



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

SALTA, 16 de agosto de 2017

EXP-EXA: 8445/2017

RESCD-EXA: 435/2017

VISTO:

La presentación efectuada por el Dr. Marcos Ariel Ramírez por la cual propone el dictado del curso "Introducción a la Relatividad General", como materia optativa para la carrera de Maestría en Matemática Aplicada.

CONSIDERANDO:

Que el Departamento de Física tomó conocimiento del pedido del Dr. Ramírez (fs. 12).

Que la Comisión de Docencia e Investigación, teniendo en cuenta la opinión del Comité Académico de Maestría en Matemática Aplicada de fs. 12 vta., aconseja autorizar el curso como materia optativa para la maestría.

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 02/06/17)

R E S U E L V E:

ARTICULO 1º: Tener por autorizado el dictado del curso "Introducción a la Relatividad General" como materia optativa para la carrera de Maestría en Matemática Aplicada, a partir del 14 de agosto de 2017, bajo la responsabilidad del Dr. Marcos Ramírez.


ARTICULO 2º: Aprobar el programa analítico y el sistemas de evaluación del curso, de acuerdo al detalle que se explicita en el Anexo I de la presente resolución.

ARTICULO 3º: Hágase saber con copia al Dr. Marcos Ramírez, al Comité Académico de Maestría en Matemática Aplicada, al Departamento de Física, al Departamento Archivo y Digesto y al Departamento Adm. de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs  
rer

  
Dra. MARÍA RITA MARTEARENA  
SECRETARIA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.



  
Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE  
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: 435/2017 – EXP-EXA: 8445/2017**

**Materia Optativa: “Introducción a la Relatividad General”**

**Carrera:** Maestría en Matemática Aplicada – Plan 2006

**Docentes Responsables:** Dr. Marcos Ramírez

**Fines y objetivos**

La teoría de la relatividad es una de las grandes teorías de la física moderna. Plantea una profunda revisión de los conceptos newtonianos de espacio, tiempo, interacción, materia y energía. Transformó nuestra manera de entender la naturaleza y jugó un papel fundacional para el desarrollo de la física nuclear, la física de partículas elementales y la cosmología moderna. El objetivo de este curso es dar a conocer los fundamentos y la estructura matemática de esta teoría.

El curso propuesto está dirigido principalmente a egresados de las carreras de Licenciatura en Física y Licenciatura en Matemática.

**Cantidad de horas:** 60 horas reloj.

**Distribución horaria:** Cuatro horas semanales de teoría y práctica durante 15 semanas del curso.

**Sistema de evaluación:** Para aprobar el curso, cada alumno deberá aprobar los dos exámenes parciales o sus respectivos recuperatorios, exponer satisfactoriamente un seminario y aprobar un examen final. El seminario en cuestión estará basado en capítulos de los libros incluidos en la bibliografía del curso.

**Lugar y fecha de realización:** Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia N° 5150, (A4408FVY), Salta Capital, Argentina.

**Fecha de dictado:** A partir del 14 de agosto de 2017.

**Consultas:**

- 1) Personalmente al Dr. Marcos Ramírez, Box 23, Planta Baja, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia N° 5150, (A4408FVY), Salta Capital, Argentina. De Lunes a Viernes en el horario de 15 a 18 hs.
- 2) Por correo electrónico a la dirección: [mramirez@famaf.unc.edu.ar](mailto:mramirez@famaf.unc.edu.ar)

**Inscripciones:** Mesa de Entrada de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta, en horario de atención al público (Lunes a Viernes de 10:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00 hs.)

**Contenidos Mínimos:**

Transformaciones de Lorentz. Espacio tiempo de Minkowski. Tensor de tensión-energía. Definición de variedad. Vectores y covectores en una variedad. Tensores en una variedad. Derivada covariante. Métrica. Curvatura. Tensor de Riemann. Ecuaciones de Einstein. Eventos: el argumento del agujero. Ondas gravitatorias. Solución de Schwarzschild. Geodésicas de Schwarzschild. Extensión de Kruskal. Agujeros negros. Estrellas relativistas. Colapso gravitatorio. Principio cosmológico. Soluciones de Friedmann. Origen, evolución y destino del universo.

*Marcos Ramírez*  
4



**ANEXO I de la RESCD-EXA: 435/2017 – EXP-EXA: 8445/2017**

**Programa Analítico**

- 1) Relatividad especial: Ecuaciones de Maxwell. Transformaciones de Lorentz. Simultaneidad. Eventos. Espaciotiempo de Minkowski. Intervalo. Líneas de mundo. Conos de luz. Vectores y covectores. Tensores. Dinámica de partículas relativista; equivalencia masa-energía. Conservación del 4-momento. Tensor de tensión-energía.
- 2) Geometría diferencial: Elementos de topología. Definición de variedad. Coordenadas. Difeomorfismos activos y pasivos. Subvariedades. Vectores y covectores en una variedad. Tensores en una variedad. Derivada covariante. Tensor métrico. Variedades riemannianas y pseudo-riemannianas. Derivadas en el espacio euclídeo y en el espaciotiempo de Minkowski. Transporte paralelo de vectores. Geodésicas. Curvatura. Tensor de Riemann. Isometrías y vectores de Killing. Grupo de isometrías. Órbitas. Métrica inducida. Ejemplos de variedades curvas: esferas e hiperboloides.
- 3) Relatividad general: Gravedad newtoniana. Principio de equivalencia. La gravedad como geometría. Tensor de tensión-energía. Ecuaciones de Einstein. Eventos: el argumento del agujero. Límite newtoniano. Gravedad linealizada. Ondas gravitatorias.
- 4) Soluciones esféricas: Solución de Schwarzschild. Teorema de Birkhoff. Geodésicas de Schwarzschild. Precesión del perihelio. Lensing gravitatorio. Redshift gravitatorio. Dilatación temporal gravitatoria. Extensión de Kruskal. Agujeros negros. Fluidos ideales relativistas. Estrellas relativistas. Colapso gravitatorio.
- 5) Soluciones cosmológicas: Principio cosmológico. Observadores isotrópicos (o inerciales). Soluciones de Friedmann. Redshift cosmológico. Horizontes. Curvatura del universo. Origen, evolución y destino del universo.

**Bibliografía:**

- [1] Sean Carroll, "Spacetime and geometry", Addison Wesley (2004)
- [2] Robert M Wald, "General relativity", The University of Chicago Press (1984)
- [3] Charles W Misner, Kip S Thorne, John A Wheeler, "Gravitation", W. H. Freeman and Company (1973)
- [4] Carlo Rovelli, "Quantum gravity", Cambridge Monographs on Mathematical Physics (2004)
- [5] Viatcheslav F Mukhanov, "Physical Foundations of Cosmology", Cambridge University Press (2005)

\*\*\*\*\*

Dra. MARÍA RITA MARTEARENA  
 SECRETARÍA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA.



Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE  
 DECANO  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA.