

## **6. MÁSTER ERASMUS MUNDUS EN NUCLEAR FUSION SCIENCE AND ENGINEERING PHYSICS**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

Se trata de un Máster Europeo entre las siguientes universidades:

- Universidad Complutense de Madrid.
- Universidad Carlos III de Madrid.
- Université Henri-Poincaré, Nancy 1, Francia.
- Universität Stuttgart, Stuttgart, Alemania.
- KTH - Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo, Suecia.
- Universiteit Gent, Bélgica
- Universidad Politécnica de Madrid (incorporación prevista en 2007)

Una información detallada del Máster puede encontrarse en:

<http://www.em-master-fusion.org/>

#### **6.1.1. Objetivos del Máster**

El objetivo formativo específico del máster es adquirir una sólida formación multinacional científica y tecnológica de alto nivel en plasmas y fusión nuclear y sus aplicaciones. Este máster está muy ligado al Programa Europeo de Fusión Nuclear y a sus grandes instalaciones, como el *Stellarator TJ-II* del CIEMAT y sobre todo el gran reactor de fusión nuclear ITER que se va a construir en Europa.

La orientación del máster es profesional, académica e investigadora.

Competencias generales que se adquieren: la formación en ciencia de la fusión nuclear mediante experimentos y modelos matemáticos permite reducir los fenómenos físicos a sus aspectos esenciales y descubrir las leyes físicas aplicables. La formación en ingeniería física cualifica para I+D interdisciplinar que requiera conocimientos profundos de física. Estas competencias en investigación forman parte de los requisitos para el establecimiento de la UE como el mejor centro de excelencia del mundo.

#### **6.1.2. Perfil de Ingreso y Requisitos de Formación Previa**

Se necesitan conocimientos generales de física, matemáticas y computación, así como conocimientos de idiomas. La formación previa más adecuada es un grado en física o ingeniería. También es asequible para matemáticos y químicos con algunos complementos formativos. Un nivel suficiente de inglés es imprescindible.

#### **6.1.3. Breve Descripción de los Contenidos**

El núcleo formativo básico está constituido por la física de plasmas, átomos, moléculas, dinámica de fluidos, electrodinámica clásica, física computacional y técnicas experimentales. El estudiante puede especializarse en una de las siguientes áreas o *tracks*:

T1 (*Track 1*): Física del Plasma (orientada a fusión)

T2 (*Track 2*): Métodos Computacionales en Física

T3 (*Track 3*): Instrumentación y Radiación

#### 6.1.4. Calendario Académico

<b>Clases Primer Semestre (1º y 2º año):</b>	del 28 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010
<b>Clases Segundo Semestre (1º año):</b>	del 22 de febrero de 2009 al 18 de junio de 2010

## 6.2. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

### 6.2.1. Estructura General

El estudiante deberá cursar 120 créditos ECTS. El máster se divide en cuatro semestres (120 créditos ECTS en total, 60 cada año). Los dos primeros semestres serán cursados en una institución elegida por el estudiante, mientras que los semestres tercero y cuarto se cursarán en otras dos instituciones también elegidas por el estudiante. De este modo, la formación del estudiante tendrá lugar obligatoriamente en tres instituciones diferentes. El estudiante tras una formación básica en los dos primeros semestres se podrá especializar en una de las tres siguientes áreas:

T1 (*Track 1*): Física del plasma (orientada a fusión)

T2 (*Track 2*): Métodos computacionales en física

T3 (*Track 3*): Instrumentación y radiación

Durante el primer año, el primer semestre del máster consiste en 5 asignaturas obligatorias, mientras que en el segundo semestre el estudiante tiene que cursar tres asignaturas obligatorias y dos optativas a elegir entre una oferta de 3 asignaturas. En el primer semestre del segundo año, el alumno debe decidirse por un área de especialización (*Track*) de las tres anteriores y cursar cuatro asignaturas entre las ofertadas dentro de dicha área, más una asignatura de Lenguaje y Cultura (español o inglés técnico). Durante el último semestre, el alumno desarrollará una tesis de máster de 30 ECTS en alguna de las áreas de especialización entre las ofertadas por los profesores del consorcio.

