

REGLAMENTO INTERNO DEL PROGRAMA
“MAGISTER EN CIENCIAS, MENCIÓN FÍSICA”

Aprobado por CCDIP de fecha diciembre 19 de 2013.

Dada la naturaleza del trabajo académico y en pos de un mejoramiento continuo, el presente reglamento será revisado y sancionado por el CCDIP anualmente. Si se registraren cambios esenciales, éstos aplicarán solamente a nuevas cohortes de estudiantes.

INTRODUCCIÓN

- Art. 1 El Programa de Magíster en Ciencias mención Física (o Programa en adelante) se inicia en 1981, como consta en Acta de Consejo Académico N° 456, Acuerdo 2123 del 5 de septiembre de 1980.
- Art. 2 El Programa de Magíster en Ciencias mención Física se desarrollará de acuerdo a las políticas de Postgrado de la UTFSM, y se regirá por el Reglamento General N°47 de los Estudios de Postgrado (RGEP) y por el presente Reglamento.
- Art. 3 Estas normas se enmarcan en el RGEP y en el Reglamento de Graduación para Grados de Doctor y Magíster, y son complementarias en todas aquellas materias no contempladas en ellos, o que se han establecido allí expresamente como materias a ser reguladas por el Reglamento interno de cada Programa.

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

- Art. 4 El objetivo principal del Programa de Magíster es entregar a los estudiantes una formación avanzada en el área de la física, con especialización en alguna de las áreas de investigación, y que los capacite para obtener:
- Conocimiento avanzado de la física general (clásica y cuántica)
 - Capacidad para realizar investigación, a través del trabajo de tesis y de cursos avanzado pertinentes.
- Art. 5 Este Programa es ofrecido por el Departamento de Física UTFSM en dos áreas de especialización:
- Materia condensada,
 - Partículas y campos
- Art. 6 El graduado de Magíster en Ciencias mención Física será capaz de:
- Aplicar los conocimientos y metodología de investigación científica adquiridos, a problemas de innovación tecnológica.
 - Proseguir con una base sólida hacia una etapa de formación superior como investigadores científicos independientes (Programa de Doctorado).
- Art. 7 El Programa está diseñado para una duración de 4 semestres en jornada completa. El Programa tendrá una duración máxima de 6 semestres para un estudiante con dedicación completa ó 10 semestres para un estudiante con dedicación parcial. La duración mínima será de 2 semestres. El estudiante deberá tener una permanencia activa mínima en el Programa equivalente a 60 SCT en la Institución (1 año) en régimen de jornada completa (o equivalente en jornada parcial).

TÍTULO II

DE LA ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA

- Art. 8 La tuición del Magíster en Ciencias mención Física corresponde al Departamento de Física de la Universidad Técnica Federico Santa María.
- Art. 9 El Programa deberá constituir un Comité de Programa, el cual estará integrado por un Director y al menos tres académicos adicionales pertenecientes al Programa. Uno de ellos es el Coordinador de Investigación y Postgrado ante la Dirección General de Investigación y Postgrado. El Director presidirá el Comité y será la autoridad ejecutiva del Programa. El Director y los restantes miembros del Comité de Programa son designados por el Consejo del Departamento a proposición del Director de Departamento, de entre los miembros del Cuerpo de Directores de Tesis del Programa (CDTP). El Comité de Programa se encuentra en el Anexo N° 1
- Art. 10 Le corresponde al Comité de Programa, además de las funciones establecidas en el Art. 16 del Reglamento General N° 47 de los Estudios de Postgrado:
- a) Actualizar periódicamente el cuerpo de profesores y directores de tesis, de acuerdo a los criterios establecidos en los Arts. 11 a 13, sin perjuicio de las atribuciones del Consejo del Departamento de Física.
 - b) Seleccionar a los postulantes o candidatos al grado de Magister.
 - c) Aprobar los programas de estudios y de homologaciones y/o convalidaciones correspondientes a cada postulante o candidato.
 - d) Aplicar los mecanismos de evaluación del Programa establecidos.
 - e) Participar en las actualizaciones de los planes de desarrollo del Departamento de Física.
 - f) Exponer ante el cuerpo académico del Programa situaciones de conflicto académico o disciplinario que se presentaren, para una adecuada resolución.

Art. 11 El Comité de Programa se reúne al menos una vez al semestre. Las decisiones serán adoptadas por la opinión favorable de la mayoría absoluta del Comité de Programa, reflejadas en un Acta de la sesión. En caso de ausencia del Director, éste nombra a un miembro del Comité de Programa como subrogante.

TÍTULO III

DE LOS PROFESORES DEL PROGRAMA

Art. 12 Podrán ser partícipes del Programa de Magíster en Ciencias mención Física, los profesores de las dos más altas jerarquías académicas de la Institución, o profesores que posean un grado académico de doctor y que posean una reconocida productividad en el ámbito de su competencia. Entre ellos se distingue el Claustro de Profesores o Cuerpo de Directores de Tesis del Programa, Profesores Visitantes y los Profesores Colaboradores.

Art. 13 El Cuerpo de Directores de Tesis del Programa (CDTP) lo integrarán preferentemente académicos de jornada completa participantes en el Programa, preferentemente pertenecientes a las dos más altas jerarquías académicas de la Universidad. Sus integrantes deben poseer grado de doctor y tener una productividad de al menos de 5 artículos en revistas indexadas (ISI), en promedio, en los últimos 5 años y ser investigador o co-investigador en un proyecto externo.

Las Tesis también podrán ser guiadas por académicos externos, investigadores externos o asociados, cuyos méritos sean comparables a los miembros del CDTP. En estos casos, el Comité de Programa debe designar a un profesor miembro del CDTP como co-director de la Tesis.

La nómina de los Profesores del Programa se encuentra en el Anexo N°2.

TÍTULO IV

DE LA ADMISIÓN AL PROGRAMA

- Art. 14 Para pertenecer al Programa de Magíster, los estudiantes deberán ser aceptados por el Comité de Programa. El requisito básico para ser admitido es estar en posesión del grado de Licenciado en Física o disciplinas afines, o de un título o grado cuyo nivel, contenido y duración de estudios, sean equivalentes a los necesarios para obtener el grado de Licenciado correspondiente.
- Art. 15 El postulante deberá presentar los antecedentes solicitados por la Dirección de Postgrado, debidamente certificados, dentro de los plazos previstos y de acuerdo con el o los formularios de postulación respectivos.
- Inicialmente los antecedentes serán presentados o enviados por el postulante a la Dirección de Postgrado de la Universidad, la cual verificará el cumplimiento de los requisitos de admisión y, en caso de conformidad, los remitirá al Comité de Programa para su análisis académico y proceso selectivo. La decisión final será adoptada y remitida al estudiante por parte de la Dirección de Postgrado.
- Art. 16 El Comité de Programa evaluará los antecedentes presentados por el postulante y podrá, si lo estima conveniente, solicitar antecedentes adicionales, una entrevista o un examen de admisión. En vista de esta evaluación el Comité de Programa decidirá aceptar o rechazar la solicitud de admisión, pudiendo condicionar la aceptación a la aprobación, por parte del postulante, de uno o más cursos de nivelación. El Comité de Programa deberá velar por un adecuado equilibrio entre el número de estudiantes aceptados y el total de recursos disponibles.
- Art. 17 Un postulante aceptado podrá solicitar la homologación y/o convalidación de hasta el 50% de los créditos de asignaturas a nivel de postgrado cursadas en otros Programas o Instituciones.

TÍTULO V

DEL PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA

Art. 18 El Plan de Estudios del Programa de Magíster consta de 120 créditos SCT, el cual contempla un Programa de Estudios que contiene como mínimo 6 asignaturas de nivel avanzado equivalentes a 60 créditos SCT, y una actividad de graduación consistente en el desarrollo una Tesis de grado equivalente a 60 créditos SCT. El Programa de Magíster concluye con un Examen de grado (defensa oral de la Tesis), una vez aprobado el escrito de la Tesis.

El Plan de Estudios del Programa se especifica en el Anexo N°3.

Art. 19 Todas las asignaturas del Programa de Estudios son evaluadas con nota 0 a 100, siendo 70 la nota mínima de aprobación. Se aceptará como máximo una sola reprobación durante el Programa de Estudios.

TÍTULO VI

DE LA TESIS Y EL EXAMEN DE GRADO

- Art. 20 Después de aprobar los cuatro cursos obligatorios, el estudiante deberá inscribir su tema de Tesis con el patrocinio de un profesor que pertenezca al CDTP que actuará como Director de Tesis.
- Art. 21 La Tesis de Magíster consistirá en un trabajo personal de investigación en la línea de especialidad del estudiante; deberá conformar un cuerpo escrito novedoso y significativo de conocimientos y ser presentado con la formalidad establecida por la Dirección de Postgrado.
- Art. 22 Para presentar el escrito de la Tesis, es requisito que el estudiante tenga presentada una publicación en una conferencia internacional (Proceedings ISI), o haya enviado un trabajo a una revista indexada (ISI, SCOPUS, entre otros), con los resultados de su trabajo de investigación.
- Art. 23 La revisión del trabajo escrito de Tesis y evaluación del Examen de Grado será efectuada por un Comité de Tesis, integrado al menos por:
- Un profesor del CDTP nominado por el Comité de Programa
El Director de Tesis
Un académico externo a UTFSM, experto en el área, nominado por el Comité de Coordinación y Desarrollo de Investigación y Postgrado a proposición del Comité de Programa.
- Art. 24 El Examen de Grado será público y consistirá en una presentación y defensa oral de la Tesis. El Comité de Tesis calificará en conjunto el trabajo de Tesis y su defensa oral.

TÍTULO VII
DEL GRADO ACADÉMICO

Art. 25 Una vez cumplidas por parte del estudiante todas las exigencias de Graduación, la Universidad otorgará el grado académico de Magíster en Ciencias Mención Física.

TÍTULO VIII
DE LA RESPONSABILIDAD DEL PRESENTE REGLAMENTO

Art. 26 La responsabilidad de la aplicación de las disposiciones contenidas en el presente reglamento al interior del Programa, será del Director del Programa.

ANEXO 1

Integrantes del Comité de Programa (2013)

Los miembros del Comité de Programa son:

Mónica Pacheco,
Sergey Kovalenko,
Luis Rosales,
Jorge Valdés

La Directora del Programa y Coordinadora de Investigación y Postgrado del Departamento de Física es la Sra. Mónica Pacheco Doll.

La Secretaria del Programa es María Loreto Vergara Aimone.

ANEXO N° 2

Cuerpo de Profesores del Programa

NOMBRE	GRADO, INSTITUCION OTORGANTE, AÑO	LINEA DE ESPECIALIDAD	DIRECTOR DE TESIS
PROFESORES DE PLANTA			
Carlos Contreras	Dr. Rer Nat. U. Hamburg, RFA (1995)	Física teórica de campos y partículas	
Gorazd Cvetič	PhD. Cornell University, USA. (1987)	Física teórica de campos y partículas	X
Claudio Dib	PhD. Stanford University, USA. (1989)	Física teórica de campos y partículas	X
Carlos García	Dr. Eur. Universidad del País Vasco, España (2007)	Física teórica de Materia Condensada	X
Patricio Häberle	Ph.D. University .of Pennsylvania, USA. (1989)	Física Experimental de Materia Condensada	X
Sergey Kovalenko	PhD. JINR Dubna, Rusia (1998)	Física teórica de campos y partículas	X
Pedro Landeros S.	Dr. Fis. USACH, Chile (2007)	Física teórica de Materia Condensada	X
Sebastián Mendizabal	Dr.Rer.Nat, Hamburg Universität, Alemania (2010)	Física Teórica de Campos y Partículas	X
Pedro Orellana	Dr, en Cs Exactas, mención Física, PUC, Chile (1991)	Física Teórica de la Materia Condensada	X
Mónica Pacheco	Dr. Fis. PUC, Chile (1992)	Física Teórica Materia Condensada	X
Maximiliano Rivera	Dr.Fis. PUC, (2008) Chile	Física teórica de campos y partículas	X
Roberto Rojas	Dr, Fis PUC, Chile	Física teórica de Materia Condensada	
Luis Rosales A.	Dr. Fis. UTFSM, Chile (2008)	Física teórica de Materia Condensada	X
Iván Schmidt	Ph.D. Stanford U., U.S.A. (1977)	Física teórica de campos y partículas	X
Jorge Valdés	Dr. Fis. I. Balseiro, U. Nacional de Cuyo,	Física Experimental de	X

	Argentina (1993)	la Materia Condensada	
Patricio Vargas	Dr. Rer. Nat. M.P. Inst. Stuttgart, RFA (1986)	Física Teórica de la materia condensada	X
Alfonso Zerwekh	Dr. Fis Universidad Estadual Paulista, Brasil (2000)	Física teórica de campos y partículas	X
INVESTIGADORES			
William Brooks	Ph.D. Duke U., USA (1988)	Física experimental de campos y partículas	X
Oscar Castillo	Dr. Fis. UTFSM, Chile (2012)	Física Teórica de Campos y Partículas	
Antonio Cárcamo	PhD. Scuola Normale Superiore of Pisa, Italia (2010)	Física Teórica de Campos y Partículas	
Valeria Del Campo S.	Dr. Fis. PUC, Chile (2009)	Física Experimental de la Materia Condensada	
Juan Manuel Florez	Dr. Fis UTFSM, Chile (2010)	Física Teórica de la materia condensada	X
Patricio Gaete	Dr. Cs. Fis. CBPF, Brasil (1992)	Física teórica de campos y partículas	X
Hayk Hakobyan	PHD. Yerevan State University, Armenia (2008)	Física Experimental de Campos y partículas	X
Juan Carlos Helo	Dr. Fis. UTFSM, Chile (2010)	Física Teórica de Campos y Partículas	X
Ricardo Henríquez C.	Dr. Fis. U. de Chile (2010)	Física Experimental de la Materia Condensada	X
Boris Kopeliovich	Ph.D. Petersburg Nucl. Phys. Inst., USSR (1987)	Física teórica de campos y partículas	X
Eugene Levin	Ph.D. Petersburg Nucl. Phys. Inst., USSR	Física teórica de campos y partículas	X
Irina Potashnikova	Ph.D. JINR Dubna, USSR	Física teórica de campos y partículas	X
Amir Rezaeian	Ph.D. The University of. Manchester, UK	Física teórica de campos y partículas	X

Marat Siddikov	Dr.Rer.Nat. Ruhr Universität Bochum, Germany (2008).	Física Teórica de Campos y Partículas	X
Eric Suárez M.	Dr. Fis. UTFSM, Chile (2012)	Física teórica de Materia Condensada	X

ANEXO N° 3

MALLA CURRICULAR
PROGRAMA MAGISTER EN CIENCIAS, MENCIÓN FÍSICA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

PRIMER SEMESTRE	SEGUNDO SEMESTRE	TERCER SEMESTRE	CUARTO SEMESTRE
ASIGNATURA OBLIGATORIA	ASIGNATURA OBLIGATORIA	TESIS I	TESIS II
ASIGNATURA OBLIGATORIA	ASIGNATURA OBLIGATORIA	TESIS I	TESIS II
ELECTIVO AVANZADO	ELECTIVO AVANZADO		

Plan de Estudios del Programa

El Plan de Estudios de Magíster consta de 120 créditos SCT, distribuidos de la siguiente manera:

1. Cuatro cursos obligatorios:

Mecánica clásica	(10 SCT)
Electrodinámica	(10 SCT)
Mecánica estadística	(10 SCT)
Mecánica cuántica I	(10 SCT)

2. Dos cursos electivos avanzados (10 SCT c/u). Estos son elegidos por el estudiante dependiendo de su interés.

3. Un trabajo de tesis (60 SCT)

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:

MECANICA CLASICA (FIS310)
ELECTRODINAMICA (FIS320)
MECANICA ESTADISTICA (FIS330)
MECANICA CUANTICA I (FIS340)

ELECTIVOS AVANZADOS

MECANICA CUANTICA II (FIS341)
FISICA EXPERIMENTAL (FIS300/800)

LABORATORIO DE FISICA AVANZADA (FIS350)
METODOS MATEMATICOS DE LA FISICA (FIS380)


INTRODUCCION A LA FISICA DE ALTA ENERGIA (FIS360)
TEORIA DE GRUPOS Y SUS APLICACIONES EN FISICA (FIS383)
FISICA DE PARTICULAS I (FIS460)
FISICA DE PARTICULAS II (FIS461)
TEORIA CUANTICA DE CAMPOS I (FIS470)
TEORIA CUANTICA DE CAMPOS II (FIS471)

FISICA DE SOLIDOS I (FIS450)
FISICA DE SOLIDOS II (FIS451)
TEORIA CUANTICA DE MUCHAS PARTICULAS I (FIS430)
TEORIA CUANTICA DE MUCHAS PARTICULAS II (FIS431)
TOPICOS DE FISICA DE NANO - MATERIALES I (FIS455)
TOPICOS DE FISICA NANO - MATERIALES II (FIS456)
SISTEMAS ELECTRONICOS DE BAJA DIMENSIONALIDAD (FIS454)

TOPICOS ESPECIALES DE FISICA AVANZADA I (FIS390)
TOPICOS ESPECIALES DE FISICA AVANZADA II (FIS391)

ANEXO N° 4
Programas de Asignaturas

1. Asignaturas de Formación General (Obligatorias)

	Programa de Magister <i>Departamento de Física, UTFSM</i>	
---	---	--

ASIGNATURA: MECANICA CLASICA	SIGLA UTFSM FIS 310	SIGLA PUCV: FIS 810
Prerrequisitos:		Créditos SCT: 10
Horas Semanales Cátedra: 4	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:

OBJETIVOS:

CONTENIDOS:

1. Ecuaciones de Movimiento
 - 1.1. Coordenadas generalizadas
 - 1.2. El principio variacional; ecuaciones de Euler-Lagrange
 - 1.3. Principio de Galileo
 - 1.4. Aplicaciones
2. Teoremas de Conservación
 - 2.1 Teorema de Noether
 - 2.2. Aplicaciones del teorema de Noether
3. Integración de las Ecuaciones de Movimiento
 - 3.1. Movimiento lineal
 - 3.2. Determinación de la energía potencial en función del período
 - 3.3. Masa reducida
 - 3.4. Movimiento en un campo central
 - 3.5. Clasificación de órbitas
 - 3.6. Teorema del virial
 - 3.7. Ecuaciones diferenciales de órbitas y potenciales integrables
 - 3.8. El problema de Kepler
 - 3.9. Difusión en campo central
4. Scattering de Partículas
 - 4.1. Desintegración de partículas
 - 4.2. Choques elásticos
 - 4.3. Scattering de partículas
 - 4.4. Scattering de Rutherford
5. Oscilaciones Pequeñas
 - 5.1. Oscilaciones lineales libres
 - 5.2. Oscilaciones forzadas
 - 5.3. Oscilaciones con varios grados de libertad
 - 5.4. Oscilaciones amortiguadas
 - 5.5. Oscilaciones forzadas con roce

5.6. Oscilaciones anarmónicas
5.7. Resonancia en sistemas no-lineales
6. Sólidos Rígidos
6.1. Velocidad angular
6.2. Tensor de inercia
6.3. Momentum angular de un sólido
6.4. Ángulos de Euler
6.5. Ecuaciones de Euler
6.6. El trompo
6.7. Movimiento en un sistema no-inercial
7. Dinámica Hamiltoniana
7.1. Ecuaciones de Hamilton y transformada de Legendre
7.2. Paréntesis de Poisson
7.3. Transformaciones canónicas
7.4. Teorema de Liouville
7.5. Ecuaciones de Hamilton-Jacobi
7.6. Principio de mínima acción
8. Sistemas Hamiltonianos con vínculos
8.1. Teoría de Dirac de sistema con vínculos
8.2. Vínculos de primera clase y generadores de simetrías
8.3. Vínculos de segunda clase y paréntesis de Dirac
8.4. Ejemplo de la Electrodinámica

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Pruebas, examen y tareas

INDICACIONES PARTICULARES: Las unidades 1-7 son el contenido obligatorio.

BIBLIOGRAFÍA:

OBLIGATORIA


- L.D. Landau and E. M. Lifshitz, *Mechanics*.
- H. Goldstein, *Classical Mechanics*.
- A.L. Fetter and J.D. Walecka, *Theoretical Mechanics of Particle and Continua* (McGraw-Hill, 1980).

