



Resolución de Consejo Directivo 468 / 2026 - EXA -UNSa

EXP. 358/2026 Dr. Martín Alberto MORALES y Dr. Sebastián David LÓPEZ solicitan autorización para el dictado de la asignatura Optativa "Introducción a los Procesos de Interacción entre la Radiación y la Materia" de la Licenciatura en Física (Plan 2005) y la aprobación del correspondiente Programa Analítico y su Régimen de Regularidad y Promoción

De: EXACTAS-Dirección de Alumnos



Salta,
18/08/2026

VISTO: La nota mediante la cual el Dr. Martín Alberto MORALES y el Dr. Sebastián David LÓPEZ, solicitan autorización para el dictado de la Asignatura Optativa "Introducción a los Procesos de Interacción entre la Radiación y la Materia", de la carrera de Licenciatura en Física (Plan 2005) y la aprobación del correspondiente Programa Analítico y Régimen de Regularidad y Promoción, y

CONSIDERANDO:

Que la Comisión de Carrera de la Licenciatura en Física (Plan 2005) y el Departamento de Física, emiten opinión favorable para la aprobación del Programa Analítico y del Régimen de Regularidad y Promoción, teniendo en cuenta a Comisión de Docencia e Investigación quién aconseja aprobar todo lo actuado.

Que la RCD 32/2026 EXA-UNSa dispone un formato único para la presentación de los programas de cada una de las asignaturas de las carreras que se dictan en esta Unidad Académica.

Que, el Consejo Directivo, en su 12° Sesión Ordinaria realizada el 29 de julio de 2026, aprobó el despacho de la Comisión de Docencia e Investigación.

Que, el Estatuto de la Universidad Nacional de Salta en el Artículo 117 inciso 8, establece que *"entre los deberes y atribuciones que le confiere al Consejo Directivo, incluye aprobar los programas Analíticos y la reglamentación sobre el Régimen de Regularidad y Promoción propuesto por los módulos Académicos"*.

Por ello:

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Autorizar el dictado de la Asignatura Optativa Introducción a los Procesos de Interacción entre la Radiación y la Materia, de la carrera de Licenciatura en Física (Plan 2005)

ARTÍCULO 2°.- Aprobar el Programa Analítico y el Régimen de Regularidad y Promoción de la Asignatura Optativa Introducción a los Procesos de Interacción entre la Radiación y la Materia, de la carrera de Licenciatura en Física (Plan 2005), que como Anexo forma parte de la presente Resolución.

ARTÍCULO 3°.- Notifíquese al Dr. Martín Alberto MORALES, docente responsable de la Asignatura Optativa Introducción a los Procesos de Interacción entre la Radiación y la Materia. Comuníquese a las Autoridades y Secretarías de esta Unidad Académica, a la Comisión de Carrera de Licenciatura en Física, al Departamento de Física, a la Dirección de Mesa de Entradas, Archivo y Digesto y a la Dirección de Alumnos para su toma de conocimiento, registro y demás efectos. Publíquese en el Boletín Oficial y en la Página WEB de la Facultad, Cumplido, archívese.



Dr. Marcela E. López
SECRETARÍA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Dr. JOSÉ RAMÓN MOLINA
DECANO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa

1. DEPARTAMENTO O DEPENDENCIA: Departamento de Física

2. ASIGNATURA: Introducción a los Procesos de Interacción entre la Radiación y la Materia.

3. CARRERA: Licenciatura en Física

4. EQUIPO DOCENTE:

Profesor responsable: Dr. Martín Alberto Morales.

Clases teóricas: Dr. Sebastián David López

Clases prácticas: Dr. Sebastián David López, Dr. Martín Alberto Morales.

5. UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS:

Año de cursado: 5to. Cuatrimestre: Segundo

Carga horaria total y semanal de Teoría y Práctica: 3 horas de teoría y 3 horas de práctica semanales. 96 horas totales (16 semanas)

6. CONTENIDOS MÍNIMOS: Cuantización del campo electromagnético. Procesos de excitación y ionización por fotones y campos láseres intensos: absorción y emisión estimulada, emisión espontánea. Vida media. Excitación y ionización por absorción de uno y dos fotones. Interacción de átomos y moléculas con pulsos láser intensos ultra cortos: Ionización multifotónica y por efecto túnel.

7. CORRELATIVIDADES

Para cursar: tener regular Mecánica Cuántica

Para rendir o promocionar: tener aprobada Mecánica Cuántica

8. JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura optativa constituye un puente fundamental entre la mecánica cuántica y la física aplicada, proporcionando a los estudiantes el formalismo avanzado de la electrodinámica cuántica y la interacción radiación-materia en regímenes no -perturbativos

9. OBJETIVOS GENERALES: Se espera que los alumnos sean capaces de:

- Adquirir conocimientos sobre las teorías cuánticas para comprender los procesos atómicos involucrados entre la radiación y la materia.
- Desarrollar las habilidades necesarias para la lectura de artículos científicos relacionados con la temática.
- Adquirir competencias para la comunicación oral típicamente utilizadas en conferencias, simposios, etc.

Handwritten signature



10. PROGRAMA ANALÍTICO:

Unidad 1. Electrodinámica clásica

Objetivos específicos:

- Explicar la necesidad y las ventajas físicas de formular la electrodinámica en el espacio recíproco y mediante el formalismo de potenciales
- Identificar las variables normales del campo electromagnético y su rol
- Comprender los fundamentos teóricos del Gauge de Coulomb
- Reconocer el significado físico de la aproximación de grandes longitudes de onda

Ecuaciones de Maxwell-Lorentz. Potenciales. Electrodinámica en el espacio recíproco. Campos longitudinales y transversales. Variables normales. Cuantificación del Campo Electromagnético.

Lagrangiano standard. Cuantificación en el Gauge de Coulomb. Electrodinámica en presencia de campos externos. Aproximación de grandes longitudes de onda. Transformación de Goppert-Mayer.

Unidad 2. Interacción de átomos con radiación electromagnética

Objetivos específicos:

- Calcular tasas de transición y secciones eficaces de absorción y emisión.
- Deducir analíticamente la vida media de un estado excitado utilizando el formalismo cuántico.
- Analizar e interpretar perfiles de línea (como el perfil Lorentziano)
- Evaluar la validez y los límites del régimen de perturbaciones a primer orden.

Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Procesos radiativos a primer orden: vida media de un estado excitado. Emisión espontánea. Absorción y emisión inducida. Procesos radiativos de orden superior: ancho de línea.

Unidad 3. Colisiones de fotones y electrones

Objetivos específicos:

- Comprender el significado físico y la estructura de la fórmula de Kramers-Heisenberg
- Distinguir los fundamentos físicos de la dispersión elástica y la dispersión inelástica
- Explicar la transición del régimen cuántico al clásico en la dispersión Thomson
- Interpretar el rol de los estados intermedios Fórmula de Kramers-Heisenberg. Dispersión Rayleigh, Thomson, efecto Raman.

Unidad 4. Electrones en un campo láser intenso

Objetivos específicos:

- Comprender los límites de la aproximación perturbativa clásica



- Explicar las características de la aproximación semiclásica en la descripción de un campo láser

- Interpretar el significado físico de los estados de Volkov.

Descripción clásica del láser. Electrón libre en un campo láser: funciones de Volkov.

Unidad 5. Átomos en un campo láser intenso

Objetivos específicos:

- Comprender y contrastar los diferentes mecanismos de ionización atómica en campos intensos.

- Explicar los fundamentos de la teoría de Keldysh-Faisal-Reiss

- Describir el teorema y la teoría de Floquet.

Ionización multifotónica: teoría de perturbaciones y de Keldish-Faisal-Reiss (KFR). Teoría de Floquet. Ionización sobre el umbral. Generación de armónicos. Ionización por efecto túnel.

Unidad 6. Colisiones asistidas por láser

Objetivos específicos:

- Comprender el concepto de colisión asistida por láser.

- Explicar los fundamentos físicos de la teoría de Bunkin y Fedorov para colisiones elásticas.

