
Nombre de la unidad curricular: Física no lineal

Licenciaturas: Física

Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece: se dicta anual o bi-anual de acuerdo a la demanda y en forma optativa

Créditos asignados: 12 - Área Física

Nombre del/la docente responsable: Arturo Marti

E-mail: marti@fisica.edu.uy

Requisitos previos: 60 créditos en el área Física y 60 créditos en el área Matemática.

Ejemplos de unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos:

Conocimientos adicionales sugeridos:

Requisitos previos: a) Se espera que los estudiantes que cursen esta materia tengan un panorama amplio de los conocimientos impartidos en los primeros años de la Licenciatura en Física o carreras afines.

Termodinámica, Electromagnetismo, Mecánica Analítica y Ondas.

Objetivos de la unidad curricular:

a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar

Este curso proporciona una introducción a la física no lineal. Como resultado del aprendizaje el estudiante se familiarizará con los principales conceptos y la evolución del campo en las últimas décadas.

a) Herramientas, conceptos y habilidades que se desarrollan en la unidad curricular:

- ? Entender los principales conceptos de física no lineal
- ? Familiarizarse con los modelos más usados
- ? Estudiar algunas de las aplicaciones a otras disciplinas
- ? Conocer las principales líneas de investigación actuales en esta área.

b) En el marco del plan de estudios

En el marco del plan de estudios

- ? Sintetizar los conocimientos adquiridos en los primeros años de formación.

Temario sintético de la unidad curricular:

1. Introducción. Importancia de los sistemas no lineales. Sistemas de tiempo continuo y mapas. Breve

pantallazo de algunos ejemplos: sistemas no lineales, disipación no lineal, fenómenos de competición, dinámica de poblaciones, láseres y oscilaciones químicas. Fractales y formación de estructuras. Tiempo estimado: 2 horas de clase teórica.

2. Sistemas dinámicos en la recta. Enfoque geométrico, puntos fijos, clasificación. Estabilidad lineal. Existencia y unicidad. Imposibilidad de oscilaciones. Ejemplo: crecimiento de poblaciones. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

3. Bifurcaciones. Introducción. Bifurcación de nodo-silla. Bifurcación transcíptica. Bifurcación de horquilla. Bifurcaciones imperfectas y catástrofes. Ejemplos: sistemas mecánicos, láseres y estallido de insectos. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

4. Flujos en el círculo. Motivación y definición. Osciladores uniformes y no uniformes. Péndulo sobre amortiguado. Modelo de luciérnagas. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

5. Sistemas lineales en el plano. Motivación, definiciones y ejemplos. Clasificación. Ejemplos. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

6. Sistemas dinámicos en el plano. Introducción. Espacio de fases. Existencia, unicidad y consecuencias topológicas. Puntos fijos y linealización. Ejemplos. Sistemas conservativos. Sistemas reversibles. Teoría de índices. Tiempo estimado: 6 horas de clase teórica y 4 de prácticas.

7. Ciclos límites. Motivación. Órbitas cerradas. Teorema de Poincaré-Bendixon. Sistemas de Liénard. Oscilaciones de relajación. Sistemas débilmente no lineales. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

8. Bifurcaciones locales y globales. Bifurcación de nodo-silla, transcíptica y de horquilla en el espacio. Bifurcaciones de Hopf. Bifurcaciones globales. Histéresis en el péndulo forzado. Osciladores acoplados y cuasi periodicidad. Tiempo estimado: 8 horas de clase teórica y 4 de prácticas.

9. Introducción al caos. Ecuaciones de Lorenz. Atractores extraños. El mapa logístico y caos en mapas unidimensionales. Rutas al caos en sistemas disipativos: La Cascada Subarmónica. La ruta cuasiperiódica. Intermittencias. Crisis y transitorios caóticos. Caracterización del caos. Exponentes de Liapunov. Universalidad. Tiempo estimado: 8 horas de clase teórica y 4 de prácticas.

10. Fractales. Introducción. Conjuntos contables e incontables. Conjunto de Cantor. Autosimilaridad y dimensión fractal. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

11. Atractores extraños. Mapas caóticos y atractores caóticos fractales. Mapa de Hénon. Sistema de Rossler. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

12. Caos en sistemas hamiltonianos. Resonancias. El teorema de Birkhoff y el teorema KAM. Capa estocástica. Superposición de resonancias y transición a la estocasticidad global. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

Temario desarrollado:

