

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE **Astrophysique**

| Etablissement | Faculté / Institut | Département |
|---|---------------------------|--------------------|
| <i>Univ. des Frères Mentouri Constantine1</i> | <i>Sciences Exactes</i> | <i>Physique</i> |

Domaine : *Sciences de la Matière*

Filière : *Physique*

Spécialité : *Physique Théorique : Astrophysique*

Année universitaire : 2016-2017

جمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

فيزياء فلكية

| القسم | الكلية/ المعهد | المؤسسة |
|----------|----------------|----------------------------------|
| الفيزياء | العلوم الدقيقة | جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1 |

الميدان : علوم المادة

الشعبة : الفيزياء

التخصص : فيزياء نظرية : فيزياء فلكية

السنة الجامعية: 2015-2016

I – Fiche d'identité du Master

- Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : *Sciences Exactes*

Département : *Physique*

2- Partenaires extérieurs:

Autres établissements partenaires :

1- Laboratoire de physique des Rayonnements et de leurs Interactions avec la Matière,
Université de Batna

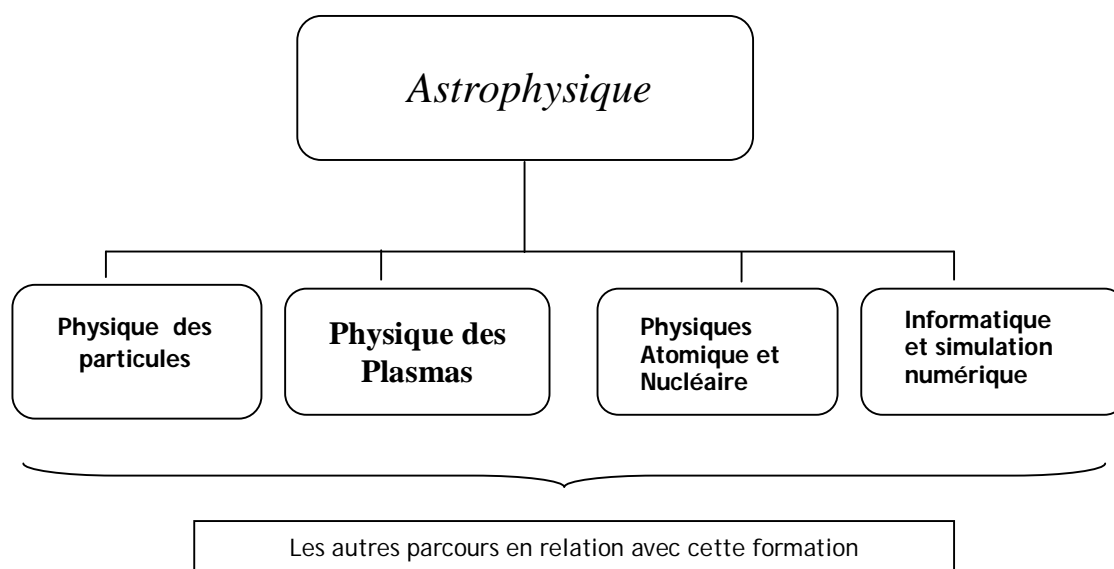
2- *CRAAG- Alger*

Entreprises et autres partenaires socio économiques :

Partenaires internationaux :

3 – Contexte et objectifs de la formation

Organisation générale de la formation : position du projet



A – Conditions d'accès

Titre équivalent et critères

L'inscription en 1ère année pour les étudiants titulaires de :

- Licence de physique (quelque soit le parcours) : physique théorique et rayonnement en priorité, solide, énergétique, cristallographie, matériaux. Vu le caractère résolument national de ce master avec des enseignants de différentes Universités du pays et de l'extérieur, nous ne discriminerons pas par rapport aux étudiants d'autres Universités et nous encourageons un input national diversifié basé sur le mérite et la motivation.

- Les qualités requises

Le dispositif sera basé sur un examen des dossiers des étudiants, ce dossier devra comprendre une lettre de motivation du candidat. Vu le caractère compétitif de la formation, seuls les meilleurs candidats bien préparés pour la physique fondamentale seront acceptés. Vu qu'une bonne partie des enseignements se font en commun avec la physique théorique, seuls les étudiants d'autres filières ayant un bon parcours académique seront retenus. Si le nombre des étudiants ayant les qualités exigées dépasse le nombre requis, un interview oral. Nous accepterons suivant les mêmes critères d'excellence des étudiants ancien régime (DES) à la condition expresse qu'ils soient libres de tout engagement et se consacrent uniquement aux études avec une présence continue comme l'exige le système LMD.

B - Objectifs de la formation

- Le but est de donner des connaissances de base pluridisciplinaires générales avec une spécialisation qui permettra aux étudiants de poursuivre une formation par la recherche en préparant une thèse de doctorat. Le parcours Physique Théorique : Astrophysique (Astrophysique dans la suite) dispense un enseignement de haut niveau en physique fondamentale et une formation à la recherche ouverte sur un large éventail de domaines. Ce Master propose une formation en physique fondamentale, orientée essentiellement vers la recherche en astrophysique pure et appliquée. Ce master recherche a pour finalité la formation d'étudiants qui souhaitent poursuivre des études longues vers le Doctorat et les métiers de recherche dans les différents domaines de la Physique.

- Ce Master a été conçu pour optimiser et rationaliser les enseignements prodigués dans le cadre du Master de Physique Théorique et des Particules qui est aussi piloté par notre Laboratoire (LPMPS). Ainsi 5 des 7 modules du premier semestre sont communs et 5 modules entre le 2^{ème} et 3^{ème} semestre. Cette synergie entre les deux parcours permet donc de rentabiliser au mieux l'utilisation des ressources humaines. Elle permet aussi à nos étudiants d'avoir une formation complète en physique théorique en plus de celle en astrophysique.

Ce Master bénéficie aussi de la riche de l'expérience de l'EDA, elle reprend la formation de base qui était offerte au niveau du Magister tout en renforçant la participation des enseignants locaux et ne faisant appel pour les enseignants hors établissement que pour les enseignements de deuxième année. Cet apport nécessaire vu le caractère pointu de la branche, à l'avantage de disposer d'un large et riche pôle d'encadreurs pour les mémoires de Master et d'encadreurs potentiels pour ceux qui poursuivront leur thèse de Doctorat.

Elle devrait aboutir à :

- Maîtrise de la physique de base, notamment la physique théorique, celles nucléaire et atomique, celle des plasmas...

- Maîtrise de l'outil informatique, analyse numérique, modélisation, simulation

- Obtention d'une expérience dans l'enseignement et une maîtrise de soi grâce à une participation active exigée de chaque étudiant et sa contribution à des exposés oraux dans nombre de modules.

- Initiation à la recherche.

C – Profils et compétences visées :

* Astronomie et astrophysique fondamentale

* Physique et astrophysique théorique

* Astrophysique des ultra hautes énergies et des plasmas.

* Cosmologie et physique des particules.

* Physique et Astrophysique nucléaire et applications diverses.

* Physique atomique des milieux ultra-denses et ultra-dilués

* Simulation et modélisation

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité

- L'ouverture du Master en astrophysique va renforcer la position de Constantine comme pôle en sciences astronomiques au niveau national déjà acquis grâce à l'ouverture de l'Ecole Doctorale d'Astrophysique (EDA) en collaboration avec l'Université de Batna ainsi que le CRAAG d'Alger.

- Elle permettra à terme d'intégrer la formation de LMD dans un doctorat d'astrophysique

- L'astrophysique qui connaît un développement fulgurant au niveau des universités de par le monde comme branche fondamentale à un bel avenir devant elle vu sa multidisciplinarité.

Ainsi avec l'intérêt manifesté par le secteur universitaire dans les sciences fondamentales et en particulier l'astronomie. Mentionnons qu'une bonne partie des universités algériennes propose dans le cadre du LMD un module de découverte en Astronomie et Astrophysique au niveau du Tronc Commun Sciences de la Matière. Amplifiant ce regain d'intérêt pour cette science fondamentale longtemps délaissée, l'ouverture de l'Algérie sur le spatial avec la mise en place d'un programme spatial national qui a été adopté en Conseil des Ministres et qui va en amont aiguillonner la demande pour ce profil particulier.

- L'Observatoire National des Aurès dont le projet est à un stade avancé de développement et dont Mr le Ministre de l'Enseignement Supérieur vient de dévoiler officiellement la portée lors de sa conférence de presse. Or ce Master d'astrophysique est le pendant académique de ce projet puisqu'un certain nombre de membres de la Commission Internationale de l'Observatoire des Aurès sont membres de l'équipe de formation du Master proposé. Notons qu'aucune formation en astrophysique n'est proposée en Algérie actuellement au niveau des Universités Algériennes et que la seule qui fut proposée a été l'Ecole Doctorale d'Astrophysique à l'Université de Mentouri il y a quelques années dans le cadre du système classique et que notre équipe pédagogique avait la charge.

- Le projet d'astrophysique embarquée JEM-EUSO lui aussi annoncé par Mr le Ministre de l'Enseignement Supérieur et dont l'Algérie fait désormais partie de ce consortium a aussi notre équipe de Constantine impliquée officiellement comme partenaire privilégiée et correspond à terme à une opportunité pour les étudiants pour faire de la recherche en astrophysique.

- Notons de plus que vu la multidisciplinarité de la formation proposée, tous les secteurs demandeurs de compétences dans les différentes branches de la physique sont interpellés. Notamment tout ce qui touche la physique atomique, nucléaire et des plasmas ; la physique théorique, la simulation numérique, la télédétection et géodésie spatiale...

E – Passerelles vers les autres spécialités

Tout en n'excluant aucune branche, notre première année (tronc commun) que nous avons ancré sur les matières de base utiles pour tous les physiciens de la Physique du Solide et de la Matière Condensée, Physique Atomique, Plasmas,...ainsi qu'aux mathématiques appliquées et informatique, peut donc être une passerelle privilégiée vers ces parcours.

Il est à noter de plus la grande similarité de parcours avec les étudiants du Master de physique théorique ce qui permet une optimisation des enseignements.

Il est clair de l'organisation générale de la formation que cette formation offre un large éventail de débouchés et que de sa nature elle est une passerelle par excellence pour un ensemble de formations dans différentes disciplines de la physique et même de la chimie et de l'engineering.

Nous mentionnerons en se limitant à l'essentiel :

- Physique des plasmas
- Physiques atomique et nucléaire
- Physique théorique
- Informatique et simulation numérique

F – Indicateurs de suivi du projet

- Chaque unité d'enseignement est sanctionnée par une évaluation (examen oral et/ou écrit, contrôle continu, travail personnel). La note suffisante est de 10 sur 20. En cas de réussite, les crédits attachés aux unités d'enseignement sont acquis, ce qui représente 90 crédits pour les trois semestres, et 30 crédits pour le travail de fin d'études de Master (Mémoire) en 4^{ème} semestre. En cas d'échec les notes égales ou supérieures à 10 sur 20 restent acquises, de même que les crédits correspondants.
- Toutes les moyennes compensées des UEF (Unités des Enseignements Fondamentaux) supérieures ou égale à 07/20
- L'étudiant doit avoir obtenu 60 crédits pour pouvoir commencer le troisième semestre.
- L'étudiant n'ayant pas obtenu les 120 crédits du Master dans le délai maximum de 6 semestres est ajourné.

* Le troisième semestre est consacré aux enseignements optionnels et étude bibliographique avec des présentations. Chaque étudiant devra avoir obtenu 30 crédits, choisis parmi un ensemble de plusieurs modules proposés par le parcours astrophysique.

