

Titulació	Tipus	Curs
Matemàtiques	OP	4

Professor/a de contacte

Nom : Eduardo Gallego Gómez

Correu electrònic : eduardo.gallego@uab.cat

Equip docent

Gil Solanes Farres

Idiomes dels grups

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

Prerequisits

Per cursar aquesta assignatura amb aprofitament, es recomana haver adquirit els coneixements fonamentals de Geometria Diferencial. També serà necessari utilitzar conceptes i tècniques d'Anàlisi matemàtica (càlcul en diverses variables i optimització), Topologia i Equacions diferencials, corresponents a les assignatures *Topologia i Equacions Diferencials i Modelització I*.

Objectius

Una varietat riemanniana és una varietat diferenciable dotada d'un producte escalar definit positiu a l'espai tangent de cada punt. La geometria riemanniana estudia aquestes estructures i va sorgir com una generalització de la geometria intrínseca de les superfícies. Amb el temps, s'ha consolidat com una eina fonamental tant per a la formulació de la mecànica clàssica com, especialment, per a la teoria general de la relativitat. Més recentment, també ha tingut un paper destacat en la resolució de la conjectura de Poincaré.

Les dues nocions centrals de la geometria riemanniana són la curvatura i les geodèsiques. L'objectiu principal del curs és comprendre, des d'una perspectiva geomètrica i tan intuïtivament com sigui possible, la relació entre aquests dos conceptes. En particular, s'estudiarà com la curvatura condiciona el comportament de les geodèsiques i com influeix en les propietats topològiques globals de les varietats.

Resultats d'aprenentatge

1. Utilitzar eficaçment bibliografia i recursos electrònics per obtenir informació.
2. 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.

- Desenvolupar un pensament i un raonament crític i saber comunicar-ho de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- Que els estudiants puguin transmetre informació idees, problemes i solucions a un públic tan especialitzat com no especialitzat
- Que els estudiants hagin desenvolupat les habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Demostrar de forma activa una elevada preocupació per la qualitat en el moment d'argumentar o exposar les conclusions dels seus treballs
- Aplicar l'esperit crític i el rigor per validar o refutar arguments tant propis com de d'altres.
- Comprendre el llenguatge abstracte i conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes de geometria i topologia avançades.
- Idear demostracions de resultats matemàtics de l'àrea de geometria i topologia.

Continguts

- Varietats diferenciables: varietats, aplicacions diferenciables, espais tangents, fibrat tangent, immersions i subvarietats, orientació, camps vectorials, tensors i formes diferencials.
- Varietats riemannianes: mètriques riemannianes, longitud de corbes, distància, volum, aplicacions conformes i connexions.
- Geodèsiques: connexió de Levi-Civita, transport paral·lel, geodèsiques, aplicació exponencial, coordenades normals i lema de Gauss.
- Curvatura: tensor de curvatura de Riemann, curvatures associades i expressió local de la curvatura.
- Temes complementaris: exemples i aplicacions, incloent-hi geometria hiperbòlica i relacions entre geodèsiques, curvatura i topologia.

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Preparació i exposició de treballs	16	0,64	1, 5, 6, 9, 10
Classes de teoria	30	1,2	6, 9, 10
Seminaris	6	0,24	5, 6, 9, 10, 11
Classes de problemes	14	0,56	6, 9, 10, 11
Estudi personal	45	1,8	1, 6, 9, 10
Resolució de problemes	30	1,2	1, 5, 6, 9, 11

Classes de teoria

- Introducció dels conceptes fonamentals de la geometria riemanniana.
- Presentació dels principals resultats i teoremes de la disciplina.
- Desenvolupament de les eines teòriques necessàries per a la resolució de problemes.
- Estudi de demostracions i exemples significatius.

Classes de problemes

- Resolució de problemes relacionats amb els continguts teòrics.
- Consolidació i aprofundiment dels conceptes introduïts a les classes de teoria.
- Desenvolupament de destreses de càlcul i de tècniques pròpies de la geometria riemanniana.

- Discussió dels diferents mètodes i estratègies de resolució.
- Participació activa dels estudiants en l'anàlisi i resolució d'exercicis.

Seminaris

- Aprofundiment en aspectes específics del temari mitjançant activitats dirigides.
- Treball autònom dels estudiants a partir d'un guió proporcionat prèviament.
- Resolució de qüestions teòriques i problemes de major complexitat.
- Seguiment i orientació per part del professorat durant les sessions.
- Lliurament i avaluació de les activitats realitzades.

Treball individual

- Elaboració d'un treball sobre un tema relacionat amb l'assignatura.
- Redacció d'una memòria escrita.
- Exposició oral dels resultats davant la classe.
- Desenvolupament de la capacitat d'estudi autònom, síntesi i comunicació matemàtica.

Tutories

- Resolució de dubtes sobre els continguts teòrics i pràctics.
- Orientació personalitzada sobre el treball de l'assignatura.
- Seguiment del progrés acadèmic dels estudiants.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè l'alumnat completi les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Lliurament de problemes	0,3	4	0,16	1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11
Examen	0,4	4	0,16	1, 5, 6, 8, 9, 10, 11
Presentació de treballs	0,3	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10

Avaluació continuada

L'avaluació de l'assignatura tindrà en compte tant el grau d'assimilació dels continguts com el treball desenvolupat al llarg del curs, i es durà a terme mitjançant un sistema d'avaluació continuada.

La qualificació final s'obtindrà a partir de la mitjana ponderada dels següents mòduls d'avaluació:

- Mòdul d'examen: 40%.
- Mòdul de lliurament de problemes i activitats: 30%.
- Mòdul de treball i presentació oral: 30%.

Les eventuais matrícules d'honor s'atorgaran d'acord amb la qualificació final de l'avaluació continuada.

L'estudiant que no hagi superat l'avaluació continuada (és a dir, que no hagi obtingut una qualificació final igual o superior a 5) o que vulgui millorar la seva qualificació podrà presentar-se a una prova de recuperació.

Es considerarà «No presentat» l'estudiant que hagi participat en activitats d'avaluació que representin un pes igual o inferior al 50% de la qualificació final de l'assignatura.

Avaluació única

L'alumnat que s'hagi acollit a la modalitat d'avaluació única haurà de realitzar una prova final que consistirà en un examen dels continguts de l'assignatura.

Aquesta prova es durà a terme el mateix dia, hora i lloc previstos per a l'examen de l'avaluació continuada. Un cop finalitzat l'examen, l'estudiant haurà de lliurar els treballs i activitats obligatoris establerts per a l'avaluació continuada.

La qualificació final s'obtindrà mitjançant la mitjana ponderada dels elements següents:

- Examen final: 40%.
- Treballs i lliuraments: 60%.

En cas que la qualificació final sigui inferior a 5, l'estudiant podrà presentar-se a la prova de recuperació que es realitzarà en la data fixada per la coordinació de la titulació. La part corresponent als treballs i lliuraments no serà recuperable.

Bibliografia

1. Manfredo P. do Carmo, *Riemannian Geometry*. Birkhäuser, 1992.
2. Manfredo P. do Carmo, *Geometría diferencial de curvas y superficies*. Alianza Universidad, 1990.
3. S. Gallot, D. Hulin i J. Lafontaine, *Riemannian Geometry*. Springer-Verlag, 1990.
4. Joan Girbau, *Geometria diferencial i relativitat*. Manuals de la UAB, Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1993.
5. John M. Lee, *Riemannian Manifolds: An Introduction to Curvature*. Springer-Verlag, 1997.
6. M. Spivak, *A Comprehensive Introduction to Differential Geometry*. Publish or Perish, 1979.
7. J. Cheeger i D. Ebin, *Comparison Theorems in Riemannian Geometry*. North-Holland, 1975.

Programari

Per superar l'assignatura no serà obligatori l'ús ni l'aprenentatge de cap programari específic. Tots els continguts i activitats avaluable podran seguir-se i completar-se mitjançant les eines matemàtiques desenvolupades al curs.

Tanmateix, es recomana l'ús del paquet SageManifolds (<<https://sagemanifolds.obspm.fr>>) integrat en l'entorn de càlcul matemàtic SageMath (<<https://www.sagemath.org>>), ja que constitueix una eina útil per a l'experimentació, la visualització i la realització de càlculs en geometria diferencial i riemanniana. El seu ús tindrà caràcter exclusivament voluntari i complementari.

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre.
A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través d'aquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Tipus de docència	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(TE) Teoria	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt
(SEM) Seminaris	1	Català	segon quadrimestre	tarda