COMPLEMENTARIA

- Arnold, *Mathematical Methods of Classical Mechanics* (Springer 2nd edition 1997)
- J.V. José and E.J. Saletan, *Classical Dynamics: A Contemporary Approach* (Cambridge University Press, 1998)
- R. Abraham and J. Marsden, *Foundation of Mechanics*.
- M. Henneaux, C. Teitelboim, *Quantization of Gauge Systems* (Princeton University Press, 1992).

ELABORADO		OBSERVACIONES:
APROBADO		
FECHA		
ACTUALIZADO	Comité de Doctorado conjunto	OBSERVACIONES:
APROBADO	UTFSM/PUCV 2013	

FECHA	Noviembre de 2013	
--------------	-------------------	--

	Programa de Magister <i>Departamento de Física, UTFSM</i>	
---	---	--

ASIGNATURA: ELECTRODINÁMICA		SIGLA FIS 320	
Prerrequisitos:			Créditos SCT: 10
Horas Semanales Cátedra: 4	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:	

OBJETIVOS:

<p>CONTENIDOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Electrostática <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Ley de Coulomb 1.2. Ley de Gauss 1.3. Potencial escalar 2. Problemas de condiciones de borde en electroestática <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Método de las imágenes 2.2. Esfera conductora en un campo eléctrico uniforme 2.3. Funciones ortogonales 2.4. Ecuación de Laplace en coordenadas esféricas 2.5. Teorema de Green 2.6. Condiciones de contorno mediante de funciones de Green 2.7. Condiciones de frontera de Neumann y Dirichlet 3. Electroestática en dieléctricos <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Desarrollo multipolar 3.2. Polarización 3.3. Ley de Gauss en dieléctricos 3.4. Problemas de condiciones de borde en dieléctricos 3.5. Energía electroestática en dieléctricos 4. Magnetoestática <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Ley de Biot-Savart 4.2. Ley de Ampère 4.3. Potencial vector 4.4. Ecuaciones macroscópicas 4.5. Condiciones de borde 5. Ecuaciones de Maxwell <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Ley de inducción de Faraday 5.2. Energía en el campo magnético 5.3. Ecuaciones de Maxwell 5.4. Transformaciones de Gauge 5.5. Teorema de Poynting 6. Ondas electromagnéticas <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Ondas planas 6.2. Polarización lineal y circular
--

6.3. Reflección y refracción
6.4. Ondas en medios conductores
7. Guías de ondas y cavidades resonantes
7.1. Cavidades cilíndricas y guías de onda
7.2. Modos en una guía de onda rectangular
7.3. Cavidades resonantes
8. Radiación
8.1. Campos y radiación de una fuente localizada
8.2. Dipolo eléctrico oscilatorio
8.3. Dipolo magnético y campos cuadrupolares
8.4. Potenciales de Liénard-Wiechert
8.5. Fórmula de Larmor
9. Relatividad especial
9.1. Postulados de la relatividad especial, transformaciones de Lorentz
9.2. Suma de velocidades
9.3. Precesión de Thomas
9.4. 4-vectores y tensores
9.5. Formulación covariante de la electrodinámica
9.6. Momentum y energía de una partícula

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Pruebas, examen y tareas

INDICACIONES PARTICULARES: Las unidades 1-6 son el contenido obligatorio.

BIBLIOGRAFÍA:


OBLIGATORIA

- J.D. Jackson, *Classical Electrodynamics* (John Wiley).
- L. Landau and E. Lifshitz, *The Classical Theory of Fields* (Addison–Wesley).

COMPLEMENTARIA

- A.O. Barut, *Electrodynamics and Classical Theory of Fields and Particles* (Dover Publications).

ELABORADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:
ACTUALIZADO APROBADO FECHA	Comité de doctorado Conjunto UTFSM/PUCV Noviembre de 2013	OBSERVACIONES:

	Programa de Magister <i>Departamento de Física, UTFSM</i>	
---	---	--

ASIGNATURA: MECÁNICA ESTADÍSTICA		SIGLA UTFSM: FIS 330	
Prerrequisitos:			Créditos SCT: 10
Horas Semanales Cátedra: 4	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:	

OBJETIVOS:

CONTENIDOS:

1. Descripción estadística de los sistemas de partículas
 - 1.1 Conceptos básicos de probabilidad
 - 1.2 Especificación del estado de un sistema
 - 1.3 Conjuntos estadísticos, ensemble
 - 1.4 Postulados estadísticos
 - 1.5 Estados accesibles a un sistema, hipótesis ergódica
 - 1.6 Cálculo de probabilidades
 - 1.7 Número de estados accesibles a un estado macroscópico
 - 1.8 Ligaduras, equilibrio e irreversibilidad
 - 1.9 Interacción entre sistemas
2. Distribución canónica y aplicaciones
 - 2.1 La aproximación clásica
 - 2.2 Distribución de velocidades de Maxwell
 - 2.3 Discusión sobre la distribución de Maxwell
 - 2.4 Efusión y haces moleculares
 - 2.5 Teorema de equipartición
 - 2.6 Calor específico de sólidos
 - 2.7 Paramagnetismo
 - 2.8 Gas Ideal
3. Interacción termodinámica general
 - 3.1 Dependencia del número de estados con los parámetros externos
 - 3.2 Relaciones generales válida en el equilibrio
 - 3.3 Aplicaciones a un gas ideal
 - 3.4 Postulados básicos de la termodinámica estadística
 - 3.5 Equilibrio entre fases
4. Formulación alternativa y transformaciones de Legendre
 - 4.1 El principio de mínima energía

- 4.2 Transformaciones de Legendre
- 4.3 Potenciales termodinámicos
- 4.4 Funciones generalizadas de Massieu
- 5. Estadística cuántica
 - 5.1 Teoría cuántica de partículas idénticas, relación simetría-spin, Principio de Pauli
 - 5.2 Definición de Bosones y Fermiones
 - 5.3 Conjuntos estadísticos cuánticos
 - 5.4 Estadística de Fermi, gas libre de electrones
 - 5.5 Estadística de Bose, radiación de cuerpo negro, fonones
- 6. Sistemas de Fermi y Bose: Aplicaciones
 - 6.1 Diamagnetismo de Landau
 - 6.2 Efecto de Hall cuántico
 - 6.3 Paramagnetismo de Pauli
 - 6.4 Propiedades magnéticas de gases imperfectos
 - 6.5 Condensación de Bose-Einstein
 - 6.6 Gas de Bose imperfecto
- 7. Transiciones de Fase y Fenómenos Críticos
 - 7.1 Transiciones de primer y segundo orden
 - 7.3 Parámetro de orden
 - 7.4 Funciones de correlación
 - 7.5 Exponentes críticos
 - 7.6 Invariancia bajo reescalamiento
 - 7.7 Excitaciones de Goldstone
 - 7.8 Dimensionalidad del sistema

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Exámenes y tareas

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:


OBLIGATORIA

- E. Reif, *Fundamentos de la Física Estadística y Térmica* (Castillo, Madrid, 1968).
- K. Huang, *Statistical Mechanics* (John Wiley, New York, 1963).
- D.Chandler, *Introduction to modern statistical mechanics* (Oxford 1987).

COMPLEMENTARIA

- L. Landau and E. Lifshitz, *Física Estadística* (Reverté 1969).
- R. Eisberg, *Física Estadística* (Berkeley Physics Course, Reverté 1969).
- L.E. Reichl, *A Modern Course in Statistical Physics* (N. of Texas Press).

ELABORADO	Comité de Doctorado Conjunto	OBSERVACIONES:
APROBADO	UTFSM/PUCV	
FECHA	Noviembre 2013	

	Programa de Magister <i>Departamento de Física, UTFSM</i>	
---	---	--

ASIGNATURA: MECÁNICA CUÁNTICA I	SIGLA UTFSM: FIS 340	
Prerrequisitos:		Créditos SCT: 10
Horas Semanales Cátedra: 4	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:

OBJETIVOS:

CONTENIDOS:

1. Introducción a las ideas fundamentales de la mecánica cuántica
 - 1.1 Descripción cuántica de una partícula, paquete de onda
 - 1.2 Partículas en potenciales independientes del tiempo
2. Herramientas matemáticas de la mecánica cuántica
 - 2.1 Función de onda de una partícula
 - 2.2 Notación de Dirac y espacio de estados
 - 2.3 Representación en el espacio de estados, variables discreta y continua
 - 2.4 Ecuación de autovalores. Observables.
 - 2.5 Representación de coordenadas y momentum
 - 2.6 Producto tensorial de espacio de estados
3. Interpretación Física
 - 3.1 Los postulados de la mecánica cuántica
 - 3.2 Procesos de medición
 - 3.3 Observables compatibles y no compatibles
 - 3.4 Matriz densidad
 - 3.5 Relaciones de incerteza
4. Dinámica de Sistemas cuánticos
 - 4.1 Evolución de un estado (Cuadro de Schroedinger)
 - 4.2 Operador de evolución

- 4.3 Evolución de los observables (Cuadro de Heisenberg)
- 4.4 Cuadro de Interacción (Cuadro de Dirac)
- 4.5 Ecuaciones de movimiento cuánticas
- 4.6 Principio de Correspondencia
- 4.7 Cuadro de Heisenberg y Paréntesis de Poisson
- 5. Spin $\frac{1}{2}$ y sistemas de dos niveles
 - 5.1 Partículas de spin $\frac{1}{2}$, cuantización del momentum angular
 - 5.2 Ilustración de los postulados en el caso de spin $\frac{1}{2}$
 - 5.3 Estudio general de un sistema de dos niveles
 - 5.4 Partículas idénticas: fermiones y bosones
- 6. El oscilador Armónico
 - 6.1 Autovalores del Hamiltoniano
 - 6.2 Autoestados del Hamiltoniano
 - 6.3 Polinomios de Hermite
 - 6.4 El problema de Landau
 - 6.5 Efecto Aharonov-Bohm
 - 6.6 Efecto Hall cuántico entero
- 7. Momentum angular
 - 7.1 Álgebra del momentum angular
 - 7.2 Rotaciones y momentum angular
 - 7.3 Espectro del operador de momentum angular
 - 7.4 Suma de momentos angulares
 - 7.5 Aplicaciones
- 8. Partículas en un potencial central
 - 8.1 Estados estacionarios de una partícula en un potencial central
 - 8.2 Movimiento del centro de masa y movimiento relativo para un sistema de dos partículas interactuantes
 - 8.3 El átomo de Hidrogeno.
 - 8.4 El átomo de Hidrogeno en un campo magnético uniforme. Paramagnetismo, diamagnetismo. El efecto Zeeman.
- 9. Introducción a la teoría de Perturbaciones
 - 9.1 Independiente del tiempo.
 - 9.2 Teoría de perturbaciones no degenerada.
 - 9.3 Teoría de perturbaciones degenerada.
 - 9.4 Dependiente del tiempo.
 - 9.5 Probabilidad de transición.
 - 9.6 Probabilidad de transición para perturbación constante (regla de oro de Fermi).
 - 9.7 Probabilidad de transición para perturbación Armónica

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Exámenes y tareas

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:**OBLIGATORIA**


- Cohen-Tannoudji, *Quantum Mechanics*, Vol. I-II
- A. Messiah, *Quantum Mechanics*, Vol. I–II (J. Wiley).
- J.J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics* (Addison–Wesley).

