PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Métodos Matemáticos de la Física II	**AÑO:** 2025
CARACTER: Obligatoria	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 3° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia Métodos Matemáticos de la Física II apunta a ampliar la formación matemática avanzada de los estudiantes de las Licenciaturas en Astronomía y en Física ya comenzada en Métodos Matemáticos de la Física I, proveyendo los recursos indispensables para desempeñarse eficazmente en las demás materias de 3º a 5º año de ambas carreras.

El objetivo es proveer al estudiante de los recursos conceptuales y operativos indispensables para abordar, con un razonable nivel de capacidad teórica y práctica, el estudio de situaciones que involucren:
- Espacios lineales de dimensión finita y de Hilbert, operadores lineales, vectores, formas y producto interno.
- Matrices, autovalores y autovectores y forma de Jordan.
- Coordenadas curvilíneas, tensores, métrica, integración y derivación covariante.
- Problemas de contorno en ecuaciones diferenciales, autofunciones, funciones especiales, distribuciones y transformadas integrales.
- Clasificación de ecuaciones diferenciales parciales, resolución por separación de variables y por transformadas integrales, y funciones de Green.

CONTENIDO

I – Algebra Lineal

Espacios lineales: propiedades fundamentales; dimensión; bases; componentes de un vector; subespacios lineales.
Operadores lineales: componentes; operaciones elementales; conmutatividad; inversa; funciones de operadores.
Transformaciones de coordenadas: transformaciones lineales; covariancia y contravariancia; componentes de un operador; transformaciones de semejanza.
Representación matricial de operadores y transformaciones: propiedades fundamentales; matrices notables; operación por bloques; funciones de matrices.
Formas: definición; espacio dual; base dual; componentes de una forma; transformaciones de coordenadas.
Producto interno: definición; métrica; norma; interpretación geométrica.

II – Matrices

Autovalores y autovectores: autovectores a derecha e izquierda; diagonalización; operadores Hermitianos; autovalores degenerados; diagonalización simultánea; operadores normales.
Forma de Jordan: ejemplos; descomposición primaria; reducción a la forma normal.

III – Tensores

Tensores: definición; espacio tensorial; producto tensorial; bases y componentes; cambio de base; contracción de índices; simetría; producto exterior; densidades tensoriales; tensor adjunto; ley del cociente.
Coordenadas curvilíneas: cambios de coordenadas locales; la base tangente; vectores covariantes y contravariantes; la base dual; tensores y densidades tensoriales en coordenadas curvilíneas; tensor métrico; ascenso y descenso de índices; producto escalar y norma.

Integración en coordenadas curvilíneas: la integral de volumen; la integral de superficie; la integral de línea.
Derivación en coordenadas curvilíneas: la conexión afín de Levi-Civita; derivación covariante; operadores diferenciales en coordenadas curvilíneas; componentes físicas de vectores.

IV – Problemas de contorno
Problemas de contorno para EDOs lineales de segundo orden: autovalores y autofunciones; identidad de Lagrange y fórmula de Green.
Problemas de Sturm-Liouville: ortogonalidad y completitud de las autofunciones; desarrollo en autofunciones. Notación de Dirac.

V – Funciones especiales
El problema de Sturm-Liouville para la ecuación armónica: la serie de Fourier.
El problema de Sturm-Liouville para la ecuación de Legendre: funciones de Legendre de primera y segunda especie; fórmula de Rodrigues, representación integral, función generatriz y relaciones de recurrencia; funciones de Legendre asociadas, armónicos esféricos.
El problema de Sturm-Liouville para la ecuación de Bessel: funciones de Bessel cilíndricas de primera y segunda especie; relaciones de recurrencia, representaciones integrales y función generatriz; funciones de argumento imaginario, funciones de Hankel y funciones de Bessel esféricas.

VI – Distribuciones
Funciones generalizadas: Funciones de prueba de soporte finito y de Schwartz.
Funcionales lineales: definición y propiedades.
Distribuciones: Convergencia de Schwartz. Ejemplos de distribuciones: delta de Dirac y sus derivadas, distribuciones de carga multipolares y de superficie. Sucesiones de distribuciones, convergencia. Distribuciones regulares y singulares. Derivación e integración de distribuciones.

VII – Transformadas integrales
Series de Fourier: convergencia, fenómeno de Gibbs; identidad de Parseval.
Transformada de Fourier: definición y propiedades elementales; teorema de inversión; teorema de Parseval; principio de incertidumbre.
Transformada de Laplace: definición y propiedades elementales; teorema de inversión.
Inversión de las transformadas elementales por integración en el plano complejo.

VIII – Ecuaciones Diferenciales Parciales
Clasificación.
EDP de segundo orden: curvas características y formas canónicas; ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas.
Condiciones iniciales y de contorno: condiciones de Dirichlet, Neumann y Cauchy.

IX – Método de separación de variables
Ecuaciones de difusión y de ondas en una dimensión: base física y condiciones de contorno; solución por separación de variables.
Ecuaciones de ondas y de difusión en dos variables: la ecuación de Helmholtz; separación de variables en coordenadas polares.
Ecuaciones de ondas, de difusión, de Helmholtz y de Laplace en tres dimensiones: separación de variables en coordenadas cilíndricas y esféricas.

X – Método de transformadas integrales
Problemas en dominios no acotados: ecuaciones de ondas y de difusión. Problemas sin condiciones iniciales y estados de régimen.

XI – EDP inhomogéneas

Problemas de autovalores en varias dimensiones: espacios de Hilbert, operadores Hermitianos, propiedades; desarrollos en autofunciones, ortonormalidad y completitud.
Inhomogeneidad en la ecuación: problema homogéneo asociado; función de Green; ecuación diferencial para la función de Green. Expresiones para la función de Green: desarrollo en autofunciones, integración de la ecuación para la función de Green, solución fundamental.
Inhomogeneidad en las condiciones de contorno: homogeneización de las condiciones de contorno.
Funciones de Green para las ecuaciones de difusión, ondas y Laplace.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1) Material de estudio provisto por la cátedra.
2) Mattias Blennow, Mathematical Methods for Physics and Engineering. CRC Press, 2018
3) George B. Arfken Hans J. Weber & Frank E. Harris, Mathematical Methods for Physicists, 7th edition. Elsevier, 2005..

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1) L. Santaló, Vectores y Tensores. EUDEBA, Bs.As.
2) R. E. Williamson, R. E. Crowell y H. F. Trotter, Cálculo de Funciones Vectoriales. Prentice/Hall Internacional, 1973.
3) K. Hoffman y R. Kunze, Linear Algebra 2nd. ed. Prentice-Hall, 1971.
4) E. A. Coddington, An Introduction to Ordinary Differential Equations. Dover, 1989.
5) R. D. Richtmyer, Principles of advanced Mathematical Phisics, Vol. 1. Springer, 1978.
6) B. Davies, Integral Transforms and Their Applications. Springer-Verlag, 1982.
7) A. Tijonov y A. Samarsky, Ecuaciones de la Física Matemática. Editorial Mir, Moscú, 1972.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrá dos instancias de evaluación parcial y una de recuperación, escritas y de dos horas de duración. Con posterioridad a cada evaluación se hará una devolución a los 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:

2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

PROMOCIÓN

Esta materia no implementa el régimen de promoción.