

# Planning du module sur l'astrophysique nucléaire

## 1 Lundi 5 mars

Le cours a lieu de 13h à 17h en salle 117, bât 18, campus de Meudon.

Contenu du cours :

- Introduction
- Sites astrophysiques
  - Univers primordial
  - Evolution stellaire
  - Objets compacts

## 2 Mardi 6 mars

Le cours a lieu de 9h à 13h en salle 117, bât 18, campus de Meudon.

Contenu du cours :

- Propriétés des forces nucléaires
- Principe de Pauli
- Modèles du noyau
- Chartes des nuclides et noyaux et limites de stabilité
- Réactions nucléaires, section efficaces

## 3 Mercredi 7 mars

Cours de 9h à 11h en salle 117, bât 18, campus de Meudon.

Contenu du cours :

- Réactions nucléaires en astrophysique
- Application au processus de nucléosynthèse

Travaux sur ordinateur de 13h à 17h en salle UFE/CERES, bât 15, campus de Meudon.

Contenu :

- Exemples simples de calcul de réactions nucléaires pour la nucléosynthèse

## 4 Jeudi 8 mars

Travaux sur ordinateur de 9h à 13h en salle UFE/CERES, bât 15, campus de Meudon.

Contenu :

- Nuclear statistical equilibrium et équation d'état

Cours de 14h à 16h en salle 117, bât 18, campus de Meudon.

Contenu du cours :

- Nuclear reaction network vs nuclear statistical equilibrium
- Matière dense et équation d'état

## **5 Vendredi 9 mars**

Cours de 9h à 13h en salle 117, bât 18, campus de Meudon.

Contenu du cours :

- Matière dense et équation d'état
- Réactions faibles et neutrinos
- Superfluidité

# Proposition de module sur l'astrophysique nucléaire

## 1 Motivation

Quelle est la source d'énergie d'une étoile qui fait qu'elle brille ? Comment les éléments lourds sont-ils formés ? Que peut arrêter l'effondrement vers un trou noir dans une supernova gravitationnelle ? Toutes ces questions font intervenir de la physique au niveau du noyau atomique. Le but de ce module est de transmettre aux étudiants des bases en physique nucléaire et des processus nucléaires en astrophysique : nucléosynthèse primordiale, fusion nucléaire et évolution stellaire, nucléosynthèse via processus  $r$ ,  $s$ , et  $p$ , matière dense dans les objets compacts.

## 2 Syllabis

Propriétés des forces nucléaires, principe de Pauli, modèles du noyau, limite de stabilité (drip lines proton et neutron), charte des nuclides et noyaux « exotiques », réactions nucléaires, section efficace, sites astrophysiques (étoiles, objets compacts, ...), différentes réactions en astrophysique, application au processus de nucléosynthèse, fusion, et matière dense. Une partie pratique sera dédiée à la méthode de calcul (numérique) de sections efficaces et équation d'état.

## 3 Durée

12h ou 24h avec 50% de cours et 50% de travail sur ordinateur.

## 4 Langues

La langue d'enseignement du module peut être français ou anglais.

## 5 Pré-requis

Tout étudiant ayant suivi un Master en Physique/Astrophysique devrait avoir les bases nécessaires pour suivre ce cours. Comme la partie pratique du cours se fera sur ordinateur il est souhaitable que les étudiants aient une base en méthodes numériques (le niveau du M2 de l'Observatoire est bien suffisant).

## 6 Intervenant

Micaela Oertel (LUTH)