

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA

**PROGRAMA GENERAL DE EXAMEN
Y
PLANIFICACIÓN**

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
CURSO: CUARTO AÑO (2^{do} SEMESTRE)

AÑO 2019

.....
Carlos Saffe
Prof. Titular a cargo de la Cátedra
“Elementos de Atmósferas Estelares”
Departamento de Geofísica y Astronomía
FCEF N – UNSJ
2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA
CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
OBJETIVOS GENERALES
AÑO 2019

ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES

OBJETIVOS GENERALES

1. Comprender los procesos físicos principales que operan en el interior de las atmósferas estelares, de acuerdo a los parámetros fundamentales que caracterizan las estrellas.
2. Definir el concepto de Modelo de Atmósfera, junto con todas sus propiedades y las variables mínimas necesarias para calcularlo.
3. Determinar el alcance y las limitaciones de las distintas soluciones de la Ecuación de Transporte Radiativo.
4. Entender el concepto del Oscurecimiento al Limbo Solar y su modelado a través de las soluciones de Eddington y Chandrasekhar.
5. Interpretar los distintos mecanismos físicos que contribuyen a la formación del espectro continuo y al espectro de líneas en las atmósferas estelares.
6. Reconocer las aplicaciones múltiples del modelado de atmósferas estelares, tales como la síntesis espectral, el cálculo de abundancias químicas, determinación de colores sintéticos, etc.
7. Aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones prácticas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA
CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
PROGRAMA GENERAL DE EXAMEN
AÑO 2019

ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES

PROGRAMA GENERAL DE EXAMEN 2019

UNIDAD 1. Introducción al Estudio de las Atmósferas Estelares.

Conceptos fundamentales. Intensidad específica de la radiación. Intensidad media y densidad de energía. Flujo de radiación. Significado observacional. Propiedades fundamentales de un campo isótropo. Presión de radiación. La integral K. Equilibrio termodinámico local (LTE) y estado de no-equilibrio (NLTE).

UNIDAD 2. Interacción entre Materia y Radiación.

Coefficientes de absorción y de emisión. Ley de extinción. Concepto de profundidad óptica. La función fuente S. Función fuente para casos especiales: dispersión isotrópica pura (DIP), absorción pura y el caso general. Balance de energía en las distintas condiciones de equilibrio.

UNIDAD 3. Ecuación General de Transporte Radiativo (EGTR).

Derivación de la ecuación general de transporte radiativo. Modelo geométrico de una atmósfera estelar. Ecuación de transporte en coordenadas esféricas. Reducción del problema de esférico a plano. Condiciones de contorno: capa de espesor finito y atmósfera semi-infinita. Solución de la EGTR en casos particulares. Solución del caso general y aplicaciones a la capa finita y semi-infinita. Solución formal de la EGTR: forma integral básica. Solución para un punto interior arbitrario de una atmósfera. Las integrales exponenciales y sus propiedades. Expresión teórica del Flujo y la ecuación integral de Milne. Intensidad media de la radiación e integral K en función de las integrales exponenciales.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA
CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
PROGRAMA GENERAL DE EXAMEN
AÑO 2019

UNIDAD 4. Equilibrio Radiativo y Convección.

Condición general del Equilibrio Radiativo. Primera condición del Equilibrio Radiativo: la constancia del Flujo total. Relación entre el flujo total y la temperatura efectiva. Segunda condición de Equilibrio Radiativo: la ecuación de continuidad. Equilibrio radiativo y presión de radiación. Ecuaciones de Milne. Condición para el flujo convectivo: criterio clásico de Schwarzschild. Gradiente de temperatura y gradiente adiabático.

UNIDAD 5. Solución de una Atmósfera Gris en Equilibrio Radiativo.

Definición de Atmósfera Gris y la ecuación de transporte. Solución: la 1^{era} aproximación de Eddington. Cálculo de F , J , K , la función fuente y el gradiente de temperatura en ETL. Oscurecimiento del disco solar hacia el borde. Determinación empírica de intensidades en el disco solar. El oscurecimiento al borde con la longitud de onda. Aspecto cuantitativo. 2^{da} aproximación de Eddington y 2^{da} aproximación corregida. Relación entre temperatura superficial y efectiva. Método de las ordenadas discretas de Chandrasekhar. Fórmula de la cuadratura de Gauss y la ecuación característica. Función fuente integrada, función de Hopf y distribución de temperatura. Ablandamiento de la radiación para el caso de la atmósfera gris. Comparación entre una atmósfera gris y real (no gris) en Equilibrio Termodinámico Local. Solución aproximada de una atmósfera no gris. Coeficientes medios de absorción.

UNIDAD 6. Coeficientes de Absorción del Continuo.

El origen de la absorción continua: transiciones bound-free (bf), free-free (ff), dispersión electrónica y molecular. Las unidades. Coeficiente de absorción continua en función de los coeficientes de Einstein. Factor de emisión estimulada. Contribución del hidrógeno neutro H a la opacidad continua: transiciones bb y ff. El ion negativo del H y del He. Scattering Rayleigh y scattering electrónico. Otras fuentes de opacidad. Coeficiente de absorción total.

UNIDAD 7. Modelos de Atmósfera.

Introducción. Ecuación de equilibrio hidrostático (EHH). Distribución de temperatura solar. Distribución de temperatura en una estrella distinta del Sol. Relación $P_e - P_g - T$ (presión electrónica, presión del gas y temperatura). Construcción de un modelo numérico de atmósfera estelar. El programa ATLAS y aplicaciones de los modelos de atmósferas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA
CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
PROGRAMA GENERAL DE EXAMEN
AÑO 2019

UNIDAD 8. El Coeficiente de Absorción de Línea.

Absorción atómica natural. Constante de amortiguamiento para ensanchamiento natural. Ensanchamiento por efectos de presión. La aproximación de impacto. Evaluación teórica de γ_n . Ensanchamiento de las líneas del H. Ensanchamiento térmico. Coeficientes de absorción combinados. Coeficiente másico de absorción para líneas. Otros mecanismos de ensanchamiento.

UNIDAD 9. Medida y Comportamiento de las Líneas Espectrales.

Concepto de ancho equivalente. Perfil instrumental. Ecuación de transporte para líneas espectrales. La función fuente. Cálculo del perfil de una línea en Equilibrio Termodinámico Local. Dependencia del ancho equivalente con la temperatura, presión y la abundancia. Comparación entre teoría y la observación.

UNIDAD 10. La Composición Química de las Atmósferas Estelares.

Análisis químico. Curvas de crecimiento. Derivación de abundancias mediante el programa WIDTH. Espectros sintéticos: su cálculo y comparación de la teoría con la observación mediante la convolución de perfiles.

.....
Carlos Saffe
Prof. Titular a cargo de la Cátedra
“Elementos de Atmósferas Estelares”
Departamento de Geofísica y Astronomía
FCEF – UNSJ
2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA
CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
BIBLIOGRAFÍA
AÑO 2019

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

1. Aller, L. H., 1967, ASTROPHYSICS: THE ATMOSPHERES OF THE SUN AND THE STARS, 2nd Edition, The Ronald Press Co., New York.
2. Ambartsumian, V. A., 1966, THEORETICAL ASTROPHYSICS, Pergamon Press.
3. Chandrasekhar, S., 1950, RADIATIVE TRANSFER, Oxford Univ. Press
4. Gray, D. F., 1992, THE OBSERVATION AND ANALYSIS OF STELLAR PHOTOSPHERES, 2nd Edition, Cambridge Univ. Press.
5. Mihalas, D., 1978, STELLAR ATMOSPHERES, 2nd Edition, Freeman and Co.
6. Novotny, E., 1973, INTRODUCTION TO STELLAR ATMOSPHERES AND INTERIORS, 2nd Edition, Oxford Univ. Press
7. Swihart, T. S., 1971, BASIC PHYSICS OF STELLAR ATMOSPHERES, Packart Publ. Co.
8. Clariá, J.J., Levato, H. O., 2007, EL ESPECTRO CONTINUO DE LAS ATMOSFERAS ESTELARES, Primera Edición, Editorial Comunicarte
9. Hubeny, I. & Mihalas, D., 2015, THEORY OF STELLAR ATMOSPHERES (Non-equilibrium analysis), 1st Edition, Princeton University Press

.....
Carlos Saffe
Prof. Titular a cargo de la Cátedra
“Elementos de Atmósferas Estelares”
Departamento de Geofísica y Astronomía
FCEFN – UNSJ
2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA

PLANIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
CURSO: CUARTO AÑO (2^{do} SEMESTRE)

AÑO 2019

.....
Carlos Saffe
Prof. Titular a cargo de la Cátedra
“Elementos de Atmósferas Estelares”
Departamento de Geofísica y Astronomía
FCEF N – UNSJ
2019

ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES

PLANIFICACIÓN

OBJETIVOS GENERALES:

1. Comprender los procesos físicos principales que operan en el interior de las atmósferas estelares, de acuerdo a los parámetros fundamentales que caracterizan las estrellas.
2. Definir el concepto de Modelo de Atmósfera, junto con todas sus propiedades y las variables mínimas necesarias para calcularlo.
3. Determinar el alcance y las limitaciones de las distintas soluciones de la Ecuación de Transporte Radiativo.
4. Entender el concepto del Oscurecimiento al Limbo Solar y su modelado a través de las soluciones de Eddington y Chandrasekhar.
5. Interpretar los distintos mecanismos físicos que contribuyen a la formación del espectro continuo y al espectro de líneas en las atmósferas estelares.
6. Reconocer las aplicaciones múltiples del modelado de atmósferas estelares, tales como la síntesis espectral, el cálculo de abundancias químicas, determinación de colores sintéticos, etc.
7. Aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones prácticas.

OBJETIVOS PARCIALES:

Ver en las planillas adjuntas.

MODALIDAD:

1. De acuerdo a la naturaleza de la asignatura, se considera necesaria la implementación de la modalidad teórico-práctica en todas las clases. Para ello el alumno debe:
 - a) Tener presente todos los conocimientos adquiridos en las materias de la Carrera que cursó antes de esta.
 - b) Integración del tema tratado en clase mediante la respuesta de un cuestionario.
 - c) Control de información sobre el tema tratado en la clase anterior.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA Y ASTRONOMÍA
CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA
ASIGNATURA: ELEMENTOS DE ATMÓSFERAS ESTELARES
PLANIFICACIÓN GENERAL
AÑO 2019

2. Los conocimientos adquiridos en las clases teórico-prácticas, integrados con los adquiridos en las clases prácticas del gabinete, serán sintetizados en las clases prácticas aplicadas a observaciones reales (de “campo”).

EVALUACIÓN:

El alumno obtiene la certificación definitiva mediante los siguientes requisitos:

1. Aprobación del 100% de los trabajos prácticos (de gabinete y de campo). El alumno deberá presentar al Jefe de Trabajos Prácticos su carpeta de problemas al finalizar el dictado de la materia.
2. Aprobación de dos parciales.
3. Probable preparación de una clase o seminario corto, sobre un tema a designar.

.....
Carlos Saffe
Prof. Titular a cargo de la Cátedra
“Elementos de Atmósferas Estelares”
Departamento de Geofísica y Astronomía
FCEF N – UNSJ
2019