



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE MATEMÁTICA

Plan de Estudios

Licenciatura en Matemática

Caracas, Venezuela
Marzo 2005

Escuela de Matemática
Facultad de Ciencias
Universidad Central de Venezuela

<http://euler.ciens.ucv.ve>

Prólogo

El plan de estudios que se presenta en este folleto es el resultado de las modificaciones que la práctica y el seguimiento continuo han obligado a hacerle al que se aprobó en el año 1987.

Algunas de las modificaciones son menores y corresponden a ajustes de los programas de las asignaturas.

Una modificación que destaca es la que se refiere al estudio de la Física. Se pasó de una única asignatura ubicada en el noveno semestre a la incorporación de las asignaturas Física I y Física II en el primero y el segundo semestre respectivamente. También se ha añadido una asignatura de carácter muy libre (asignatura básica general).

El Pensum vigente corresponde con una última revisión realizada durante las gestiones de los Directores Cristina Betz y Ventura Echandía, con el apoyo de la Jefa de Departamento María Margarita Olivares. El Consejo de Escuela de Matemática participó activa y permanentemente en la discusión de estas modificaciones.

La Comisión Curricular de la Escuela de Matemática que se encargó de coordinar los cambios y elaborar este folleto actualizado, estuvo constituida por los profesores Marisela Domínguez y Ramón Bruzual. El trabajo de mecanografía y la elaboración de los cuadros estuvo a cargo de estos profesores.

Agradecemos cualquier observación o comentario que deseen hacernos llegar.

Marisela Domínguez
Correo-E: mdomin@euler.ciens.ucv.ve
Ramón Bruzual
Correo-E: rbruzual@euler.ciens.ucv.ve

Comisión Curricular.
Escuela de Matemática.
Marzo 2005.

CONTENIDO

Introducción.	1
Consideraciones generales.	2
Perfil del egresado.	2
Estructura del plan de estudios.	2
Régimen de estudios y carga crediticia.	3
Tabla resumen.	4
Esquema de dependencia lógica de las asignaturas.	5
Programas detallados de las asignaturas.	6
Matemática I.	7
Física I.	9
Elementos de la Matemática.	11
Matemática II.	13
Física II.	15
Álgebra I.	18
Matemática III.	19
Geometría Básica.	22
Introducción a la Computación.	24
Análisis I.	25
Probabilidades.	27
Álgebra II.	28
Análisis II.	29
Estadística.	31
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.	32
Topología.	33
Funciones Analíticas.	35
Álgebra III.	37
Teoría de la Medida.	38
Geometría Diferencial.	40
Ecuaciones en Derivadas Parciales.	41
Análisis Funcional.	43

Introducción.

La Escuela de Matemática, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, es uno de los más importantes centros de investigación y docencia en Matemática que existe en el país. Su estructura ha cambiado recientemente, algunos grupos de investigación se han transformado en centros y se han creado numerosos laboratorios. Además cuenta con Postgrados consolidados, que han permitido que nuestro personal mejore su formación y que también son una alternativa para el desarrollo adicional de los egresados de las distintas licenciaturas en matemáticas y afines del país. Todas estas consideraciones han motivado cambios en el plan de estudios de nuestra Licenciatura.

El plan de estudios actual de la Licenciatura en Matemática es el resultado de las modificaciones que la práctica y el seguimiento continuo han motivado hacerle al que se aprobó en el año 1987. Estas modificaciones se han podido realizar gracias a la colaboración de los miembros de La Escuela.

Los estudios de la Licenciatura en Matemática contienen cursos básicos de Matemática, Física y Computación y cursos especializados en Análisis, Álgebra, Probabilidades, Estadística, Topología, Geometría, Ecuaciones Diferenciales, Cálculo Numérico y Computación Gráfica.

Consideraciones generales.

Perfil del egresado.

El egresado de la Licenciatura en Matemática debe estar en capacidad de:

1. Contribuir al desarrollo de la Ciencia, a través de una solvencia teórica relativa a conocimientos matemáticos generales y específicos.
2. Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinarios, resolviendo problemas de diversa índole, asesorando sobre aplicaciones matemáticas.
3. Iniciarse en la investigación científica en el campo de la Matemática y áreas afines, desarrollando procesos creativos, pudiendo empalmar de manera natural, con los diferentes Postgrados existentes tanto en el país como en el exterior.
4. Realizar actividades de docencia a nivel universitario y medio en el campo de la Matemática.

Estructura del plan de estudios.

El plan de Estudios de Matemáticas ha sido elaborado para dar al estudiante una base sólida y amplia que lo capacite para ejercer su profesión. Se hace especial énfasis en las áreas clásicas de la disciplina.

Las asignaturas se han dividido en un ciclo formativo, un ciclo electivo y un conjunto de asignaturas correspondientes a estudios complementarios. Además se ha incluido una asignatura de carácter muy libre (asignatura básica general).

Ciclo Formativo:

Las asignaturas del ciclo formativo son obligatorias para todos los estudiantes de la Licenciatura, ya que contienen los conocimientos básicos que debe poseer todo futuro profesional. Las asignaturas de este ciclo también le permiten al estudiante decidir en cuál área tomar las electivas.

La carga crediticia de este ciclo es de 129 unidades.

Ciclo Electivo:

Comprende asignaturas de carácter avanzado. La escogencia la debe hacer el estudiante de acuerdo a su vocación, con el asesoramiento de su profesor tutor. Este ciclo permite una mayor capacitación de los futuros profesionales.

Se ofrece al estudiante la posibilidad de trabajar en las siguientes áreas:

Análisis

Álgebra

Lógica

Probabilidades y Estadística

Cálculo Numérico

Topología

Geometría

Ecuaciones Diferenciales

En cada una de estas áreas se dictan, de acuerdo a las posibilidades de la Escuela, un conjunto de electivas que culminan con la realización de un trabajo especial de grado en el área respectiva.

De acuerdo a su desarrollo, la Escuela podrá ofrecer electivas en otras áreas.

La carga crediticia de este ciclo es de 46 unidades.

Ciclo de Estudios Complementarios:

Son asignaturas de carácter humanístico que tienen como objetivo reforzar la formación del estudiante. Dos de las asignaturas de este ciclo deberán ser idiomas.

La carga crediticia de este ciclo es de 14 unidades.

Régimen de estudios y carga crediticia.

El régimen de estudios es semestral, un semestre tiene una duración de 14 a 16 semanas. La duración de la carrera es de 10 semestres.

Las calificaciones van del 1 al 20. La calificación mínima aprobatoria es 10.

Tomando en cuenta la reglamentación vigente, la asignación de créditos a las asignaturas se ha realizado de acuerdo a los siguientes criterios:

- (a) A cada hora de teoría se le asigna un crédito.
- (b) En las asignaturas que corresponden con la etapa inicial, donde el estudiante necesita mayor asesoramiento para adquirir habilidad y destreza, se le asigna un crédito por cada dos horas de práctica.
- (c) En asignaturas más avanzadas, como la realización de las prácticas requiere de un esfuerzo individual mucho mayor, se le asigna un crédito por cada hora de práctica.

Tabla resumen.

Semestre	Código	Asignatura	HT	HP	U	Requisitos
1	8206	Matemática I	4	4	6	No tiene
	2103	Física I	3	4	5	No tiene
	8101	Elementos de la Matemática	4	4	6	No tiene
2	8207	Matemática II	4	4	6	Matemática I
	2104	Física II	3	4	5	Física I
	8102	Álgebra I	4	4	6	Elem. Mat.
		Idioma (Estudio Complementario)				
3	8208	Matemática III	4	4	6	Matemática II
	8005	Geometría Básica	4	4	6	Álgebra I
	8601	Introducción a la Computación ó Cálculo Numérico	4	4	6	Matemática I y Álgebra I
	6105	ó Cálculo Científico	4	2	ó 6 ó 5	Matemática III y Álgebra I
		Idioma (Estudio Complementario)				
4	8401	Análisis I	4	4	6	Matemática III
	8701	Probabilidades	4	2	6	Matemática III
	8103	Álgebra II	4	2	6	Álgebra I
		Estudio Complementario				
5	8402	Análisis II	4	4	6	Análisis I
	8801	Estadística	4	2	6	Probabilidades
	8501	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	4	2	6	Matemática III y Álgebra II
		Estudio Complementario				
6	8901	Topología	4	2	6	Análisis II
	8403	Funciones Analíticas	4	2	6	Análisis I
	8104	Álgebra III	4	2	6	Álgebra II
7	8902	Teoría de la Medida	4	2	6	Análisis II
	8003	Geometría Diferencial	4	2	6	Análisis II
	8502	Ecuaciones en Derivadas Parciales	4	2	6	Ec. Diferenciales Ordinarias
8	8903	Análisis Funcional	4	2	6	Teor. Med., Topología
		Asignatura Básica General			5	
		Electiva	4	2	6	
9		Electiva	4	2	6	
		Electiva	4	2	6	
	8602	Seminario I	4		6	Una electiva
10	8603	Seminario II	2		2	Seminario I
	8604	Trabajo Especial de Grado			20	Seminario I

Para inscribir electivas se recomienda haber aprobado el sexto semestre.

Para inscribir Seminario I se recomienda haber aprobado el séptimo semestre y por lo menos una electiva.

El total de unidades es de 194, distribuidas de la siguiente manera:

129 unidades corresponden a Materias Obligatorias del Ciclo Formativo.

18 unidades corresponden a Materias del Ciclo Electivo

28 unidades corresponden a Seminarios y Trabajo Especial de Grado.

14 unidades corresponden al Ciclo de Estudios Complementarios, que son asignaturas de carácter humanístico.

Dos de las asignaturas del Ciclo de Estudios Complementarios deberán ser idiomas.

5 unidades corresponden a la Asignatura Básica General.

