



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 40875/2019

## VISTO

Lo dispuesto en la Ord. HCD N° 4/2011, que establece el régimen de alumno; y

## CONSIDERANDO

Que el Art. 47° de la mencionada Ordenanza establece que los programas de las materias deben ser aprobados por el Consejo Directivo, y que en los mismos debe estar explícito con detalle los contenidos de la materia subdivididos en unidades temáticas, la fundamentación, objetivos, bibliografía, carga horaria, ubicación en el plan de estudios, metodología de trabajo y evaluación;

Que el Consejo de Grado ha revisado los programas de todas las materias que se dicatan en el 2do cuatrimestre de 2019.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN

## RESUELVE:

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar los programas de las materias que se detallan a continuación y que, como anexo, forman parte de esta resolución:

- Análisis Funcional.
- Análisis Matemático I (LC).
- Análisis Numérico II.
- Ecuaciones Diferenciales II.
- Elementos de Física
- Elementos de Funciones Complejas.
- Física Experimenta II.
- Mecánica Celeste I.
- Termodinámica y Mecánica Estadística II.

### **Especialidades:**

*Especialidades de la Licenciatura en Astronomía:*

- Dinámica Orbital con un Perturbador Interno.
- Introducción a la Magnetohidrodinámica.

*Especialidades de la Licenciatura en Física:*

- Interacción de la Radiación con la Materia.
- Introducción a la Magnetohidrodinámica.
- Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC 40875/2019

- Introducción a los Materiales Magnéticos.
- Métodos Numéricos en Mecánica Cuántica.
- Química para Físicos.
- Redes Neuronales.
- Test de Sistemas Electrónicos Aplicado a la Instrumentación Científica.

*Especialidades de la Licenciatura en Matemática:*

- Álgebra Conmutativa y una Introducción a la Geometría Algebraica.
- Análisis Funcional II.
- Evolución Geométrica en Espacios Homogéneos.
- Grupos Finitos y sus Representaciones.
- Introducción a la Geometría Hermitiana.

*Optativas de Matemática:*

- Análisis Funcional II.

ARTÍCULO 2º: Notifíquese, publíquese y archívese.

 DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN A VEINTISÉIS DÍAS DEL MES DE AGOSTO DE DOS MIL DIECINUEVE.

**RESOLUCIÓN CD N° 217/2019**

Dra. SILVIA PATRICIA SILVETTI  
SECRETARIA GENERAL  
FaMAF

Dra. Ing. MIRTA IRIONDO  
DECANA  
FaMAF



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

**ANEXO****PROGRAMA DE ASIGNATURA**

<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Funcional	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

El objetivo es introducir a los alumnos en la teoría de los espacios de Banach y de Hilbert y algunas de sus aplicaciones. En particular, se demostrarán los teoremas clásicos del análisis funcional lineal (aplicación abierta, gráfico cerrado, acotación uniforme (Banach-Steinhaus), Hahn-Banach, Alaoglu, etc). Se desarrollará además la teoría espectral para operadores compactos y autoadjuntos. Por último, se mostrarán algunas aplicaciones de lo anterior a la teoría de ecuaciones en derivadas parciales.

**CONTENIDO****Espacios de Banach y de Hilbert**

Espacios normados. Ejemplos. Espacios normados de dimensión finita. Espacios de Banach. Espacios con producto interno, espacios de Hilbert. Ortogonalidad, complementos ortogonales. Bases ortonormales en dimensiones infinitas. Series de Fourier.

**Operadores lineales**

Transformaciones lineales continuas. Norma de un operador lineal acotado. Isometrías, isomorfismos isométricos. El espacio  $B(X, Y)$ . Inversa de operadores. Categoría de Baire. Teorema de la aplicación abierta, teorema de la inversa acotada. Teorema del gráfico cerrado. Teorema de acotación uniforme (Banach-Steinhaus).

**Dualidad y teoremas de Hahn-Banach**

Espacios duales. Teorema de Riesz-Fréchet. Funcionales sublineales, seminormas. Espacios localmente convexos, espacios metrizable, espacios de Frechet. Teorema de Hahn-Banach en espacios normados. Funcional de Minkowski. El teorema de Hahn-Banach general. Teorema de separación (Hahn-Banach, forma geométrica). El segundo dual, espacios reflexivos y operadores duales. Proyecciones y subespacios complementarios. Convergencia débil y débil\*. Teorema de Alaoglu.

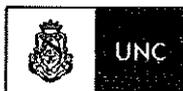
**Operadores lineales en espacios de Hilbert, operadores compactos**

El operador adjunto. Operadores normales, operadores autoadjuntos, operadores unitarios. Espectro de un operador. Operadores positivos y proyecciones ortogonales. Raíces cuadradas de operadores. Descomposición polar. Operadores compactos. Teoría espectral de operadores compactos. Alternativa de Fredholm. Teorema espectral para operadores compactos y autoadjuntos.

**Aplicaciones a ecuaciones diferenciales**

Derivadas débiles. Espacios de Sobolev. Soluciones débiles. Soluciones a problemas elípticos via el teorema de Riesz. Propiedades del operador solución: continuidad, compacidad, positividad, simetría (autoadjunto).

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

B. Rynne, M. Youngson, Linear functional analysis. Springer-Verlag London Limited (2008).

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

W. Rudin, Functional Analysis. McGraw-Hill (1991).

H. Brezis, Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations. Universitext. Springer, New York (2011).

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Los alumnos serán evaluados mediante dos (2) evaluaciones parciales, de contenidos teórico-prácticos.

El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos.

#### **REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

#### **PROMOCIÓN**

No hay régimen de promoción.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Matemático I (LC)	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 1° año 1° cuatrimestre / Redictado: 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Ciencias de la Computación	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Análisis Matemático I es una de las primeras materias que cursan los ingresantes a la Lic. en Ciencias de la Computación, por lo cual contribuye en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes, además de constituir uno de los espacios de iniciación en la vida académica universitaria en un centro científico-educativo.

Este curso tiene como objetivo general introducir al estudiante en los conceptos básicos del cálculo matemático en una variable, abordando contenidos fundamentales de funciones, límite, continuidad, derivada e integrales. Estas nociones revolucionaron la matemática del siglo XVII y hoy son básicas en el estudio de otras ciencias. Las mismas surgen con la necesidad de comprender distintos fenómenos permitiendo modelarlos, compararlos y predecir comportamientos futuros.

Los contenidos de la materia pretenden desarrollar principalmente un pensamiento analítico y crítico, que relacione la interpretación geométrica y gráfica con la formulación algebraica. Es por ello que se intentará presentar los distintos temas en forma numérica, gráfica y simbólica.

El objeto central de la materia es el estudio de las funciones reales en una variable. La noción de función permitió concentrar la información de una diversidad de datos o mediciones asociados a una variable específica, en un solo objeto matemático. El análisis de este objeto permite inferir el comportamiento de estos datos. Dentro del comportamiento de las funciones y el análisis de sus gráficos se analiza el crecimiento, los puntos críticos, la continuidad, su comportamiento cercano a valor de la variable determinado o cuando la variable crece indefinidamente. Se introduce la noción de derivada como herramienta para medir el crecimiento de una función alrededor de un valor de la variable determinado que permite profundizar más detalladamente en el comportamiento de las funciones. Asimismo se presenta el concepto de integral como herramienta para medir áreas. Ambos conceptos son fundamentales en el análisis de las funciones que trasciende las técnicas de cálculo, por lo cual es importante la comprensión de los mismos en su sentido geométrico y analítico.

El valor del alcance y la profundidad del estudio de las funciones es incompleto si no se comprende su utilidad y se analizan sus aplicaciones en situaciones del entorno cotidiano o de otras ciencias. Es importante en la formación de los estudiantes desarrollar las capacidades de interpretación de diversas situaciones en términos matemáticos y la interpretación de los resultados matemáticos obtenidos en el contexto de procedencia del problema. En ese sentido esta materia contribuye en ese desafío y se abordará en forma transversal en toda la asignatura, en la medida que los temas en particular así lo permitan.

Los objetivos a lograr en este curso es que los estudiantes desarrollen capacidad o adquieran destreza y habilidad para:

- Aprender la simbología matemática básica inherente a los números reales y las funciones, como así también, su utilización en la escritura de afirmaciones y demostraciones en lenguaje matemático.
- Manipular e interpretar el sentido de las desigualdades y del valor absoluto en el contexto de este curso.
- Interpretar el gráfico de funciones y reconocer funciones algebraicas, exponenciales, logarítmicas



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

y trigonométricas.

- Comprender la noción de límite de una función cuando la variable tiende a un valor determinado o crece indefinidamente, como así también reconocer la definición formal. Saber calcular límites.
- Dominar la noción de continuidad y las propiedades de las funciones continuas.
- Comprender el concepto de derivada de una función en un punto, su significado geométrico y su sentido como medida del crecimiento de la función. Saber calcular derivadas.
- Aplicar los conceptos de límite y derivada para estudiar máximos y mínimos de funciones. Poder resolver problemas simples de optimización.
- Utilizar las herramientas analíticas trabajadas durante el curso para graficar funciones.
- Comprender la noción de integral de una función y su significado geométrico. Saber calcular integrales y aplicarlas en la resolución de problemas sencillos.
- Ser capaz de traducir un problema planteado en lenguaje coloquial a lenguaje matemático, resolverlo y interpretar su solución en el contexto del planteo del problema.
- Realizar demostraciones sencillas de algunas afirmaciones matemáticas.

## CONTENIDO

### Unidad I: Números y Funciones.

Números enteros, racionales y reales. Desigualdades. Valor absoluto. Funciones. Definición. Ejemplos. Gráficas de funciones. Funciones inyectivas, suryectivas y biyectivas. Rectas, parábolas, circunferencia, elipse. Funciones trigonométricas. Funciones exponenciales y logarítmicas. Propiedades, ejemplos y aplicaciones.

### Unidad II: Límite y continuidad.

Definición intuitiva de límite. Ejemplos. Límites laterales. Relación entre la existencia de límites laterales y la de límite. Límites infinitos. Límite cuando la variable tiende a infinito. Límites infinitos cuando la variable tiende a infinito. Límites notables. Definición de continuidad en un punto. Continuidad por derecha y por izquierda. Definición de continuidad en un intervalo. Propiedades. Teorema de Weierstrass. Aplicaciones.

### Unidad III: Derivada.

Definición de función derivable en un punto. Ejemplos. Reglas de derivación. Propiedades. Regla de la cadena. Derivadas de orden superior. Derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones exponenciales. Derivada de la función inversa. Derivada de funciones trigonométricas inversas. Algo sobre el número  $e$ . Derivada de funciones logarítmicas. Aplicaciones.

### Unidad IV: Valores máximos y mínimos. Gráficas.

Definición de punto de máximo (mínimo) y de valor máximo (mínimo) locales y absolutos. Ejemplos. Teorema de Fermat. Máximos y mínimos en intervalos cerrados. El Teorema de Rolle y el Teorema del valor medio. Teorema del valor medio de Cauchy. La regla de L'Hopital. Funciones crecientes y decrecientes. Propiedades. Concavidad y puntos de inflexión. Prueba de concavidad. Prueba de la segunda derivada. Gráficas. Aplicaciones.

### Unidad V: Integrales.

La integral indefinida de una función continua. Área. Suma de Riemann. Teorema fundamental del cálculo. Propiedades básicas de la integral indefinida. Técnicas de integración: Método de sustitución, integración por partes. Aplicaciones al cálculo de áreas y volúmenes. Aplicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- M. Urciuolo, P. Kisbye, Notas de Análisis Matemático I (en edición)
- L. Leithold, El cálculo
- S. Lang, Cálculo
- C. Boyallian, E. Ferreyra, M. Urciuolo, C. Will, Un Segundo curso de cálculo.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Stewart, J. Cálculo, Trascendentes tempranas

Spivak, M. Calculus

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se tomarán dos exámenes parciales, con posibilidad de recuperar cada uno de ellos.

El examen final será una evaluación escrita sobre contenidos teóricos - prácticos desarrollados en el curso.

#### **REGULARIDAD**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a las clases prácticas.

Aprobar las dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios, con calificación mayor o igual a 4.

#### **PROMOCIÓN**

Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases prácticas.

Aprobar las dos evaluaciones parciales (o sus correspondientes recuperatorios) con una nota mayor o igual a 6 (seis), y obteniendo un promedio mayor o igual a 7 (siete).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Numérico II	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

Esta materia tiene fundamental importancia en el plan de estudios actual de la carrera Licenciatura en Matemática, pues provee las herramientas básicas que un licenciado debe poseer para enfrentar problemas reales.

Al resolver problemas prácticos, por ejemplo problemas de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales mediante el método de elementos finitos o diferencias finitas, aparecen naturalmente sistemas de ecuaciones lineales y no lineales con cierta estructura. De este modo es necesario aprender métodos directos e iterativos para la resolución de estos problemas.

Objetivos:

Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de:

- comprender e implementar métodos directos e iterativos fundamentales para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, aproximación mediante técnicas de cuadrados mínimos, y el cálculo de autovalores y autovectores;
- saber elegir los métodos a utilizar para resolver el problema planteado;
- conocer las restricciones de cada método numérico en cuanto a su eficiencia y su campo de aplicación;
- conocer la influencia de la propagación de errores durante la resolución de problemas de álgebra lineal numérica

### CONTENIDO

#### Métodos directos para la resolución de sistema lineales.

Sistemas lineales. Matrices en bloques. Operaciones con matrices en bloques. Sistemas triangulares (inferiores y superiores). Algoritmos versión fila y columna, versión modificada (bloques). Conteo operacional. Matrices definidas positivas. Descomposición de Cholesky. Algoritmos versión producto interno, producto exterior y de borde. Conteo operacional. Teorema de la descomposición de Cholesky. Eliminación Gaussiana y Descomposición LU. Eliminación Gaussiana sin intercambio de filas. Algoritmo de eliminación Gaussiana y descomposición LU. Conteo operacional. Teorema de la descomposición LU. Variantes de la descomposición LU. Eliminación Gaussiana con pivoteo parcial. Algoritmo para resolución de sistema lineal con pivoteo parcial. Costo operacional. Pivoteo total. Valores singulares. Descomposición en valores singulares.

