

Guia docent

200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Última modificació: 22/06/2025

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura optativa).
Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO
Altres: Primer quadrimestre:
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - A

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics sobre la teoria d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura d'Equacions Diferencials).
Coneixements bàsics de l'assignatura d'anàlisi real.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.
13. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
14. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura consta de quatre hores setmanals que inclouran els aspectes teòrics i pràctics dels sistemes dinàmics, així com resolució de problemes i elaboració de projectes individuals o en grup.

Per afavorir l'aprenentatge autònom dels/les estudiants, se'ls assignarà, durant el curs, problemes seleccionats de la llista de problemes/petits projectes durant el curs i un projecte final d'iniciació a la recerca. Els problemes i projectes s'hauran d'exposar davant de la resta d'estudiants.

Hi haurà un examen de repàs de continguts a final de curs on hi podran aparèixer tant preguntes teòriques com problemes similars als fets a classe.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Com a objectius d'aprenentatge es vol que, un cop cursada l'assignatura, el/la estudiant tingui al seu abast un conjunt de tècniques i resultats que li permetin abordar els aspectes bàsics de la descripció i anàlisi de sistemes dinàmics, ja siguin discrets o modelats a través d'equacions diferencials. Addicionalment es vol que tingui una visió àmplia dels problemes oberts dins l'àrea dels sistemes dinàmics, i hagi adquirit les eines per poder iniciar-se en la recerca, tant en problemes de sistemes dinàmics abstractes com en aplicacions a models de la física com, per exemple, la mecànica celeste.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Alguns problemes oberts en sistemes dinàmics

Descripció:

Per començar el curs explicarem alguns problemes de sistemes dinàmics del que no es coneix la seva solució malgrat la seva importància.

La idea és motivar les eines que explicarem la resta del curs.

Objectius específics:

Conneixer alguns problemes importants de sistemes dinàmics, entendre les equacions que els modelen.

Activitats vinculades:

Aquestes classes seran únicament teòriques.

Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

Dinàmica en dimensió baixa

Descripció:

Aplicacions de l'interval. Tipus d'òrbites. Estudi de la família quadràtica. Dinàmica simbòlica. Shift de Bernoulli. Caos.

Dedicació: 17h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 9h

Sistemes Lineals

Descripció:

Sistemes lineals. Classificació de sistemes lineals. Sistemes lineals no autònoms. Estabilitat i conjugació de sistemes periòdics.

Dedicació: 17h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 9h

Objectes invariants de fluxos i difeomorfismes

Descripció:

Punts crítics de camps i punts fixos de difeomorfismes. Òrbites periòdiques de camps. Aplicació de Poincaré. Punts hiperbòlics. Varietats estable i inestable. Conjugació i equivalència. Teorema del redreçament del flux. Teorema de Hartman. Punts no hiperbòlics. Teorema de la varietat central

Dedicació: 59h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 39h

Fluxos en el pla

Descripció:

Sistemes plans. Teorema de Poincaré-Bendixson. Sistemes de Liénard. Introducció a la teoria de bifurcacions

Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 9h

Dinàmica Global

Descripció:

Varietats invariants globals. Punts homoclíncics i heteroclíncics. La ferradura de Smale. Teorema homoclínic de Smale. Escissió de separatrius. Mètode de Poincaré-Melnikov-Arnol'd.

Dedicació: 36h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 24h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Hi haurà un examen a final de curs. La nota de l'examen correspondrà a un 25% de la nota final.

S'avaluarà l'exposició oral i la resolució escrita dels problemes i projectes assignats durant el curs, així com la participació a les classes. Aquesta nota correspondrà a un 50% de la nota final.

S'avaluarà la realització del treball final, la memòria escrita i la seva exposició oral en un 25% a la nota final.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els problemes i projectes assignats es realitzaran individualment o en grup. El treball final es podrà realitzar en grups de com a màxim de dues persones.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Devaney, Robert L. An Introduction to chaotic dynamical systems. 2nd ed. Reading, MA [etc.]: Westview, 2003. ISBN 813340853.
- Sotomayor Tello, Jorge Manuel. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.
- Arrowsmith, D.K. ; Place, C.M. An Introduction to dynamical systems. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. ISBN 0521303621.
- Guckenheimer, J. ; Holmes, P. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. New York, NY: Springer-Verlag, 1983. ISBN 0387908196.
- Pollard, Harry. Mathematical introduction to celestial mechanics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.
- Meyer, Kenneth R.; Hall, G.R.; Offin, D. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the n-body problem [en línia]. New York: Springer-Verlag, 2009 [Consulta: 20/06/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-0-387-09724-4>. ISBN 9780387097237.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry and engineering [en línia]. Boulder: Westview Press, 2015 [Consulta: 23/06/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1181622>. ISBN 0429972199.
- Meiss, J. D. Differential dynamical systems [en línia]. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007 [Consulta: 20/06/2023]. Disponible a: <http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718232>. ISBN 9780898716351.
- Robinson, Clark. Dynamical systems : stability, symbolic dynamics, and chaos. 2nd ed. CRC Press, 1999. ISBN 0849384958.
- Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos [en línia]. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003 [Consulta: 20/06/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/b97481>. ISBN 9786610188161.
- Brauer, Fred; Castillo-Chávez, Carlos. Mathematical models in population biology and epidemiology [en línia]. 2nd ed. New York: Springer, cop. 2012 [Consulta: 16/06/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3070377>. ISBN 0387989021.
- Baldomá, Imma; Martín, Pau. Introducció als Sistemes Dinàmics. Apunts [en línia]. UPCcomons, 2018 [Consulta: 16/06/2025]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/385892>.