COMPLEMENTARIA

- G. Baym, *Lectures on Quantum Mechanics* (Benjamin/Cummings).
- Galindo y Pascual, *Quantum Mechanics*.
- N. Zettili, *Quantum Mechanics: Concepts and Applications* (John-Wiley, 2009).

ELABORADO APROBADO	Comité de Doctorado Conjunto UTFSM/PUCV	OBSERVACIONES:
FECHA	Noviembre de 2013	

2. Asignaturas Electivas Avanzadas

	Programa de Magister <i>Departamento de Física, UTFSM</i>	
--	---	--

ASIGNATURA: MECÁNICA CUÁNTICA II		SIGLA UTFSM: FIS 341	
Prerrequisitos:			Créditos SCT: 10
Horas Semanales Cátedra: 4	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:	
OBJETIVOS:			

1. Revisión

- 1.1 Estado cuántico, observables y sus representaciones
- 1.2 Postulados de mecánica cuántica
- 1.3 Autoestados de energía
- 1.4 Partícula en un potencial central

2. Teoría Cuántica de Scattering

- 2.1 Estados estacionarios de Scattering
- 2.2 Amplitud y Sección eficaz de scattering
- 2.3 Scattering por un potencial central
- 2.4 Aproximación de Born
- 2.4 Método de ondas parciales
- 2.5 Teorema óptico
- 2.6 Caso coulombiano, Formula de Rutherford

3. Spin de electrón

- 3.1 Introducción al spin del electrón

- 3.2 Propiedades especiales del momento angular $\frac{1}{2}$
 - 3.3 Descripción no relativista de una partícula de spin $\frac{1}{2}$
 - 3.4 Resonancia de spin
 - 4. Suma de momentos angulares
 - 4.1 Suma de momentos angulares de dos spines $\frac{1}{2}$
 - 4.2 Coeficientes de Clebsch-Gordan
 - 4.3 Teorema de Wigner-Eckart
 - 4.4 Suma de dos momentos angulares. Método General
 - 5. Radiación
 - 5.1 Interacción de radiación con la materia
 - 5.2 Absorción de luz
 - 5.3 Cuantización del campo de radiación
 - 5.4 Coeficientes A y B de Einstein
 - 5.5 Emisión espontánea
 - 5.6 Transiciones dipolares eléctricas
 - 5.7 Transiciones dipolares magnéticas
 - 5.8 Scattering de luz
 - 5.9 Scattering de Raman
 - 6. Partículas Idénticas y el Spin
 - 6.1 Simetría y antisimetría de la función de onda
 - 6.2 Partículas indistinguibles
 - 6.3 El principio de Exclusión
 - 6.4 Scattering de partículas idénticas
 - 6.5 Gases ideales cuánticos
 - 6.6 Condensados de Bose-Einstein
 - 7. Segunda cuantización
 - 7.1 Operadores de creación y aniquilación
 - 7.2 Operadores de campo
 - 7.3 Función correlación de pares
 - 7.4 Hamiltoniano del gas de electrones
 - 7.5 Aproximación de Hartree-Fock
 - 7.6 Interacción spin-órbita
 - 7.7 Efecto Zeeman
 - 7.8 La molécula de hidrógeno
 - 7.9 Integral de exchange
 - 8. Partículas relativísticas
 - 8.1 Energías negativas y antipartículas
 - 8.2 Ecuación de Klein-Gordon
 - 8.3 Ecuación de Dirac
 - 8.4 El spin $\frac{1}{2}$ del electrón
 - 8.5 Límite no-relativista
 - 8.6 La interacción spin-órbita
 - 8.7 Estructura hiperfina
 - 8.8 El Lamb shift
 - 8.9 El espacio vacío de Dirac
 - 8.10 El problema de muchos cuerpos
-

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Exámenes y tareas

INDICACIONES PARTICULARES: Las unidades 2, 5 y 7 son el contenido obligatorio.

BIBLIOGRAFÍA:

OBLIGATORIA

- Cohen-Tannoudji, *Quantum Mechanics* Vol. II (John Wiley, 1977).
- A. Messiah, *Quantum Mechanics*, Vol. I-II (John Wiley).
- J.J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics* (Addison-Wesley).

COMPLEMENTARIA

- Galindo y Pascual, *Quantum Mechanics*.
- K. Gottfried, T-M Yan, *Quantum Mechanics: Fundamentals* (2nd Ed, Springer 2003).
- G. Baym, *Lectures on Quantum Mechanics* (W.A. Benjamin Inc, 1969).
- N. Zettili, *Quantum Mechanics: Concepts and Applications* (John-Wiley, 2009).

ELABORADO

Comité de Doctorado Conjunto
UTFSM/PUCV
Noviembre de 2013

OBSERVACIONES:

APROBADO



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DE ALTA ENERGÍA			FIS360
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
MECÁNICA CUÁNTICA I (FIS340)			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

Conocer la física de partículas subatómicas y elementales, enfatizando los aspectos fenomenológicos y aplicados de las teorías modernas de las interacciones electrodébiles y fuertes.

METODOLOGIA:

Clases expositivas, tareas y problemas asignados.

CONTENIDOS:

1. Conceptos Básicos.
2. Métodos experimentales.
3. Leyes de Conservación y Principios de Invariancia.
4. Interacciones Débiles. Teoría de Fermi.
5. Interacciones Electromagnéticas.
6. Interacciones Fuertes.
7. Aplicaciones de Teorías de Gauge.

BIBLIOGRAFIA:

- D. Perkins: /Introduction to High Energy Physics /(Addison–Wesley).
- D. Griffiths: /Introduction to Elementary Particles (Wiley)./
- W. Cottingham and D. Greenwood: /An introduction to the Standard Model of Particle Physics /(Cambridge)
- I.J. Aitchison and A. Hey: /Gauge Theories in Particle Physics /(McGraw–Hill).

Elaborado :	C. Dib / S. Kovalenko / G. Cvetic	Observaciones:
Aprobado :	Depto. Física	Última actualización: junio, 2010



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA:		SIGLA UTFSM:
MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA		FIS380
Prerrequisitos:		Créditos SCT:
Cursos obligatorios		
Horas Semanales Cátedra:	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:
4		

OBJETIVOS: Aprendizaje de los conceptos y métodos matemáticos de la física.

CONTENIDOS:

- Tensores cartesianos
- Geometría Riemanniana
- Nociones de relatividad general
- Teoría de grupos
- Grupos infinitos

METODOLOGÍA DE TRABAJO: Clases expositivas, tareas y problemas asignados.

SISTEMA DE EVALUACIÓN: EXAMEN escrito

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:

- L.D. Landau, E.M. Lifshitz: *The Clasical Theory of Fields*, (Butterworth Heinemann).
- H. Georgi: *Lie Algebras in Particle Physics* (Westview).
- J.F. Cornwell: *Group Theory in Physics. An Introduction* (Academic Press).
- Wu-Ki Tung: *Group Theory in Physics* (World Scientific)

ELABORADO APROBADO FECHA	S. Kovalenko	OBSERVACIONES: Última actualización: Abril 2013
---	--------------	---

ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:
---	--	-----------------------



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA:		SIGLA UTFSM:
TEORÍA DE GRUPOS Y SUS APLICACIONES EN FÍSICA		FIS383
Prerrequisitos:		Créditos SCT:
Cursos obligatorios, Mecánica Cuántica II (FIS341)		
Horas Semanales Cátedra:	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:
4		

OBJETIVOS: Aprendizaje de los conceptos y métodos de la teoría de grupos y sus aplicaciones en física.

CONTENIDOS:

- Grupos finitos. Grupos de Lie.
- Raíces y pesos.
- Representaciones irreducibles de $SU(N)$.
- El átomo de hidrógeno. El modelo de capas del núcleo.
- Coeficientes de Clebsch.–Gordan.
- Vía Octuple. Modelo de los Quarks.

--

METODOLOGÍA DE TRABAJO: Clases expositivas o tutoría (define profesor), tareas y problemas asignados.
--


SISTEMA DE EVALUACIÓN: EXAMEN escrito u otra forma de evaluación (define profesor).
--

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA: <ul style="list-style-type: none">- H. Georgi: <i>Lie Algebras in Particle Physics</i> (Westview).- J.F. Cornwell: <i>Group Theory in Physics. An Introduction</i> (Academic Press).- Wu-Ki Tung: <i>Group Theory in Physics</i> (World Scientific)- R. Slansky: <i>Group Theory for Unified Model Building</i>, Physics Reports, 1 (1981) 1-128

ELABORADO APROBADO FECHA	S. Kovalenko	OBSERVACIONES: Última actualización: Abril 2013
---	--------------	---

ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:
---	--	-----------------------

 <div>Universidad Técnica Federico Santa María Escuela de Graduados</div>
--

ASIGNATURA			SIGLA
TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA AVANZADA I			FIS390
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
Haber cursado y aprobado todas las asignaturas obligatorias del programa.			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	---		TRABAJO ESCRITO

OBJETIVOS: Aprendizaje de los temas específicos que conduzcan a la investigación para la tesis de Magíster, y el trabajo de investigación de tesis.
--

METODOLOGIA: Tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación

CONTENIDOS:

Curso avanzado sobre temas conducentes a futuras investigaciones. La modalidad de trabajo y prerrequisitos adicionales serán fijados por el profesor.

BIBLIOGRAFIA:

Elaborado :	G. Cvetic	Observaciones: Última actualización: junio, 2010
Aprobado :	Depto. Física	



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA AVANZADA II			FIS391
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA AVANZADA I			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	TRABAJO ESCRITO

OBJETIVOS: Aprendizaje de los temas específicos que conduzcan a la investigación para la tesis de Magíster, y el trabajo de investigación de tesis.

METODOLOGIA: Tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación

CONTENIDOS:

Curso avanzado sobre temas conducentes a futuras investigaciones. La modalidad de trabajo y prerrequisitos adicionales serán fijados por el profesor.

BIBLIOGRAFIA:

Elaborado :	G. Cvetic	Observaciones: Última actualización: junio, 2010
Aprobado :	Depto. Física	



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA		SIGLA
FISICA DE PARTÍCULAS I		FIS460
PRERREQUISITOS:		CREDITOS
Teoría Cuántica de Campos I (FIS470), II (FIS471)		
Horas Semanales Cátedra:	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:
4		

OBJETIVOS: Aprendizaje de los conceptos y métodos teóricos de la Física de Partículas: Modelo Estándar.

CONTENIDOS:

- Modelo SU(3) de quarks.
- Interacciones débiles: corrientes cargadas y neutras, matriz de CKM.
- Modelo estándar de interacciones electrodébiles; Renormalizabilidad.
- Propiedades de los bosones de gauge.
- Propiedades del bosón de Higgs y su búsqueda experimental.
- Gran Unificación. Decaimiento de proton.
- Problema de jerarquía y Supersimetría.

METODOLOGÍA DE TRABAJO: Clases expositivas, tareas y problemas asignados.

SISTEMA DE EVALUACIÓN: EXAMEN escrito

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:

- T.P. Cheng, L.F. Li: *Gauge Theory of Elementary Particles Physics* (Oxford Univ. Press).
- P. Langacker, *The Standard Model and Beyond*, (CRC Press, Taylor & Francis Group).
- Quang Ho-Kim, Xuan-Yem Pham, *Elementary Particles and Their Interactions*, (Springer).

ELABORADO APROBADO FECHA	C. Dib / S. Kovalenko / G. Cvetic	OBSERVACIONES: Última actualización: Abril 2013
ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA		SIGLA
FISICA DE PARTÍCULAS II		FIS461
PRERREQUISITOS:		CREDITOS
Teoría Cuántica de Campos I (FIS470), II (FIS471); Física de Partículas I (FIS460)		
Horas Semanales Cátedra:	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:
4		

OBJETIVOS: Aprendizaje de los conceptos y métodos teóricos de la Física de Partículas: Cromodinámica Cuántica (QCD).

CONTENIDOS:

- Cromodinámica Cuántica y aplicaciones a núcleos y hadrones.
- Funciones de estructura.
- Modelo de partones.
- Expansión de producto de operadores de Wilson.
- Ecuaciones de evolución (Dokshitzer-Gribov-Lipatov-Altarelli-Parisi)
- Modelos de confinamiento.
- Propiedades de sistemas de quarks pesados.

METODOLOGÍA DE TRABAJO: Clases expositivas, tareas y problemas asignados.

SISTEMA DE EVALUACIÓN: EXAMEN escrito

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:

- T.P. Cheng, L.F. Li: *Gauge Theory of Elementary Particles Physics* (Oxford Univ. Press).
- T. Muta: *Foundation of Quantum Chromodynamics: An Introduction to Perturbative Methods in Gauge Theories* (World Scientific).
- Quang Ho-Kim, Xuan-Yem Pham, *Elementary Particles and Their Interactions*, (Springer).

ELABORADO APROBADO FECHA	C. Dib / S. Kovalenko / G. Cvetic	OBSERVACIONES: Última actualización: Abril 2013
ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS I			FIS470
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
Mecánica Cuántica II, Electrodinámica			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

Al final del curso el estudiante:

- comprenderá la forma en que una teoría de campos relativista cuantizada describe partículas elementales y sus interacciones
- será capaz de utilizar el formalismo para calcular secciones eficaces de scattering y otras propiedades en electrodinámica cuántica

METODOLOGIA: Clases expositivas, tareas y problemas asignados.

CONTENIDOS:

1. Cuantización canónica de campos escalares.
2. Amplitud y sección eficaz de scattering.
3. Diagramas de Feynman.
4. Introducción a la renormalización.
5. Ecuación de Dirac y cuantización de campos fermiónicos.
6. Electrodinámica cuántica. Procesos electrodinámicos elementales.
7. Momento magnético anómalo del electrón. Corrimiento de Lamb.

BIBLIOGRAFIA:

- M. Maggiore, *A Modern Introduction to Quantum Field Theory* (Oxford University Press)
- M. Peskin, D. Schroeder: *An Introduction to Quantum Field Theory* (Addison-Wesley).
- S. Weinberg: *The Quantum Theory of Fields*, Vol I y II (Cambridge).
- .

Elaborado :	O. Espinosa	Observaciones:
Aprobado :	Depto. Física	Última actualización: Julio, 2010



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA		SIGLA
TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS II		FIS471
PRERREQUISITOS:		CREDITOS
Teoría Cuántica de Campos I (FIS470)		
Horas Semanales Cátedra:	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:
4		

OBJETIVOS: Aprendizaje de los conceptos y métodos avanzados de la Teoría Cuántica de Campos.

CONTENIDOS:

- Integral Funcional.
- Teoría de renormalización.
- Grupo de Renormalización.
- Anomalías.
- Cuantización de Teorías de Gauge.
- Métodos de Fadeev–Popov.
- Teorías con ruptura espontánea de la simetría de Gauge y su cuantización.
- Teoría de Campos a temperatura finita.

METODOLOGÍA DE TRABAJO: Clases expositivas, tareas y problemas asignados.

SISTEMA DE EVALUACIÓN: EXAMEN escrito

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:

- M. Peskin, D. Schroeder: *An Introduction to Quantum Field Theory* (Addison.–Wesley).
- S. Weinberg: *The Quantum Theory of Fields*, Vol I y II (Cambridge).
- C. Itzykson, J. Zuber: *Quantum Field Theory* (McGraw.–Hill).
- Le Bellac: *Thermal Field Theory* (Cambridge).

ELABORADO APROBADO	I. Schmidt / C. Dib / S. Kovalenko / G. Cvetic	OBSERVACIONES: Última actualización: Abril 2013
FECHA		
ACTUALIZADO APROBADO		OBSERVACIONES:



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
LABORATORIO DE FÍSICA AVANZADA I			FIS350
PREREQUISITOS			CREDITOS
			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EXAMEN
--	--	4	

OBJETIVOS:

Familiarizar al estudiante mediante trabajos prácticos con algunas técnicas de espectroscopía y caracterización de materiales.

METODOLOGIA:

Se realizan experimentos guiados en tópicos de: física de superficies, espectroscopías ópticas, caracterización y transporte eléctrico, espectroscopía de iones, de acuerdo a un programa especificado por el profesor. La metodología es definir un proyecto a desarrollar durante un semestre con dedicación semanal. Al final del curso se espera un reporte y exposición de resultados ante el profesor de la asignatura y otros profesores del área.

CONTENIDOS: Física de superficies, Microscopía y Nanotecnología, Espectroscopía de iones. Espectroscopía óptica. Transporte eléctrico.

BIBLIOGRAFIA:

Experiments in Modern Physics, second edition, A. C. Melissionos and J. Napolitano.

Elaborado :	P. Häberle	Observaciones: Última actualización: julio, 2010
Aprobado :	Depto. Física	



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
TEORÍA CUÁNTICA DE MUCHAS PARTÍCULAS I			FIS430
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
MECÁNICA CUÁNTICA I			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

Aprendizaje de conceptos y métodos de investigación en la física de sistemas de muchas partículas cuánticas.

METODOLOGIA:

Clases expositivas, tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación.

CONTENIDOS:

1. Segunda Cuantización.
2. Funciones de Green y Teoría de Campos.
3. Sistemas de Fermi.
4. Respuesta lineal y modos colectivos.
5. Sistemas de Bose.

BIBLIOGRAFIA:

- A. Fetter y J. Walecka: *Quantum Theory of Many Particle Systems* (McGraw–Hill).
- J.M. Ziman: *Elements of Advanced Quantum Theory* (Cambridge Univ. Press).

Elaborado :	M. Calvo / G. Cvetic	Observaciones:
Aprobado :	Depto. Física	Última actualización: junio, 2010



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA		SIGLA
TEORÍA CUÁNTICA DE MUCHAS PARTÍCULAS II		FIS431
Prerrequisitos:		Créditos SCT:
Horas Semanales Cátedra:	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:

OBJETIVOS:

CONTENIDOS:

1. Sistemas físicos a temperatura finita.
2. Funciones de Green en tiempo real y respuesta lineal.
3. Transformaciones Canónicas.
4. Electrones y fonones.
5. Superconductividad.
6. Superfluidez

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:

.– E.M. Lifshitz and L.P. Pitaevskii: *Statistical Physics, Landau & Lifshitz Course of Theoretical Physics* Vol. 9.

ELABORADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:
ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
FÍSICA DE SÓLIDOS I			FIS450
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
MECÁNICA CUÁNTICA I			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

Aprendizaje de fenómenos, conceptos y métodos de investigación en la física cuántica de materiales condensadas.

METODOLOGIA:

Clases expositivas, tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación.

