

Programa para la asignatura  
*Astrofísica de la emisión en el continuo de radio*  
Curso optativo de grado de la Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas de  
la Universidad Nacional de La Plata.

**1.- Introducción histórica.** El lugar de la radioastronomía dentro de la astronomía. Ubicación en el espectro electromagnético. Polución electromagnética: Protección de las bandas de radio. La radioastronomía en perspectiva: su relación con otras bandas del espectro electromagnético. Generalidades sobre procesos térmicos y no térmicos en la banda de radio

**2.- Elementos de análisis espectral.** Transformadas de Fourier. Definición. Convolución. Correlación cruzada. Autocorrelación. Funciones especiales de uso frecuente en radioastronomía: función impulso. Teoremas relacionados a las transformadas de Fourier y su aplicación en Radioastronomía. Teorema del muestreo y su aplicación.

**3.- Definiciones básicas en Radioastronomía.** Brillo y Densidad de Flujo. Ecuación de transporte: Resolución para los casos mas elementales. Antenas para radioastronomía: Definición y estimación de sus parámetros. Temperatura de antena. Temperatura de brillo. Tipos de antenas radioastronómicas simples: el paraboloide de revolución. Concepto de radiación parásita (*stray radiation*). Elementos de interferometría. Concepto de síntesis de apertura. El interferómetro como filtro de frecuencias espaciales: Generalidades y *short spacings*.

**4.- Receptores Radioastronómicos: Generalidades Radiómetros.** Esquema en bloque de un receptor. Elementos críticos: Amplificadores, mezcladores. Conversión a banda base. Estabilidad. Detección. Algunos tipos de receptores: potencia total y tipo Dicke. Temperatura de sistema. Ruido y Sensibilidad de un radiómetro. Espectrómetros para radioastronomía: Multicanal y autocorrelador. Elementos de calibración de las observaciones de continuo.

**5.- Principales procesos de emisión en el continuo de radio.** Radiación térmica: Generalidades. Ecuación de transporte. Profundidad óptica y Medida de emisión. Índice espectral y comportamiento en función de la frecuencia. Radiación no térmica: Generalidades. Radiación emitida por una partícula cargada acelerada. Radiación emitida por partículas cargadas no relativistas y moderadamente relativistas. Distribución espectral de la radiación emitida por un electrón relativista ( $e^-$ ). Radiación sincrotrón emitida por un conjunto de  $e^-$  que poseen cierta distribución de energía. Polarización. Autoabsorción.

**6.- Radiación térmica: Regiones HII.** Regiones HII sin polvo. Frentes de ionización: Generalidades. Ionización del hidrógeno y del helio. Ionización de los elementos pesados. Esfera de Strömgren. Tipos de regiones HII. Elementos de ondas de choque: adiabáticas e isotérmicas. Expansión de una región HII. Evolución dinámica clásica de una región HII. Efectos de la presencia de inhomogeneidades en el medio interestelar. Regiones HII compactas y ultracompactas: Morfología y propiedades generales. Vientos estelares: elementos de la teoría de burbujas interestelares. Vientos estelares: emisión en el continuo. Tasa de pérdida de masa. Efectos del viento estelar en la morfología

de una región HII compacta y ultracompacta. Modelos. Apartamiento de la simetría esférica: *bow shocks*, vientos estelares, lluvia de champagne. Efectos de la presencia de polvo en la region HII y emisión infraroja.

**7.- Radiación no térmica: Remanentes de Supernova (RSN).** Clasificación y Morfología. Evolución clásica de un remanente de supernova en un medio interestelar homogéneo: Fases de la evolución. Efecto de la presencia de inhomogeneidades. Relaciones estadísticas de RSN: Relación  $\Sigma$ -D y función acumulativa  $N(>D)$ . Calibración de las relaciones estadísticas. Derivación de distancias y edades. Efecto de la presencia de una burbuja interestelar en la evolución de un RSN. Radiosupernovas.

**8.- Pulsares.** Características observacionales principales. Medida de dispersión y rotación de Faraday. Distribución espacial. Velocidad espacial de los pulsares. Estructura elemental de una estrella de neutrones. Parámetros derivados de las observaciones: Periodo (P), variación del periodo ( $\dot{P}$ ), índice de frenado ( $\dot{P}/P$ ), edades, campo magnético del pulsar (**B**). Evolución del periodo de un pulsar: Diagrama **B** vs Periodo **P**. Diagrama P vs  $\dot{P}$ . Pulsares de los milisegundos y pulsares binarios. Efectos del medio interestelar sobre la propagación de la señal de un pulsar: Dispersión y distancia. Determinación de la inversión del campo magnético galáctico. Nebulosas de emisión en el continuo energizadas por pulsares.

**9.- La Vía Láctea y su radiación en el continuo de radio.** Relevamientos. Radioemisión de la Galaxia a gran escala. Distribución espacial de la radiación térmica y no térmica. La distribución de  $e^-$  de alta energía y el campo magnético de la Galaxia. El halo galáctico. Polarización y campos magnéticos. Rotación de Faraday. El campo magnético de la Galaxia: Rotación de Faraday en el medio interestelar, polarización óptica de la radiación estelar. Algunas estructuras en el continuo de radio: “*Loops*” y “*Spurs*”. Estructura de la Galaxia en el continuo de radio. Emisión de continuo del centro galáctico.

**10.- Objetos extragalácticos en la banda de radio.** Radio galaxias y cuasares. Galaxias Seyfert, Objetos BL Lacertae, Starburstas, Liners: Emisión en continuo de radio y en otras bandas del espectro. Características principales: Espectro, dimensiones lineales, estructura espacial. Un modelo simple para núcleos activos de galaxias: Generación de energía por acreción de materia por parte de un agujero negro central. Disco de acreción delgado y su estructura térmica: Origen de la emisión a distintas frecuencias. El núcleo y los “*jets*”. Movimientos superlumínicos. Los radio “*jets*” y los lóbulos. Modelos alternativos

**Carácter de la materia:** Optativa, Cuatrimestral, Primer Semestre.

**Carga Horaria semanal:** Dos (2) clases teóricas, cada una de 2.5 horas reloj.

**Duración de la cursada:** Alrededor de 16 semanas.

**Trabajos Prácticos:** Doce (12).

**Bibliografía principal**

- *Radioastronomy*, Kraus, J.D., McGraw Hill, 1982
- *Galactic and Extragalactic Radioastronomy*, Verschuur G.L. & Kellermann K.L., Springer-Verlag, Second Edition.
- *An Introduction to Radio Astronomy*, Burke F.B & Graham-Smith F., Cambridge University Press, 1997.
- *The Fourier Transform and Its Applications*, Bracewell R., McGraw-Hill, Second Edition, 1978.
- *Tools of Radio Astronomy*, Rohlfs K & Wilson T.L. Astronomy and Astrophysics Library, 1997.
- *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.
- *Physical Processes in the Interstellar Medium*, L. Spitzer Jr., Wiley-Interscience ( 1978).
- *Astrophysics of Gaseous nebulae and Active Galactic Nuclei*, Osterbrock D.E., University Science Books (1989).
- *Spectroscopy of Astrophysical Plasmas*, Dalgarno A. & Layzer D., Cambridge University Press (1987).
- *High Energy Astrophysics*, Longair M.S., Vol. 2: *Stars, the Galaxy and the interstellar Medium*, Cambridge University Press, Second Edition, 1994.