* Chaque étudiant doit avoir la moyenne dans chaque unité de modules

- Au 4^{ème} semestre, le travail personnel, expérimental ou théorique, est effectué sous la direction d'un enseignant. Il fera l'objet d'une mémoire écrite en arabe, français ou anglais et d'une soutenance orale.
- Langues d'enseignement : En principe français, arabe et anglais. En pratique 2/3 se feront en français et 1/3 en anglais.

La première année (M1), à vocation généraliste a pour objectif de compléter la formation en physique fondamentale qui est très incomplète au niveau de la licence LMD notamment en ce qui concerne les matières théoriques (Physique statistique, MQ approfondies) ainsi que d'acquérir des compétences de base en astronomie et astrophysique.

- **Compensation** : Il y a compensation entre les éléments constitutifs (examens partiels, examen écrits et oraux,..) d'une même unité d'enseignement (UE).

1ère année de Master : Il y a compensation globale au niveau du M1 entre les UE des deux semestres S1 et S2 pour la validation des 60 crédits affectés à l'année d'enseignement. La moyenne des UE sur l'ensemble des deux semestres S1 et S2 détermine la mention donnée au diplôme (TB, B, AB). Les coefficients affectés à chaque UE sont proportionnels aux crédits capitalisables qui lui sont associés.

2ème année de Master : Les règles de compensation entre les UE du semestre S3 sont définies comme dans le 1^{er} semestre.

Les unités d'enseignement offrent aux étudiants un très large spectre scientifique.

La **première année** du Master est une année de tronc commun. Elle est axée sur l'acquisition et la maîtrise de connaissances de base en physique et l'astrophysique fondamentale.

La **seconde année** du Master est une année d'approfondissement. L'étudiant complète sa formation de base en physique et dans les sciences de l'Univers et prépare son mémoire.

SEMESTRE 1

- Une première session de cours (Septembre - Janvier) comprendra un enseignement de tronc commun consacré aux matières obligatoires.

SEMESTRE 2

- Une deuxième session de cours (Janvier - Juin) comprendra un enseignement de tronc commun consacré aux matières obligatoires.

L'examen écrit sur ces matières aura lieu vers la fin mai.

SEMESTRE 3

- Une troisième session de cours (Septembre - Janvier) comprendra un enseignement de spécialité et de certaines matières optionnelles et recherche bibliographique.

SEMESTRE 4

- Une quatrième session de préparation du mémoire de fin d'étude avec des séminaires et certains modules dans le cas échéant.

G – Capacité d'encadrement (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge): maximum **12 à 15** qui obéissent aux critères de sélection.

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

| Unité d'Enseignement | VHS | V.H hebdomadaire | | | | Coeff | Crédits | Mode d'évaluation | |
|--------------------------------------|------------|------------------|------------|-------------|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | 14-16 sem | C | TD | TP | Autres | | | Continu | Examen |
| UE fondamentales | | | | | | | | | |
| UEF | | | | | | | | | |
| Fundamental Astronomy & Astrophysics | 67.5 | 3 | 1.5 | 0 | | 3 | 6 | X | X |
| Mécanique quantique approfondie | 67.5 | 3 | 1.5 | 0 | | 3 | 6 | X | X |
| Relativité Générale et Cosmologie | 67.5 | 3 | 1.5 | 0 | | 3 | 6 | X | X |
| UE méthodologie | | | | | | | | | |
| UEM1(O/P) | | | | | | | | | |
| Physique numérique I | 60 | 1 | 1.5 | 1,5 | | 3 | 5 | X | X |
| Physique nucléaire approfondie | 45 | 1.5 | 1.5 | 0 | | 2 | 4 | X | X |
| UE découverte | | | | | | | | | |
| UED1(O/P) | | | | | | | | | |
| Physique des gaz et des plasmas | 45.0 | 1.5 | 1.5 | 0 | | 2 | 2 | X | X |
| UE transversales | | | | | | | | | |
| UET1(O/P) | | | | | | | | | |
| Anglais scientifique et technique I | 22.5 | 1.5 | | | | 1 | 1 | X | X |
| Total Semestre 1 | 375 | 217.5 | 135 | 22.5 | | 17 | 30 | | |

2- Semestre 2 :

| Unité d'Enseignement | VHS | V.H hebdomadaire | | | | Coeff | Crédits | Mode d'évaluation | |
|---|------------|------------------|--------------|-------------|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | 14-16 sem | C | TD | TP | Autres | | | Continu | Examen |
| UE fondamentales | | | | | | | | | |
| UEF1(O/P) | | | | | | | | | |
| Astrophysics II | 45 | 1.5 | 1.5 | | | 2 | 4 | X | X |
| Milieu interstellaire | 45 | 1.5 | 1.5 | | | 2 | 4 | X | X |
| UEF2(O/P) | | | | | | | | | |
| Physique Statistique Quantique | 67.5 | 3 | 1.5 | | | 3 | 6 | X | X |
| Introduction to particle physics | 45 | 1.5 | 1.5 | | | 2 | 4 | X | X |
| UE méthodologie | | | | | | | | | |
| UEM1(O/P) | | | | | | | | | |
| Physique numérique II | 60 | 1 | 1.5 | 1.5 | | 3 | 5 | X | X |
| TP instrumentation et mesures en Astrophysique | 45 | 1.5 | | 1.5 | | 2 | 4 | X | X |
| UE découverte | | | | | | | | | |
| UED1(O/P) | | | | | | | | | |
| Traitement du signal et de l'image | 45 | 1.5 | | 1.5 | | 2 | 2 | X | X |
| UE transversales | | | | | | | | | |
| UET1(O/P) | | | | | | | | | |
| Séminaires avancés 1 | 22.5 | 1.5 | | | | 1 | 1 | X | |
| Total Semestre 2 | 375 | 195 | 112.5 | 67.5 | | 17 | 30 | | |