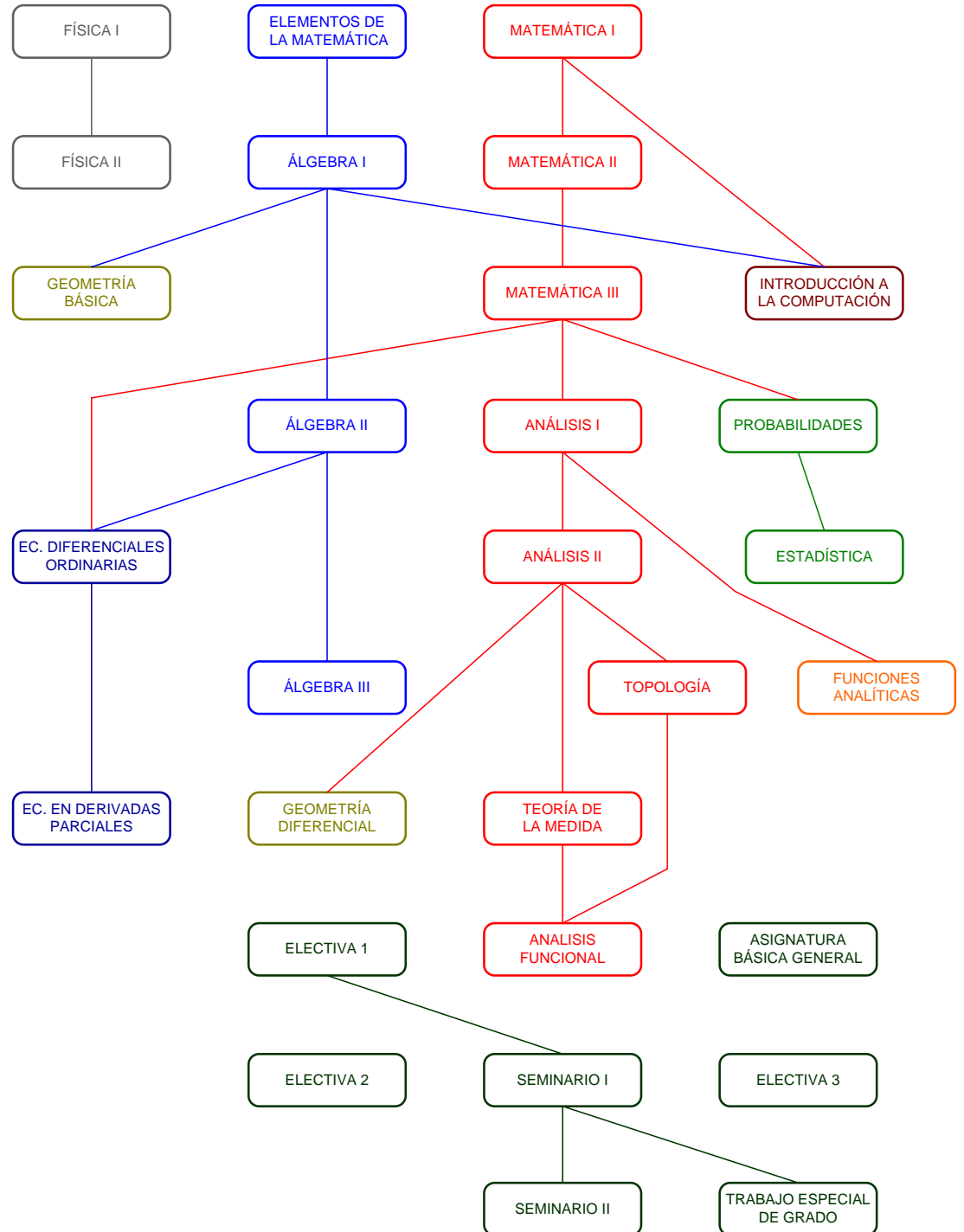
HT = Horas de clase de teoría

HP = Horas de clase de práctica

U = Unidades

Aprobado por el Consejo de Escuela en su sesión del día 22/03/2004.

Esquema de dependencia lógica de las asignaturas.



Programas detallados de las asignaturas.

A continuación se presentan los programas detallados de las asignaturas del ciclo formativo.

Matemática I.

Código: 8206	
Créditos: 6	Requisitos: No tiene
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 2000-2	

Objetivos

En este curso el estudiante recibe una introducción al cálculo diferencial en una variable. El objetivo de este curso es que el estudiante:

Aprenda a manipular correctamente los números, las funciones básicas y sus gráficas.

Adquiera una buena base de geometría analítica del plano.

Aprenda a resolver inecuaciones y trabajar con aproximaciones.

Comprenda las nociones de límite y continuidad. Calcule límites. Reconozca puntos de discontinuidad de una función.

Comprenda el concepto de derivada, su significado geométrico y físico y esté en capacidad de aplicarlo a la resolución de problemas.

Aprenda las reglas de derivación y sepa derivar funciones polinómicas, racionales, exponenciales, logarítmicas, trigonométricas y sus combinaciones y composiciones.

Trace gráficos precisos de funciones, sabiendo precisar sus características usando límites y derivadas.

Contenido

Tema 1: Los números.

Números naturales, enteros, racionales, reales. Propiedades básicas. Identificación del conjunto de los números reales con la recta. Relación de orden. Intervalos.

Tema 2: Curvas, fórmulas, funciones y gráficas.

Pares ordenados y plano Cartesiano.

Curvas que representan gráficas de funciones. Estudio descriptivo. Manipulaciones geométricas con las curvas. Curva inversa y composición de curvas.

Fórmulas y uso de la calculadora. Manipulaciones con fórmulas. Fórmulas inversas.

Relación entre fórmulas y curvas.

Tema 3: Funciones básicas.

Estudio y gráficos de algunas funciones:

- (i) Identidad, cuadrado, raíz cuadrada, potencial, raíz enésima.
- (ii) Valor absoluto, parte entera.
- (iii) Exponencial y logarítmica, logaritmo neperiano y logaritmo en base 10, cambio de base.
- (iv) Funciones polinómicas y funciones racionales.

Trigonometría: círculo trigonométrico, funciones trigonométricas, ángulos notables, fórmulas trigonométricas básicas, funciones trigonométricas inversas, representación gráfica.

Representación gráfica de funciones que se pueden expresar como suma, producto o inversa numérica de las funciones básicas, en particular polinomios y algunas funciones racionales sencillas. Escala logarítmica y semilogarítmica.

Estudio de la noción de ecuación y su interpretación en el cuadro funcional y gráfico. Funciones definidas mediante fórmulas. Dominio y rango de una función.

Tema 4: Geometría analítica plana.

Estudio de las rectas, parábolas e hipérbolas como familia de curvas. Interpretación geométrica de los coeficientes (estudio detallado del binomio de segundo grado). Distancia entre dos puntos del plano. Circunferencia. Elipse. Distancia de un punto a una recta.

Tema 5: Inecuaciones y aproximaciones.

Resolución de inecuaciones (método gráfico). Cálculo de soluciones de ecuaciones por aproximación. Errores. Cifras significativas.

Tema 6: Composición de funciones.

Composición de funciones. Representación gráfica de funciones que se pueden expresar como composición de funciones básicas. En particular considerar: $a \operatorname{sen}(bx + c)$, $\exp(-x^2)$, $\exp(-kx)$, $|f(x)|$, etc.

Tema 7: Límites.

Límites. Discusión intuitiva. Interpretación gráfica del concepto de límite. Límites laterales. Límites infinitos y límites en el infinito. Cálculo de límites de funciones definidas mediante fórmulas. Límites indeterminados sencillos.

Tema 8: Derivadas.

Definición de derivada y su interpretación geométrica y física. Reglas de derivación y su justificación. Suma, resta, producto, cociente. Regla de la cadena y derivada de la función inversa. Cálculo de derivadas de funciones dadas por fórmulas.

Derivadas de las funciones polinómicas, racionales, trigonométricas, exponenciales y logarítmicas.

Uso de la derivada para hallar la tangente a una curva en un punto dado.

Tema 9: Continuidad.

Noción de continuidad. Interpretación geométrica. Distintos tipos de discontinuidades.

Tema 10: Aplicaciones.

Uso de los límites y la derivada para precisar aspectos de una curva. Cálculo de máximos y mínimos de una función. Trazado de gráfico de funciones.

Aplicaciones a problemas de Matemática, Biología, Física y Química.

Bibliografía

- [1] ALSON, PEDRO *Métodos de graficación*. Editorial Erro.
- [2] DEMINOVICH, B. *Problemas y ejercicios de Análisis Matemático*. Editorial Paraninfo.
- [3] EDWARDS, C. H. Y PENNEY D. E. *Geometría Analítica y Cálculo*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- [4] LEITHOLD, L. *Matemáticas previas al Cálculo*. Editorial Harla.
- [5] MIRANDA, GUILLERMO *Matemática I - Física*. Fac. Ciencias. UCV.
- [6] SWOKOWSKY, E. W. *Cálculo con Geometría Analítica*. Grupo Editorial Iberoamericana.

Comentarios

- (1) La última parte del curso, que corresponde con introducción al cálculo diferencial y aplicaciones, tiene un carácter introductorio. Este tema será estudiado con mayor profundidad en el curso de Matemática II.
- (2) Los libros
 - Calculus de M. Spivack (editorial reverté)
 - Calculus Volumen 1 de T. Apostol (editorial reverté)
 son excelentes, pero se encuentran por encima del nivel de este curso. Sin embargo, es deseable incentivar a los estudiantes para que comiencen a iniciarse en este tipo de literatura.

Física I.

Código: 2103	
Créditos: 5	Requisitos: No tiene
Horas de teoría: 3	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1977	

Contenido

Tema 1: Mediciones, vectores.

Suma. Método Geométrico. Método Analítico. Multiplicación. Importancia.

Tema 2: Movimiento en una dimensión.

Posición Cinemática de una partícula. Velocidad media. Velocidad Instantánea. Aceleración instantánea. Movimiento rectilíneo con aceleración constante. Análisis dimensional. Caída libre. Ecuaciones de la caída libre. Gráfico.

Tema 3: Movimiento en el plano.

Corrimiento y velocidad en el movimiento curvilíneo. Movimiento en el plano con aceleración constante. Movimiento de proyectiles. Movimiento circular uniforme. Aceleración tangencial en el movimiento circular. Velocidad y aceleración relativas.

Tema 4: Dinámica de partículas.

Primera Ley de Newton. Fuerza. Masa. Segunda Ley de Newton. Tercera Ley de Newton. Patrón de Masa. Peso y Masa. Medición de fuerzas. Roce.

Tema 5: Trabajo y energía.

Trabajo realizado por una fuerza constante y una fuerza variable. Potencia. Energía cinética. Significado.

Tema 6: Conservación de la energía.

Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía potencial. Sistemas conservativos en una dimensión, en dos y tres. Fuerzas no conservativas. Conservación de la energía. Masa y Energía.

Tema 7: Conservación de la cantidad de movimiento.

Centro de masa. Movimiento del Centro de masa. Cantidad del movimiento lineal de una partícula y de un sistema de partículas. Conservación de la cantidad de movimiento.

Tema 8: Impulso y cantidad de movimiento.

Choques en una dimensión y en dos dimensiones.

Tema 9: Cinemática rotacional.

Cinemática de rotación. Vectores. Rotación con aceleración angular constante. Similitudes y diferencias entre la cinemática lineal y rotacional.

Tema 10: Dinámica rotacional.

Variables rotacionales. Momento de una fuerza. Energía cinética de rotación. Momento de inercia. Dinámica rotacional del cuerpo rígido. Movimiento combinado de rotación y traslación. Momento angular. Conservación del momento angular.

En caso de disponer de tiempo suficiente se sugiere agregar el tema Gravitación.

Bibliografía

Texto básico

- [1] RESNICK Y HALLIDAY *Física, segunda edición.*

De consulta

- [2] GILTEL. *Física.* (recomendado para vectores)
- [3] *Análisis vectorial, Colección Schaum.* (recomendado para gráficos)
- [4] GINTEL Y ROJO. *Curso de Física.*
- [5] HALLIDAY Y RESNICK. *Fundamentals of Physics.* (en inglés).
- [6] SEARS Y ZEMANSKY *Física Universitaria.*
- [7] J. ROEDERER. *Mecánica Elemental.*

Las siguientes referencias son de un nivel superior al curso.

- [8] R. FEYMAN. *Lectures on Physics, Volumen I.* (en español).
- [9] C. KITTEL. *Curso de Física de Berkeley, Mecánica.*

Elementos de la Matemática.

Código: 8101	Código anterior: 22R5
Créditos: 6	Requisitos: no tiene
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 2004-1	

Objetivos

Estudiar conceptos de geometría plana: punto, recta, plano, ángulos, triángulos, circunferencias y sus propiedades fundamentales desarrollando algunas demostraciones sencillas.

Manejar el concepto intuitivo de conjunto y las operaciones que involucran conjuntos, haciendo énfasis en los conjuntos numéricos.

Estudiar las propiedades básicas del conjunto de los números naturales, de los números enteros, de los números racionales, de los reales y de los complejos.

Contenido

Tema 1: Nociones elementales de geometría.

Repaso de los conceptos básicos: punto, recta y plano. Segmento, semi-recta, ángulo. Congruencia de triángulos. Mediatriz, bisectriz, mediana y altura. Teorema de Pitágoras. Rectas paralelas.

Tema 2: Circunferencias.

Circunferencia como lugar geométrico. Arco y cuerda. Ángulo inscrito. Tangente. Teorema del ángulo central.

Tema 3: Conjuntos.

Definición intuitiva de conjunto. Diagramas de Venn. Operaciones básicas: unión, intersección, complemento, partes de un conjunto, diferencia de conjuntos y producto cartesiano.

Tema 4: Números naturales.

Los números naturales. Deducción del principio de inducción a partir del principio del mínimo entero. Aplicaciones del principio de inducción. Concepto intuitivo de sucesión. Introducción de los números combinatorios por su definición combinatoria. Binomio de Newton. Algunas demostraciones por inducción relacionadas con el binomio de Newton.

Tema 5: Números enteros.

Los números enteros. Algoritmo de la división de los números enteros. Divisibilidad. Números primos. Descomposición en factores primos. Demostración de la existencia de una infinidad de números primos. Máximo común divisor y mínimo común múltiplo. Demostración de su existencia y manera de calcularlos. Demostración de que el máximo común divisor entre a y b es de la forma $ax + by$ para números enteros x y y . Congruencias módulo n . Propiedades. Usar congruencias módulo n para obtener ciertos criterios de divisibilidad y expresión de un entero en una base dada.

Tema 6: Números racionales.

Definición de número racional. Propiedades y operaciones. Suma, resta, producto, cociente y potenciación de números racionales. Demostrar que no existe ningún número racional cuyo cuadrado sea igual a 2.

Tema 7: Números reales.

Introducción intuitiva del conjunto de los números reales. Relación de orden en \mathbb{R} . Valor absoluto. Operaciones con números reales: suma, resta, producto, división, potenciación. Relaciones entre estas operaciones. Subconjuntos acotados de \mathbb{R} . Noción de supremo e ínfimo. Axioma del supremo. Representación decimal de los números reales y notación científica. Aproximación de un número real por un número racional, con errores por exceso y por defecto.

Tema 8: Números complejos.

Introducción motivada de los números complejos. Definición formal de números complejos. Representación geométrica de los números complejos. Forma polar o trigonométrica de los números complejos. Operaciones de suma, producto y cociente de números complejos. Conjugado y módulo de un número complejo. Potenciación de números complejos. Fórmula de De Moivre. Raíces de un número complejo y raíces de la unidad. Aplicaciones.

Bibliografía

- [1] CLEMENS, R. *Geometría*.
- [2] FLORES DE CHELA, DELIA *Elementos de la Matemática*. Guías de la Facultad de Ciencias de la U.C.V., (de venta en la Dirección de la Escuela de Matemática, Fac. Ciencias, U.C.V.)
- [3] RADA, SAULO *Aritmética*. CENAMEC.
- [4] RICABARRA, EDITH *Geometría I*. Guías de la Facultad de Ciencias de la U.C.V.
- [5] RIVERO, FRANCISCO *Teoría de los números*. U.L.A.
- [6] RODRÍGUEZ, JOSÉ *El Arte de Contar*. U.L.A.
- [7] SPIVAK, MICHAEL *Calculus*. Editorial Reverté S.A.

Nota: Los dos primeros temas no deben exceder las dos primeras semanas del curso.

Matemática II.

Código: 8207	
Créditos: 6	Requisitos: Matemática I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 2000-2	

Objetivos

Este es un curso de cálculo diferencial e integral en una variable, al que el estudiante llega con una base de un primer curso de introducción al cálculo diferencial. Los conceptos y resultados de cálculo diferencial introducidos en Matemática I son tratados con mayor rigor y profundidad.

El objetivo de este curso es que el estudiante:

Domine las técnicas de derivación de funciones.

Use las técnicas del cálculo diferencial para calcular límites, trazar gráficos de funciones y resolver problemas de máximos y mínimos.

Comprenda el concepto de sucesión y límite de sucesión, sea capaz de calcular el límite de una amplia variedad de sucesiones.

Entienda el enunciado del teorema de Taylor, esté en capacidad de aproximar funciones y estimar el error. Use el método de la tangente de Newton para aproximar ceros de funciones.

Aprenda a calcular la antiderivada (primitiva) de una amplia variedad de funciones.

Resuelva ecuaciones diferenciales de primer orden, que se resuelven por integración y comprenda algunas aplicaciones elementales.

Comprenda el concepto de integral definida y el teorema fundamental del cálculo. Aplique las técnicas de cálculo integral para resolver una amplia variedad de problemas que incluyen cálculo de volúmenes, longitud de arco, centro de gravedad, etc.

Esté en capacidad de aproximar integrales definidas usando la regla de los trapecios y la de Simpson.

Contenido

Tema 1: Cálculo diferencial en una variable.

Repaso de los conceptos básicos del cálculo diferencial.

Teoremas del valor medio: Rolle, Lagrange y Cauchy. Interpretación geométrica y aplicaciones. Funciones crecientes y decrecientes. Criterio de la primera derivada. Máximos y mínimos. Convexidad. Criterio de la segunda derivada (tanto para convexidad como para máximos y mínimos). Aplicación al trazado de gráficos de funciones. Regla de L'Hopital. Asíntotas horizontales, verticales y oblicuas. Gráficos de funciones. Aplicaciones de máximos y mínimos.

Tema 2: Sucesiones numéricas.

Concepto de sucesión y ejemplos. Límite de una sucesión. Propiedades del límite. Cálculo de límites de sucesiones.

Tema 3: Teorema de Taylor y aproximaciones.

Fórmula de Taylor con resto. Acotación del resto y aplicaciones: Cálculo aproximado de funciones y desigualdades. Cálculo de ceros de funciones: Método de los intervalos encajados. Método de la tangente de Newton.

Tema 4: La integral indefinida.

Integral indefinida y métodos de integración: Cambio de variables, integración por partes, integrales trigonométricas, fórmulas de reducción para las integrales de $\sin^n x$ y $\cos^n x$, integración de funciones racionales. La sustitución $z = \tan\left(\frac{x}{2}\right)$. Integración de algunas funciones irracionales.

Tema 5: Ecuaciones diferenciales.

Aplicación de los métodos de integración para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias sencillas. Ecuaciones con variables separables. Ecuaciones que se reducen a ecuaciones con variables separables ($y' = f(x, y)$ donde f es homogénea de grado cero, $y' = \frac{ax+by+c}{rx+sy+t}$, etc.). Ecuación lineal de primer orden, ecuación de Bernoulli. Aplicaciones: ley de enfriamiento de Newton, crecimiento de bacterias, desintegración radioactiva, crecimiento logístico.

Tema 6: La integral definida.

Área bajo el gráfico de una función. Área como límite de una sucesión. Integral de Riemann. Primitivas y teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow. Teoremas del valor medio para integrales. Cambio de variables e integración por partes para integrales definidas.

Tema 7: Cálculo aproximado de integrales.

Cálculo aproximado de integrales definidas y estimación del error. Aproximación de áreas por rectángulos, regla de los trapecios y regla de Simpson.

Tema 8: Aplicaciones del cálculo integral.

Cálculo de áreas de regiones planas. Longitud de arco de una curva dada en la forma $y = f(x)$. Volumen de un sólido cuando se conoce el área de su sección transversal (ejemplo: pirámide). Volumen de un sólido de revolución. Centro de gravedad. Área de una superficie de revolución. Integrales impropias en intervalos del tipo (a, ∞) y $(-\infty, a)$.

Bibliografía

- [1] ALSON, PEDRO *Cálculo Básico*. Editorial Erro.
- [2] BATSCHELET, E. *Introduction to Mathematics for Life Scientist*. Springer Verlag.
- [3] DEMINOVICH, B. *Problemas y ejercicios de Análisis Matemático*. Editorial Paraninfo.
- [4] EDWARDS, C. H. Y PENNEY D. E. *Ecuaciones diferenciales elementales con aplicaciones*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- [5] EDWARDS, C. H. Y PENNEY D. E. *Geometría Analítica y Cálculo*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- [6] MIRANDA, GUILLERMO *Matemática II - Física*. Fac. Ciencias. UCV.
- [6] SWOKOWSKY, E. W. *Cálculo con Geometría Analítica*. Grupo Editorial Iberoamericana.

Comentarios

- (1) El estudiante llega a este curso con una pequeña base de cálculo diferencial, dada en el curso de Matemática I.
- (2) Los libros
 - Calculus de M. Spivack (editorial reverté)
 - Calculus Volumen 1 de T. Apostol (editorial reverté)
 se encuentran por encima del nivel de este curso. Sin embargo, es deseable incentivar a los estudiantes para que comiencen a iniciarse en este tipo de literatura.
- (3) Por limitaciones de tiempo, el profesor deberá escoger una de las aplicaciones mencionadas en el Tema de Ecuaciones Diferenciales y desarrollarla con cierto detalle. Es recomendable hacer alguna mención de las aplicaciones restantes.

Física II.

Código: 2104	
Créditos: 5	Requisitos: Matemática I
Horas de teoría: 3	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1977	

Contenido

Tema 1: Introducción.

- 1.1.a. Aspectos históricos de la Electricidad.
- 1.1.b. Estructura atómica elemental.
- 1.1.c. Unidad de carga: cuantificación y conservación de la carga.
- 1.1.d. Conductores y no conductores.
- 1.1.e. Carga inducida.

Tema 2: Electrostática de cargas puntuales.

- 2.1.a. Ley de Coulomb. Principio de Superposición.
- 2.1.b. Campo Eléctrico. Líneas de fuerza.
- 2.2.a. Flujo del campo eléctrico.
- 2.2.b. Ley de Gauss.
- 2.3.a. Interacción de campos eléctricos con cargas: el tubo de rayos catódicos, el dipolo eléctrico.
- 2.4.a. Energía de potencial y diferencia de potencial.
- 2.4.b. Energía potencial de una configuración.
- 2.4.c. Superficies equipotenciales.

Tema 3: Electrostática de distribuciones de carga.

- 3.1.a. Campo eléctrico y potencial de : Anillo, línea infinita, lámina infinita y corteza esférica.
- 3.1.b. Conductores en equilibrio electrostático.
- 3.2.a. Condensadores y capacidad.
- 3.2.b. Condensadores planos, cilíndricos y esféricos.
- 3.2.c. Energía almacenada en un condensador, densidad de energía en un campo eléctrico.
- 3.2.d. Dieléctricos y condensadores planos, constante dieléctrica y permitividad, tensión de ruptura.
- 3.2.e. Sistemas de condensadores: Conexiones en paralelos y en serie.

Tema 4: Corriente eléctrica.

- 4.1.a. Conducción en metales: Movimiento de los portadores de carga, velocidad de carga, velocidad de arrastre.
- 4.1.b. Corriente, densidad de corriente, flujo de la densidad de corriente.
- 4.2.a. Campo eléctrico dentro de un conductor, conductividad, Ley de Ohm.
- 4.2.b. Resistencia y resistividad: dependencia con la temperatura, superconductividad.
- 4.2.c. Efecto Joule y potencia disipada; termopares.
- 4.2.d. Elementos no-Ohmicos.

Tema 5: Circuitos de corriente directa.

- 5.1.a. Corriente estacionaria y fuerza electromotriz: Análogo mecánico.
- 5.1.b. Potencia suministrada por una fuerza electromotriz.
- 5.1.c. Fuente ideal de voltaje; fuente real y resistencia interna.

- 5.1.d. Celdas eléctricas.
- 5.2.a. Leyes de Kirchoff.
- 5.2.b. Potencia transferida.
- 5.2.c. Resolución de circuitos de corriente directa, circuitos de varias mallas
- 5.3.a. Instrumentos de medidas el galvanómetro y su uso como amperímetro, voltímetro y óhmetro.
- 5.3.b. El puente de Wheatstone, el potenciómetro.
- 5.3.c. Cortocircuitos y sobrecargas: Fusibles y breakers.
- 5.4.a. Circuitos RC: Tiempo de relajación

Tema 6: Magnetostática.

- 6.1.a. Aspectos históricos del magnetismo.
- 6.1.b. Imanes: Inducción magnética y líneas de inducción.
- 6.1.c. El campo magnético terrestre.
- 6.2.a. Efectos de campos magnéticos sobre cargas en movimiento.
- 6.2.b. Fuerza de Lorentz.
- 6.2.c. Cinemática de cargas: Radio de la órbita y frecuencia ciclotrónica.
- 6.2.d. Experimento de Thompson.
- 6.2.e. Efecto Hall
- 6.3.a. Efecto de campos magnéticos sobre conductores, espira rectangular y momento dipolar.
- 6.3.b. Principio de funcionamiento del galvanómetro y del motor de corriente directa.
- 6.4.a. Ley de Biot Savart: campo magnético de un conductor recto infinito y de un anillo de corriente.
- 6.4.b. Ley de Ampere: Campo magnético de un conductor recto infinito, solenoide ideal y toroide, el solenoide real

Tema 7: Flujo magnético variable.

- 7.1.a. Flujo magnético.
- 7.1.b. Corriente y fuerza electromotriz inducida.
- 7.1.c. Ley de Faraday y Ley de Lenz.
- 7.1.d. El generador de corriente alterna
- 7.2.a. Autoinductancia e Inductancia mutua: autoinductancia de un solenoide.
- 7.2.b. Circuito LR: Constante de tiempo.
- 7.2.c. Energía almacenada en una inductancia, densidad de energía del campo magnético.
- 7.2.d. Circuito LC: Frecuencia natural de oscilación.
- 7.2.e. Circuito en serie LRC libre: oscilaciones amortiguadas.

Tema 8: Propiedades magnéticas de la materia.

- 8.1.a. Magnetismo a nivel atómico: Relación entre momento dipolar y el momento angular orbital, el spin del electrón, magnetismo nuclear.
- 8.1.b. Aspectos fenomenológicos del diamagnetismo.
- 8.1.c. El anillo de Rowland.
- 8.1.d. Permeabilidad relativa de un material. Susceptibilidad magnética.
- 8.2.a. El electroimán.
- 8.2.b. El transformador.

Tema 9: Circuitos de corriente alterna.

- 9.1.a. Corriente alterna: frecuencia, fase, valor de pico, valor cuadrático medio.
- 9.1.b. Impedancia y desfase entre corriente y voltaje para: Resistencias, condensadores e inductancias.
- 9.1.c. Circuito en serie LRC forzado: Respuesta en frecuencia, resonancia, potencia disipada.

Tema 10: Ondas electromagnéticas.

- 10.1.a. Ecuaciones de Maxwell en ausencia de materiales dieléctricos o magnéticos.
- 10.1.b. Campos eléctricos y magnéticos variables con el tiempo.

- 10.1.c. Ondas electromagnéticas; variables de propagación: Fotones
- 10.1.d. El espectro de la radiación electromagnética.

Bibliografía

Texto básico

- [1] P. A. TIPPLER. *Física vol. 2*. Reverté 1977

De consulta

- [2] *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería. Parte 2*. Cecsca 1960, 1966.
- [3] D. HALLIDAY Y R. RESNICK. *Fundamentals of Physics*. John Wiley 1970.
- [4] J. GINTEL Y O. ROJO *Curso de Física Básica*. Mc. Graw Hill 1973.
- [5] M. SPIEGEL. *Vector Analysis, Schaum's Outline Series*. Mc Graw Hill 1959.
- [6] J. EDMINISTER *Circuitos eléctricos, Schaum's Outline Series*.

Álgebra I.

Código: 8102	Código anterior: 22R5
Créditos: 6	Requisitos: Elementos de la Matemática
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1:

Noción intuitiva de conjunto: unión, intersección, complemento. Concepto de relación: funciones, relaciones de equivalencia. Inducción.

Tema 2:

Sistemas de ecuaciones lineales y matrices sobre los números reales.

i) Álgebra de matrices. Propiedades de la matriz producto: una fila (columna) de la matriz AB , es una combinación lineal de las filas (columnas) de la matriz BA . Multiplicación de matrices por bloques.

ii) Operaciones elementales por filas (por columnas). Matrices equivalentes por filas (por columnas). Matriz escalonada reducida. Matrices elementales. Aplicaciones:

a) Condiciones necesarias y suficientes para que un sistema de ecuaciones lineales tenga solución, en el caso homogéneo condiciones para que el sistema tenga solución distinta de la trivial. Obtención de las soluciones.

b) Inversión de matrices.

c) Forma normal de una matriz. Rango de una matriz. Matrices semejantes y equivalentes.

Tema 3:

Espacios vectoriales de dimensión finita sobre el cuerpo de los números reales. Subespacios. Suma directa. Independencia lineal, bases y dimensión. Espacio fila y espacio columna de una matriz, rango fila y rango columna. Base del espacio solución del sistema $AX = 0$. Relación de equivalencia inducida por un subespacio. Espacio cociente.

Tema 4:

Transformaciones lineales. Matrices y transformaciones lineales. Transformación lineal y cambio de base. Matriz asociada. Cambio de coordenadas. Núcleo de una transformación. Isomorfismo de espacios vectoriales. Teorema fundamental del isomorfismo. Aplicación a los sistemas de ecuaciones lineales. Cálculo de autovalores y autovectores en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 .

Bibliografía

- [1] ÁLVAREZ, FRANCISCA *Notas de curso*.
- [2] HOFFMAN, K. Y KUNZE, R. *Algebra Lineal*. Prentice Hall Inc.
- [3] THOMPSON, R. Y YAQUB, A. *Introduction to Lineal Algebra*.

Matemática III.

Código: 8208	
Créditos: 6	Requisitos: Matemática II
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 2001-1	

Objetivos

Este es un curso básico de cálculo, que contiene ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden, sistemas lineales de dos ecuaciones diferenciales, series numéricas, una introducción al álgebra lineal y una introducción al cálculo diferencial e integral en dos y tres variables.

El estudiante deberá:

Aprender a resolver ecuaciones diferenciales lineales de primer orden, así como una amplia variedad de ecuaciones diferenciales que se reducen a éstas.

Aprender a resolver ecuaciones lineales de segundo orden con coeficientes constantes en una variedad amplia de casos.

Aprender a resolver sistemas de dos ecuaciones diferenciales lineales.

Ser capaz de aplicar los conocimientos adquiridos sobre ecuaciones diferenciales para modelar situaciones que se presentan en Física, Biología y Química, tales como problemas de enfriamiento, desintegración radioactiva, problemas de movimiento, crecimiento de especies, etc.

Comprender el concepto de serie, dominar los criterios básicos de convergencia para series de términos positivos. Entender y aplicar el criterio de Leibnitz para series alternadas.

Adquirir las nociones básicas de geometría plana, del espacio y álgebra lineal, necesarias para comprender el cálculo diferencial e integral en dos y tres variables.

Comprender e interpretar desde el punto de vista físico los conceptos de curva y trayectoria, ser capaz de parametrizar una amplia variedad de curvas, comprender e interpretar el concepto de integral de línea. Ser capaz de calcular una amplia variedad de integrales de línea.

Comprender el concepto de campo escalar y los conceptos de límite y continuidad de campos escalares.

Entender el concepto de diferenciabilidad de un campo escalar, reconocer campos escalares diferenciables, saber calcular derivadas parciales usando las reglas usuales de derivación de funciones, saber aplicar la regla de la cadena para la composición de un campo escalar con una curva.

Interpretar geoméricamente el gradiente, saber hallar el plano tangente a una superficie, resolver problemas de máximos y mínimos en dos y tres variables sin restricciones y con restricciones.

Comprender los conceptos de integral doble y triple de un campo escalar, saber colocar los límites de integración en regiones no triviales, saber cambiar de coordenadas cartesianas a polares, cilíndricas y esféricas. Saber calcular áreas, volúmenes, centros de masas, etc usando integrales dobles y triples.

Contenido

Tema 1: Ecuaciones diferenciales.

Ecuaciones diferenciales de primer orden. Revisión de los métodos ya estudiados en Matemática II. Ecuaciones con variables separables y reducibles a estas.

Aplicaciones de la ecuación diferencial de primer orden: Crecimiento de poblaciones (exponencial, logístico, limitado). Epidemias. Desintegración radioactiva. Enfriamiento.

Ecuaciones diferenciales lineales de orden 2 con coeficientes constantes. Solución general de la ecuación homogénea. Solución general de la ecuación $ay'' + by' + cy = f(x)$ en

los casos en que f es un polinomio, $f(x) = a^x$ y $f(x) = k_1 \sin x + k_2 \cos x$. Aplicaciones: Caída libre, equilibrio de poblaciones, caída libre en un medio resistente.

Sistemas de dos ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Aplicación: competencia entre especies.

Tema 2: Series numéricas.

Series: Definición y ejemplos. Criterios de convergencia para series de términos positivos: comparación, límites, raíz, razón, integral. Series alternadas: criterio de Leibnitz.

Fórmula de Stirling y producto de Wallis.

Tema 3: Nociones de geometría plana, del espacio y álgebra lineal.

Subconjuntos de \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 . Vectores. Producto escalar y vectorial. Ecuación paramétrica de la recta. Representación de subconjuntos definidos mediante ecuaciones y desigualdades sencillas. Superficies en \mathbb{R}^3 : plano, esfera, elipsoide, cilindro, cono, paraboloides, hiperboloides. Bolas abiertas y bolas cerradas en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 . Idea de abierto, cerrado y frontera.

Distintos sistemas de coordenadas en \mathbb{R}^2 y en \mathbb{R}^3 : polares, cilíndricas y esféricas. Transformación de coordenadas. Parametrización de subconjuntos de \mathbb{R}^2 y de \mathbb{R}^3 en estas coordenadas.

Concepto de transformación lineal (considerar los casos $T : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$, con $n, m \leq 3$). Concepto de base. Matrices. Matriz asociada a una transformación lineal. Producto de matrices. Inversa de una matriz. Autovectores y autovalores. Determinantes 2×2 y 3×3 . Diagonalización de matrices. Sistemas de Ecuaciones Lineales.

Tema 4: Curvas en el plano y en el espacio.

Funciones de \mathbb{R} en \mathbb{R}^2 y de \mathbb{R} en \mathbb{R}^3 . Ejemplos y motivación: movimiento circular uniforme, parabólico, etc. Vector tangente a una curva en términos de las funciones coordenadas. Recta tangente a una curva en términos del vector tangente a dicha curva. Reparametrización y longitud de arco. Trayectoria y forma de la trayectoria de una partícula en movimiento. (Interpretar la reparametrización de una curva como una forma de movimiento a lo largo de esa curva). Integrales de línea. Interpretación como trabajo mecánico.

Tema 5: Campos escalares.

Funciones de \mathbb{R}^2 en \mathbb{R} y de \mathbb{R}^3 en \mathbb{R} (tales como $f(x+y)$, $f(xy)$, $f(x^2+y^2)$, $f(x/y)$, donde f es identidad, seno, coseno, ln). Dominio y rango de funciones de \mathbb{R}^2 en \mathbb{R} y de \mathbb{R}^3 en \mathbb{R} . Gráfico y representación gráfica de funciones de \mathbb{R}^2 en \mathbb{R} . Curvas y superficies de nivel. Límite a lo largo de una curva de una función de \mathbb{R}^2 en \mathbb{R} . Introducción al concepto de límite en un punto a través del concepto de límite a lo largo de una curva. Noción de continuidad. Límites iterados. Diferenciabilidad de un campo escalar en un punto. Derivadas parciales y direccionales. Concepto de gradiente. Condición suficiente de diferenciabilidad. Regla de la cadena para la composición de un campo escalar con una aplicación de \mathbb{R} en \mathbb{R}^2 y de \mathbb{R} en \mathbb{R}^3 . Diferenciación de funciones definidas en forma implícita.

Tema 6: Gradiente de un campo escalar y aplicaciones, máximos y mínimos.

