

**Integració numèrica d'equacions en derivades
parcials**

Codi: 100121

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500149 Matemàtiques	OT	4	0

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: Carles Barril Basil

Correu electrònic: Carles.Barril@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

Joan Carles Artés Ferragud

Prerequisits

Aquesta assignatura no té prerequisits teòrics, tot i que haver cursat les assignatures d'equacions en derivades parcials i/o càlcul numèric ajudarà a donar context. Per a la part pràctica cal una mínima familiaritat amb l'ús del llenguatge de programació C per a la computació científica.

Objectius

Les equacions en derivades parcials (EDP's) són presents a la major part de models matemàtics dels processos físics. Com succeeix amb les equacions diferencials ordinàries, es disposa de fórmules tancades per a la seva solució en molt pocs casos. És per això que, en la pràctica totalitat de les aplicacions, es requereixen mètodes numèrics per a l'aproximació de les solucions.

Aquesta assignatura és una introducció als mètodes numèrics per a la resolució d'EDP's. Se centrarà en el desenvolupament i anàlisi dels mètodes de diferències finites i elements finits per a les equacions "clàssiques" (transport, ones, calor i del potencial), tot i que es faran alguns comentaris sobre altres mètodes (com característiques i espectrals) i altres equacions.

Competències

- Calcular, reproduir determinades rutines i processos matemàtics amb agilitat
- Demostrar de forma activa una elevada preocupació per la qualitat en el moment d'argumentar o exposar les conclusions dels seus treballs
- Desenvolupar un pensament i un raonament crític i saber comunicar-ho de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Formular hipòtesis i imaginar estratègies per confirmar-les o refutar-les.

- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en un àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.
- Que els estudiants hagin desenvolupat les habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- Que els estudiants puguin transmetre informació idees, problemes i solucions a un públic tan especialitzat com no especialitzat
- Que els estudiants sàpiguin aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseeixin les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.

Resultats d'aprenentatge

1. Demostrar de forma activa una elevada preocupació per la qualitat en el moment d'argumentar o exposar les conclusions dels seus treballs
2. Desenvolupar un pensament i un raonament crític i saber comunicar-ho de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
3. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
4. Idear demostracions de resultats matemàtics de càlcul numèric i d'integració numèrica de d'EDP's
5. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en un àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.
6. Que els estudiants hagin desenvolupat les habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
7. Que els estudiants puguin transmetre informació idees, problemes i solucions a un públic tan especialitzat com no especialitzat
8. Que els estudiants sàpiguin aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseeixin les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
9. Saber integrar numèricament equacions diferencials ordinàries i equacions en derivades parcials

Continguts

1- Problemes d'evolució hiperbòlics. Esquemes de diferències finites per a l'equació del transport i lleis de conservació. Els conceptes de consistència, estabilitat i convergència. La condició de Courant-Friedrichs-Lewy.

2-Problemes d'evolució parabòlics. Esquemes de diferències finites explícits i implícits. Estabilitat. L'esquema de Crank-Nicolson.

3-Problemes el·líptics. Problema de Poisson. Problemes estacionaris. Formulació variacional. El mètode de Galerkin. Mètode d'elements finits. Triangulacions.

Metodologia

Les classes de teoria i les de problemes es duren a terme a una aula de la facultat. En elles es combinarà la presentació d'aspectes teòrics dels mètodes numèrics i les seves propietats bàsiques amb la resolució de problemes de caràcter teòric. Es treballarà sobre llistes de problemes que es proporcionaran al llarg del curs.

Les classes pràctiques es duren a terme a una aula d'informàtica de la facultat. Durant aquestes sessions, els estudiants resoldran algun problema de tipus aplicat mitjançant la implementació en un llenguatge de programació d'alguns dels mètodes estudiats a l'assignatura. Aquestes sessions pràctiques s'avaluaran a partir del lliurament al final de curs (la data serà anunciada) del codi i un informe de pràctiques.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	10	0,4	1, 2, 4, 6, 8, 9
Classes de pràctiques	14	0,56	1, 2, 4, 6, 8, 9
Classes de teoria	26	1,04	1, 2, 4, 6, 9
Tipus: Autònomes			
Estudi	50	2	1, 2, 4, 6, 9
Resolució de problemes i pràctiques	44	1,76	1, 2, 4, 6, 8, 9

Avaluació

Es realitzaran les activitats d'avaluació següents:

- Examen parcial (EP). Examen amb preguntes teòriques i problemes similars als treballats durant el curs.
- Examen Final (EF). Examen de tota l'assignatura amb preguntes teòriques i problemes similars als treballats durant el curs. És requisit per superar l'assignatura que la qualificació de l'examen final sigui igual o superior a 3,5.
- Nota de Pràctiques (Prac). S'avaluarà a partir del projecte (programa) i l'informe de pràctiques. És requisit per superar l'assignatura que la qualificació de les pràctiques sigui igual o superior a 3.5.

La qualificació final s'obindrà mitjançant la fórmula

$$QF = \text{Max}\{25EP + 40EF + 35Prac, 50EF + 50Prac\} / 100 ;$$

Hi haurà un examen de recuperació amb el mateix format que l'examen EF. Les pràctiques no són recuperables.

Les matrícules d'honor s'atorgaran a la primera avaluació en què es pugui superar l'assignatura.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen final	0.4	3	0,12	1, 2, 4, 5, 8, 9
Examen parcial	0.25	3	0,12	1, 2, 4, 8, 9
Lliurament de pràctiques	0.35	0	0	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9

Bibliografia

Bibliografia

- J. C. Strikwerda: Finite difference schemes and partial differential equations, SIAM, 2004
- K.W. Morton, D.F. Mayers: Numerical Solution of Partial Differential Equations, Cambridge University Press, 1994.
- M. G. Larson, F. Benzgon: The finite element method: Theory, implementation and applications. Springer, 2013.
- Josep Masdemont: Curs d'elements finits amb aplicacions. Edicions UPC, 2002.
- D. R. Lynch: Numerical Partial Differential Equations for Environmental Scientists and Engineers, Springer, 2005

Bibliografia adicional

- P. G. Ciarlet: The Finite element methods for elliptic problems. North Holland, 1979.
- C. Johnson: Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element method, Cambridge University Press, 1994.
- L. Lapidus, G.F Pinder: Numerical solution of partial differential equations in science and engineering, John Wiley & Sons, 1982.
- Leveque,R.J.: Finite difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, SIAM, 2007.
- P.A. Raviart, J.M. Thomas: Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Masson, 1983.