3- Semestre 3 :

| Unité d'Enseignement | VHS | V.H hebdomadaire | | | | Coeff | Crédits | Mode d'évaluation | |
|--|------------|------------------|--------------|----|--------|-----------|-----------|-------------------|--------|
| | 14-16 sem | C | TD | TP | Autres | | | Continu | Examen |
| UE fondamentales | | | | | | | | | |
| UEF1(O/P) | | | | | | | | | |
| Astroparticules et la physique des neutrinos | 67,5 | 3,0 | 1.5 | | | 3 | 6 | X | X |
| Rayons Cosmiques | 45 | 1.5 | 1.5 | | | 2 | 4 | X | X |
| UEF2(O/P) | | | | | | | | | |
| Le Modèle Standard | 67.5 | 3 | 1.5 | | | 3 | 6 | x | x |
| Astrophysiques X et Gamma | 22,5 | 1.5 | | | | 1 | 2 | X | X |
| UE méthodologie | | | | | | | | | |
| UEM1(O/P) | | | | | | | | | |
| Astrophysique nucléaire | 45 | 1.5 | 1.5 | | | 2 | 4 | X | X |
| Plasmas Stellaires et Planétaires | 15 | 1 | | | | 1 | 1 | X | X |
| UEM2(O/P) | | | | | | | | | |
| Introduction Mécanique des Fluides | 45 | 1.5 | 1.5 | | | 2 | 4 | | X |
| UE découverte | | | | | | | | | |
| UED1(O/P) | | | | | | | | | |
| Chaos et systèmes Dynamique | 22.5 | 1.5 | | | | 1 | 1 | | |
| Energie sombre et matière noire | 22.5 | 1.5 | | | | 1 | 1 | | x |
| UET(O/P) | | | | | | | | | |
| Séminaires avancés 2 | 22.5 | 1.5 | | | | 1 | 1 | | |
| Total Semestre 3 | 375 | 262.5 | 112.5 | | | 17 | 30 | | |

4- Semestre 4 :

Domaine : S.M
Filière : Physique
Spécialité : Physique Théorique : Astrophysique

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

| | VHS | Coeff | Crédits |
|-------------------------|-----|-------|---------|
| Travail Personnel | 350 | 10 | 20 |
| Stage en entreprise | 20 | 3 | 5 |
| Séminaires | 30 | 2 | 5 |
| Autre (préciser) | | | |
| Total Semestre 4 | 400 | 15 | 30 |

5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

| VH \ UE | UEF | UEM | UED | UET | Total |
|------------------------------------|--------|-------|-------|-------|----------------------|
| Cours | 337.5 | 135 | 90 | 67.5 | 630 |
| TD | 225 | 112.5 | 22.5 | 0 | 360 |
| TP | 0 | 67.5 | 22.5 | 0 | 90 |
| Travail personnel | 1875 | 675 | 300 | 60 | 2910 |
| Autre (préciser) | | | | | |
| Total | 2437.5 | 990 | 435 | 127.5 | 3990 |
| Crédits | 54 | 27 | 6 | 3 | +30(S4) = 120 |
| % en crédits pour chaque UE | 60% | 30% | 6.67% | 3.33% | 75%+25%=100% |

Commentaire sur l'équilibre global des enseignements

*Vu que l'on a affaire à des modules assez théoriques, il n'y a donc que peu de T.P sauf pour les matières de programmation et de calcul scientifique et un stage d'astrophysique au CRAAG. Concernant les cours et les TD ils sont presque équilibrés. On a laissé suffisamment de temps à l'étudiant pour faire un effort personnel.

III - Programme détaillé par matière (1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE :UEF

Matière : Fundamental Astronomy

Enseignant responsable de l'UE : J.Mimouni

Enseignant responsable de la matière: J.Mimouni, N.Mebarki

Objectifs de l'enseignement

Comprendre les bases de l'astronomie et le fonctionnement du Cosmos dans ses grandes lignes (Rudiments de cosmologie).

Connaissances préalables recommandées

*Nucléaire approfondie

*Relativité restreinte

*Thermodynamique

*Electromagnétisme

Contenu de la matière :

II - Introduction to the Universe

- The Universe
- Historical Introduction
- The solar system

II - Fundamental Astronomy

- Spherical trigonometry
- Principles of astrometry and the Cosmic distance ladder
- Observational astronomy

II – Celestial Mechanics

- Review of elementary dynamics
- Orbital motions for two-body problem
- 3-body problem and the theory of orbit perturbations

III – Stellar and Galactic Astronomy

- Spectroscopy and electromagnetic processes in the Universe - Jeans theorem – Equations of stellar equilibrium - Stellar nucleosynthesis
- Formation and evolution of galaxies – Active galactic nuclei and quasars – Gravitational lensing and the "weak lensing effect" – Dark matter and dark energy- GRB's...

V – Fundamental of Cosmology

- Observational cosmology
- Relativistic cosmology

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- Fundamental astronomy, H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, M. Poutanen, K. J. Donner
- Astronomical methods, H. Bradt

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE :UEF

Matière : Astrophysics I

Enseignant responsable de l'UE : J. Mimouni

Enseignant responsable de la matière: J. Mimouni, A.Bouldjedri

Objectifs de l'enseignement

*Comprendre le Cosmos, l'astronomie et les théories cosmologiques

Connaissances préalables recommandées

- Nucléaire approfondie
- Relativité restreinte
- Thermodynamique
- Electromagnétisme

Contenu de la matière :

I- Propriétés observationnelles des étoiles

-Luminosité –Magnitude - couleur et température - spectres et classification - distance - Masse et rayon - diagramme H-R

II- Structure stellaire

1-Conservation de la quantité de mouvement

- Equilibre hydrostatique
- Estimation de P_c et T_c
- Cas non sphérique
- Equilibre hydrostatique en relativité générale

