

<b>PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURA:</b> Métodos Matemáticos de la Física II	<b>AÑO:</b> 2026
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3º año 1º cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### **FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Esta materia es continuación de Métodos Matemáticos de la Física I (MMI). Entre ambas materias se pretende que un/una estudiante adquiera los conocimientos de matemática necesarios para cursar la parte avanzada de la carrera (3º a 5º año).

El objetivo principal de esta materia es que, una vez aprobada, un/una estudiante maneje conceptos teóricos y técnicas de solución de problemas asociados a:

- Álgebra lineal, tensores y operadores en dimensión finita.
- Espacios de Banach y Hilbert (espacios funcionales y teoría de operadores necesaria en diversas ramas de la física).
- Distribuciones.
- Problemas de contorno en Ecuaciones diferenciales ordinarias (problema de Sturm-Liouville y funciones especiales).
- Distintos tipos de ecuaciones en derivadas parciales (EDP). Ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Teoremas fundamentales. Técnica de separación de variables, y otras.

### **CONTENIDO**

#### **Algebra Lineal**

Espacios vectoriales; dimensión; bases; componentes de un vector. Espacio dual; covectores; base dual. Tensores; espacio tensorial  $T(k,l)$ ; producto tensorial; base producto. Representación matricial de vectores y covectores. Cambios de base en  $V$ ,  $V^*$  y  $T(k,l)$ ; tensores simétricos y antisimétricos. Suma directa; Formas.

Normas y productos escalares. Equivalencia de normas en dimensión finita; topología fuerte.

Transformaciones lineales; operadores; series de potencias de vectores y operadores; representación matricial; cambios de base; transformaciones de semejanza; subespacios invariantes; operadores y matrices de proyección; autovalores y autovectores, propiedades; operadores adjuntos, normales; autoadjuntos y unitarios; forma de Schur; teorema espectral y forma de Jordan.

Espacio Euclídeo; base coordenada o tangente. Formas diferenciales, base dual; Repaso de coordenadas curvilíneas ortogonales; Campos tensoriales en coordenadas cartesianas; cambios de coordenadas en general; el tensor métrico, ascenso y descenso de índices; derivada covariante y sus propiedades; conexión de Levi-Civita y su relación con la métrica.

#### **Espacios de Hilbert**

Sucesiones de Cauchy; espacios funcionales; completitud; espacios de Banach; bases; espacios separables. Base. Transformaciones lineales. Producto escalar; espacios de Hilbert. Espacio  $L^2$  y espacio  $L^1$ ; espacios de Hilbert separables. Espacio dual, teorema de representaciones de Riesz. Operadores isométricos, compactos y normales; representación espectral.

#### **Distribuciones**

Funciones C-infinito de soporte compacto. Noción de convergencia. El espacio dual. Distribuciones regulares. Funciones generalizadas. La Delta de Dirac. Derivada de distribuciones. La distribución de Heaviside. Transformada de Fourier de una distribución.

### **Teoría de Sturm-Liouville**

EDOs y problemas de valores de borde. El problema de Sturm-Liouville; autovalores y autofunciones. Completitud. El problema de Sturm-Liouville para funciones armónicas (series de Fourier), Legendre y Bessel.

### **Ecuaciones en Derivadas Parciales**

Conceptos generales. La ecuación escalar de primer orden. Método de las características. Clasificación de ecuaciones cuasilineales de segundo orden.

Ecuaciones elípticas. Ecuación de Laplace y Ecuación de Poisson. Problema de Dirichlet; problema débil de Dirichlet. Existencia y unicidad para la ecuación de Poisson (y Laplace). Teorema espectral para el Laplaciano. Métodos de solución. Separación de variables. Funciones de Green. Problemas elípticos más generales.

Ecuaciones parabólicas. La ecuación del calor en una dimensión y en general. Existencia y unicidad de soluciones. Ecuaciones parabólicas en general.

Ecuaciones hiperbólicas. Superficies características y el problema de Cauchy. Caso 2-dimensional, la posibilidad de tener solución. Problema de Cauchy en R. Problema de valores iniciales con condiciones de contorno. Ondas entrantes y salientes a través de una frontera. Condiciones de borde. Separación de variables. Ondas en el espacio. Método de las medias esféricas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- 1) Material de estudio provisto por la cátedra.
- 2) Mattias Blennow, Mathematical Methods for Physics and Engineering. CRC Press, 2018
- 3) K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering, Cambridge University Press.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- 1) George B. Arfken Hans J. Weber & Frank E. Harris, Mathematical Methods for Physicists, 7th edition. Elsevier, 2005.
- 2) Métodos Matemáticos de la Física, Oscar A. Reula, Editorial de la UNC
- 3) Bestiario de Álgebra Lineal (Notas del Prof. Guido Raggio)

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Habrá dos instancias de evaluación parcial y una de recuperación, escritas. Con posterioridad a cada evaluación se hará una devolución a los/as estudiantes.

El examen final consistirá en una evaluación escrita teórico-práctica de cuatro horas de duración, y eventualmente una instancia oral a criterio del tribunal.

#### **REGULARIDAD**

Las condiciones de regularidad son las siguientes:

aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

#### **PROMOCIÓN**

Esta materia no implementa el régimen de promoción.