



*Universidad Nacional del Nordeste*  
*Facultad de Ciencias Exactas y*  
*Naturales y Agrimensura*

RESOLUCION N°: - 0325 / 14

CORRIENTES, 10 ABR 2014

**VISTO** el Expediente N° 09-2014-01943 por el cual el Dr. Gustavo Adolfo AUCAR, Profesor de la asignatura "**MECÁNICA CUANTICA II.**", eleva el programa perteneciente al Área Mecánica y Termodinámica Estadística del Departamento de Física, correspondiente a la Carrera de Licenciatura en Ciencias Físicas, y

**QUE** cuenta con el aval de Comisión de Carrera de Física, señalando que la carga horaria y los contenidos mínimos corresponden al plan de estudios vigente de la respectiva carrera,

**QUE** se adjunta el Programa con el cronograma de actividades y la correspondiente bibliografía,

**QUE** la asignatura tiene carácter de Obligatoria en el Plan de Estudios Vigente de la carrera de Licenciatura en Ciencias Físicas,

**LO:** aconsejado por la Comisión de Enseñanza y Planes de Estudios criterio compartido por este Cuerpo en la sesión del día 10-04-2014.


**POR ELLO**

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA**

**RESUELVE:**

**ARTICULO 1º) APROBAR** el programa de la asignatura "**MECÁNICA CUANTICA II.**", perteneciente al Área Mecánica y Termodinámica Estadística del Departamento de Física, correspondiente a la carrera de Licenciatura en Ciencias Físicas, el cual obra en el anexo de la presente Resolución.

**ARTICULO 2º) REGISTRESE,** Comuníquese y Archívese.-

  
Dra. Aurora Cristina Armúa  
Secretaria Académica  
FACENA - UNNE

  
Dra. LIDIA I. FERRARO  
DECANA  
F.A.C.E.N.A.



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Exactas y

Naturales y Agrimensura

RESOLUCION N°: - 0325 / 14

CORRIENTES, 10 ABR 2014

ANEXO

## PROGRAMA ANALÍTICO Y DE EXAMEN

### IDENTIFICACION

1 FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA

1.2. DEPARTAMENTO DE: Física

1.3. AREA: Mecánica y Termodinámica Estadística

1.4. ASIGNATURA: Mecánica Cuántica II

1.5. CARRERAS: Licenciatura en Ciencias Física

Año en que se dicta: 4to.

1.6. PROFESOR RESPONSABLE:

Apellido y Nombres: Aucar, Gustavo Adolfo

Maximo Título alcanzado: Doctor en Física por la Universidad de Buenos Aires.

1.7 MODALIDAD:

Cuatrimstral: X – Primer cuatrimestre

1.8 CARGA HORARIA TOTAL: 90 hs reloj

1.9 CARGA HORARIA SEMANAL TEORICA/PRACTICA: 6 hs reloj

### 2. DESCRIPCION:

El curso introductorio de Mecánica Cuántica brinda los fundamentos fisico-matemáticos y algunas de sus aplicaciones elementales como la solución básica del átomo de hidrógeno. Es decir, se imparten las primeras herramientas del formalismo matemático y algunas aplicaciones con rigor y suficiencia. Se hace necesario entonces impartir los conocimientos necesarios para abordar fenómenos fundamentales que aparecen en sistemas con muchos cuerpos, y las técnicas desarrolladas para lograr soluciones aproximadas debido a que no es posible obtener soluciones exactas en este tipo de sistemas. El fenómeno de dispersión tratado cuánticamente permite también aplicar aquellas herramientas a fenómenos de enorme interés, como el de la dispersión. Por otro lado, la formulación no relativista de la Cuántica no satisface los requerimientos de una teoría relativista. La modificación de las ecuaciones de onda y de los operadores a fin de que satisfagan los postulados relativistas permitió la formulación de la Cuántica Relativista. Una introducción a sus principios y novedades resulta de gran interés actualmente.

El tratamiento de los fenómenos que surgen a partir de la interacción entre varios objetos cuánticos, o entre sistemas cuánticos, requiere inicialmente la inclusión del espín y luego el desarrollo del formalismo que permite dar cuenta de la suma de momentos angulares desde una perspectiva cuántica. A su vez es necesario introducir las consideraciones relativas a sistemas con partículas idénticas. En este curso se pretende impartir los conocimientos relativos a la formulación de la Mecánica Cuántica que permitan su aplicación a sistemas de muchos cuerpos. En particular, a átomos y moléculas Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura o a fenómenos donde intervienen estos sistemas y requieren de correcciones debidas a efectos pequeños. A su vez se estudiarán los efectos de perturbaciones que dependen del tiempo.

El dictado de esta asignatura privilegiará las acciones pedagógicas que optimicen la relación docente-alumno en cuanto a la transmisión y adquisición de los conocimientos de la Física que se pretende enseñar.

#### 2.1. OBJETIVO(S) GENERALES:

El objetivo de esta asignatura es brindar las herramientas matemáticas y los conceptos físicos necesarios para:

a. Profundizar y ampliar los conceptos novedosos que surgen de la teoría Cuántica; como los relativos a las mediciones, los momentos angulares de espín y el modo en que se realiza su composición; la consideración de muchos cuerpos cuánticos; las operaciones de simetría; la teoría de perturbaciones dependiente del tiempo y los efectos relativistas.

b. Resolver problemas para los que se requiere considerar estados de sistemas compuestos por dos o más cuerpos. En particular resolver problemas relativos a fenómenos que aparecen a nivel atómico y molecular.

c. Que los alumnos adquieran cierta familiaridad con los problemas relativos a la dispersión de una partícula respecto de un centro atómico o nuclear; además de los fundamentos de la física que aparece cuando se requiere que la Cuántica satisfaga las exigencias de la Relatividad.



*Universidad Nacional del Nordeste*  
*Facultad de Ciencias Exactas y*  
*Naturales y Agrimensura*

RESOLUCION Nº: 0325 / 14

CORRIENTES, 10 ABR 2014

ANEXO

**2.2. TIPO/S DE ACTIVIDAD/ES:**

Clases:

Teórico/prácticas X

**2.2.1. Técnicas o Estrategias didácticas:**

Se brindarán los contenidos en clases de modalidad teórico-prácticas en las que se presentarán los conceptos nuevos y las herramientas matemáticas previamente desarrolladas para resolver los problemas físicos propios de esta área del conocimiento. Se propenderá a que los alumnos pregunten al profesor o se pregunten a ellos mismos, de manera constante y con entera libertad, sobre lo que se les transmite. Que se logre un clima tal que permita una interacción "óptima" profesor-alumnos. Esto se pretende lograr mediante la revisión sistemática y profunda de los contenidos del curso y los previos del primer curso de Mecánica Cuántica toda vez que fuera necesario; y el estímulo a la discusión, al no aceptar ciegamente lo que se les presente, a revisar conceptos poco claros, a proponer diferentes modos de resolver situaciones problemáticas, a mantener la curiosidad en búsqueda de lo novedoso. La consulta a bibliografía será también un aspecto importante de la estrategia del dictado de esta asignatura.

**2.3 REGIMEN DE PROMOCION: Para rendir y cursar  
CON EXAMEN FINAL: X**

Para el cursado de esta asignatura se requiere la condición de regular en Mecánica Cuántica I. Se tomarán dos parciales que deberán ser aprobados para regularizarla.



*Universidad Nacional del Nordeste*

*Facultad de Ciencias Exactas y*

*Naturales y Agrimensura*

RESOLUCION Nº: 0325/14

CORRIENTES, 10 ABR 2014

ANEXO

2.4

**PROGRAMA ANALITICO**

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA

DEPARTAMENTO DE: Física

AREA: Mecánica y Termodinámica Estadística

ASIGNATURA: Mecánica Cuántica II

CARRERAS: Licenciatura en Ciencias Física

Año en que se dicta: 4to.

1.6. PROFESOR RESPONSABLE:

Apellido y Nombres: Aucar, Gustavo Adolfo

Maximo Título alcanzado: Doctor en Física por la Universidad de Buenos Aires.

MODALIDAD:

Cuatrimestral: X -- Primer cuatrimestre

CARGA HORARIA TOTAL: 90 hs reloj

CARGA HORARIA SEMANAL TEORICA/PRACTICA: 6 hs reloj

**2.4.1. CONTENIDOS POR UNIDAD:**

**Tema 1:** Observables, medición, variables compatibles e incompatibles. Operaciones de simetría. Rotaciones. Experimento de EPR: interpretaciones clásica y cuántica.

**Tema 2:** Spin. Autovalores y autovectores. Representación matricial. Rotaciones de Euler. Spin y operadores de rotación. Espinores. Simetrías discretas. Paridad. Inversión.

**Tema 3:** Momento angular de sistemas compuestos. Solución general de Suma de momentos angulares. Coeficientes de ClebschGordan. Operadores vectoriales. Operadores tensoriales irreducibles. Teorema de WignerEckart. Teorema de la Proyecciones. Aplicaciones.

**Tema 4:** Partículas idénticas. Sistemas de dos o más partículas: simetrización según su naturaleza. Postulado de simetrización. Sistemas de N partículas independientes. El principio de exclusión de Pauli. Determinantes de Slater.

**Tema 5:** Métodos aproximados. Método de perturbaciones independientes del tiempo, para estados no degenerados y para estados degenerados. Estructura fina y efecto Zeeman anómalo. Método de Variaciones. Métodos autoconsistentes; método de Hartree-Fock.

**Tema 6:** Estructura de los átomos. Acoplamiento de Russell-Saunders vs acoplamiento jj. Átomos con dos electrones: el átomo de He. Configuraciones electrónicas. Estructura elemental de moléculas. Aproximación de Born-Oppenheimer. El ión  $H_2^+$  La molécula de hidrógeno.

**Tema 7:** Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Perturbaciones a tiempo corto y de tiempo extendido. Probabilidades de transición. Regla de oro de Fermi. Resonancia de espín.

**Tema 8:** Teoría de la dispersión. Sección eficaz. Dispersión de partículas sin espín. Amplitud de dispersión. Primera aproximación de Born. Dispersión por un potencial central: descomposición en ondas parciales.

**Tema 9:** Introducción a la Mecánica Cuántica Relativista. Ecuaciones de KleinGordon y de Dirac. Distribución densidad. Dificultades. Interpretación. Estados electrónicos de energía negativa: teoría de huecos. Potencial central. Átomo de hidrógeno.



*Universidad Nacional del Nordeste*

*Facultad de Ciencias Exactas y*

*Naturales y Agrimensura*

RESOLUCION N°: 10325/14

CORRIENTES, 10 ABR 2014

ANEXO

#### 2.4.2. BIBLIOGRAFIA:

Libros:

1. J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics. Revised edition. Addison-Wesley. New York. 1994.
2. N. Zettili, Quantum Mechanics. Concepts and applications. John Wiley. Chichester. 2001.
3. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloe, Quantum Mechanics. Vol. II. John Wiley. New York. 1977.
4. W. Greiner, Quantum Mechanics. Special Chapters. Springer. Berlin. 1997.
5. W. Greiner, Quantum Mechanics. An introduction. 4a edición. Springer. Berlin. 2000.

#### 3. - PROGRAMA DE EXAMEN:

BOLILLA No	TEMAS
1	1-4-8
2	2-5-9
3	3-6-7
4	4-6-9
5	1-5-8
6	2-6-9
7	3-5-7
8	1-3-6
9	2-4-9

#### 4. - NOMINA DE TRABAJOS PRACTICOS:

- Serie 1. Observables. Medición. Operaciones de simetría.  
Serie 2. Espín. Representación matricial. Operadores de rotación.  
Serie 3. Suma de momentos angulares. Coeficientes de Clebsch-Gordan. Operadores tensoriales.  
Serie 4. Métodos aproximados. Aplicaciones  
Serie 5. Estructura de átomos y moléculas. Efectos electrónicos  
Serie 6. Perturbaciones dependientes del tiempo.  
Serie 7. Dispersión.  
Serie 8. Relatividad.



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Exactas y

Naturales y Agrimensura

RESOLUCION N°: 10325/14

CORRIENTES, 10 ABR 2014

ANEXO

5 - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

1	Observables, medición, variables compatibles
2	Simetrías. Rotaciones de un sistema físico y de los observables. Rotaciones infinitesimales. Momento cinético. Invariancia
3	Spin. Representación matricial. Rotaciones de Euler. Spin y operadores de rotación
4	Espinores. Simetrías discretas. Paridad. Inversión
5	Momento angular de sistemas compuestos. Suma de momentos angulares. Coeficientes de Clebsch-Gordan.
6	Operadores tensoriales irreducibles. Teoremas de Wigner-Eckart. Teorema de las Proyecciones. Cálculo del factor g de Landé.
7	Partículas idénticas. Métodos aproximados. Método de perturbaciones independientes del tiempo, para estados no degenerados y para estados degenerados. Método de Variaciones.
8	Hamiltoniano de estructura fina e hiperfina. Distintos términos. Interpretación física. Representaciones matriciales en distintas subcapas. Efecto Zeeman del estado fundamental. Efecto Zeeman de campos débil y fuerte. Efecto Stark para el átomo de hidrógeno
9	Átomos con dos electrones. Método de Hartree, de Thomas-Fermi y de Hartree-Fock. Sistema periódico de los elementos. Configuraciones electrónicas. Desdoblamiento de los orbitales multipletes. Interacción Spin-órbita.
10	Estructura elemental de las moléculas. Aproximación de Born-Oppenheimer. El ión $H_2^+$ . La molécula de hidrógeno.
11	Primer Parcial.
12	Fenómenos dependientes del tiempo. Resonancia de espín. Perturbaciones a tiempo corto y de tiempo extendido.
13	Teoría de las colisiones. Función de Green de las ondas libres y aproximación de Born.
14	Difusión elástica de electrones por un átomo. Secciones eficaces.
15	Introducción a la Mecánica Cuántica Relativista. Ecuaciones de Klein-Gordon y de Dirac. Potencial central.
16	Segundo Parcial. Recuperatorio

6. - **EFFECTOS SOBRE** la formación integral del alumno. Al finalizar el cursado de esta asignatura el alumno habrá adquirido las nociones fundamentales relativas a las novedades que aporta la Teoría Cuántica aplicada a sistemas con dos o más partículas, considerando el espín electrónico o nuclear, y el tratamiento de la colisión de partículas cuánticas. También habrá adquirido las nociones más básicas sobre la Teoría Cuántica Relativista. Este conocimiento es fundamental para la formación de grado de cualquier Licenciado en Física.

7. RECURSOS HUMANOS.

7.1. NOMINA DE PERSONAL DOCENTE INTERVINIENTE EN EL DICTADO DE LA

APELLIDO NOMBRE	Y CARGO	DEPARTAMENTO AREA	MAXÍMO TÍTULO ACADÉMICO OBTENIDO	TIEMPO DEDICADO
AUCAR Gustavo	Prof. Titular	Física	Doctor	20 %