2- Le théorème du Viriel

- Conservation de l'énergie
- Le transport d'énergie par rayonnement et par conduction
- Le transport d'énergie par convection

III- Composition chimique et Propriétés de la matière stellaire

- Gaz idéal avec rayonnement
- L'ionisation
- Gaz d'électrons dégénérés
- L'équation d'état de la matière stellaire

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- Stellar structure and evolution, R. Kippenhahn, A. Weigert
- Les étoiles et le milieu interstellaire, R. Monier
- Fundamental astronomy, H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, M. Poutanen, K.J.Donner
- The nuclear Many-body problem, P. ring, P. Schuck

Intitulé du Master : Astrophysique

Semestre : S1

UE :UEF

Matière : Mécanique quantique approfondie

Enseignant responsable de l'UE : : N.Belaloui

Enseignant responsable de la matière: : N.Belaoui

Objectifs de l'enseignement

Crédits : 6

Coefficients : 3

Maîtrise des techniques et les formalismes physiques et mathématiques de la mécanique quantique

Connaissances préalables recommandées

* Introduction et fondements de la mécanique quantique.

* Notions de probabilités, algèbre linéaire

Contenu de la matière

- Théorie des Moments cinétiques
- Mécanique quantique à trois dimensions
- Les méthodes d'approximation
- Théorie de la diffusion
- Introduction aux particules identiques

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu and F. Lalöe, Quantum Mechanics, Vol 1 & 2 Wiley-Interscience, 1978.
- B. P. Desai, Quantum Mechanics, Cambridge University Press, 2009.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE :UEF

Matière : Relativité Générale et Cosmologie

Enseignant responsable de l'UE : N.Mebarki, K.Ait Moussa

Enseignant responsable de la matière: N.Mebarki, K.Ait Moussa,

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise de la théorie de la gravitation et étude de quelques modèles cosmologiques.

Connaissances préalables recommandées

- * Analyse tensorielle
- * Relativité restreinte

Contenu de la matière :

- Notions de géométrie différentielle
- Principe d'équivalence et équations d'Einstein
- Métrique FRW, construction explicite des équations de Friedmann
- Modèles cosmologiques
- Métrique de Schwarzschild et trous noirs
- Transformations conformes
- Quelques pistes vers la gravitation quantique

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

- B. F. Schutz, A First Course in General Relativity, Cambridge University Press, 1985.
- S. Weinberg, Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity, Wiley, 1972.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE :UEM1

Matière : Physique numérique I

Enseignant responsable de l'UE : :Rouabah Taha

Enseignant responsable de la matière: Rouabah Taha

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise du langage de programmation Python et méthodes de modélisation et simulation

Connaissances préalables recommandées

*Notions de base de la programmation

Contenu de la matière :

- Le langage Python
- Les instructions, les variables et les types de données
- Les structures de contrôle: la structure conditionnelle, les boucles et les exceptions
- Les fonctions et les modules
- Introduction à l'algorithmique: trouver les zéros d'une fonction, trier une liste
- Éléments de la programmation orientée objet
- Méthodes de l'algèbre linéaire numérique: algorithme de Gauss, décomposition LU, algorithme QR
- Introduction aux méthodes de Monte Carlo: intégration, échantillonnage, optimisation

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

- H. P. Langtangen, A Primer on Scientific Programming with Python, Springer 2012
- J. Campbell, P. Gries, J. Montojo and G. Wilson, Practical Programming An Introduction to Computer Science Using Python 2009.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE : UEM1

Matière : Physique Nucléaire approfondie

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

L'étude des différents modèles du noyau ainsi que les désintégrations nucléaires.

Connaissances préalables recommandées

Physique Nucléaire

Mécanique Quantique

Contenu de la matière :

- Partie 1 : Modèles nucléaires

Modèle de gaz de Fermi

Modèle en couches sphérique

Modèle en couches déformé

Modèles collectifs

- Partie 2 : Approximation Hartree-Fock
- Partie 3 : Désintégrations électromagnétiques
- Partie 4 : Désintégration bêta

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

K. S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, Wiley, 1987.

J. D. Walecka, *Theoretical Nuclear and Subnuclear Physics*, World Scientific, 2004.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE :UED1

Matière : Physique des gaz et des plasmas

Enseignant responsable de l'UE : : M. Aida et N.Attaf , T.Abdelatif

Enseignant responsable de la matière: : M. Aida et N.Attaf , T.Abdelatif

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre l'état plasma et la physique s'y afférant.

Connaissances préalables recommandées

- Thermodynamique
- Electromagnétisme

Contenu de la matière :

A- Propriétés générales des plasmas

Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique

Théorie fluide des plasmas et théorie cinétique

Ondes et oscillations dans les plasmas

Solutions approximatives des équations cinétiques

Rayonnement dans les plasmas

Notions de M.H.D

Effets non linéaires et instabilités

B- Plasmas astrophysiques

Simulations Hydrodynamiques dans les disques d'accrétion

Jets astrophysiques et leurs origines

Etc.

Mode d'évaluation : continu 50% examen 50%

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

-The physics of plasma, T.J.M. Boyd, J.J. Sanderson, Cambridge 2003

-Plasma Physics, J.A. Bittencourt, Springer, 2004

-Physique des plasmas, J.L. Delcroix, A. Bers, EDP 1994

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S1

UE : UET1

Matière : Anglais scientifique et technique

Enseignant responsable de l'UE : : N.Mebarki

Enseignant responsable de la matière: : N.Mebarki, J.Mimouni

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise de la l'Anglais scientifique pour comprendre et écrire des articles scientifiques et présenter des séminaires dans cette langue.

Connaissances préalables recommandées

-Anglais pour débutants

Content:

1- Développer le 'Listening and comprehension' de l'anglais scientifique

- Comprendre le contenu d'une conférence

- comprendre un séminaire etc..

2- Développer le 'reading' et le 'speaking' de l'anglais scientifique

- communication en anglais scientifique etc..

Mode d'évaluation : examen 100%

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

- Minimum competence in scientific English, S. Blattes, V. Jans, J. Upjohn, EDP 2003

- An Outline of Scientific Writing: For Researchers with English as a Foreign Language

Jen Tsi Yang , Janet N. Yang, World Scientific Publishing Company; 1995

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE :UEF1

Matière : Astrophysics II

Enseignant responsable de l'UE : J.Mimouni,

Enseignant responsable de la matière: J.Mimouni,

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement.

- Approfondir la compréhension de l'astrophysique, et en particulier l'astrophysique stellaire galactique et des Hautes Energies.

Connaissances préalables recommandées

- Astrophysique I
- Thermodynamique et physique statistique.
- Physique atomique et nucléaire

Contenu de la matière :

I- Evolution stellaire

- Introduction à la formation stellaire
- La séquence principale
- Formation des protoétoiles
- Evolution post-séquence principale

II- Les objets stellaires compacts

III- Astrophysique Galactique

IV- Les AGN et Quasars

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

Stellar structure and evolution, R. Kippenhahn, A. Weigert
Compact objects in astrophysics, M. Camenzind

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE :UEF2

Matière : Milieu Interstellaire

Enseignant responsable de l'UE : J.Mimouni, T.Mostefaoui

Enseignant responsable de la matière: J.Mimouni, A.Bouldjedri, T.Mostefaoui

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

- Maîtrise des processus atomiques et moléculaires dans le Cosmos

Connaissances préalables recommandées

- Astrophysique I
- Physique atomique et moléculaire
- Thermodynamique
- Physique des plasmas.

Contenu de la matière :

I- Physique atomique et moléculaire et spectroscopie

- Théorie quantique de l'atome d'hydrogène
- Structure fine et hyperfine et Effets Zeeman et Stark
- Les transitions électromagnétiques
- L'atome d'hélium
- Les molécules diatomiques
- Techniques spectroscopiques

II- Le Milieu Interstellaire

- Le gaz interstellaire neutre et ionisé
- Les poussières interstellaires
- Chauffage et refroidissement du gaz interstellaire
- Chimie interstellaire
- Les régions de photodissociation
- Les chocs

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Le milieu interstellaire, J. Lequeux

Physical processes in the interstellar medium, L. Spitzer, Jr.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE :UEF2

Matière : Physique statistique Quantique

Enseignant responsable de l'UE : N.Mebarki

Enseignant responsable de la matière: N.Mebarki

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise du formalisme théorique pour des systèmes en équilibre ou hors équilibre thermique

Connaissances préalables recommandées

*Thermodynamique classique

*Notions de probabilité et statistique mathématique

Contenu de la matière :

1-Thermodynamique

1- Fondements

2-Approche statistique de la physique

3-Théorie cinétique des gaz

4-Théorie du transport

5-Fondements de la mécanique statistique classique

6-Théorie de Boltzmann et application aux systèmes de particules sans interaction

7-Ensembles statistiques et applications

2--Mécanique statistique quantique

- *Statistique de Bose-Einstein et applications*

- *Statistique de Fermi-Dirac et applications*

3-Topics additionnels

- Etats de la matière et transition de phase

- Phénomènes et exposants critiques

- Introduction aux phénomènes hors équilibre

Mode d'évaluation : continu 33% examen 67%

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Introduction a la mécanique statistique, E. Belorizky, W. Gorecki

Introduction a la physique statistique, A. Vassiliev

-The Nuclear Many-body problem, P. Ring, P. Schuck

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE :UEF2

Matière : Introduction à la Physique des particules élémentaires

Enseignant responsable de l'UE : : J.Mimouni,

Enseignant responsable de la matière: : J.Mimouni, A.Benslama

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

- Maîtriser la base des théories qui décrivent les forces de la nature et leur unification.

Connaissances préalables recommandées

- théorie des groupes
- théorie des champs
- physique des particules

Contenu de la matière :

I- Introduction to Particle Physics

II- Quantum Electrodynamics à la Feynman

III- Weak Interaction Theory

VI- Gauge Theories

V- The Weinberg- Salam Model

VI- Phenomenological Applications to the Standard Model

- SM extensions
- CP violation
- Neutrino physics
- Applications to Astrophysics and Cosmology

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

- Gauge theories of the strong, weak and electromagnetic interactions, Ch.Quigg
- Introduction to the standard model of particle physics, W. N. Cottingham, D. A. Greenwood

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE :UEM1

Matière : Physique numérique II

Enseignant responsable de l'UE : : Benslama Achour,

Enseignant responsable de la matière: : Benslama Achour, Rouabah Taha

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise de la programmation avec les logiciels Mathematica et Maple

Connaissances préalables recommandées

Notions de programmation

Contenu de la matière :

- Introduction au calcul formel avec les logiciels Mathematica et Maple
- Différentiation et Intégration.
- Résolution de systèmes linéaires.
- Matrices et Valeurs Propres.
- Zéros d'une fonction.
- Graphisme.
- Programmation.
- Quelques Applications

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

- I. K. Shingareva and C. Liz, Maple and Mathematica: A Problem Solving Approach for Mathematics, Springer; 2007.
- E. Don, Schaum's Outline of Mathematica, McGraw Hill, 2009.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE : UEM1

Matière : TP Instrumentation et mesures en Astrophysique

Enseignant responsable de l'UE : : F.Benrachi

Enseignant responsable de la matière: : F.Benrachi

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Maîtrise des techniques de détection de la radioactivité et spectroscopie

Connaissances préalables recommandées

Physique atomique

Physique nucléaire

Contenu de la matière :

- 1- Utilisation de la table des isotopes
- 2- Fluctuations statistiques
- 3- Étude des caractéristiques d'un détecteur Geiger-Muller
- 4- Activation et mesure de périodes radioactives
- 5- Chambre d'ionisation et chambre proportionnelle : caractérisation du fonctionnement des détecteurs basés sur l'ionisation des gaz, sensibilité, détection de particules alpha
- 6- structure fine du spectre alpha de l'américium
- 7- Spectroscopie rayon Gamma avec un détecteur au Germanium et NaI
- 8- Annihilation de positrons dans les matériaux
- 9- Le détecteur à silicium
- 10- Mesures de coïncidences gamma-gamma et bases de la tomographie

Utilisation des instruments optiques au CRAAG à l'Observatoire Astronomique d'Alger

Mode d'évaluation : *continu 50% examen 50%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Instruments et méthodes d'observation D. Rouan

Instrumentation spatiale de l'IR aux hautes énergies S. Corbe

Instrumentation spatiale : mesures in situ M. Fulchignoni

Instrumentation et Observation en Radioastronomie P. Zarka

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE : UET1

Matière : Recherches Bibliographiques et Séminaires (Recent topics in Astrophysics)

Enseignant responsable de l'UE : : J.Mimouni, A.Benslama, enseignants du LPMPS

Enseignant responsable de la matière: J.Mimouni, A.Benslama, enseignants du LPMPS

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Méthode de communication, séminaires présentés par les étudiants et les enseignants du Labo et d'autres universités.

Connaissances préalables recommandées

Maitrise des matières du S1 et S2

Mode d'évaluation : *continu 50% examen 50%*

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S2

UE :UED1

Matière : Traitement du signal et de l'image

Enseignant responsable de l'UE : Nassim SEGHOUANI

Enseignant responsable de la matière: Nassim SEGHOUANI

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

- Maîtriser le traitement du signal et de l'image

Connaissances préalables recommandées

- Physique numérique I

Contenu de la matière :

1. Introduction
2. Les signaux déterministes
3. Fonctions de corrélation et densités spectrales des signaux déterministes
4. Etude des filtres en représentation temporelle
5. Analyse fréquentielle des filtres
6. Numérisation des signaux Echantillonnage – Quantification
7. Introduction au traitement numérique du signal
8. Fonctions aléatoires : généralités
9. Fonctions aléatoires stationnaires : ergodisme
10. Analyse spectrale et filtrage des signaux aléatoires
11. Introduction aux Processus stochastiques
12. Estimation de quelques grandeurs caractéristiques des signaux
13. Inégalité de Schwarz
14. Détermination de la variance des estimateurs de la DSP
15. Introduction aux problèmes inverses
16. Introduction à l'analyse temps-fréquences
17. Introduction aux techniques paramétriques de l'estimation spectrale.
18. Traitement d'images.

Les travaux pratiques seront réalisés sur le Logiciel MATLAB, et les étudiants pourront travailler sur des données réelles en photométrie, hélioseimologie, images solaires...

Mode d'évaluation : continu 33% examen 67%

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- Astronomical image and data analysis, J.-L. Starck, F. Murtagh
- Introduction to astronomical image processing, R. Berry

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE :UEF1

Intitulé de la matière : Astroparticules et la physique des neutrinos

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Comprendre les rayons cosmiques et les propriétés des neutrinos

Connaissances préalables recommandées

* Physique des particules élémentaires.

* Relativité générale

Contenu de la matière :

- Photons gamma de très haute énergie
- Rayons cosmiques
- Aspects généraux des neutrinos
- Oscillations des neutrinos dans le vide et dans la matière
- Neutrinos solaires et atmosphériques et géologiques
- L'effet Sunyaev-Zeldovich
- Leptogénèse et la violation CP
- La théorie de l'inflation cosmique

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

- A. Liddle, Introduction to Cosmology, Wiley, 2004.
- C. Grupen, Astroparticle Physics, Springer, 2005.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE :UEF1

Matière : *Rayons Cosmiques*

Enseignant responsable de l'UE : R.Attallah

Enseignant responsable de la matière: R.Attallah,

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

- Maîtrise de la physique des rayons cosmiques

Connaissances préalables recommandées

- Physique nucléaire approfondie
- Physique des particules

Contenu de la matière :

Introduction;

- Rayonnement cosmique galactique;
- Origine du rayonnement cosmique;
- Interactions rayonnement-matière;
- Gerbes cosmiques et grandes gerbes de l'air;
- Effets géomagnétiques;
- Principales expériences en cours.
 - les accélérateurs cosmiques ;
 - les nouvelles expériences embarquées et terrestres.

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Cosmic ray astrophysics, C. Schlickeiser

Fundamentals of cosmic particle physics, M. Khlopov

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE :UEF2

Matière : Le Modèle Standard

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Maîtriser le modèle standard de Glashow-Weinberg-Salam

Connaissances préalables recommandées

* Théorie des champs

* Physique des particules

Contenu de la matière :

- Les interactions faibles
- Les symétries et les théories de jauge
- Le modèle standard des interactions électrofaibles
- La chromodynamique quantique
- Les tests du modèle standard
- La physique du boson de Higgs
- La Supersymétrie

Mode d'évaluation : Contrôles continus et examen final

Références

- W. N. Cottingham and D. A. Greenwood, an Introduction to the Standard Model of Particle Physics, Cambridge University Press, 2007.
- C. Burgess and G. Moore, the Standard Model: A Primer, Cambridge University Press, 2006.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE :UEF2

Matière : Astrophysique X et Gamma

Enseignant responsable de l'UE : : N.Guessoum

Enseignant responsable de la matière: : N.Guessoum

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

- *Maîtrise de l' Astrophysique X et Gamma*

Connaissances préalables recommandées

- Astrophysique I
- Physique atomique et moléculaire
- Thermodynamique
- Physique des plasmas.

Contenu de la matière :

1. Introduction :

Le rayonnement X et Gamma dans le spectre électromagnétique : caractéristiques particulières
Les phénomènes physiques et cosmiques en X et Gamma
Le Ciel en X et en Gamma
Les observatoires X et Gamma

2. Les processus physiques produisant le rayonnement X et Gamma

Recombinaison, Photo ionisation, Inverse Compton
e-/e+ pair production & annihilation
Emission synchrotron et absorption

3. Les techniques d'observation en X et Gamma

Détecteurs, compteurs, scintillateurs, semi-conducteurs, collimateurs, imageurs, spectromètres, etc.
Chandra & XMM
CGRO, INTEGRAL

4. Les phénomènes galactiques en X et Gamma

Les supernovae
Les objets compacts
Les microquasars
Les raies gamma

5. Les phénomènes extragalactiques en X et Gamma

AGN & Quasars
Les Sursauts Gamma, association aux supernovae, hypernovae, et quasars

6. Le Futur :

GLAST, Compton Telescopes, Lentilles (MAX)

Mode d'évaluation : *continu 50% examen 50%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- Very high energy gamma ray astronomy, T. C. Weekes
- High energy astrophysics, T.J.-L. Courvoisier

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE : UEM1

Matière : Astrophysique Nucléaire

Enseignant responsable de l'UE : F.Benrachi,

Enseignant responsable de la matière: A.Bouldjedri, F.Benrachi,

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

- Comprendre le rôle de la physique nucléaire en astrophysique

Connaissances préalables recommandées

*Physique atomique et nucléaire

Contenu de la matière :

1 - Nucléosynthèse stellaire

- 1- Rappels sur les réactions nucléaires
- 2- Réactions de fusion entre particules chargées
- 3 - L'écrantage électronique
- 4 - Combustion de l'hydrogène

2- Les cycles nucléaires

- Chaines PP-I, PP-II, PP-III
- Cycle CNO
- Combustion de l'hélium
- Combustion des éléments au delà de l'Hélium
- Photodésintégration et équilibre
- Réaction d'absorption de neutrons : processus r et s
- Réactions de spallation

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- Cauldrons in the cosmos, C.E. Rolfs, S. Rodney
- Principles of stellar evolution and nucleosynthesis, D.D. Clayton
- Nuclear physics of stars, C. Iliadis

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE : UEM1

Matière : Plasmas Stellaires et Planétaires

Enseignant responsable de l'UE : : M.Aida, N.Attaf,

Enseignant responsable de la matière: : M.Aida, N.Attaf, T.Abdelatif

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

- Maîtrise des plasmas stellaires et planétaires....

Connaissances préalables recommandées

Thermodynamique et statistique

Physiques atomique et nucléaire

Interaction rayonnement-matière

Contenu de la matière :

Théorie des Plasmas et applications

Structure du Soleil

1- L'intérieur du Soleil

2- Helioséismologie

Physique des Magnétosphères de la Terre et des Planètes Géantes

Autres plasmas dans l'Univers

Mode d'évaluation : *continu 50% examen 50%*

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*). Instruments et méthodes

Fundamentals of solar astronomy, A. Bhatnagar, W. Livingston

Introduction to space physics, M.G. Kivelson, Ch. T. Russell

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE : UEM2

Matière : Séminaires avancées 2 (Recent topics in Astrophysics)

Enseignant responsable de l'UE : : J.Mimouni, A.Benslama, enseignants du LPMPS

Enseignant responsable de la matière: J.Mimouni, A.Benslama, enseignants du LPMPS

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Méthode de communication, séminaires présentés par les étudiants et les enseignants du Labo et d'autres universités.

Connaissances préalables recommandées

Maitrise des matières du S1 et S2

Mode d'évaluation : *continu 50% examen 50%*

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : S3

UE :UED1

Matière : Chaos et Systèmes Dynamiques

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Etude des phénomènes non linéaires et le chaos

Connaissances préalables recommandées

Mécanique Analytique

Contenu de la matière :

- Les concepts de base des systèmes dynamiques non linéaires.
- Les attracteurs étranges
- Bifurcations
- Le chaos quantique

Mode d'évaluation : Examen final

Références

- J. Thompson and H. Stewart, *Nonlinear Dynamics and Chaos*, Wiley 2002
- H. Jurgen Stockmann, *Quantum Chaos An Introduction*, Cambridge University Press 1999.

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : 3

UE :UED1

Matière : Energie Sombre et Matière Noire

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Comprendre les modèles qui expliquent l'énergie sombre et la matière noire.

Connaissances préalables recommandées

Physique des particules

Théorie des champs

Contenu de la matière :

- La constante cosmologique
- L'énergie sombre comme une forme modifiée de la matière
- L'énergie sombre comme une forme modifiée de la gravité
- Les potentiels de quintessence en physique des particules

Mode d'évaluation : examen final

Références

- Y. Nagashima, *Beyond the Standard Model of Elementary Particle Physics*, Wiley 2012

Intitulé du Master : Physique Théorique : Astrophysique

Semestre : 3

UE : UET

Matière : Introduction à la Mécanique des fluides

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Comprendre la mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées

Physique des particules

Théorie des champs

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Cinématique

Ligne de courant et trajectoire

Rotation et Déformation

Chapitre 2 Dynamique

Forces et contraintes

Equation de conservation de masse

Equations de conservation de quantité de mouvement

Fluides Newtoniens et Equations de Navier-Stokes

Chapitre 3 Solutions Exactes

Ecoulement stationnaire d'un film de fluide sur une plaque plane

Problème de Rayleigh et point de stagnation

Chapitre 4 Solutions Approximatives

Analyse dimensionnelle

Equations de Prandtl

Couche limite sur une plaque plane et solution de Blasius

Chapitre 5 Ecoulements Compressibles

Ecoulement à une dimension

Equations de Quantité de Mouvement

Ecoulements Isentropiques

Mode d'évaluation : *continu 33% examen 67%*

Références

- Fundamental Fluid Mechanics and Magnetohydrodynamics

Authors: Hosking, Roger J., Dewar,

- Fluid Mechanics; Pijush K. Kundu,