### 6.2.2. Relación de Asignaturas

El Máster Erasmus Mundus ofrece un total de 27 asignaturas (11 de primer año y 16 de segundo año). Con la excepción de la tesis de máster, todas las asignaturas son de 6 créditos ECTS. La distribución de horas teóricas, prácticas y de trabajo personal se especifican en la Tabla siguiente. Para dicha distribución se ha supuesto que 1 crédito ECTS corresponde a 25 horas de trabajo del alumno. Para las asignaturas optativas de segundo año se indica el *Track* al que están asociadas.

Código	Asignatura	Track	Año	Cuatr	ECTS	Horas de aprendizaje		
						Teoría	Práctica	Trabajo personal
<b>PRIMER AÑO. PRIMER SEMESTRE</b>								
601190	Física del Plasma		1	1	6	30	15	105
601191	Introducción a la Física Atómica y Molecular		1	1	6	35	20	95
601192	Dinámica de Fluidos		1	1	6	30	15	105
601193	Electrodinámica Clásica		1	1	6	30	15	105
601194	Lenguaje y cultura (español o inglés técnico)		1	1	6	30	15	105
<b>PRIMER AÑO. SEGUNDO SEMESTRE</b>								
<b>Asignaturas obligatorias</b>								
601195	Física Computacional		1	2	6	30	15	105

601196	Técnicas Experimentales en Plasmas, Física Nuclear y Materiales		1	2	6	35	15	80
601197	Proyecto de Laboratorio: Técnicas Experimentales en Plasmas, Física Nuclear y Materiales		1	2	6	10	60	80
<b>Asignaturas optativas</b>								
601198	Física de Materiales		1	2	6	30	15	105
601199	Física Estadística		1	2	6	30	15	105
601200	Física Atómica y Molecular Avanzada		1	2	6	30	15	105
<b>SEGUNDO AÑO. PRIMER SEMESTRE</b>								
601201	Fusión por confinamiento inercial	T1	2	1	6	30	15	105
601202	Plasmas en el espacio y astrofísica	T1	2	1	6	20	20	110
601203	Física de reactores de fusión (*)	T1	2	1	6	30	15	105
601204	Magnetohidrodinámica (*)	T1-2	2	1	6	30	15	105
601205	Modelos para la descripción del plasma en fusión nuclear (*)	T1-2	2	1	6	30	15	105
601206	Diagnósticos de plasmas y tecnología de materiales (*)	T1-3	2	1	6	30	15	105
601207	Física de plasmas computacional	T2	2	1	6	30	15	105
601208	Mecánica de fluidos y ecuaciones en derivadas parciales	T2	2	1	6	30	15	105
601209	Técnicas computacionales en estructura, dinámica y espectroscopia atómica y molecular	T2	2	1	6	30	15	105
601210	Física nuclear y fusión	T3	2	1	6	30	15	105
601211	Interacción plasma-pared en plasmas de fusión (*)	T3	2	1	6	30	15	105
601212	Tecnología de plasmas aplicada a la industria	T3	2	1	6	30	10	110
601213	Ingeniería de dispositivos de fusión: diseño, seguridad y tecnología de reposición de combustible	T3	2	1	6	50	10	90
601214	Ingeniería de dispositivos de fusión: robótica (*)	T3	2	1	6	30	15	105
601215	Materiales para reactores de fusión	T3	2	1	6	30	15	105
<b>SEGUNDO AÑO. SEGUNDO SEMESTRE</b>								
601216	Tesis de Máster		2	2	30	5	5	550

En el segundo año, sólo las asignaturas indicadas con (\*) se impartirán en las universidades de Madrid durante el curso 2009-10

## **6.3. CRITERIOS DE ADMISIÓN**

### **6.3.1. Criterios de Admisión y Selección de Estudiantes**

El máster es el resultado de la cooperación entre varias instituciones europeas entre cuyos principales objetivos se encuentra el de fomentar la movilidad y la formación coordinada de los estudiantes en el campo de la fusión nuclear. El alumno debe de estar en posesión de un título de graduado (al menos 3 años) que incluya una formación básica en física (estudios de física, ingeniería, etc.). El estudiante debe poseer conocimientos suficientes en física clásica y moderna junto con habilidades matemáticas y computacionales mínimas. Los criterios de selección incluirán la adecuación de la titulación, el expediente académico, el currículum vitae en sus aspectos relacionados con el programa, y el conocimiento de idiomas. Un nivel mínimo de inglés (el lenguaje básico del máster) deberá ser demostrado por el estudiante (como, por ejemplo, mediante un test TOEFL). El número total de participantes estará restringido a 60 entre todas las instituciones incluidas en el máster.

