



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

## **MEDIO INTERESTELAR**

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 3 HORAS DE TEORÍA Y 2 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

PROFESOR A CARGO: DRA. SILVINA CICHOWOLSKI

### CONTENIDO TEMÁTICO

**1. Introducción.** Evidencias de la existencia del medio interestelar. Perspectiva histórica. Espectro electromagnético: el medio interestelar del ultravioleta al infrarrojo lejano. Componentes del medio interestelar: fases y objetos. Características principales. Polvo interestelar. Ecuación de transporte radiativo. Densidad de columna. Aproximación de Rayleigh-Jeans. Temperatura de brillo y de excitación.

**2. Gas ionizado: Regiones HII.** Formación y estructura de una región HII. Equilibrio de ionización: esfera de Stromgren. Masa de gas ionizado. Regiones HII limitadas por densidad y por ionización. Presencia de helio y de elementos pesados. Estructuras de ionización. Efectos del polvo interestelar. Equilibrio térmico. Mecanismos de calentamiento y enfriamiento del gas. Líneas de recombinación. Líneas prohibidas. Densidad crítica. Determinación de temperaturas y densidades electrónicas a partir de cocientes de líneas ópticas. Determinación de abundancias de elementos pesados. Emisión en el continuo de radio. Características. Absorción libre-libre. Frecuencia de 'turn-over'. Medida de emisión. Observaciones en el continuo de radio con distintos instrumentos. Estimación de flujos, errores. Determinación de masa de gas ionizado y densidades electrónicas. Factor de llenado. Líneas de recombinación en radio. Determinación de temperaturas electrónicas y distancias. Gradiente galáctico de abundancias. Clasificación de regiones HII: hyper compactas, ultra compactas, compactas y difusas.

**3. Gas ionizado: WIM y HIM.** Medio tibio ionizado (WIM) y medio caliente ionizado (HIM). Características y principales modos de observación. Procesos que originan la emisión. Mecanismos de enfriamiento y calentamiento.

**4. Gas atómico neutro.** Línea de 21 cm del hidrógeno neutro en emisión y absorción. Origen y características de la línea. Cubos de datos y su interpretación. Determinación de los parámetros físicos del gas: temperatura de spin, profundidad óptica, densidad de columna, masa y velocidad sistémica. Medio neutro frío (CNM) y medio neutro tibio (WNM): características. Distribución general en la galaxia. Modelo de rotación. Estimación de distancias cinemáticas.

**5. Líneas interestelares de absorción en espectros estelares.** Líneas interestelares de absorción: características principales. Perfiles de línea. Perfil de Voigt. Ancho equivalente. Curva de crecimiento. Determinación de abundancias. Densidad electrónica. Deficiencia de elementos, temperatura de condensación. Mecanismos de enfriamiento y de calentamiento del gas atómico neutro.

**6. Gas molecular.** Moléculas interestelares. Detección. Formación y destrucción de moléculas. Líneas espectrales. Espectros rotacionales, vibracionales y electrónicos. Características de la fase molecular. La molécula de hidrógeno molecular y la de monóxido de carbono. Determinación de parámetros del gas molecular: temperatura de excitación, opacidad, densidad de columna, masa. Densidad crítica. Trazadores de baja y alta densidad. Clasificación de nubes. Propiedades. Relevamientos. Distribución del gas molecular en la galaxia. Regiones de fotodisociación. Mecanismos de calentamiento y enfriamiento del gas molecular.



**7. Polvo interestelar.** Evidencias de la presencia de los granos de polvo en el MIE. Observaciones desde tierra y desde satélites en diferentes rangos del IR. Características de los instrumentos existentes. Formación y destrucción de los granos de polvo. Estructura y composición. Química en la superficie de los granos. Curva de extinción interestelar. Relación gas-polvo. Emisión del polvo interestelar. Calentamiento y enfriamiento de los granos de polvo. Determinación de la temperatura de color y masa del polvo interestelar.

**8. Formación estelar.** Nociones generales de formación de estrellas de baja y alta masa. Teorema del virial. Criterio de inestabilidad de Jeans. Características de objetos estelares jóvenes: jets, outflows, discos. Identificación de fuentes puntuales infrarrojas candidatas a ser objetos estelares jóvenes, criterios de color y limitaciones. Características de la distribución espectral de energía.

**9. Frentes de choque en el MIE.** Concepto de onda de choque. Velocidad del sonido en las distintas componentes del MIE. Choques adiabáticos y radiativos. Conservación de masa, momento lineal y energía. Relaciones de Rankine-Hugoniot. Consecuencias de las ondas de choque en el gas y en el polvo.

**10. Un medio interestelar dinámico: fenómenos expansivos en el MIE.** Formación y evolución de regiones HII. Frente de ionización. Estimaciones de tamaños y edades en cada fase evolutiva. Efectos de los vientos estelares. Burbujas interestelares: estructura y evolución. Efectos de distintos tipos de vientos. Remanentes de supernovas. Evolución. Características observacionales. Formación estelar inducida por choques. Modelos, simulaciones y observaciones.

**11 . El MIE en otras galaxias.** Información a partir de observaciones de líneas espectrales en los rangos óptico y ultravioleta, de HI y moléculas, continuo de radio, emisión infrarroja y en rayos X: el MIE en galaxias espirales, galaxias de tipo temprano, irregulares, elípticas y lenticulares, e interactuantes. Estudios en galaxias del grupo local (Nubes de Magallanes, M31, M33, IC10). Polvo en galaxias. Relación gas-polvo.

## BIBLIOGRAFÍA

- The Physics of the ISM. J.E. Dyson and D.A. Williams, 1998.
- The Interstellar Medium, J. Lequeux, 2004 (Springer)
- The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium, A.G.G.M. Tielens, 2005 (Cambridge)
- Physics of the Interstellar and Intergalactic Medium, Draine.
- From Dust to Stars, Norbert S. Schulz, 2007 (Springer)
- Physical Processes in the Interstellar Medium, Lyman Spitzer, 2004
- Dust in the Galactic Environment, Whittet
- The Formation of Stars, Stahler and Palla