



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

# INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA DE AGUJEROS NEGROS

VIGENTE DESDE EL AÑO 2008

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 2 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

PROFESORES A CARGO: DR. GUSTAVO E. ROMERO

## CONTENIDO TEMÁTICO:

- 1. Elementos de Relatividad General.** Espacio-tiempo. Variedades. Tensor métrico. Ecuaciones del movimiento. Conexión afin. Curvatura. Tensor de energía-impulso. Ecuaciones de Einstein. Ecuaciones de conservación.
- 2. Agujeros negros de Schwarzschild.** Solución de vacío esféricamente simétrica para una masa. Propiedades de la solución. Horizonte de eventos. Propiedades. Coordenadas de Eddington-Finkelstein. Estructura del espacio-tiempo dentro del horizonte. Coordenadas de Kruskal. Orbitas. Magnificación gravitacional de imágenes.
- 3. Agujeros negros de Kerr.** Solución de Kerr. Características. Horizontes. Ergosfera. Proceso de Penrose. Orbitas. Magnetósfera.
- 4. Otros agujeros negros.** Agujeros negros de Reissner-Nordstrom. Agujeros negros de Kerr-Newman. Mini agujeros negros. Agujeros negros de masa intermedia. Agujeros negros supermasivos. Agujero negro en un contexto cosmológico.
- 5. Termodinámica de agujeros negros.** Relación área-entropía. Temperatura de los agujeros negros. Leyes de la termodinámica de agujeros negros. Radiación de agujeros negros. Mecanismo de Hawking. Tiempo de desintegración. Problema de la información.
- 6. Acreción sobre agujeros negros.** Tipos de acreción. Acreción esférica. Acreción cilíndrica. Acreción por discos. Discos delgados. Modelo de Shakura-Sunyaev. Discos gruesos. Modelos de dos temperaturas. Coronas. Acreción con advección. Acreción en sistemas binarios. Acreción sobre agujeros negros supermasivos.
- 7. Procesos no-térmicos en el entorno de agujeros negros.** Formación de jets. Modelos. Procesos radiativos en la corona. Procesos radiativos en los jets. Ejemplos astrofísicos.
- 8. Formación de agujeros negros.** Colapso gravitacional. *Gamma-ray bursts*. Fusión de agujeros negros. Formación jerárquica. Agujeros negros artificiales. Radiación gravitacional asociada a agujeros negros. Sistemas binarios de agujeros negros. Manifestaciones astrofísicas.
- 9. Exótica.** Agujeros blancos. Agujeros de gusano. Curvas temporales cerradas. Horizontes cronológicos. Paradojas. Principio de auto-consistencia. Problemas filosóficos relacionados con los agujeros negros.

## BIBLIOGRAFÍA:

1. Carroll, S. 2003, *Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity*, Addison-Wesley, New York.
2. Clarke, C.J.S. 1993, *The Analysis of Space-Time Singularities*, Cambridge University Press, Cambridge
3. Frolov, V.P., and Novikov, I.D. 1998, *Black Hole Physics*, Kluwer, Dordrecht.
4. Luminet, J-P. 1998, in: F.W. Hehl, C. Kiefer, & R.J.K. Metzler (Eds.), *Black Holes: Theory and Observation*, Springer, Berlin-Heidelberg, pp. 3-34.
5. Morris, M.S. and Thorne, K.S. 1988, *Am. J. Phys.*, 56, 395.
6. Raine, D., and Thomas, E. 2005, *Black Holes*, Imperial College Press, London.



7. Romero, G.E. 2008, Introduction to Black Holes (lecture notes), AAA, en prensa (arXiv:0805.2082)
8. Townsend, P.K. 1997, Black Holes (lecture notes), University of Cambridge, arXiv:gr-qc/9707012.
9. Longair, M. 1992-1994, High-Energy Astrophysics (Vols. I y II), Cambridge University Press, Cambridge.
10. Frank, J., King, A & Raine, D., 2002, Accretion Power in Astrophysics, Cambridge University Press, Cambridge.