Interpretación geométrica del gradiente: Dirección de máximo crecimiento para una función de \mathbb{R}^2 en \mathbb{R} . Plano tangente a una superficie dada en la forma: (a) $F(x, y, z) = 0$ y (b) $z = f(x, y)$. Ecuación del plano tangente en cada uno de estos casos en términos de las derivadas parciales de F y f .

Máximos y mínimos. Desarrollo de Taylor y criterio del Hessiano en dos variables. Método de los multiplicadores de Lagrange.

Tema 7: Integrales dobles y triples.

Integrales dobles y triples de funciones sencillas, haciendo énfasis en la determinación de los límites de integración en regiones no triviales. Cambio de coordenadas cartesianas a

polares, cilíndricas y esféricas. Aplicación a cálculo de áreas, volúmenes, centros de masa, etc. Cálculo de $\int_0^{+\infty} e^{-x^2} dx$.

Bibliografía

- [1] APOSTOL, T. *Calculus Volumen 2*. Editorial Reverté.
- [2] BATSCHLET, E. *Introduction to Mathematics for Life Scientist*. Springer Verlag.
- [3] DEMINOVICH, B. *Problemas y ejercicios de Análisis Matemático*. Editorial Paraninfo.
- [4] EDWARDS, C. H. Y PENNEY D. E. *Ecuaciones diferenciales elementales con aplicaciones*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- [5] KISELIOV, A., KRASNOV, M. Y MAKARENKO, G. *Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias*. Editorial MIR.
- [6] KREIDER, D., KULLER, R., OSTBERG, D. Y PERKINS, F. *Introducción an análisis lineal, Parte 1*. Editorial fondo educativo interamericano.
- [7] MARSDEN, J. Y TROMBA, A. *Cálculo Vectorial*. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana
- [8] MIRANDA, GUILLERMO *Matemática III - Física* Fac. Ciencias. UCV.
- [9] SWOKOWSKY, E. W. *Cálculo con Geometría Analítica*. Grupo Editorial Iberoamericana.
- [10] WILLIAMSON, R., CROWELL, R. Y TROTTER, H. *Cálculo de funciones vectoriales*. Editorial Prentice Hall.

Comentarios

- (1) Siempre se debe comenzar el curso por la primera parte del Tema 1 (Ecuaciones Diferenciales de primero y segundo orden) ya que se requiere de inmediato en otras asignaturas de algunas Licenciaturas. Antes de comenzar la segunda parte del Tema 1 (Sistemas de dos ecuaciones diferenciales), a juicio del profesor, se puede adelantar algo de álgebra lineal para una mejor comprensión por parte de los estudiantes.
- (2) En el Tema 1 se deben estudiar ejemplos de Física, Química y Biología. En lo que se refiere a los ejemplos de Biología se debe destacar la parte de dinámica de poblaciones, se recomienda el libro de Batschelet ([2]), capítulo 11 para esta parte.
- (3) Se recomienda distribuir el tiempo de acuerdo a la siguiente tabla:
 - Tema 1 tres semanas
 - Tema 2 dos semanas y media
 - Tema 3 dos semanas y media
 - Tema 4 una semana y media
 - Tema 5 dos semanas y media
 - Tema 6 dos semanas
 - Tema 7 dos semanas

Geometría Básica.

Código: 8005	
Créditos: 6	Requisitos: Álgebra I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 2004-2	

Contenido

Tema 1: Sistemas de coordenadas.

Sistema de coordenadas ortogonales en el plano. Vectores. Base canónica. Suma y producto por escalares. Ecuación vectorial y ecuaciones paramétricas de la recta. Obtención de la ecuación cartesiana. Representación. Pendiente. Paralelismo. Perpendicularidad. Producto escalar en \mathbb{R}^2 . Ángulo entre vectores (relacionar con el teorema del coseno). Ortogonalidad. Proyección ortogonal. Descomposición de un vector en la dirección de otro y la componente ortogonal. Distancia de un punto a una recta. Forma normal. Lugares definidos por desigualdades lineales.

Tema 2: Producto escalar, vectorial y mixto.

Orientación. Producto vectorial. Aplicaciones: área del triángulo como determinante; distancia entre rectas alabeadas. Producto mixto. Producto escalar. Aplicar para determinar ángulos entre planos y entre recta y planos. Proyecciones. Distancia de un punto a un plano. Forma normal. Sistema de coordenadas ortogonales en el espacio. Vectores. Base canónica. Ecuación vectorial y ecuaciones paramétricas de rectas y planos. Obtención de la ecuación cartesiana. Plano por tres puntos. Planos paralelos a los ejes.

Tema 3: Cónicas.

Ilustración de las cónicas como secciones de un cono. Definiciones geométricas de circunferencia, parábola, elipse e hipérbola. Deducción de sus ecuaciones. Circunferencia: tangentes. Parábolas: foco, directriz, eje, vértice y tangentes. Hipérbola: ejes, focos, asintotas, excentricidad y tangentes. Ecuaciones paramétricas racionales de los tres tipos de cónicas. Estudio de la ecuación de segundo grado, reducción por rotación y traslación del sistema de coordenadas.

Tema 4: Cuádricas en el espacio.

Cuádrica: esferas, plano tangente, planos secantes. Elipsoide, hiperboloide de una y dos hojas, paraboloides elíptico e hiperbólico. Representación por trazas, curvas de nivel etc. Cilindros. Superficies cónicas. Superficies de revolución. Superficies regladas.

Tema 5: Transformaciones lineales.

Transformaciones del plano euclideo. Homotecias. Rotaciones. Reflexiones. Traslaciones.

Tema 6: Transformación afín.

Grupo de traslaciones y transformaciones lineales en el plano. Grupo afín, propiedades invariantes: colinealidad, paralelismo, razón simple de tres puntos, punto medio de un segmento, proporcionalidad de las áreas. Subgrupos del grupo afín del plano. Clasificación afín de cónicas. Grupo afín en dimensión tres. Invariantes.

Tema 7: Isométricas.

El grupo ortogonal en dos y tres dimensiones. Clasificación de las isometrías del plano y del espacio.

Tema 8: Transformaciones proyectivas.

El plano proyectivo como completación del plano afín. Coordenadas homogéneas. Espacio cociente. Modelos. El grupo proyectivo, relación con el grupo afín. Clasificación afín de las cuádricas. Clasificación proyectiva de cónicas y cuádricas.

Bibliografía

- [1] ARTZY. *Linear Algebra*.
- [2] COXETER. *Introduction to Geometry*.
- [3] EFIMOV. *Curso Breve de Geometría Analítica*.
- [4] JAEGER. *Introduction to Analytic Geometry and Linear Algebra*.
- [5] LEHMAN. *Geometría Analítica*.
- [6] MODENOV. *Geometric Transformation. Vol. 1*.
- [7] RICABARRA, E. *Geometría I*. (Fac. Ciencias, UCV).
- [8] RICABARRA, E. *Geometría II*. (Fac. Ciencias, UCV).
- [9] SANTALÓ. *Vectores y Tensores*.
- [10] TOVAR, F. *Talleres de Geometría Analítica y Problemarios*. (Fac. Ciencias, UCV).

Comentarios para el docente

En este curso se introducen varios cambios importantes de contenido y metodología. Respecto a ésta última, se plantea integrar el computador como una herramienta auxiliar de enseñanza, usando las ventajas de visualización que nos ofrecen paquetes tales como: Maple, MatLab, Matemática, etc. Todos son de muy fácil manejo y se encuentran instalados en el Laboratorio de Docencia. La idea básica es distribuir el curso en cuatro horas teóricas, dos horas de práctica y dos horas de talleres, donde el estudiante interactuará con el computador para visualizar y resolver problemas de geometría elemental.

Respecto al contenido, se integran algunos temas del programa de Geometría I y se cambia la visión de estudiar las cónicas sólo desde su expresión implícita, sino también estudiar su expresión paramétrica racional. Ésta última se puede llevar a la expresión racional de una cónica de Bézier utilizando un cambio de base. El objetivo de introducir las cónicas de Bézier es motivado a su importancia en las matemáticas aplicadas, donde esta representación ha sido estudiada rigurosamente.

Se recomienda dedicar dos semanas a cada tema.

Introducción a la Computación.

Código: 8601	Código anterior: 22W2
Créditos: 6	Requisitos: Matemática I y Álgebra I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1993-1	

Observación

Al finalizar este curso, el estudiante debe ser capaz de construir en forma sistemática algoritmos para resolver problemas, y posteriormente, implementarlos en un computador digital, haciendo uso de lenguajes de programación de alto nivel.

Contenido

Tema 1:

Estructura del Computador. Memoria principal, procesador central, unidad de control, dispositivos de entrada/salida, unidades de almacenamiento auxiliar.

Tema 2:

Algoritmos y programas.

Acción, proceso computacional, algoritmo, variable, asignación, lenguajes de programación, evaluación y tipos de programa, cualidades de los algoritmos: correctitud, confiabilidad, simplicidad, legibilidad, costos, eficiencia, complejidad computacional.

Tipos de datos simples.

Concepto de tipo de dato, tipos simples y estructurados, tipos escalares, tipo entero: representación, operaciones tipo real. Representación en punto fijo y punto flotante, operaciones, tipo lógico, representación, operaciones tipo alfanumérico o caracter, códigos ASCII y EBCDIC, operaciones.

Tema 3:

Estructuras de control. Composición secuencial. Selección: selección simple, selección múltiple. Iteración: repetir, mientras, iterar.

Tema 4:

Metodología de programación. Enfoque ascendente y descendente, programación estructurada, refinamiento progresivo. Ejemplos.

Tema 5:

Subprogramas. Acciones: procedimientos, funciones, parámetros formales y actuales, transmisión por valor y por referencia.

Tema 6:

Arreglos unidimensionales. Representación, cálculo de valores máximo y mínimo, sumatoria y productoria de los elementos de un arreglo, producto escalar, cálculos estadísticos, ordenamiento, búsqueda de un valor en un arreglo.

Tema 7:

Arreglos bidimensionales. Representación, suma y multiplicación de matrices, matriz compuesta, resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales.

Tema 8:

Registros y archivos: representación y ejemplos.

Bibliografía

- [1] WIRTH, N. *Systematic Programming: An Introduction*.
- [2] WIRTH, N. *Algoritmo + estructura de datos = programas*.
- [3] MCCracken, D. Y DORN, W. *Métodos numéricos y programación Fortran*.

Análisis I.

Código: 8401	Código anterior: 22T1
Créditos: 6	Requisitos: Matemática III
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1: Los números reales.

Axiomas. Propiedades de orden. Supremo. Completitud. Numerabilidad.

Tema 2: Topología de la recta.

Intervalos. Conjuntos abiertos y cerrados. Puntos de acumulación. Teorema de Bolzano-Weierstrass. Conjuntos compactos. Teorema de Heine-Borel. Conjuntos conexos.

Tema 3: Sucesiones.

Convergencia. Sucesiones monótonas. Subsucesiones. Límites superior e inferior de una sucesión. El número e . Sucesiones de Cauchy.

Tema 4: Límites y continuidad de funciones.

Funciones continuas en abiertos y cerrados. Condiciones necesarias y suficientes para continuidad. Continuidad y compacidad. Continuidad uniforme y el teorema de Heine (f continua sobre compacto implica f uniformemente continua). Discontinuidades. Funciones monótonas.

Tema 5: Derivada.

Derivada de una función real. Condición de Lipschitz. Teorema del valor medio. Funciones inversas. Derivadas de orden superior y el teorema de Taylor.

Tema 6: Integral de Riemann.

Definición, funciones integrables, integrales superior e inferior, condición de integrabilidad de Riemann, ejemplos de funciones no integrables. Teorema fundamental del Cálculo, integración por partes.

Tema 7: Series numéricas.

Series infinitas, convergencia absoluta y condicional, reordenamiento. Multiplicación de series.

