



POLITÉCNICA

INTERNATIONAL
CAMPUS OF
EXCELLENCE

COORDINATION PROCESS OF
LEARNING ACTIVITIES
PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

LEARNING GUIDE

SUBJECT

53001593 - Advanced Numerical Methods

DEGREE PROGRAMME

05BF - Master Universitario En Ciencia Y Tecnologia Nuclear

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.....	3
6. Schedule.....	5
7. Activities and assessment criteria.....	7
8. Teaching resources.....	11
9. Other information.....	11

1. Description

1.1. Subject details

Name of the subject	53001593 - Advanced Numerical Methods
No of credits	3 ECTS
Type	Compulsory
Academic year of the programme	First year
Semester of tuition	Semester 1
Tuition period	September-January
Tuition languages	English
Degree programme	05BF - Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear
Centre	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
Academic year	2025-26

2. Faculty

2.1. Faculty members with subject teaching role

Name and surname	Office/Room	Email	Tutoring hours *
Pedro Velarde Mayol (Subject coordinator)	IFN	pedro.velarde@upm.es	Tu - 10:00 - 11:00
Eduardo Oliva Gonzalo	IFN	eduardo.oliva@upm.es	Th - 08:00 - 08:15
Manuel Cotelo Ferreiro	IFN-GV	manuel.cotelo@upm.es	Tu - 10:00 - 11:00

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

2.3. External faculty

Name and surname	Email	Institution
Jorge Kohanoff	j.kohanoff@upm.es	IFN_GV

3. Prior knowledge recommended to take the subject

3.1. Recommended (passed) subjects

The subject - recommended (passed), are not defined.

3.2. Other recommended learning outcomes

- Métodos Numéricos para ODEs
- Mecánica de Fluidos
- Mecánica Cuántica
- Python: Numpy, matplotlib, scipy

4. Skills and learning outcomes *

4.1. Skills to be learned

CB07 - Que los estudiantes sepan 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

CE01 - Entiende a fondo las leyes básicas y avanzadas de la física atómica y nuclear y las ciencias de la ingeniería pertinentes aplicables a la tecnología de las plantas de energía nuclear de fisión y/o fusión

CE02 - Es capaz de realizar análisis matemático avanzado y simulación numérica de los diferentes procesos y sistemas de la física y de la ingeniería de los reactores de energía nuclear de fisión y/o fusión

CG02 - Realizar investigación, desarrollo e innovación en procesos y métodos aplicables a los sistemas de fisión o fusión nuclear

CG03 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares

CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería

CT04 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

4.2. Learning outcomes

RA32 - Conocimiento de los diferentes procesos físicos involucrados en fenómenos de alta densidad de energía.

RA33 - Conocimiento tanto de los métodos numéricos como del software utilizado para modelizar sistemas de alta densidad de energía

RA34 - Estudio de sistemas de alta densidad de energía con aplicaciones ingenieriles (Fusión Nuclear por Confinamiento Inercial, interacción de láseres intensos con plasmas, haces intensos de rayos X) con códigos actuales e interpretación de los resultados de dichos códigos.

* 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

Se presentan métodos numéricos, y el correspondiente software que implementan estos métodos, para el estudio de materia con altas densidades de energía (HEDP) e intermedias (WDM). La primera parte de la asignatura trata de diferentes leyes de conservación: las ecuaciones de fluidodinámica y las ecuaciones de Maxwell. Finalmente se explican los fundamentos básicos de la teoría del funcional de densidad, con especial énfasis en paquetes de software que se utilizan actualmente para distintas aplicaciones desde el estudio de catalizadores, fármacos, optimización de reacciones químicas y propiedades de plasmas característicos de WDM.

5.2. Syllabus

1. Métodos Numéricos para Leyes de Conservación
 - 1.1. Método de Godunov en 1D
 - 1.2. Método de Godunov en 2D y 3D
 - 1.3. Otros métodos conservativos
2. Ecuaciones de Maxwell
 - 2.1. Métodos en diferencias Finitas (FDTD)
 - 2.2. Método de Godunov
3. Teoría del Funcional de Densidad (DFT)
 - 3.1. Sistemas de muchas partículas
 - 3.2. Software de DFT
 - 3.3. Otras técnicas para estudiar sistemas de muchas partículas

6. Schedule

6.1. Subject schedule*

Week	Type 1 activities	Type 2 activities	Distant / On-line	Assessment activities
1	Leyes de conservación Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
2	Leyes de conservación Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
3	Leyes de conservación Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
4	Leyes de conservación Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
5	Métodos Numéricos para Fluidodinámica Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
6	Métodos Numéricos para Fluidodinámica Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
7	Métodos Numéricos para Fluidodinámica Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15

8	Métodos Numéricos para Fluidodinámica Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:15
9	Métodos Numéricos para Fluidodinámica Duration: 02:00 Lecture			Entrega de software Individual work Progressive assessment Not Presential Duration: 00:00
10	Métodos Numéricos para Fluidodinámica Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:20
11	Métodos Numéricos para Ecuaciones de Maxwell Duration: 02:00 Lecture			
12	Métodos Numéricos para Ecuaciones de Maxwell Duration: 02:00 Lecture			Test conocimientos previos Online test Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:20 Trabajo final Group work Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 00:00
13	Introducción a la Teoría de Funcional de la Densidad Duration: 02:00 Lecture			
14	Introducción a la Teoría de Funcional de la Densidad Duration: 02:00 Lecture			
15				Presentación trabajo Individual presentation Progressive assessment and Global Examination Presential Duration: 01:00
16				
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
1	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
2	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
3	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
4	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
5	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
6	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
7	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
8	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02

9	Entrega de software	Individual work	No Presential	00:00	10%	5 / 10	CG02 CG03 CT01 CT11 CE02 CB07 CE01 CT04
10	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:20	1%	5 / 10	CG03 CT01 CT11 CB07
12	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:20	1%	5 / 10	CG03 CT01 CT11 CB07
12	Trabajo final	Group work	Face-to-face	00:00	60%	5 / 10	CG02 CG03 CT01 CT11 CB07 CE01 CT04
15	Presentación trabajo	Individual presentation	Face-to-face	01:00	35%	5 / 10	CG02 CG03 CT01 CT11 CE02 CB07 CE01 CT04

7.1.2. Global examination

Week	Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
1	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
2	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
3	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02

4	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
5	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
6	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
7	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
8	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:15	10%	/ 10	CB07 CT01 CE01 CE02
10	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:20	1%	5 / 10	CG03 CT01 CT11 CB07
12	Test conocimientos previos	Online test	Face-to-face	00:20	1%	5 / 10	CG03 CT01 CT11 CB07
12	Trabajo final	Group work	Face-to-face	00:00	60%	5 / 10	CG02 CG03 CT01 CT11 CB07 CE01 CT04
15	Presentación trabajo	Individual presentation	Face-to-face	01:00	35%	5 / 10	CG02 CG03 CT01 CT11 CE02 CB07 CE01 CT04

7.1.3. Referred (re-sit) examination

Description	Modality	Type	Duration	Weight	Minimum grade	Evaluated skills
Examen extraordinario	Written test	Face-to-face	02:00	100%	5 / 10	CG02 CG03 CT01 CT11 CE02 CB07 CE01

7.2. Assessment criteria

Se evalúa la capacidad de trasladar conocimientos teóricos de métodos numéricos en programas de cálculo.

Se evalúa la capacidad de desarrollar software estructurado en grupo.

Se evalúa la bondad de los métodos numéricos utilizados.

Se evalúa la capacidad crítica de los resultados obtenidos con programas de cálculo externos.

Se evalúa la capacidad de aplicar paquetes de software externos a problemas de ingeniería o de física.

8. Teaching resources

8.1. Teaching resources for the subject

Name	Type	Notes
Software de CFD	Others	Programas de cálculo de CFD
Software de ecuaciones de Maxwell	Others	Software de ecuaciones de Maxwell
Software de DFT	Others	Software de DFT
Edición LaTeX	Web resource	Edición online colaborativa con LaTeX

9. Other information

9.1. Other information about the subject

La asignatura se relaciona con el ODS7, ODS9 y ODS13