

Guia docent

230862 - CAS - Astrofísica Computacional

Última modificació: 19/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN FÍSICA PER A L'ENGINYERIA (Pla 2018). (Assignatura optativa).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 4.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: SANTIAGO TORRES GIL

Altres: Primer quadrimestre:
ROBERTO RADDI - 10
ALBERTO REBASSA MANSERGAS - 10
SANTIAGO TORRES GIL - 10

CAPACITATS PRÈVIES

Tot i que el curs és auto-contingut, un coneixement previ de conceptes bàsics d'Astrofísica, Mecànica de Fluids i Estadística és valuós.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Bàsiques:

CB6. Tenir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o aplicació de idees, sovint en un context de recerca.

CB7. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.

CB8. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judici.

CB9. Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons últimes que les sustenten a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB10. Que els estudiants posseeixen les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura utilitzarà docència tradicional amb l'us d'ordinadors, exercicis pràctics i aprenentatge basat en projectes. Una vegada introduïdes els fonaments teòrics, l'estudiant aplicarà immediatament els coneixements mitjançant petits exercicis numèrics i petites simulacions (emprant software existent o desenvolupant petits programes) en règim de semi-presencialitat. Eventualment, alguna de les sessions es podrà desenvolupar 'on-line' si el professor ho considera necessari. L'assignatura contempla la possibilitat de complementar els continguts docents amb l'impartició de seminaris especialitzats

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu principal del curs és aprendre una varietat de tècniques numèriques comuns a moltes àrees d' Astrofísica i Cosmologia. S' exposaran un conjunt de tècniques bàsiques que seràn d'utilitat tant als estudiants amb perfil observacional (bases de dades astronòmiques massives, reducció automàtica de les dades observades, reducció i calibració de dades espectroscòpiques.) i estudiants interessats en aspectes més teòrics de l'Astrofísica moderna (incloent problemes amb càrregues intensives de càlcul, com hidrodinàmica tridimensional, o models d' evolució química i dinàmica emprant tècniques Monte Carlo).

A l'acabament del curs l' estudiant haurà adquirit un nivell adequat en tècniques numèriques avançades, com hidrodinàmica multidimensional emprant una aproximació Lagrangiana, xarxes de reaccions nuclears, extracció d'informació de dades espectroscòpiques, algorismes eficients per manipular bases de dades astronòmiques. En resum, la finalitat última és que l' estudiant sigui capaç de tractar satisfactoriament alguns dels problemes més exigents de l' Astrofísica moderna emprant les eines i les tècniques numèriques adients.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	64,0	64.00
Hores grup gran	36,0	36.00

Dedicació total: 100 h

CONTINGUTS

Astrofísica Computacional

Descripció:

PROGRAMA

1. Hidrodinàmica Multidimensional

- 1.1 Formalismes Lagrangia i Euleria
- 1.2 Equacions hidrodinàmiques d' Euler
- 1.3 Tipus de codis hidrodinàmics emprats en evolució estelar
- 1.4 El mètode Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)
- 1.5 Introducció a la Magnetohidrodinàmica multidimensional amb SPH

2. Aplicacions astrofísiques dels mètodes Monte Carlo

- 2.1 Definició de conceptes bàsics
 - 2.1.1 Nombres aleatoris.vs pseudoaleatoris
- 2.2 Algoritmes de generació de nombres aleatoris
 - 2.2.1 Propietats estadístiques desitjables
 - 2.2.2 Tipus de generadors: a) generador congruencial linial; b) generador congruencial multiplicatiu; c) generador de Tausworth
 - 2.2.3 Generadors bons i generadors dolents. Tècniques de millora.
- 2.3 Mètodes de transformació
 - 2.3.1 Distribució uniforme i transformació linial.
 - 2.3.2 Tècniques d' inversió.
 - 2.3.3 Mètode de Box-Muller.
 - 2.3.4 Mètode de rebuig.
- 2.4 Aplicacions dels mètodes Monte Carlo a l' Astrofísica
 - 2.4.1 Cúmul globulars
 - 2.4.2 La Galaxia

