



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Bert Janssen
Departamento y Área de Conocimiento:	Dpto de Física Teórica y del Cosmos Área de Física Teórica
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	

Título del Trabajo:	Masa y energía en Relatividad General			
Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
		2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto
		3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas

Breve descripción del trabajo:

En la Relatividad General, el espaciotiempo es una entidad dinámica, cuya curvatura se manifiesta como la interacción gravitatoria. Los grados de libertad del espaciotiempo están codificados en la métrica g , cuya dinámica está escrita por las ecuaciones de Einstein. Ya en 1915 el matemático David Hilbert se dio cuenta de que el carácter dinámico del espaciotiempo hace que en general la energía total no se conserva. Esta propiedad curiosa de la Relatividad es debido a dos problemas: el primero que no es fácil describir la energía del campo gravitatorio mismo, ya que no existe una expresión que sea a la vez local y covariante. El segundo es que no en todos los espaciotiempo se puede definir una energía globalmente definida, ya que según el Teorema de Noether, las cantidades conservadas están estrictamente relacionadas con simetrías de la solución.

En este Trabajo de Fin de Grado investigaremos ambos problemas en cierto detalle. Por un lado, el alumno estudiará las distintas propuestas para el tensor de energía-momento del campo gravitatorio. Por otro lado, el alumno el alumno se familiarizará con el formalismo de vectores de Killing para describir de manera covariante las distintas simetrías del espaciotiempo y relacionará a través del Teorema de Noether la relación entre simetrías y cantidades conservadas. En particular, aprenderá bajo qué condiciones se puede definir una energía (un momento lineal/angular) globalmente conservada.

Objetivos planteados:

El alumno aprenderá la diferencia entre una ley de conservación vectorial y una tensorial y entenderá cómo una lleva a una cantidad globalmente definida y la otra no. Estudiará las distintas propuestas para un tensor de energía momento del campo gravitatorio y verá las ventajas y desventajas de cada propuesta.

El alumno aprenderá el formalismo de vectores de Killing para describir simetrías de manera covariante y aprenderá relacionar la presencia de ciertos vectores de Killing con invariancias de la métrica. Sabrá relacionar a través del Teorema de Noether esas simetrías con cantidades conservadas y será capaz de distinguir bajo qué condiciones se puede definir una energía (un momento lineal/angular) globalmente conservada.

Metodología:

Este TFG es un trabajo bibliográfico, de modo que el alumno consultará los libros de texto y artículos relevantes y reproducirá los cálculos por su cuenta.

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

Bibliografía:

- Bert Janssen, *Teoría de la Relatividad General*, Universidad de Granada (versión de 2019)
S. M. Carroll, *Spacetime and Geometry*, Addison-Wesley, 2004.
M. Maggiore, *Gravitational waves, Volume 1, Theory and Experiments*, Oxford University Press, 2007.
E. Poisson, *A Relativist's Toolkit*, Cambridge University Press, 2004.
H. Stefani, *General Relativity*, Cambridge University Press, 1982.
R. Wald, *General Relativity*, Chicago University Press, 1984.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Alejandro Muñoz Ovalle

Granada, 20 de mayo 2019

Sello del Departamento

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias