

Mètodes Numèrics I

Codi: 103950

Crèdits: 3

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OB	2	2

Professor/a de contacte

Nom: José Flix Molina

Correu electrònic: Jose.Flix@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

María del Pilar Casado Lechuga

Sergio Gonzalez Fernandez

José Flix Molina

Prerequisits

No hi ha requisits especials en quant a les assignatures de física. Es convenient tenir aprovat el càlcul 1 del primer semestre. Altres tècniques matemàtiques necessàries són part de la pròpia assignatura.

Objectius

En aquesta assignatura s'introdueixen conceptes bàsics de la teoria de probabilitats i estadística, així com unes nocions fonamentals de programació en Python.

La física és en últim terme una ciència experimental, basada en les mesures que es realitzen en experiments científics. Aquestes mesures estan inevitablement subjectes a errors que s'han de quantificar, de vegades en forma de paràmetres amb els seus errors, altres com nivells de confiança, o sobre la base d'altres conceptes. En totes les ciències experimentals es dur a terme un procés semblant i l'eina per a fer-ho de manera rigorosa és la branca de les matemàtiques denominada Estadística.

Com a físics hem d'invertir un mínim d'esforç intel·lectual a entendre clarament els conceptes bàsics de l'Estadística. Això és vàlid tant per als físics experimentals que realitzen les mesures, com per als teòrics que tracten d'elaborar models o teories que les expliquin. El llenguatge i els conceptes sobre teoria de probabilitat són també essencials en alguns dels fonaments de la física, en concret en la Mecànica Quàntica i en la Mecànica Estadística. La familiaritat amb aquests conceptes és necessària per a abordar aquestes disciplines. Per a poder afrontar i entendre molts dels conceptes que aprendrem a classe, farem unes sessions pràctiques emprant eines actuals de programació en llenguatges moderns, en particular programació en Python sobre Jupyter Notebooks. Sent conscients de la poca o nul·la experiència en programació, es proporciona material suficient per a poder assolir unes nocions elementals de programació amb antel·lació. Les pràctiques són ordenades en ordre creixent de dificultat, desde mètodes numèrics molts elementals (integració, derivades), fins a cobrir molts dels aspectes que s'hauran explicat a la part teòrica de la assignatura. Repassarem les estructures de dades bàsiques, així com les estructures de control fonamentals, i empremerem les llibreries de Python d'ús comú en problemes físico-matemàtics actuals.

Competències

- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Desenvolupar estratègies d'anàlisi, síntesi i comunicació que permetin transmetre els conceptes de la física en entorns educatius i divulgatius
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Respectar la diversitat i pluralitat d'idees, persones i situacions
- Utilitzar instruments informàtics (llenguatges de programació i programari) adequats a l'estudi de problemes físics

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar i descriure amb claredat l'estratègia en abordar un problema determinat des del punt de vista numèric.
2. Analitzar i descriure els problemes físics des d'una perspectiva aproximada modelitzant sistemes físics complexos i solucionant-los aproximadament.
3. Aplicar el mètode de Montecarlo en problemes concrets i resoldre alguns dels problemes més habituals.
4. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
5. Controlar, aprofundint en l'anàlisi, els errors comesos en els diferents mètodes numèrics.
6. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
7. Desenvolupar estratègies de programació que permetin l'ús col·laboratiu dels programes desenvolupats.
8. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
9. Elaborar programes en algun llenguatge de programació particular.
10. Presentar resultats numèrics amb precisió, incloent-hi el tractament estadístic d'errors.
11. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.

Continguts

Bloc 1. Teoria de la probabilitat.

Capítol 1. Probabilitat i Estadística, conceptes bàsics.

El concepte de probabilitat i la seva interpretació. Les escoles frequentista i bayesiana. Teòria axiomàtica de probabilitat. Distribucions de probabilitat, conceptes de densitat de probabilitat, mitjana, variància i altres moments.

Capítol 2. Probabilitat Condicional. Distribucions de varies variables

Distribucions de varies variables, probabilitat condicional, distribucions marginals. Correlació i covariància. Canvis de variable.

Capítol 3. Distribucions de probabilitat mes freqüents

Distribucions Binomial, Multinomial, Hipergeomètrica, de Poisson, Exponencial, Normal i de Gauss. Propietats de la distribució Gaussiana en una i varies variables. La distribució Chi-2, la distribució t-Student, les distribucions de Cauchy, Gamma i de Landau.

Capítol 4. El mètode de Monte Carlo

Nombres aleatoris. Integració per Monte Carlo, els procediments d'acceptació-rebuig i de transformació de variables.

Bloc 2. Inferència estadística.

Capítol 5. Mostreig d'una població estadística

Els conceptes de mostra i d'estimador. Estimadors de paràmetres d'una població. Exemples elementals.

Capítol 6. El Mètode de Màxima Versemblança

Concepte de versemblança. Variància d'un estimador. La cota de Cramèr-Rao-Fréchet. Estimadors de variància mínima. Aplicacions del mètode.

Capítol 7. Aplicacions d'el Mètode de Màxima Versemblança

Exemples d'aplicació del mètode de Màxima Versemblança. El mètode de Minims Quadrats.

Capítol 8. Contrast d'hipòtesi

Contrast de bondat d'ajustament. Lemma de Neyman-Pearson. Altrest tests. Exemples. Errors Estadístics, Interval de Confiança, Límits.

Bloc 3. Programació.

Programació en Python. Ús de Jupyter Notebooks i màquines virtuals a Google (Google Colab).

Estructures de control bàsiques en programació.

Ús de les llibreríes de Python emprades amb més freqüència en Data Science.

Sessions pràctiques de metopes numèrics en ordre creixent de dificultat: Àlgebra lineal numèrica, Teorema del límit central, Interval de confiança, Interpolació, Integració, resolució de sistema d'equacions diferencials ordinàries, resolre problemes de condicions de frontera, regressions lineals, trobar arrels, tests d'hipòtesis, Machine Learning.

Metodologia

Classes teòriques amb discussions a classe.

Realització de problemes exemple.

Assignació de problemes i correccions a classe.

Possibilitat de discussió per mitjans electrònics.

Consultes amb els professors de l'assignatura.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes Pràctiques	13	0,52	4, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Classes Teòriques	12	0,48	1, 2, 4, 6, 8, 10, 11
Tipus: Autònomes			
Elaboració de Treballs	21	0,84	1, 4, 6, 7, 8, 9, 11
Estudi Personal	18,5	0,74	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10

Avaluació

30% Nota: Avaluació i discussió dels problemes assignats.

70% Nota: Exàmens Parcial.

L'assistència a les classes pràctiques és obligatòria. Per fer mitjana dels dos parcials caldrà tenir una nota superior a 3,5 punts a cada parcial. Hi ha examen de recuperació per aquells que no superin l'assignatura per parcials o vulguin pujar nota. A l'examen de recuperació és possible presentar-se únicament si prèviament s'han fet els dos exàmens parcials.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Evaluació i discussió de treballs	30	3	0,12	4, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Examen Parcial Probabilitat i Estadística	35	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11
Examen Parcial Programació	35	2,5	0,1	1, 2, 4, 6, 7, 11
Repesca	100	2,5	0,1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11

Bibliografia

S. Brandt, "Statistical and Computational Methods in Data Analysis", North-Holland Publishing Co., 3rd printing, 1978

Glen Cowan, "Statistical Data Analysis", Oxford Univ. Press, 1998, ISBN 0198501552

Notes detallades del professor que es posaran disponibles al Campus Virtual.