1. Introducción. Importancia de los sistemas no lineales. Sistemas de tiempo continuo y mapas. Breve pantallazo de algunos ejemplos: sistemas no lineales, disipación no lineal, fenómenos de competición, dinámica de poblaciones, láseres y oscilaciones químicas. Fractales y formación de estructuras. Tiempo estimado: 2 horas de clase teórica.
2. Sistemas dinámicos en la recta. Enfoque geométrico, puntos fijos, clasificación. Estabilidad lineal. Existencia y unicidad. Imposibilidad de oscilaciones. Ejemplo: crecimiento de poblaciones. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.
3. Bifurcaciones. Introducción. Bifurcación de nodo-silla. Bifurcación transcritical. Bifurcación de horquilla. Bifurcaciones imperfectas y catástrofes. Ejemplos: sistemas mecánicos, láseres y estallido de insectos. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.
4. Flujos en el círculo. Motivación y definición. Osciladores uniformes y no uniformes. Péndulo sobre amortiguado. Modelo de luciérnagas. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.
5. Sistemas lineales en el plano. Motivación, definiciones y ejemplos. Clasificación. Ejemplos. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.
6. Sistemas dinámicos en el plano. Introducción. Espacio de fases. Existencia, unicidad y consecuencias topológicas. Puntos fijos y linealización. Ejemplos. Sistemas conservativos. Sistemas reversibles. Teoría de índices. Tiempo estimado: 6 horas de clase teórica y 4 de prácticas.
7. Ciclos límites. Motivación. Órbitas cerradas. Teorema de Poincaré-Bendixon. Sistemas de Liénard. Oscilaciones de relajación. Sistemas débilmente no lineales. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.
8. Bifurcaciones locales y globales. Bifurcación de nodo-silla, transcritical y de horquilla en el espacio. Bifurcaciones de Hopf. Bifurcaciones globales. Histéresis en el péndulo forzado. Osciladores acoplados y cuasi periodicidad. Tiempo estimado: 8 horas de clase teórica y 4 de prácticas.
9. Introducción al caos. Ecuaciones de Lorenz. Atractores extraños. El mapa logístico y caos en mapas unidimensionales. Rutas al caos en sistemas disipativos: La Cascada Subarmónica. La ruta cuasiperiódica. Intermitencias. Crisis y transitorios caóticos. Caracterización del caos. Exponentes de Liapunov. Universalidad. Tiempo estimado: 8 horas de clase teórica y 4 de prácticas.
10. Fractales. Introducción. Conjuntos contables e incontables. Conjunto de Cantor. Autosimilaridad y dimensión fractal. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.
11. Atractores extraños. Mapas caóticos y atractores caóticos fractales. Mapa de Hénon. Sistema de Rossler. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

12. Caos en sistemas hamiltonianos. Resonancias. El teorema de Birkhoff y el teorema KAM. Capa estocástica. Superposición de resonancias y transición a la estocasticidad global. Tiempo estimado: 4 horas de clase teórica y 2 de prácticas.

Bibliografía

a) Básica:

? Strogatz, S. H. (2018). Nonlinear dynamics and chaos with student solutions manual: With applications to physics, biology, chemistry, and engineering. CRC press.

? Ott, E. (2002). Chaos in dynamical systems. Cambridge university press.

b) Complementaria:

Modalidad cursada:

Metodología de enseñanza: En esta unidad se propicia el uso de técnicas de aprendizaje activas en forma interactiva y participativa que se basarán en:

a) actividades de aprendizaje conducidas por el docente:

Presentación activa de temas del curso. Se presentan temas del curso donde se interacciona con los estudiantes y se fomenta la interacción entre estudiantes.

Entrega y presentación de problemas propuestos.

b) actividades de aprendizaje independiente

Aprendizaje colaborativo. Se trata de aprender a trabajar en grupos de tal forma que los alumnos no sólo se hagan responsables de su propio aprendizaje sino también del de sus compañeros.

Duración en semanas: 15

Carga horaria total: 180

Carga horaria detallada:

a) Horas aula de clases teóricas: 60

b) Horas aulas de clases prácticas: 30

c) Horas de seminarios:

d) Horas de talleres:

e) Horas de salida de campo:

f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 90

Sistema de APROBACIÓN final

Tiene examen final: Si

Se exonera el examen final: No

Nota de exoneración (del 3 al 12):

Sistema de GANANCIA

a) Características de las evaluaciones:

La aprobación de la unidad curricular se logrará con los siguientes requisitos a) la entrega de tareas escritas y la presentación de temas orales (presencial o en línea) durante el curso y b) mediante la entrega escrita (en formato de artículo científico) y presentación oral (siguiendo las pautas de un seminario breve) de un proyecto final. El proyecto consistirá en la revisión y discusión de un tema seleccionado entre temas actuales de Física no lineal. La calificación final se determina con el promedio del puntaje obtenido en ambas etapas.

b) Porcentaje de asistencia requerido para ganar la unidad curricular: 50

c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total: 50

d) Modo de devolución o corrección de pruebas: En línea por EVA

COMENTARIOS o ACLARACIONES: