolución de esta ciencia hasta nuestros días

### **Asignatura 8. Cálculo Numérico**

- ♦ Dominar los conceptos básicos de probabilidad y estadística y usarlos en el análisis de datos a partir del estudio de los conceptos propios de los métodos numéricos como precisión, discretización, error numérico, acondicionamiento y normalización
- ♦ Profundizar en las bases teóricas de la estimación y asignación de errores en las simulaciones numéricas para plantear soluciones a problemas físicos complejos mediante técnicas numéricas

### **Asignatura 9. Introducción a la Física Moderna**

- ♦ Identificar la presencia de procesos físicos en la vida diaria y en escenarios tanto específicos como comunes, mediante el estudio de las herramientas informáticas para modelar problemas físicos
- ♦ Manejar las herramientas necesarias destinadas a dar solución a los problemas de las distintas áreas de aplicación de los principios, teorías y preceptos de la física

### **Asignatura 10. Métodos Matemáticos**

- ♦ Conocer los aspectos esenciales de los espacios métricos y de Hilbert las características de los operadores lineales y la teoría de Sturm-Liouville
- ♦ Ahondar en la topología de los espacios métricos; con la finalidad de asimilar las teorías de grupos y de representación de grupos, para el cálculo tensorial y sus aplicaciones a la física

### **Asignatura 11. Métodos numéricos y transformadas**

- ♦ Describir las principales estrategias de diseño de algoritmos, así como los distintos métodos y medidas para el cálculo de los mismos
- ♦ Ahondar en su funcionamiento con árboles y grafos, a fin de aprender las principales estrategias de búsqueda de caminos mínimos; con el propósito de hacer planteamiento de problemas esenciales del ámbito y algoritmos para su resolución

### **Asignatura 12. Óptica**

- ♦ Obtener los conocimientos básicos de óptica geométrica; fundamentando los principios físicos en los cuales se basan los instrumentos ópticos más comunes
- ♦ Ahondar en la descripción de los fenómenos ópticos presentes en la vida diaria
- ♦ Enfocar los conceptos de óptica a la resolución de problemas físicos relacionados con este tópico y comprender la relación entre la óptica y otras disciplinas de la física

**Asignatura 13. Estadística II**

- ♦ Exponer los diversos modelos de distribución de probabilidad y estadística; a través de la revisión de las inversiones futuras y manejo de los resultados
- ♦ Ahondar en las políticas de la empresa y la economía del país con el propósito de dominar una correcta toma de decisiones en relación a la situación de la empresa

**Asignatura 14. Ecuaciones diferenciales**

- ♦ Describir las principales herramientas empleadas en la resolución de los tipos más comunes de ecuaciones mediante el estudio de los principales métodos enfocados en ecuaciones diferenciales, ordinarias y en derivadas parciales
- ♦ Modelizar diferentes fenómenos físicos

**Asignatura 15. Campos y ondas**

- ♦ Definir de manera cualitativa y cuantitativamente los mecanismos básicos del fenómeno de propagación de ondas electromagnéticas y su interacción con obstáculos, tanto en el espacio libre como en sistemas de guiado
- ♦ Identificar los parámetros fundamentales de los medios de transmisión de un sistema de comunicaciones con el fin de dominar las técnicas de adaptación de impedancias y de resolver problemas de líneas de transmisión

**Asignatura 16. Mecánica Clásica I**

- ♦ Distinguir los conocimientos que conforman la mecánica de Newton; a partir de la valoración y estudio de las rotaciones del sólido rígido, el tensor de inercia y las ecuaciones de Euler
- ♦ Ahondar en el tratamiento de los sistemas de partículas y sólido rígido; con el fin de resolver problemas de fuerzas centrales mediante la simetría rotacional

**Asignatura 17. Mecánica Clásica II**

- ♦ Revisar los sistemas de partículas y osciladores simples y acoplados, así como los elementos que conforman la Dinámica Relativista mediante la descripción de las herramientas matemáticas asociadas a los cuadvectores
- ♦ Ahondar en los formalismos Lagrangiano y Hamiltoniano con el fin de fundamentarlos y dar solución a problemas de mecánica clásica usando, tanto el formulismo de Newton, como los de Lagrange y Hamilton

**Asignatura 18. Cálculo con variable compleja**

- ♦ Conocer las propiedades de los números complejos y las operaciones que se pueden llevar a cabo mediante el reconocimiento de las funciones multivaluadas sus propiedades; derivando funciones de variable compleja
- ♦ Integrar funciones de variable compleja y conocer los teoremas más importantes en derivación, integración y continuidad de funciones con variable compleja

**Asignatura 19. Termodinámica**

- ♦ Revisar diferentes métodos matemáticos y numéricos de uso habitual en Termodinámica mediante la comprensión de los cuatro principios de la termodinámica enfocados al estudio de sistemas termodinámicos
- ♦ Ahondar en las nociones básicas de mecánica estadística; con el propósito de optimizar los procesos de análisis, síntesis y razonamiento crítico para resolver problemas en el ámbito de la termodinámica y diferentes contextos de la Física

**Asignatura 20. Electromagnetismo I**

- ♦ Describir los aspectos básicos del campo eléctrico y sus propiedades mediante la comprensión del funcionamiento de la electrostática tanto en el vacío como en medios materiales
- ♦ Ahondar en los métodos de análisis vectorial enfocado al campo eléctrico con el fin de obtener una comprensión básica del campo inducción magnética, en el cual se profundizará

### Asignatura 21. Electromagnetismo II

- ♦ Manejar los principales elementos asociados al campo magnético y sus propiedades; fundamentando las ecuaciones de Maxwell y comprendiendo el funcionamiento de las ondas electromagnéticas y su propagación
- ♦ Ahondar en la magnetostática tanto en medios materiales como en el vacío; con el fin de fortalecerá los conceptos relacionados con las leyes de conservación en electromagnetismo, a favor de la resolución de problemas propios del área

### Asignatura 22. Física Nuclear y de partículas

- ♦ Dominar los conceptos básicos asociados a la física nuclear y de partículas a través de la comprensión de los diagramas de Feynman, su uso y métodos para dibujarlos
- ♦ Ahondar en las propiedades nucleares, la estructura nuclear e interacción fuerte; con el fin de distinguir los procesos de desintegración nuclear que permita hacer cálculos de colisiones relativistas

### Asignatura 23. Física de materiales

- ♦ Reflexionar acerca de la relación que existe entre la ciencia de los Materiales y la Física, así como de la aplicabilidad de esta ciencia en la tecnología actual
- ♦ Señalar la conexión entre la estructura microscópica (atómica, nanométrica o micrométrica) y las propiedades macroscópicas de los materiales

### Asignatura 24. Geofísica

- ♦ Ser capaz de comprender la relación que existe entre los principios de la Física y el estudio de la Tierra a través de la descripción y comprensión de los procesos físicos fundamentales de nuestro planeta
- ♦ Ahondar en los métodos matemáticos para su análisis con el fin de asimilar las técnicas básicas para estudiar las propiedades físicas, estructura y dinámica de la Tierra para la mitigación de riesgos naturales

### Asignatura 25. Electrónica analógica y digital

- ♦ Explicar el funcionamiento de los circuitos electrónicos lineales, no lineales y digitales mediante la comprensión de los diferentes dispositivos electrónicos y su funcionamiento
- ♦ Describir las características de los sistemas analógicos, las funciones lógicas y circuitos combinatoriales y los sistemas secuenciales, entre otros

### Asignatura 26. Mecánica de fluidos

- ♦ Valorar los conceptos generales de Física de fluidos reconociendo las características básicas de los fluidos en diversas condiciones y la utilidad de las ecuaciones básicas de la dinámica de fluidos
- ♦ Manejar las ecuaciones de Navier-Stokes para explicar sus comportamientos; con el propósito de dar solución a los problemas relacionados con este tópico en distintos contextos de acción

### Asignatura 27. Física de Altas Energías

- ♦ Dominar los conocimientos más importantes asociados a la teoría cuántica de campos y las matemáticas de teoría de grupos desde la perspectiva de la física de partículas elementales
- ♦ Explicar los mecanismos de rotura espontánea de simetría y el mecanismo de Higgs observando consideración de la física de neutrinos, sus masas y oscilaciones

### Asignatura 28. Física Estadística

- ♦ Definir los elementos que componen la teoría de Colectividades, enfocándola en el estudio de sistemas ideales e interactivos
- ♦ Ahondar en las transiciones de fase y fenómenos críticos a través de la explicación de la Teoría de Procesos estocásticos, y de la teoría Cinética elemental de procesos de transporte

**Asignatura 29. Física Cuántica I**

- ♦ Señalar y asimilar los conceptos fundamentales de la física cuántica, y su articulación en leyes y teorías mediante el estudio de los procesos físicos más habituales en física cuántica que dan lugar a los postulados en esta área del conocimiento
- ♦ Explicar las herramientas matemáticas que más le caracterizan con la finalidad de asimilar las leyes físicas a nivel subatómico para la resolución de problemas de Mecánica Cuántica

**Asignatura 30. Física Cuántica II**

- ♦ Dominar las características de las diferentes imágenes de la Física Cuántica, del momento angular, y de las funciones de onda espinoriales; a través del estudio de los sistemas compuestos, y de los modelos atómicos
- ♦ Adquirir las herramientas que lo lleven a comprender las leyes físicas a nivel subatómico

**Asignatura 31. Relatividad General y Cosmología**

- ♦ Reflexionar acerca de los elementos fundamentales que integran la relatividad general, la cosmología y el universo primitivo mediante el estudio de las ecuaciones de Einstein en formato tensorial
- ♦ Enfocar los conocimientos de cálculo y álgebra al estudio y comprensión de la gravedad, desde la perspectiva de la teoría de la relatividad general, y hacer frente a los nuevos retos en esta materia

**Asignatura 32. Astrofísica**

- ♦ Comprender y dominar los métodos matemáticos y numéricos de uso habitual en Astrofísica mediante el aprendizaje de los nuevos desarrollos y avances en ese campo, tanto teórica como experimental
- ♦ Ahondar en los procesos físicos más habituales en Cosmología, en física Planetaria y Solar
- ♦ Reflexionar y conocer el funcionamiento del universo tanto a escala cosmológica como a escala estelar

**Asignatura 33. Teoría Cuántica de campos**

- ♦ Adquirir los fundamentos de la teoría cuántica de campos, incluyendo las básicas sobre los campos de Klein-Gordon, Dirac y el campo electromagnético
- ♦ Reconocer la importancia de las simetrías Carga Paridad Tiempo (CPT), las violaciones de simetrías más comunes y el teorema de conservación de la simetría CPT
- ♦ indagar acerca de los problemas principales de la cuantización de los campos y cómo se soluciona

**Asignatura 34. Termodinámica avanzada**

- ♦ Analizar los principios de la termodinámica y los elementos asociados al concepto de colectividad a través del estudio de los componentes relacionados con la estadística de bosones y la de bariones para explicar sus diferencias
- ♦ Ahondar en las nociones básicas del modelo de Ising con el propósito de distinguir qué colectividad será más útil al estudio de un determinado sistema en función del tipo de sistema termodinámico

**Asignatura 35. Información y Computación Cuántica**

- ♦ Manejar las nociones básicas sobre la teorías semicuántica y cuántica de la interacción luz materia a través del aprendizaje de adquirir elementos de información clásica y cuántica
- ♦ Ahondar en los algoritmos más comunes de encriptación cuántica de la información; para finalmente valorar y optimizar las implementaciones más comunes de la información cuántica

### Asignatura 36. Termodinámica de la atmósfera

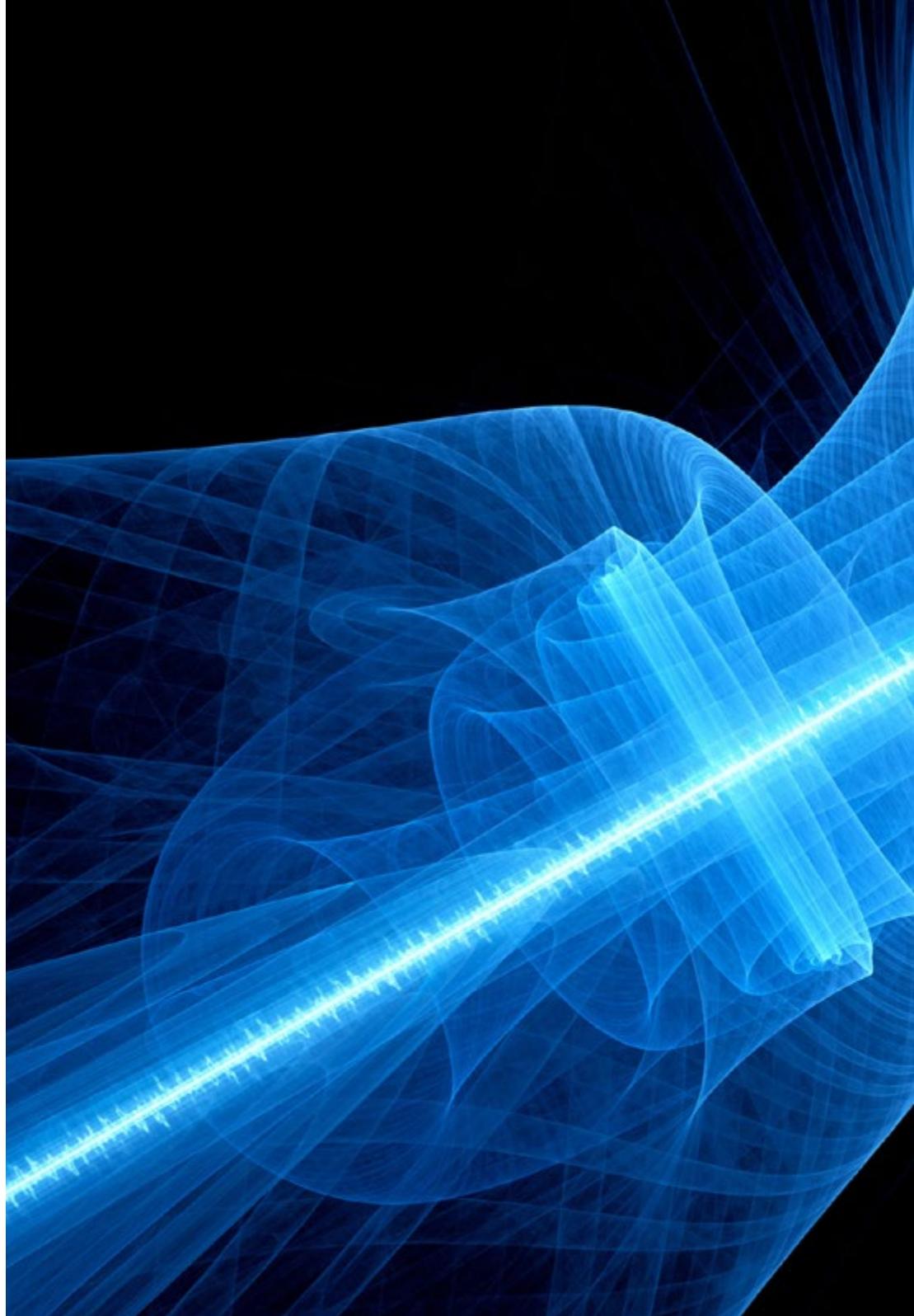
- ♦ Analizar la importancia de los fenómenos termodinámicos, así como el papel y efecto determinante del vapor del agua en la atmósfera
- ♦ Realizar el estudio reflexivo de los fundamentos de la termodinámica de la atmósfera, las características y transformación del agua

### Asignatura 37. Meteorología y Climatología

- ♦ Examinar las propiedades generales del sistema climático, y los factores que influyen en sus cambios, así como los fundamentos y alcance general de las ciencias atmosféricas
- ♦ Analizar las propiedades radiativas del sistema Tierra-atmósfera y las propiedades termodinámicas de la atmósfera
- ♦ Asimilar las características y propiedades generales de la atmósfera desde el punto de vista meteorológico

### Asignatura 38. Biofísica

- ♦ Analizar las características más importantes que componen a los sistemas vivos desde la perspectiva de la física; a partir del estudio de los procesos básicos sobre la física de los impulsos nerviosos
- ♦ Considerar las relaciones matemáticas que modelan los procesos biológicos; con la intención de dominar los aspectos relevantes sobre los diferentes tipos de transporte de las membranas celulares y su funcionamiento



### Asignatura 39. Gestión de proyectos

- ♦ Examinar los conceptos fundamentales de la dirección de proyectos, así como las distintas etapas de la gestión de proyectos como son el inicio, la planificación, la gestión de los interesados (stakeholders) y el alcance
- ♦ Distinguir el funcionamiento de los procesos de aprovisionamiento, ejecución, monitorización, control y cierre de un proyecto

### Asignatura 40. Metodología de la investigación

- ♦ Analizar a la investigación como una forma de ampliar y actualizar los conocimientos en esta área, así como una forma de involucra con su contexto y despertar su interés en determinados problemas
- ♦ Estudiar los elementos que le permitan al alumnado tener bases conceptuales y metodológicas sólidas y variadas con el propósito de orientar y resolver dudas que puedan presentar en este campo

“

*Adquirirás una comprensión holística sobre los métodos matemáticos más utilizados en Física, lo que te permitirá solventar errores complejos mediante sistemas sencillos”*

# 06

## Salidas profesionales

Esta titulación universitaria abre un amplio abanico de oportunidades profesionales en sectores clave de la ciencia, la tecnología o la Innovación. De este modo, los egresados contarán con las herramientas más efectivas para abordar desafíos complejos en áreas como la investigación, la educación, la industria energética, la tecnología avanzada y más. Además, los alumnos desarrollarán competencias de liderazgo que les permitirán destacar en equipos interdisciplinarios, dirigiendo proyectos de alto impacto y contribuyendo al desarrollo científico y tecnológico global.

*Upgrading...*





“

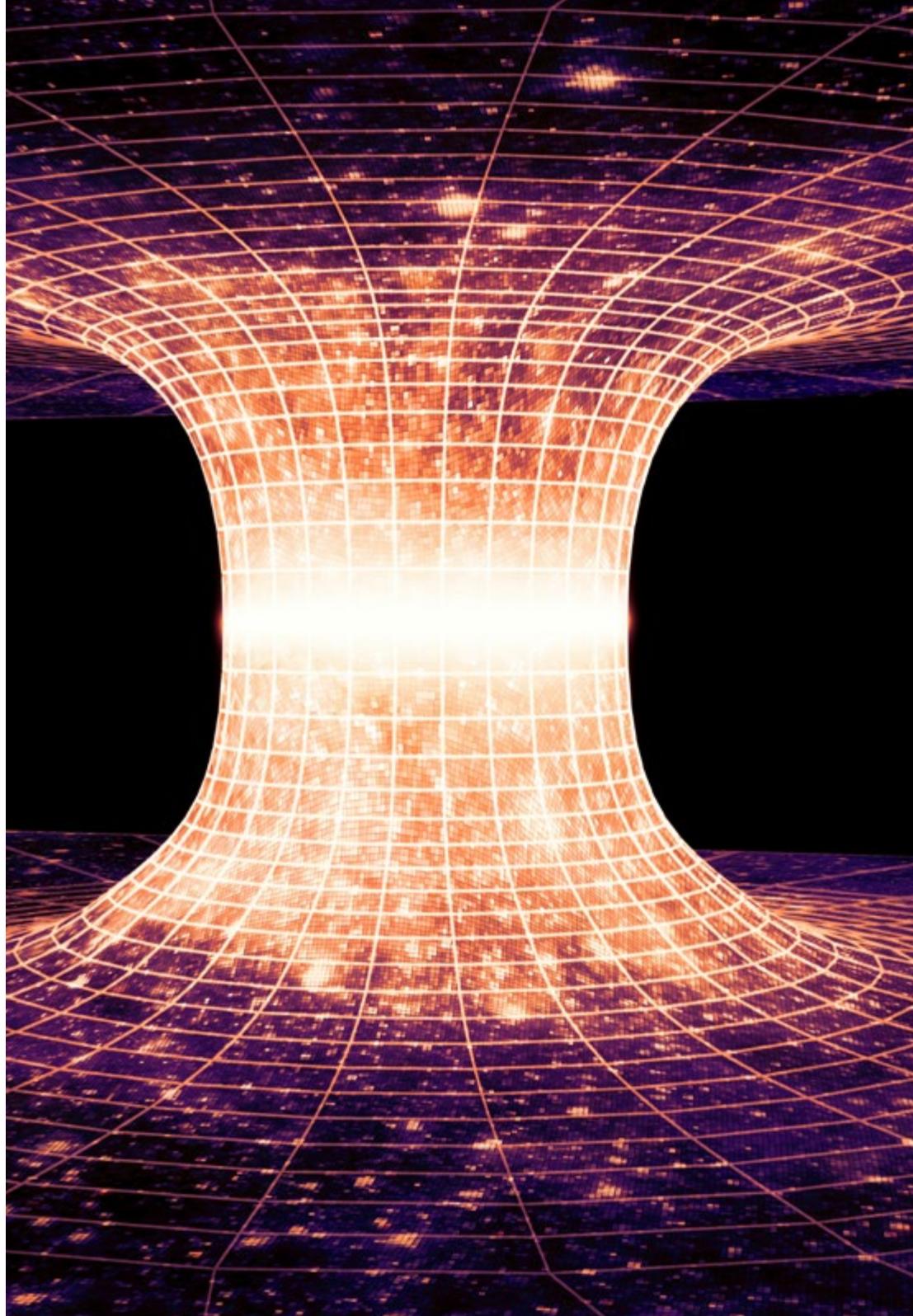
*Un plan de estudio que te ofrecerá una amplia variedad de salidas profesionales como la dirección de proyectos innovadores en Ciencia, Tecnología e Industria”*

### Perfil del egresado

El egresado de esta Licenciatura Oficial Universitaria destaca por su capacidad para comprender, analizar y aplicar los principios fundamentales de la Física en diferentes escenarios. Gracias a una capacitación rigurosa y multidisciplinaria, el alumnado posee habilidades excepcionales en la resolución de problemas complejos, pensamiento crítico y manejo de herramientas científicas avanzadas. Este perfil le permitirá adaptarse a entornos de investigación, industria o innovación tecnológica, contribuyendo significativamente al avance en estas áreas. Además, el especialista contará con las competencias necesarias para abordar retos globales y liderar proyectos interdisciplinarios.

*Registrarás de forma sistemática y precisa la información científica, lo que facilitará la obtención de resultados consistentes.*

- ♦ **Pensamiento crítico y analítico:** Capacidad para evaluar, interpretar y resolver problemas complejos a través del razonamiento lógico y fundamentado
- ♦ **Habilidades de investigación:** Desarrollo de destrezas para diseñar, ejecutar y analizar experimentos científicos, aplicando metodologías rigurosas y sistemáticas
- ♦ **Trabajo en equipo interdisciplinario:** Competencia para colaborar eficazmente con profesionales de diversas áreas, integrando conocimientos para alcanzar objetivos comunes
- ♦ **Comunicación efectiva:** Capacidad para expresar ideas científicas de manera clara y precisa, tanto en entornos académicos como profesionales



Después de realizar la Licenciatura Oficial Universitaria, los egresados podrán desempeñar sus conocimientos y habilidades en los siguientes cargos:

**1. Investigación Científica:** Participación en proyectos de investigación en física teórica o experimental, contribuyendo al avance del conocimiento científico.

- ♦ Investigador en Física Teórica
- ♦ Investigador Experimental
- ♦ Técnico de Laboratorio de Investigación

**2. Educación:** Enseñanza de física en niveles básicos, medios o superiores, en escuelas, universidades o centros educativos.

- ♦ Profesor Universitario de Física
- ♦ Profesor de Secundaria y Preparatoria
- ♦ Tutor Académico

**3. Industria Energética:** Desarrollo de tecnologías relacionadas con la energía, como energías renovables, energía nuclear y optimización de procesos.

- ♦ Ingeniero de Energías Renovables
- ♦ Especialista en Energía Nuclear
- ♦ Consultor en Eficiencia Energética

**4. Tecnología de la Información:** Aplicación de conceptos físicos en el diseño y mejora de dispositivos electrónicos, computadoras y sistemas de telecomunicaciones.

- ♦ Ingeniero de Hardware
- ♦ Desarrollador de Software Científico
- ♦ Especialista en Redes de Comunicaciones

**5. Astronomía y Astrofísica:** Estudio del universo, contribuyendo a la exploración del espacio y el análisis de datos astronómicos.

- ♦ Investigador en astronomía
- ♦ Investigador computacional
- ♦ Técnico de Observatorios Astronómicos

**6. Ingeniería:** Diseño y mejora de dispositivos, equipos y sistemas tecnológicos, especialmente en sectores como la electrónica, la automatización y la robótica.

- ♦ Ingeniero Electrónico
- ♦ Ingeniero de Control y Automatización
- ♦ Ingeniero en Robótica

**7. Consultoría Científica:** Asesoría a empresas y organizaciones en problemas técnicos que requieran de análisis físico, matemático y computacional.

- ♦ Consultor en Física Aplicada
- ♦ Consultor en Innovación Tecnológica
- ♦ Asesor en Simulaciones y Modelos Físicos

**8. Física Médica:** Aplicación de la física en el campo de la salud, desarrollando tecnologías para diagnóstico, radioterapia y mejora de técnicas médicas.

- ♦ Asesor en física médica
- ♦ Especialista en Radioterapia
- ♦ Ingeniero en Equipos Médicos

### Salidas académicas y de investigación

Además de todos los puestos laborales para los que el alumno será apto mediante el estudio de esta Licenciatura Oficial Universitaria de TECH, también podrá continuar con una sólida trayectoria académica e investigativa. Tras completar este programa universitario, estará listo para continuar con tus estudios desarrollando una Maestría Oficial Universitaria y así, progresivamente, alcanzar otros niveles y méritos científicos.

# 07

## Idiomas gratuitos

Convencidos de que la formación en idiomas es fundamental en cualquier profesional para lograr una comunicación potente y eficaz, TECH ofrece un itinerario complementario al plan de estudios curricular, en el que el alumno, además de adquirir las competencias de la Licenciatura Oficial Universitaria, podrá aprender idiomas de un modo sencillo y práctico.

*Acredita tu  
competencia  
lingüística*



“

*TECH te incluye el estudio de idiomas en la Licenciatura Oficial Universitaria de forma ilimitada y gratuita”*

En el mundo competitivo actual, hablar otros idiomas forma parte clave de nuestra cultura moderna. Hoy en día, resulta imprescindible disponer de la capacidad de hablar y comprender otros idiomas, además de lograr un título oficial que acredite y reconozca las competencias lingüísticas adquiridas. De hecho, ya son muchos los colegios, las universidades y las empresas que solo aceptan a candidatos que certifican su nivel mediante un título oficial en base al Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER).

El Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas es el máximo sistema oficial de reconocimiento y acreditación del nivel del alumno. Aunque existen otros sistemas de validación, estos proceden de instituciones privadas y, por tanto, no tienen validez oficial. El MCER establece un criterio único para determinar los distintos niveles de dificultad de los cursos y otorga los títulos reconocidos sobre el nivel de idioma que se posee.

En TECH se ofrecen los únicos cursos intensivos de preparación para la obtención de certificaciones oficiales de nivel de idiomas, basados 100% en el MCER. Los 48 Cursos de Preparación de Nivel Idiomático que tiene la Escuela de Idiomas de TECH están desarrollados en base a las últimas tendencias metodológicas de aprendizaje en línea, el enfoque orientado a la acción y el enfoque de adquisición de competencia lingüística, con la finalidad de preparar los exámenes oficiales de certificación de nivel.

El estudiante aprenderá, mediante actividades en contextos reales, la resolución de situaciones cotidianas de comunicación en entornos simulados de aprendizaje y se enfrentará a simulacros de examen para la preparación de la prueba de certificación de nivel.

“ Solo el coste de los Cursos de Preparación de idiomas y los exámenes de certificación, que puedes llegar a hacer gratis, valen más de 3 veces el precio de la Licenciatura Oficial Universitaria”

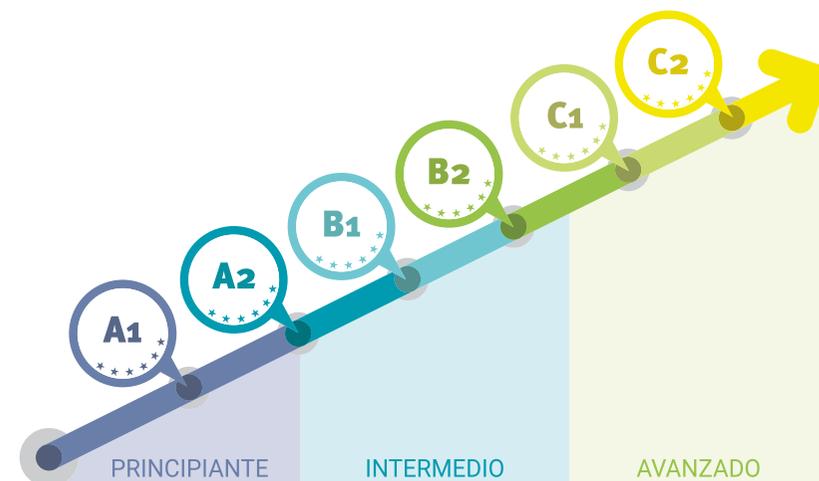




TECH incorpora, como contenido extracurricular al plan de estudios oficial, la posibilidad de que el alumno estudie idiomas, seleccionando aquellos que más le interesen de entre la gran oferta disponible:

- Podrá elegir los Cursos de Preparación de Nivel de los idiomas y nivel que desee, de entre los disponibles en la Escuela de Idiomas de TECH, mientras estudie la Licenciatura Oficial Universitaria, para poder prepararse el examen de certificación de nivel
- En cada programa de idiomas tendrá acceso a todos los niveles MCER, desde el nivel A1 hasta el nivel C2
- Cada año podrá presentarse a un examen telepresencial de certificación de nivel, con un profesor nativo experto. Al terminar el examen, TECH le expedirá un certificado de nivel de idioma
- Estudiar idiomas NO aumentará el coste del programa. El estudio ilimitado y la certificación anual de cualquier idioma están incluidas en la Licenciatura Oficial Universitaria

“ 48 Cursos de Preparación de Nivel para la certificación oficial de 8 idiomas en los niveles MCER A1, A2, B1, B2, C1 y C2”



08

## Máster Título Propio gratuito

Para TECH lo más importante es que sus estudiantes rentabilicen su carrera, y egresen con todas las posibilidades de desarrollo personal y futuro profesional. Por esta razón se incluye en la inscripción de la Licenciatura el estudio sin coste de un Máster.



“

*TECH te ofrece un Máster Propio gratuito  
incluido en la matrícula de la Licenciatura”*

Los programas de Máster Título Propio de TECH Universidad, son programas de perfeccionamiento de posgrado con reconocimiento propio de la universidad a nivel internacional, de un año de duración y 1500 horas de reconocimiento. Su nivel de calidad es igual o mayor al de Maestría Oficial y permiten alcanzar un grado de conocimiento superior.

La orientación del Máster Propio al mercado laboral y la exigencia para recoger los últimos avances y tendencias en cada área, hacen de ellos programas de alto valor para las personas que deciden estudiar en la universidad con el fin de mejorar sus perspectivas de futuro profesional.

En la actualidad, TECH ofrece la mayor oferta de posgrado y formación continuada del mundo en español, por lo que el estudiante tiene la oportunidad de elegir el itinerario que más se ajuste a sus intereses y lograr dar un paso adelante en su carrera profesional. Además, podrá terminar la Licenciatura con una certificación de valor curricular superior, ya que, al poder cursar el Máster Propio en el último año de carrera, podrá egresar de su estudio con el Título de Licenciatura más el certificado de Máster Propio.

El coste del Máster Propio incluido en la Licenciatura es de alto valor. Estudiando ambos TECH permite un ahorro de hasta el 60% del total invertido en el estudio. Ninguna otra universidad ofrece una propuesta tan potente y dirigida a la empleabilidad como esta.





Estudia un Máster Título Propio de TECH desde el último año de la Licenciatura en Física:

- ♦ Solo por inscribirse en la licenciatura, TECH incluye sin costo cualquiera de los posgrados de Máster Propio del área de conocimiento que elija
- ♦ TECH tiene la mayor oferta de posgrado del mundo en español sobre la que el estudiante podrá elegir el suyo para orientarse laboralmente antes de terminar la Licenciatura
- ♦ Podrá estudiar simultáneamente las asignaturas del último año de la licenciatura y los contenidos del Máster Propio para egresar con el título y la certificación de Máster
- ♦ Estudiar el posgrado NO aumentará el coste de la colegiatura. El estudio y certificación del Máster Propio, está incluido en el precio de la Licenciatura

“

*Podrás elegir tu Máster Propio de la oferta de posgrado y formación continuada mayor del mundo en español”*

# 09

## Metodología de estudio

TECH es la primera universidad en el mundo que combina la metodología de los **case studies** con el **Relearning**, un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración dirigida.

Esta disruptiva estrategia pedagógica ha sido concebida para ofrecer a los profesionales la oportunidad de actualizar conocimientos y desarrollar competencias de un modo intensivo y riguroso. Un modelo de aprendizaje que coloca al estudiante en el centro del proceso académico y le otorga todo el protagonismo, adaptándose a sus necesidades y dejando de lado las metodologías más convencionales.

*Excelencia.  
Flexibilidad.  
Vanguardia.*

“

*TECH te prepara para afrontar nuevos retos en entornos inciertos y lograr el éxito en tu carrera”*

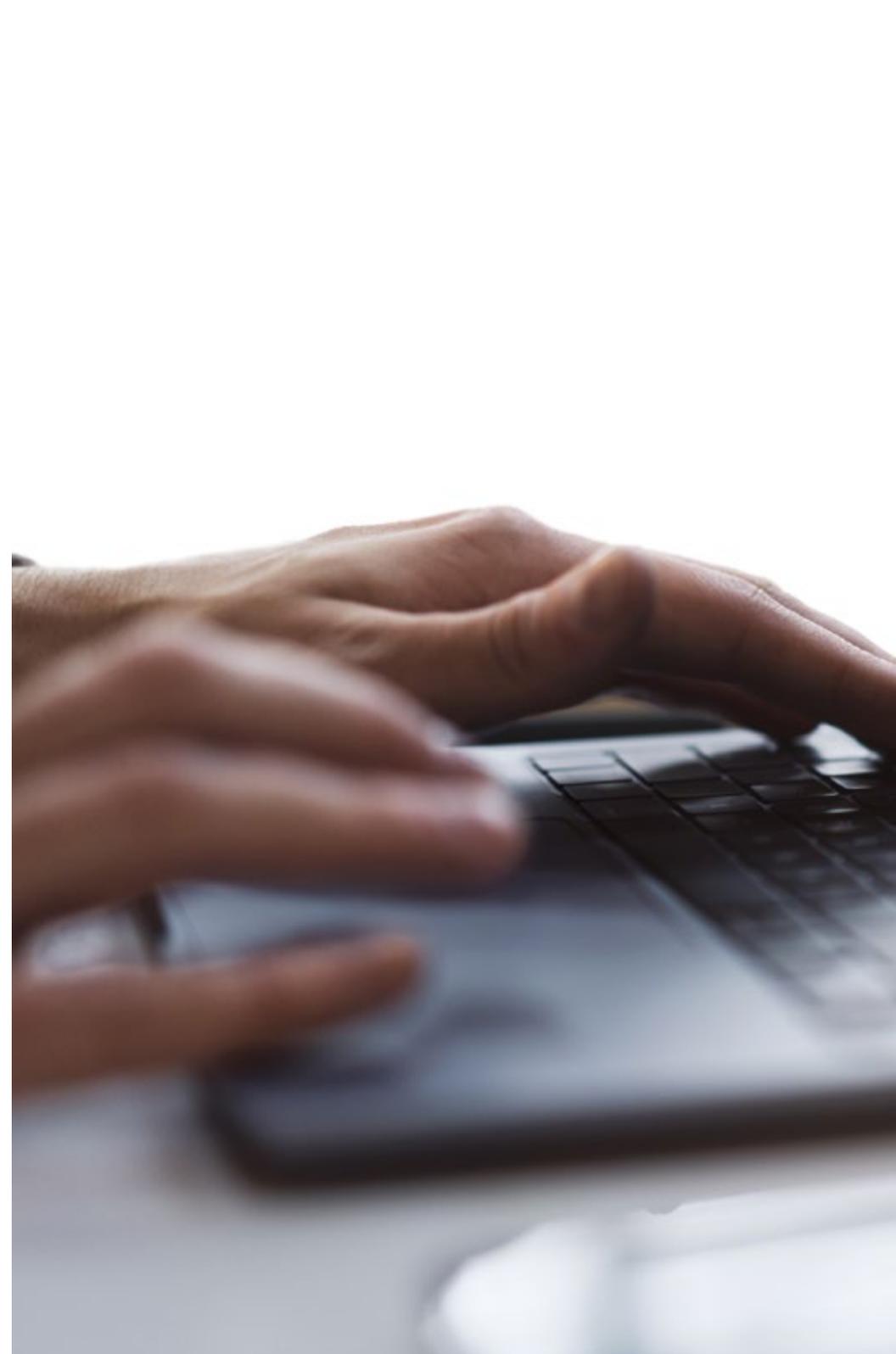
## El alumno: la prioridad de todos los programas de TECH

En la metodología de estudios de TECH el alumno es el protagonista absoluto. Las herramientas pedagógicas de cada programa han sido seleccionadas teniendo en cuenta las demandas de tiempo, disponibilidad y rigor académico que, a día de hoy, no solo exigen los estudiantes sino los puestos más competitivos del mercado.

Con el modelo educativo asincrónico de TECH, es el alumno quien elige el tiempo que destina al estudio, cómo decide establecer sus rutinas y todo ello desde la comodidad del dispositivo electrónico de su preferencia. El alumno no tendrá que asistir a clases en vivo, a las que muchas veces no podrá acudir. Las actividades de aprendizaje las realizará cuando le venga bien. Siempre podrá decidir cuándo y desde dónde estudiar.

“

*En TECH NO tendrás clases en directo  
(a las que luego nunca puedes asistir)”*



### Los planes de estudios más exhaustivos a nivel internacional

TECH se caracteriza por ofrecer los itinerarios académicos más completos del entorno universitario. Esta exhaustividad se logra a través de la creación de temarios que no solo abarcan los conocimientos esenciales, sino también las innovaciones más recientes en cada área.

Al estar en constante actualización, estos programas permiten que los estudiantes se mantengan al día con los cambios del mercado y adquieran las habilidades más valoradas por los empleadores. De esta manera, quienes finalizan sus estudios en TECH reciben una preparación integral que les proporciona una ventaja competitiva notable para avanzar en sus carreras.

Y además, podrán hacerlo desde cualquier dispositivo, pc, tableta o smartphone.

“

*El modelo de TECH es asincrónico, de modo que te permite estudiar con tu pc, tableta o tu smartphone donde quieras, cuando quieras y durante el tiempo que quieras”*

## Case studies o Método del caso

El método del caso ha sido el sistema de aprendizaje más utilizado por las mejores escuelas de negocios del mundo. Desarrollado en 1912 para que los estudiantes de Derecho no solo aprendiesen las leyes a base de contenidos teóricos, su función era también presentarles situaciones complejas reales. Así, podían tomar decisiones y emitir juicios de valor fundamentados sobre cómo resolverlas. En 1924 se estableció como método estándar de enseñanza en Harvard.