Ver más detalles en:

<http://www.em-master-fusion.org/>

## 6.4. ORDENACIÓN ACADÉMICA DEL MÁSTER

### 6.4.1. Horarios de Clase y Profesorado

#### 6.4.1.1. Primer Año

#### PRIMER CUATRIMESTRE

#### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:

Código	Asignatura	Créd.	Horario	Aula	Profesor	Dpto.
601190	Física del Plasma	6	M 17:30 - 19:00 J 17:30 - 19:00	UC3M	L. García Gonzalo, C. Hidalgo, F. Castejón	UC3M CIEMAT CIEMAT
601191	Introducción a la Física Atómica y Molecular	6	L 16:30 - 18:30 X 17:30 - 18:30	6B	L. Errea, L. Méndez, A. Riera	UAM
601192	Dinámica de Fluidos	6	L 15:30 - 16:30 X 15:30 - 17:30	6B	P. Velarde, L. Pérez Rojas, L. González	UPM
601193	Electrodinámica Clásica	6	M 16:00 - 17:30 J 16:00 - 17:30	UC3M	J.R. Martín Solís, L.R. Sánchez Fernández	UC3M
601194	Lenguaje y cultura (español)	6	L 12:30 - 14:00 X 12:30 - 14:00	10	C. Cazorla	Fac. Filología
	Lenguaje y cultura (inglés técnico)	6	(por determinar)		J. Marín	Fac. Filología

**SEGUNDO CUATRIMESTRE****ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créd.</b>	<b>Horario</b>	<b>Aula</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
601195	Física Computacional	6	L 15:30 - 17:30 X 15:30 - 16:30	6B	P. Velarde, R. Bermejo/ J.M. Udías Moinelo	UPM UPM FAMN (UCM)
601196	Técnicas Experimentales en Plasmas, Física Nuclear y Materiales	6	L 17:30 - 18:30 M 15:30 - 17:30	6B	M. Ochando, T. Estrada, M.J. García Borje, T. Leguey	CIEMAT CIEMAT CSIC  UC3M
601197	Proyecto de Laboratorio: Técnicas Experimentales en Plasmas, Física Nuclear y Materiales	6	J 15:30 - 18:30	Lab	K. McCarthy, O. Tengblad, T. Leguey, M. Auger L. Conde	CIEMAT CSIC UC3M UC3M UPM

**ASIGNATURAS OPTATIVAS:**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créd.</b>	<b>Horario</b>	<b>Aula</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
601198	Física de Materiales	6	L 12:30 - 13:30 X 11:30 - 13:30	3	P. Marín Palacios	FM (UCM)
601199	Física Estadística	6	M 17:30 - 18:30 X 16:30 - 18:30	6B	J.M. Rodríguez Parrondo	FAMN (UCM)
601200	Física Atómica y Molecular Avanzada	6	L 13:30 - 14:30 M 13:30 - 14:30 X 13:30 - 14:30	3	F. Blanco	FAMN (UCM)

**6.4.1.2. Segundo Año****PRIMER CUATRIMESTRE****TRACK 1**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créd.</b>	<b>Horario</b>	<b>Aula</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
601206	Diagnósticos de plasmas y tecnología de materiales	6	L 11:30 - 12:30 X 10:30 - 12:30	10	J. Sánchez, R. Vila, A. Moroño	CIEMAT
601204	Magnetohidro-dinámica	6	M 9:00 - 10:30 J 9:30 - 10:30	UC3M	L. García, I. García, J.A. Jiménez	UC3M CIEMAT CIEMAT
601205	Modelos para la descripción del plasma en fusión nuclear	6	M 10:30 - 12:00 J 10:30 - 12:00	UC3M	A. Loarte, R. Sánchez, J.R. Martín Solís, L. García	EFDA UC3M UC3M UC3M
601203	Física de reactores de fusión	6	M 12:15 - 13:45 J 12:15 - 13:45	UC3M	A. Loarte, J.A. Jiménez, V. Tribaldos, R. Sánchez, J.R. Martín Solís	EFDA CIEMAT CIEMAT UC3M UC3M
601194	Lenguaje y cultura (español)	6	L 12:30 - 14:00 X 12:30 - 14:00	10	C. Cazorla	Fac. Filología
	Lenguaje y cultura (inglés técnico)	6	(por determinar)		J. Marín	Fac. Filología