3. Òrbites galàctiques

- 3.1 Galàxies: una visió general
 - 3.1.1 La nostra pròpia galàxia, la Via Làctia
 - 3.1.2 Estructura de la Via Làctia: disc prim i gruixut, bulb, halo
 - 3.1.3 Cinemàtica galàctica

- 3.2. Simulacions d'òrbites amb galpy
 - 3.2.1 Òrbites estel·lars
 - 3.2.1.1 Sistemes de coordenades
 - 3.2.1.2 Paral·laxis i distàncies, moviments i velocitats propis
 - 3.2.2 Introducció a galpy
 - 3.2.3 Potencials galàctics: potencials esfèrics, de disc, triaxials

- 3.3 Aplicacions de l'òrbita galàctica
 - 3.3.1 El volum local i la població de nanes blanques
 - 3.3.2 Clústers, grups en moviment i corrents estel·lars
 - 3.3.3 Braços espirals i barra galàctica
 - 3.3.4 Química i cinemàtica galàctica

- 4. Tècniques d'anàlisi de dades espectroscòpiques .
 - 4.1 Introducció a l'astronomia observacional
 - 4.1.1 Telescopis.
 - 4.1.2 Càmeres CCD.
 - 4.1.3 L'espectre electromagnètic.
 - 4.1.4 Introducció a l'espectroscòpia.
 - 4.2 Reducció de dades
 - 4.2.1 Imatges de bias i correcció de bias.
 - 4.2.2 Espectres de flat-field i correcció de flat-field.
 - 4.3 Extracció de l'espectre unidimensional.
 - 4.3 Calibració
 - 4.3.1 Làmpades de calibració i calibració en longitud d'ona.
 - 4.3.2 Estels estàndar i calibració en flux.
 - 4.4 Anàlisi de dades
 - 4.4.1 Reducció i calibració d'espectres reals.

Competències bàsiques:

CB6, CB7, CB8, CB10.

Competències generals:

CG1, CG3.

Competències transversals:

CT4, CT5.

Competències específiques:

CE1, CE2.

Objectius específics:

Conèixer les bases científiques d'un subconjunt de mètodes numèrics molt usats en astrofísica computacional. Treballar exemples pràctics d'algoritmes relacionats amb aquests mètodes i construir programes pràctics de càlcul/simulació connectats amb aquests mètodes. Un exemple seria l'elaboració d'un codi bàsic de simulació hidrodinàmica en tres dimensions adequat per simular l'explosió o el col·lapse d'un nuvol de gas autogravitant.

Activitats vinculades:

El curs es complementa amb almenys un Seminari de 1.30-2h de durada impartit per un investigador extern expert en alguna de les tècniques explicades al curs..

Dedicació: 100h
Grup gran/Teoria: 36h
Aprenentatge autònom: 64h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació final tindrà en compte els següents aspectes:

- 1) Assistència continuada a les sessions teòriques
- 2) Resolución satisfactoria de los ejercicios prácticos propuestos.
- 3) Realització adequada i exposició dels projectes de treball desenvolupats durante el curs.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Tenint en compte que el nombre d'estudiants no és elevat, aquestes es decidiran al llarg del curs. L'avaluació de Computational Astrophysics no contempla cap prova de re-evaluació.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Monaghan, J.J. "Smoothed Particle Hydrodynamics". Monaghan J.J. Annual Review of Astronomy and Astrophysics, Vol 30, 1992 [en línia]. [Consulta: 02/06/2022]. Disponible a: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/1992ARA%26A..30..543M/ADS_PDF.
- Teukolsky, W.H, Vetterling, S.A, Flannery, B. Numerical Recipes: the art of scientific computing. 3rd ed. New York: Cambridge University Press, 2007. ISBN 9780521880688.
- Kroese, D.P., Taimre, Z., Botev, Z.I.. Handbook of Monte Carlo methods. first. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2011. ISBN 9780470177938.
- Binney, J.; Tremaine, S. Galactic dynamics [en línia]. 2nd ed. Princeton: Princeton University Press, 2008 [Consulta: 04/07/2023]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=7174916>. ISBN 9781400828722.

RECURSOS

Altres recursos:

El curs es recolça en recursos senzills, com ara material audiovisual i algorismes de càlcul aportats pels professors de l'assignatura