

| Titulació | Tipus | Curs |
|----------------------|-------|------|
| 2500149 Matemàtiques | OT | 4 |

Professor/a de contacte

Nom: Angel Calsina Ballesta

Correu electrònic: angel.calsina@uab.cat

Equip docent

Miquel Barcelona Poza

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

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

Aquesta assignatura és una introducció als mètodes numèrics per a la resolució d'equacions en derivades parcials (EDP's).

Les EDP són el fonament de la major part de models matemàtics dels processos físics. Com succeeix amb les equacions diferencials ordinàries (EDO), 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 l'aproximació de les seves solucions. A diferència de les EDO, però, no hi ha mètodes numèrics generals que serveixin per a gairebé totes les EDP's: els mètodes són específics per a famílies petites d'EDP's. Les idees que els donen lloc sí que són generals, i en aquest sentit podem parlar de famílies de mètodes, com ara diferències finites i elements finits.

L'assignatura se centrarà en el desenvolupament i anàlisi dels mètodes de diferències finites i elements finits per a les EDP 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 sàpiguen 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 sàpiguen 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.- Diferències finites

Problemes d'evolució hiperbòlics. L'equació del transport. Els conceptes de consistència, estabilitat i convergència. L'error de truncament local i el concepte d'ordre d'un mètode. La condició de Courant-Friedrichs-Lewy.

Problemes d'evolució parabòlics. Mètodes explícits i mètodes implícits. El mètode de John Crank i Phyllis Nicolson. Estabilitat.

Problemes estacionaris. L'equació de Poisson.

2.- Elements finits

Formulació variacional o feble dels problemes el·líptics. Condicions de contorn. El mètode de Galerkin.

Mètode d'elements finits. Fases: mallat, acoblament, solució del sistema lineal, post-procès. Exemple amb l'equació de Poisson en 2 dimensions.

Triangulacions. Interpolació en diverses variables i diferents tipus d'elements finits. Diferents tipus de condicions de frontera. Acoblament i formulació global.

Activitats formatives i Metodologia

| 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 |

Les classes de teoria i les de problemes es duran 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 duran 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.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

| Títol | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|-----------------------|------|-------|------|--------------------------|
| Examen de recuperació | 0.5 | 3 | 0,12 | 2, 6, 8, 9 |
| Examen final | 0.45 | 3 | 0,12 | 2, 4, 5, 6, 8, 9 |

| | | | | |
|--------------------------|------|---|---|------------------------|
| Lliurament de problemes | 0.05 | 0 | 0 | 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9 |
| Lliurament de pràctiques | 0.5 | 0 | 0 | 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 |

L'avaluació del curs es durà a terme a partir de tres activitats:

- Examen final (EF): examen de tota l'assignatura amb preguntes teòriques i problemes.
- Pràctiques (PR): lliurament de codi i un informe.
- Lliurament opcional de problemes: codi i un informe.

A més, els estudiants es podran presentar a un examen de recuperació ER amb les mateixes característiques que l'examen EF. Les pràctiques no seran recuperables.

És requisit per a superar l'assignatura que $\max(\text{EF}, \text{ER}) \geq 3.5$ i que $\text{PR} \geq 3.5$.

La ponderació dels exàmens i de les pràctiques serà

$$0.5 \cdot \max(\text{EF}, \text{ER}) + 0.5 \cdot \text{PR}$$

Els estudiants podran lliurar alguns problemes de la llista de problemes que consistiran a experimentar amb ordinador sobre les propietats d'alguns dels mètodes numèrics que es veuran durant el curs. L'avaluació d'aquests problemes podrà afegir un punt (sobre 10) a les qualificacions EF i ER. La puntuació màxima serà, en tot cas, de 10 punts.

Les matrícules d'honor s'atorgaran a la primera avaluació completa de l'assignatura. No seran retirades en cas que un altre estudiant obtingi una qualificació més gran després de considerar l'examen ER.

Un estudiant que participi en alguna activitat d'avaluació diferent del lliurament d'exercicis serà considerat avaluable.

L'alumne/a que opti per l'avaluació única tindrà un examen el dia de l'examen final en el que haurà de lliurar l'informe i el codi de la pràctica. En cas de no superar l'examen podrà presentar-se a un examen de recuperació el mateix dia que els companys, en les mateixes condicions descrites anteriorment.

Bibliografia

- C. Johnson: Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method. Dover, 2009.
- M. G. Larson, F. Benzgon: The finite element method: Theory, implementation and applications. Springer, 2013.
- J. Masdemont: Curs d'elements finits i aplicacions. Edicions UPC, 2002.
- R.M.M. Mattheij, S.W. Rienstra, J.H.M. ten Thije Boonkkamp: Partial Differential Equations. Modeling, Analysis, Computation. SIAM, 2005.
- K.W. Morton, D.F. Mayers: Numerical Solution of Partial Differential Equations, Cambridge University Press, 1994.
- J. C. Strikwerda: Finite difference schemes and partial differential equations, SIAM, 2004.

Programari

- Preferably a Linux environment
- code-oriented text editor (e.g. Kate)
- GNU C compiler
- gnuplot
- image manipulation tools (e.g. imagemagick)
- GNU Octave

Llista d'idiomes

| Nom | Grup | Idioma | Semestre | Torn |
|---------------------------------|------|--------|--------------------|-----------|
| (PAUL) Pràctiques d'aula | 1 | Català | segon quadrimestre | matí-mixt |
| (PLAB) Pràctiques de laboratori | 1 | Català | segon quadrimestre | matí-mixt |
| (TE) Teoria | 1 | Català | segon quadrimestre | matí-mixt |

PROVISIÓ