

PLAN DE COURS

PHY 6771 – ATMOSPHÈRES STELLAIRES, HIVER 2010

Professeur: Patrick Dufour
Bureau: B-438
Téléphone: 343-6111 poste 7077
Courriel: dufourpa@astro.umontreal.ca
page web: <http://www.astro.umontreal.ca/~dufourpa>
Horaire: Mercredi 9:30–11:30, Vendredi 9:30–11:30
Local: D-460

But du cours:

- Poursuivre l'étude des modèles d'atmosphères stellaires entreprise lors du cours de premier cycle PHY 3700
- Permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances suffisantes pour comprendre les résultats modernes dans ce domaine

Format du cours:

- Développement des équations de la théorie des atmosphères stellaires
- Méthodes de résolution numériques de ces équations
- Démonstration de solutions numériques
- Construction d'un modèle d'atmosphère simple mais complet
- Théorie et/ou application dans la littérature scientifique

Évaluation et barème:

- 35% — Développement d'un code de modèle d'atmosphère
- 25% — Devoirs, calcul de modèles et analyse de données...
- 30% — Une présentation d'environ 40 minutes dont le sujet a pour but d'approfondir certains aspects de la matière vue en classe
- 10% — Participation

Références:

- Mihalas, *Stellar Atmospheres*, seconde édition (éditions Freeman)
- Rutten, *Radiative Transfer in Stellar Atmospheres*, notes de cours disponibles sur <ftp://ftp.phys.uu.nl/pub/astronomy/rutten/afy.pdf>
- Gray and Corbally, *Stellar Spectral Classification*, Princeton University Press, 2009.
- Articles scientifiques tirés de revues spécialisées

PLAN DE COURS

- **1. Introduction**

- 1.1 Comparaison entre les modèles et les observations
- 1.2 Équation de transfert radiatif
- 1.3 Équilibre radiatif (ou conservation du flux)
- 1.4 Équilibre hydrostatique
- 1.5 Corrections en température sujettes à un ensemble de contraintes
- 1.6 Notions d'équilibre thermodynamique local (ETL) et non-local (hors-ETL)
- 1.7 Interaction matière-radiation
- 1.8 Opacité, émissivité, et fonction source
- 1.9 Calcul des populations
- 1.10 Thermalisation
- 1.11 Bilan détaillé
- 1.12 Quelques complications supplémentaires

- **2. Calcul des populations et équation d'état en ETL**

- 2.1 Équation de Boltzmann pour l'excitation
- 2.2 Équation de Saha pour l'ionisation
- 2.3 Équation d'état en ETL
- 2.4 Résolution numérique de l'équation d'état ETL

- **3. Résolution de l'équation de transfert radiatif**

- 3.1 Itération Λ et problème de la diffusion
- 3.2 Méthode de Feautrier
- 3.3 Méthode de Rybicki
- 3.4 Méthode Hermitienne

- **4. Calculs de modèles ETL**

- 4.1 Suppositions de base des modèles d'atmosphères
- 4.2 Calcul de l'opacité monochromatique
- 4.3 Méthodes de correction en température pour un ensemble de contraintes
 - 4.3.1 Procédure de correction en température par itération Λ
 - 4.3.2 Procédure de correction de Lucy-Unsöld
 - 4.3.3 Solution de l'ETR sujette à la contrainte d'équilibre radiatif
 - 4.3.4 Procédure de linéarisation complète
- 4.4 Résultats typiques et comparaison avec les observations

- **5. Profil de raies d'absorption**

- 5.1 Notions de base
 - 5.1.1 Formation d'une raie spectrale
 - 5.1.2 Flux résiduel et largeurs équivalentes
- 5.2 Processus d'élargissement: Considérations générales
- 5.3 Élargissement naturel
- 5.4 Élargissement Doppler (thermique)

- 5.5 Élargissement collisionnel
 - 5.5.1 Théorie d'impact classique
 - 5.5.2 Théorie statistique (distribution de Holtsmark)
 - 5.5.3 Théorie quantique
- **6. Transfert radiatif dans les raies (ETL)**
 - 6.1 Processus de diffusion dans les raies
 - 6.2 Approche classique du transfert radiatif
 - 6.3 Le modèle de Milne-Eddington
 - 6.4 Courbes de croissance théoriques
 - 6.5 Courbes de croissance empiriques
 - 6.6 Effet des raies spectrales sur la structure en température
 - 6.7 Spectres synthétiques
- **7. Équation d'équilibre statistique**
 - 7.1 Taux radiatifs
 - 7.2 Taux collisionnels
 - 7.3 Équation d'état hors-ETL
 - 7.4 Opacité et émissivité hors-ETL
 - 7.5 Quelques résultats
- **8. Transfert radiatif hors-ETL dans les raies**
 - 8.1 Atome à deux niveaux sans continu
 - 8.2 Atome à deux niveaux avec continu
 - 8.3 Atome à plusieurs niveaux
- **9. Calculs de modèles hors-ETL et résultats modernes**
 - 9.1 Méthode de linéarisation complète de Auer et Mihalas (1969)
 - 9.2 Méthode multi-fréquences de Anderson (1985)
 - 9.3 Méthode d'itérations Λ accélérées de Werner (1986)
 - 9.4 Méthode hybride de Hubeny et Lanz (1995)