Tema 8: Sucesiones y series de funciones.

Convergencia uniforme, relación con continuidad, diferenciación e integración. Convergencia de series de funciones. Condiciones suficientes. Teorema de Weierstrass.

Tema 9: Integrales impropias.

Integrales impropias del primer tipo. Valor principal de Cauchy, pruebas de convergencia, integrales y series. Integrales impropias del segundo tipo.

Tema 10: Series de potencia.

Intervalos de convergencia, derivadas. Teorema de Taylor. La función exponencial y las funciones trigonométricas. Series de Fourier.

Bibliografía

- [1] APOSTOL, T. *Mathematical Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company. (1977).
- [2] BRUZUAL, R. Y DOMÍNGUEZ, M. *Cálculo diferencial en una variable*. Publicaciones del Laboratorio de Formas en Grupos, Facultad de Ciencias, UCV. <http://euler.ciens.ucv.ve/labfg> (Elaborada para Análisis I) (2004).

- [3] BRUZUAL, R. Y DOMÍNGUEZ, M. *Cálculo integral en una variable*. Publicaciones del Laboratorio de Formas en Grupos, Facultad de Ciencias, UCV. <http://euler.ciens.ucv.ve/labfg> (Elaborada para Análisis I) (2004).
- [4] PROTTER, M. H. AND MORREY, C. B. *A First Course in Real Analysis*. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag. XII, (1977).
- [5] RUDIN, W. *Principles of Mathematical Analysis*.
- [6] STROMBERG, H. *An Introduction to Classical Real Analysis*.
- [7] WHITE, A. *Real Analysis, An Introduction*.

Probabilidades.

Código: 8701	Código anterior: 22T3
Créditos: 6	Requisitos: Matemática III
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1987	

Contenido

Tema 1:

Situaciones que requieren de modelos probabilísticos. Ejemplos. Caso discreto y caso continuo. Definición de probabilidad. Frecuencia relativa. Propiedades. Ejemplos. Introducción a la teoría combinatoria. Solución de algunos problemas simples: Pares, combinaciones, permutaciones, extracciones con y sin reemplazo.

Tema 2:

Probabilidad condicional. Definición. Propiedades: Fórmula de adición. Fórmula de Bayes. Sucesos independientes. Independencia de dos o más sucesos.

Tema 3:

Variables aleatorias. Variables discretas y continuas. Distribución de una variable aleatoria: función de distribución, función de densidad. Estudio de las distribuciones más conocidas y situaciones donde aparecen: distribuciones binomial, geométrica, hipergeométrica, de Poisson, uniforme, exponencial, normal, de Cauchy, gamma y beta.

Valor esperado de una variable aleatoria. Varianza y desviación standard. Cálculo de valores esperados y varianza de las diversas distribuciones.

Tema 4:

Distribución conjunta de varias variables aleatorias, densidad conjunta, distribuciones y densidades marginales. Cálculo de valores esperados y distribuciones de funciones de variables aleatorias. Distribución condicional de una variable aleatoria dados los valores de otra variable aleatoria: casos de variables aleatorias discretas y con densidad conjunta. Densidad condicional. Valores esperados condicionales.

Tema 5:

Independencia de eventos y variables aleatorias. Ejemplos. Valor esperado de productos de variables aleatorias independientes. Distribuciones y valores esperados de funciones de variables aleatorias independientes. Convolución, caso discreto. Convolución de densidades. Convolución de funciones de distribución. Función generatriz. Transformada de Fourier y Laplace de distribuciones. Relación con la independencia. Aplicaciones: cálculo de distribuciones de funciones de variables aleatorias.

Tema 6:

Ley de los grandes números y teorema central del límite. Significado e importancia. Teorema de Tchebyshev. Ley débil de los grandes números de Tchebyshev. Aplicaciones. Enunciado del teorema central del límite. Demostración para el caso de variables aleatorias Bernoulli (Teorema de De Moivre-Laplace). Demostración de la ley fuerte de grandes números para variables Bernoulli, utilizando el teorema de De Moivre-Laplace.

Bibliografía

- [1] CHUNG, K. L. *Elementary probability theory with stochastic processes.*
- [2] MENDENHALL, SCHEAFFER, WADERLY *Mathematical statistics with applications.*
- [3] CLARKE, L.E. *Random variables.*

Álgebra II.

Código: 8103	Código anterior: 22T2
Créditos: 6	Requisitos: Álgebra I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1:

Espacio dual. Base dual. Anulador. Doble dual.

Tema 2:

La función determinante. Permutaciones y unicidad de la función determinante. Propiedades de los determinantes.

Determinante de una transformación lineal. La matriz adjunta. Determinantes y sistemas de ecuaciones. Regla de Cramer.

Tema 3:

Valores propios. Polinomio característico. Polinomio minimal. Matrices diagonalizables. Matrices triangulables. Subespacios invariantes.

Operadores lineales nilpotentes. Forma canónica de Jordan de un operador nilpotente. Teorema de la descomposición prima. Forma canónica de Jordan para un operador lineal sobre un espacio vectorial de dimensión finita. Aplicaciones.

Tema 4:

Formas bilineales. Formas bilineales simétricas. Formas cuadráticas. Diagonalización de matrices simétricas. Teorema de Sylvester. Formas hermíticas. Diagonalización de matrices hermíticas.

Tema 5:

Espacios con producto interno. Proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt. Mejor aproximación. Proyección ortogonal. Adjunto de un operador. Operadores autoadjuntos. Teorema espectral. Operadores ortogonales y unitarios. Teorema del eje principal. Clasificación de las cuádricas.

Bibliografía

- [1] GREUB, W. *Linear Algebra*.
- [2] HOFFMAN, K. Y KUNZE, R. *Algebra Lineal*. Prentice Hall Inc.

Análisis II.

Código: 8402	Código anterior: 22T4
Créditos: 6	Requisitos: Análisis I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 4
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1: Topología de \mathbb{R}^n .

\mathbb{R}^n como espacio métrico. Métricas. Ejemplos, bolas, esferas, diámetro. Conjuntos abiertos, vecindades. Conjuntos cerrados. Métricas equivalentes. Conjuntos densos. Separabilidad. Bases. Límites. Sucesiones de Cauchy. Completitud. Compacidad.

Tema 2: Campos vectoriales.

Funciones de \mathbb{R}^n en \mathbb{R}^m . Límites y continuidad. Continuidad uniforme.

Tema 3: Cálculo diferencial en varias variables.

Derivadas en \mathbb{R}^n , derivadas parciales y derivadas direccionales, gradiente. Funciones compuestas y la regla de la cadena. Teorema del valor medio. Aplicaciones geométricas, planos tangentes. Derivadas de orden superior. Fórmula de Taylor. Extremos, multiplicadores de Lagrange. Teoremas de la función implícita y de la función inversa.

Tema 4: Integrales múltiples.

Integral de Riemann, condiciones de integrabilidad. Teorema de Fubini. Cambio de variable. Integrales impropias.

Tema 5: Integrales de línea.

Curvas, curvas rectificables, parametrización. Independencia del camino, potenciales. Teorema de Green.

Aplicación: Resolución de ecuaciones diferenciales exactas y reducibles a ellas.

Tema 6: Análisis vectorial.

Funciones de valores vectoriales. Campos. Gradiente, rotor, divergencia y Laplaciano.

Superficies, representaciones paramétricas e implícitas. Integrales de superficie. Teorema de Stokes y teorema de Gauss.

Bibliografía

- [1] APOSTOL, T. *Mathematical Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company. (1977).
- [2] BRUZUAL, R. Y DOMÍNGUEZ, M. *Cálculo diferencial en varias variables*. Publicaciones del Laboratorio de Formas en Grupos, Facultad de Ciencias, UCV. <http://euler.ciens.ucv.ve/labfg> (Elaborada para Análisis II). (2004).
- [3] BRUZUAL, R. Y DOMÍNGUEZ, M. *Cálculo integral en varias variables*. Publicaciones del Laboratorio de Formas en Grupos, Facultad de Ciencias, UCV. <http://euler.ciens.ucv.ve/labfg> (Elaborada para Análisis II). (2004).
- [4] MARSDEN, J. Y TROMBA, A. *Cálculo Vectorial* Fondo Educativo Interamericano. Addison-Wesley.
- [5] PROTTER, M. H. AND MORREY, C. B. *A First Course in Real Analysis*. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag. XII, (1977).
- [6] PROTTER, M. H. AND MORREY, C. B. *Análisis Matemático*. Fondo Educativo Interamericano (1969).
- [7] RUDIN, W. *Principles of Mathematical Analysis*.

- [8] STROMBERG, H. *An Introduction to Classical Real Analysis*.
- [9] WHITE, A. *Real Analysis, An Introduction*.
- [10] WILLIAMSON, CROWELL, TROTTER. *Cálculo de Funciones Vectoriales*. Editorial Prentice/Hall Internacional. (1973)

Estadística.

Código: 8701	Código anterior: 22T3
Créditos: 6	Requisitos: Matemática III
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1987	

Contenido

Tema 1:

Situaciones que requieren de modelos probabilísticos. Ejemplos. Caso discreto y caso continuo. Definición de probabilidad. Frecuencia relativa. Propiedades. Ejemplos. Introducción a la teoría combinatoria. Solución de algunos problemas simples: Pares, combinaciones, permutaciones, extracciones con y sin reemplazo.

Tema 2:

Probabilidad condicional. Definición. Propiedades: Fórmula de adición. Fórmula de Bayes. Sucesos independientes. Independencia de dos o más sucesos.

Tema 3:

Variables aleatorias. Variables discretas y continuas. Distribución de una variable aleatoria: función de distribución, función de densidad. Estudio de las distribuciones más conocidas y situaciones donde aparecen: distribuciones binomial, geométrica, hipergeométrica, de Poisson, uniforme, exponencial, normal, de Cauchy, gamma y beta.

Valor esperado de una variable aleatoria. Varianza y desviación standard. Cálculo de valores esperados y varianza de las diversas distribuciones.

Tema 4:

Distribución conjunta de varias variables aleatorias, densidad conjunta, distribuciones y densidades marginales. Cálculo de valores esperados y distribuciones de funciones de variables aleatorias. Distribución condicional de una variable aleatoria dados los valores de otra variable aleatoria: casos de variables aleatorias discretas y con densidad conjunta. Densidad condicional. Valores esperados condicionales.

Tema 5:

Independencia de eventos y variables aleatorias. Ejemplos. Valor esperado de productos de variables aleatorias independientes. Distribuciones y valores esperados de funciones de variables aleatorias independientes. Convolución, caso discreto. Convolución de densidades. Convolución de funciones de distribución. Función generatriz. Transformada de Fourier y Laplace de distribuciones. Relación con la independencia. Aplicaciones: cálculo de distribuciones de funciones de variables aleatorias.

Tema 6:

Ley de los grandes números y teorema central del límite. Significado e importancia. Teorema de Tchebyshev. Ley débil de los grandes números de Tchebyshev. Aplicaciones. Enunciado del teorema central del límite. Demostración para el caso de variables aleatorias Bernoulli (Teorema de De Moivre-Laplace). Demostración de la ley fuerte de grandes números para variables Bernoulli, utilizando el teorema de De Moivre-Laplace.

Bibliografía

- [1] CHUNG, K. L. *Elementary probability theory with stochastic processes.*
- [2] MENDENHALL, SCHEAFFER, WADERLY *Mathematical statistics with applications.*
- [3] CLARKE, L.E. *Random variables.*

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

Código: 8501	Código anterior: 22F8
Créditos: 6	Requisitos: Matemática III y Álgebra I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1996-2	

Contenido

Tema 1: Ecuaciones diferenciales de primer orden.

Introducción. Ecuaciones con variables separables y reducibles a éstas.

Ecuaciones diferenciales exactas y factor integrante. Ecuación lineal de primer orden.

Ecuación de Bernoulli. Aplicaciones.

Tema 2: Ecuaciones diferenciales lineales de orden n .

Ecuaciones homogéneas con coeficientes constantes. Polinomio característico y bases de soluciones. La ecuación no homogénea con coeficientes constantes.

Ecuaciones con coeficientes variables. Método de variación de los parámetros. Aplicaciones.

Tema 3: Transformada de Laplace.

Definición y ejemplos. Transformada inversa. Propiedades y aplicaciones a ecuaciones de orden superior.

La función de Heaviside y la delta de Dirac.

Tema 4: Resolución mediante series.

Método de los coeficientes indeterminados. Ecuación de Euler. Puntos singulares regulares. Ecuaciones de Legendre, Bessel y Hermite. El método de Frobenius. Propiedades de los polinomios de Legendre y las funciones de Bessel.

Tema 5: Introducción a la teoría general de E.D.O.

Teorema de existencia y unicidad (demostración mediante el método de las poligonales de Euler). Enunciado de los teoremas de dependencia continua de las soluciones de los datos iniciales (sin demostración). Ejemplos y aplicaciones.

Tema 6: Sistemas lineales.

Matriz fundamental. Representación integral de las soluciones. Fórmula de Cauchy.

Sistema conjugado. Matriz fundamental para sistemas con coeficientes constantes vía transformada de Laplace y exponencial de una matriz.

Tema 7: Introducción a la teoría de estabilidad.

Concepto de estabilidad. Aplicaciones. Método de Routh Hurwitz..

Bibliografía

- [1] AGUILERA, J. Y LIZANA, M. *Estudio cualitativo de las E.D.O.* Facultad de Ciencias, U.C.V.
- [2] BROWN, M. *A brief course in ordinary differential equations with applications.* Editorial Aaa.
- [3] FUENTES, MA C. *Ecuaciones diferenciales ordinarias.*
- [4] ROSS, S. L. *Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias.* Editorial Aaa.
- [5] ZILL, D. G. *A first course in differential equations with applications.* Editorial Aaa.

Topología.

Código: 8901	Código anterior: 22T9
Créditos: 6	Requisitos: Análisis II
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 2004-2	

Contenido

Tema 1:

Teoría de conjuntos. Algebras de Boole. Nociones de numerabilidad y orden. Cardinales. Lema de Zorn.

Tema 2:

Espacios topológicos. Conjuntos abiertos. Puntos de acumulación. Conjuntos cerrados. Interior, exterior, frontera. Funciones continuas. Bases y subbases. Operadores de clausura e interior. Densidad y axiomas de numerabilidad. Espacios separables. Topología producto y cociente. Ejemplos. Topología relativa.

Tema 3:

Espacios métricos. Distancia entre conjuntos, diámetros, esferas abiertas. Métricas equivalentes. Convergencia de sucesiones y continuidad de funciones en espacios métricos. Completitud. Completación de espacios métricos.

Tema 4:

Axiomas de separación. Espacios de Hausdorff. Espacios regulares y normales. Teoremas de Urysohn y Tietze.

Tema 5:

Espacios topológicos conexos. Componentes conexas. Conexidad local.

Tema 6:

Espacios compactos. Propiedades. Propiedades de las funciones continuas en compactos. Teorema de Tjonov (sin demostración). Compacidad en espacios métricos. Lema de Lebesgue.

Tema 7:

Grupos topológicos. Subgrupos cerrados. Compacidad y conexidad de grupos topológicos. Ejemplos.

Tema 8:

Espacios de funciones. Convergencia uniforme. Espacio de funciones continuas en $[a, b]$. Teorema de aproximación de Weierstrass.

Observación. Si el tiempo lo permite se podrán incluir los siguientes resultados: teorema de Arzela para las funciones continuas en $[0, 1]$ y teorema de categoría de Baire.

Bibliografía

- [1] CHEVALLEY, H. *Topological groups*.
- [2] CHINN AND STEENROD. *First concepts of topology*. The Mathematical Association of America, 1966.
- [3] CHOQUET, G. *Topología*. Toray - Masson.
- [4] DUGUNDJI, J. *Topology*. Allyn - Bacon.
- [5] KELLEY, J. *General Topology*. Van Nostrand, 1955.
- [6] KOLMOGOROV, J. AND FOMIN *Elementos de la teoría de funciones y del análisis funcional*. Editorial MIR, Moscú, 1975.

- [7] MASSEY, W. *Algebraic Topology: An Introduction*. Hartcourt, Brace and World.
- [8] PATTERSON. *Topología*. Editorial Dossat, 1961.
- [9] SIMMONS. *Introduction to topology and modern analysis*. Mc Graw-Hill, 1963.

Funciones Analíticas.

Código: 8403	Código anterior: 22T8
Créditos: 6	Requisitos: Análisis I
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1987-1	

Contenido

Tema 1: Números complejos.

El plano complejo (parte algebraica). Desigualdades triangular y de Cauchy. Topología del plano complejo. La función \bar{z} . Fórmula de Moivre. Proyección estereográfica. Distancia cordal (otra métrica para el plano complejo).

Tema 2: Funciones de variable compleja.

Diferenciabilidad. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Función armónica. Conjugada armónica. La notación d/dz y $d/d\bar{z}$. Polinomios y funciones racionales, ceros y polos. Descomposición en fracciones simples.

Tema 3: Transformaciones de Moebius.

Definición de homografías. Estructura de grupo. Otra manera de expresar las homografías: invariancia de la razón cruzada. Invariancia de la familia de círculos y rectas. Algunos subgrupos: rotaciones de la esfera, homografías que dejan invariante la circunferencia unitaria. Distancia hiperbólica. Modelo de Poincaré de la geometría hiperbólica.

Tema 4: Series de potencias.

Radio de convergencia. Funciones definidas mediante series de potencias. Teorema de la diferenciación término a término. Desarrollo en serie de Taylor. Teorema de identidad de series de potencias. Producto de series. Composición de series. Inversa de una serie.

Tema 5: La función exponencial.

La función exponencial imaginaria. Noción precisa de ángulo. Las funciones logaritmo y z^a . Distintas determinaciones. Funciones trigonométricas. Nociones elementales de superficies de Riemann.

Tema 6: Integración compleja.

Definición de integral compleja. Invariancia con respecto a la parametrización de la curva. Integral con respecto a la longitud de arco. Integrales dependientes del camino de integración. Teorema de Cauchy para un rectángulo. Teorema de Cauchy para un círculo. Teorema de Morera. La función índice. Continuidad. La fórmula integral de Cauchy. Integrales del tipo de Cauchy. Derivadas de orden superior. Convergencia uniforme de funciones analíticas. Desarrollo en serie de Taylor. Desigualdad de Cauchy. Teorema de Liouville. Principio del máximo. Lema de Schwarz.

Tema 7: Versión homológica del teorema de Cauchy.

Cadenas y ciclos. Integración sobre cadenas. Conexidad simple. Funciones analíticas definidas por integrales que dependen de un parámetro. Versión homológica del teorema y de la fórmula integral de Cauchy (prueba de Dixon). Teorema de Cauchy para dominios simplemente conexos.

Tema 8: Desarrollo en serie de Laurent.

Determinaciones del logaritmo. Módulos de periodicidad. Desarrollo en serie de Laurent (funciones analíticas en un anillo). Singularidades aisladas. Teorema de Weierstrass sobre el comportamiento de funciones analíticas en un entorno de una singularidad esencial.

Tema 9: Teorema de los residuos. El principio del argumento. Teorema de la aplicación abierta. Teorema de Rouché. Evaluación de integrales por el método de los residuos.

Bibliografía

- [1] AHLFORS, L. *Complex Analysis*. McGraw-Hill. (1966).
- [2] CHURCHILL Y BROWN. *Variable compleja y aplicaciones*. McGraw-Hill. (1992).
- [3] CONWAY, J. *Functions of one complex variable*. Springer Verlag. (1973).
- [4] HAUSER. *Variable compleja*.
- [5] KRASNOV. *Funciones de variable compleja, cálculo operacional y teoría de la estabilidad*. Editorial Revert é. (1976).
- [6] LEVINSON, REDHEFFER. *Curso de variable compleja*. Editorial Revert é. (1975).
- [7] SVESHNIKOV, TIKHONOV. *The theory of functions of a complex variable*. MIR Publishers. (1978).

Álgebra III.

Código: 8104	Código anterior: 22T5
Créditos: 6	Requisitos: Álgebra II
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1:

El conjunto \mathbb{Z} de los números enteros. Divisibilidad. Números primos. M.C.D. Algoritmo de Euclides. M.C.M. Teorema Fundamental de la Aritmética. Relación de equivalencia módulo n . Conjunto cociente.

Tema 2:

Grupos. Subgrupos. Orden. Grupos cíclicos. Subgrupo normal y grupo cociente. Congruencia. Homomorfismos. Automorfismos internos. Representación de grupos finitos por permutaciones y matrices. El Grupo simétrico.

Tema 3:

Anillos. Clases especiales de anillos. Ideales y anillos cociente. Homomorfismos. Localización. Cuerpo de fracciones. Dominios Euclídeos, de ideales principales, de factorización única.

Tema 4:

Anillos de polinomios. El anillo de polinomios $K[x]$, K un cuerpo. Aritmética de $K[x]$. Ideales de $K[x]$. Polinomios en varias variables.

Tema 5:

Cuerpos. Extensiones algebraicas y transcendentales. Cuerpo de factorización de un polinomio.

Tema 6:

Cuerpos finitos. Estructura de los cuerpos finitos.

Tema 7:

Construcciones con regla y compás. La duplicación del cubo. Trisección de un ángulo

Bibliografía

- [1] FRALEIGH, J. *A first Course in Abstract.*
- [2] HERSTEIN, I.N. *Algebra Moderna.*
- [3] JACOBSON, N. *Lectures in Abstract Algebra.* V.1.
- [4] LANG, S. *Algebraic Structures.*

Teoría de la Medida.

Código: 8902	Código anterior: 22V3
Créditos: 6	Requisitos: Análisis II
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1: Generalidades y conceptos previos.

Límite superior e inferior de sucesiones de números. Funciones y familias de conjuntos. Función indicatriz o indicador de un conjunto. Propiedades. Clases de subconjuntos de un conjunto dado: semi-anillo, semi-álgebra, σ -álgebra, σ -ánillo, clase monótona. La σ -álgebra de Borel en \mathbb{R} y \mathbb{R}^n , diversas familias de generadores. Funciones definidas en clases de subconjuntos. Definición de medida. Propiedades. Ejemplos sencillos: medida de contar en \mathbb{N} , medidas de probabilidad en conjuntos discretos, etc. Teorema de la clase monótona. El conjunto y la función de Cantor.

Tema 2: La medida de Lebesgue en \mathbb{R} .

Construcción de la medida de Lebesgue a partir de la función longitud de un intervalo. Medida exterior de Lebesgue. Las σ -álgebras de Borel y Lebesgue. Unicidad de la medida de Lebesgue (usando teorema de la clase monótona). Propiedades de la medida de Lebesgue: regularidad, diversos tipos de aproximaciones, invariancia por traslaciones. Medida de Lebesgue del conjunto de Cantor. Ejemplo de conjunto no medible. Las medidas de Stieltjes en \mathbb{R} , propiedades. Medidas asociadas a funciones continuas y discontinuas.

Tema 3: Funciones medibles.

Funciones medibles de \mathbb{R} en \mathbb{R} . Diversas caracterizaciones. Propiedades, ejemplos, Funciones simples. Funciones en escalera. Aproximaciones de funciones medibles por funciones simples y por funciones en escalera. Funciones continuas.

Tema 4: La Integral de Lebesgue en \mathbb{R} .

Repaso de la integral de Riemann. Caracterización de funciones integrables de Riemann. Integral de Lebesgue de funciones simples, medibles positivas y medibles. Teoremas de intercambio de límites con integrales: teorema de la convergencia monótona. Lema de Fatou. Teorema de la convergencia dominada. Ejemplos y aplicaciones. Teoremas de aproximación de funciones integrables por simples, en escalera y continuas. Intercambio de derivadas con integrales. Comparación entre las integrales de Riemann y Lebesgue. Integrales impropias de Riemann e integral de Lebesgue. Integración con respecto a medidas de Stieltjes. Ejemplos.

Tema 5: Diferenciación e Integración.

Diferenciación de funciones monótonas. Funciones de variación acotada. Diferenciación de la integral indefinida. Continuidad absoluta. Fórmulas de cambio de variable e integración por partes.

Tema 6: Medida e integración de Lebesgue en \mathbb{R}^n .

\mathbb{R}^n como espacio producto, σ -álgebra de Borel en \mathbb{R}^n . Funciones medibles $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$. Secciones de conjuntos y funciones medibles. Medida de Lebesgue en \mathbb{R}^n . Construcción a partir de la noción de volumen. Teoremas de Fubini y Tonelli.

Tema 7: Diversos Tipos de Convergencia y Espacios L^p .

Convergencia puntual en casi todas partes, uniforme y casi uniforme. Convergencia en medida. Los espacios $L^p(\mathbb{R}^n)$ y l^p (L^p en \mathbb{N} con medida de contar). Desigualdades

de Holder y Minkoswshi. Convergencia en norma p . Relación entre los diversos tipos de convergencia.

Tema 8: Introducción a la integración en espacios generales.

(Si el tiempo lo permite) Funciones reales medibles en un espacio (X, F) . Integral con respecto a una medida μ en (X, F) . Teoremas de convergencia: convergencia monótona. Lema de Fatou. Convergencia dominada. Medidas signadas. Teoremas de descomposición de Hahn-Jordan. Teorema de Radón- Nikodym.

Observaciones: Aún cuando el curso se centre en la medida e integral de Lebesgue en \mathbb{R} y \mathbb{R}^n , la inclusión de algunas definiciones de tipo general en el Tema 1, permitirá incluir en el curso el estudio de otras medidas, tales como las de Stieltjes en \mathbb{R} y la medida de contar en \mathbb{N} . No se estudiarán en este curso teoremas generales de extensión de medidas.

Bibliografía

- [1] BETZ, C. *Introducción a la teoría de la medida e integración.*
- [2] ROYDEN, H. L. *Real Analysis.*
- [3] RUDIN, W. *Real and Complex Analysis.*
- [4] WEIR, A. *Lebesgue Integration and Measure.*

Geometría Diferencial.

Código: 8003	Código anterior: 22V2
Créditos: 6	Requisitos: Análisis II
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1993-1	

Contenido

Tema 1:

Curvas planas. Longitud. Curvatura.

Tema 2:

Curvas en el espacio. Triedro de Frenet. Forma canónica local. Clasificación por congruencia mediante curvatura y torsión.

Tema 3:

Superficies en R^3 . Funciones diferenciables en superficies. Plano tangente. Primera forma fundamental. Área. Orientación. Isometrías.

Tema 4:

Curvas en una superficie. Curvaturas principales. Aplicación de Gauss. Segunda forma fundamental. Teorema de Gauss.

Tema 5:

Superficies regladas. Desarrollables.

Tema 6:

Geometría Riemanniana. Geodésicas.

Bibliografía

- [1] DO CARMO, M. *Differential Geometry of Curves and Surfaces*.
- [2] FEDENKO, A.S. *Problemas de Geometría Diferencial*.
- [3] KLINGENBERG, W. *Curso de Geometría Diferencial*.
- [4] O'NEILL, B. *Elementos de Geometría Diferencial*.
- [5] RICABARRA, EDITH. *Geometría Diferencial*.

Ecuaciones en Derivadas Parciales.

Código: 8502	Código anterior: 22V1
Créditos: 6	Requisitos: Ec. Dif. Ordinarias
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1996-2	

Contenido

Tema 1: Las ecuaciones del calor y Laplace.

Deducción de la ecuación del calor en una barra unidimensional. Barra finita: Diversas condiciones de contorno y su significado físico.

Deducción de la ecuación del calor en 2 y 3 dimensiones. Ecuación del calor en coordenadas cilíndricas y esféricas. Distribución de temperatura de equilibrio.

La Ecuación de Laplace.

Tema 2: Método de separación de variables.

a) Resolución de diversos problemas de frontera y valor inicial para la ecuación del calor en una barra finita:

i) Temperatura cero en los bordes y necesidad de desarrollos en serie de senos.

ii) Flujo cero en los bordes (barra aislada térmicamente en los bordes) y necesidad de desarrollos en serie de cosenos.

iii) Condición de borde periódico (contacto térmico perfecto) y necesidad de desarrollos en serie de senos y cosenos.

b) Resolución de problemas para la ecuación de Laplace en 2 dimensiones:

i) Ecuación de Laplace en un rectángulo.

ii) Ecuación de Laplace en un disco.

Tema 3: Propiedades de las funciones armónicas.

Fórmulas de Green. Representación integral de la solución. Condición de compatibilidad para la ecuación de Laplace. Teorema del valor medio. Principio del máximo.

Unicidad y estabilidad para el problema interior de Dirichlet.

Tema 4: Series de Fourier.

Introducción histórica. Series de Fourier de Senos y de Cosenos. Extensión par e impar. Continuidad de series de Fouries de funciones suaves a trozos. Derivación término a término de Series de Fourier y su aplicación a la solución de EDP por medio del Método de Separación de Variables (M.S.V.). Integración término a término de series de Fourier. Lema de Riemann- Lebesgue. Demostración del teorema de convergencia.

Tema 5: La ecuación de ondas.

Deducción de la ecuación de una cuerda vibrante. Cuerda finita y diversas condiciones de contorno.

Resolución de problemas por el método de separación de variables.

Ecuación de onda en 2 dimensiones (sólo deducción o breve discusión)

Tema 6: La ecuación de ondas y el método de características.

Cuerda infinita y solución general de D'Alembert. Problema de Cauchy.

Cuerda semi infinita y reflexiones.

Método de las características aplicado a la cuerda finita. Unicidad de la solución para problemas de valor inicial y de contorno de la cuerda finita usando estimaciones de la energía total.

Tema 7: Ecuaciones en derivadas parciales con tres o mas variables independientes.

Vibraciones de una membrana rectangular. Solución por M.S.V.

Vibraciones de una membrana circular. Solución por M.S.V. Funciones de Bessel.

Ecuación de Laplace en un cilindro circular. Funciones Modificadas de Bessel.

Tema 8: Problemas no homogéneos.

Ecuación del calor con condiciones de borde independientes del tiempo.

Ecuación del calor con fuentes de calor externas y condiciones de borde independientes del tiempo.

Ecuación del calor con fuentes de calor y condiciones de bordes dependientes del tiempo.

Método de expansión por autofunciones para la ecuación de Poisson.

Bibliografía

- [1] HABERMAN, R. *Elementary Applied Differential Equations.*
- [2] CARRIER, G. AND PEARSON, C. *Partial Differential Equations.*
- [3] TIKCHONOV, A. Y SAMARSKY, A. *Ecuaciones de la Física Matemática.*

Análisis Funcional.

Código: 8903	Código anterior: 22V4
Créditos: 6	Requisitos: Topología y Teor. Medida
Horas de teoría: 4	Horas de práctica: 2
Vigente desde 1987-1	

Contenido

Tema 1: Espacios normados y de Banach.

Nociones generales sobre espacios normados y de Banach. Definición de espacio normado. Propiedades de la norma. Definición de espacio de Banach. Ejemplos: $l_p^n = (\mathbb{R}^n, \|\cdot\|_p)$, l_p , L_p , $C(a, b)$, c , c_0 , etc. Construcción de espacios normados: espacios módulo subespacios, espacios producto de espacios normados.

Tema 2: Espacios de funciones continuas.

Teorema de Dini sobre la convergencia uniforme. Álgebra. Subálgebra. Teorema de Stone-Weierstrass, versiones real y compleja. Equicontinuidad. Teorema de Arzela-Ascoli. Aplicaciones.

Tema 3: Aplicaciones lineales entre espacios normados.

Condiciones equivalentes de continuidad. El espacio $L(X, Y)$ de las aplicaciones lineales y continuas de X en Y . Norma en $L(X, Y)$. Condición para que $L(X, Y)$ sea un espacio de Banach. Homeomorfismos entre espacios normados. Equivalencia de normas en espacios normados. Caracterización de espacios normados de dimensión finita. El teorema de F. Riesz sobre la compacidad de la bola cerrada.

Tema 4: El espacio dual topológico de un espacio normado.

El teorema de Hahn-Banach. Aplicaciones del teorema de Hahn-Banach. Ejemplos de duales de algunos espacios normados. Teorema de Riez para los espacios l_p , L_p . Dual de c y dual de c_0 .

Tema 5: Bases de Schauder.

Aplicaciones y ejemplos.

Tema 6: Teoremas fundamentales.

El teorema de categoría de Baire. Aplicaciones. El principio de acotación uniforme y el teorema de Banach-Steinhaus. Teorema de la aplicación abierta. Aplicaciones. Teorema del gráfico cerrado. Aplicaciones.

Tema 7: Topologías débiles.

Convergencia débil en espacios normados. La convergencia débil *. El teorema de Tjonov sobre producto de espacios compactos. El teorema de Bourbaki-Alaoglu.

Tema 8: Espacios de Hilbert.

Formas hermíticas y formas cuadráticas sobre espacios vectoriales. Formas positivas. El teorema de Cauchy-Schwarz. Producto interno. Norma definida por un producto interno. Ortogonalidad en un espacio de Hilbert. Distancia mínima. El teorema de representación de Riesz. Conjuntos ortogonales. El teorema de Gram-Schmidt. Representación mediante series de los elementos de un espacio de Hilbert con respecto a conjuntos ortonormales. Desigualdad de Bessel e identidad de Parseval.

Tema 9: Operadores acotados en espacios de Hilbert.

Operador adjunto de un operador acotado. Propiedades. El espacio $L(X)$ de las funcionales lineales y continuas del espacio de Hilbert X . La topología uniforme, la fuerte

y la débil. Comparación entre estas topologías. Estudio de algunos tipos de operadores: hermíticos, normales, unitarios, etc...

Bibliografía

- [1] BACHMAN, G. Y NARICI, L. *Functional Analysis*. Academic Press. (1966).
- [2] BROWN Y PAGE. *Elements of functional Analysis*.
- [3] BRUZUAL, R. Y DOMÍNGUEZ, M. *Espacios de Banach*. Publicaciones del Laboratorio de Formas en Grupos, Facultad de Ciencias, UCV. <http://euler.ciens.ucv.ve/labfg> (Elaborada para Análisis Funcional) (2004).
- [4] BRUZUAL, R. Y DOMÍNGUEZ, M. *Espacios de Hilbert*. Publicaciones del Laboratorio de Formas en Grupos, Facultad de Ciencias, UCV. <http://euler.ciens.ucv.ve/labfg> (Elaborada para Análisis Funcional) (2004).
- [5] COTLAR, M. Y CIGNOLI, R. *An introduction to Functional Analysis*. North Holland Texts in Adv. Math. (1974).
- [6] KOLMOGOROV, A. Y FOMIN, S. *Elementos de la teoría de funciones y del Análisis Funcional*. Ed. MIR. (1975)
- [7] KREYSZIG, E. *Introductory Functional Analysis with applications*.
- [8] TRENOGUIN, V.A. *Problemas y ejercicios de Análisis Funcional*.