



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

CARRERA/S: Licenciatura en Física

PLAN DE ESTUDIOS: 2010

ASIGNATURA: MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA CÓDIGO: 2247

DOCENTE RESPONSABLE: Dr. Jorge Luis Blengino Albrieu

EQUIPO DOCENTE: Lic. Raúl Armando Rubio Cebada

AÑO ACADÉMICO: 2019

REGIMEN DE LA ASIGNATURA: cuatrimestral

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
2236	2240

CARGA HORARIA TOTAL:

TEÓRICAS: 56 hs PRÁCTICAS: 56 hs LABORATORIO: hs

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

A. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta Asignatura se encuentra en el segundo cuatrimestre del tercer año de la Licenciatura en Física, dicho cuatrimestre es el primer cuatrimestre del ciclo superior de la Licenciatura en Física

B. OBJETIVOS PROPUESTOS

Esta asignatura prepara al estudiante en la utilización de matemáticas complejas para la resolución de problemas de física teórica. Si bien el nombre y los contenidos sugieren un curso de matemática, una buena parte de las situaciones problemáticas planteadas provienen de la física. El objetivo principal de esta asignatura es la adquisición de habilidades en la resolución de situaciones problemáticas surgidas de la física y llevadas a la matemática y en el desarrollo de nuevas teorías y conclusiones a partir de las mismas.

C. CONTENIDOS BÁSICOS DEL PROGRAMA A DESARROLLAR

Los contenidos corresponden a cuatro grandes temáticas que se relacionan entre sí. Álgebra Lineal y teoría de operadores hermíticos. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, de Primer y Segundo Orden así como teoría de Sturm-Liouville. Análisis Funcional, que involucra los dos grandes temas anteriores. Y por último Ecuaciones Diferenciales en derivadas parciales, que engloba todos los temas anteriores.

D. FUNDAMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS

Si bien en la asignatura se tratan temas de matemática este es un curso de física, donde la resolución de situaciones problemáticas es el eje central. En esta asignatura se adquieren las competencias necesarias para la resolución de problemas vinculados, por ejemplo, a las Mecánicas Cuántica y Clásica, Teoría Clásica de Campos y Teoría de Transporte de Energía y Materia. Se espera que los estudiantes tengan conocimientos de métodos de diferenciación, e integración en el cuerpo complejo a partir de la asignatura Análisis Matemático IV (2240). Como parte de los requisitos para dicha asignatura es necesario el conocimiento de espacios vectoriales y de operadores lineales.

E. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS: Consistirán en exposición y desarrollo de temas por parte del docente con el incentivo a la participación de los estudiantes en los desarrollos matemáticos. Carga horaria: 4 horas semanales

CLASES PRÁCTICAS: Consistirán en la resolución de ejercicios de aplicación y desarrollo de nuevos resultados para los temas incluidos en las clases teóricas, el docente orientará en la forma de resolver y en la interpretación de resultados, siempre fomentando la independencia de criterio de los estudiantes. Carga horaria: 4 horas.

F. NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

G. HORARIOS DE CLASES:

Teórico-Prácticos: Jueves y viernes de 14 a 18

HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS: Martes de 14 a 17

H. MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

- **Evaluaciones Parciales:** Se proponen dos exámenes parciales. Los mismos consisten en un cuestionario relativo a los contenidos impartidos en las clases teóricas y en un problema de aplicación por cada uno de las unidades del presente programa, correspondiente al periodo evaluado. Además se permitirá recuperar en una oportunidad cada uno de ellos.
- **Evaluación Final:**
El examen final consiste en un escrito de problemas y un examen oral teórico, en el caso de estudiantes libres el escrito tendrá problemas adicionales.
- **CONDICIONES DE REGULARIDAD:** El requisito de regularización es aprobar los dos parciales de la asignatura
- **CONDICIONES DE PROMOCIÓN:** No está implementado el régimen de promoción

PROGRAMA ANALÍTICO

A. CONTENIDOS

UNIDAD 1: Álgebra Lineal

Espacios lineales: Propiedades fundamentales. Dimensión. Bases. Componentes de un vector. Subespacios lineales.

Operadores lineales: Componentes. Operaciones elementales. Conmutatividad. Inversa.

Matrices: Propiedades fundamentales. Definiciones. Matrices notables. Operación por bloques.

Transformaciones de coordenadas: Matriz de transformación. Covariancia y contravariancia. Componentes de un operador. Transformaciones de semejanza.

Formas: Formas. Espacio dual. Componentes de una forma. Transformaciones de coordenadas.