- Interpretar el significado físico del teorema de Kroll-Watson en el límite de bajas

Frecuencias Colisiones elásticas: Teoría de Bunkin y Fedorov. Límite de bajas frecuencias: teorema de Kroll y Watson.

Colisiones inelásticas: Modelo de Geltman y Maquet.

Unidad 7. Confinamiento magneto-óptico de átomos

Objetivos específicos:

- Comprender la estructura de niveles de energía en átomos multielectrónicos

- Explicar el principio físico del atrapamiento magnético basado en los momentos magnéticos atómicos

- Interpretar el mecanismo operativo de una Trampa Magneto-Óptica (MOT)

- Describir el proceso termodinámico del enfriamiento evaporativo Estados de átomos multielectrónicos bajo campos eléctricos y magnéticos. Trampas Magnéticas.

Trampas magneto-ópticas. Enfriamiento evaporativo. Realizaciones experimentales



11. PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

1. Trabajo Práctico N°1: Electrodinámica Clásica
2. Trabajo Práctico N°2: Interacción de Átomos con Radiación Electromagnética
3. Trabajo Práctico N°3: Colisiones de fotones y electrones
4. Trabajo Práctico N°4: Electrones en un campo láser intenso
5. Trabajo Práctico N°5: Átomos en un campo láser intenso
6. Trabajo Práctico N°6: Colisiones asistidas por láser
7. Trabajo Práctico N°7: Confinamiento magneto-óptico de átomos

12. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

Este curso se dictará en encuentros de seis horas semanales de asistencia presencial y obligatoria.

El curso está diagramado como un curso práctico "hands on", es decir que los encuentros serán teórico-prácticos.

13. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Se solicitará a los alumnos la presentación de informes, estos implican el desarrollo práctico-teórico de los temas presentados en la asignatura. También serán evaluados mediante presentaciones orales.

14. RECURSOS MATERIALES

El cuerpo docente cuenta con recurso propio en formato digital y papel.

15. CONDICIONES PARA REGULARIZAR

Los estudiantes que no promocionen, pero aprueben los informes y presentación oral con nota mayor o igual a 6 quedan en condición de regular.

16. CONDICIONES PARA ACREDITAR

La asignatura admite el régimen de promoción.

Para promocionar la materia se debe cumplir los siguientes requisitos:

- Asistencia mínima del 80 %
- Aprobar todos los informes pedidos y presentación oral con nota mayor a seis.

•17. BIBLIOGRAFÍA

[1] C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc y G. Grynberg, Introduction a l'Electrodynamique Quantique, InterEditions, Paris, 1997.

[2] C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc y G. Grynberg, Processus d'Interaction entre Photons et Atoms, InterEditions, Paris, 1988.

[3] B. H. Brandsen y C. J. Joachain, Physics of Atoms and Molecules, Prentice Hall, Harlow, 2003.



- [4] D. Budker, D. F. Kimball y D. P. DeMille, Atomic Physics, an exploration through problems and solutions, Oxford University Press, Oxford, 2004.
- [5] Joachain, C. J., Kylstra, N. J., & Potvliege, R. M. (2012). Atoms in intense laser fields. Cambridge University Press.
- [6] Lin, C. D., Le, A.-T., Jin, C., & Wei, H. (2018). Attosecond and strong-field physics: Principles and applications. Cambridge University Press.
- [7] A. S. Davydov, Quantum Mechanics, Pergamon Press, New Jersey, 1976.
- [8] H. Friedrich, Theoretical Atomic Physics, Springer, New York, 2004.
- [9] W. Heitler, The Quantum Theory of Radiation, Clarendon Press, Oxford, 1954.
- [10] M. H. Mittleman, Theory of Laser-Atom Interactions, Springer, New York, 1993.
- [11] J. J. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics, Addison Wesley, New York, 1967.
- B. W. Shore and D. H. Menzel, Principles of Atomic Spectra, John Wiley & Sons Inc, New Jersey, 1968.
- [12] D. J. Tannor, Introduction to quantum mechanics: a time-dependent perspective, University Science Books, Sausalito, 2007.




LIC. MARCELA F. LÓPEZ
SECRETARIA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa




Dr. JOSÉ RAMÓN MOLINA
DECANO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa