



Universidad Nacional de Salta  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

SALTA, 27 de julio de 2015

EXP-EXA: 8278/2015

RESCD-EXA: 478/2015

VISTO:

La Nota-EXA N° 757/15, mediante la cual la Lic. Elena Hoyos solicita autorización para el dictado del Curso de Posgrado "Interacción Radiación-Materia: Ionización de átomos por pulsos láser", bajo la dirección del Dr. Diego Gabriel Arbó.

CONSIDERANDO:

El visto bueno del Departamento de Física (fs. 1).

Que la Comisión de Posgrado recomienda autorizar el dictado del curso y otorgar una ayuda económica de hasta \$10.000 (PESOS DIEZ MIL), para solventar gastos de traslado y estadía para el cuerpo docente del curso.

Que la Comisión de Docencia e Investigación y la Comisión de Hacienda, hacen lugar a la recomendación de la Comisión de Posgrado.

Que el curso en cuestión se encuadra en la Res. CS-640/08 (Reglamento para Cursos de Posgrado de la UNSa.).

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
(en su sesión ordinaria del día 22/07/15)  
R E S U E L V E:

ARTICULO 1º: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado "**Interacción Radiación-Materia: Ionización de átomos por pulsos láser**", bajo la dirección del Dr. Diego Gabriel Arbó con las características y requisitos que se explicita en el Anexo I de la presente resolución.

ARTICULO 2º: Asignar del Fondo Especial de Posgrado, la suma de hasta \$10.000 (PESOS DIEZ MIL), para solventar gastos de traslado y estadía para el plantel docente del curso (Dr. Diego Gabriel Arbó y Dr. Sebastián David López).

ARTICULO 3º: Disponer que una vez finalizado el curso, el director responsable elevará el listado de los participantes promovidos para la confección de los certificados respectivos, los que serán emitidos por esta Unidad Académica, de acuerdo a lo establecido en la reglamentación vigente (Res- CS-640/08).

ARTICULO 4º: Hágase saber con copia al Dr. Diego G. Arbó, al Dr. Sebastián D.López, a la Lic. Elena Hoyos, a la Comisión de Posgrado, al Departamento de Física, a la Dirección Administrativa Económica y Financiera, a la Dirección Gral. Administrativa Económica y al Departamento Adm. de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs  
rer

Mag. MARCELO DANIEL GEA  
SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y BIENESTAR  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Ing. CARLOS EUGENIO PUGA  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



*Universidad Nacional de Salta*

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
República Argentina

**ANEXO I de la RESCD-EXA: 478/2015 - EXP-EXA: 8278/2015**

**Curso de Posgrado: "Interacción Radiación-Materia: Ionización de átomos por pulsos láser"**

**Director Responsable del Curso:** Dr. Diego Gabriel Arbó (Conicet/UBA).

**Cuerpo docente:** Dr. Diego Gabriel Arbó, Dr. Sebastián David López.

**Coordinador del curso:** Lic. Elena Hoyos.

**Fines y Objetivos:** Dar nociones básicas de la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Introducir al alumno al tema de la interacción de pulsos láser con los átomos.

**Duración del curso:** 60 horas

**Distribución horaria:** 10 clases teóricas y 10 clases de problemas. Las clases teóricas y de problemas serán de de 3 horas cada una.

**Metodología:** La materia es teórico-práctica y está separada en 8 unidades. Se realizarán prácticas de problemas y desarrollos parciales de códigos numéricos computacionales para la evaluación de diferentes aproximaciones.

**Sistema de evaluación:** Para aprobar la materia se deberá entregar una serie de problemas, más un código numérico que evalúe alguno de los modelos desarrollados, más un tema especial a cargo del alumno. El tema especial está pensado para que los alumnos elijan un tema de actualidad de una serie de artículos científicos proporcionados por los docentes y comprende una exposición del alumno de 1 ½ horas más media hora de acotaciones del profesor para redondear el tema promoviendo la participación de los demás alumnos.

**Lugar y Fecha de realización:** Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa. Desde 26-10-2015 hasta 06-11-2015.

**Conocimientos previos necesarios:** Mecánica Clásica, Electrodinámica Clásica y Mecánica Cuántica.

**Destinatarios del curso:** Graduados y alumnos avanzados de las carreras de grado de Ciencias Exactas e Ingenierías.

**Detalle analítico de erogaciones:** Gastos de pasajes (Bs.As./Salta/Bs.As.) y reconocimiento de viáticos para el Dr. Diego Gabriel Arbó y el Dr. Sebastián David López.

**Arancel:** Sin arancel

**Inscripciones:** Mesa de Entradas de la Facultad de Ciencias Exactas, en horario de atención al público (lunes a viernes de 10:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00 Hs.)

///...



**ANEXO I de la RESCD-EXA: 478/2015 - EXP-EXA: 8278/2015**

**Programa del curso**

**1. Escalas temporales en procesos atómicos:**

Estimaciones de orbitas electrónicas: Radio de Bohr, periodos y velocidades. Transiciones de niveles energéticos y escalas temporales. Tiempos característicos de sistemas físicos.

**2. Breve introducción a la Física del Láser:**

Origen histórico. Teoría: Inversión de población y emisión estimulada. Medios de propagación. Láser de electrón libre. Evolución: Intensidad y duración del pulso. Barrera del femtosegundo.

**3. Revisión de Electromagnetismo:**

Formalismos Lagrangiano y Hamiltoniano: Potenciales escalar y vector. Invariancia de gauge. Electrón clásico en un campo sinusoidal: Energía ponderomotriz y amplitud de oscilación. Electrón cuántico en un campo electromagnético: Estados de Volkov. Campo de radiación electromagnético clásico: Vector de Poynting y aproximación dipolar. Cuantificación del campo electromagnético.

**4. Sistemas de Unidades:**

Relación de unidades atómicas de Hartree con el SI y MKS. Unidades atómicas de masa, carga y longitud. Constantes de Planck y estructura fina. Unidades derivadas: Tiempo, frecuencia, potencial eléctrico, intensidad y energía.

**5. Teoría de la Ionización atómica por encima del umbral:**

Condición de ionización. Ionización por encima de la barrera. Ionización por efectotúnel: Parámetro de Keldysh. Ionización multifotónica. Modelo semiclásico: Simple man's Model. Teoría de Keldysh-Faisal-Reiss: Primera aproximación de Born, aproximación de campo fuerte, aproximación de Coulomb-Volkov, aproximación de onda distorsionada Eikonal-Volkov. Solución analítica de la aproximación de campo fuerte: Modelo de Lewenstein. Espectro fotoelectrónico y distribución de momentos doble-diferencial. Interferencias inter- e intra-ciclo. Métodos cuasiclásicos: Trayectoria clásica Monte-Carlo. Efecto túnel. Método alternativo.

**6. Métodos numéricos y resultados:**

Solución numérica de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Evolución temporal. Método pseudoespectral. Efecto cuántico de Zenón: Paradoja de Zenón. Resultados de ionización atómica por encima del umbral: Factor de asimetría, picos multifotónicos. Efectos del potencial del ion remanente en ionización de gases raros: Estructuras cerca del umbral y ley universal.

**7. Generación de armónicos altos en fotoionización atómica:**

Introducción. Modelo de los tres pasos. Consideraciones cuánticas. Modelo de Lewenstein. Cálculo exacto.



Universidad Nacional de Salta  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

...///-3-

**ANEXO I de la RESCD-EXA: 478/2015 - EXP-EXA: 8278/2015**

**8. Ionización por Pulsos Ultracortos asistidos por Láser:**

Regímenes diferentes: Comportamiento corpuscular y ondulatorio. Streaking de attosegundo.  
Bandas laterales y modulaciones *intraciclo*. Aplicaciones: Efecto Auger.

**Bibliografía:**

- C. Rullière, *Femtosecond Laser Pulses: Principles and experiments*, Chapp. XIII, Springer (2005).
- C. J. Joachain, N. J. Kylstra, R. M. Potvliege, *Atoms in Intense Laser Fields*, Cambridge University Press (Cambridge), 2012.
- D. J. Tannor, *Introduction to Quantum Mechanics: A time-dependent perspective*, University Science Books, 2007.
- H. Friedrich, *Theoretical Atomic Physics*, Springer-Verlag (Berlin), 2006.
- M. Ya. Amusia, *Atomic Photoeffect*, Plenum Press, (NY), 1990.
- F. H. M. Faisal, *Theory of Multiphoton Processes*, Plenum Press (NY), 1987.
- G. G. Paulus *et al.*, Nature 414, 182 (2001). Derryck Reid, Science 291, 1911 (2001).
- Anne L'Huillier, Europhysics News 33 No 6 (2002).
- M. Drescher *et al.*, Science 291, 1923 (2001); R.F. Service, Science 292, 1627 (2001).
- R. Moshhammer *et al.*, Phys. Rev. Lett. 91, 113002 (2003).
- L. R. Dodd y K. R. Greider, Physical Review 146, 675 (1966). K.R. Greider y L.R. Dodd, Physical Review 146, 671 (1966).
- M. Lewenstein, K. C. Kulander, K. J. Schafer, P. H. Bucksbaum, Phys. Rev. A 51, 1495 (1995). M. Lewenstein. Ph. balcou, M. Yu. Ivanov, A. L'Huillier, P.B. Corkum, Phys. Rev. A49 2117 (1994).
- Louis DiMauro, Nature 419, 789 (2002).
- X.-M. Tong and Chu, Chem. Phys. 217, 119 (1997).

\*\*\*\*\*

Mag. MARCELO DANIEL GEA  
SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y BIENESTAR  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Ing. CARLOS EUGENIO PUGA  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa