

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Astrofísica General	<b>AÑO:</b> 2025
<b>CARACTER:</b> Obligatoria	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 1° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura Astrofísica General cubre el extenso campo teórico-observacional de la astrofísica tradicional, es decir, el estudio físico de los objetos celestes en base a su emisión térmica, principalmente en el rango energético del espectro visible.

Dada la inaccesibilidad física de los objetos celestes, la radiación electromagnética proveniente de los mismos es el principal vehículo de información disponible para el/la astrónomo/a, quien debe detectarla y analizarla como paso previo a la elaboración de la interpretación física del fenómeno observado. Ésta es una característica distintiva de la ciencia astronómica. Por ello, la Astrofísica General resulta ser una asignatura de básica y fundamental importancia para todo/a estudiante de astronomía, independientemente de su posterior orientación profesional, incluso si ésta es exclusivamente teórica.

El curso se desarrolla siguiendo la tradicional división práctica de fotometría y espectroscopía, principalmente en el rango óptico del espectro electromagnético. Si bien se pone énfasis en la astrofísica estelar, muchos de los conceptos pueden extenderse a otros tipos de objetos astronómicos y a la emisión en otras longitudes de onda del espectro electromagnético.

Al finalizar la materia los/as estudiantes estarán en condiciones de emplear los conceptos astrofísicos desarrollados en la materia para la interpretación y el análisis de la radiación de distintos objetos celestes y aplicar técnicas observacionales básicas para la obtención de datos astronómicos. Se abordará, de manera práctica, utilizando diferentes herramientas computacionales, el tratamiento de datos lo que permitirá a los/as estudiantes determinar propiedades concretas de los objetos estudiados, entre otros.

### CONTENIDO

#### 1. FOTOMETRÍA

El espectro electromagnético. Radiación térmica. Definiciones básicas: flujo luminoso, intensidad de flujo, iluminación, intensidad específica, radiancia. Factores que limitan el flujo recibido: transmisiones atmosférica e instrumental. Cuerpo negro. Ley de Planck. Ley de Stefan-Boltzmann. Aproximaciones de Wien y de Rayleigh-Jeans. Leyes de desplazamiento de Wien. Magnitudes astronómicas. Ley de Pogson. Magnitudes monocromáticas y heterocromáticas. Índice de color. Distribución de energía en los espectros estelares. Sistemas fotométricos de banda ancha. El sistema UBVRIJHKLMN. Reducción de observaciones al sistema estándar. Relación entre el índice  $(B-V)$  y la temperatura. Diagrama color-color. Algunas aplicaciones de la fotometría. Determinación de edades de cúmulos estelares. Absorción interestelar: extinción, exceso de color y cociente  $R$ . Magnitudes radiométricas y bolométricas. Módulo de distancia. Corrección bolométrica. Fotometría en banda intermedia y angosta.

#### 2. FUNDAMENTOS DE ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA

Leyes de la radiación térmica y de la espectroscopía de Kirchhoff. Modelos atómicos clásicos: Rutherford-Bohr y Sommerfeld. Números cuánticos principal y acimutal. Tipos de transiciones atómicas. Excitación e ionización. Series espectrales del hidrógeno. Modelo vectorial del átomo hidrogenoide y con varios electrones. Spin y momento magnético del electrón. Efecto Zeeman. Principio de exclusión de Pauli, reglas de transición. Números cuánticos totales. Niveles y

t, rminos, líneas espectrales y multipletes.

### 3. APLICACIONES ASTRONÓMICA DE LA ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA

Espectros de objetos celestes, continuo y líneas. Clasificación de Harvard. Secuencia extendida de Harvard. Ley de equilibrio de excitación de Boltzmann. Ecuación de equilibrio de ionización de Saha. Interpretación de la secuencia de Harvard. El diagrama de Hertzsprung-Russell. Clases de luminosidad. Clasificación de Yerkes (MKK). Continuo espectral: formación y coeficiente de absorción. Formación de líneas espectrales. Ancho natural de línea. Ancho equivalente y perfil de línea. Efecto Doppler térmico. Efectos de presión. Perfil total de línea: función de Voigt. Aproximaciones. Saturación de una línea. Curvas de crecimiento teórica y empírica. Determinación de abundancias. Aplicaciones diversas de la curva de crecimiento para la determinación de parámetros estelares atmosféricos. Poblaciones estelares. Espectros sintéticos. Nebulosas, distintos tipos. Regiones HII. Esfera de Strömgen. Fluorescencia. Niveles metaestables y líneas prohibidas. Rotación estelar. Deformación de las líneas espectrales por rotación. Vientos estelares. Perfiles P Cygni.