CONTENIDOS:

1. Electrones libres en metales
 - 1.1. Modelo de Drude, aciertos y falencias
 - 1.2. Modelo cuántico de un gas de electrones
 - 1.3. Conductividad térmica y eléctrica de un gas de electrones
 - 1.4. Movimiento en un campo magnético, efecto Hall.
2. Enlaces Atómicos
 - 2.1. Enlaces de van der Waals, iónicos, metálicos, covalentes y de hidrógeno
3. Estructura Cristalina
 - 3.1. Elementos de Cristalografía
 - 3.2. Estructuras cristalinas simples
 - 3.3. Red recíproca
 - 3.4. Determinación de Estructuras Cristalinas (Difracción de rayos X)
4. Hamiltoniano de un sólido
 - 4.1. La aproximación adiabática
 - 4.2. La aproximación de Hartree-Fock
5. Electrones en un Potencial Periódico
 - 5.1. Propiedades generales de simetría
 - 5.2. Teorema de Bloch
 - 5.3. Aproximación de electrones casi libres
 - 5.4. Aproximación de Enlace Fuerte

6. Dinámica de átomos en cristales
 - 6.1. El potencial
 - 6.2. La ecuación de movimiento
 - 6.3. Cadena diatómica lineal
 - 6.4. Vibraciones de una red tridimensional
 - 6.5. Fonones
7. Propiedades Térmicas de Redes Cristalinas
 - 7.1. Calor específico (Modelo de Einstein, Modelo de Debye)
 - 7.2. Expansión térmica
 - 7.3. Conductividad Térmica
8. Propiedades Magnéticas de Sólidos
 - 8.1. Diamagnetismo y Paramagnetismo
 - 8.2. Interacción de intercambio, ferro y antiferromagnetismo
 - 8.3. Dominios ferromagnéticos, materiales blandos y duros
9. Semiconductores
 - 9.1. Semiconductores intrínsecos
 - 9.2. Semiconductores dopados, comportamiento extrínseco
 - 9.3. Conductividad de semiconductores
 - 9.4. Heteroestructuras semiconductoras
 - 9.5. Dispositivos semiconductores importantes (Juntura p-n, el transistor)
 - 9.10. Láser semiconductor

BIBLIOGRAFIA:

- Neil Ashcroft y David Mermin, *Solid State Physics*
- Otfried Madelung, *Introduction to solid-state theory*
- H. P. Myers, *Introductory Solid State Physics*
- Charles Kittel, *Introduction to Solid State Physics*
- Harald Ibach y Hans Lüth, *Solid-State Physics*
- Richard Turton, *The Physics of Solids*
- J.R. Hook y H.E. Hall, *Solid State Physics*
- Michael Marder, *Condensed Matter Physics*
- Mircea Rogalski y Stuart Palmer, *Solid State Physics*

Elaborado :	M. Pacheco / Z. Barticevic	Observaciones:
Aprobado :	Depto. Física – D.G.I.P.	Última actualización: junio, 2008



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
FÍSICA DE SÓLIDOS II			FIS451
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
MECÁNICA CUÁNTICA I			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

CONTENIDOS:

1. Gas de N electrones sin interacción
 - 1.1 Estado fundamental
 - 1.2 Estados excitados: pares electrón-hueco
 - 1.3 Electrones libres en un campo eléctrico.
 - 1.4 Electrones libres en un campo magnético
 - 1.5 Diamagnetismo y paramagnetismo de electrones libres. Efecto Hass-van Alphen
2. Electrones en un potencial periódico
 - 2.1 Grupo de translaciones y zona de Brillouin
 - 2.2 Grupo puntual y grupo espacial del cristal
 - 2.3 Grupo del vector de onda y teorema de Bloch.
 - 2.4 Grupo de operaciones sobre funciones de Bloch
 - 2.5 Aplicación de teoría de grupos en el cálculo de bandas de energía electrónica
3. Excitaciones elementales
 - 3.1 Aproximación de Hartree–Fock
 - 3.2 Modelo de *Jelium* y modelo de iones rígidos.
 - 3.3 Gas de electrones interactuantes: Quasi electrones y plasmones
 - 3.4 Apantallamiento y función dieléctrica (Linhart, Thomas fermi)
 - 3.5 Interacción electrónica en semiconductores y aisladores: Excitones de Wannier, de Frenkel
 - 3.6 Interacción ion- ion: Fonones: Relaciones de dispersión para cristal cúbico; limite de onda larga.
 - 3.7 Interaccion Spin–Spin: magnones.
4. Propiedades Ópticas
 - 4.1 Función dieléctrica.
 - 4.2 Espectros de absorción y reflexión.
 - 4.3 Fotoluminiscencia: Scattering de Raman y de Brillouin.
5. Fenómenos de Transporte; ecuación de Boltzmann.
 - 5.1 Conductividad eléctrica de metales y semiconductores.
6. Superconductividad: pares de Cooper, efecto Meissner–Ochsenfeld

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

Clases expositivas, tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación.

INDICACIONES PARTICULARES:

BIBLIOGRAFÍA:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Neil Ashcroft y David Mermin, <i>Solid State Physics</i>- Otfried Madelung, <i>Introduction to solid-state theory</i>- H. P. Myers, <i>Introductory Solid State Physics</i>- Charles Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i>- Harald Ibach y Hans Lüth, <i>Solid-State Physics</i>- Richard Turton, <i>The Physics of Solids</i>- J.R. Hook y H.E. Hall, <i>Solid State Physics</i>- Michael Marder, <i>Condensed Matter Physics</i>- Mircea Rogalski y Stuart Palmer, <i>Solid State Physics</i> |
|--|

ELABORADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:
---	--	-----------------------

ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:
---	--	-----------------------



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
TÓPICOS DE FÍSICA DE NANO-MATERIALES I			FIS455
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

METODOLOGIA:

Clases expositivas, tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación.

CONTENIDOS:

1. Materiales nanoestructurados
2. Nanomateriales: Síntesis y métodos de caracterización
3. Nanotubos de carbono: Síntesis
4. Nanotubos de carbono: Estructura y propiedades
5. Nanotubos de carbono: Aplicaciones
6. Grafeno y nanocintas de carbono
7. Otros nanomateriales grafiticos
8. Nanopartículas

BIBLIOGRAFIA:

- R. Saito, G. Dresselhaus and M. S. Dresselhaus “*Physical properties of carbon nanotubes*”
- T. Ando et al. (Eds.) “*Mesoscopic physics and electronics*”
- Y. Gogotsi (ed.) “*Nanomaterials Handbook*”
- Huozhong Cao, “*Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications*”

Elaborado :	M. Pacheco / Z. Barticevic	Observaciones: Última actualización: junio, 2008
Aprobado :	Depto. Física	



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
TÓPICOS DE FÍSICA DE NANO-MATERIALES II			FIS456
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
Tópicos de Física de Nano-Materiales I			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS:

METODOLOGIA:

Clases expositivas, tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación.

CONTENIDOS:

1. Aspectos Fenomenológicos del Magnetismo
 - 1.1 El magnetismo. Desde sus orígenes a nuestros días.
 - 1.2. Magnetostática
 - 1.3. Magnetismo a escala macroscópica
 - 1.4. Magnetismo a escala microscópica
 - 1.5. Ferromagnetismo de un sistema ideal
 - 1.6. Irreversibilidad de los procesos de imanación y de histéresis en sistemas ferromagnéticos reales.
2. Aspectos teóricos del Magnetismo
 - 2.1 Magnetismo en el modelo de electrones localizados
 - 2.2. Magnetismo en el modelo de electrones itinerantes
 - 2.3. La interacción de intercambio
 - 2.4. Termodinámica del magnetismo.
3. Fenómenos de Acoplamiento Magnético
 - 3.1. Acoplamiento magnetocalórico y efectos asociados
 - 3.2. Los efectos magneto-elásticos
 - 3.3. Los efectos magneto-ópticos
 - 3.4. Resistividad Magnética, Magnetoresistencia, Efecto Hall.

4. Nano-magnetismo
 - 4.1. Magneto-Resistencia Gigante
 - 4.2. Comportamiento dinámico de un nano-imán
 - 4.3. Aspectos cuánticos de la dinámica de spines
5. Magnetismo Cuántico
 - 5.1. Ondas de Spin (ferro y antiferro)
 - 5.2. Representaciones de los operadores de spin
 - 5.3. Integrales de camino

BIBLIOGRAFIA:

- Derek Craik, Wiley, (1998) *"Magnetism, principles and Applications"*
- *"Magnetism: Molecules to Materials"* VOLS III, IV, Eds. Joel S. Miller and Marc Drillon , Wiley -VCH, 2002
- J. D. Jackson, *"Classical Electrodynamics"* , 3rd. Edition. 2001.
- A.J. Freeman and S. D. Bader *"Magnetism Beyond 2000"*, Edited by, North Holland (1999).
- D. Gignoux-M.S. Schlenker, *"Magnetism, V1 Fundamentals"*, Springer, (2005)
- D. Gignoux-M.S. Schlenker, *"Magnetism, V2, Materials and Application"s*, Springer, (2005)
- Stohr J., Siegmann, *"Magnetism. From fundamentals to nanoscale dynamics"* , Springer, (2006)
- B.D. Cullity *"Introduction to Magnetic Materials"*, Addison-Wesley (1972)
- Assa Auerbach, *"Interacting electrons and quantum magnetism"*

Elaborado :	P. Vargas	Observaciones:
Aprobado :	Depto. Física	Última actualización: junio, 2008



Universidad Técnica Federico Santa María
Escuela de Graduados

ASIGNATURA			SIGLA
SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE BAJA DIMENSIONALIDAD			FIS454
PRERREQUISITOS:			CREDITOS
MECÁNICA CUÁNTICA I, SÓLIDOS I			5
HRS. CAT. SEM	HRS. AYUD. SEM	HRS. LAB. SEM.:	EVALUACION
4	0	--	EXAMEN ESCRITO

OBJETIVOS: Aprendizaje de fenómenos, conceptos y métodos de investigación en la física de sistemas de baja dimensionalidad.

METODOLOGIA: Clases expositivas, tareas y problemas asignados y un tema de lectura o investigación.

CONTENIDOS:

1. Teoría de masa efectiva en sistemas de bajas dimensiones
2. Nanoestructuras semiconductoras: Pozos cuánticos- Hilos cuánticos- Puntos cuánticos
3. Impurezas en nanoestructuras
4. Efecto de campos magnéticos y eléctricos en nanoestructuras
5. Propiedades ópticas de nanoestructuras
6. Fonones en nanoestructuras
7. Transporte cuántico en sistemas de baja dimensionalidad
8. Electrónica Molecular

BIBLIOGRAFIA:

- G. Bastard “ *Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures*”
- J. H. Davies “ *The physics of low-dimensional systems*”
- K. Barnham and D. Vvedensky “ *Low-dimensional semiconductor structures*”
- T. Ando et al. (Eds.) “ *Mesoscopic physics and electronics*”
- S. Datta, “ *Electronic transport in mesoscopic systems*”
- S. Datta, “ *Quantum transport: Atom to transistor*”
- V. V. Mitin et Al. “ *Quantum Heterostructures*”
- P. Harrison, “ *Quantum Wells, Wires and Dots*”
- M. C. Petty, “ *Molecular electronics: from principles to practice*”

Elaborado :	M. Pacheco / Z. Barticevic	Observaciones: Última actualización: junio, 2008
Aprobado :	Depto. Física	



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
Escuela de Graduados / Departamento de Física

ASIGNATURA: DINAMICA DE ESPIN EN SISTEMAS MAGNETICOS		SIGLA: Por definir
Prerrequisitos:	Créditos USM:	Créditos SCT:
Horas Semanales Cátedra: 4	Horas Semanales Ayudantía:	Horas Semanales Lab.:

OBJETIVOS: Comprender los mecanismos básicos asociados al movimiento colectivo de momentos magnéticos atómicos en materiales ferromagnéticos.

CONTENIDOS:

- Teoría de ondas de espín aplicada a experimentos de Resonancia Ferromagnética (FMR) y Dispersión de Luz de Brillouin (BLS)
- Contribuciones intrínsecas y extrínsecas; damping de Gilbert y scattering entre magnones.
- Cálculo de funciones respuesta para sistemas levemente perturbados.
- Películas ferromagnéticas delgadas perturbadas en forma aleatoria y periódica.
- Cristales magnónicos
- Método de ondas planas

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

Trabajo individual del alumno bajo tutoría del profesor. Presentaciones orales de los alumnos, abiertas al grupo de investigación. Trabajo de investigación relacionado.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Nota por presentaciones orales (60%) y trabajo de investigación (40%).

INDICACIONES PARTICULARES:

-

BIBLIOGRAFÍA:

- Spin Waves, Theory and Applications, D. D. Stancil and A. Prabhakar (Springer, 2009)
- Magnonics: From Fundamentals to Applications, S. O. Demokritov and A. N. Slavin (Editors), Topics in Applied Physics 125 (Springer 2013)

ELABORADO APROBADO FECHA	Dr. Pedro Landeros	OBSERVACIONES:
ACTUALIZADO APROBADO FECHA		OBSERVACIONES:

ANEXO N°5

Infraestructura: aulas, laboratorios y oficinas

Laboratorios UTFSM

El departamento de física se encuentra en el Edificio Cereceda (E) en la casa central de la UTFSM ubicada en Valparaíso. Cinco de las seis plantas disponibles en este edificio están destinadas al Departamento de Física con un total de 3388 m², de los cuales 454 m² corresponden a espacios comunes.

(http://www.dis.usm.cl/html/planos_ubicacion1.php?sede=1).

El CN&BS, tiene sus dependencias en un edificio cercano al campus e inaugurado recientemente

<http://www.dis.usm.cl/html/noticia.php?idn=14&tn=Video%20nuevo%20Edificio%20Bari>

Incluye espacios de oficinas para investigadores y alumnos en un total de 120 m², además de acceso a dependencias comunes y salas de conferencias. Se encuentra en etapa de planificación la expansión de este complejo, asociado a innovación, que incluiría un total de 800 m² de laboratorios adicionales para el CN&BS. De concretarse esta iniciativa, que cuenta con apoyo regional para su ejecución, la nueva facilidad central de equipamiento sería trasladada a este nuevo edificio.

Espacios físicos que disponen los profesores y alumnos para las actividades del Programa:

- Dependencias administrativas
- Oficinas individuales para profesores permanentes
- Oficinas Individuales para profesores visitantes
- Oficinas compartidas para alumnos de Postgrado
- Salas de reuniones y estudio
- Salas de clases
- Salas de computación
- Salones de Conferencia
- Biblioteca y Hemeroteca
- Taller Multimedia
- Laboratorios de docencia
- Laboratorios de investigación
- Talleres Electrónico y mecánico

Se cuenta con una biblioteca departamental, con bibliografía de interés para la investigación y el postgrado además de publicaciones periódicas. Mediante proyectos como éste ha sido posible en el pasado adquirir tanto textos de estudios para los cursos básicos del postgrado como también avanzados en las diversas áreas desarrolladas en el

programa. Se cuenta con acceso en línea a una amplia colección de publicaciones periódicas.

El equipamiento de los laboratorios descritos a continuación asociados al programa de doctorado en Física han sido adquiridos mediante recursos aportados por diferentes instituciones o fondos de financiamiento: Fundación Andes, Iniciativa Científica Milenio, FONDECYT, PBCT, pero sin duda el aporte mayoritario para este propósito lo constituye el aporte del programa MECESUP.

Laboratorio de Colisiones Atómicas en Sólidos (J. E. Valdés)

El equipamiento disponible consiste en una fuente y acelerador de iones livianos a baja energías (0.1 a 15 keV) y un espectrómetro (ESA) que posibilita el estudio de la pérdida de energía de iones al interactuar con películas ultra-delgadas y auto-soportadas en condiciones de ultra alto vacío. Las dimensiones de las películas son de pocos nanómetros. El laboratorio cuenta también con facilidades de preparación de muestras por “sputtering” en alto vacío con atmósfera inerte. Cuenta también con la electrónica adaptada para la detección de partículas y medición de su energía en modo de transmisión y retrodispersión (backscattering). También se cuenta con la técnica de medición de energía por tiempo de vuelo (TOF) que permite la detección de partículas neutras y cargadas. También se cuenta con un espectrómetro de masas con la finalidad de estudiar emisión de átomos secundarios después del bombardeo. El tipo de experimento que se puede desarrollar con este instrumental está orientado a entender la influencia de la estructura electrónica de diversos materiales de dimensiones nanométricas en los fenómenos de colisiones atómicas en sólidos a través de la medición de la pérdida de energía de iones livianos. El conocimiento de éstos procesos permite estudiar y caracterizar y modificar algunas propiedades físicas de los sólidos y en materiales y/o tejidos biológicos. También permite estudiar el daño y los efectos debido a irradiación de partículas pesadas en dichos materiales.

Laboratorio de Ultra Alto Vacío y Espectroscopía (P. Häberle y V. Del Campo):

Este laboratorio consta de dos cámaras de ultra alto vacío (UHV). Una de ellas aloja un sistema de fotoemisión inversa isocromático (IPS), donde muestras bombardeadas con electrones de baja energía (<30eV) emiten fotones que pueden ser detectados con resoluciones de una longitud de onda. Las mediciones que se realizan en este sistema permiten estudiar la estructura electrónica de sólidos cristalinos. Últimamente se ha empleado este sistema para examinar materiales nanoestructurados crecidos “in situ” (en condiciones de UHV) y también sintetizados en condiciones atmosféricas en nuestro laboratorio de síntesis. Con el segundo sistema de IPS, aún en etapa de prueba, será posible detectar un rango de energía de los fotones emitidos, permitiendo así no sólo el estudio de la estructura de bandas de sistemas nanoestructurados, como se ha realizado en el pasado, sino también el estudio espectroscópico de excitaciones colectivas en estos sistemas.

Microscopía de Barrido Tunel (P. Häberle y C. Parra):

El equipamiento disponible en este laboratorio consiste de un sistema de Microscopía de Barrido Túnel (STM) albergado en una cámara de ultra alto vacío (UHV). A través de esta técnica es posible visualizar con resolución atómica la morfología y estructura superficial

de muestras conductoras o semiconductoras, excediendo con creces la resolución de cualquier otro equipo de microscopia existente en la actualidad. Por lo mismo esta herramienta es esencial para estudios a escala atómica en la línea de la Nanociencia y Nanotecnología. Este sistema además cuenta con una cámara UHV de preparación de muestras que permiten realizar procesos de annealing y sputtering. Esto garantiza que las superficies estén libres de contaminación, condición imprescindible para realizar mediciones STM. Este equipamiento permite además modificar la superficie de las muestras con control nanométrico, al realizar bombardeo controlado de iones. La cámara de preparación está integrada también por un sistema de espectroscopia Auger que permite analizar la composición superficial con sensibilidad atómica y un sistema de evaporación de haces electrónicos para realizar crecimientos con tasas de depósito de pocos Å por minuto.

Síntesis de Nanoestructuras y Caracterización Óptica (P. Häberle y A. Cortés):

Uno de los aspectos relevantes de todo laboratorio de nanotecnología es tener la capacidad de sintetizar muestras que exhiban dimensiones nanométricas. En nuestras dependencias contamos con un sistema CVD (Deposición de vapores químicos) para la síntesis química que nos ha permitido obtener nanomateriales con gran potencial para aplicaciones tecnológica como grafeno y nanotubos de carbono. Adicionalmente trabajamos en la anodización de láminas ultra delgadas de aluminio para la obtención de alúminas porosas que, apropiadamente combinadas con nanopartículas y metales electrodepositados, dan origen a nuevas estructuras de interés tecnológico.

Este laboratorio cuenta además con un espectrofluorímetro que permite la identificación de productos de la síntesis, como las distintas familias de CNTs de pared simple contenidas en muestras purificadas.

Sistema de medición de transporte eléctrico (P. Häberle y R. Henríquez):

En el laboratorio se encuentra disponible un sistema compuesto por amplificadores sintonizados, generadores de funciones, microvoltímetros y microamperímetros, que permite realizar mediciones de transporte eléctrico en diversos materiales. El sistema permite medir en modo alterno y continuo, pudiendo barrer varios órdenes de magnitud de resistencia eléctrica (entre Mega y micro ohm, aproximadamente). Además, en conjunto, se dispone de un sistema de alto vacío (HV) en donde las muestras se pueden someter a campos magnéticos de hasta 2[T] de orientación variable con respecto al campo y variar la temperatura entre -150°C y 150°C.

Este sistema permite la caracterización galvanomagnética de distintos tipos de estructuras, midiendo su resistividad, magnetorresistencia y voltaje de Hall, en diferentes condiciones de presión y temperatura.

Por otro lado, se dispone de un sistema de alto vacío (HV) para evaporación termal, que permite la evaporación y caracterización eléctrica in situ de películas delgadas.

Microscopía Electrónica de Barrido (P. Häberle y M. Moreno):

En nuestras dependencias contamos con un sistema de microscopia electrónica de barrido (SEM) que entrega información morfológica superficial a través de la señal de electrones secundarios de baja energía. Esta herramienta permite visualizar estructuras de tamaño

intermedio entre los observables por microscopia óptica y microscopia de barrido túnel, entregando información morfológica de muestras orgánicas e inorgánicas con características micro y nanométricas. Además nuestro SEM está equipado con un detector de energía dispersiva de rayos X (EDS) que permite la caracterización elemental de la superficie observada.

