



## 1. Identificación

### 1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2020/2021
Titulación	MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS FÍSICAS/PHYSICAL SCIENCES
Nombre de la Asignatura	SELECTED TOPICS IN PARTICLE PHYSICS / TEMAS ESCOGIDOS EN FÍSICA DE PARTÍCULAS
Código	6672
Curso	PRIMERO
Carácter	OPTATIVA
N.º Grupos	1
Créditos ECTS	3
Estimación del volumen de trabajo del alumno	75
Organización Temporal/Temporalidad	Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	INGLÉS

### 1.2. Del profesorado: Equipo Docente

Coordinación de la asignatura JOSE ANTONIO OLLER BERBER	Área/Departamento	FÍSICA
	Categoría	CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	oller@um.es www.um.es/oller Tutoría Electrónica: Sí



Grupo de	Teléfono, Horario y	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
Docencia: 1 Coordinación de los grupos:1	Lugar de atención al alumnado	Anual	Martes	10:00- 12:00	868888322, Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica (CIOyN) B1.1.023	
		Anual	Jueves	10:00- 12:00	868888322, Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica (CIOyN) B1.1.023	
		Anual	L	08:00- 20:00		Se requiere hacer petición de tutoría electrónica bien de manera personal o por AV
EMILIO	Área/Departamento	FÍSICA				
TORRENTE LUJAN	Categoría	CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD				
Grupo de Docencia: 1	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	etl@um.es www.um.es/torrente Tutoría Electrónica: Sí				



	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar
		Anual	Viernes	10:00- 13:00	(Sin Extensión), Facultad de Química B1.1A.033
JOSE JUAN FERNANDEZ MELGAREJO Grupo: 1	Categoría	CONTRATO DE ACCESO AL SECTI			
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	melgarejo@um.es Tutoría Electrónica: NO			
	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado				

## 2. Presentación

The subject consists of two blocks. In the first one, emphasis is placed on the so-called flavor physics that encompasses electroweak interactions and related aspects such as the search for new physics. Regarding to this, an introduction to the problem of dark matter, both theoretical and experimentally, is discussed. Another aspect treated is dark energy.

In the second block of the subject, greater emphasis is given to strong, non-perturbative interactions. Thus, general aspects of collision amplitudes based on unitarity and analyticity are studied. Of great importance in this respect is the development of dispersion relations based on these general principles. In the non-perturbative regime, the existence and properties of bound states and resonances must be studied. Non-relativistic scattering theory is developed to some extent. Within the standard model the theory of QCD is non-perturbative at energies below a few GeV. From a quantum field theory point of view, an important paradigm is the one of quantum effective field theories which is also introduced.



### 3. Condiciones de acceso a la asignatura

#### 3.1 Incompatibilidades

No consta

#### 3.2 Recomendaciones

At the mathematical and physical level, a prior knowledge is required which is standard in the training of any graduate in physics. Then, knowledge of algebra, analysis of several variables, differential equations and complex analysis of functions of one complex variable is presupposed. On a physical level, familiarity with Classical Mechanics, Quantum Mechanics and Electromagnetism is especially necessary. From here on the course is basically self-contained.

### 4. Competencias

#### 4.1 Competencias Básicas

No disponible

#### 4.2 Competencias de la titulación

No disponible

#### 4.3 Competencias transversales y de materia

### 5. Contenidos

#### Bloque 1: Electroweak and Higgs Physics

TEMA 1. The Higgs Boson. Theory and Phenomenology.

TEMA 2. Neutrinos. Neutrino oscillations.

TEMA 3. BSM: Beyond Standard Model. SUSY and extra dimensions.

TEMA 4. Dark matter and Dark energy in Particle physics.

#### Bloque 2: S-matrix theory. QCD.

TEMA 1. Analytical properties of Feynman diagrams.



TEMA 2. Analytical continuation of scattering amplitudes through integration contour deformation.

TEMA 3. Singular potentials in non-relativistic scattering.

TEMA 4. Dispersion relations.

TEMA 5. Spectroscopy. Bound, virtual and resonance states.

TEMA 6. Selected topics in QCD.

TEMA 7. Effective Quantum Field Theories.

## 6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Horas en Semipresencialidad	Horas No Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
AF1:Exposición teórica (Clase magistral)	Actividades de clase expositiva: exposición teórica, clase magistral, proyección, dirigida al gran grupo, con independencia de que su contenido sea teórico o práctico. Junto a la exposición de conocimientos, en las clases se plantean cuestiones, se aclaran dudas, se realizan ejemplificaciones, se establecen relaciones con las diferentes actividades prácticas que se realizan y se orienta la búsqueda de información.	17	9	17	19	36.00



Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Horas en Semipresencialidad	Horas No Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
AF2:Resolución de problemas	Actividades de clase práctica de aula: actividades prácticas de ejercicios y resolución de problemas, estudio de casos, aprendizaje orientado a proyectos, exposición y análisis de trabajos, debates, simulaciones, etc. Suponen la realización de tareas por parte de los alumnos, dirigidas y supervisadas por el profesor, con independencia de que en el aula se realicen individualmente o en grupos reducidos.	3	2	3	4	7.00
AF3:Seminarios	Trabajo de los alumnos de profundización en una temática concreta, que puede integrar contenidos teóricos y prácticos, realizado en grupos reducidos y supervisado por el profesor.	2	1	2	3	5.00
AF4:Tutoría	Tutorías en grupo: sesiones programadas de orientación, revisión o apoyo a los alumnos por parte del profesor, realizadas en pequeños grupos, con independencia de que los contenidos sean teóricos o prácticos.	2	1	2	1	3.00



Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Horas en Semipresencialidad	Horas No Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
AF5:Trabajo autónomo del alumno	Utilización del aula virtual y otros recursos online para seguir las horas de docencia virtual a las que no se haya asistido. Además, por supuesto, de búsqueda y estudio de información en monografías, artículos, otros recursos online adicionales y de la redacción de trabajos.	0	24	0	24	24.00
	Total	24		24	51	75

## 7. Horario de la asignatura

## 8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	Informes escritos, trabajos y proyectos: trabajos escritos, portafolios con independencia de que se realicen individual o grupalmente.
Criterios de Valoración	El alumno de forma individual o en grupo podrá profundizar sobre algún tema concreto relacionado con la temática de la asignatura a modo de trabajo voluntario de profundización. Si es necesario el o los alumnos podrían realizar una presentación de su trabajo. Una memoria de dicho trabajo se entregaría al profesor.
Ponderación	10
Métodos / Instrumentos	Presentación pública de trabajos: exposición de los resultados obtenidos y procedimientos necesarios para la realización de un trabajo, así como respuestas razonadas a las posibles cuestiones que se plantee sobre el mismo.
Criterios de Valoración	Una vez concluidas las clases se consensuará con el alumno día y hora para la exposición por su parte de los contenidos de la asignatura, incluyendo un debate con el profesor para que éste pueda así indagar el grado de conocimiento del alumno sobre la asignatura.
Ponderación	50



Métodos / Instrumentos	Procedimientos de observación del trabajo del estudiante: registros de participación, de realización de actividades, cumplimiento de plazos, participación en foros.
Criterios de Valoración	Registros de participación, de realización de actividades, cumplimiento de plazos y participación en foros. Aquí también se contabiliza la realización de los problemas propuestos en clase para su puntuación.
Ponderación	40
Métodos / Instrumentos	Evaluación en semipresencialidad
Criterios de Valoración	La evaluación se llevaría a cabo de la misma manera a la explicada para SE2. Para SE3 la exposición se realizaría online a través de Zoom y se procedería al debate con el alumno para su puntuación. Las actividades prácticas recogidas en SE5 se enviarían al profesor en ficheros de tipo pdf mediante el aula virtual y el resto de sus aspectos quedaría igual respecto al caso presencial.
Métodos / Instrumentos	Evaluación en no presencialidad
Criterios de Valoración	Para SE2 la memoria del trabajo de profundización se enviaría como fichero pdf al profesor a través del aula virtual y, si se requiere una presentación, esta se haría online a través de Zoom. Las actividades de evaluación SE3 se harían igual que el modo semipresencial, es decir, la presentación se realizaría online a través de Zoom y se procedería al debate con el alumno. Para SE5 los ejercicios evaluables realizados por el alumno se enviarán al profesor como ficheros pdf a través del aula virtual. La exposición por parte del alumno explicando la resolución de los ejercicios se llevaría a cabo por medio de Zoon. Por lo demás, se seguiría observando la participación del alumno en las clases, realización de actividades, cumplimiento de plazos y participación en foros.

## Fechas de exámenes

Consulte usted en la página Web de la titulación

## 9. Resultados del Aprendizaje

El dominio de los conceptos más importantes del Modelo Estándar de las partículas y fuerzas elementales.

Introducción a los modelos más allá del











Modelo Standard.



Compresión de las propiedades analíticas de las amplitudes de colisión tanto relativistas como no relativistas, esencia de la teoría de la matriz S. Asimilar la nueva teoría basada en los principios anteriores para resolver la colisión de dos cuerpos para potenciales regulares y singulares en mecánica cuántica no relativista. Familiarizarse con tópicos avanzados en QCD perturbativa y no perturbativa. Aprender las técnicas fundamentales para el desarrollo y aplicación de teorías cuánticas de campos efectivas.

## 10. Bibliografía

### Bibliografía Complementaria

-  The Quantum Theory of Fields, Vols. I and II, S. Weinberg, Cambridge University Press, 1995,1996.
-  The Analytic S-matrix, R.J. Eden, P.V. Landshoff, D.I. Olive, J.C. Polkinghorne, Cambridge University Press, 1966.
-  Elementary Particle Theory, A.D. Martin, T.D. Spearman, North-Holland Publishing Company- Amsterdam, 1970.
-  Aspects of Symmetry: Selected Erice Lectures, S. Coleman, Cambridge University Press, 1988
-  Dynamics of the Standard Model, J.F. Donoghue, E. Golowich, B.R. Holstein, Cambridge University Press, 2nd Edition, 2017
-  Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics, C. Giunti and C.W. Kim, Oxford University Press, 2007
-  Massive neutrinos in physics and astrophysics, R.N. Mohapatra, P.B. Pal, World Sci. Lect. Notes Phys. 72, 2004
-  The Higgs Hunters Guide, J. Gunion, H. Haber, G. Kane, S. Dawson, Addison Wesley, 1990
-  Combined Measurement of the Higgs Boson Mass in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  and 8 TeV with the ATLAS and CMS Experiments, ATLAS and CMS Collaborations (Georges Aad et al.), Phys. Rev. Lett. 114 (2015) 191803
-  Non-perturbative methods and chiral perturbation theory applied to meson-meson and nucleon-nucleon interactions, Tesis Doctoral Miguel Albaladejo Serrano, <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/29537>



## 11. Observaciones y recomendaciones

Any appointment with a student of this subject will be individual.