**TRACK 2**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Créd.</b>	<b>Horario</b>	<b>Aula</b>	<b>Profesor</b>	<b>Dpto.</b>
601211	Interacción plasma-pared en plasmas de fusión	6	L 9:30 - 11:30 X 9:30 - 10:30	10 5B	F. Tabarés	CIEMAT
601206	Diagnósticos de plasmas y tecnología de materiales	6	L 11:30 - 12:30 X 10:30 - 12:30	10	J. Sánchez, R. Vila, A. Moroño	CIEMAT
601203	Física de reactores de fusión	6	M 12:15 - 13:45 J 12:15 - 13:45	UC3M	J.A. Jiménez, V. Tribaldos, R. Sánchez, J.R. Martín Solís	CIEMAT CIEMAT UC3M UC3M
601214	Ingeniería de dispositivos de fusión: robótica	6	(por determinar)	UC3M	A. Giménez	UC3M
601194	Lenguaje y cultura (español)	6	L 12:30 - 14:00 X 12:30 - 14:00	10	C. Cazorla	Fac. Filología
	Lenguaje y cultura (inglés técnico)	6	(por determinar)		J. Marín	Fac. Filología

CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

EFDA: European Fusion and Development Agreement

UAM: Universidad Autónoma de Madrid

UC3M: Universidad Carlos III de Madrid

UCM: Universidad Complutense de Madrid

UNED: Universidad Nacional de Educación a Distancia

UPM: Universidad Politécnica de Madrid

### 6.4.2. Cuadros Horarios

#### Primer año. Primer cuatrimestre:

	L	M	X	J	V
8:30 – 9:30					
9:30 – 10:30					
10:30 – 11:30					
11:30 – 12:30					
12:30 – 13:30		Lenguaje y cultura		Lenguaje y cultura	
13:30 – 14:30					
14:30 – 15:30					
15:30 – 16:30	Dinámica de Fluidos				
16:30 – 17:30	Introducción a la Física Atómica y Molecular	Electrodinámica Clásica	Dinámica de Fluidos	Electrodinámica Clásica	
17:30 – 18:30		Física del Plasma	Intr. a la Física Atóm. y Molec.	Física del Plasma	
18:30 – 19:30					
19:30 – 20:30					

#### Primer año. Segundo cuatrimestre:

	L	M	X	J	V
8:30 – 9:30					
9:30 – 10:30					
10:30 – 11:30					
11:30 – 12:30			Física de Materiales		
12:30 – 13:30	Física de Materiales				
13:30 – 14:30	Física Atómica y Molec. Avanzada	Física Atómica y Molec. Avanzada	Física Atómica y Molec. Avanzada		
14:30 – 15:30					
15:30 – 16:30	Física Computacional	Técnicas Exp. en Plasmas, Física Nuclear y Materiales	Física Computacional	Proyecto de Laboratorio	
16:30 – 17:30			Física Estadística		
17:30 – 18:30	Técnicas Experimentales	Física Estadística			
18:30 – 19:30					

**Segundo año. Primer cuatrimestre:**

	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>X</b>	<b>J</b>	<b>V</b>
<b>8:30 – 9:30</b>					
<b>9:30 – 10:30</b>	Interacción plasma-pared	Magnetohidro-dinámica	Interacción plasma-pared	Magnetohidro-dinámica	
<b>10:30 – 11:30</b>		Modelos para la descripción del plasma en fusión nuclear	Diagnósticos de plasmas y tecnología de materiales	Modelos para la descripción del plasma en fusión nuclear	
<b>11:30 – 12:30</b>	Diag. de plasmas y tec. de mat.				
<b>12:30 – 13:30</b>	Lenguaje y cultura	Física de react. de fusión	Lenguaje y cultura	Física de react. de fusión	
<b>13:30 – 14:30</b>					
<b>14:30 – 15:30</b>					
<b>15:30 – 16:30</b>					
<b>16:30 – 17:30</b>					
<b>17:30 – 18:30</b>					
<b>18:30 – 19:30</b>					
<b>19:30 – 20:30</b>					