

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Cuánticas / Quantum Science and Technology por la Universidad Autónoma de Barcelona; la Universidad de Barcelona y la Universidad Politécnica de Catalunya	Nacional		Ver Apartado 1: Anexo 1.

LISTADO DE ESPECIALIDADES

No existen datos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ciencias	Física	

NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA

AGENCIA EVALUADORA

Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya

UNIVERSIDAD SOLICITANTE

Universidad de Barcelona

LISTADO DE UNIVERSIDADES

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
004	Universidad de Barcelona
022	Universidad Autónoma de Barcelona
024	Universidad Politécnica de Catalunya

LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES

No existen datos

1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
60		0
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER
15	21	24

LISTADO DE ESPECIALIDADES

ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS
No existen datos	

1.3. Universidad Politécnica de Catalunya

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
08032865	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación
08071147	Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO)

1.3.2. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMPRESENCIAL	A DISTANCIA



Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
0	0	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	0.0	0.0
RESTO DE AÑOS	0.0	0.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	0.0	0.0
RESTO DE AÑOS	0.0	0.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.ub.edu/acad/noracad/permanencia.pdf		
Lenguas en las que se imparte		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3.2. Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO)

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
0	0	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	0.0	0.0
RESTO DE AÑOS	0.0	0.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	0.0	0.0
RESTO DE AÑOS	0.0	0.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.ub.edu/acad/noracad/permanencia.pdf		
Lenguas en las que se imparte		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS



No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad Autónoma de Barcelona

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
08033195	Facultad de Ciencias

1.3.2. Facultad de Ciencias

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
0	0	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	0.0	0.0
RESTO DE AÑOS	0.0	0.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	0.0	0.0
RESTO DE AÑOS	0.0	0.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.ub.edu/acad/noracad/permanencia.pdf		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de Barcelona

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
08032968	Facultad de Física

1.3.2. Facultad de Física

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA



Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
25	35	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	49.0	60.0
RESTO DE AÑOS	49.0	60.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	20.0	48.0
RESTO DE AÑOS	20.0	48.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.ub.edu/acad/noracad/permanencia.pdf		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	



2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver Apartado 2: Anexo 1.

3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
BÁSICAS
CB6 - 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
CB7 - 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
CB8 - Que los estudiantes sean capaces 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
CB9 - Que los estudiantes sepan 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
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
GENERALES
CG3 - Identificar, plantear o solucionar un problema de manera relevante, interpretando y evaluando con espíritu crítico los resultados obtenidos
CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.
CG4 - Razonamiento crítico y compromiso con la pluralidad y diversidad de realidades de la sociedad
CG2 - Ser capaz de comunicarse, realizar presentaciones, redactar artículos científicos y tecnológicos, en el campo del máster en inglés
3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES
CT1 - Emprendimiento e innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.
CT2 - Trabajo en equipo: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.
3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1 - Analizar y resolver problemas de física cuántica utilizando tanto métodos exactos como aproximados.
CE2 - Utilizar técnicas numéricas y de simulación para analizar y resolver problemas en física cuántica de muchos cuerpos.
CE3 - Identificar el sistema físico idóneo para la implementación de tecnologías cuánticas específicas.
CE4 - Diseñar y testear algoritmos susceptibles de ser utilizados en ordenadores cuánticos.
CE5 - Diseñar y analizar sensores utilizando propiedades cuánticas.
CE6 - Utilizar protocolos cuánticos para codificar y transmitir información de forma segura.
CE7 - Formular modelos teóricos y contrastar sus predicciones con información experimental.
CE8 - Aprender las técnicas más utilizadas en laboratorios de tecnologías cuánticas.
CE9 - Identificar problemas susceptibles de ser simulados o resueltos en ordenadores y simuladores cuánticos.
CE10 - Diseñar ordenadores cuánticos utilizando tecnologías existentes.
CE11 - Diseñar sistemas cuánticos susceptibles de ser utilizados como simuladores cuánticos.
CE12 - Conocer y saber utilizar la teoría de la información cuántica.
CE13 - Conocer y saber utilizar las teorías y modelos de la física de la materia condensada.
CE14 - Conocer y saber aplicar conceptos avanzados de la física cuántica a problemas multidisciplinares.

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver Apartado 4: Anexo 1.



4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

TITULACIONES OFICIALES DE ACCESO

El acceso al máster se regirá por la regulación del artículo 16 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. El proceso de admisión y selección, así como el requerimiento o no de complementos formativos, se regirá por lo establecido en las "Normas reguladoras de los criterios de programación, de los planes de estudios y de la organización de los másteres universitarios de la UB" aprobadas por el Consejo de Gobierno el 2 de octubre de 2012. Para acceder al máster será necesario ser graduado/licenciado en Física, Ingeniería Física o de ámbitos de conocimiento similares (códigos ISCED 441, 520) y equivalentes al grado. Los estudiantes con titulación distinta del grado de Física/Ingeniería Física de 240 ECTS podrán cursar el máster sólo si poseen una sólida formación científica, con un nivel de conocimientos de matemáticas y física similar al de los graduados en Física/Ingeniería Física. Dichos estudiantes deberán cursar los complementos de formación que la Comisión Coordinadora del Máster considere necesarios, hasta un máximo de 30 ECTS, para garantizar el aprovechamiento de los estudios

ÓRGANO DE ADMISIÓN

Cláusula Segunda del convenio Para garantizar la coordinación de la oferta formativa y de asegurar la calidad del máster se crearán los siguientes órganos de gobierno y los mecanismos de coordinación del máster universitario:

1. Coordinador/a general del máster, que será el responsable interno del máster designado por universidad coordinadora.
2. Responsable/a interno/a del máster para cada una de las universidades, que se designa de acuerdo con los mecanismos establecidos por cada universidad.
3. Comisión de coordinación del máster, integrada por el mismo número de representantes de cada universidad, entre los cuales estarán el coordinador/a general y los coordinadores internos de cada universidad. Es el órgano responsable del desarrollo del programa.

(...) Las funciones de los diferentes órganos de gobierno del máster son los siguientes: (...) C. Comisión de coordinación del máster: a) Asume el establecimiento de criterios de admisión y selección de estudiantes, el proceso de selección y la evaluación de aprendizajes previos, o, alternativamente, acuerda la creación de una subcomisión de acceso que asuma estas funciones, de acuerdo con lo que esté establecido en la memoria de verificación del máster. b) Se dispondrá de las candidaturas para la admisión y la selección de estudiantes y responsable de los sistemas de reclamación. c) En el proceso de admisión, analiza las propuestas de los responsables internos de cada universidad y decide el conjunto de alumnado admitido, a través de la subcomisión de acceso, si es el caso. d) Desarrolla un protocolo y un plan para distribuir y publicitar el máster. e) Informa sobre las condiciones del convenio de colaboración. f) (sólo si el máster tiene optatividad) Fija la oferta anual de asignaturas del máster a partir de las propuestas de los responsables internos de cada universidad. g) Es responsable del funcionamiento general del programa y de la asignación de prácticas, así como de estimular y coordinar la movilidad y de analizar los resultados que garantizan la calidad del máster. h) Elabora el plan de usos e infraestructuras y servicios compartidos que potencie el rendimiento del estudiante, de aulas, de espacios docentes, etc.. i) A través del análisis de los puntos débiles y de las potencialidades del máster, plantea propuestas de mejora y establece los mecanismos para hacer un seguimiento de la implantación. j) Establece la periodicidad de sus reuniones y el sistema de toma de decisiones para llegar a los acuerdos correspondientes, y crea las subcomisiones o comisiones específicas que considere oportunas. k) Vela por el correcto desarrollo de las obligaciones, los derechos y los compromisos derivados del contenido del convenio, y resuelve las dudas que puedan plantearse en la interpretación y la ejecución de los acuerdos. l) Decide sobre los aspectos docentes que no estén regulados por las disposiciones legales o por las normativas de las universidades. m) Promueve todas las actividades conjuntas que potencien el carácter interuniversitario del máster. En el caso de títulos impartidos en centros adscritos a la universidad, el delegado de la UB en el centro adscrito verifica la aplicación de los requisitos de acceso y de los procedimientos de selección de los estudiantes (artículo 12.2 de la Normativa para la adscripción y la desadscripción de centros docentes de enseñanza superior a la Universitat de Barcelona).

REQUISITOS DE ADMISIÓN Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Requisitos de admisión: Para acceder al máster será necesario ser graduado/licenciado en Física, Ingeniería Física o equivalentes de otros países. Será requisito obligatorio el poseer un nivel mínimo B2 del marco común europeo de referencia de Inglés, o equivalente. Criterios de selección: Serán valorados como méritos preferentes de los currículos: a) Expediente académico (50%) b) Currículum (20%), destacando premios, experiencia internacional, experiencia investigadora c) Nivel de Inglés superior al nivel mínimo exigido (B2) con certificado oficial (10%) d) Carta de motivación (20%), valorando el encaje dentro del máster.

4.3 APOYO A ESTUDIANTES

La UB, desde cada uno de sus centros, realiza actividades y programas específicos de información y de atención al estudiante matriculado en la universidad, en colaboración con el Servicio de Atención al Estudiante (SAE).

Estas actividades y programas están enmarcados en el plan de acción tutorial de la Universidad de Barcelona (PAT). Se trata de un plan institucional de cada titulación, donde se especifican los objetivos y la organización de la acción tutorial.

Cada Máster elabora su Plan de Acción Tutorial (PAT) en el que tiene que incluir como mínimo:

- a) Análisis del contexto y de las necesidades del máster
- b) Objetivos del PAT.
- c) Actividades o acciones que se desarrollarán, indicando un calendario orientativo y las personas responsables.
- d) Organización del PAT
- e) Seguimiento y evaluación del PAT

Las acciones que incluye el plan de acción tutorial son:

Acciones en la fase inicial de los estudios del máster:

- a) Actividades de presentación del máster.
- b) Colaboración en actividades de acogida para los estudiantes de programas de movilidad matriculados en la UB.
- c) Colaboración con los coordinadores de programas de movilidad.

Acciones durante el desarrollo de los estudios de Master:



- a) Atención personalizada al estudiante para orientarlo, y ayudarlo a incrementar el rendimiento académico, especialmente respecto de su itinerario curricular y de la ampliación de su horizonte formativo, en un marco de confidencialidad y de respeto a su autonomía.
- b) Información de interés para el estudiante: estancias formativas fuera de la UB (programas Erasmus, o equivalentes), becas, prácticas, otras ofertas de master.

Acciones en la fase final de los estudios:

- a) Acciones de formación y de orientación para la inserción profesional y para la continuidad en otros estudios.
- b) Información sobre recursos del SAE relacionados con la inserción laboral y la bolsa de trabajo.
- c) Atención personalizada al estudiante para orientarlo, especialmente respecto a su inserción profesional y a la continuidad de los estudios.

Acciones dirigidas a dar apoyo al alumnado con características o perfiles específicos (estudiantes con discapacidad, con rendimiento de excelencia, deportistas de élite etc...) y acciones dirigidas específicamente a informar y dar apoyo a estudiantes extranjeros.

Otras consideraciones a tener en cuenta y que se incluyen en el documento del plan de acción tutorial hacen referencia a las funciones de los coordinadores del PAT, al alcance de las acciones tutoriales, a las figuras de los tutores para la atención personalizada a los estudiantes, y al seguimiento y evaluación del plan.

INFORMACIÓN ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE AL CENTRO

Las acciones de apoyo y orientación de los estudiantes de la Facultat de Física se organizan conforme a lo establecido en los "Procediments específics de la Facultat de Física per a l'assegurament de la qualitat" (PEQ 5744 050. Orientació a l'estudiant),

<http://www.ub.edu/fisica/org/qualitat/procediment/PEQ%205744%20050.pdf>

4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

Adjuntar Título Propio

Ver Apartado 4: Anexo 2.

Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

NORMAS PARA EL RECONOCIMIENTO Y PARA LA TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS EN LAS ENSEÑANZAS OFICIALES DE MÁSTER UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA (Aprobadas por el Consejo de Gobierno de 7 de febrero de 2012)

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de grado, máster y doctorado impartidas por las universidades españolas en todo el territorio estatal (modificado por el RD 861/2010, de 2 de julio), establece como uno de los objetivos fundamentales de la organización de las enseñanzas el fomento de la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa como en otras partes del mundo y, sobre todo, la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de una misma universidad. Resulta, por tanto, imprescindible disponer de un sistema de reconocimiento, de transferencia y de acumulación de créditos, en el que los créditos cursados previamente sean reconocidos e incorporados al expediente del estudiante.

En este sentido, estas normas pretenden regular el procedimiento y los criterios que se deberán aplicar en la Universidad de Barcelona, respetando la legislación vigente.



1. El reconocimiento de créditos

El reconocimiento de créditos es la aceptación por parte de la Universidad de Barcelona de la formación o experiencia profesional que figura a continuación, y que se computa en el expediente de otras enseñanzas que el estudiante esté cursando al efecto de la obtención de un título oficial.

En ningún caso se reconocerán los créditos correspondientes al trabajo final de máster.

Formación o experiencia profesional objeto de reconocimiento

a) Los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la Universidad de Barcelona o en cualquier otra universidad, computan en las nuevas enseñanzas oficiales, a efectos de obtener un título oficial.

Los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales pueden ser reconocidos por créditos del título de máster, excepto los créditos correspondientes al trabajo final de máster, teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias y los conocimientos adquiridos.

b) Los créditos cursados en enseñanzas superiores conducentes a otros títulos amparados por el artículo 34.1 de la Ley 6 / 2001 de Universidades.

c) La experiencia laboral y profesional, siempre que esté relacionada con las competencias de la titulación que está cursando el estudiante.

El límite de créditos que se podrán reconocer, basándose en otros títulos y en la experiencia profesional apartados b i c), no podrá ser superior, en conjunto, al 15 % de los créditos del plan de estudios que el estudiante está cursando.

Únicamente se podrá reconocer un porcentaje superior al 15 %, hasta la totalidad de créditos del plan de estudios, cuando el título propio haya sido extinguido y sustituido por el título oficial, y así conste en la memoria del título oficial verificada en las condiciones establecidas en los artículos 6.4 y 6.5 del Real Decreto 861/2010.

En cumplimiento del acuerdo del Consejo de Universidades de 6 de julio de 2010 sobre Formación Continua, que también fue aprobado por la Conferencia General de Política Universitaria de 7 de julio de 2010, y teniendo en cuenta el artículo 6.4. del RD 861/2010, de 3 de julio, por el cual se modifica el RD 1393/2007, de 28 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, en el que se contempla la posibilidad de reconocimiento de créditos en másteres oficiales del 15% de la totalidad de los créditos que constituyen el plan de estudios a partir de la experiencia previa y de los estudios cursados en titulaciones no, la Universidad de Barcelona reglamentará al amparo de las nuevas disposiciones ministeriales o indicaciones del Consejo de Universidades un reconocimiento más amplio y flexible de los créditos cursados en titulaciones propias de manera que el alumno pueda continuar estudios a nivel de máster en los programas en los que sea posible según el grado de competencias adquiridas. Se establecerán los acuerdos necesarios entre universidades para este reconocimiento.

2. Criterios para la resolución del reconocimiento

El reconocimiento se llevará a cabo valorando la adecuación de competencias y contenidos de las materias y las asignaturas que ha superado el estudiante en relación con las materias y las asignaturas definidas en el plan de estudios del título de máster al que accede.

En el caso de resolver el reconocimiento por créditos parciales de materias del título de máster, la resolución deberá incluir la relación de asignaturas que deberá cursar el estudiante para completar los créditos que establece la titulación para obtener el título.

Los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad en la Universidad de Barcelona o en cualquier otra universidad española, que no hayan sido objeto de reconocimiento, se transferirán al expediente académico del estudiante, siempre que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.



No se transferirán al nuevo expediente académico del estudiante los créditos obtenidos en enseñanzas universitarias oficiales previas que no han conducido a obtener un título cuando la persona interesada manifieste previamente la voluntad de simultanear las enseñanzas.

3. La transferencia de créditos

La transferencia de créditos consiste en incluir, en todos los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas que ha seguido el estudiante, los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad en la Universidad de Barcelona o en cualquier otra universidad española, siempre que no hayan conducido a obtener un título oficial y que no hayan sido objeto de reconocimiento.

4. Efectos académicos

Todos los créditos que haya obtenido el estudiante en enseñanzas oficiales cursadas en cualquier universidad, los transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del título correspondiente, serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el suplemento europeo al título (SET).

Los créditos reconocidos a partir de asignaturas de estudios oficiales o de estudios propios que se hayan extinguido por la implantación del título oficial se tendrán en cuenta para computar los créditos que debe superar el estudiante para obtener el título oficial. Únicamente los créditos superados en el título oficial y los reconocidos se computarán para calcular la media del expediente académico del estudiante.

Los créditos transferidos no se tendrán en cuenta a efectos de computar créditos que hay que superar para obtener el título oficial ni de calcular la media del expediente académico del estudiante.

5. Reconocimiento y transferencia de créditos en másteres interuniversitarios

En el caso de másteres interuniversitarios en los que se expida un título conjunto, serán de aplicación las normas de la universidad coordinadora.

En los másteres interuniversitarios con presencia de universidades extranjeras, en el que cada universidad expide su título, serán de aplicación las normas de la universidad en la que el estudiante esté matriculado y expida el título. En tal caso, la comisión de coordinación debe elaborar un informe de este reconocimiento o transferencia.

Disposición derogatoria

Estas normas derogan la Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos de la Universidad de Barcelona, aprobada anteriormente, el anexo a dicha normativa y cualquier otra normativa relacionada con el reconocimiento y con la transferencia de créditos en los títulos oficiales de máster universitario de igual o inferior rango que se oponga.

Entrada en vigor

La presente normativa entrará en vigor a partir del momento de su aprobación.

