

Cursus	Sem.	Type
Mineur en Technologies spatiales	H	Opt.
Physique	BA5	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	90h
Semaines	14
<b>Heures</b>	<b>3 hebdo</b>
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
<b>Nombre de places</b>	

## Résumé

Ce cours est une introduction à la physique stellaire. On y expose les notions indispensables à la compréhension du fonctionnement d'une étoile et à la construction de modèles de structure interne et d'évolution stellaires. On donne aussi des clés d'interprétation des spectres stellaires.

## Contenu

- 1. Généralités sur le rayonnement** : intensité spécifique, flux, densité d'énergie, pression de radiation. Rayonnement noir et températures en astrophysique, coefficients d'extinction et d'émission.
- 2. Atmosphères stellaires** : équation de transfert radiatif, flux sortant, transfert convectif.
- 3. Interaction rayonnement-matière dans les intérieurs stellaires**: lois de Boltzmann et de Saha, absorption par un oscillateur harmonique ; absorption, émission spontanée, émission induite. Raies spectrales ; courbe de croissance. Opacités continues ; opacité globale du milieu stellaire.
- 4. Thermodynamique et structure interne des étoiles** : poids moléculaire moyen ; gaz parfait ; gaz dégénéré ; effets électrostatiques; diagramme  $\log T / \log[\rho]$ ; chaleurs spécifiques et ionisation partielle.
- 5. Réactions nucléaires** : taux, section efficace.

## Mots-clés

- physique stellaire
- transfert radiatif
- atmosphères stellaires
- équations d'état du milieu stellaire
- raies spectrales
- opacité du milieu stellaire
- spectroscopie stellaire
- réactions nucléaires dans les étoiles
- thermodynamique du milieu stellaire
- structure des étoiles.

## Compétences requises

### Cours prérequis obligatoires

Astrophysique I. Introduction à l'astrophysique

### Cours prérequis indicatifs

2e année de physique ou de mathématique

### Concepts importants à maîtriser

- Elements de thermodynamiques: équation d'état du gaz parfait; chaleurs spécifiques
- Elements de physique quantique: corps noir; atome de Bohr; photo-excitation, photo-ionisation; principe d'incertitude; principe d'exclusion de Pauli
- Elements de physique statistique: statistique de Boltzman, statistique de Fermi; distribution maxwellienne des vitesses; notion d'espace de phase

### Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de:

- Expliquer pourquoi une étoile brille
- Interpréter un spectre stellaire
- Justifier l'équilibre d'une naine blanche
- Exposer les différentes équations d'état possibles du milieu stellaire
- Esquisser les effets thermodynamique de l'ionisation partielle
- Formuler les propriétés d'un gaz d'électrons dégénérés
- Décrire les sources d'opacité du milieu stellaire
- Démontrer l'existence du "pic de Gamow" dans les réactions nucléaires à basse énergie
- Démontrer l'importance des résonances dans la nucléosynthèse stellaire

### Méthode d'enseignement

Ex cathedra et exercices dirigés en classe

### Travail attendu

Participation au cours et aux exercices

### Méthode d'évaluation

Examen écrit

### Encadrement

Office hours	Non
Assistants	Oui
Forum électronique	Non
Autres	Exercices donnés par un assistant. Enseignant disponible pour d'éventuelles questions par e-mail

### Ressources

#### Bibliographie

Polycopié

R. Monier, Les étoiles et le milieu interstellaire; Introduction à l'astrophysique, Ellipses, 2006

B.W. Carroll & D.A. Ostlie, Introduction to Modern Astrophysics, Addison-Wesley, 1996

R. Bowers & T. Deeming, Astrophysics I: Stars, Jones & Bartlett, 1984

F. Shu, The Physics of Astrophysics, Volume I: Radiation, University Science Books, 1991

D.D. Clayton, Principles of stellar evolution and nucleosynthesis, McGraw Hill, 1968

G.B. Rybicki & A.P. Lightman, Radiative processes in astrophysics, WILEY-VCH, 2004

#### Références suggérées par la bibliothèque

- D.D. Clayton, Principles of stellar evolution and nucleosynthesis
- R. Bowers & T. Deeming, Astrophysics I: Stars
- F. Shu, The Physics of Astrophysics, Volume I: Radiation
- G.B. Rybicki & A.P. Lightman, Radiative processes in astrophysics
- B.W. Carroll & D.A. Ostlie, Introduction to Modern Astrophysics
- R. Monier, Les étoiles et le milieu interstellaire; Introduction à l'astrophysique

### **Polycopiés**

Astrophysique II: Bases physiques de l'astrophysique, G. Meynet, A. Maeder, P. North, P. Jablonka, 2017

### **Sites web**

- <https://www.epfl.ch/labs/lastro/teaching/astroii/>

### **Liens Moodle**

- <http://sera donné au début du cours>