### 4. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ESTELARES

Medición de distancias. Métodos directos: paralaje trigonométrico, estadística, de los cúmulos móviles y dinámica. Métodos indirectos: paralaje fotométrico, paralaje espectroscópico y utilización del ancho equivalente de las líneas interestelares. Variables pulsantes: cefeidas clásicas y RR Lyrae, relación periodo-luminosidad. Indicadores para distancias extragalácticas: reglas y candelas estándar. Determinación de distancias estelares: directos, interferométricos, ocultación por la Luna, radios espectrofotométricos. Estrellas binarias: distintos tipos. Binarias visuales: determinación de los elementos orbitales. Binarias espectroscópicas, con uno y dos espectros observados. Curva de velocidades radiales. Función de masas. Binarias eclipsantes: curvas de luz, efectos que las modifican. Determinación de parámetros estelares. Clasificación de Kopal: lóbulo de Roche, sistemas detached, semi-detached y de contacto.

### 5. FUNDAMENTOS DE ESTRUCTURA ESTELAR

Las ecuaciones de la estructura estelar: equilibrio hidrostático, conservación de la masa, balance energético y equilibrio del transporte radiativo. Ecuación de estado de gas ideal, presión de radiación y presión de degeneración electrónica. Peso molecular medio y tasa media de generación de energía. Fuentes de la energía estelar. Contracción gravitatoria: el teorema del virial. Reacciones termonucleares. Transporte de energía en el interior estelar: conducción electrónica, convección y transporte radiativo. Integración de las ecuaciones de la estructura estelar. Condiciones de contorno. Teorema de Russell-Vogt. Trayectorias evolutivas e isócronas teóricas. Relación masa-luminosidad.

### 6. FUNDAMENTOS DE EVOLUCIÓN ESTELAR

Formación estelar. Contracción a la secuencia principal. Trayectorias de Hayashi. Secuencia principal superior e inferior. La cadena protón-protón y el ciclo CNO. Evolución pos-secuencia principal: ramas subgigante, gigante y gigante asintótica. Estrellas de masa baja e intermedia. La reacción triple-alfa. El flash del helio. Enanas blancas, propiedades generales, relación radio-masa, límite de Chandrasekhar. Evolución de estrellas masivas. Formación del núcleo de hierro-níquel. Explosión de supernova. Tipos de supernovas. Estrellas de neutrones y púlsares. Agujeros negros.

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Bahcall, J. N., 1992, Introduction to Stellar Astrophysics (3 vols.), Cambridge University Press.
- Carroll, B. W. & Ostlie, D. A., 2007, An Introduction to Modern Astrophysics, 2nd. Ed., Addison-Wesley.
- Clariá, J. J., 2010, Astronomía General I: Astrofísica, UNC.

- Karttunen, H., y otros, 2017, Fundamental Astronomy, Springer.
- Lang, K., 2013, Essential Astrophysics.
- Novotny, E., 1973, Introduction to Stellar Atmospheres and Interiors, Oxford University Press.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Allen, L. W. 1963, The Atmospheres of the Sun and Stars, The Ronald Press Company, New York.
- Aller, L. H., 1991, Atoms, Stars and Nebulae, Cambridge University Press.
- Clari, J. J., 2007, Elementos de Fotometría Estelar, UNC.
- Clari, J. J. & Levato, H. O., 2008, El espectro continuo de las atmósferas estelares, Ed. Comunicarte.
- Gray, R., 1976, The Observation and Analysis of Stellar Photospheres, Wiley & Sons, Inc.
- Gray, R. & Corbally, C., 2009, Stellar Spectral Classification, Princeton Series in Astrophysics.
- Harwit, H., 1973, Astrophysical Concepts, John Wiley & Sons.
- Mihalas, D., 1978, Stellar Atmospheres, W. H. Freeman & Co.
- Padmanabhan, T., 2000, Theoretical Astrophysics (vols. I y II), Cambridge University Press.
- Swihart, T. L., 1968, Astrophysics and Stellar Astronomy, John Wiley & Sons.
- Unsöld, A., 1969, The New Cosmos, Springer-Verlag.
- Voigt, H., 1974, Outline of Astronomy (2 vols.), Noordhoff.

<b>EVALUACIÓN</b>
-------------------

#### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

Aprobación de dos parciales que comprenderán la primera y segunda parte de la materia. Se podrá recuperar uno de ellos.

Entrega y aprobación de dos informes de trabajos prácticos individuales (o en equipo) en las fechas indicadas durante el cuatrimestre. Dichos trabajos prácticos se basarán principalmente en el manejo de diferentes programas computacionales de análisis de datos.

El examen final constará de una evaluación escrita sobre contenidos prácticos, y de una exposición oral, individual e integradora sobre los contenidos teóricos-prácticos de la materia.

#### **REGULARIDAD**

El/la estudiante deberá cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas y prácticas, aprobar las dos evaluaciones parciales y el 60 % de los trabajos prácticos.

#### **PROMOCIÓN**

Esta materia no contempla régimen de promoción.