#### Sensibilidad de sistemas lineales.

Normas vectoriales y matriciales. Normas matriciales inducidas. Norma de Frobenius. Sensibilidad de sistemas lineales. Número de condición de una matriz. Efecto de perturbaciones en el vector independiente. Matrices bien y mal condicionadas. Interpretación geométrica del mal condicionamiento. Mal condicionamiento causado por escalado deficiente. Efecto de perturbaciones en la matriz. Estimación del número de condición. Análisis de errores de redondeo.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

### **Descomposicion QR**

Matrices ortogonales. Propiedades. Rotaciones. Rotaciones de Givens. Descomposición QR usando rotaciones. Algoritmo. Costo computacional. Reflexiones. Reflexiones de Householder. Consideraciones prácticas. Descomposición QR usando reflexiones. Algoritmo. Costo computacional.

### **Problema de Cuadrados Minimos**

Solucion del Problema de cuadrados minimos. Ajuste de datos. Algoritmos de clasificacion. Cuadrados minimos con restricciones. Cuadrados minimos no lineales.

### **Problema de autovalores y autovectores.**

Método de las potencias. Propiedades de convergencia. Algoritmo. Método de las potencias inverso. Algoritmo. Método del cociente de Rayleigh. Algoritmo. Teorema de Schur. Algoritmo QR.

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

1. BORNEMANN, Folkmar. Numerical linear algebra: a concise introduction with Matlab and Julia. Springer, 2018.

2. BOYD, Stephen; VANDENBERGHE, Lieven. Introduction to applied linear algebra: vectors, matrices, and least squares. Cambridge university press, 2018.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

1. G. Golub, C. Van Loan. Matrix Computations.
2. D. Watkins. Fundamentals of Matrix Computations.
3. J. Demmel. Applied Numerical Linear Algebra.
4. L. Trefethen, D. Bau. Numerical Linear Algebra.
5. G. Forsythe, C. Moler. Solución mediante computadoras de sistemas algebraicos lineales.
6. P. Lascaux, R. Theodor. Analyse numerique matricielle appliquee a l'art de l'ingenieur.

## EVALUACIÓN

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

- 1- Dos parciales con sus respectivos recuperatorios.
- 2- Tres Trabajos de Laboratorio

Los alumnos que no promocionan deberán rendir un examen escrito para aprobar la materia.

### **REGULARIDAD**

Para obtener la regularidad el alumno deberá aprobar dos parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### **PROMOCIÓN**

1- Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).

2- aprobar todos los Trabajos de Laboratorio



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Ecuaciones Diferenciales II	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El área de ecuaciones diferenciales tiene como objetivo la resolución de diferentes modelos provenientes de otras áreas científicas, como por ejemplo la física, la biología o la economía. La mayoría de los modelos sin embargo no pueden resolverse de forma explícita. De esta forma es necesario desarrollar distintas teorías que permitan responder a cuestiones como existencia y unicidad de solución, regularidad de solución y otras propiedades de carácter geométrico.

Lamentablemente no hay una teoría unificadora que permita contestar estas cuestiones para cualquier ecuación en derivadas parciales y por lo tanto se busca clasificar las ecuaciones de distintas maneras para poder obtener resultados similares dentro de un mismo grupo con una misma técnica.

En esta materia se buscará que los alumnos aprendan qué es una ecuación en derivadas parciales y las clases en que se dividen. Como motivación e introducción al tema se estudiarán ecuaciones de primer orden y se construirán soluciones explícitas para algunos modelos, usando el método de características. Luego se construirán soluciones explícitas para modelos sencillos de segundo orden en dos dimensiones mediante el método de separación de variables.

Luego se pasará a ecuaciones de segundo orden más generales. Se tomará la ecuación de Laplace como modelo y se estudiará a fondo esta ecuación ya que sirve de base para toda la teoría de ecuaciones elípticas. En seguida se analizarán las ecuaciones del calor (parabólica) y de ondas (hiperbólica).

Finalmente se dará una breve introducción al concepto de espacio de Sobolev y de solución débil y la necesidad de buscar solución en espacios que no sean el de las funciones continuas y derivables. Se mostrará cómo probar la existencia de solución débil y se discutirán algunas propiedades sin demostración.

### CONTENIDO

#### Preliminares

Recordar resultados de Análisis III como los teoremas de la Función Inversa, Implícita o de la divergencia de Gauss. Recordar resultados de Funciones reales como desigualdades de Holder, Young o Minkowsky. Convolución, núcleo regularizante. Fórmulas de Green.

#### Ecuaciones de primer orden

Ecuación de transporte. Método de características. Aplicaciones a la Ecuación de Burgers.

#### Series de Fourier y Separación de Variables

Series de Fourier, construcción y convergencia. Método de Separación de variables para ecuaciones de ondas, calor y Laplace.

#### Ecuación de Laplace

Solución del problema de Dirichlet en  $R^n$ . Función de Green y núcleo de Poisson en el semiespacio y la esfera. Teorema del valor medio. Recíproca del teorema del valor medio. Principio del máximo. Desigualdad de Harnack. Analiticidad de las funciones armónicas. Método de Perron.

#### Ecuaciones de calor y ondas



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

El operador del calor. El núcleo de Gauss y sus aplicaciones. La ecuación del calor en dominios acotados. Principio del máximo. Regularidad. La ecuación de ondas en 1, 2 y 3 dimensiones.

### Introducción a las soluciones débiles

Espacios de Sobolev  $W_k,p$ . Formulación variacional de problemas de contorno. Existencia y unicidad del minimizante en  $H^1$  para la integral de Dirichlet. Resolución de problemas uniformemente elípticos de 2do. orden

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. L.C. Evans, Partial Differential Equations, AMS 2010
2. S. Salsa, Partial Differential Equations in action- from modelling to theory, Springer 2010
3. W.A. Strauss, Partial Differential Equations- An Introduction, Wiley 2007

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. D. Gilbarg y N. Trudinger, Elliptic partial Differential Equations of Second Order, Springer 2001
2. H. Brezis, Analisis Funcional, Teoria y Aplicaciones, Alianza Editorial, 2007

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se tomarán dos exámenes parciales, con posibilidad de recuperar cada uno de ellos.  
Examen final teórico-practico.

### REGULARIDAD

- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Elementos de Física	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 195 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Se presentan los conceptos básicos y fundamentales de la Física con énfasis en la Mecánica Clásica. El egresado de esta carrera estará en condiciones de dictar cursos de Física, por lo que el conocimiento de sus fundamentos es esencial.

Se pretende que el asistente al curso alcance los siguientes objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales de la Física.
- Comprender y valorar las leyes de conservación.
- Reconocer y valorar la evidencia experimental como la justificación última de las teorías científicas en general y de la Física en particular.
- Adquirir autonomía para avanzar en el estudio de la disciplina.
- Desarrollar habilidad en la resolución de problemas a partir de las leyes de la Física.

### CONTENIDO

#### Unidad 1: El proceso de medición.

Ámbito de la Física: el objeto de estudio. El proceso de medición: constitución y resultados. Magnitudes físicas y unidades. Promedio y varianza. Histograma. Errores en la medición.

#### Unidad 2: Representación gráfica.

Representación gráfica de resultados. Relaciones lineales y linealizables. Método de cuadrados mínimos. Regresión lineal.

#### Unidad 3: Movimiento Rectilíneo..

Posición de una partícula en el espacio. Movimiento en la recta. Posición y desplazamiento. Función posición. Velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. MRU y MRUV. Condiciones iniciales para el movimiento. Ejemplos: movimiento con aceleración constante; caída libre.

#### Unidad 4: Movimiento en el plano.

Posición de una partícula en el plano. Vector posición. Proyecciones sobre ejes cartesianos: componentes. Posición, velocidad y aceleración: magnitudes vectoriales. Trayectoria. Proyecciones tangencial y normal de la aceleración. Ejemplo 1: trayectoria de un proyectil. Posiciones alcanzables e inalcanzables. Ejemplo 2: movimiento circular. Proyección tangencial y centrípeta de la aceleración. Velocidad y aceleración angular.

#### Unidad 5: Composición de movimientos.

Descripción del movimiento desde distintos sistemas de coordenadas. Transformaciones de Galileo; hipótesis. Velocidad relativa.

#### Unidad 6: Momento lineal y fuerza. Movimiento en la recta.

Medición de masa inercial. Colisiones y conservación del momento lineal. Colisiones elásticas. Centro de masa. Fuerza: intensidad de interacción. Fuerza gravitatoria. Fuerza eléctrica. Fuerza de un resorte. El principio de superposición.

#### Unidad 7: Momento lineal y fuerza. Movimiento en el plano.

A  
F



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Carácter vectorial de la fuerza y el principio de superposición. Movimiento del centro de masa. Fuerzas de contacto.

### **Unidad 8: Impulso y trabajo. Energía.**

Impulso de una fuerza. Trabajo de una fuerza. Teorema del trabajo y la energía (teorema de las fuerzas vivas). Energía potencial. Diagramas de energía. Energía potencial y el principio de superposición.

### **Unidad 9: Oscilaciones.**

Oscilador lineal. Ecuación del oscilador armónico. Oscilaciones de pequeña amplitud de un péndulo.

### **Unidad 10: Momento cinético.**

Momento cinético y campo de fuerzas central. Conservación del momento cinético de dos partículas en interacción. Carácter vectorial del momento cinético. Descomposición: momento cinético orbital y de espín. Impulso angular.

### **Unidad 11: El campo central.**

Ley de gravitación universal. Ley de gravitación y órbitas planetarias. El campo electrostático. Campo gravitatorio y campo electrostático. El potencial. Ley de Gauss.

### **Unidad 12: Campo magnético.**

Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos, Fuerza de Lorentz. Corriente eléctrica. Movimiento en campos magnéticos y eléctricos uniformes. Campo magnético producido por un hilo conductor infinito. Campo de una lazo de corriente. Ley de Ampère.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Física para ciencias e ingeniería / Raymond A. Serway, John W. Jewett.
- Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas / Uno Ingard, William L. Kraushaar.
- Introducción a las mediciones de laboratorio / Alberto Pascual Maiztegui, Reinaldo J. Gleiser.
- Material de referencia incluido en <http://www.famaf.proed.unc.edu.ar/course/view.php?id=344>
- Física Vol. II - Campos y ondas. M. Alonso y E. Finn.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Mecánica elemental : complementos para su enseñanza y estudio / Juan Gregorio Roederer.
- The Feynman lectures on physics / Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, Matthew Sands.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Completar los Trabajos Prácticos asignados en los tiempos y forma convenidos.

Aprobar las dos evaluaciones parciales.

Se tomará un examen Final escrito de problemas sobre los temas desarrollados en el curso y opcionalmente de ser necesario un examen oral.

### **REGULARIDAD**

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
3. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### **PROMOCIÓN**

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

3. aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).
4. Aprobar un coloquio.

F

M

S



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMA F**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Elementos de Funciones Complejas	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Profesorado en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 105 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las funciones de variable compleja son objetos de la matemática básica que aparecen y son útiles en muchas áreas, no solo de la matemática, sino de la física y la ingeniería.

La teoría de funciones de variable compleja es muy rica; presenta ideas novedosas fundamentales a partir de las cuales se obtienen gran cantidad de resultados.

En este curso se presentan las herramientas básicas para desarrollar la teoría y las habilidades de cálculo propias del área.

#### CONTENIDO

##### Números complejos y la topología del plano

La aritmética de los números complejos. Representación polar. Regiones del plano. Abiertos y cerrados del plano.

##### Funciones diferenciables de $\mathbb{R}^2$

Diferenciabilidad real de funciones del plano en sí mismo. Desarrollo de Taylor.

##### Funciones analíticas

Funciones complejas derivables. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. La función exponencial. Funciones armónicas.

##### Integrales de línea, desarrollos en series de potencias y aplicaciones

Integrales de línea. Teorema de Cauchy. Series de potencias. Fórmula integral de Cauchy. Teorema de Liouville. El Principio de identidad. El Principio del módulo máximo.

##### Funciones especiales

La exponencial. Las funciones trigonométricas. El logaritmo principal.

##### Singularidades

Serie de Laurent. Tipos de singularidades. El Teorema de Casorati-Weierstrass.

##### Residuos

Definición. El Teorema del residuo. El Teorema de Rouché. Cálculo de integrales reales.

##### Transformaciones de Möbius y mapas conformes

Definición y cálculo con transformaciones de Möbius. Mapas conformes.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Robert B. Ash, W. Phil Novinger. "Complex variables", Dover, New York 2004.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Se tomarán tres parciales durante el cursado.

La materia se aprobará aprobando un examen final teórico-práctico.

**REGULARIDAD**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

*(Handwritten marks)*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Física Experimental II	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 2° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 75 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La física es una ciencia netamente fáctica, por lo que resulta de gran importancia que el alumno de la Licenciatura en Física aprenda a observar la naturaleza a través de experimentos. En particular, es importante que entiendan que los modelos físicos son modelos que se apoyan, en la mayoría de los casos, en suposiciones que, a veces, son imposibles de lograr experimentalmente.