Soporte disponible para investigación

- ☐ Planta generadora de nitrógeno líquido: Marca CRYOMECH serie Inp-10: produciendo en forma constante 10 litros de Nitrógeno por día.
- ☐ Taller Mecánico: Equipado con torno, fresadora y soldadura al arco, soplete tig, taladro de pedestal, equipamiento y herramientas para trabajos en reparación, diseño y construcción de estructuras y partes de acero inoxidable compatibles con UHV.
- ☐ Taller Electrónico: Implementado para la calibración, reparación, diseño y construcción de equipamientos electrónicos, con osciloscopios, generadores, fuentes de poder, medidores para alta y media frecuencia, analizadores, etc.
- ☐ Taller de Vidrio: Equipado con lo necesario para la reparación, construcción y procesamiento de materiales de vidrio con sopletes, hornos, tornos de vidrio, pulidoras etc.

Laboratorio de Detectores SiPM (W. Brooks y S. Kuleshov).

En el área experimental de física de alta energía se ha implementado este laboratorio, en el que se estudian y desarrollan detectores de fotones basados en tecnología de fotomultiplicadores de Silicio. Los equipos e instrumentación se han comenzado a adquirir. El laboratorio apunta a la construcción de prototipos de detectores de radiación para los experimentos de alta energía en los que colabora nuestro departamento, en particular ATLAS en el CERN (Suiza) y Hall D en Jefferson Lab (EEUU). Adicionalmente, el laboratorio apunta la formación de especialistas en esta área experimental nueva en Chile y al estudio de prototipos para aplicaciones futuras a otras áreas de las ciencias e ingenierías.

Descripción Equipamiento

Laboratorio Silab

El laboratorio SiLab se encuentra ubicado en la planta baja del edificio E, en la casa central de la Universidad Técnica Federico Santa María, en Valparaíso. Actualmente el laboratorio cuenta con 5 salas completamente ocupadas y una más que será ocupada a partir de octubre del 2013 completando así 210 m² de superficie.

Desde su creación, el grupo del laboratorio coordinado por el Dr. William Brooks y el Dr. Sergey Kuleshov ha participado en diversas colaboraciones con distintos grupos de investigación asociada a la física alrededor del mundo. En este sentido el grupo se ha dedicado a la construcción de equipos científicos: Diseño electrónico, Construcción PCB, Prototipado en CNC, construcción de equipos, testeo y producción final.

Dentro de las colaboraciones más importantes realizadas se encuentran dos programas de Subcontrato con el Jefferson Lab (Newport News, Virginia, EEUU) para las pruebas de fotomultiplicadores de silicio (2.800 piezas para lo cual se diseñaron y produjeron 3 estaciones de medición) y producción/testeo de 4.000 piezas de guías de luz, para ser instalados en el detector GlueX de la sala experimental Hall-D en Jefferson Lab. Actualmente el grupo mantiene una importante colaboración con el proyecto Preshower desarrollado para el laboratorio Brookhaven National Laboratory en EEUU y relacionado con la construcción de una nueva instalación experimental, el colisionador de electrones e iones (Electrón-Ion Collider, EIC). Además, recientemente el grupo de la UTFSM en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile ha sido oficialmente integrado al proyecto “New Small Wheel Upgrade”. La colaboración de la UTFSM con este proyecto consiste en la construcción y testeo del 10% de los detectores sTGC que serán instalados en el renovado detector ATLAS en CERN, Suiza, en tanto la PUC realizará también el testeo de los mismo detectores antes del envío al CERN. El testeo de éstos se realizará con detectores de muones desarrollados por el SiLab.

El grupo además posee variados proyectos que van desde la creación de equipamiento científico de calidad y bajo costo, a proyectos que tienen importantes aplicaciones en la minería.

Equipos del Area Mecánica del Silab

Centro de mecanizado CNC 5 ejes DATRON M8: Es un equipo que permite fabricar piezas de alta complejidad geométrica y de alta precisión, lo que facilita el trabajo con tolerancias del orden de los micrones. La máquina permite la mecanización de materiales plásticos y metálicos no ferrosos. El material más duro que se mecaniza es el duraluminio. Posee un software de CAM integrado y es compatible con software CAD/CAM como es el caso del SolidCAM. Posee un sistema de cambio de herramientas que permiten almacenar hasta 10 herramientas. Esto provee mayor versatilidad y flexibilidad en la producción de piezas complejas. Alcanza 40.000 rpm con velocidad de avance igual a 20 metros por minuto. Con esta máquina fueron fabricadas 4000 guías de luz para el nuevo detector GlueX en Jefferson lab. Actualmente la máquina se utiliza para la fabricación de piezas del detector Preshower de EIC y piezas plásticas para los detectores de muones para la colaboración ATLAS

Brazo Robótico KUKA KR 5 arc: Es un dispositivo para la automatización de tareas mecánicas que el laboratorio requiere. Posee su propio computador y consola de manejo. Además, permite la programación de tareas en conjunto con otras máquinas. El brazo robótico maniobra piezas de hasta 5 kg.

Máquinas de prototipado CNC Roland MDX 40 y 40^a: Son dos máquinas que se utilizan para fabricación de prototipos de piezas mecánicas y de PCB. Cada una de las máquinas posee 3 ejes que le proveen una alta flexibilidad. Con estas máquinas se mecanizan sólo materiales plásticos debido a su baja potencia en trabajos de arranque de viruta. Las máquinas poseen su propio software de CAM, sin embargo leen incluso códigos CAM externos, por ejemplo de SolidCAM.

Máquina de medición óptica Dynascope™ VISION Engineering: Es un dispositivo de observación y medición simultánea de alta resolución. Dynascope usa un disco de diámetro de 148 mm cuya superficie contiene mas de 3.5 millones de lentes individuales. Cada uno de los lentes mide tamaños de hasta 70 micrones. El disco de Dynascope gira a 3400 rpm uniendo millones de trayectorias ópticas individuales para proveer una imagen estéreo expandida con amplia profundidad de foco y amplio campo visual. Además, posee una cámara que proyecta en la pantalla del computador la imagen de la pieza que está en el proceso de medición. El software integrado arroja los resultados de las mediciones con un error del orden de 3 micrones. Dynascope fue utilizado para las mediciones de guías de luz para GlueX y actualmente se usa en el proyecto de Preshower.

Horno al vacío Across International VO-16020: Es un dispositivo para secado de pegamentos ópticos y el moldeado de películas ópticas de material polimérico complejo. Su temperatura máxima de operación es de 250°C. Además posee una bomba de vacío que provee hasta 50 mbar. Actualmente se usa en el proyecto de Preshower y en el proyecto de los detectores de muones.

Máquina de pulido multifuncional: Es un dispositivo fabricado en SiLab que posee 3 platos de pulido; cada uno de los cuales puede girar a distintas velocidades. La máquina se usó en el proyecto de guías de luz y actualmente se utiliza en los proyectos de Preshower y de los detectores de muones.

Equipos del área Electrónica del Silab

Probe Station MPS150: Es una máquina de microelectrónica capaz de posicionar puntas de prueba en diminutos circuitos electrónicos con el objetivo de medir señales en éste. La estación consta de 4 puntas de prueba, las cuales se pueden desplazar en 3 ejes a nivel micrométrico. La estación tiene incorporado un microscopio trinocular estéreo con una magnificación máxima de 100X, todo montado en una estructura anti-vibración.

Diamonf Scriber RV-129: Es un dispositivo capaz de cortar obleas de semiconductores utilizando una punta de diamante. El equipo posee un microscopio integrado para realizar cortes con mayor precisión. Además, cuenta con una mesa móvil que tiene incorporada un medidor de posición.

Die Bonder & Component Placer T-3002-M: Es un equipo utilizado para posicionar con gran precisión componentes electrónicos sobre una tarjeta para su posterior soldado. Con esta máquina también es posible pegar, utilizando un pegamento lento, cada uno de los componentes. Los componentes son sostenidos utilizando vacío, lo que permite una mayor maniobrabilidad.

Bonder 5330: Es una máquina que permite pegar un alambre (aleación de plata con aluminio) desde un chip a otro, o de un chip a algún terminal de conexión externo. El alambre que utiliza esta máquina es de 25 micrones de diámetro y es pegado utilizando un método de ultrasonido. El equipo posee un microscopio estéreo que ayuda a posicionar correctamente el cabezal de la máquina en la posición correcta.

Denton Vacuum Desktop pro: Es una máquina diseñada para la pulverización de alto rendimiento. Esta máquina es capaz de pulverizar fácilmente un film dieléctrico o de metal en un ambiente controlado en vacío. La pulverización produce una fina capa sobre una superficie a elección con una uniformidad mejor al 5% sobre los 150 mm de diámetro de trabajo

Equipos del Area de Computación del Silab

Cluster de Computación de Alto Rendimiento de UTFSM: Es un clúster de aproximadamente 500 núcleos de CPU y con espacio de 200 TB para almacenamiento de datos. Opera con sistema operativo Scientific Linux 6. Además, tiene 6 PCs de host para algunos servicios de la red internacional de computación GRID, conmutadores de red, fuentes de alimentación ininterrumpida. Todo el equipo está armado en 4 bastidores que llevan también 4 modules de GPU. El clúster está ubicado en el edificio del departamento de informática de la UTFSM. La sala de clúster está equipada con sistema de aire acondicionado suficientemente poderoso como para disipar hasta 15 kWatt energía de consumo. El clúster tiene una conexión dedicada a la red REUNA con el ancho de banda hasta 50 Gbit/sec.

Consola de Operación Remota (UROC): Es una estación computacional para realizar turnos experimentales en forma remota para el detector MINERvA en FermiLab (Chicago, EEUU). Está equipado con 4 pantallas y un dispositivo de videoconferencia Polycom V500 con su pantalla. Todo el equipo está montado sobre un armazón especial que permite la movilización del equipo en su conjunto según sea necesario. UROC fue recibido de Fermilab.

La sala de videoconferencias en CCTVAL: Está equipada con el objetivo de realizar videoconferencias con los colaboradores en el extranjero a través de las infraestructuras ESNET, Vidyo, SeeVogh, Skype, etc. Incluye un dispositivo de videoconferencias Polycom ViewStation FX equipado con una cámara giratoria, micrófonos y el dispositivo Polycom Visual Concert que permite la transmisión de diapositivas de presentaciones directamente del PC. Además, está equipado con un data proyector Sony VPL-EX7, un PC y un router de red Linksys WRT 160 NL Wireless-N. Particularmente la sala de videoconferencias se usa durante las reuniones con los colaboradores en CERN, Jefferson lab, Fermilab y BNL/EIC.