

Curso de posgrado

Título: Estrellas Binarias

Objetivos

Este Curso de posgrado está dedicado, en primer lugar, a repasar los conocimientos básicos relacionados a los sistemas binarios, para luego abordar el estudio de sistemas binarios con transferencia de masa a través del desborde del lóbulo de Roche (Sistemas Binarios Interactuantes).

La variedad de esta clase de sistemas es muy grande, y son estudiados intensamente tanto desde un enfoque teórico como observacional.

El abordaje del Curso es esencialmente teórico. Sin embargo, dado que los modelos numéricos no tienen sentido si no se contrastan con las observaciones, es que veremos de qué manera se vinculan los modelos teóricos con las observaciones. Por otra parte, analizaremos algunos de los trabajos de mayor relevancia publicados en el tema en revistas científicas de alto impacto, luego de haber introducido los conocimientos necesarios para poder discutirlos.

La evaluación del Curso se realizará mediante una exposición oral. La misma está pensada para que cada estudiante pueda vincular su tema de Tesis Doctoral con alguno de los temas desarrollados en el Curso.

Programa analítico

1. Introducción

Estrellas Binarias. Breve reseña histórica. Clasificación. Propiedades observacionales. Determinación de masas. Algunas técnicas de observación.

2. Sistemas binarios con transferencia de masa

Generalidades de sistemas binarios con transferencia de masa. Problema de los tres cuerpos restringido. El lóbulo de Roche. Clasificación de sistemas binarios con transferencia de masa. Sistemas binarios con estrellas donantes de masa baja, intermedia y alta. El período de bifurcación.

3. Cálculos de evolución binaria

Descripción del tratamiento del cálculo de la transferencia de masa desarrollado por distintos autores. Ejemplos particulares de algunos trabajos clásicos en el tema:

- Caso en que el acretor es una estrella normal.
- Caso en que el acretor es una enana blanca: variables cataclísmicas.
- Caso en que el acretor es una estrella de neutrones.
- Caso en que el acretor es un agujero negro.

4. Sistemas binarios de Rayos X (masa baja e intermedia)

Descripción y principales características. Similitudes y diferencias. La relación masa de la estrella donante - período orbital.

5. Black widows y Redbacks

Introducción. Vínculo entre ambas poblaciones. Reciclado de pulsares. Pulsares de milisegundos aislados. Modelos de black widows y redbacks. Estudio del comportamiento de ambas poblaciones desde un punto de vista observacional.

6. Discos de acreción

Discos de acreción alrededor de objetos compactos. Las ecuaciones diferenciales que describen un disco de acreción; disco α . Modelo DIM. Aplicaciones a diferentes sistemas astrofísicos.

7. Efectos de marea en binarias

Rotación sincronizada en sistemas binarios. Efectos de marea. Las ecuaciones diferenciales que describen el problema. Aplicaciones.

8. Ondas gravitatorias

Breve repaso de la aparición de las ondas gravitatorias en la TRG. Emisión de ondas gravitatorias en el marco de sistemas binarios. El efecto de Shapiro. Detección de ondas gravitatorias.

Bibliografía

- *An Introduction to Close Binary Stars*; R. W. Hilditch. ISBN 0521241065. Cambridge, UK: Cambridge University Press, March 2001.
- *An Introduction to the Evolution of Single and Binary Stars*; Matthew Benacquista, University of Texas Rio Grande Valley, January 2013, DOI: 10.1007/978-1-4419-9991-7, ISBN: 978-1-4419-9990-0
- *Interacting Binary Stars, Cataclysmic Variable Stars, X Ray Binary Stars, Close Binary Stars, Conferences, Double Stars, Astrophysics*; Shore S. N., Livio M., van den Heuvel E. P. J., Nussbaumer H., Orr A., 1994, inbi.conf
- *Evolution of Close Binaries*. I (1966), II (1967), Paczyński, B., III (1967), Paczyński, B., Ziókowski, J.; IV (1967) Paczyński, B, Acta Astronómica
- *The Evolution of Binary Systems*, P. Podsiadlowski (<http://www-astro.physics.ox.ac.uk/podsi/binaries.pdf>)
- *The evolution of Compact Binary Star Systems*; Postnov K. A., Yungelson L. R., 2014, LRR, 17, 3
- *The classification of close binary systems*; Kopal Z., 1955, AnAp, 18, 379
- *A code for stellar binary evolution and its application to the formation of helium white dwarfs*; Benvenuto O. G., De Vito M. A., 2003, MNRAS, 342, 50
- *Evolution of low-mass close binary systems with a compact mass accreting component*; Pylyser E., Savonije G. J., 1988, A&A, 191, 57
- *Evolutionary Sequences for Low- and Intermediate-Mass X-Ray Binaries*; Podsiadlowski P., Rappaport S., Pfahl E. D., 2002, ApJ, 565, 1107

- *The Evolution of Cataclysmic Variables as Revealed by Their Donor Stars*; Knigge C., Baraffe I., Patterson J., 2011, ApJS, 194, 28
- *Astrophysical Black Holes: A Compact Pedagogical Review*; Bambi C., 2018, AnP, 530, 1700430. doi:10.1002/andp.201700430
- *On the formation and evolution of black hole binaries*; Podsiadlowski P., Rappaport S., Han Z., 2003, MNRAS, 341, 385
- *Exploring the formation of 'Black Widows'*; Benvenuto O. G., De Vito M. A., Horvath J. E., 2015, MNRAS, 449, 4184
- *Formation of Black Widows and Redbacks—Two Distinct Populations of Eclipsing Binary Millisecond Pulsars*; Chen H.-L., Chen X., Tauris T. M., Han Z., 2013, ApJ, 775, 27
- *A Search for Transitions between States in Redbacks and Black Widows Using Seven Years of Fermi-LAT Observations*; Torres D. F., Ji L., Li J., Papitto A., Rea N., de Oña Wilhelmi E., Zhang S., 2017, ApJ, 836, 68
- *Identifying the formation mechanism of redback pulsars*; De Vito M. A., Benvenuto O. G., Horvath J. E., 2020, MNRAS, 493, 2171
- *The Quasi-Roche Lobe Overflow State in the Evolution of Close Binary Systems Containing a Radio Pulsar*; Benvenuto O. G., De Vito M. A., Horvath J. E., 2015, ApJ, 798, 44
- *Accretion discs in astrophysics*; Pringle J. E., 1981, ARA&A, 19, 137
- *Accretion disc outbursts: a new version of an old model*; Hameury J.-M., Menou K., Dubus G., Lasota J.-P., Hure J.-M., 1998, MNRAS, 298, 1048
- *A model of accretion disks in close binaries*; Paczynski B., 1977, ApJ, 216, 822
- *A theory of the instability of disk accretion on to black holes and the variability of binary X-ray sources, galactic nuclei and quasars*; Shakura N. I., Sunyaev R. A., 1976, MNRAS, 175, 613
- *Tidal dissipation in binary systems*; Zahn J.-P., 2008, EAS, 29, 67
- *Tidal evolution in close binary systems*; Hut P., 1981, A&A, 99, 126
- *Gravitational Waves and the Evolution of Close Binaries*; Paczyński B., 1967, AcA, 17, 287
- *REVIEWS OF TOPICAL PROBLEMS: Gravitational wave astronomy: in anticipation of first sources to be detected*; Grishchuk L. P., Lipunov V. M., Postnov K. A., Prokhorov M. E., Sathyaprakash B. S., 2001, PhyU, 44, R01. doi:10.1070/PU2001v044n01ABEH000873
- *GW151226: Observation of Gravitational Waves from a 22-Solar-Mass Binary Black Hole Coalescence*; Abbott B. P., Abbott R., Abbott T. D., Abernathy M. R., Acernese F., Ackley K., Adams C., et al., 2016, PhRvL, 116, 241103. doi:10.1103/PhysRevLett.116.241103

- *The Electromagnetic Counterpart of the Binary Neutron Star Merger LIGO/Virgo GW170817. I. Discovery of the Optical Counterpart Using the Dark Energy Camera*; Soares-Santos M., Holz D. E., Annis J., Chornock R., Herner K., Berger E., Brout D., et al., 2017, ApJL, 848, L16

Horas efectivas de clase

El Curso tendrá 45 horas de clase. Se repartirán en dos clases semanales de dos horas cada una durante tres meses.

Plantel docente

Las clases estarán a cargo de quien presenta este Curso, María Alejandra De Vito, Profesora Adjunta con Dedicación Semi-Exclusiva de Electromagnetismo.

Período en el que se dicta

El Curso se dictará regularmente durante el segundo semestre (setiembre, octubre y noviembre).

Modo de evaluación

Para aprobar el Curso se requerirá el 80% de asistencia a las clases, y una exposición oral al final del Curso. La misma consistirá en la ampliación y profundización de alguno de los temas abordados en el Curso, y su vinculación con el tema de trabajo de Tesis Doctoral del estudiante.