En este curso el alumno se familiarizara con el uso de técnicas termométricas y con la medición de magnitudes físicas en experimentos de termometría y calorimetría termodinámica. Otro objetivo fundamental del curso es continuar con el aprendizaje de procesamiento de datos experimentales y de análisis y evaluación de incertidumbres en mediciones de laboratorio, al mismo tiempo que se afianza en el manejo del cuaderno de laboratorio, de gran importancia en física experimental.

#### CONTENIDO

##### Clases Teóricas

Unidad I: Normas de seguridad de Laboratorio\*

Normas generales de seguridad en laboratorios y talleres. Conceptos básicos. Medidas generales de prevención. Medidas de seguridad y riesgos específicos en experimentos típicos que se realizan en el curso de Física Experimental II. Hojas de seguridad, interpretación.

\*A cargo de la Responsable de la Oficina de Gestión, Higiene, Seguridad y Media Ambiente Laboral de FaMAF.

Unidad II: Tratamiento estadístico de datos experimentales para pocos puntos

Distribución t-student. Propiedades. Intervalo de confianza basados en una población con distribución normal pero con muestras pequeñas. Comparación de valores determinados experimentalmente para muestras pequeñas. Inferencias en relación con dos varianzas poblacionales. Distribución F. Propiedades.

Unidad III: Intervalo de confianza para magnitudes que dependen de varias variables.

Variables dependientes o correlacionadas. Cálculo de incertidumbres para magnitudes que dependen de variables correlacionadas. Covarianza. Correlación. Grado de libertad efectivo. La fórmula de Welch-Satterthwaite. Intervalo de cobertura. Evaluación de incertidumbres combinadas de acuerdo a la Guía GUM. Incertidumbres expandidas.

Unidad IV: Distribución binomial y de Poisson.

Distribución binomial. Propiedades. Aproximación Gaussiana a la distribución binomial. Distribución de Poisson. Propiedades. Aproximación Gaussiana a la distribución de Poisson.

Unidad V: Ajuste por el método de cuadrados mínimos de un polinomio.

Ecuaciones matriciales. Evaluación de las incertidumbres de los parámetros.

##### Clases de Laboratorio

Laboratorio 1: Termometría. (3 clases).

Objetivos específicos: Calibración de termómetros de mercurio, termistores y termocuplas tipo K.

Estudio de la respuesta de termistores envainados.

Objetivos generales:



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

- Aprender a medir temperaturas.
- Estudio de las características básicas de diferentes termómetros.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 2: Medición de coeficientes de viscosidad (1 clase).

Objetivo específico: Medir el coeficiente de viscosidad dinámica del alcohol etílico utilizando el viscosímetro de Ostwald.

Objetivos Generales:

- Uso de la fórmula de Welch-Satterthwaite para el cálculo del número de grados de libertad efectivo. Evaluación del intervalo de cobertura.
- Aplicación de la GUM a incertidumbres tipo B.

Laboratorio 3: Experimento de Clément & Desormes (1. clase).

Objetivo específico: Determinación del cociente  $cp/cv$ .

Objetivos Generales:

- Medición de presiones.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 4: Dilatación térmica (2 clases).

Objetivo específico: Medir el coeficiente medio de dilatación térmica lineal de diferentes materiales (aluminio, cobre, bronce, hierro y vidrio).

Objetivos Generales:

- Uso de comparadores.
- Ajuste lineal.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 5: Calorimetría I (2 clases).

Objetivo específico: Medición del calor específico de un cuerpo sólido utilizando el calorímetro de las mezclas.

Objetivos Generales:

- Evaluación del  $\pi$  del calorímetro.
- Evaluación de incertidumbres.

Laboratorio 6: Calorimetría II (1 clases).

Objetivo específico: Medición del calor latente de vaporización del nitrógeno líquido.

Objetivo General: Evaluación de incertidumbres.

### Seminarios

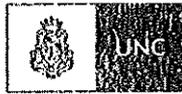
Dos (2) seminarios sobre aspectos históricos y actuales de los conceptos físicos desarrollados en la materia.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- S. Perez, C. Shurrer y G. Stutz, "Análisis de Datos e Incertidumbres en Física Exoerimental", Trabajos de Física, Serie C, No 4/11, FaMAF-UNC, 2011.
- John R. Taylor, "An introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements", 2nd ed., University Science Book, 1997.
- Philip Bevington and D. Robinson, "Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences", 3rd ed., Mc. Graw Hill 2003.
- Les Kirkup and Bob Frenkel, "An introduction to Uncertainty in Measurement", Cambridge University Press, 2006.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

- Salvador Gil y Eduardo Rodriguez, "Física re-Creativa", Pearson Education S.A., 2001.
- JCGM 100: 2008. "Evaluation of measurement data—guide for the expression of uncertainty in measurement (GUM)", 1st. ed., 2008.
- Barry Taylor and Chris Kuyatt. "NIST technical note 1297." Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results", 1994 ed. NIST, 1994.
- Dennis Wackerly, William Mendenhall and Richard Scheaffer. "Estadística matemática con aplicaciones". Sexta Ed. International Thomson 2002, México.
- Jay Devore. "Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias", Quinta Ed. International Thomson 2001, México.
- J.V. Nicholas y D.R. White, "Traceable Temperatures", 2nd. ed., John Wiley & Sons, 2005.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Formas de evaluación:

- Dos (2) evaluaciones parciales. Las evaluaciones parciales serán de contenido teórico-práctico.
- Realización de todas las experiencias de laboratorio. La evaluación considerará el trabajo en el laboratorio y el cuaderno de laboratorio.

Condiciones para aprobar la materia conforme al plan de estudio

- Asistencia: 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.
- Exámenes parciales: Aprobar dos (2) exámenes parciales con calificación mayor o igual a cuatro (4), con opción a recuperar uno.
- Trabajos de Laboratorio: Aprobar todos los laboratorios con calificación mayor o igual a cuatro (4), con opción a recuperar uno.
- Asistencia al 100% de los seminarios.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica Celeste I	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Fundamentación: es una materia obligatoria del plan de estudios que completa la formación elemental del astrónomo.

Objetivos: Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de comprender la estructura dinámica, origen, evolución y estabilidad del Sistema Solar, así como de otros sistemas planetarios.

El estudiante debe comprender la importancia de los problemas de 2 y 3 cuerpos como primera aproximación a sistemas más complejos, así como los efectos que sobre ellos causan fuerzas externas, tales como interacción tidal y migración planetaria. Será fundamental poder aplicar la teoría de perturbaciones, permitiendo deducir variaciones en las integrales de movimientos, y comprender su rol en la aparición de dinámica caótica. El estudiante debe ser capaz de manejar el formalismo Hamiltoniana y poder aplicar el proceso de media a diversos sistemas dinámicos. Estos conocimientos le deberán permitir describir cómo la estructura del espacio de fase de sistemas oscilatorios ayuda a entender la estructura resonante y la estabilidad de sistemas planetarios. Finalmente gran parte de las herramientas matemáticas y conceptos provistos pueden ser aplicados a otro tipo de sistemas dinámicos no necesariamente relacionados con sistemas planetarios.

**CONTENIDO**

**Unidad I: Estructuras Dinámicas en Sistemas Planetarios**

Breve historia de la Mecánica Celeste y el problema de N-cuerpos en la astronomía. La dicotomía entre origen y evolución. Estructuras dinámicas en el sistema Solar. Estructuras en otros sistemas planetarios. Formación in-situ versus migración planetaria.

**Unidad II: El Problema de Dos Cuerpos**

Ecuaciones de Movimiento. Posición y Velocidad Orbital. La anomalías excéntrica y verdadera. Órbitas baricéntricas. La órbita en el espacio. Aplicaciones: órbitas de transferencia de Hohmann, rendezvous, satélites Molniya y geoestacionarios. Detección de planetas extrasolares.

**Unidad III: El Problema de Dos Cuerpos Perturbado**

El concepto de perturbación. Pequeñas perturbaciones. Método de variación de las constantes. Ecuaciones planetarias de Gauss y de Euler-Lagrange. Efectos post-Newtonianos en el problema de dos cuerpos. Achatamiento rotacional. Fricción aerodinámica. Efectos de la migración planetaria.

**Unidad IV: Interacciones Tidales**

Propiedades físicas de cuerpos extendidos. Figuras de equilibrio. Lag viscoso. Fuerz y torque. Ecuaciones de movimiento orbital y de rotación. Soluciones estacionarias spin-órbita. Aplicaciones a satélites naturales. Los casos de Mercurio y Plutón. Aplicación a planetas extrasolares. Exolunas.

**Unidad V: El Problema Restricto de Tres Cuerpos**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Definición. Ecuaciones de movimiento. Integral de Jacobi. Curvas de velocidad cero. Los puntos Lagrangeanos: localización y estabilidad. Movimiento alrededor de L4 y L5. Criterio de Tisserand. Swing-by. Aplicaciones: Viaje a la Luna, satélites irregulares de los planetas Jovianos, órbitas Halo, lóbulo de Roche y los anillos de Saturno, asteroides Troyanos.

#### Unidad VI: Teoría de Perturbaciones Hamiltonianas

Repaso de dinámica Hamiltoniana. Reducción de Routh. El Hamiltoniano del problema de tres cuerpos. Método de Lindstedt-Poincaré. Método de Von-Zeipel. Teorema KAM.

#### Unidad VII: Dinámica Secular

Aplicación de Von-Zeipel al problema restringido de tres cuerpos. Sistemas de ecuaciones seculares. Solución de Lagrange-Laplace. Elementos propios. Aplicación: familias de asteroides. Resonancias seculares.

#### Unidad VIII: Dinámica Resonante

El fenómeno de resonancia. Pequeños divisores y convergencia asintótica de las series perturbativas. Teorema de Poincaré-Birkhoff. Modelo del péndulo. Nociones básicas de caos. Mapas y Superficies de Sección. Mapa de Smale. Características del Movimiento Caótico. Caos Local y Global. Teorema de Poincaré. Aplicaciones: las lagunas de Kirkwood, los satélites Galileanos, planetas internos del Sistema Solar, sistemas planetarios extrasolares.

#### Trabajos prácticos especiales

Monografía sobre la estructura dinámica de un sistema planetario a elección.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Brouwer, D. y Clemence, G.M. (1961). "Methods of Celestial Mechanics", Academic Press.
- Moulton, F.R. (1928). "An Introduction to Celestial Mechanics", The Macmillan Company.
- Murray, C.D. y Dermott, S.F. (1999). "Solar System Dynamics", Cambridge University Press.
- Szebehely, V. (1967). "Theory of Orbits", Academic Press.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ferraz-Mello, S. (2006). "Canonical Theories of Perturbation, Degenerate Systems and Resonance", Springer.
- Lichtenberg, A.J. y Leiberman, M.A. (1983). "Regular and Stochastic Motion", Springer Verlag.
- Morbidelli, A. (2002). "Modern Celestial Mechanics; Aspects of Solar System Dynamics, Cambridge University Press.
- Artículos varios

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Metodología de Trabajo: Clases teóricas y clases prácticas dos veces por semana. En las clases prácticas se realizarán las resoluciones de las guías de ejercicios y la monografía.

#### FORMAS DE EVALUACIÓN:

- Tres (3) evaluaciones parciales.
- Entrega de un (1) trabajo práctico especial (monografía).
- Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos teórico-prácticos.
- El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos teóricos. Los alumnos que hayan regularizado no precisan realizar evaluación escrita.
- La materia no considera régimen de promoción.

#### REGULARIDAD



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

El alumno deberá:

**1. ASISTENCIA**

- Cobertura del 70% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.

**2. EXÁMENES PARCIALES**

- Aprobación al menos dos exámenes parciales, con calificación mayor o igual a 4. Con la posibilidad de un tercer examen recuperatorio.

**3. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO**

- Entrega de los trabajos prácticos en la fecha establecida y aprobación del 60%.

F

**PROMOCIÓN**

No hay régimen de Promoción en el cursado de la materia.

M  
/



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Termodinámica y Mecánica Estadística II	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia tiene por objetivo brindar los elementos básicos de la teoría de la mecánica estadística, deduciendo propiedades macroscópicas a partir del conocimiento de la física microscópica. Luego de una introducción a la teoría de probabilidad, y de incorporar la noción de entropía estadística, el curso se estructura en base a la teoría de ensambles con numerosos ejemplos intercalados, finalizando con el estudio de los gases cuánticos.

### CONTENIDO

#### Probabilidad

Permutaciones y combinaciones. Definición de probabilidad. Variables aleatorias o estocásticas. Distribución binomial. Distribución gaussiana. Distribución de Poisson. Caminata al azar. Teorema del límite central.

#### Distribución de probabilidad en sistemas dinámicos

La evolución de sistemas clásicos. Sistemas cuánticos: el operador densidad. Estados puros y mezcla. Ecuación de Liouville.

#### Nociones elementales sobre teoría de información

Entropía de información. Principio de máxima entropía (estadística). Ejemplos.

#### Ensamble microcanónico

Sistemas cerrados y aislados. Entropía de Boltzmann. Gas ideal clásico. Ejemplos de sistemas cuánticos.

#### Ensamble canónico

Sistemas cerrados. Descripción clásica. Descripción cuántica. Fluctuaciones de la energía. Revisión de los postulados de la termodinámica. Sólido cristalino. Descripción clásica. Modelo de Einstein. Modelo de Debye. Moléculas diatómicas: el caso del hidrógeno. Acoplamiento mecánico con el exterior: sistemas magnéticos.

#### Ensamble gran canónico

Sistemas abiertos. Fluctuaciones en el ensamble gran canónico. Partículas idénticas. Gases ideales cuánticos. Partículas de Maxwell-Boltzmann.

#### Gas de Bose-Einstein

Condensación de Bose. Población macroscópica del estado fundamental. Curva de coexistencia.

#### Gas de Fermi-Dirac

Distribución de Fermi. Sistemas termodinámicos a bajas y altas temperaturas. Energía de Fermi y potencial químico. Diamagnetismo de Landau. Efecto de De Haas-Van Alphen.

#### Sistemas magnéticos

Diamagnetismo de Landau. Ferromagnetismo: modelo de Heisenberg y de Ising. Aproximación de campo medio. Antiferromagnetismo. Gas de red.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- L. Reichl: "A Modern Course in Statistical Physics", University of Texas Press, Austin, 1980.
- K. Huang: "Statistical Mechanics", 2a. edición, Wiley, New York, 1987.
- (H. Nazareno: "Notas de Mecânica Estatística Quântica", Universidade de Brasília, 1979.)
- (R. Balian: "From Microphysics to Macrophysics", Springer-Verlag, New York, 1992.)
- (R. Balescu: "Equilibrium and Nonequilibrium Statistical Mechanics", Wiley, New York, 1991.)
- Apuntes de clase (basados principalmente en los textos anteriores).
- S. Cannas: "Notas de Mecánica Estadística", Universidad Nacional de Córdoba, 2013.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- S. Salinas: "Introduction to Statistical Physics", Springer-Verlag, 2010.
- F. Schwabl: "Statistical Mechanics", 2a. edición, Wiley, New York, 1987.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Tres evaluaciones parciales a lo largo del cuatrimestre.

La evaluación final será escrita e involucrará la resolución de problemas similares a los vistos en las clases prácticas.

### REGULARIDAD

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas, y aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### PROMOCIÓN

Cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas, y aprobar todas las rtes evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Dinámica Orbital con un Perturbador Interno.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación: es una materia de formación aplicada que extiende los conceptos aprendidos en la materia Mecánica Celeste.

Objetivos: Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de utilizar herramientas numéricas y analíticas en el estudio del problema de tres cuerpos. Se compararán resultados numéricos y analíticos en el caso de tener un cuerpo central masivo con un perturbador muy pequeño y otro de masa comparable. Se utilizará en el cálculo numérico la herramienta Rebound y en el cálculo analítico diversos manipuladores algebraicos.

#### CONTENIDO

##### Unidad I : Mecánica Celeste y Mecánica Hamiltoniana.

Coordenadas de Jacobi. Transformaciones canónicas. Rebound como herramienta numérica: Ejemplos. Identificación de resonancias. Introducción de fuerzas adicionales.

##### Unidad II : Desarrollos analíticos y semianalíticos.

Función perturbadora para perturbador interno. Desarrollos de alto orden. Construcción de Hamiltoniano exacto para caso restringido y general. Cantidades conservadas. Construcción de espacio de fase.

##### Unidad III: Dinámica Secular para un perturbador interno.

Soluciones de equilibrio analíticas y numéricas. Resonancias Seculares de la función perturbadora. Resonancia Kozai Exterior. Otras resonancias. Efectos dinámicos que afectan la distribución de Objetos Transneptunianos.

##### Unidad IV : Resonancias de Movimientos Medios.

Objetos resonantes en el cinturón transneptuniano. Estudios de las resonancias del tipo 1:N y 2:N. Resonancias 1:N como límite de estabilidad para sistemas circumbinarios. Capturas en resonancias tipo 1:N y 2:N.

##### Unidad V : Aplicación para sistema solar y sistemas binarios.

Integraciones numéricas. Mapas dinámicos. Indicadores de Caos. Indicadores de estructuras. Regiones de estabilidad.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Murray C. D., Dermott S. F., Solar System Dynamics, Cambridge University Press, 2008.
- Morbidelli A., Modern Celestial Mechanics, Taylor & Francis, 2001.
- Brower D., Clemence G. M., Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, 1961.
- Moulton, F. R., An Introduction to Celestial Mechanics, The Mac Millian Company, 2da. Edición, 1914.
- J. Laskar and P. Robutel. Stability of the Planetary Three-Body Problem. I. Expansion of the Planetary Hamiltonian. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, 62:193–217, 1995.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

- Gallardo, T., Hugo, G., & Pais, P. 2012, Icarus, 220, 392.
- Vinson, B. R. & Chiang, E. 2018, MNRAS, 474, 4855.
- Farago, F. & Laskar, J. 2010, MNRAS, 401, 1189.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

- Entrega de un informe por cada unidad desarrollada.
- Entrega de un (1) trabajo práctico final en forma de informe.
- La materia no considera régimen de promoción.
- Examen oral individual de toda la materia frente al tribunal designado.

#### REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
3. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar, tener regularizada Mecánica Celeste I y Astrometría, y aprobada Métodos Matemáticos de la Física II.

Para rendir, tener aprobadas Mecánica Celeste I, Astrometría, y Métodos Matemáticos de la Física II.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Magnetohidrodinámica.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Magnetohidrodinámica.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

El plasma es el estado de la materia observable más abundante en el Universo (99%). La mayor parte de las estrellas, el medio interplanetario, interestelar, e intergaláctico es plasma. También se generan en laboratorios terrestres y para aplicaciones industriales. Es por esto que consideramos que la materia es de gran interés para estudiantes de astronomía y física.

Objetivos:

Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de:

- Describir los parámetros característicos de un plasma y sus diferentes regímenes
- Diferenciar los planteos de la MHD de los que requieren soluciones cinéticas
- Abordar la lectura de trabajos científicos en los que se tratan problemas astrofísicos desde la aproximación de la mecánica del continuo
- Comprender problemas en los que se aborda la dinámica de flujos astrofísicos en la aproximación del continuo
- Resolver problemas analíticos sencillos
- Caracterizar los diferentes tipos de ondas MHD que se propagan en un plasma y caracterizar los distintos tipos de ondas de choque MHD
- Comprender enunciados de teoremas de la especialidad
- Iniciar en forma guiada un trabajo de investigación en la especialidad

#### CONTENIDO

##### 1. Introducción

Consideraciones generales sobre la teoría de plasma. Caracterización de la noción de plasma. Longitud de Debye-distancia de apantallamiento. Logaritmo de Coulomb. Movimiento de partículas cargadas en campos electromagnéticos: campo magnético uniforme; deriva  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$  de campos uniformes; movimiento en campos no uniformes; deriva  $\text{Grad}(\mathbf{B})$ ; deriva de curvatura; movimiento en campos suavemente dependientes del tiempo; invariantes adiabáticos.

##### 2. Plasma como fluido

Descripción cinética. Descripción de fluido. Aproximación MHD. Ecuaciones MHD: Ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía. Fuerza de Lorentz. Ecuaciones de Maxwell. Ley de Ohm. Ecuación de inducción. Límite difusivo. Límite de conductividad perfecta. Tubos de flujo magnético y hojas de corriente. Congelamiento del campo a la materia. Parámetros adimensionales:  $N^{\circ}$  Reynolds,  $N^{\circ}$  Reynolds magnético,  $N^{\circ}$  de Mach,  $N^{\circ}$  de Mach Alfvén, parámetro



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

de plasma: beta.

### 3. Equilibrios magnetohidrostáticos

Ecuaciones de la magnetohidrostática. Superficies magnéticas. Variación de la presión con la altura cuando actúa la gravedad y el campo magnético. Equilibrios libres de fuerzas. Equilibrio cuando actúa el gradiente de presión y la fuerza de Lorentz. Equilibrios con simetría cilíndrica. Campos puramente axiales y puramente azimutales.

### 4. Ondas MHD

Linealización de las ecuaciones y modos fundamentales. Ondas acústicas. Ondas de Alfvén y ondas magnetoacústicas. Ondas de gravedad. Propagación en medios inhomogéneos. Ondas de choque. Choques magnetosónicos rápidos y lentos.

### 5. Calentamiento y Reconexión magnética

Formación de hojas de corriente. Reconexión magnética. Tasa de reconexión. Modelo de Sweet-Parker. Modelo de Petschek.

### 6. Teoría de dínamo

Teorema de Cowling. Generación de campos por efecto dínamo. Electrodinámica de campo medio. Ondas de dínamo.

### 7. Turbulencia MHD

Turbulencia isótropa y homogénea. Invariantes ideales y distribuciones de equilibrio. Regímenes de decaimiento selectivo y alineamiento dinámico. Espectros de energía. Intermitencia. Flujos estacionarios. Aspectos topológicos de la MHD. Helicidad magnética. Teorema de Woltjer.

### 8. Dinámica de la corona solar: Viento solar

Introducción. Modelos de calentamiento por disipación Joule de corrientes. Estabilidad térmica de arcos magnéticos. Fulguraciones solares. Componentes lenta y rápida del viento solar. Modelo de Parker. Agujeros coronales y "streamers". Mecanismos de aceleración y calentamiento.

### 9. Dínamos en discos astrofísicos y galácticos

Discos en astrofísica: proto-planetaarios, estelares y de acreción. Condiciones astrofísicas de los discos. Inestabilidad Magnetorrotacional. Creación de jets. Dínamos galácticos. Campos magnéticos en galaxias. Turbulencia interestelar y vientos. Modelos de Winding. Dinamo Alpha-Omega. Rayos cósmicos.

### 10. Campos magnéticos cosmológicos

El problema de los campos magnéticos primordiales. Evolución con el redshift. Campos magnéticos en el medio intergaláctico. Cúmulos, vacíos y filamentos cósmicos. Rayos cósmicos ultra energéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Baumjohann, W., Treumann, R., 2004. "Basic Space Plasma Physics", London, Imperial College Press.
- Nakariakov V., Verwichte E., 2005. "Coronal Waves and Oscillations", Liv.Rev.,2,3
- Biskamp, D. 1993. "Nonlinear magnetohydrodynamics", Cambridge Univ. Press. Green ball
- Biskamp, D. 2000. "Magnetic reconnection in plasmas", Cambridge Univ. Press.
- Chen, F.F. 1974. "Introduction to plasma physics", Plenum Press (NY).
- Choudhuri, A. 2004. "The Physics of Fluids and Plasmas", Cambridge Univer. Press.
- Kronberg, P. 2016, "Cosmic Magnetic Fields", Cambridge Univer. Press.
- Forbes, T., and Priest, E.R. 1999, "Magnetic reconnection: MHD theory and applications", Cambridge Univ. Press.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

- Freidberg, J.P. 1987, "Ideal magnetohydrodynamics", Plenum Press (NY).
- Golub, L., and Pasachoff, J.M. 1997, "The Solar Corona", Cambridge Univ. Press.
- Goedbloed, J.P and Poedts, S., 2004 "Principles of magnetohydrodynamics" Cambridge Univ. Press
- Rudiger, G., Hollerbach R., "The Magnetic Universe", Wiley Vch.
- Priest, E.R. 1982, "Solar magnetohydrodynamics", D. Reidel Publ. Co.
- Raichoudhuri, A., 1998, "The Physics of Fluids and Plasmas. An Introduction for Astrophysicists", Cambridge Univ. Press.
- Schwartz, S., Owen, C., Burgess, D., 2004, "Astrophysical Plasmas", London University of London.
- Sturrock, P.A. 1994, "Plasma physics", Cambridge Univ. Press.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Se realizarán 2 evaluaciones parciales, cuyos contenidos serán los vistos en el teórico/práctico. Respecto a la parte teórica los alumnos deberán exponer un trabajo o conjunto de trabajos que expliquen algún tema relacionado con la materia en donde se apliquen conceptos de la materia. Las temáticas serán acordadas con los docentes. En la exposición deberán mostrar solvencia no sólo en el material específico trabajado sino también en los conceptos generales estudiados. Y un examen final con una exposición oral.

#### REGULARIDAD

El alumno deberá: aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar la asignatura:

Electromagnetismo I aprobado y Electromagnetismo II regularizado.

Para rendir el final:

Electromagnetismo II aprobado.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Interacción de la Radiación con la Materia	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura "Interacción de la Radiación con la Materia", dictada en carácter de Especialidad I, es un curso introductorio a los distintos fenómenos físicos relacionados con la interacción de fotones, en el rango de energía de los rayos X y gamma, partículas cargadas y neutrones con la materia, y a los diferentes sistemas de detección y fuentes de radiación. El marco teórico de este curso provee a aquellos alumnos que desean especializarse en el área de espectroscopía de radiaciones ionizantes, del conocimiento básico para poder iniciar su trabajo especial de licenciatura o bien para poder cursar otras asignaturas especiales en el área de la física de radiaciones. Por su parte, los trabajos prácticos de laboratorio tienen como objetivo contribuir a mejorar la formación de los alumnos en el aspecto experimental y proporcionarles un entrenamiento básico para poder desarrollar experimentos en el área de espectroscopía de rayos X y gamma. El contenido de este curso, en alguno de sus puntos, incorpora elementos modernos de la física de radiaciones con el fin de proveer a los alumnos de una descripción más realista y actual de los distintos procesos de interacción de fotones y partículas subatómicas con la materia y al mismo tiempo acercarlos a las diversas técnicas espectroscópicas que actualmente se utilizan en investigación.

