



PROGRAMA DE CURSO DE POSGRADO

TÍTULO: Datos iniciales para las Ecuaciones de Einstein	
AÑO: 2017	CUATRIMESTRE: Segundo
CARGA HORARIA: 120	No. DE CRÉDITOS:
CARRERA/S: Doctorado en Física	
DOCENTE ENCARGADO: María Eugenia Gabach Clement	

PROGRAMA

FUNDAMENTACION

Una parte esencial de la teoría de la relatividad general y en particular, de las ecuaciones de Einstein, la constituyen las ecuaciones de vínculo de Einstein, cuya solución son los datos iniciales necesarios para resolver la dinámica de un sistema. El estudio de los datos iniciales para las ecuaciones de Einstein no sólo está relacionado a su posterior evolución, sino que ha probado ser fundamental fuente de información acerca de propiedades físicas de los sistemas. Por ejemplo, en la obtención de desigualdades geométricas entre diferentes parámetros físicos como área, momento angular, carga eléctrica, masa, etc. Estas desigualdades, surgidas a partir de los datos iniciales, resultar ser válidas en el caso dinámico para muchos sistemas de interés.

OBJETIVOS

Los objetivos del curso son

- * Que el alumno se familiarice con las ecuaciones de vínculo de Einstein.
- * Que el alumno aprenda y aplique herramientas matemáticas analíticas para el estudio de problemas concretos de valores iniciales.
- * Que el alumno se familiarice con problemas y técnicas de interés actual en el área.

CONTENIDOS

Los contenidos de la asignatura están enfocados hacia el tratamiento analítico de las ecuaciones de vínculo de Einstein, especialmente sobre variedades con finales asintóticamente planos y cilíndricos.

1. Ecuaciones de Einstein, datos iniciales y evolución.
2. Métodos de abordaje: Método conforme, Método de "gluing".
3. Método conforme. Variedades cerradas, asintóticamente planas, asintóticamente hiperbólicas, asintóticamente cilíndricas. Clasificación de Yamabe.
4. Ecuaciones elípticas. Espacios de Hölder. Espacios de Sobolev (convencionales y pesados). Desigualdades de Sobolev y Poincaré. Desigualdades elementales (Hölder, Cauchy-Schwarz, Gronwall)
5. Existencia de soluciones débiles. Método de sub y super soluciones. Teorema de Lax Milgram. Estimaciones de energía. Alternativa de Fredholm. Regularidad. Principio de Máximo. Métodos variacionales. Linealización. Teorema de la Función Implícita.
6. Sistemas físicos con simetría esférica y axial.
7. Parámetros físicos. Masa ADM, masas quasilocales, momento angular, carga electromagnética. Conservación.
8. Aplicaciones a problemas actuales: Desigualdades geométricas, clasificación de Yamabe, existencia de datos iniciales. Unicidad de la solución de Kerr. Datos para (uno y múltiples) agujeros negros y para objetos ordinarios.
9. Problemas de valores iniciales con contorno.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Evans, Lawrence C. Partial differential equations. Graduate Studies in Mathematics, 19, American Mathematical Society, 1998.

Robert M. Wald. General Relativity, The University of Chicago Press, 1984.

E. Poisson. A Relativist's Toolkit. Cambridge University Press, 2004.

Bartnik, Robert and Isenberg, Jim. The constraint equations in The Einstein equations and large scale behavior of gravitational fields, pag 1-38, Birhäuser Verlag, 2004, gr-qc/0405092.

R. Bartnik. The mass of an asymptotically flat manifold, Comm. Pure App. Math. 1986, 39, 5, 661-693.

Y. Choquet-Bruhat and York, Jr., James W. The Cauchy problem, General Relativity and Gravitation, Ed A. Held, New York, 1, 99-172, 1980.

Yvonne Choquet-Bruhat and James Isenberg and York, Jr., James W. Einstein constraint on asymptotically euclidean manifolds. *prd* 61 084034, 1999, gr-qc/9906095.

Piotr T. Chrusciel, Gregory J. Galloway, Daniel Pollack. *Mathematical general relativity: a sampler*. 2010.
arXiv:1004.1016

Szabados, Laszlo B. Quasi-Local Energy-Momentum and Angular Momentum in GR: A Review Article, *Living Rev. Relativity*, 2004.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Acena, Andres and Dain, Sergio and Gabach Clement, Maria E. Horizon area-angular momentum inequality for a class of axially symmetric black holes. *Class.Quant.Grav.* 28, 105014, 2011, gr-qc 1012.2413.

Gernot Neugebauer and Jorg Hennig. Stationary two-black-hole configurations: A non-existence proof. *J.Geom.Phys.* 62 (2012) 613-630. gr-qc 1105.5830.

Dain, Sergio. Extreme throat initial data set and horizon area-angular momentum inequality for axisymmetric black holes. *Phys. Rev. D*, 82,10, 104010, 2010, gr-qc 1008.0019.

Piotr T. Chrusciel and Rafe Mazzeo. Initial data sets with ends of cylindrical type: I. The Lichnerowicz equation. *Annales Henri Poincare* 16 (2015) no.5, 1231-1266. gr-qc 1201.4937.

Piotr T. Chrusciel, Rafe Mazzeo and Samuel Pocchiola. Initial data sets with ends of cylindrical type: II. The vector constraint equation. *Adv.Theor.Math.Phys.* 17 (2013) no.4, 829-865.
gr-qc 1203.5138 .

Andrés Aceña, María E. Gabach Clément. Extremal black hole initial data deformations. *Class.Quant.Grav.* 33 (2016) no.11, 115017. gr-qc 1510.02079.

Piotr T. Chrusciel, James Isenberg and Daniel Pollack. Gluing initial data sets for general relativity. *Phys.Rev.Lett.* 93 (2004) 081101. gr-qc/0409047.

Dain, Sergio and Gabach Clement, Maria E. Small deformations of extreme Kerr black hole initial data. *Class.Quant.Grav.* 28, 075003, 2011, gr-qc 1001.0178.

Piotr T. Chrusciel, Justin Corvino, James Isenberg. Initial data for the relativistic gravitational N-body problem. *Class.Quant.Grav.* 27 (2010) 222002.

Marcus A. Khuri. Inequalities Between Size and Charge for Bodies and the Existence of Black Holes Due to Concentration of Charge. *J.Math.Phys.* 56 (2015) no.11, 112503. gr-qc 1505.04516.

Ye Sle Cha, Marcus A. Khuri. Deformations of Charged Axially Symmetric Initial Data and the Mass–Angular Momentum–Charge Inequality. *Annales Henri Poincare* 16 (2015) no.12, 2881-2918. gr-qc 1407.3621.

MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

Asistencia al 70% de clases teóricas. Desarrollo y presentación de problemas asignados.

FORMA DE EVALUACIÓN

Dos notas parciales basadas en la resolución de problemas asignados.

Un examen final que consiste en la preparación y exposición oral de un tema acordado con el alumno.

La nota final se calcula como el promedio de las 2 notas parciales y la nota de la exposición oral final.