4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS

Los estudiantes con titulación distinta del grado de Física/Ingeniería Física de 240 ECTS podrán cursar el máster sólo si poseen una sólida formación científica, con un nivel de conocimientos de matemáticas y física similar al de los graduados en Física/Ingeniería Física.

La Comisión Coordinadora del Máster, en función de las titulaciones de acceso, podrá requerir complementos formativos de hasta un máximo de 30 créditos para su nivelación.



Los complementos de formación, se cursarán de entre las siguientes asignaturas obligatorias del grado de Física y podrán cursarse simultáneamente a los créditos del Máster, según normativa de la Universitat de Barcelona:

- Mecánica cuántica (6 ECTS)
- Física estadística (6 ECTS)
- Física atómica y radiación (6 ECTS)
- Física nuclear y de partículas (6 ECTS)
- Fenómenos colectivos y transiciones de fase (6 ECTS)
- Física del estado sólido (6 ECTS)

Los complementos formativos se deberán cursar antes del comienzo del máster. La Comisión Coordinadora del Máster podrá autorizar cursar simultáneamente alguna de las asignaturas del Máster, siempre que los conocimientos previos acreditados por el estudiante garanticen el correcto aprovechamiento de la docencia, y respetando los límites establecidos en la Normativa de Permanencia de la UB respecto al número de créditos que pueden matricularse en cada curso académico.



5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS		
Ver Apartado 5: Anexo 1.		
5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
Teórico-práctica: clases magistrales, clases de ejercicios, ejemplos de aplicación, etc. con presencialidad del 100% por parte del profesor.		
Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.		
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).		
Prácticas de ordenador: realización de prácticas de ordenador por parte del estudiante con la supervisión del profesor.		
Prácticas de laboratorio: realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante con la supervisión del profesor.		
Visitas a empresas o laboratorios por parte de estudiantes, con la finalidad de adquirir conocimientos prácticos relacionados con la temática de la materia.		
5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales: En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado.		
Clases expositivas: En las clases expositivas uno o más estudiantes presentan de forma oral un tema o trabajo, preparado previamente, delante del resto de compañeros del grupo.		
Conferencias: Exposición pública sobre un tema de carácter científico-técnico llevada a cabo por una persona experta en un punto o puntos concretos del programa de una materia.		
Trabajo en grupo: Actividad de aprendizaje que se tiene que hacer mediante la colaboración entre los miembros de un grupo.		
Trabajo escrito: Actividad consistente en la presentación de un documento escrito.		
Resolución de problemas: En la actividad de resolución de problemas, el profesorado presenta un ejercicio/problema que el alumnado debe resolver, ya sea trabajando individualmente, o en equipo.		
Ejercicios prácticos: la actividad basada en los ejercicios prácticos consiste en la formulación, análisis, resolución o debate de un problema relacionado con la temática de la asignatura. Dicha actividad tiene como objetivo el aprendizaje mediante la práctica de conocimientos o habilidades programados.		
Búsqueda de información: La búsqueda de información, organizada de manera activa por parte del alumnado, permite la adquisición de conocimientos de forma directa pero también la adquisición de habilidades y actitudes relacionadas con la obtención de información.		
Elaboración de proyectos: Metodología de enseñanza activa que promueve el aprendizaje a partir de la realización de un proyecto: idea, diseño, planificación, desarrollo y evaluación del proyecto.		
Prácticas: Permiten aplicar y configurar, a nivel práctico, la teoría de un ámbito de conocimiento en un contexto concreto.		
5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
Pruebas escritas: examen, cuestionarios (de elección entre diferentes respuestas, de distinción verdadero/falso, de emparejamiento), actividades de aplicación, estudio de casos, resolución de problemas.		
Pruebas orales: entrevistas o exámenes, puestas en común, exposiciones.		
Trabajos realizados por el estudiante.		
Informe del tutor académico o del tutor en la empresa o centro de prácticas.		
5.5 SIN NIVEL 1		
NIVEL 2: Conceptos básicos cuánticos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	21	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
18	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6



ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Mecánica cuántica avanzada		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Física de la materia condensada		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No



GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Teoría de la información cuántica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Temas candentes y habilidades transversales		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	3	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	



No	No
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
<ul style="list-style-type: none"> • Saber los fundamentos de mecánica cuántica • Capacidad para obtener resultados en teoría de perturbaciones • Entender el formalismo de segunda cuantización • Capacidad para aplicar simetrías a problemas cuánticos • Conocer las bases de la física de estado sólido • Entender las bases de la superfluidez y la superconductividad • Identificar las propiedades topológicas en sistemas cuánticos • Entender la relevancia de la dimensionalidad en las propiedades cuánticas • Saber las bases de la información cuántica • Entender los conceptos de teoría de la información cuántica • Identificar protocolos de correcciones de errores en computación cuántica • Saber los algoritmos paradigmáticos de la comunicación cuántica • Saber redactar un artículo científico • Discutir la redacción de una aplicación de financiación. • Identificar un proyecto científico acorde a sus intereses. • Conocer a los investigadores de prestigio locales y científicos internacionales • Conocer las áreas de investigación de frontera actuales • Identificar buenas prácticas para ser un buen científico • Discutir y aprender sobre los desafíos actuales de la investigación científica • Obtener capacidades transversales básicas necesarias para desarrollar una carrera científica: capacidad de comunicación, gestión del tiempo y de proyectos, comunicación científica (poster, artículo, charla) 	
5.5.1.3 CONTENIDOS	
<p>Mecánica cuántica avanzada,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Teoría de perturbaciones 2) Teoría de dispersión a bajas energías 3) Simetrías 4) Segunda cuantización 5) Bosones interactuantes 6) Fermiones libres <p>Física de la materia condensada</p> <ol style="list-style-type: none"> 7) Estructuras periódicas: cristales, teorema de Bloch, gas de electrones libre, modelos de Hubbard, fonones 8) Fenómenos de transporte 9) Superconductividad y Superfluidez 10) Sistemas de baja dimensionalidad 11) Sistemas magnéticos 12) Materia topológica, sin interacción, modelo SSH, Efecto Hall cuántico, aislantes de Chern 	



Teoría de la información cuántica,

13) Principios básicos de la mecánica cuántica, espacios de Hilbert, etc

14) Estados, canales, medidas y super canales. El qubit.

15) Distinguibilidad y medida de estados y canales

16) Protocolos de comunicación básicos: teleportación cuántica, codificación densa, distribución de claves cuántica, teorema de Bell.

17) Teoría de entrelazamiento: transformación de estados de un disparo y asintóticos, criterios de entrelazamiento y medidas de entrelazamiento.

18) Bases de la teoría de la información clásica y cuántica

19) Conceptos básicos de computación y corrección de errores cuánticos

Temas candentes y habilidades transversales

20) Seminarios de investigación

21) Sesiones de discusión de artículos

22) Herramientas de comunicación

23) Elementos de gestión de grupos

24) Organización de proyectos.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Esta materia obligatoria cubre todos los aspectos avanzados de la física cuántica, la física del estado sólido y la teoría de la información cuántica. Asimismo proporciona una visión del estado del arte en el campo de la Ciencia y Tecnología cuántica.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Identificar, plantear o solucionar un problema de manera relevante, interpretando y evaluando con espíritu crítico los resultados obtenidos

CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.

CG4 - Razonamiento crítico y compromiso con la pluralidad y diversidad de realidades de la sociedad

CG2 - Ser capaz de comunicarse, realizar presentaciones, redactar artículos científicos y tecnológicos, en el campo del máster en inglés

CB6 - 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

CB9 - Que los estudiantes sepan 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

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Emprendimiento e innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Analizar y resolver problemas de física cuántica utilizando tanto métodos exactos como aproximados.

CE3 - Identificar el sistema físico idóneo para la implementación de tecnologías cuánticas específicas.

CE7 - Formular modelos teóricos y contrastar sus predicciones con información experimental.

CE12 - Conocer y saber utilizar la teoría de la información cuántica.

CE13 - Conocer y saber utilizar las teorías y modelos de la física de la materia condensada.



CE14 - Conocer y saber aplicar conceptos avanzados de la física cuántica a problemas multidisciplinares.		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Teórico-práctica: clases magistrales, clases de ejercicios, ejemplos de aplicación, etc. con presencialidad del 100% por parte del profesor.	125	100
Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.	50	20
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	350	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales: En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado.		
Clases expositivas: En las clases expositivas uno o más estudiantes presentan de forma oral un tema o trabajo, preparado previamente, delante del resto de compañeros del grupo.		
Conferencias: Exposición pública sobre un tema de carácter científico-técnico llevada a cabo por una persona experta en un punto o puntos concretos del programa de una materia.		
Trabajo escrito: Actividad consistente en la presentación de un documento escrito.		
Resolución de problemas: En la actividad de resolución de problemas, el profesorado presenta un ejercicio/problema que el alumnado debe resolver, ya sea trabajando individualmente, o en equipo.		
Ejercicios prácticos: la actividad basada en los ejercicios prácticos consiste en la formulación, análisis, resolución o debate de un problema relacionado con la temática de la asignatura. Dicha actividad tiene como objetivo el aprendizaje mediante la práctica de conocimientos o habilidades programados.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Pruebas escritas: examen, cuestionarios (de elección entre diferentes respuestas, de distinción verdadero/falso, de emparejamiento), actividades de aplicación, estudio de casos, resolución de problemas.	0.0	100.0
Pruebas orales: entrevistas o exámenes, puestas en común, exposiciones.	0.0	50.0
Trabajos realizados por el estudiante.	0.0	50.0
NIVEL 2: Prácticas / Proyecto de investigación		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	6	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	6	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		



CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Prácticas / Proyecto de Investigación		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	6	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<ul style="list-style-type: none"> • Aprender y experimentar la aplicación de los contenidos adquiridos en un entorno profesional, en una empresa o en un centro de investigación. • Aprender a argumentar los resultados en reuniones de grupo • Identificar el tipo de entorno laboral que más se ajuste a sus intereses • Aprender a comunicar resultados 		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Se puede desarrollar bien en una empresa relacionada con las tecnologías cuánticas o en un grupo de investigación.</p> <p>Un tutor de la empresa o grupo de investigación realiza un seguimiento de la actividad a realizar y de su desarrollo durante la estancia en la empresa o grupo. La tarea o tareas a realizar por el estudiante se definirán en el convenio (ver observaciones).</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		



Las prácticas o proyecto de investigación se realizarán preferiblemente en un grupo de investigación diferente del grupo en el que se realice el trabajo final de máster. En el caso excepcional de desarrollarse en el mismo grupo, ambos proyectos deben ser claramente diferenciables.

Las prácticas se desarrollarán al amparo de un convenio escrito siguiendo el modelo utilizado por la asignatura de Prácticas de Empresa del grado de Física. El modelo es el siguiente,

Modelo de Convenio

PARTES De una parte, el Sr. / la Sra. [DEGA/DIRECTOR], como [CARREC DEGA/DIRECTOR] de la [NOM CENTRE], con NIF [NIF CENTRE], ubicada en [ADRECA CENTRE], de [POBLACIO CENTRE], con el código postal [CP CENTRE] y teléfono [TELEFON CENTRE], y por delegación del rector de esta Universidad;

Y de la otra, el Sr. / la Sra. [REPRESENTANT ENTITAT], como [CARREC REPRESENTANT ENTITAT] de [NOM ENTITAT], con NIF [NIF ENTITAT], ubicada en [ADRECA ENTITAT], de [POBLACIO ENTITAT], con el código postal [CP ENTITAT] y teléfono [TELEFON ENTITAT]; aprueban los siguientes,

ACUERDOS 1. El objeto de este convenio es el desarrollo de prácticas académicas externas de estudiantes (a partir de ahora prácticas de estudiantes) de la Universitat de Barcelona (a partir de ahora UB), a través de entidades colaboradoras, por ejemplo empresas, instituciones y entidades públicas y privadas (a partir de ahora empresas e instituciones). 2. Este convenio está reglamentado por el RD 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios, por el RD 1493/2011, de 24 de octubre, por el que se regulan los términos y las condiciones de inclusión en el Régimen general de la Seguridad Social de las personas que participan en programas de formación; por el RD-Ley 8/2014, de 4 de julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia, y por la Normativa de prácticas académicas externas de estudiantes de la Universitat de Barcelona. 3. La colaboración de este convenio se concreta en un proyecto formativo por estudiante, que ha de constar como documento anexo. Se pueden desarrollar tantos proyectos formativos de prácticas como se acuerden entre la UB y las empresas e instituciones. 4. El proyecto formativo ha de ser verificado y firmado por los responsables de las prácticas de estudiantes de cada parte signataria de este convenio, y por el estudiante. Además, cada parte signataria de este convenio se compromete a nombrar a los tutores del estudiante, los cuales se responsabilizarán de garantizar la actividad educativa objeto de este acuerdo, y también de proteger los derechos y deberes señalados en la Normativa de prácticas de los estudiantes de la UB. 5. El proyecto formativo recoge la información y el tratamiento de la protección de datos de carácter personal del estudiante, y del acuerdo de confidencialidad entre la empresa o institución signataria de este convenio, y el estudiante. 6. La valoración del resultado del periodo de prácticas del estudiante ha de determinarlo conjuntamente la UB y las empresas e instituciones, de acuerdo con la Normativa de prácticas de estudiantes de la UB. Por lo que respecta a la

valoración estrictamente académica de las prácticas de los estudiantes implicados en este convenio, es competencia exclusiva de la UB. 7. La realización de las prácticas en ningún caso produce obligaciones propias de un contrato laboral entre los estudiantes y las empresas o instituciones. 8. Cualquier eventualidad de accidente ha de tratarse bajo el régimen del seguro escolar obligatorio para los estudiantes menores de 28 años, aunque el seguro cubre todo el año en que el estudiante cumple esta edad, y si son mayores, a través del seguro de accidentes correspondiente, el cual debe ser formalizado por el estudiante. La Universitat de Barcelona tiene contratada una póliza de responsabilidad civil que cubre cualquier riesgo de daños a terceros derivados de las prácticas del estudiante. No se aplica el régimen del seguro de las leyes laborales, ya que no existe ningún contrato laboral, excepto en los casos en que los estudiantes estén dados de alta en el Régimen de la Seguridad Social por parte de la empresa, según la cláusula 9 de este convenio. 9. Este convenio puede prever la aportación por parte de las empresas e instituciones de una cantidad económica o en especie al estudiante en concepto de ayuda o bolsa de estudio. En caso que así se acuerde, se ha de especificar el importe en el proyecto formativo individual del estudiante, anexo a este convenio. En el caso de que el estudiante reciba una remuneración en concepto de ayuda o bolsa de estudios, la empresa deberá darlo de alta y baja en la Seguridad Social, así como liquidar las cotizaciones ante la Tesorería de la Seguridad Social, según las normas previstas, el RD 1493/2011, de 24 de octubre, y el RD-Ley 8/2014, de 4 de julio. 10. Este convenio puede prever la aportación por parte de las empresas e instituciones de una cantidad económica a la UB, en concepto de gestión y formalización del programa de prácticas. En caso que así se acuerde, se ha de especificar el importe en el proyecto formativo individual del estudiante, anexo a este convenio. 11. Las dos partes signatarias de este convenio se comprometen a cumplir el régimen de permisos del estudiante, en los términos establecidos en la Normativa de prácticas de estudiantes de la Universitat de Barcelona. 12. El estudiante tiene derecho a la propiedad intelectual e industrial de las tareas, investigaciones llevadas a cabo, o de los resultados obtenidos en los términos establecidos en la legislación reguladora de la materia. 13. A petición de los tutores de la empresa o institución, la UB ha de reconocer las tareas de tutoría realizadas de acuerdo con la Normativa de prácticas de estudiantes de la UB. 14. En el caso de eventuales conflictos derivados de las prácticas de los estudiantes, los tutores, y en última instancia las partes signatarias de este convenio, han de intervenir para encontrar soluciones para el buen desarrollo de las prácticas. 15. Este convenio tiene una duración de cuatro años, y antes de su finalización se podrá acordar una prórroga de hasta cuatro años o la extinción. 16. El proyecto formativo anexo a este convenio tiene la vigencia según el periodo de prácticas acordado, y se puede rescindir anticipadamente según las causas previstas en la Normativa de prácticas de estudiantes de la UB, y por la legislación vigente.

En prueba de conformidad, las partes interesadas firman este convenio en el lugar y en la fecha indicados a continuación. Barcelona, [DATA SIGNATURA]

Evaluación de la asignatura:

Para evaluar la asignatura es obligatorio que el estudiante haya hecho las prácticas bajo la cobertura legal de un convenio Universidad-Empresa firmado entre el coordinador del máster y la empresa.

El estudiante tendrá que aportar la documentación siguiente:

- Copia del convenio bajo el cual se han realizado las prácticas
- Informe del tutor de la empresa en que se valoren las tareas realizadas y donde se verifique que se han cumplido los términos expuestos en el convenio, en particular la duración total de las prácticas y las horas de trabajo del estudiante y en el que se haga una valoración razonada de la labor realizada por el estudiante.
- Informe del estudiante, con el visto bueno del tutor de la empresa.

La normativa de prácticas de la Universidad de Barcelona se puede consultar en el siguiente enlace:

http://www.ub.edu/feinaub/docs/normativa_practiques_2012.pdf

Empresas e instituciones con las que se prevé establecer acuerdos para la realización de prácticas:

- IBM

- Dwave



- Qilimanjaro
- Metempsy
- Keysight Technologies
- Quside
- Grupo AIA
- Everis
- Telefónica I+D
- ICN2

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Identificar, plantear o solucionar un problema de manera relevante, interpretando y evaluando con espíritu crítico los resultados obtenidos

CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.

CG4 - Razonamiento crítico y compromiso con la pluralidad y diversidad de realidades de la sociedad

CG2 - Ser capaz de comunicarse, realizar presentaciones, redactar artículos científicos y tecnológicos, en el campo del máster en inglés

CB6 - 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

CB7 - 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

CB8 - Que los estudiantes sean capaces 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

CB9 - Que los estudiantes sepan 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

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Emprendimiento e innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

CT2 - Trabajo en equipo: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE3 - Identificar el sistema físico idóneo para la implementación de tecnologías cuánticas específicas.

CE7 - Formular modelos teóricos y contrastar sus predicciones con información experimental.

CE8 - Aprender las técnicas más utilizadas en laboratorios de tecnologías cuánticas.

CE9 - Identificar problemas susceptibles de ser simulados o resueltos en ordenadores y simuladores cuánticos.

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.	25	100



Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	125	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Ejercicios prácticos: la actividad basada en los ejercicios prácticos consiste en la formulación, análisis, resolución o debate de un problema relacionado con la temática de la asignatura. Dicha actividad tiene como objetivo el aprendizaje mediante la práctica de conocimientos o habilidades programados.		
Prácticas: Permiten aplicar y configurar, a nivel práctico, la teoría de un ámbito de conocimiento en un contexto concreto.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Trabajos realizados por el estudiante.	50.0	100.0
Informe del tutor académico o del tutor en la empresa o centro de prácticas.	0.0	50.0
NIVEL 2: Teoría cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	15	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
15		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Teoría cuántica de la información avanzada		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12



LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Comunicaciones y criptografía cuánticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Teoría cuántica de campos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		



CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Simuladores cuánticos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Inferencia estadística cuántica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA



No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Conocer los fundamentos del encriptado cuántico</p> <p>Entender lo mecanismos de comunicación cuántica</p> <p>Saber la utilidad de la generación cuántica de números aleatorios</p> <p>Entender la cuantización canónica</p> <p>Identificar simetrías y aplicar el teorema de Noether</p> <p>Entender las diferencias entre la inferencia clásica y cuántica</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Teoría de la información cuántica avanzada,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Protocolos avanzados como la fusión, la redistribución y la compresión de estados cuánticos 2. Capacidades de canal: Capacidades privadas, cuánticas, clásicas; capacidad asistida 3. Capacidades (recursos gratuitos como el entrelazamiento, correlación sin señales o canales laterales simétricos); identificación 4. Puntos de vista de un solo uso y asintóticos: entropías min y max, Rentropías de Renyi y entropías relativas, propiedades de equiparación asintóticas; teoremas conversos fuertes 5. Corrección de errores y capacidades de error-cero <p>Comunicaciones y criptografía cuánticas,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Protocolos de encriptación cuánticos 2. Preparación y medida frente a protocolos basados en entrelazamiento 3. Ataques y tests de seguridad 4. Distribución de claves cuánticas utilizando sistemas de variables continuas 5. Implementaciones 6. Hackeo cuántico 7. Protocolos independientes de dispositivo 8. Generación cuántica de números aleatorios 9. Comunicación cuántica a largas distancias <p>Teoría cuántica de campos,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elementos bases de relatividad especial y grupo de Lorentz (repaso) 2. Construcción de las representaciones del grupo de Lorentz, escalar, Dirac, Vectorial 		



3. Cuantización canónica y construcción de los operadores de campo Hamiltoniano/Lagrangiano libres y teorema de Noether
4. Elementos de teoría interactuante: # # 4 and QED

Simuladores cuánticos,

1. Plataformas para la simulación cuántica
2. Redes ópticas
3. Campos de gauge artificiales
4. Óptica atómica

Inferencia estadística cuántica,

1. Discriminación de estados con una sola medida. Prueba de hipótesis con y sin márgenes de error.
2. Tasas de error asintóticas. La cota de Chernoff y el lemma Stein cuánticos. Extensión a múltiples hipótesis.
3. Estimación de parámetros. Formulación bayesianas y puntual. La cota Cramer-Rao cuántica. Metrología, estimación de estados y tomografía cuántica.
4. Discriminación de canales. Super-mapas cuánticos.
5. Tareas de inferencia con restricciones: estrategias locales, adaptativas y asistidas por entrelazamiento

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Esta materia cubre los desarrollos formales teóricos de la mecánica cuántica así como desarrollos formales de otras disciplinas afines con relación directa con la Ciencia y Tecnología cuántica. Todas las asignaturas se pueden cursar de manera independiente.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Identificar, plantear o solucionar un problema de manera relevante, interpretando y evaluando con espíritu crítico los resultados obtenidos

CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.

CB6 - 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

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

No existen datos

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Analizar y resolver problemas de física cuántica utilizando tanto métodos exactos como aproximados.

CE3 - Identificar el sistema físico idóneo para la implementación de tecnologías cuánticas específicas.

CE4 - Diseñar y testear algoritmos susceptibles de ser utilizados en ordenadores cuánticos.

CE5 - Diseñar y analizar sensores utilizando propiedades cuánticas.

CE6 - Utilizar protocolos cuánticos para codificar y transmitir información de forma segura.

CE7 - Formular modelos teóricos y contrastar sus predicciones con información experimental.

CE12 - Conocer y saber utilizar la teoría de la información cuántica.

CE14 - Conocer y saber aplicar conceptos avanzados de la física cuántica a problemas multidisciplinares.

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Teórico-práctica: clases magistrales, clases de ejercicios, ejemplos de aplicación, etc. con presencialidad del 100% por parte del profesor.	100	100



Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.	25	20
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	250	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales: En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado.		
Clases expositivas: En las clases expositivas uno o más estudiantes presentan de forma oral un tema o trabajo, preparado previamente, delante del resto de compañeros del grupo.		
Trabajo escrito: Actividad consistente en la presentación de un documento escrito.		
Resolución de problemas: En la actividad de resolución de problemas, el profesorado presenta un ejercicio/problema que el alumnado debe resolver, ya sea trabajando individualmente, o en equipo.		
Ejercicios prácticos: la actividad basada en los ejercicios prácticos consiste en la formulación, análisis, resolución o debate de un problema relacionado con la temática de la asignatura. Dicha actividad tiene como objetivo el aprendizaje mediante la práctica de conocimientos o habilidades programados.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Pruebas escritas: examen, cuestionarios (de elección entre diferentes respuestas, de distinción verdadero/falso, de emparejamiento), actividades de aplicación, estudio de casos, resolución de problemas.	0.0	100.0
Pruebas orales: entrevistas o exámenes, puestas en común, exposiciones.	0.0	50.0
Trabajos realizados por el estudiante.	0.0	50.0
NIVEL 2: Software cuántico		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	15	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
15		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	



No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Redes tensoriales		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Métodos de Montecarlo		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	



LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Computación cuántica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Aprendizaje automático para sistemas clásicos y cuánticos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		



No existen datos		
NIVEL 3: Técnicas de simulación de estado sólido		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Conocer los principales métodos numéricos de simulación y computación cuánticas</p> <p>Entender los fundamentos de las redes tensoriales</p> <p>Aprender técnicas de supercomputación para simular ordenadores cuánticos</p> <p>Identificar métodos de Monte Carlo adecuados y conocer su implementación</p> <p>Entender las posibilidades de las técnicas de machine learning y su aplicación a problemas cuánticos</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Redes tensoriales,</p> <ol style="list-style-type: none"> Introducción y teoremas fundamentales Entrelazamiento en sistemas cuánticos de muchos cuerpos Grupo de renormalización Versiones variacionales de los algoritmos Sistemas fuera del equilibrio <p>Métodos de Monte Carlo</p> <ol style="list-style-type: none"> Generación de números aleatorios Integración multidimensional Algoritmo de Metropolis 		



4. Métodos de optimización
5. Monte Carlo variacional
6. "Diffusion Monte Carlo"
7. Introducción al "Path Integral Monte Carlo"

Computación cuántica

1. Computación clásica
2. Introducción a la computación cuántica.
3. Algoritmos cuánticos y clases de complejidad
4. Sistemas pequeños con ruido. Arquitecturas híbridas
5. Simulación de circuitos cuánticos en dispositivos clásicos. Supercomputación
6. Computación cuántica con redes de tensores.

Aprendizaje automático para sistemas clásicos y cuánticos.

1. Métodos básicos para datos clásicos
2. Machine learning cuántico

Técnicas de simulación de estado sólido

1. Introducción a las técnicas de muchos cuerpos
2. Estructura de bandas, teoría del funcional de la densidad, modelo de "tight binding"
3. Simulación de transporte cuántico.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Esta materia cubre todos los aspectos relacionados con la modelización y simulación numérica de modelos y sistemas cuánticos así como la elaboración de lenguajes de programación para computadores y simuladores cuánticos. La materia se compone de asignaturas con una componente computacional importante. **Todas las asignaturas se pueden cursar de manera independiente.**

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Identificar, plantear o solucionar un problema de manera relevante, interpretando y evaluando con espíritu crítico los resultados obtenidos

CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.

CB7 - 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

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

No existen datos

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Analizar y resolver problemas de física cuántica utilizando tanto métodos exactos como aproximados.

CE2 - Utilizar técnicas numéricas y de simulación para analizar y resolver problemas en física cuántica de muchos cuerpos.

CE4 - Diseñar y testear algoritmos susceptibles de ser utilizados en ordenadores cuánticos.

CE9 - Identificar problemas susceptibles de ser simulados o resueltos en ordenadores y simuladores cuánticos.



5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Teórico-práctica: clases magistrales, clases de ejercicios, ejemplos de aplicación, etc. con presencialidad del 100% por parte del profesor.	80	100
Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.	20	0
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	225	20
Prácticas de ordenador: realización de prácticas de ordenador por parte del estudiante con la supervisión del profesor.	50	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales: En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado.		
Clases expositivas: En las clases expositivas uno o más estudiantes presentan de forma oral un tema o trabajo, preparado previamente, delante del resto de compañeros del grupo.		
Trabajo en grupo: Actividad de aprendizaje que se tiene que hacer mediante la colaboración entre los miembros de un grupo.		
Resolución de problemas: En la actividad de resolución de problemas, el profesorado presenta un ejercicio/problema que el alumnado debe resolver, ya sea trabajando individualmente, o en equipo.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Pruebas escritas: examen, cuestionarios (de elección entre diferentes respuestas, de distinción verdadero/falso, de emparejamiento), actividades de aplicación, estudio de casos, resolución de problemas.	0.0	100.0
Pruebas orales: entrevistas o exámenes, puestas en común, exposiciones.	0.0	50.0
Trabajos realizados por el estudiante.	0.0	50.0
NIVEL 2: Hardware cuántico		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	15	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
15		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No



GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Tecnologías cuánticas con dispositivos superconductores		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Electrónica para el laboratorio de tecnologías cuánticas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS



No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Gases cuánticos ultrafríos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Detección cuántica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí



FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Materiales cuánticos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Optativa	3	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
3		
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Conocer los fundamentos para desarrollar tecnologías cuánticas con dispositivos superconductores</p> <p>Aprender la electrónica básica para laboratorios de tecnologías cuánticas</p> <p>Entender los procesos de enfriamiento</p> <p>Conocer las posibilidades de los gases ultrafríos en tecnologías cuánticas</p> <p>Aprender a desarrollar sensores cuánticos</p> <p>Discernir entre estados entrelazados y producto desde el punto de vista experimental</p> <p>Conocer los materiales con propiedades cuánticas relevantes</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Tecnologías cuánticas con dispositivos superconductores</p> <ol style="list-style-type: none"> Conceptos básicos de superconductividad y efecto Josephson Reglas de cuantización de circuitos y construcción de Hamiltonianos Simulación y computación con circuitos superconductores 		



4. Fotónica cuántica de microondas
 5. Aplicaciones a sensores cuánticos
- Electrónica para el laboratorio de tecnologías cuánticas
1. Repaso básico de electrónica
 2. Dispositivos clásicos para computación cuántica
 3. Fuentes de ruido en el laboratorio
 4. Sistemas empotrados para sensores
 5. Buenas prácticas de laboratorio: seguridad, campos magnéticos y criogenia.

Gases cuánticos ultrafríos

1. Repaso de física atómica y teoría de dispersión cuántica.
2. Enfriamiento láser y evaporativo y trampas para átomos
3. Gas de Bose
4. Correcciones al campo medio
5. Gases de Fermi degenerados.

Detección cuántica

1. Nociones de estadística
2. Estimación de parámetros cuánticos
3. Detección de entrelazamiento

Materiales cuánticos.

1. Grafeno : estructura electrónica y fenómenos de transporte
2. Conceptos básicos de transporte de carga
3. Regímenes de localización
4. Transporte fuera del equilibrio
5. Materiales bidimensionales
6. Aislantes topológicos
7. Heteroestructuras de Van der Waals

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Esta materia cubre los diferentes dispositivos, plataformas y técnicas experimentales y tecnológicas utilizados para desarrollar tecnologías cuánticas. Consta de asignaturas teóricas y de laboratorio, para cubrir el máximo de aspectos relevantes. **Todas las asignaturas se pueden cursar de manera independiente.**

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.



CB6 - 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		
CB7 - 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		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE3 - Identificar el sistema físico idóneo para la implementación de tecnologías cuánticas específicas.		
CE5 - Diseñar y analizar sensores utilizando propiedades cuánticas.		
CE8 - Aprender las técnicas más utilizadas en laboratorios de tecnologías cuánticas.		
CE10 - Diseñar ordenadores cuánticos utilizando tecnologías existentes.		
CE11 - Diseñar sistemas cuánticos susceptibles de ser utilizados como simuladores cuánticos.		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Teórico-práctica: clases magistrales, clases de ejercicios, ejemplos de aplicación, etc. con presencialidad del 100% por parte del profesor.	80	100
Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.	20	20
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	225	0
Prácticas de laboratorio: realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante con la supervisión del profesor.	50	20
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales: En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado.		
Clases expositivas: En las clases expositivas uno o más estudiantes presentan de forma oral un tema o trabajo, preparado previamente, delante del resto de compañeros del grupo.		
Resolución de problemas: En la actividad de resolución de problemas, el profesorado presenta un ejercicio/problema que el alumnado debe resolver, ya sea trabajando individualmente, o en equipo.		
Ejercicios prácticos: la actividad basada en los ejercicios prácticos consiste en la formulación, análisis, resolución o debate de un problema relacionado con la temática de la asignatura. Dicha actividad tiene como objetivo el aprendizaje mediante la práctica de conocimientos o habilidades programados.		
Prácticas: Permiten aplicar y configurar, a nivel práctico, la teoría de un ámbito de conocimiento en un contexto concreto.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Pruebas escritas: examen, cuestionarios (de elección entre diferentes respuestas, de distinción verdadero/falso, de emparejamiento), actividades de aplicación, estudio de casos, resolución de problemas.	0.0	100.0



Pruebas orales: entrevistas o exámenes, puestas en común, exposiciones.	0.0	50.0
Trabajos realizados por el estudiante.	0.0	50.0
NIVEL 2: Trabajo Final de Máster		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Trabajo Fin de Grado / Máster	
ECTS NIVEL 2	24	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	24	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Trabajo Final de Máster		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Trabajo Fin de Grado / Máster	24	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
	24	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	



5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Versatilidad en la aplicación inteligente de los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos a la resolución de un tema determinado.
- Capacidad de argumentación solvente de los puntos de vista personales apoyándose en conocimientos científicos bien fundados en las aproximaciones y en los métodos de cálculo y/o experimentales utilizados.
- Capacidad de elaboración de informes científicos complejos, bien estructurados y bien redactados así como en la presentación oral del trabajo, utilizando los medios habituales.
- Capacidad para la gestión de un Proyecto de Investigación en Ciencia y Tecnología Cuántica
- Hacer un uso inclusivo y no sexista del lenguaje en el trabajo escrito y en la presentación oral.

5.5.1.3 CONTENIDOS

El Trabajo de Fin de Máster consiste en la realización de un trabajo de investigación de tipo teórico o práctico, original e individual, que se presenta y defiende ante un tribunal universitario.

Este trabajo debe permitir al estudiante utilizar de manera integrada los contenidos formativos y aplicar las competencias adquiridas en el título de Máster de Ciencia y Tecnología Cuántica en un ámbito de la investigación que implique la modelización de un sistema, un proceso o una propiedad en una escala de espacio y de tiempo apropiadas.

El estudiante se integrará en un grupo de investigación donde realizará un proyecto de investigación bajo la dirección de un tutor que podrá ser uno de los profesores implicados en el máster o un profesor externo. Para el desarrollo de este proyecto de investigación, en una primera etapa el estudiante deberá realizar una búsqueda de la bibliografía relevante, discutir los objetivos con el tutor y desarrollar un programa de actuación para resolver el problema propuesto. Los resultados obtenidos y las conclusiones del estudio realizado deberán recogerse en una memoria que se presentará delante del Tribunal evaluatorio y en acto público. Se contempla que el estudiante pueda realizar su Trabajo en una Universidad distinta con la que mantengamos relación de colaboración científica

5.5.1.4 OBSERVACIONES

El Trabajo Final de Master se realizará conforme a la normativa general de la Universitat de Barcelona:

<http://www.ub.edu/agenciaqualitat/normativaespecifica/>

La Facultat de Física ha elaborado una normativa reguladora de los trabajos fin de máster, que se encuentra en proceso de aprobación http://www.ub.edu/fisica/Masters/pdf/normativa_centre_tfm_rev.pdf

GUIA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE FIN DE MÁSTER DE LA FACULTAD DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA 1.

Objeto * El TFM es un proyecto de investigación, un estudio o una memoria que implica un ejercicio integrador de la formación recibida a lo largo de la titulación. Este ejercicio conlleva que los estudiantes apliquen los conocimientos, las habilidades, las actitudes y las competencias adquiridos a lo largo del máster. Por tanto, la forma de integrarlos debe ir ligada a los objetivos concretos de formación y de ejercicio profesional propios del máster. * El TFM debe poder hacerse en unas 600 horas de trabajo del estudiante. * El trabajo se describe en una memoria escrita. Esta memoria se elaborará siguiendo las indicaciones facilitadas y ajustándose a la extensión y al formato fijados en el plan docente. **2. Organización del TFM** * El TFM se llevará a cabo bajo la orientación de un profesor tutor de TFM, que actuará como dinamizador y facilitador del proceso de aprendizaje. * Cuando el estudiante tenga que desarrollar todo el TFM o una parte significativa de este trabajo en instituciones y organismos distintos de la UB, además del profesor tutor debe tener un tutor de la institución para que le preste colaboración en la definición del contenido y en el desarrollo del TFM. **3. Matriculación y periodos de evaluación** * La matrícula del TFM se puede hacer efectiva en cualquiera de los dos semestres dentro de los plazos ordinarios de matrícula de la Facultad de Física. La comisión coordinadora del máster habilita un procedimiento para que el estudiante pueda solicitar y elegir el proyecto de TFM. * Los periodos de entrega de la memoria los establece la comisión coordinadora de máster. * Los periodos de calificación del TFM son los establecidos para el resto de asignaturas del máster. **4. Temas y tutores** * La comisión coordinadora del máster fija los procedimientos de elección de tema por parte del estudiante y la asignación de tutores de cada TFM y los hace públicos. * El tutor del TFM asesora al estudiante a definir los aspectos a considerar, le proporciona las herramientas experimentales y bibliográficas necesarias para el desarrollo del trabajo y vigila que el trabajo programado avance adecuadamente durante el período docente. El tutor también vela porque la estructura de la memoria se adecue a la normativa. * Las incidencias que se presenten durante el período de elaboración de los TFM las resolverá la comisión coordinadora del máster. **5. Evaluación** * El plan docente del TFM determina los requisitos de presentación y defensa. * Para la evaluación de los TFM se nombran tribunales de dos profesores (uno de los cuales actúa como presidente y el otro como secretario) más el tutor del TFM. Los miembros de los tribunales son designados por la comisión coordinadora del máster. * La memoria de TFM se entregará al coordinador del máster según el procedimiento y los plazos que se establezcan. * El examen del TFM consiste en una defensa de la memoria, oral y pública, ante el tribunal, seguida de una discusión, también pública, con los miembros del tribunal. La presentación tiene una duración aproximada de 20 minutos, el tiempo de discusión es como máximo de 15 minutos. * La evaluación del trabajo se hace en base a la calidad de la memoria y la claridad de la presentación oral y la discusión. Además de la calidad científica y/o técnica del trabajo, se valora la capacidad comunicativa oral y escrita del estudiante, así como el grado de consecución de las competencias generales y de las competencias específicas de la titulación. La defensa y la discusión se realizarán en inglés. * La mención de matrícula de honor en la calificación no se incorpora al acta hasta el final del período de evaluación para respetar lo establecido en el artículo 5.6 del RD 1125/2003, de 5 de septiembre. Si un estudiante solicita que se cierre su expediente antes de que se cierre el acta, se considera que renuncia expresamente a cualquier matrícula de honor, si la hubiere. **6. Archivo o publicación del trabajo** * Las memorias en formato PDF se publican en el Depósito Digital de la UB. * Los derechos de propiedad intelectual o de propiedad industrial de los TFM quedan regulados en los términos y condiciones previstos en la legislación vigente.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Identificar, plantear o solucionar un problema de manera relevante, interpretando y evaluando con espíritu crítico los resultados obtenidos

CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.



CG4 - Razonamiento crítico y compromiso con la pluralidad y diversidad de realidades de la sociedad		
CG2 - Ser capaz de comunicarse, realizar presentaciones, redactar artículos científicos y tecnológicos, en el campo del máster en inglés		
CB6 - 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		
CB7 - 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		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces 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		
CB9 - Que los estudiantes sepan 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		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT1 - Emprendimiento e innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.		
CT2 - Trabajo en equipo: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE1 - Analizar y resolver problemas de física cuántica utilizando tanto métodos exactos como aproximados.		
CE3 - Identificar el sistema físico idóneo para la implementación de tecnologías cuánticas específicas.		
CE7 - Formular modelos teóricos y contrastar sus predicciones con información experimental.		
CE8 - Aprender las técnicas más utilizadas en laboratorios de tecnologías cuánticas.		
CE10 - Diseñar ordenadores cuánticos utilizando tecnologías existentes.		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo tutelado: realización de ejercicios, proyectos y otros trabajos asignados al estudiante bajo la supervisión del profesor con una presencialidad del 20%.	75	20
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	525	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Trabajo escrito: Actividad consistente en la presentación de un documento escrito.		
Búsqueda de información: La búsqueda de información, organizada de manera activa por parte del alumnado, permite la adquisición de conocimientos de forma directa pero también la adquisición de habilidades y actitudes relacionadas con la obtención de información.		
Elaboración de proyectos: Metodología de enseñanza activa que promueve el aprendizaje a partir de la realización de un proyecto: idea, diseño, planificación, desarrollo y evaluación del proyecto.		
Prácticas: Permiten aplicar y configurar, a nivel práctico, la teoría de un ámbito de conocimiento en un contexto concreto.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Pruebas orales: entrevistas o exámenes, puestas en común, exposiciones.	0.0	50.0
Trabajos realizados por el estudiante.	50.0	100.0



NIVEL 2: Óptica Cuántica (Master Interuniversitario en Fotónica)		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	12	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	ECTS Semestral 2	ECTS Semestral 3
6	6	
ECTS Semestral 4	ECTS Semestral 5	ECTS Semestral 6
ECTS Semestral 7	ECTS Semestral 8	ECTS Semestral 9
ECTS Semestral 10	ECTS Semestral 11	ECTS Semestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
No	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Explicar las propiedades cuánticas de la luz, su fenomenología y el efecto de la luz sobre el movimiento del centro de masas de átomos o partículas.</p> <p>Describir los dispositivos ópticos utilizados en la comunicación cuántica</p> <p>Desarrollar los principales protocolos de criptografía cuántica basados en fotones individuales y en pares de fotones entrelazados cuanticamente.</p> <p>Describir los principales dispositivos ópticos utilizados para la generación, la manipulación, y la detección de fotones individuales.</p> <p>Describir la generación de estados de luz clásicos y cuánticos. Describir los principales efectos mecánicos de la luz sobre los átomos.</p> <p>Explicar la fuerza de presión de radiación de la luz para enfriar átomos y la fuerza dipolar de la luz para la captura de átomos neutros.</p> <p>Describir los principales experimentos en la historia de la óptica cuántica y entender la importancia de algunos de los experimentos más significativos en óptica cuántica</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Teoría semiclásica de la interacción luz-materia • Teoría cuántica de la interacción luz-materia. • Criptografía cuántica • Comunicaciones cuánticas • Teleportación y entrelazamiento • Enfriamiento y atrapamiento laser. • Óptica atómica • Condensación de Bose Einstein. • Fuentes y detectores de luz cuántica • Experimentos fundamentales en óptica cuántica 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
<p>Esta materia está gestionada por el Master Interuniversitario en Fotónica (UPC, UB, UAB, ICFO).</p> <p>Se cuenta con el visto bueno de la coordinadora del Máster Interuniversitario en Fotónica, Dra. Crina Cojocarú</p>		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		



5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Analizar de forma crítica el rigor de los desarrollos teóricos y la fiabilidad de las medidas experimentales en el campo de la Ciencia y Tecnología Cuántica.		
CG2 - Ser capaz de comunicarse, realizar presentaciones, redactar artículos científicos y tecnológicos, en el campo del máster en inglés		
CB7 - 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		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces 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		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE5 - Diseñar y analizar sensores utilizando propiedades cuánticas.		
CE6 - Utilizar protocolos cuánticos para codificar y transmitir información de forma segura.		
CE7 - Formular modelos teóricos y contrastar sus predicciones con información experimental.		
CE8 - Aprender las técnicas más utilizadas en laboratorios de tecnologías cuánticas.		
CE9 - Identificar problemas susceptibles de ser simulados o resueltos en ordenadores y simuladores cuánticos.		
CE11 - Diseñar sistemas cuánticos susceptibles de ser utilizados como simuladores cuánticos.		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Teórico-práctica: clases magistrales, clases de ejercicios, ejemplos de aplicación, etc. con presencialidad del 100% por parte del profesor.	110	100
Trabajo autónomo: horas de estudio y trabajo que realiza el estudiante sin la presencia del profesor (presencialidad del 0%).	170	0
Prácticas de laboratorio: realización de prácticas de laboratorio por parte del estudiante con la supervisión del profesor.	10	100
Visitas a empresas o laboratorios por parte de estudiantes, con la finalidad de adquirir conocimientos prácticos relacionados con la temática de la materia.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
No existen datos		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
No existen datos		



6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad Politécnica de Catalunya	Otro personal docente con contrato laboral	2.6	100	2,6
Universidad Politécnica de Catalunya	Profesor Agregado	5.2	100	5,2
Universidad Politécnica de Catalunya	Profesor Titular de Universidad	2.6	100	2,6
Universidad Autónoma de Barcelona	Otro personal docente con contrato laboral	10	100	10
Universidad Autónoma de Barcelona	Catedrático de Universidad	5.2	100	5,2
Universidad de Barcelona	Profesor Titular	7.8	100	7,8
Universidad de Barcelona	Catedrático de Universidad	5.2	100	5,2
Otros Centros de Nivel Universitario	Catedrático de Universidad	2.6	100	2,6
Otros Centros de Nivel Universitario	Profesor Ordinario o Catedrático	30	100	30
Universidad de Barcelona	Profesor Agregado	7.8	100	7,8
Universidad de Barcelona	Otro personal docente con contrato laboral	2.6	100	2,6
Universidad Autónoma de Barcelona	Profesor Titular de Universidad	7.8	100	7,8
Universidad Politécnica de Catalunya	Catedrático de Universidad	5.2	100	5,2
PERSONAL ACADÉMICO				
Ver Apartado 6: Anexo 1.				
6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS				
Ver Apartado 6: Anexo 2.				

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Justificación de que los medios materiales disponibles son adecuados: Ver Apartado 7: Anexo 1.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS		
TASA DE GRADUACIÓN %	TASA DE ABANDONO %	TASA DE EFICIENCIA %
95	5	95
CODIGO	TASA	VALOR %
No existen datos		
Justificación de los Indicadores Propuestos:		
Ver Apartado 8: Anexo 1.		
8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS		
<p>La UB dentro del marco del sistema interno de aseguramiento de la garantía de calidad de las titulaciones, tal como se indica en el punto 9, tiene establecido en su programa AUDIT-UB el proceso de análisis y evaluación de los resultados de aprendizaje a través de tres acciones generales:</p>		



a) Resultados de aprendizaje

La Agencia de Políticas y Calidad de la UB, se encarga de recoger toda la información para facilitar el proceso del análisis de los datos sobre los resultados obtenidos en cada centro respecto a sus diferentes titulaciones. Anualmente se envían al decano/director, como mínimo los datos sobre rendimiento académico, abandono, graduación y eficiencia para que las haga llegar a los jefes de estudios/coordinadores correspondientes para su posterior análisis.

También en el momento de diseñar un nuevo plan de estudios, el centro hace una estimación de todos los datos históricos que tiene, justificando dicha estimación a partir del perfil de ingreso recomendado, el tipo de estudiantes que acceden, los objetivos planteados, el grado de dedicación de los estudiantes en la carrera y otros elementos de contexto que consideren apropiados. Estas estimaciones se envían a la Agencia de Políticas y Calidad de la UB.

Anualmente, la Comisión de Máster hará un seguimiento para valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. También revisará las estimaciones de los indicadores de rendimiento académico, tasa de abandono y de graduación y definirá las acciones derivadas del seguimiento que se remiten al decanato/dirección del centro.

b) Resultados de satisfacción de los diferentes miembros de la comunidad universitaria del centro

La Agencia de Políticas y Calidad de la UB, remite al decano/director, coordinadores de máster y directores de departamento los resultados de la encuesta de opinión de los estudiantes sobre la acción docente del profesorado.

Los directores de departamento informarán de los resultados en el consejo de departamento.

Los coordinadores de máster solicitarán a los jefes de departamento que elaboren un informe sobre la acción docente del profesorado, como también, las acciones que se llevaran a cabo para mejorarla.

El coordinador de máster, con los resultados de la encuesta de opinión de los estudiantes sobre la acción docente del profesorado, y los informes elaborados por los directores de departamento elaborará un documento de síntesis que presentará a la comisión de coordinación de máster para analizarlo.

La administración del centro gestiona las encuestas de satisfacción de los usuarios respecto a los recursos y servicios del centro y elaborará un informe de los resultados de satisfacción de los usuarios respecto a los recursos y servicios del centro junto con la propuesta de mejora. El informe se debatirá en la Junta de centro.

A partir del curso 2015-16, la UB lanza una encuesta institucional al profesorado tanto de grado como de máster, para recoger evidencias sobre su satisfacción con la actividad docente realizada, así como con el diseño, implantación y resultados de cada titulación.

c) Resultados de la inserción laboral

Tal y como se ha venido haciendo con las titulaciones de grado y doctorado, el año 2014 se inició los estudios de inserción laboral de los titulados de Máster.

AQU Catalunya en colaboración con los Consejos Sociales de todas las universidades catalanas, gestiona las encuestas de inserción laboral de todos los titulados de ciclos/grados, masters i doctorados.

Una vez realizada la encuesta, la Agencia de Políticas y Calidad de la Universidad de Barcelona remite los ficheros al decano/director del centro.

El decanato/dirección del centro analizará los datos y elaborará un informe „resumen¿ para conocer las vías por las que se hace la transición de los titulados al mundo laboral y para conocer el grado de satisfacción de los graduados con la formación recibida en la universidad (esta encuesta de satisfacción de la formación recibida se realiza una vez el titulado solicita su título). Dicho informe se debatirá en el Centro, a nivel de la comisión correspondiente.

Por otra parte y dada la importancia que tiene en los estudios de Máster el Trabajo Fin de Máster, anualmente la Comisión de Master debe analizar su desarrollo y debe informar al Centro para incluirlo en la memoria de seguimiento.

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

ENLACE	http://www.ub.edu/fisica/qualitat/
--------	---

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN



10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN	
CURSO DE INICIO	2021
Ver Apartado 10: Anexo 1.	
10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN	
Este máster es de nueva creación y no requiere establecer ningún procedimiento de adaptación de estudiantes.	
10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN	
CÓDIGO	ESTUDIO - CENTRO

11. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD

11.1 RESPONSABLE DEL TÍTULO			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
			Vicerrectora de Ordenación Académica y Calidad
11.2 REPRESENTANTE LEGAL			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
			Vicerrectora de Ordenación Académica y Calidad
El Rector de la Universidad no es el Representante Legal			
Ver Apartado 11: Anexo 1.			
11.3 SOLICITANTE			
El responsable del título es también el solicitante			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
			Vicerrectora de Ordenación Académica y Calidad



Apartado 1: Anexo 1

Nombre :6e_Conveni MUCTQ-Signat.pdf

HASH SHA1 :35C52EE0C86675785BF2FE753904CB5DB2AE4D33

Código CSV :381678158971202593340349

Ver Fichero: 6e_Conveni MUCTQ-Signat.pdf



Apartado 2: Anexo 1

Nombre :alegaciones2+escrit+justificació.pdf

HASH SHA1 :012F33F88FFB384A5672809F19D1D42425DABBB3

Código CSV :411268963449656917059791

Ver Fichero: alegaciones2+escrit+justificació.pdf



Apartado 4: Anexo 1

Nombre :4.1-rev23122020.pdf

HASH SHA1 :77E93FA7156458A147060048D8E68F96E582BD43

Código CSV :408087831594394229670997

Ver Fichero: 4.1-rev23122020.pdf



Apartado 5: Anexo 1

Nombre :5.1-rev23122020.pdf

HASH SHA1 :CBFC6F2D5862D896FEAF6AD35F99C960D71A6574

Código CSV :408092805959212490834394

Ver Fichero: 5.1-rev23122020.pdf



Apartado 6: Anexo 1

Nombre :6-rev-feb2021.pdf

HASH SHA1 :63D022569569CC566177C3FE059F757FE7E3D0BD

Código CSV :409660192649157639620443

Ver Fichero: 6-rev-feb2021.pdf



Apartado 6: Anexo 2

Nombre :6.2.pdf

HASH SHA1 :18CBB657195640C9C7695AD78ABE2BABAFF12BB3

Código CSV :381223976283647968991429

Ver Fichero: 6.2.pdf



Apartado 7: Anexo 1

Nombre :7_Recursos materiales UB_UAB_UPC.pdf

HASH SHA1 :44EDEB87800576AEE70F3F0FB2046F12378C9A27

Código CSV :381678267269285798528863

Ver Fichero: 7_Recursos materiales UB_UAB_UPC.pdf



Apartado 8: Anexo 1

Nombre :8-rev23122020.pdf

HASH SHA1 :B9D542C0760F435DCD027499DB869AA5D4B39AB3

Código CSV :408092887721390737896378

Ver Fichero: 8-rev23122020.pdf



Apartado 10: Anexo 1

Nombre :10.pdf

HASH SHA1 :4FAA43B6C20D531A1C2D4C93ADE65964CEE78B3A

Código CSV :373577741890962672650947

Ver Fichero: 10.pdf



Apartado 11: Anexo 1

Nombre :1_Delegació VR Ordenació Acadèmica i Qualitat per verifcaicó i modificació graus i màsters.pdf

HASH SHA1 :FE3234365B839B68E593CC5A3650909114E525CE

Código CSV :379547924705760365433908

Ver Fichero: 1_Delegació VR Ordenació Acadèmica i Qualitat per verifcaicó i modificació graus i màsters.pdf