#### CONTENIDO

##### Unidad I: Fotones (rayos X y gamma)

Sección eficaz de interacción. Sección eficaz total y diferencial. Distintos tipos de interacción. Absorción fotoeléctrica. Sección eficaz. Distribución angular de fotoelectrones. Estructura fina de los bordes de absorción. Dicroísmo circular magnético de rayos x. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la absorción de rayos X. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la detección de fotoelectrones. Procesos de desexcitación atómica. Fluorescencia de rayos x. Procesos Auger. Transiciones Coster-Kronig. Producción de fluorescencia de rayos x, probabilidad de transición Auger y Coster-Kronig. Anchura de línea. Teoría clásica del amortiguamiento por radiación. Ancho energético de estados de vacancia en niveles atómicos. Ancho natural de líneas de emisión. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la desexcitación radiativa de átomos. Dispersión elástica. Dispersión por un electrón libre. Teoría clásica. Sección eficaz de Thomson. Dispersión por un átomo aislado. Teoría clásica. Factor de forma atómico. Descripción del tratamiento cuántico de la sección eficaz de interacción. Dispersión por una molécula. Factor de forma molecular. Dispersión por un cristal. Amplitud de dispersión. Formulación de von Laue y de Bragg. Factor de estructura geométrico. Dispersión por electrones ligados. Teoría clásica de la dispersión de radiación electromagnética por un electrón ligado. Factor de dispersión anómala. Correcciones por dispersión al factor de forma atómico. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la dispersión elástica de rayos X. Dispersión inelástica. Diferentes regímenes de la dispersión inelástica de fotones. Dispersión Compton por un electrón libre y en reposo. Cinemática del proceso de colisión. Sección eficaz de Klein-Nishina. Sección eficaz no relativista. Dispersión Compton por un átomo aislado. Función de dispersión incoherente. Dispersión Compton por electrones en movimiento. Cinemática del proceso de colisión. Sección eficaz. Perfil Compton. Ejemplos de técnicas espectroscópicas basadas en la dispersión inelástica de rayos X Producción de pares e-e+. Umbral de energía para la producción de pares. Producción de pares en el campo nuclear. Producción de pares en el campo de un electrón. Sección eficaz total. Sección eficaz total de interacción. Probabilidad de interacción. Coeficiente de atenuación.

*[Handwritten signatures and initials]*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Atenuación de fotones. Camino libre medio. Coeficiente de atenuación para compuestos.

### **Unidad II: Electrones y positrones**

Dispersión elástica. Dispersión Coulombiana por un núcleo. Dispersión Coulombiana por un átomo neutro. Sección eficaz total. Dispersión inelástica. Fórmula de Bethe para el poder de frenado. Corrección por efecto de capas y por efecto de densidad. Emisión de radiación de frenado. Colisiones radiativas con núcleos. Colisiones radiativas con electrones. Sección eficaz total. Poder de frenado radiativo. Poder de frenado total. Rango.

Aniquilación de positrones. Tiempo medio de vida. Distribución angular de la radiación de aniquilación. Formación de positronio. Modos de decaimiento. Aplicaciones.

### **Unidad III: Neutrones**

Distintos tipos de interacción. Dispersión de neutrones térmicos. Sección eficaz. Longitud de dispersión. Dispersión coherente e incoherente.

### **Unidad IV: Detectores de radiación**

Propiedades generales de los detectores de radiación. Resolución en energía. Eficiencia de detección. Tiempo muerto. Modelo paralizable y no paralizable. Detectores gaseosos. Cámara de ionización. Contador proporcional. Detectores de centelleo. Tubo fotomultiplicador. Detectores semiconductores.

### **Unidad V: Fuentes de radiación**

Unidad V: Fuentes de radiación Radioisótopos. Modos de decaimiento. Fuentes radiactivas. Tubo de rayos X. Aceleradores. Radiación de sincrotrón.

### **Unidad VI: Dosimetría de radiaciones**

Cantidades dosimétricas. Niveles de radiación. Protección radiológica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Jens Als-Nielsen y Des McMorro, Elements of Modern X-Ray Physics (John Wiley & Sons, 2001). - N.J. Carron, An Introduction to the Passage of Energetic Particles through Matter (Taylor & Francis, 2006). - S.-H. Chen y M. Kottlarchyk, Interactions of Photons and Neutrons with Matter (World Scientific, 2007). - Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement (John Wiley & Sons, 2000). - William R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments (Springer-Verlag, 1992). - G.L. Squires, Introduction to Theory of Thermal Neutron Scattering (Dover Publications, 1996).

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Sera entregada en Aula Virtual durante el cursado.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Trabajos prácticos de laboratorio.

Se tomarán 2 exámenes parciales sobre contenidos teóricos y prácticos. Mas 1 examen parcial recuperatorio.

El examen final será una evaluación escrita de índole práctico.

### **REGULARIDAD**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### **PROMOCIÓN**



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
3. aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).
4. Aprobar un coloquio.

**CORRELATIVIDADES**

Para cursar y Rendir: tener Aprobadas Mecánica y Electromagnetismo II.

F

A handwritten signature consisting of several loops and a long horizontal stroke.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Materia fundamental para comenzar a adentrarse en la Resonancia Magnética Nuclear. En éste curso se proveen las herramientas básicas para una comprensión de la RMN tanto desde el punto de vista de la física clásica como de la mecánica cuántica.

#### CONTENIDO

##### Introducción

- a) Magnetismo.
- b) Magnetismo nuclear.
- c) Espin nuclear.

##### Principio básicos de la Resonancia Magnética Nuclear

- a) Descripción clásica de la RMN.
  - i) El sistema rotante.
  - ii) La dinámica de la magnetización.
- b) Espectroscopia de RMN y su conexión con la química.
- c) Aplicaciones más relevantes de la RMN.

##### El espectrómetro de RMN

- a) Imanes y diferentes tipos de campos magnéticos
- b) El transmisor
- c) El sintetizador.
- d) La llave de r.f.
- e) El amplificador de r.f.
- f) El duplexor
- g) El cabezal
- h) El receptor
- vii) Recepción en cuadratura
- viii) El conversor Analógico-digital

##### Resumen de mecánica cuántica.

- a) Operadores, conmutadores, representación matricial.
- b) Momento angular.
  - i) Operadores momento angular.
  - ii) Operadores rotación.
  - iii) Autovalores y autofunciones del operador momento angular.
  - iv) Representación matricial de los operadores momento angular.
  - v) Momento angular de espín.
  - vi) Operadores de espín.

##### Interacciones en RMN

- a) Hipótesis del Hamiltoniano de espín.
- b) Interacciones electromagnéticas.
- c) Interacciones internas y externas al sistema de espín



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

### 6) El operador densidad de espín

- Poblaciones y coherencias.
- Órdenes de coherencia.
- Equilibrio térmico en presencia de un campo magnético estático.
- El operador densidad en el sistema rotante.
- Operadores producto.

### Descripción cuántica de la RMN

Breve repaso de los conceptos necesarios.

### Elementos de una secuencia de pulsos

- Pulsos de radiofrecuencia.
- Evoluciones libres.
- Adquisición de señales

### Teoría de Relajación en RMN

- Enfoque clásico de la relajación.
- Enfoque semiclasico. Densidades espectrales y dependencia con la temperatura.
- Enfoque cuántico de la relajación. Teoría de Redfield.
- Medición de tiempos de relajación.

### Imágenes por RMN

- Gradientes de campo magnetico.
- Principios básicos de la codificación espacial.
- La codificación de fases.
- La codificación de lectura.
- Secuencias básicas utilizadas en imágenes.

### Prácticos de laboratorio

Experimentos y procesamiento de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Spin Dynamics. Basics of Nuclear Magnetic Resonance. M. H. Levitt. John Wiley and Sons, 2008.
- Quantum Description of High-Resolution NMR in Liquids. M. Goldman. Oxford University press, 1988.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions, Oxford, 1994.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance Microscopy. P. Callaghan. Clarendon Press, Oxford, 1991.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- NMR: Tomography, Diffusometry, Relaxometry, R. Kimmich, Springer Verlag, New York, 1997.
- Translational Dynamics & Magnetic Resonance. P. Callaghan. Oxford, 2011.
- Single Sided NMR. F. Casanova, J. Perlo, B. Blümich. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- Computer Simulations in Solid State NMR I, Spin Dynamics theory. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 17, 117-154 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR II, Implementations for Static and Rotating Samples. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 1-23 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR III, Powder Averaging. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 24-55 (2003).
- Zeeman Truncation in NMR I. The Role of Operator Commutation. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 91-108 (2015).
- Zeeman Truncation in NMR II. Time Averaging in the Rotating Frame. M. Edén, Concepts on



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Magnetic Resonance vol 43, 109-126 (2015).

**EVALUACIÓN**

**FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se realizará una evaluación escrita con una duración aproximada de cuatro horas con opción de modalidad oral.

**REGULARIDAD**

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

**CORRELATIVIDADES**

Para Cursar: (regularizadas)

Física General IV, Electromagnetismo I, Métodos Matemáticos de la Física II

Para Rendir: (aprobadas)

Física General IV y Métodos Matemáticos de la Física II



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a los Materiales Magnéticos	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En la actualidad se hace necesaria una comprensión más profunda del magnetismo en materiales, ya sean éstos de tamaño milimétrico o mayor, como en aquellos denominados nanomateriales, en los que la dimensionalidad puede estar reducida y sus dimensiones se acercan a las longitudes críticas, definidas por la competencia de diferentes interacciones. Estos aspectos se tratarán en el presente curso.

El objetivo del curso es conocer las variables del material y las contribuciones a la energía magnética del mismo, las que determinan su microestructura magnética en diferentes condiciones externas. Se discutirán también los mecanismos de histéresis magnética de dichas microestructuras y los posibles mecanismos de magnetización operativos en los diferentes casos.

### CONTENIDO

#### Unidad 1: . Introducción

Materiales magnéticos. Descripción microscópica de propiedades magnéticas macroscópicas. Materiales magnéticos en la tecnología moderna. Aplicaciones genéricas.

#### Unidad 2: Magnetismo en materiales

Diamagnetismo. Paramagnetismo. Ferromagnetismo. Antiferromagnetismo. Ferrimagnetismo. Microestructuras magnéticas con canting.

#### Unidad 3: Magnetismo en óxidos y metales

Spin y ferromagnetismo. Razones giromagnéticas para los momentos orbital y de spin. Teoría cuántica del paramagnetismo. Intercambio en aislantes. Regla de Hund. Superintercambio en óxidos. Enlaces y magnetismo en metales. Magnetismo 3d. Magnetismo 4f. Orbitales moleculares en metales. Curvas de Slater-Pauling. Temperatura de Curie. Teorías de bandas del magnetismo.

#### Unidad 4: Energía libre magnética

Anisotropía, Anisotropía en metales y aislantes, Magnetostricción en metales y aislantes. Anisotropía magneto elástica. Influencia de las tensiones sobre la magnetización. Energía dipolar. Energía de intercambio. Energía en un campo externo. Dominios y paredes de dominios magnéticos. Espesor y densidad de energía de paredes de dominio de Bloch y de paredes de Néel., Dominios de clausura. Dominios en films delgados. Partículas finas mono-dominio. Superparamagnetismo. Microestructura atómica y microestructura magnética.

#### Unidad 5: Histéresis magnética

Tipos de histéresis. Histéresis independiente del tiempo. Fenómenos dependientes del tiempo. Corrientes parásitas y pérdidas magnéticas. Relajación térmicamente activada. Reptación. Viscosidad magnética.

#### Unidad 6: Procesos de magnetización

Aproximación de campo aplicado cuasi-estático. Rotación reversible. Rotación homogénea irreversible. Modos de rotación no homogéneos. Movimiento de paredes de dominio.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Nucleación y expansión de dominios inversos. Ondas de spin en ferromagnetos. Mecanismos de coercitividad.

### **Unidad 7: Materiales magnéticos blandos**

Comportamiento ferromagnético blando de aleaciones Si-Fe, Fe-Ni, Fe-Co y de ferrites blandas, amorfos y aleaciones nanocristalinas. Permeabilidad, rotación irreversible AC, profundidad de skin, Aplicaciones: pérdidas por histéresis y corrientes parásitas. Resonancia ferromagnética.

### **Unidad 8: . Materiales magnéticos nanocristalinos**

Escalas de longitud características. Nanopartículas magnéticas. Nanohilos magnéticos. Laminas delgadas y gruesas. Mecanismos de coercitividad.

### **Unidad 9: Materiales magnéticos duros**

M-H, B-H, (B-H)max, Partículas finas. Nucleación vs. Pinning. Materiales modelos:: Alnico, Ferrita de Ba, Co-RE, Fe-RE-B.

### **Unidad 10: Transporte electrónico en materiales magnéticos**

Conductividad eléctrica de metales y aleaciones a la luz de la estructura electrónica. Teoría. Efecto Hall y magnetorresistencia (MR). Tipos de MR Mecanismos de scattering de spin. Magnetorresistencia gigante (GMR). Spin tunneling (ST).

### **Unidad 11: Magnetismo en superficies y películas delgadas**

Estructura electrónica en la superficie y magnetismo. Momentos superficiales. Fases metastables. Misfit strain. Crecimiento epitaxial, Anisotropía magnética superficial y magnetostricción, Dominios.

### **PRÁCTICAS**

12. Lazos de histéresis (M-H) usando Vibrating Sample Magnetometer (VSM).

13. Magnetización versus campo magnético aplicado y temperatura, usando VSM.

14. Mecanismos de relajación térmica: determinación de campos medios de fluctuaciones y de volúmenes de activación.

15. Se resolverán 11 guías de problemas, una por cada unidad.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Giorgio Bertotti, Hysteresis in magnetism. Academic Press. San Diego 1998.

R. C. O'Handley, Modern magnetic Materials: principles and applications. Wiley 2000

B. D. Cullity C. D. Graham Introduction to magnetic materials. Wiley 2009\*

Alberto P Guimarães, Principles of Nanomagnetism ISBN 978-3-642-01482-6

J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials Cambridge University Press, June 2012

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Publicaciones seleccionadas por el Profesor.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Dos Exámenes Parciales, teórico-prácticos, escritos e individuales.

Un Examen Final integrador, teórico-práctico, individual y escrito.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

**REGULARIDAD**

Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

Aprobar al menos el 80% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

**PROMOCIÓN**

no corresponde

**CORRELATIVIDADES**

Para cursar: tener aprobada: Física General III y para rendir regularizadas Electromagnetismo 1 y Termodinámica Mecánica Estadística I.

1  
2  
3  
4

--  
--



Universidad Nacional de Córdoba



FAMAF Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Métodos Numéricos en Mecánica Cuántica.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

La motivación para dictar la Especialidad es doble, por un lado el de consolidar los contenidos dictados en las Materias de Cuántica de la Licenciatura y por el otro el de presentar a los alumnos algunos de los métodos con los que se estudian sistemas un poco menos académicos utilizando algoritmos numéricos. Esto amplía el número de ejemplos pasibles de ser analizados más allá de los ejemplos exactamente solubles o que pueden estudiarse usando Teoría de perturbaciones. Los algoritmos a ser utilizados, y que los alumnos tendrán que adaptar y modi car, son públicos y han sido desarrollados como parte de la bibliografía a utilizar.

Entre los objetivos de la Especialidad se pueden mencionar: familiarizar al estudiante con métodos de cálculo adecuados de acuerdo al tipo de estado cuántico a estudiar, estados ligados o pertenecientes a un continuo, o de acuerdo a la dimensión del espacio de Hilbert al cual pertenecen los observables del sistema. También se pretende que el estudiante se familiarice con la vasta colección de programas de código abierto (open source software) disponible para atacar las situaciones de cálculo más diversas.

**CONTENIDO**

**Ecuación de Schrödinger unidimensional**  
El oscilador armónico, unidades, solución exacta, comparación con la densidad de probabilidad clásica. Mecánica Cuántica y códigos numéricos, cuantización, comportamientos asintóticos patológicos. El método de Numerov. Códigos: harmonic0, harmonic1

**Ecuación de Schrödinger para potenciales centrales**  
Separación de Variables, ecuación radial. Potencial de Coulomb, niveles de energía, funciones de onda radiales. Códigos: hydrogen-radial

**Scattering a partir de un Potencial.**  
Recordatorio de la teoría de Scattering. Scattering de átomos de H en gases raros, derivación de la interacción de Van der Waals. Códigos: Crossection

**El método Variacional.**  
El Principio Variacional, demostración del Principio, demostración alternativa, energía del estado fundamental. Problema secular, expansión en una base de funciones ortonormales. La base de ondas planas. Códigos: pwell

**Bases no-ortonormales**  
Bases no-ortonormales, funciones Gaussianas, exponenciales. Códigos: hydrogen-gauss

**Campo auto-consistente**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

La aproximación de Hartree. Ecuaciones de Hartree.  
Potencial autoconsistente. Códigos: helium-hf-radial

### La aproximación de Hartree.

La aproximación de Hartree-Fock, potenciales de  
Coulomb y de intercambio, energía de correlación, el átomo de Helio. Códigos: heliumhf-gauss

### Moléculas

La aproximación de Born-Oppenheimer. Superficie de energía potencial.  
Moléculas diatómicas. Códigos:h2-hf-gauss.

### Electrones en potenciales periódicos.

Sólidos cristalinos, condiciones de contorno  
periódicas, teorema de Bloch, el potencial vacío, soluciones, base de ondas planas.  
Códigos: periodicwell.

### Seudopotenciales

Cristales tridimensionales. Ondas planas, core states, Seudopotenciales.  
Códigos: cohemborgstresser

### Diagonalización exacta de modelos de spins cuánticos

El modelo de Heisenberg.

Espacio de Hilbert en sistemas de spins. Diagonalización iterativa. Código:  
heisenberg-exacta

### Teoría de la Funcional Densidad.

Teorema de Hohenberg-Kohn. Ecuaciones  
de Kohn-Sham. Funcionales aproximadas. Estructura de un código DFT, elementos de  
matriz del potencial, transformada de Fourier rápida (FFT) y grillas para FFT, cálculo  
de la densidad de carga, cálculo del potencial.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

COMPUTATIONAL PHYSICS, Second Edition, Jos Thijssen, Cambridge University  
Press 2007

Lecture notes "Numerical Methods in Quantum Mechanics", Corso di Laurea Magistrale  
in Fisica, Interateneo Trieste-Udine, Anno accademico 2015/2016, Paolo Giannozzi,  
University of Udine

Los códigos a ser utilizados pueden encontrarse en : [www.cambridge.org/9780521833462](http://www.cambridge.org/9780521833462)  
y en <http://www.fisica.uniud.it/~giannozz/Didattica/MQ/mq.html>

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

La Especialidad tiene previstos 12 Trabajos de Laboratorio Numérico, uno por cada Unidad. Cada  
uno de estos es una instancia de Evaluación. La aprobación de cada uno está sujeta a la  
implementación del algoritmo(s) correspondiente(s) y a la obtención de resultados para los  
distintos modelos involucrados. Para aprobar cada Trabajo de Laboratorio se debe presentar un  
informe resumiendo los resultados encontrados y las modificaciones realizadas a los códigos.  
El examen final será escrito.

### REGULARIDAD



UNC  
Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio. En el presente caso esto da un total de 7 Trabajos.

**CORRELATIVIDADES**

Para Cursar: (regularizada)  
Mecánica Cuántica I

Para Rendir: (aprobada)  
Mecánica Cuántica I

A handwritten mark resembling a stylized 'F' or a similar symbol.

A handwritten signature consisting of several strokes.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Química para Físicos	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Debido a que los trabajos de investigación tienden a ser cada vez más interdisciplinarios y que hay muchas áreas de estudio de la física que requieren conocimientos de Química, este curso se propone brindar a los físicos los conocimientos necesarios para abordar problemas de Físico-Química.

Objetivos:

- Aprender nociones de Química General, Inorgánica y Físico-Química.
- Nociones básicas de laboratorios de Química.
- Aproximación a resolver algunos problemas de Físico-Química con herramientas de simulación computacional.

#### CONTENIDO

##### Principios básicos de Química.

Repaso de conceptos básicos. Breve reseña histórica. Elementos y compuestos. Teoría atómica. Modelo atómico de Bohr. Número atómico, número de masa e isótopos. Formulación de compuestos. La tabla periódica. Nomenclatura.

##### Reacciones químicas.

Masa atómica. Concepto de Mol. Número de Avogadro. Masa molecular. Unidades de medición en química. Composición porcentual. Reacciones y ecuaciones químicas. Balanceo de ecuaciones químicas. Estequiometría. Exceso y defecto. Reactivo limitante. Rendimiento de reacción. Soluciones: unidades de concentración.

##### Estructura del átomo.

El átomo de hidrógeno. Función de onda radial. Funciones de onda angulares. Simetría de los orbitales. Energía de los orbitales. El átomo polieletrónico. El espín del electrón y el principio de Pauli. El principio de Aufbau. Configuración electrónica de átomos plurelectrónicos. Teoría de los orbitales moleculares. Enlace covalente de moléculas diatómicas homo- y hetero-nucleares.

##### Tendencias periódicas.

Radio atómico. Energía de ionización. Afinidad electrónica. Electronegatividad. Propiedades periódicas (basicidad de óxidos, etc.).

##### Enlaces químicos e interacciones intermoleculares.

Tipos de enlace. La regla del octeto y las estructuras de Lewis. Enlace iónico. Ciclo de Born-Haber. Enlace Covalente. Forma molecular. Propiedades moleculares: momento dipolar y energías de enlace. Concepto de resonancia. Predicción de la Forma Molecular. Fuerzas Intermoleculares. Dipolo- dipolo. Ion- Dipolo. Fuerzas de Dispersión. Enlaces Puente Hidrógeno.

##### Cinética Química.

*[Handwritten marks and signatures]*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Cinética de las reacciones. Medida de las velocidades de reacción. Integración de las ecuaciones cinéticas. Reacciones de primer orden. Reacciones de segundo orden. Reacciones de grado  $n$ . Determinación de las ecuaciones cinéticas. Ecuaciones cinéticas y constantes de equilibrio de reacciones elementales. Mecanismos de reacción. Ley de Arrhenius.

#### **Equilibrio químico.**

Reacciones reversibles, equilibrio dinámico. Constante de equilibrio de una reacción química. Cálculos de equilibrio. Principio de Le Chatelier. Equilibrios iónicos en soluciones acuosas. Equilibrios de disociación. Ácidos y bases. Conceptos de Arrhenius, de Bronsted-Lowry y de Lewis. Equilibrio ácido-base. Producto iónico del agua, escala de pH y pOH. Grado de disociación, ácidos y bases fuertes y débiles. Cálculos de pH.

#### **Termoquímica.**

Ley de Hess. Entalpía de formación y de combustión. Cálculo de la entalpía de reacción a partir de entalpías de formación de reactivos y productos. Reacciones endotérmicas y exotérmicas.

#### **Electroquímica.**

Reacciones de óxido-reducción. Balanceo de ecuaciones por el método del ión-electrón. Tabla de potenciales de electrodo. Criterios de espontaneidad de una reacción. Celdas electroquímicas. Pilas Galvánicas. Ecuación de Nernst.

#### **Método de Monte Carlo Dinámico.**

Métodos Monte Carlo. Diferencias entre Monte Carlo Metrópolis y Monte Carlo dinámico. Algoritmo de Gillespie. Aplicación del método para estudiar cinética de reacciones químicas. Aplicación del método para estudiar adsorción y difusión de partículas sobre superficies.

#### **Nociones básicas de química orgánica.**

Alcanos. Reacciones de los alcanos. Isomería óptica de alcanos sustituidos. Cicloalcanos. Alquenos. Alquinos. Hidrocarburos aromáticos. Alcoholes. Éteres. Aldehídos y cetonas. Ácidos carboxílicos. Esteres. Aminas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

R. Chang, "Química" 6ta Ed., McGraw Hill, México, (1999)

P.W. Atkins, "Química General", Trad. española., Ediciones Omega, Barcelona, (1992).

Shriver and Atkins, "Inorganic Chemistry", quinta edición.

Mahan/Myers, "Química, curso universitario", Cuarta Edición. Addison-Wesley Iberoamericana.

Ira N. Levine. "Físico-Química", tercera edición.

James E. Huheey, Ellen A. Keiter, Richard L. Keiter, "Química Inorgánica. Principios, estructura y reactividad." Oxford.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Sheldon M. Ross, Simulation, 2da edición, Prentice Hall, México, 1999.

A general method for numerically simulating the stochastic time evolution of coupled chemical reactions. D. T. Gillespie, J. Comput. Phys., 22 (1976) 403.

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Se tomarán dos exámenes parciales y se podrá recuperar un examen parcial.  
Habrá dos laboratorios y dos prácticos de computación, con el requerimiento de presentar y aprobar informes.

El examen final es análogo a los exámenes parciales: con ejercicios para resolver similares a los de las guías de prácticos.

### REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### PROMOCIÓN

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
3. aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).
4. Aprobar un coloquio.

### CORRELATIVIDADES

Para cursar: (Regularizada)

Métodos Numéricos y Mecánica Cuántica I.

Para Rendir: (Aprobada)

Métodos Numéricos y Mecánica Cuántica I.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAFA**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Redes Neuronales.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El curso tiene como principal objetivo dotar a los estudiantes avanzados de la Licenciatura en Física de FAMAFA de herramientas matemáticas y computacionales que le permitan encarar el desafío de modelar procesos neuronales, desde nivel molecular y celular hasta grandes redes de neuronas artificiales. El curso cubrirá tanto el modelado biológico de sistemas neuronales, como el estudio y uso de redes neuronales como instrumentos del aprendizaje automático. En particular, se darán nociones básicas de aprendizaje profundo.

#### CONTENIDO

##### 1. Elementos de ecuaciones diferenciales ordinarias:

El concepto de sistemas dinámicos. Puntos de equilibrio. Diagramas de fases. Análisis de bifurcaciones. Métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

##### 2. Modelado matemático de neuronas:

Propiedades eléctricas de las neuronas. Modelos de un componente. Modelos "integrate-and-fire". Conductancias dependientes del voltaje. El modelo de Hodgkin-Huxley. Modelados de canales. Conductancia sináptica. Sinapsis en neuronas "integrate-and-fire".

##### 3. Redes neuronales recurrentes:

Inspiración biológica. El modelo de Hopfield para memoria asociativa. Arquitectura y formas de actualización sincrónica y asincrónica. Cálculo de la capacidad de almacenamiento. Variaciones del modelo de Hopfield. Neuronas estocásticas. El modelo de la pseudo inversa. El modelo de Hopfield con dilución simétrica y asimétrica.

##### 4. Redes neuronales Feed-forward:

Reglas de la plasticidad sináptica. Aprendizaje no supervisado. El Perceptron simple. Neuronas escalón, lineales y no lineales. El método del descenso por el gradiente. El Perceptron multicapas. Separabilidad lineal. El método de backpropagation y algoritmos asociados. Generalización. Aproximación de funciones continuas. Algoritmos de crecimiento de arquitecturas. Aprendizaje no supervisado. Condicionamiento clásico. Aprendizaje reforzado. Aprendizaje representacional. Aprendizaje competitivo.

##### 5. Aprendizaje profundo:

Introducción al aprendizaje profundo. Redes convolucionales. Aplicaciones y casos de éxito.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

*[Handwritten signatures and marks]*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

- 1) "Introduction to the Theory of Neural Computation", J. Hertz, A. Krogh and R.G. Palmer, Addison-Wesley Publishing Company.
- 2) "Nonlinear dynamics and chaos", Strogatz S.H., Addison-Wesley Publishing Company (1994).

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- 1) "Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems", Dayan P. and Abbott L., MIT Press (2001).
- 2) "Dynamical systems in neuroscience: the geometry of excitability and bursting", Izhikevich E.M., MIT Press (2006).
- 3) "Spikes: exploring the neural code", Rieke F..et al., MIT Press (1999)
- 4) "The elements of statistical learning, data mining, inference and prediction", Hastie T., Tibshirani R. and Friedman.J, Springer Verlag (2001).
- 5) "Information theory, inference, and learning algorithms", MacKay, D.J.C., Cambridge University Press, (2003).

### **EVALUACIÓN**

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

"Los estudiantes deberán aprobar un parcial, dos prácticos numéricos, y un Informe Final de la Práctica de la Materia, todos ellos evaluados con calificación de 0 a 10 puntos."

#### **REGULARIDAD**

Los estudiantes deberán:

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. Aprobar la evaluación parcial.
3. Aprobar los dos prácticos numéricos.

#### **PROMOCIÓN**

Los estudiantes deberán:

1. cumplir un mínimo de 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas.
2. Aprobar la evaluación parcial con una nota no menor a 7 (siete).
3. Aprobar los dos prácticos numéricos con nota menor a 6 (seis) y promedio entre ellos no menor a 7 (siete).
4. Aprobar el Informe Final de la Práctica de la Materia.

### **CORRELATIVIDADES**

#### **Para la Licenciatura en Física:**

Para Cursar: tener regularizadas Electromagnetismo I y Métodos Matemáticos de la Física II, y aprobadas: Métodos Numéricos y Métodos Matemáticos de la Física I.

Para Rendir: tener aprobadas Electromagnetismo I y Métodos Matemáticos de la Física II.

#### **Para la Licenciatura en Matemática:**

Para Cursar:

Tener regularizada Ecuaciones Diferenciales I y aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Rendir:

Tener Aprobadas Ecuaciones Diferenciales I, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General .



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



FAMAF  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Test de Sistemas Electrónicos Aplicado la Instrumentación Científica.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En la instrumentación científica es cada vez más importante la presencia de la electrónica para la realización de tareas muy diversas, que incluyen síntesis de señales, generadores de pulsos, analizadores de espectro en tiempo real y filtros de gran cantidad de tipos, entre muchas otras aplicaciones. Estos circuitos pueden ser implementados mediante el uso de circuitos comerciales como aquellos de función fija, microcontroladores o el empotrado de sistemas en FPGAs, dependiendo de qué tan demandantes fueran las necesidades del usuario. También, debido al costo relativamente bajo de corridas de fundición académicas de circuitos integrados de aplicación específica, es posible integrar estos sistemas en chip.

En muchas oportunidades, estos circuitos operan en medioambientes hostiles debido, por ejemplo, a las condiciones en las cuales se desarrollan los experimentos. En estos casos, diferentes agentes pueden conducir a la degradación de los componentes de los equipos electrónicos (dispositivos semiconductores, componentes pasivos y placas), llevando a una deriva en las características de operación que puede hacerlos no aptos para la función para la cual fueron diseñados. Estos fenómenos pueden conducir a la falla catastrófica del circuito, lo cual es particularmente importante cuando se operan equipos de valor elevado o peligrosos para el público.

Es en este contexto que las técnicas de test de circuitos se vuelven relevantes. La idea principal del test de circuitos es proveer de medios adecuados y de bajo costo para que sea factible determinar si un circuito se encuentra o no libre de fallas. Consecuentemente, si se encuentra apto o no para su servicio. Estas determinaciones pueden ser necesarias luego del proceso de fabricación de los instrumentos o de sus partes constitutivas (chips o placas) o durante la operación del equipo. Al primero se le denomina habitualmente test de fabricación y al segundo test en campo. El test en campo permite alternativas más interesantes aún, como la reconfiguración ante fallas para proveer mecanismos de tolerancia a fallas.

Para los circuitos digitales existen numerosas técnicas que han logrado gran aceptación tanto en la comunidad científica como industrial. Entre ellas se destacan los procedimientos de Diseño Para Test (DFT, Design for Test) y en especial el denominado "Scan Test". Otras, denominadas de auto-verificación integrada (BIST, Built-In Self-Test), incluyen directamente en el mismo chip recursos para generar estímulos y para evaluar la respuesta del circuito. Uno de sus objetivos es disminuir los costos relacionados con el uso de equipos de verificación automática (ATE, Automatic Test Equipment). Cuando el sistema requiere de ser verificado durante su funcionamiento en campo, pueden emplearse estrategias BIST orientadas a la detección y eventualmente a la corrección de errores.

Los circuitos configurables constituyen casos particulares para los cuales deben desarrollarse técnicas de test a medida. Para estos dispositivos en particular es deseable la generación de metodologías de test en línea que permitan la detección de fallas durante la operación en campo. Dado que estos dispositivos pueden reconfigurarse fácilmente, una alternativa interesante es la detección de la falla y la posterior reconfiguración (evitando los componentes con fallas) para dotar al sistema de características de tolerancia a fallas.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

#### OBJETIVOS

- Comprender el origen de las fallas y sus modelos de simulación.
- Entender adecuadamente los principios de detección de fallas.
- Comprender los esquemas de diseño para test (DFT) y test embebido en el sistema (BIST).
- Desarrollar capacidades para el desarrollo de sistemas de test para circuitos digitales

#### CONTENIDO

##### **CIRCUITOS DIGITALES BÁSICOS**

Lógica digital, compuertas lógicas. Circuitos combinacionales. Circuitos secuenciales. Memorias. Fabricación de circuitos integrados: la tecnología planar.

##### **DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES**

Introducción. Clases de PLDs. Dispositivos PLDs complejos. Dispositivos FPGA. Presentación de las familias de componentes de Altera. Principio de operación. Grabación de los dispositivos. Limitaciones de desempeño.

##### **FALLAS EN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS**

Conceptos generales sobre circuitos integrados. Vista general de la tecnología CMOS para implementación de compuertas. Fallas, origen de las mismas. Fallas de fabricación. Fallas en campo. Necesidad del test.

##### **MODELOS DE FALLAS Y GENERACIÓN DE VECTORES DE TEST**

Test de circuitos: ideas generales. Simulación de fallas. Modelos de fallas. Modelo de enclavamiento. Ejemplos en compuertas básicas. Modelos de puenteo. Ejemplos. Fallas de demora. Equivalencia y colapsado. Controlabilidad y observabilidad. Método de sensibilización de trayectoria. Test exhaustivo. Test aleatorio

##### **DISEÑO PARA TEST**

Ideas generales sobre DFT: su necesidad. Técnicas a medida: particionamiento, adición de puntos de acceso, uso de multiplexores. SCAN test: principio de operación. Boundary SCAN. Estudio de casos. Conceptos generales sobre BIST.

##### **CIRCUITOS DE GENERACIÓN DE PATRONES DE TEST EMBEBIDOS.**

Utilización de una ROM para almacenar patrones determinísticos. Uso de máquinas de estados para secuenciar tests. Uso de contadores para test exhaustivo. Generadores pseudo-aleatorios: ventajas y propiedades. Los circuitos LFSR. Principio de operación y síntesis.

##### **CIRCUITOS DE EVALUACIÓN DE RESPUESTAS DE TEST EMBEBIDOS**

Evaluación exhaustiva de las respuestas por comparación. Conteo de uno o ceros. Conteo de transiciones. Uso de XORs para reducir el volumen de datos de test. Métodos de compactación de respuestas de test: el circuito MISR. Principio de operación. Síntesis. Alias.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Doboli, E. Currie, Introduction to Mixed-Signal, Embedded Design. Springer, Estados Unidos, 2011.
- Laung-Terng Wang, Charles E. Stroud, Nur A. Touba, System-on-Chip Test Architectures: Nanometer Design for Testability, 2008.
- Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen (Editores). VLSI TEST PRINCIPLES AND ARCHITECTURES. DESIGN FOR TESTABILITY
- BUSHNELL, M. and AGRAWAL, V. Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory, and Mixed-Signal VLSI Circuits. Kluwer Academic Publishers, 2001.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Grout, Ian, Integrated circuit test engineering: modern techniques. Springer, 2007.
- Kim H. Pries, Jon M. Quigley . Testing Complex and Embedded Systems. CRC Press, 2010.
- Justyna Zander, Ina Schieferdecker, and Pieter J. Mosterman (Editors). Model-Based Testing for Embedded Systems. Crc Press, 2012

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Se realizarán dos evaluaciones parciales, con posibilidad de recuperar cada una de ellas. También se evaluarán los informes de los trabajos de laboratorio realizados.

El examen final será teórico/práctico.

### **REGULARIDAD**

Para regularizar la materia el estudiante deberá aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios. Deberá aprobar al menos el 60% de los trabajos de laboratorio realizados.

### **PROMOCIÓN**

1. Aprobar todas las evaluaciones parciales con una nota no menor a 6 (seis), y obteniendo un promedio no menor a 7 (siete).
2. Aprobar todos los Trabajos Prácticos o de Laboratorio, o el Informe Final de la Práctica de la Enseñanza con una nota no menor a 6 (seis).

## **CORRELATIVIDADES**

Para cursar y para rendir:  
Física General III (Aprobada)

*[Handwritten marks: a checkmark, a stylized 'F', and a signature]*



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Álgebra Conmutativa y Una Introducción a la Geometría Algebraica.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En álgebra conmutativa se estudian los anillos conmutativos, y los ideales y módulos sobre estos. Este estudio fue motivado por los avances de la teoría algebraica de números a fines del siglo XIX y principio del siglo XX. Pero fue la geometría algebraica la que dio su impulso definitivo. La geometría algebraica clásica estudia las variedades definidas como ceros de polinomios sobre cuerpos algebraicamente cerrados. El punto de vista moderno tomado por Zariski, Serre, Grothendieck (y otros) generaliza el concepto de variedades a esquemas (permitiendo reemplazar cuerpos por anillos) y expande las aplicaciones a muchas áreas, como la Teoría de Números, Representaciones, Combinatoria, etc. Cabe mencionar que el enfoque moderno va en paralelo con el desarrollo del álgebra conmutativa.

El objetivo del curso no sólo es presentar al alumno los conceptos y resultados del álgebra conmutativa, sino también ofrecer una representación geométrica de los mismos. Así por ejemplo, a un anillo  $A$  no sólo lo vemos como un anillo abstracto, sino que a sus elementos los vamos a pensar como funciones en un algún espacio asociado a  $A$ . Esto irá forjando las primeras nociones de geometría algebraica. Se espera lograr que el alumno pueda transitar con soltura entre el álgebra y la geometría. Para ello en el curso se trabajará sobre numerosos ejemplos de variedades e ideales en anillos de polinomios. Se hará un particular énfasis en curvas algebraicas.

### CONTENIDO

#### I. Anillos y módulos

Anillos y módulos. Definición de  $\text{Spec}(A)$ . Localización. Anillos de polinomios y de series formales. Anillos y módulos noetherianos, el teorema de la base de Hilbert. Anillos artinianos

#### II. Extensiones de anillos

Extensiones finitas y enteras, y propiedades de morfismos finitos. Clausura integral. Teorema de Normalización de Noether.

#### III. Variedades y el Nullstellensatz

La definición de variedad. El Teorema de los ceros de Hilbert. Topología Zariski en variedades y en  $\text{Spec}(A)$ . Descomposición en componentes irreducibles. Morfismos de variedades.

#### IV. Descomposición primaria

Definición de  $\text{Supp}(M)$  y  $\text{Ass}(M)$  de un módulo. Ideales primarios. Descomposición primaria. Compatibilidad con localización.

#### V. Anillos de valoración discreta y anillos normales.

Definición de DVR y caracterizaciones. Anillos de valoraciones generales. Anillos normales y relación con anillos de valoración. Sobre la finitud de la normalización. Dominios de Dedekind. Curvas algebraicas.

#### VI. Teoría de la dimensión

Dimensión combinatoria y grado de trascendencia de dominios íntegros finitos, el Teorema de los ideales principales, el teorema de los primos minimales. Dimensión de variedades. Dimensión de



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

anillos locales, multiplicidad, anillos regulares, singularidades.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

M. Reid, Undergraduate Commutative Algebra. Lond. Math. Soc. Student Texts 29.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

O. Zariski, Commutative Algebra, Vol I y II. D. Van Nostrand Company, Inc.

M.F. Atiyah & I.G. Macdonald, Introduction to Commutative Algebra. Reverté.

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

Resolución de los problemas propuestos semanalmente sobre los contenidos teórico-prácticos desarrollados en la materia.

Aprobación de un examen final con contenidos teóricos y prácticos.

#### REGULARIDAD

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### CORRELATIVIDADES

Para Cursar:

Tener regularizada Estructuras algebraicas y aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Rendir:

Tener Aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General .



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Funcional II	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

<b>ASIGNATURA:</b> Análisis Funcional II	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Optativa	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo fundamental del curso es poner al alumno en contacto con ciertas herramientas modernas del Análisis Funcional.

