



Asignatura: Differential Geometry
Código: 30070
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Mathematics and applications Master
Nivel: Máster M2
Tipo: Elective
Nº de créditos: 8

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Geometría diferencial / Differential Geometry

1.1. Código / Course number

30070

1.2. Materia / Content area

Geometría diferencial / Differential Geometry

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

1.4. Nivel / Course level

Máster M2 / Master M2

1.5. Curso / Year

2014/2015

1.6. Semestre / Semester

1º / 1st (Fall semester)

1.7. Idioma / Language

Español e inglés. (El curso se podrá impartir en inglés siempre y cuando, al menos, un alumno internacional matriculado en la asignatura lo solicite). / Spanish and English. (The course can be taught in English if at least one officially registered international student requests so).

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Los estudiantes deberían haber cursado el curso Geometría III del grado en Matemáticas de la UAM u otro de contenido similar. El curso Geometría IV del grado en Matemáticas de la UAM es recomendable, pero no es estrictamente necesario.

Students should have taken the UAM graduate course Geometry III, or one of similar content. The UAM graduate course Geometry IV is advisable but not strictly needed.



Asignatura: Differential Geometry
Código: 30070
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Mathematics and applications Master
Nivel: Máster M2
Tipo: Elective
Nº de créditos: 8

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es muy recomendable / **It is strongly recommended that students attend class regularly.**

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Profesor / **Professor**: Fernando Chamizo Lorente
Department of Mathematics
Facultad de Ciencias
Oficina / **Office** - Módulo 307 - 17
Teléfono / **Telephone**: +34 91 497 7640
Email: fernando.chamizo@uam.es
Página web / **Homepage**: <http://www.uam.es/fernando.chamizo/>
Horas de tutorías / **Office hours**: By arrangement.

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

Al final del curso, el estudiante debería:

- comprender los objetos básicos y las técnicas de geometría diferencial.
- sentirse cómodo con conceptos como fibrado tangente, formas diferenciales, variedad Riemanniana, geodésicas...
- entender el significado de estos conceptos en ejemplos concretos como esferas, toros, variedades producto y cocientes, espacios proyectivos reales y complejos, etcétera.

At the end of the course, the student should:

- **have mastered the basic objects and techniques of differential geometry.**
- **feel comfortable with concepts such as tangent bundle, differential forms, Riemannian manifolds, geodesics, etc.**
- **manage to understand the meaning of these concepts in concrete examples such as spheres, tori, product and quotient manifolds, complex and real projective spaces, etc.**



Asignatura: Differential Geometry
Código: 30070
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Mathematics and applications Master
Nivel: Máster M2
Tipo: Elective
Nº de créditos: 8

1.12. Contenidos del programa / Course contents

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

- Resumen de geometría diferencial elemental.
- Vectores y tensores.
- Campos de vectores y sus flujos.
- Corchete de Lie y el teorema de Frobenius.

CAPÍTULO II: TOPOLOGÍA DIFERENCIAL

- Integración en variedades. Formas diferenciales.
- El teorema de Stokes en variedades.
- Cohomología de De Rham.

CAPÍTULO III: GEOMETRÍA RIEMANNIANA.

- Mecánica, métricas y geodésicas.
- Conexión de Levi-Civita y cálculo tensorial.
- Curvatura en variedades.
- Introducción a la relatividad general.

CHAPTER I: INTRODUCTION .

- Summary of basic differential geometry.
- Vectors and tensors.
- Vector fields and flows.
- Lie bracket and Frobenius' theorem.

CHAPTER II: DIFFERENTIAL TOPOLOGY

- Integration on manifolds. Differential forms.
- Stokes theorem on manifolds.
- De Rham cohomology.

CHAPTER III: RIEMANNIAN GEOMETRY.

- Mechanics, metrics and geodesics.
- The Levi-Civita connection and tensor analysis.
- Curvature on manifolds.
- Introduction to general relativity.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Berger, Marcel. *A panoramic view of Riemannian geometry*. Springer. 2003.



Asignatura: Differential Geometry
Código: 30070
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Mathematics and applications Master
Nivel: Máster M2
Tipo: Elective
Nº de créditos: 8

Boothby, William Munger. *An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry*. Academic Press. 1975.

Do Carmo, Manfredo Perdigão. *Riemannian geometry*. Birkhäuser. 1992.

Chamizo, Fernando. 2012. «Geometría Diferencial (un teatro de variedades para estudiantes de máster)». Available at <http://www.uam.es/fernando.chamizo/libreria/libreria.html>.

Gallot, S, Hulin D, Lafontaine J. *Riemannian Geometry*. Springer Universitext. 1990.

Holm, Darryl D. *Geometric mechanics*. Imperial College Press, 2008.

Lee, Jhon M. *Introduction to Smooth Manifolds*. Springer GTM. Vol.218. 2003.

Poor, W.: *Differential geometric structures*. McGraw-Hill, 1981.

Spivak, Michael. *Comprehensive introduction to differential geometry*. Publish or Perish, inc. 1979.

Walschap, Gerard. *Metric structures in differential geometry*. Springer. GTM. Vol. 224. 2004.

Warner, Frank W. *Foundations of differentiable manifolds and Lie groups*. Springer. GTM. Vol. 94. 1983

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Clases en grupo (dos veces por semana)

Conjuntos de problemas, a entregar en una fecha de entrega predeterminada.

Presentación por los estudiantes.

Group lectures (twice a week)

Problem set assignments: Regularly given, with a predetermined deadline for their completion.

Expositions by the students.



Asignatura: Differential Geometry
Código: 30070
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Mathematics and applications Master
Nivel: Máster M2
Tipo: Elective
Nº de créditos: 8

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Contact hours	Class lectures	40 h (20%)	70 h (35%)
	Problem sessions		
	Programmed office hours	8 h (9%)	
	Seminars and essays	10 h (5%)	
	Final exam	2h (1%)	
Non contact hours	Problems preparation	78h (39%)	130h (65%)
	Weekl study	46h (23%)	
	Exam preparation	6h (3%)	
Total workload: 25 horas x 8 ECTS		200h	

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

- 1) Ejercicios para entregar: 50%.
- 2) Examen final o actividades complementarias: 30%.
- 3) Ejercicios en-clase, participación: 20%

Las actividades extra pueden incluir seminarios impartidos por los estudiantes, escribir ensayos, ejercicios de mayor dificultad, etcetera. Estas actividades podrían sustituir al examen final.

- 1) Home assignments: 50%.
- 2) Final exam or extra activities: 30%.
- 3) In-class exercises, participation: 20%



Asignatura: Differential Geometry
Código: 30070
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Mathematics and applications Master
Nivel: Máster M2
Tipo: Elective
Nº de créditos: 8

The extra activities can encompass student seminars, essays, higher difficulty exercises, etc. They can substitute to the final exam.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA / [Make up exam](#):
Examen ante tribunal de Máster/ [Examination by a committee](#).

5. Cronograma* / [Course calendar](#)

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Summary of basic differential geometry	4.5	5
2	Vectors and tensor	4.5	9
3	Vector fields and flows	4.5	9
4	Lie bracket and Frobenius' theorem	4.5	9
5-6	Integration on manifolds. Differential forms	9	18
7	Stokes theorem	4.5	9
8	De Rham cohomology	4.5	9
9	Mechanics, metrics and geodesics	4.5	9
10-11	The Levi-Civita connection and tensor analysis	9	18
12	Curvature on manifolds	4.5	9
13	Introduction to general relativity	4.5	9
14-16	Examination period	11.5	17

*Please note that this schedule is only tentative