Producto interno: Producto interno. Métrica. Norma. Interpretación geométrica.

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.

Tensores: 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. Vectores covariantes y contravariantes. Tensores y densidades tensoriales. Integrales multidimensionales. Tensor métrico. Ascenso y descenso de índices. Producto escalar y norma. Símbolos de Christoffel y derivación covariante. Operadores diferenciales en coordenadas curvilíneas. Componentes físicas de vectores.

Espacios vectoriales de dimensión infinita: introducción a espacios de Hilbert

UNIDAD 2: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Ecuaciones de primer orden: Ecuaciones integrables, separables, homogéneas, dimensionalmente consistentes. Ecuación de Bernoulli. Ecuaciones exactas y factor integrante. Ecuación de Riccati. Ecuaciones no resueltas respecto a la derivada. Ecuaciones de Lagrange y de Clairaut.

Ecuaciones lineales de orden n : La ecuación de primer orden a coeficientes constantes: kernel del operador diferencial e integración directa de las ecuaciones homogénea e inhomogénea. Ecuaciones homogéneas de orden n : existencia y unicidad de soluciones, condiciones iniciales; kernel del operador, espacio de soluciones y base canónica; Wronskiano e independencia lineal, fórmula de Abel. Ecuaciones inhomogéneas de orden n : soluciones general y particular; método de variación de los parámetros; método de los coeficientes indeterminados

Ecuaciones lineales de segundo orden: Coeficientes analíticos: solución en serie de potencias; la ecuación de Legendre. Puntos singulares regulares: solución en serie de potencias generalizada; la ecuación de Bessel. Problemas de contorno: autovalores y autofunciones; identidad de Lagrange y fórmula de Green. Problemas de Sturm-Liouville:

ortogonalidad y completitud de las autofunciones y desarrollo en autofunciones. Notación de Dirac.

UNIDAD 3: Elementos de Análisis Funcional

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.

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.

UNIDAD 4: Ecuaciones Diferenciales Parciales

Clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales: Ecuaciones de segundo orden: curvas características y formas canónicas; ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Condiciones iniciales y de contorno: condiciones de Dirichlet, Neumann y Cauchy.

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.

Resolución por transformadas integrales: Problemas en dominios no acotados: ecuaciones de ondas y de difusión. Problemas sin condiciones iniciales.

Problemas inhomogéneos: 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.

B. CRONOGRAMA DE CLASES Y PARCIALES

Semana	Día/ Fecha	Teóricos	Día/ Fecha	Prácticos	Parciales / Recuperatorios
1	15/8	Unidad 1	16/8	Unidad 1	
2	22/8	Unidad 1	23/8	Unidad 1	
3	29/8	Unidad 1	30/8	Unidad 1	
4	5/9	Unidad 1	6/9	Unidad 2	

5	12/9	Unidad 2	13/9	Unidad 2	
6	19/9	Unidad 2	20/9	Unidad 2	
7	26/9	Unidad 2	27/9	Unidad 2	
8	3/10	Unidad 2	4/10	Unidad 3	A coordinar primer parcial
9	10/10	Unidad 3	11/10	Unidad 3	
10	17/10	Unidad 3	18/10	Unidad 3	
11	24/10	Unidad 4	25/10	Unidad 3	
12	31/10	Unidad 4	1/11	Unidad 4	
13	7/11	Unidad 4	8/11	Unidad 4	
14	14/11	Unidad 4	15/11	Unidad 4	A coordinar segundo parcial
					A coordinar recuperatorios

(Recordar las fechas de parciales deberán ser consensuadas con los responsables de las demás asignaturas del cuatrimestre correspondiente, en acuerdo con la Res. C.S. 356/10)

C. BIBLIOGRAFÍA

De lectura obligatoria:

- “Vectores y tensores con sus aplicaciones”. Luis A. Santalo. EUDEBA
- “Álgebra Lineal”. Kenneth Hoffman, Ray Kunze. Prentice Hall
- “Integral transforms and their applications”. B. Davies, Springer (Texts in Applied Mathematics 41)
- “Mathematical Methods for physicists: A concise introduction”. Tai L. Chow.
- “Ecuaciones Diferenciales Ordinarias para estudiantes de Física”. Juan M. Aguirregabiria.
- “Mathematical Methods for physicists. A comprehensive guide”. Seventh Edition. George B. Arfken, Hans J. Weber, Frank E. Harris.

De consulta:

- “Fourier Transforms and Waves: in four lectures” Claerbout.
- “Handbook of Exact Solutions for ordinary Differential Equations”. Andrei D. Polyanin, Valentin F. Zaitsev