Una de ellas es la teoría de Gelfand para álgebras de Banach conmutativas siendo una de las consecuencias más significativas el teorema espectral para operadores normales en un espacio de Hilbert.

Otra sección importante del curso es la teoría de distribuciones, esencial para el estudio actual de las EDP y también la Transformada de Fourier en varios contextos, el  $L^1$ ,  $L^2$ , el espacio de Schwartz, y en el de las distribuciones temperadas.

#### CONTENIDO

##### Unidad 1

Espacios vectoriales topológicos localmente convexos (EVTLC), definición y propiedades. Seminormas. Funcional de Minkowski. Transformaciones lineales entre EVTLC, caracterización de su continuidad en términos de seminormas. Espacios metrizable, Espacios de Frechet. Ejemplos  $S(\mathbb{R}^n)$ . Espacios de primera y segunda Categoría. Teorema de Baire. Demostración de los teoremas clásicos en el contexto de EVT. Teorema de la acotación Uniforme (Banach-Steinhaus). Teoremas de la aplicación abierta y del gráfico cerrado.

##### Unidad 2

Transformada de Fourier en el  $L^1$ ,  $L^2$ , y en  $S(\mathbb{R}^n)$ . Como se define en cada espacio, Propiedades, Teorema de inversión. Teorema de Plancherel. Distribuciones temperadas. Ejemplos. Transformada de Fourier de una distribución temperada.

##### Unidad 3

Álgebras de Banach unitarias conmutativas. Definición, ejemplos y propiedades. Transformada de Gelfand. Involuciones. Formas lineales positivas. Teoría espectral. Definiciones. Operadores normales. Operadores unitarios. Propiedades. Resolución de la identidad. El teorema espectral para operadores normales. Autovalores de operadores normales. Operadores positivos y raíces cuadradas.

##### Unidad 4

Operador Maximal de Hardy-Littlewood

Definición y existencia en casi todo punto de  $M_f$  para  $f \in L^p(\mathbb{R}^n)$ . Acotación fuerte  $(p; p)$ ,  $(p > 1)$  y débil  $(1; 1)$ . Lemas de cubrimiento.

Teorema de interpolación.

Teorema de diferenciación de Lebesgue.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Análisis Funcional. Walter Rudfn. McGraw-Hill Book.
- A Course in Functional Analysis, John Conway, Springer Verlag.
- Análisi Armonica- Fulvio Ricci . Notas di la scuola normali superiori di Pisa

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Durante el cuatrimestre los alumnos deberán preparar para contar en clase ciertos teoremas que serán asignado.

Habrá examen final escrito que comprenderá ejercicios y teoría.

### REGULARIDAD

aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### PROMOCIÓN

Esta Materia no tiene régimen de promoción.

## CORRELATIVIDADES

### Como Optativa:

Para cursar:

Tener regularizada Análisis Funcional y aprobadas Funciones Reales y Topología General

Para rendir:

Tener aprobada: Análisis Funcional.

### Como Especialidad:

Para Cursar:

Tener regularizada Análisis Funcional y aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Rendir:

Tener Aprobadas Análisis Funcional, Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General .



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Evolución Geométrica en Espacios Homogéneos.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En la última década, se han propuesto y estudiado varios evoluciones geométricas que proponen adaptar la maquinaria del famoso flujo de Ricci de métricas Riemannianas tanto a la geometría compleja como a la simpléctica y la G2, haciendo evolucionar estructuras casi-hermitianas y 3 formas sobre una variedad diferenciable fija. Los grupos de Lie y las variedades homogéneas aportan una herramienta aún más útil que en el caso del flujo de Ricci, si tenemos en cuenta la gran escasez de ejemplos explícitos para varios conceptos y comportamientos que hay en estas geometrías.

Se intentará también discutir algunas relaciones que existen entre dichos temas con otras áreas de la Matemática.

#### CONTENIDO

##### Velocidad de la evolución

Repaso de métricas Riemannianas, estructuras complejas y métricas hermitianas, estructuras simplécticas y métricas casi-Kähler y estructuras G2. Curvatura de Ricci de diferentes conexiones compatibles en cada geometría. Laplaciano de Hodge de k-formas.

##### Flujos geométricos

Flujos geométricos y sus solitones en general en espacios homogéneos. Existencia y unicidad de soluciones. El enfoque de variar corchetes. Existencia a largo tiempo y convergencia de soluciones.

##### Solitones

Estructuras solitones. Definición y caso general. Solitons semi-algebraicos y algebraicos. Existencia y unicidad. Estructura y clasificaciones conocidas.

##### Casos particulares de evolución

Casos particulares de evoluciones. Flujo de Ricci. Flujo de curvatura de Chern-Ricci. Flujo de curvatura hermitiano. Flujo de curvatura simpléctico. Flujo Laplaciano de G2-estructuras.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

J. Lauret, Variedades homogéneas, Notas de curso (en preparación).

J. Lauret, Geometric flows and their solitons on homogeneous spaces (Workshop for Sergio Console), Rend. Sem. Mat. Torino 74 (2016), 55-93.

#### EVALUACIÓN

##### FORMAS DE EVALUACIÓN

El examen final consistirá en una evaluación escrita sobre contenidos teóricos y prácticos de la materia.

##### REGULARIDAD

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**

Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

**CORRELATIVIDADES**

Para Cursar:

Tener aprobadas: Algebra III, Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Rendir:

Tener Aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Geometría Superior y Física General .

A handwritten mark resembling a stylized 'f' or a similar symbol.

A handwritten signature consisting of several strokes.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Grupos Finitos y sus Representaciones.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación:

Los grupos constituyen una de las estructuras matemáticas más fundamentales. El estudio de los grupos finitos y sus representaciones ha sido uno de los campos de investigación más activos del último siglo, culminando con la clasificación de los grupos finitos simples.

El curso presentará ciertos resultados relevantes concernientes a la estructura de los grupos finitos a partir de resultados básicos de la cohomología de grupos como así también de la teoría de representaciones y caracteres sobre los números complejos.

La primera parte del curso (Unidades I, II y III) se basa en los libros [1] y [3] y será complementada (Unidades IV y V) con contenidos de los libros [2] y [4].

Objetivos:

- \* Profundizar el conocimiento relacionado con la estructura de los grupos finitos.
- \* Adquirir familiaridad con la noción de representación y algunas de sus consecuencias y aplicaciones.
- \* Adquirir habilidad en el uso de las herramientas y métodos desarrollados en el curso.

### CONTENIDO

#### Unidad I

Series subnormales en grupos con operadores. Series de composición. Series principales. Teorema de Jordan-Hölder. Grupos simples. Simplicidad de  $A_n$ ,  $n > 4$ , y de  $PSL(n, F)$ ,  $n > 2$ . Grupos característicamente simples.

#### Unidad II

Extensiones de grupos y cohomología. Interpretación de los grupos de cohomología en grado bajo. Producto semidirecto. Producto en corona. Teorema de Schur-Zassenhaus (con núcleo abeliano).

#### Unidad III

Serie derivada. Grupos resolubles. Propiedades. Teoremas de Hall. Teorema de Schur-Zassenhaus (caso general). Series centrales ascendente y descendente. Grupos nilpotentes.  $p$ -grupos. Caracterización de los grupos nilpotentes. Subgrupos de Fitting y de Frattini. Los grupos triangular y unitriangular.

#### Unidad V

Representaciones inducidas. Funtores de inducción y restricción. Reciprocidad de Frobenius. Fórmula de Mackey. Representaciones de productos semidirectos. Teorema de inducción de Brauer. Aplicaciones.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. I. M. Isaacs, Finite group theory, Graduate Studies in Mathematics 92, Providence, RI: American Mathematical Society, 2008.
2. I. M. Isaacs, Character theory of finite groups, Providence, RI: AMS Chelsea Publishing, 2006.
3. D. J. S. Robinson, A course in the theory of groups. 2nd. ed. Graduate Texts in Mathematics 80. New York, NY: Springer-Verlag, 1995.
4. J.-P. Serre, Linear representations of finite groups, Graduate Texts in Mathematics 42, Springer Verlag, Berlin, 1977.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Para obtener la regularidad en el curso se requerirá la aprobación de una lista de problemas propuestos semanalmente sobre los contenidos teórico-prácticos desarrollados en la materia.

Para aprobar la materia se deberá aprobar un examen final sobre los contenidos dictados.

### REGULARIDAD

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

Aprobar al menos el 60% de los Trabajos Prácticos o de Laboratorio.

### PROMOCIÓN

La materia no tiene régimen de promoción.

## CORRELATIVIDADES

Para Cursar:

Tener regularizada Estructuras Algebraicas y aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Rendir:

Tener Aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General .



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Geometría Hermitiana.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 5° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Matemática	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Las variedades complejas, como las variedades diferenciables reales, son generalizaciones de curvas y superficies a dimensiones arbitrarias, pero con cartas coordenadas que toman valores en  $\mathbb{C}^n$  y con cambios de coordenadas holomorfos. A pesar de la similitud formal entre las definiciones, la teoría de variedades complejas es mucho más profunda que la teoría de variedades diferenciables, reemplazando la palabra "diferencial" o "suave" por "compleja" u "holomorfa". Para tener una idea de cómo se diferencian estas dos teorías, podemos considerar los siguientes hechos: (1) Todas las variedades complejas son orientables y poseen una orientación canónica; (2) Las únicas funciones holomorfas globales en una variedad compleja compacta son las funciones constantes; (3) No existen subvariedades complejas compactas de  $\mathbb{C}^n$  de dimensión positiva; (4) No existen las particiones de la unidad; (5) El espacio de campos vectoriales holomorfos en una variedad compleja compacta tiene dimensión finita, y en muchos casos contiene sólo el campo vectorial nulo.

Las variedades complejas aparecen en un muchas áreas de la matemática. Por ejemplo, juegan un papel esencial en:

- Geometría riemanniana (métricas hermitianas y Kähler)
- Análisis complejo clásico (superficies de Riemann)
- Varias variables complejas (variedades de Stein)
- Geometría algebraica (variedades algebraicas complejas no singulares)
- Topología de dimensión baja (clasificación de variedades de dimensión 4)
- Teoría de Lie (grupos de Lie complejos)
- Teoría de cuerdas (variedades de Calabi-Yau)

En este curso profundizaremos en la geometría diferencial de las variedades complejas. En muchos casos, variedades complejas interesantes pueden ser equipadas con métricas riemannianas especiales, y se pueden utilizar técnicas de la geometría riemanniana para distinguirlos. Esto se aplica particularmente a las variedades de Kähler, que se encuentran en la intersección de las geometrías riemanniana, algebraica y simpléctica. Buena parte del curso estará dedicada a estudiar estas variedades, pero también estudiaremos propiedades de métricas riemannianas compatibles más generales, en particular, la clasificación de métricas casi hermitianas de Gray-Hervella.

### CONTENIDO

#### Teoría local

Funciones holomorfas de varias variables – Álgebra lineal hermitiana: estructuras complejas y hermitianas en espacios vectoriales – Formas diferenciales en  $\mathbb{C}^n$ .

#### Variedades complejas

Definición y ejemplos – Fibrados vectoriales holomorfos – "Blow up" en puntos – Estructuras casi complejas e integrabilidad: el teorema de Newlander-Nirenberg – Cálculo diferencial en variedades



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

complejas – Los operadores  $\partial$  y  $\bar{\partial}$  - Cohomología de Dolbeault – El fibrado canónico del espacio proyectivo complejo.

### Variedades de Kähler

Repaso de métricas riemannianas – Métricas hermitianas – Métricas de Kähler – Caracterizaciones equivalentes – Ejemplos – La métrica de Fubini-Study – Conexión de Levi-Civita: curvatura seccional y curvatura seccional holomorfa – Tensor de Ricci – Campos de Killing.

### Cohomología de variedades de Kähler compactas

Las identidades de Kähler – Operadores de Lefschetz – Teoría de Hodge en variedades de Kähler – El lema  $\partial$   $\bar{\partial}$  - Cohomología de de Rham de variedades de Kähler compactas

### Variedades (casi) hermitianas

Clasificación de variedades casi hermitianas según Gray-Hervella – Variedades "almost Kähler", "nearly Kähler" y localmente conformes Kähler – Conexiones canónicas de Gauduchon: conexión de Chern y de Bismut.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

D. Huybrechts, Complex Geometry, Universitext, Springer.

W. Ballmann, Lectures on Kähler manifolds, European Mathematical Society.

A. Moroianu, Lectures on Kähler geometry, Cambridge University Press.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

J. Morrow y K. Kodaira, Complex manifolds, American Mathematical Society.

A. L. Besse, Einstein Manifolds, Classics in Mathematics, Springer.

R. Wells, Differential Analysis On Complex Manifolds, Springer.

A. Gray y L. Hervella, The sixteen classes of almost Hermitian manifolds and their linear invariants, Ann. Mat. Pura Appl. 123 (1980), 35–58.

P. Gauduchon, Hermitian connections and Dirac operators, Boll. Unione Mat. Ital. Ser. VII 2 (1997) 257–288.

## EVALUACIÓN

### FORMAS DE EVALUACIÓN

Habrán dos evaluaciones parciales durante el cursado.

El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos completos de la materia.

### REGULARIDAD

1. cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
2. aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.

## CORRELATIVIDADES

Para cursar:

Tener regularizadas Funciones Analíticas y Geometría Superior, y aprobadas Funciones Reales, Topología General, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, y Física General.

Para Rendir:

Tener Aprobadas Funciones Reales, Topología General, Estructuras Algebraicas, Funciones Analíticas, Análisis Numérico II, Geometría Diferencial, Geometría Superior y Física General .