

Propuesta de curso electivo para pregrado

Nombre: Espectrografía Astronómica
Profesor: Benjamín Oostra
Unidad: Departamento de Física
Créditos: 3
Período: Semestre 2025-1 (16 semanas)
Prerrequisitos: Física Moderna
Cupo: 20 estudiantes aprox

Introducción:

La astronomía utiliza muchas técnicas para estudiar las estrellas y los demás elementos presentes en el espacio exterior: Fotografía, fotometría, astrometría, polarimetría, etc. Se utilizan todas las bandas de la radiación electromagnética: Radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gama, además de otros mensajeros como los neutrinos y las ondas gravitacionales.

La técnica que más se adapta a las condiciones ambientales de Bogotá y a la disponibilidad de recursos de la Universidad de los Andes es la espectrografía óptica de estrellas. Debido a ello el Observatorio Astronómico de Uniandes se ha dedicado desde hace 30 años a desarrollar esta línea de observaciones, utilizando varios instrumentos de fabricación local y uno de hechura francesa. Cada semestre hay muchos estudiantes realizando proyectos de espectrografía en el Observatorio Astronómico.

Eso sugiere la conveniencia de ofrecer un curso donde los estudiantes interesados puedan aprender de manera sistemática los conceptos, técnicas y posibilidades de la espectrografía óptica astronómica.

Este curso es muy adecuado para la Opción en Astronomía.

Objetivos:

El curso pretende familiarizar a los estudiantes con la espectrografía óptica aplicada a la astronomía. Los estudiantes aprenden a valorar el desarrollo histórico de esta técnica y su amplia aplicación actual. Aprenden las características básicas de los instrumentos, y cómo utilizarlos. Aprenden a elegir la configuración adecuada para cada observación. Aprenden a procesar las imágenes y extraer información de ellas. Aprenden a inferir conclusiones plausibles acerca de la naturaleza y comportamiento de los objetos celestes. Finalmente, se familiarizan con las limitaciones y posibilidades de la astronomía observacional en Colombia.

Competencias desarrolladas en el curso:

- Conocimientos: Historia de la espectrografía astronómica, instrumentos ópticos, información contenida en los espectros, técnicas para descifrar dicha información.
- Habilidades: Planeación de observaciones, manejo de instrumentos, procesamiento de imágenes CCD y otros datos, cálculos de resultados. Consulta de catálogos de datos científicos.
- Actitudes: Aprecio por los logros de los pioneros, valorar / comprensión de las limitaciones y posibilidades de la observación astronómica en Colombia y en Bogotá, actitud crítica hacia las divulgaciones científicas sensacionalistas o falsas.

Contenido:

- Introducción (semanas 1-2):

Historia (Wollaston, Newton, Angstrom, Fraunhofer, Kirchhoff, Fieves, Huggins, Wirtz, Slipher, Humason, Schmidt...). Espectro electromagnético, teoría atómica simplificada estilo Bohr, transiciones, información contenida en el espectro. Por qué espectrografía en Bogotá. Oportunidades de investigación.

- Instrumentación (semanas 3-5):

Prisma o rejilla, ranura o fibra, ojo o cámara, lentes o espejos, orden único o echelle. Resolución, luminosidad, alineación, enfoque, expansión térmica...

- Observaciones (semanas 6-7):

Diámetro del telescopio, estrellas, nebulosas, galaxias, cuásares... magnitud límite, tiempos de exposición... espectros de calibración de λ y de flujo...

- Reducción de datos (semanas 8-9):

Software. Imágenes oscuras ajustadas, transformaciones geométricas, extracción de perfiles, normalización, calibración de λ ...

- Análisis de datos (semanas 10-12):

Corrección por movimientos telúricos, corrimiento Doppler, Ancho Equivalente, ensanchamiento, perfiles de líneas

- Resultados (semanas 13-16): revisar

Clasificación de estrellas, metalicidad o abundancias, velocidad radial, rotación, pulsaciones, órbitas de estrellas binarias y sus masas. Granulación.

Metodología:

- Clase magistral con apoyo de presentaciones y experimentos demostrativos.
- Prácticas en el Observatorio Astronómico.

Las prácticas en el Observatorio se hacen al comienzo del semestre porque el clima suele ser mejor. Se hacen en grupos de máximo 5 estudiantes. La primera práctica es de día para tomar espectros del sol y algunos tubos de gas con Espartaco 2. La segunda es de noche para tomar espectros de estrellas con Espartaco 2. La tercera es de noche para tomar espectros de estrellas con eShel.

Con un cupo de 20 estudiantes habría 4 grupos, es decir 12 sesiones. Se harán en 4 sesiones por semana en las semanas 2-4.

Durante el semestre los estudiantes procesarán los datos recolectados y entregarán informes.

Evaluación:

- Ejercicios semanales 40%
- 2 exámenes parciales 20% cada uno
- 1 examen final 20%
- Algunas de las entregas semanales son avances en el procesamiento de los datos tomados en el Observatorio; otras son procesamiento de datos tomados de fuentes externas.

Bibliografía:

1. Bases de datos disponibles en línea:

- UVES-POP (Paranal Observatory Project con el espectrógrafo UVES)
- PEPSI (Potsdam Echelle Polarimetric and Spectroscopic Instrument)
- Espectro del Sol (Moore, 1966)
- Atlas del espectro del Sol (Wallace, Hinkle)
- Atlas del espectro de Arcturus (Hinkle, Wallace)
- Atlas IAG del espectro solar (Reiners)
- SDSS (Sloan Digital Sky Survey)
- VALD (Vienna Atomic Line Database)
- NIST (National Institute of Standards and Technology)

2. Artículos publicados en revistas científicas.

3. Libros disponibles en la Biblioteca (ordenados por año de publicación):

- Photographed Spectra (John Rand Capron, 1877)
- Cosmografía (Henry Norris Russell, 1954)
- Astrophysics and Stellar Astronomy (T. L. Swihart, 1968)
- Astronomy: Fundamentals and Frontiers (R. Jastrow, M. H. Thompson, 1984)

- Astronomical Optics (Daniel Schröder, 1987)
- Observational Astrophysics (Pierre Léna, 1988)
- Contemporary Astronomy (J. M. Pasachoff, 1989)
- Solar Astrophysics (Peter V. Foukal, 1990)
- The Sun as a Star (R. J. Tyler, 1997)
- Universe (W. J. Kaufmann, R. A. Freedman, 1999)
- The Physics of Stars (Anthony C. Phillips, 1999, 2002)
- The Sun from space (Kenneth Lang, 2000)
- Fundamental Astronomy (H. Karttunen, 2003)
- Astronomy: Principles and Practice (A. E. Roy, D. Clarke, 2003)
- The observation and analysis of stellar photospheres (D. F. Gray, 2005)
- Handbook of CCD Astronomy (S. B. Howell, 2006)
- An introduction to modern stellar astrophysics (D. A. Ostlie, B. W. Carroll, 2007)
- El Espectro Continuo de las Atmósferas Estelares (J. J. Clariá, 2008)
- Astrophysical techniques (C. R. Kitchin, 2009)
- To Measure the Sky: An introduction to observational astronomy (F. R. Chromey, 2010)