



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL
CAMPUS OF
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF
LEARNING ACTIVITIES
PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del
Espacio

ANX-PR/CL/001-01

LEARNING GUIDE

SUBJECT

143003021 - Hypersonic Aerodynamics

DEGREE PROGRAMME

14IB - Master Universitario En Ingeniería Aeronautica

ACADEMIC YEAR & SEMESTER

2025/26 - Semester 1

Index

Learning guide

1. Description.....	1
2. Faculty.....	1
3. Prior knowledge recommended to take the subject.....	2
4. Skills and learning outcomes	2
5. Brief description of the subject and syllabus.....	4
6. Schedule.....	6
7. Activities and assessment criteria.....	8
8. Teaching resources.....	9
9. Other information.....	10

1. Description

1.1. Subject details

Name of the subject	143003021 - Hypersonic Aerodynamics
No of credits	4.5 ECTS
Type	Optional/elective
Academic year of the programme	Second year
Semester of tuition	Semester 3
Tuition period	September-January
Tuition languages	English
Degree programme	14IB - Master Universitario en Ingeniería Aeronautica
Centre	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Academic year	2025-26

2. Faculty

2.1. Faculty members with subject teaching role

Name and surname	Office/Room	Email	Tutoring hours *
Ruben Moreno Ramos	B-219	ruben.moreno@upm.es	Sin horario.
Pablo Garcia-Fogeda Nuñez	C-112	pablo.garciafogeda@upm.es	Sin horario.
Jose Manuel Perales Perales (Subject coordinator)	A-328	jose.m.perales@upm.es	Sin horario.

* The tutoring schedule is indicative and subject to possible changes. Please check tutoring times with the faculty member in charge.

3. Prior knowledge recommended to take the subject

3.1. Recommended (passed) subjects

- Aerodinámica Avanzada
- Mecánica De Fluidos Avanzada

3.2. Other recommended learning outcomes

- Mathematics: Partial Differential Equations

4. Skills and learning outcomes *

4.1. Skills to be learned

CE-VA-1 - Aptitud para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales.

CE-VA-2 - Conocimiento adecuado de Mecánica de Fluidos Avanzada, con especial incidencia en la Mecánica de Fluidos Computacional y en los fenómenos de Turbulencia.

CE-VA-3 - Comprensión y dominio de las leyes de la Aerodinámica Externa en los distintos regímenes de vuelo, y aplicación de las mismas a la Aerodinámica Numérica y Experimental.

CG1 - Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.

CG10 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.

CG11 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CG12 - Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CG13 - Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG14 - Comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG15 - Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG16 - Capacidad de integrar el respeto al medio ambiente como actitud general en la gestión y el desempeño de sus actividades.

CG3 - Capacidad para la dirección general y la dirección técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos aeronáuticos y espaciales.

CT1 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios, así como cualquier información y documentación en lengua inglesa.

CT2 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

4.2. Learning outcomes

RA152 - Knowledge, understanding, application and analysis of hypersonic aerodynamics

* The Learning Guides should reflect the Skills and Learning Outcomes in the same way as indicated in the Degree Verification Memory. For this reason, they have not been translated into English and appear in Spanish.

5. Brief description of the subject and syllabus

5.1. Brief description of the subject

The different phenomena of hypersonic flows and re-entry of spacecrafts are analyzed. Emphasis is done in mechanical, thermal and chemical aspects.

5.2. Syllabus

1. Introduction
 - 1.1. Introduction to hypersonic aerodynamics
 - 1.2. Re-entry flight mechanics
 - 1.3. Qualitative description of hypersonic flows
2. Inviscid hypersonic flows
 - 2.1. Shock waves. Prandtl-Mayer expansion
 - 2.2. Local inclination methods
 - 2.3. Approximate methods
 - 2.4. Euler equations based methods
3. Viscous hypersonic flows
 - 3.1. Hypersonic boundary layer
 - 3.2. Thermal boundary layer
 - 3.3. Viscous hypersonic flows solution methods
4. High temperature gas phenomena
 - 4.1. Molecular vibrational effects
 - 4.2. Chemical reaction effects

4.3. Frozen and equilibrium flows

4.4. General solution

6. Schedule

6.1. Subject schedule*

Week	Type 1 activities	Type 2 activities	Distant / On-line	Assessment activities
1	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
2	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
3	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
4	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
5	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
6	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
7	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
8	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
9	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
10	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
11	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
12	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
13	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
14	Lectures Duration: 03:00 Lecture			

15	Lectures Duration: 03:00 Lecture			
16				Presentation of project done in groups of four. Group presentation Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 01:00
17				

Depending on the programme study plan, total values will be calculated according to the ECTS credit unit as 26/27 hours of student face-to-face contact and independent study time.

7. Activities and assessment criteria

7.1. Assessment activities

7.1.1. Assessment

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
16	Presentation of project done in groups of four.	Group presentation	Face-to-face	01:00	100%	5 / 10	CG16 CG11 CG14 CG15 CT1 CT5 CE-VA-3 CG1 CG13 CT3 CE-VA-1 CE-VA-2 CT4 CG3 CG10 CG12 CT2

7.1.2. Global examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
16	Presentation of project done in groups of four.	Group presentation	Face-to-face	01:00	100%	5 / 10	CG16 CG11 CG14 CG15 CT1 CT5 CE-VA-3 CG1 CG13 CT3 CE-VA-1 CE-VA-2 CT4 CG3 CG10 CG12 CT2

7.1.3. Referred (re-sit) examination

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Assessment criteria

Evaluation is based in a projects consisting in the application of the different models to the analysis of the aerodynamics of a given spacecraft.

The project is done in groups of four and the presentation done by one of the group members.

A final exam is also possible for those that not follow the project evaluation.

8. Teaching resources

8.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
Moodle website (notes & presentations)	Web resource	Moodle website
ANDERSON, J.D., 2006. Hypersonic and high-temperature gas dynamics. 2nd ed. Reston, Va.: American Institute of Aeronautics and Astronautics. ISBN 1-60086-067-2.	Bibliography	

9. Other information

9.1. Other information about the subject