Con este modelo de enseñanza es el propio alumno quien va construyendo su competencia profesional a través de estrategias como el *Learning by doing* o el *Design Thinking*, utilizadas por otras instituciones de renombre como Yale o Stanford.

Este método, orientado a la acción, será aplicado a lo largo de todo el itinerario académico que el alumno emprenda junto a TECH. De ese modo se enfrentará a múltiples situaciones reales y deberá integrar conocimientos, investigar, argumentar y defender sus ideas y decisiones. Todo ello con la premisa de responder al cuestionamiento de cómo actuaría al posicionarse frente a eventos específicos de complejidad en su labor cotidiana.



## Método Relearning

En TECH los *case studies* son potenciados con el mejor método de enseñanza 100% online: el *Relearning*.

Este método rompe con las técnicas tradicionales de enseñanza para poner al alumno en el centro de la ecuación, proveyéndole del mejor contenido en diferentes formatos. De esta forma, consigue repasar y reiterar los conceptos clave de cada materia y aprender a aplicarlos en un entorno real.

En esta misma línea, y de acuerdo a múltiples investigaciones científicas, la reiteración es la mejor manera de aprender. Por eso, TECH ofrece entre 8 y 16 repeticiones de cada concepto clave dentro de una misma lección, presentada de una manera diferente, con el objetivo de asegurar que el conocimiento sea completamente afianzado durante el proceso de estudio.

*El Relearning te permitirá aprender con menos esfuerzo y más rendimiento, implicándote más en tu especialización, desarrollando el espíritu crítico, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones: una ecuación directa al éxito.*



## Un Campus Virtual 100% online con los mejores recursos didácticos

Para aplicar su metodología de forma eficaz, TECH se centra en proveer a los egresados de materiales didácticos en diferentes formatos: textos, vídeos interactivos, ilustraciones y mapas de conocimiento, entre otros. Todos ellos, diseñados por profesores cualificados que centran el trabajo en combinar casos reales con la resolución de situaciones complejas mediante simulación, el estudio de contextos aplicados a cada carrera profesional y el aprendizaje basado en la reiteración, a través de audios, presentaciones, animaciones, imágenes, etc.

Y es que las últimas evidencias científicas en el ámbito de las Neurociencias apuntan a la importancia de tener en cuenta el lugar y el contexto donde se accede a los contenidos antes de iniciar un nuevo aprendizaje. Poder ajustar esas variables de una manera personalizada favorece que las personas puedan recordar y almacenar en el hipocampo los conocimientos para retenerlos a largo plazo. Se trata de un modelo denominado *Neurocognitive context-dependent e-learning* que es aplicado de manera consciente en esta titulación universitaria.

Por otro lado, también en aras de favorecer al máximo el contacto mentor-alumno, se proporciona un amplio abanico de posibilidades de comunicación, tanto en tiempo real como en diferido (mensajería interna, foros de discusión, servicio de atención telefónica, email de contacto con secretaría técnica, chat y videoconferencia).

Asimismo, este completísimo Campus Virtual permitirá que el alumnado de TECH organice sus horarios de estudio de acuerdo con su disponibilidad personal o sus obligaciones laborales. De esa manera tendrá un control global de los contenidos académicos y sus herramientas didácticas, puestas en función de su acelerada actualización profesional.



*La modalidad de estudios online de este programa te permitirá organizar tu tiempo y tu ritmo de aprendizaje, adaptándolo a tus horarios”*

### La eficacia del método se justifica con cuatro logros fundamentales:

1. Los alumnos que siguen este método no solo consiguen la asimilación de conceptos, sino un desarrollo de su capacidad mental, mediante ejercicios de evaluación de situaciones reales y aplicación de conocimientos.
2. El aprendizaje se concreta de una manera sólida en capacidades prácticas que permiten al alumno una mejor integración en el mundo real.
3. Se consigue una asimilación más sencilla y eficiente de las ideas y conceptos, gracias al planteamiento de situaciones que han surgido de la realidad.
4. La sensación de eficiencia del esfuerzo invertido se convierte en un estímulo muy importante para el alumnado, que se traduce en un interés mayor en los aprendizajes y un incremento del tiempo dedicado a trabajar en el curso.

## La metodología universitaria mejor valorada por sus alumnos

Los resultados de este innovador modelo académico son constatables en los niveles de satisfacción global de los egresados de TECH.

La valoración de los estudiantes sobre la calidad docente, calidad de los materiales, estructura del curso y sus objetivos es excelente. No en valde, la institución se convirtió en la universidad mejor valorada por sus alumnos según el índice global score, obteniendo un 4,9 de 5.

*Accede a los contenidos de estudio desde cualquier dispositivo con conexión a Internet (ordenador, tablet, smartphone) gracias a que TECH está al día de la vanguardia tecnológica y pedagógica.*

*Podrás aprender con las ventajas del acceso a entornos simulados de aprendizaje y el planteamiento de aprendizaje por observación, esto es, Learning from an expert.*



Así, en este programa estarán disponibles los mejores materiales educativos, preparados a conciencia:



#### Material de estudio

Todos los contenidos didácticos son creados por los especialistas que van a impartir el curso, específicamente para él, de manera que el desarrollo didáctico sea realmente específico y concreto.

Estos contenidos son aplicados después al formato audiovisual que creará nuestra manera de trabajo online, con las técnicas más novedosas que nos permiten ofrecerte una gran calidad, en cada una de las piezas que pondremos a tu servicio.



#### Prácticas de habilidades y competencias

Realizarás actividades de desarrollo de competencias y habilidades específicas en cada área temática. Prácticas y dinámicas para adquirir y desarrollar las destrezas y habilidades que un especialista precisa desarrollar en el marco de la globalización que vivimos.



#### Resúmenes interactivos

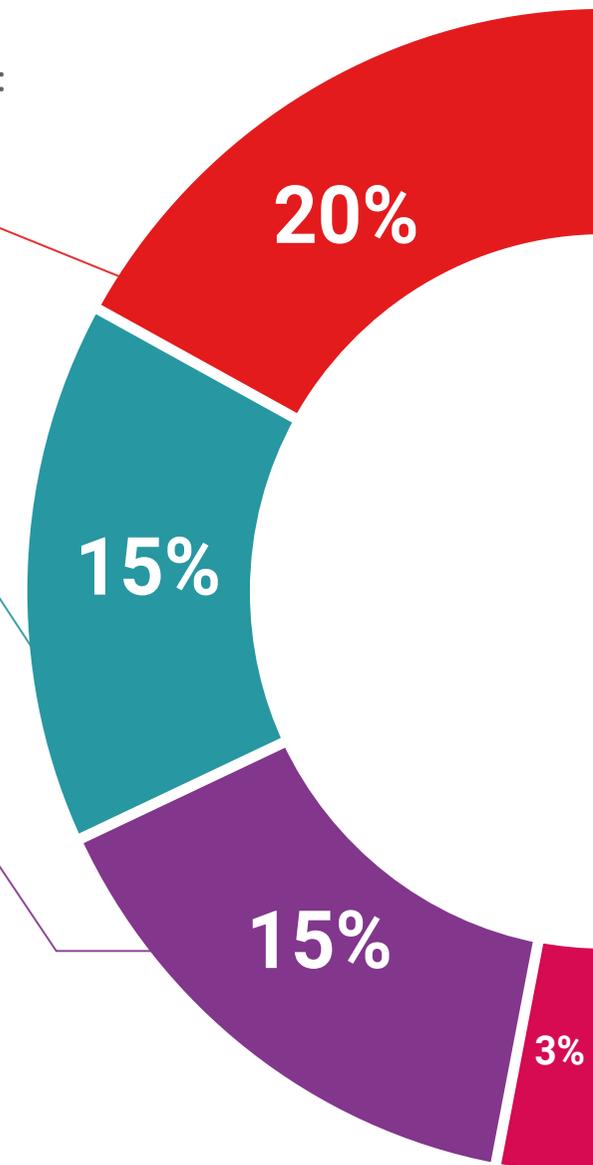
Presentamos los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audio, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

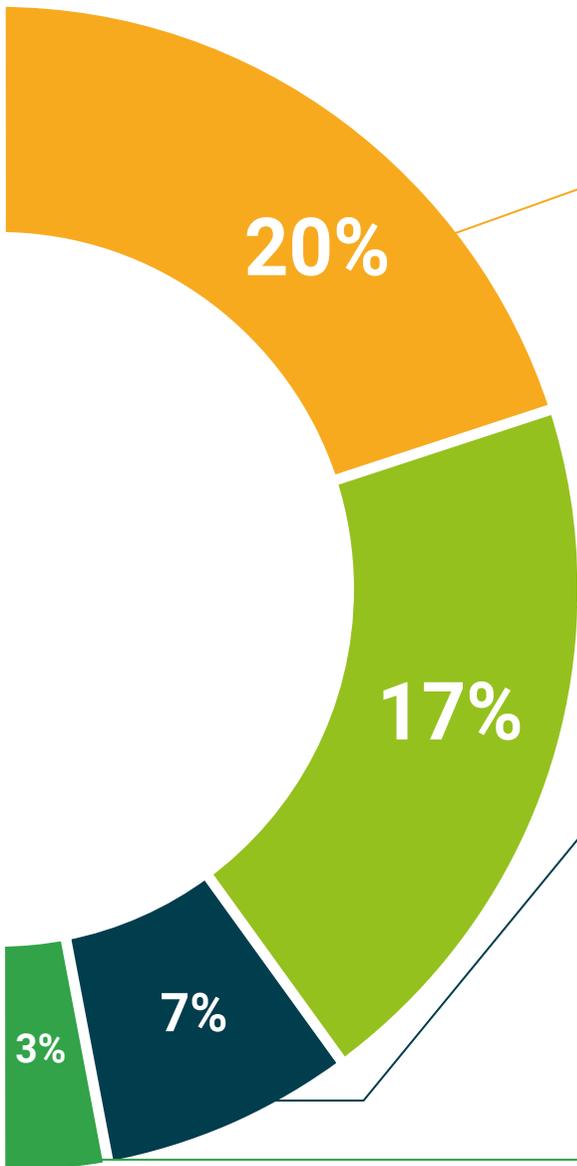
Este sistema exclusivo educativo para la presentación de contenidos multimedia fue premiado por Microsoft como "Caso de éxito en Europa".



#### Lecturas complementarias

Artículos recientes, documentos de consenso, guías internacionales... En nuestra biblioteca virtual tendrás acceso a todo lo que necesitas para completar tu capacitación.





**Case Studies**

Completarás una selección de los mejores *case studies* de la materia. Casos presentados, analizados y tutorizados por los mejores especialistas del panorama internacional.



**Testing & Retesting**

Evaluamos y reevaluamos periódicamente tu conocimiento a lo largo del programa. Lo hacemos sobre 3 de los 4 niveles de la Pirámide de Miller.



**Clases magistrales**

Existe evidencia científica sobre la utilidad de la observación de terceros expertos. El denominado *Learning from an expert* afianza el conocimiento y el recuerdo, y genera seguridad en nuestras futuras decisiones difíciles.



**Guías rápidas de actuación**

TECH ofrece los contenidos más relevantes del curso en forma de fichas o guías rápidas de actuación. Una manera sintética, práctica y eficaz de ayudar al estudiante a progresar en su aprendizaje.



# 10

## Titulación

La Licenciatura Oficial Universitaria en Física es un programa ofrecido por TECH Universidad que cuenta con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios (RVOE), otorgado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y, por tanto, tiene validez oficial en México.



“

*Obtén un título oficial con validez internacional y da un paso adelante en tu carrera profesional”*

La **Licenciatura en Física** es un programa con reconocimiento oficial. El plan de estudios se encuentra incorporado a la Secretaría de Educación Pública y al Sistema Educativo Nacional mexicano, mediante número de RVOE **20232182**, de fecha **28/07/2023**, modalidad no escolarizada. Otorgado por la Dirección de Instituciones Particulares de Educación Superior (DIPES).

Además de obtener el título de Licenciatura Oficial Universitaria, con el que poder alcanzar una posición bien remunerada y de responsabilidad, servirá para acceder al nivel académico de maestría y progresar en la carrera universitaria. Con TECH el egresado eleva su estatus académico, personal y profesional.

Este programa tiene reconocimiento en los Estados Unidos de América, gracias a la evaluación positiva de la National Association of Credential Evaluation Services de USA ([NACES](#)), como equivalente al **Bachelor of Science in Physics** earned by distance education.

TECH Universidad ofrece esta Licenciatura Oficial Universitaria con reconocimiento oficial RVOE de Educación Superior, cuyo título emitirá la Dirección General de Acreditación, Incorporación y Revalidación (DGAIR) de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Se puede acceder al documento oficial de RVOE expedido por la Secretaría de Educación Pública (SEP), que acredita el reconocimiento oficial internacional de este programa.

Para solicitar más información puede dirigirse a su asesor académico o directamente al departamento de atención al alumno, a través de este correo electrónico: [informacion@techtitute.com](mailto:informacion@techtitute.com)



[Ver documento RVOE](#)

TECH es miembro de la American Society for Education in Engineering (ASEE), sociedad integrada por los más grandes exponentes en ingeniería a nivel internacional dentro del sector privado. Las ASEE pone al alcance del alumno múltiples herramientas para su desarrollo profesional, tales como talleres de trabajo, acceso a publicaciones científicas exclusivas, archivo de conferencias y oportunidades de crecimiento laboral.

TECH es miembro de: 

Título: **Licenciatura en Física**

Título equivalente en USA: **Bachelor of Science in Physics**

N° de RVOE: **20232182**

Fecha acuerdo RVOE: **28/07/2023**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **3 años y 4 meses**



*Supera con éxito este programa y recibe tu título de Licenciatura Oficial Universitaria en Física con el que podrás desarrollar tu carrera académica"*



# 11

## Reconocimiento en USA

En **TECH Universidad**, te ofrecemos más que una educación de excelencia, este es un **título con reconocimiento en los Estados Unidos de América (USA)**.

Nuestros programas han sido evaluados por Josef Silny & Associates, Inc., agencia miembro de la **National Association of Credential Evaluation Services de USA** ([NACES](#)), la principal organización de validación de credenciales académicas en USA.





*Obtén un título con reconocimiento en USA y expande tu futuro internacional”*

**Estudia este programa y obtendrás:**

- ♦ **Equivalencia en USA:** este título será considerado equivalente a un Bachelor of Science en los Estados Unidos de América, lo que te permitirá ampliar tus oportunidades educativas y profesionales. Esto significa que tu formación será reconocida bajo los estándares académicos norteamericanos, brindándote acceso a oportunidades profesionales sin necesidad de revalidaciones.
- ♦ **Ventaja competitiva en el mercado laboral:** empresas globales valoran profesionales con credenciales que cumplen con estándares internacionales. Contar con un título reconocido en USA te brinda mayor confianza ante los empleadores, facilitando la inserción en compañías multinacionales, instituciones académicas y organizaciones con operaciones en varios países.
- ♦ **Puertas abiertas para estudios de posgrado en USA:** si deseas continuar con una segunda licenciatura, una maestría o un doctorado en una universidad de USA, este reconocimiento facilita tu admisión. Gracias a la equivalencia de tu título, podrás postularte a universidades en USA sin necesidad de cursar estudios adicionales de validación académica.
- ♦ **Certificación respaldada por una agencia reconocida:** Josef Silny & Associates, Inc. es una institución acreditada en USA, que es miembro de la National Association of Credential Evaluation Services de USA (NACES), la organización más prestigiosa en la validación de credenciales internacionales. Su evaluación otorga confianza y validez a tu formación académica ante universidades y empleadores en USA.
- ♦ **Mejorar tus ingresos económicos:** tener un título con equivalencia en USA no solo amplía tus oportunidades de empleo, sino que también puede traducirse en mejores salarios. Según estudios de mercado, los profesionales con títulos reconocidos internacionalmente tienen mayor facilidad para acceder a puestos **mejor remunerados** en empresas globales y multinacionales.





- ♦ **Postularse a las Fuerzas Armadas de USA:** si eres residente en EE.UU. (Green Card Holder) y deseas unirme a las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América, este título universitario cumple con los requisitos **educativos mínimos** exigidos, sin necesidad de estudios adicionales. Esto te permitirá avanzar en el proceso de selección y optar a una carrera militar con mayores beneficios y posibilidades de ascenso.
- ♦ **Realizar trámites migratorios o certificación laboral:** si planeas solicitar una visa de trabajo, una certificación profesional o iniciar un trámite migratorio en USA, tener un título con equivalencia oficial puede facilitar el proceso. Muchas categorías de visa y programas de residencia requieren demostrar formación académica reconocida, y este reconocimiento te da una base sólida para cumplir con dichos requisitos.

Tras la evaluación realizada por la agencia de acreditación miembro de la **National Association of Credential Evaluation Services de USA** ([NACES](#)), este programa obtendrá una equivalencia por el:

### **Bachelor of Science in Physics**

#### **Tramita tu equivalencia**

Una vez obtengas el título, podrás tramitar tu equivalencia a través de TECH sin necesidad de ir a Estados Unidos y sin moverte de tu casa.

TECH realizará todas las gestiones necesarias para la obtención del informe de equivalencia de grado académico que reconoce, en los Estados Unidos de América, los estudios realizados en TECH Universidad.

# 12

## Homologación del título

Para que el título universitario obtenido, tras finalizar la **Licenciatura Oficial Universitaria en Física**, tenga validez oficial en cualquier país, se deberá realizar un trámite específico de reconocimiento del título en la Administración correspondiente. TECH facilitará al egresado toda la documentación necesaria para tramitar su expediente con éxito.





“

*Tras finalizar este programa recibirás un título académico oficial con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios (RVOE)”*

Cualquier estudiante interesado en tramitar el reconocimiento oficial del título de **Licenciatura Oficial Universitaria en Física** en un país diferente a México, necesitará la documentación académica y el título emitido con la Apostilla de la Haya, que podrá solicitar al departamento de Servicios Escolares a través de correo electrónico: [homologacion@techtitute.com](mailto:homologacion@techtitute.com).

La Apostilla de la Haya otorgará validez internacional a la documentación y permitirá su uso ante los diferentes organismos oficiales en cualquier país.

Una vez el egresado reciba su documentación deberá realizar el trámite correspondiente, siguiendo las indicaciones del ente regulador de la Educación Superior en su país. Para ello, TECH facilitará en el portal web una guía que le ayudará en la preparación de la documentación y el trámite de reconocimiento en cada país.

*Con TECH podrás hacer válido tu título oficial de Licenciatura en cualquier país.*





El trámite de homologación permitirá que los estudios realizados en TECH tengan validez oficial en el país de elección, considerando el título del mismo modo que si el estudiante hubiera estudiado allí. Esto le confiere un valor internacional del que podrá beneficiarse el egresado una vez haya superado el programa y realice adecuadamente el trámite.

El equipo de TECH le acompañará durante todo el proceso, facilitándole toda la documentación necesaria y asesorándole en cada paso hasta que logre una resolución positiva.

El procedimiento y la homologación efectiva en cada caso dependerá del marco normativo del país donde se requiera validar el título.



*El equipo de TECH te acompañará paso a paso en la realización del trámite para lograr la validez oficial internacional de tu título”*

# 13

## Requisitos de acceso

La **Licenciatura Oficial Universitaria en Física** de TECH cuenta con el Registro de Validez Oficial de Estudios (RVOE) emitido por la Secretaría de Educación Pública (SEP). En consonancia con esa acreditación, los requisitos de acceso del programa universitario se establecen en conformidad con lo exigido por la Ley General de Educación y la Ley General de Educación Superior vigentes.



“

*Revisa los requisitos de acceso de esta  
Licenciatura Oficial Universitaria de TECH  
y prepárate para iniciar tu trayectoria académica”*

La normativa establece que para inscribirse en esta **Licenciatura Oficial Universitaria en Física** con RVOE, es imprescindible cumplir con un perfil académico de ingreso específico. Los estudiantes interesados en acceder al programa de Licenciatura deberán contar con la documentación que acredite haber concluido previamente sus estudios de Bachillerato o de nivel equivalente.

Aquellos que no cumplan con este requisito o no puedan presentar la documentación requerida en tiempo y forma, no podrán acceder a la Licenciatura.

Para ampliar la información de los requisitos de acceso al programa y resolver cualquier duda que surja al candidato, podrá ponerse en contacto con el equipo de TECH en la dirección de correo electrónico: [requisitosdeacceso@techtitute.com](mailto:requisitosdeacceso@techtitute.com).

*Consigue ahora plaza en esta Licenciatura Oficial Universitaria de TECH si cumples con alguno de sus requisitos de acceso.*





“

*Si cumples con el perfil académico de ingreso de este programa con RVOE, contacta ahora con el equipo de TECH y da un paso definitivo para impulsar tu carrera”*

# 14

## Proceso de admisión

El proceso de admisión de TECH es el más simple de todas las universidades online. Se podrá comenzar el programa sin trámites ni esperas: el alumno empezará a preparar la documentación y podrá entregarla más adelante, sin prisas ni complicaciones. Lo más importante para TECH es que los procesos administrativos sean sencillos y no ocasionen retrasos, ni incomodidades.





“

*TECH ofrece el procedimiento de admisión a los estudios de Licenciatura Oficial Universitaria más sencillo y rápido de todas las universidades virtuales”*

Para TECH lo más importante en el inicio de la relación académica con el alumno es que esté centrado en el proceso de enseñanza, sin demoras ni preocupaciones relacionadas con el trámite administrativo. Por ello, se ha creado un procedimiento más cómodo en el que podrá enfocarse desde el primer momento a su formación, contando con un plazo de tiempo para la entrega de la documentación pertinente.

Los pasos para la admisión son simples:

1. Facilitar los datos personales al asesor académico para realizar la inscripción.
2. Recibir un email en el correo electrónico en el que se accederá a la página segura de TECH y aceptar las políticas de privacidad y las condiciones de contratación e introducir los datos de tarjeta bancaria.
3. Recibir un nuevo email de confirmación y las credenciales de acceso al campus virtual.
4. Comenzar el programa en la fecha de inicio oficial.

De esta manera, el estudiante podrá incorporarse a la Licenciatura Oficial Universitaria sin esperas. De forma posterior se le informará del momento en el que se podrán ir enviando los documentos, a través del campus virtual, de manera muy cómoda y rápida. Solo se deberán subir al sistema para considerarse enviados, sin traslados ni pérdidas de tiempo.

Todos los documentos facilitados deberán ser rigurosamente válidos y estar vigentes en el momento de subirlos.

Los documentos necesarios que deberán tenerse preparados con calidad suficiente para cargarlos en el campus virtual son:

- Copia digitalizada del documento que ampare la identidad legal del alumno (Pasaporte, acta de nacimiento, carta de naturalización, acta de reconocimiento o acta de adopción)
- Copia digitalizada de la Clave Única de Registro de Población (CURP)
- Copia digitalizada de Certificado de Estudios Totales de Bachillerato legalizado

Para resolver cualquier duda que surja el estudiante podrá dirigirse a su asesor académico, con gusto le atenderá en todo lo que necesite. En caso de requerir más información, puede ponerse en contacto con [procesodeadmision@techtute.com](mailto:procesodeadmision@techtute.com).

*Este procedimiento de acceso te ayudará a iniciar tu Licenciatura Oficial Universitaria cuanto antes, sin trámites ni demoras.*



Nº de RVOE: 20232182

**Licenciatura Oficial  
Universitaria  
Física**

Idioma: **Español**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **3 años y 4 meses**

Fecha acuerdo RVOE: **28/07/2023**

# Licenciatura Oficial Universitaria Física

Nº de RVOE: 20232182



TECH es miembro de:



**tech**  
universidad