

# RADIOASTRONOMÍA

- 1 - **Introducción:** Inicios de la Radioastronomía. Espectro electromagnético: ventanas de ondas centimétricas, milimétricas y submilimétricas: transparencia y opacidad. Sinergia con observaciones en otras bandas del espectro electromagnético. Efectos atmosféricos en las distintas bandas. Polución electromagnética. Relevancia de las observaciones radioastronómicas. Panorama y generalidades.
- 2 - **Definiciones básicas en Radioastronomía:** Intensidad de brillo y densidad de flujo. Antena simple: definiciones. Relación entre Temperatura de antena y Temperatura de brillo. Transformada de Fourier: Definición y Teoremas. Convolución. Autocorrelación. Teorema de muestreo: ejemplos básicos. Interferómetros: poder resolvente. Interferómetro como filtro de frecuencias espaciales: Short-spacings. Plano U–V y cobertura. Principales antenas simples e interferómetros existentes.
- 3 - **Instrumentos:** Diagrama en bloque simple de un receptor radioastronómico para continuo y para espectroscopía. Temperatura de sistema. Esquema simple de métodos de observación en continuo y espectroscopía. Temperatura de ruido y flujo mínimo detectable. Problemas principales en radioastronomía centimétrica: RFI y radiación parásita (stray radiation). Ídem para el rango milimétrico: efectos atmosféricos. Calibración de observaciones.
- 4 - **Emisión de continuo térmico y no térmico:** Radiación libre–libre. Ecuación de transporte: profundidad óptica y medida de emisión. Elementos de radiación sincrotrón. Polarización. Parámetros de Stokes. Emisión de polvo.
- 5 - **Algunas aplicaciones:** I) Regiones HII: Definición, morfologías y propiedades generales. Frente de ionización. Densidad de flujo en función de la frecuencia e índice espectral. Determinación de parámetros físicos y evolución temporal de una región HII. Estrellas excitatrices. II) Remanentes de supernovas: clasificación morfológica y evolución. Relaciones estadísticas: determinación de distancias y edades. Efecto de la presencia de una burbuja interestelar.
- 6 - **Emisión de líneas atómicas:** Líneas de recombinación. Determinación de parámetros. Línea de 21–cm, temperatura de spin. Propiedades físicas derivables de las observaciones. Campo de velocidades: métodos de determinación de distancias cinemáticas. Burbujas. Estructuras del medio interestelar e HI, cáscaras, supercáscaras, gusanos y chimeneas.
- 7 - **Emisión de moléculas:** transiciones electrónicas, vibracionales y rotacionales. Mecanismos de excitación y densidad crítica. Temperatura de excitación. Moléculas simples trazadoras de gas molecular de alta y baja densidad. Catálogos y parámetros moleculares. Clasificación de moléculas (lineales, simétricas y asimétricas). Análisis en ETL: análisis multitransicional (diagrama Rotacional). Caso no-ETL: códigos vigentes. Astroquímica: química de altas (hot cores y hot corinos) y bajas temperaturas. Nubes moleculares. Propiedades generales. Abundancias moleculares. Imágenes espectrales (espectros, cubos, momentos y diagramas posición–velocidad).
- 8 - **Emisión máser:** Teoría básica de máseres saturados y no saturados. Mecanismos de bombeo básicos. Efectos sobre la geometría de la fuente y los anchos de las líneas espectrales. Polarización. Máseres estelares: OH y SiO. Máseres interestelares: H<sub>2</sub>O, OH y CH<sub>3</sub>OH. Máseres extragalácticos. Determinación de distancias usando máseres. Efecto máser en LRR.
- 9 - **Vía Láctea:** Emisión de continuo de la galaxia a gran escala y distintas frecuencias. Estructura espiral. El halo galáctico. Distribución del gas en la galaxia y estructuras detectadas en HI y moléculas. Campo magnético y efecto Zeeman.
- 10 - **Otras fuentes de radio:** Medio interestelar en galaxias del grupo local. Relación Tully–Fisher. Galaxias activas o Radiogalaxias. Radio–jets. Núcleos activos. Radiación de fondo de microondas:

detección, estructura angular. Parámetros derivados de las observaciones de radio. Curva de rotación. Materia oscura. Campos magnéticos. Temas actuales.

- 11 - **Pulsares:** Principales propiedades observacionales y sus derivados. Estructura elemental de una estrella de neutrones. Clases de pulsares (de milisegundos, binarios y binarias de rayos X). Diagrama  $P - \dot{P}$ . Velocidades espaciales. Determinación de la distancia a pulsares y rotación de Faraday. Determinación de campos magnéticos galácticos: medida de rotación y medida de dispersión. Depolarización de Faraday. Pulsares y ondas gravitacionales.
- 12 - **Timing:** Obtención de series rápidas de datos temporales. Características de los receptores. Técnicas de análisis. Observación de fuentes pulsantes. Análisis de series temporales. Detección de periodicidades. Dispersión en frecuencia. Medida de dispersión y efectos en el medio interestelar. Fenómenos transitorios. Variabilidad de AGNs. Erupciones rápidas en radio (FRBs).

#### Bibliografía

- Fundamentals of Radio Astronomy. Snell R., Kurtz S. & Marr J., Vol. 1, 2019.
- Planets, Stars and Stellar Systems, Vol. 2: Astronomical Techniques, Software, and Data. Oswalt, T. & Bond H., Springer–Verlag, 2013.
- Tools of Radio Astronomy. Wilson T.L., Rohlfs K. & Hüttemeister S., Astronomy & Astrophysics Library, Fifth Edition, 2009.
- An Introduction to Radio Astronomy. Burke F.B. & Graham-Smith F., Cambridge University Press, 1997.
- High Energy Astrophysics, Vol. 2: Stars, the Galaxy and the Interstellar Medium. Longair M.S., Cambridge University Press, Second Edition, 1994.
- Astrophysics of Gaseous nebulae and Active Galactic Nuclei. Osterbrock D.E., University Science Books, 1989.
- Galactic and Extragalactic Radioastronomy. Verschuur G.L. & Kellermann K.L., Springer-Verlag, Second Edition, 1988.
- Spectroscopy of Astrophysical Plasmas. Dalgarno A. & Layzer D., Cambridge University Press, 1987.
- Radioastronomy. Kraus J. D. & Mc Graw Hill, 1982.
- Physical Processes of Astronomical Masers, Rev. Mod. Phys. Elitzur M., Vol. 54, pag. 1225, 1982.
- The Fourier Transform and Its Applications. Bracewell R. & McGraw-Hill, Second Edition, 1978.
- Physical Processes in the Interstellar Medium. L. Spitzer Jr., Wiley-Interscience, 1978.
- Methods of Experimental Physics, Vol. 12, Part B: Radio Telescopes. Academic Press, 1976.
- Methods of Experimental Physics, Vol. 12, Part C: Astrophysics, Radio Observations. Academic Press, 1976.

#### Materias correlativas

- Matemáticas Especiales.
- Astronomía Estelar.
- Elementos de Astrofísica Teórica.