

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
Heures	3 hebdo
Cours	2 hebdo
Exercices	1 hebdo
Nombre de places	

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

Take home exam

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/>