

Information générale

| | |
|--|--|
| Objectifs | |
| Responsable(s) | FALLOT MURIEL RAVEL OLIVIER |
| Mention(s) incluant ce parcours | master Physique Fondamentale et Applications |
| Lieu d'enseignement | |
| Langues / mobilité internationale | |
| Stage / alternance | |
| Poursuite d'études / débouchés | |
| Autres renseignements | |
| Conditions d'obtention de l'année | L'année est validée si la partie théorique est validée en première ou deuxième session (moyenne supérieure ou égale à 10/20) et si la moyenne de l'année, comprenant la note de l'UE stage, est également supérieure ou égale à 10/20. |

Programme

| 1 ^{er} SEMESTRE | Code | ECTS | CM | CI | TD | TP | Distanciel | Total |
|---|--------------|------|-------|----|-------|------|------------|---------------|
| Groupe d'UE : CMI-INA-S1 Tronc commun M1Physique (30 ECTS) | | | | | | | | |
| Physique quantique | X1PP010 | 4 | 13.34 | 0 | 12 | 0 | 2.66 | 28 |
| Physique Atomique | X1PP030 | 4 | 18.68 | 0 | 17.33 | 0 | 3.99 | 40 |
| Physique atomique | X1PP031 | | 13.34 | 0 | 12 | 0 | 2.66 | 28 |
| Introduction à la Physique du LASER | X1PP032 | | 5.34 | 0 | 5.33 | 0 | 1.33 | 12 |
| Physique statistique | X1PP020 | 4 | 14.67 | 0 | 14.67 | 0 | 2.66 | 32 |
| Physique des Solides | X1SM010 | 4 | 13.34 | 0 | 12 | 0 | 2.66 | 28 |
| Physique subatomique | X1PP040 | 4 | 14.67 | 0 | 14.67 | 0 | 2.66 | 32 |
| Méthodes statistiques | X1PP050 | 3 | 8 | 0 | 6.67 | 6.67 | 2.66 | 24 |
| Physique expérimentale 1 : Physique du Solide | X1SM020 | 3 | 0 | 0 | 0 | 21 | 3 | 24 |
| Anglais Scientifique | X1PP060 | 1 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 12 |
| Interaction rayonnement matière | X1PP080 | 2 | 8 | 0 | 6.67 | 0 | 1.33 | 16 |
| Connaissance de l'entreprise - Entrepreneuriat | X1PP070 | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 3 | 12 |
| Groupe d'UE : UE libres (0 ECTS) | | | | | | | | |
| Anglais Préparation TOEIC | X1LA010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Groupe d'UE : UE CMI non diplômante (8 ECTS) | | | | | | | | |
| Bases de comptabilité | X1CI010 | 2 | 0 | 20 | 0 | 0 | 2 | 22 |
| Filières énergétiques | X3SE010 | 3 | 24 | 0 | 10.66 | 0 | 10.34 | 45 |
| Engagement associatif | X1CI020 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 30 | | | | | 36.96 | 315.00 |

| 2 ^{ème} SEMESTRE | Code | ECTS | CM | CI | TD | TP | Distanciel | Total |
|---|--------------|------|-------|----|-------|-------|------------|---------------|
| Groupe d'UE : CMI-INA-S2 Tronc commun M1Physique (30 ECTS) | | | | | | | | |
| Physique expérimentale 2 | X2PP010 | 2 | 0 | 0 | 0 | 21.67 | 1.33 | 23 |
| Neutronique - Physique des réacteurs | X2PP020 | 2 | 9.33 | 0 | 9.34 | 0 | 1.33 | 20 |
| Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles | X2PP030 | 1 | 5.33 | 0 | 5.34 | 0 | 1.33 | 12 |
| Électromagnétisme et imagerie | X2PP040 | 2 | 8 | 0 | 6.67 | 6.67 | 2.66 | 24 |
| Astrophysique et cosmologie | X2PP050 | 2 | 6.67 | 0 | 6.67 | 0 | 1.66 | 15 |
| Symétries, groupes et particules | X2PP070 | 2 | 9.33 | 0 | 9.34 | 0 | 1.33 | 20 |
| Le problème à N corps | X2PP080 | 2 | 10.67 | 0 | 10.67 | 0 | 2.66 | 24 |
| Monte Carlo Simulation in Physics | X2PP090 | 2 | 10.67 | 0 | 0 | 12 | 1.33 | 24 |
| Projet expérimental | X2PP100 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 12 |
| Stage ou TER | X2PP110 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Projet tutoré analyse | X2PP120 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Théorie et Traitement du Signal | X2PP130 | 3 | 9.14 | 0 | 11.67 | 6.33 | 2.66 | 29.8 |
| Groupe d'UE : UE CMI (4 ECTS) | | | | | | | | |
| Communication CMI S8 | X2CI010 | 2 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| Ethique et numérique | X2II040 | 2 | 8 | 0 | 2.67 | 0 | 1.33 | 12 |
| | Total | 30 | | | | | 21.62 | 225.80 |

Modalités d'évaluation

Mention Master 1ère année

Parcours : M1 CMI-INA

Année universitaire 2021-2022

Responsable(s) : FALLOT MURIEL, RAVEL OLIVIER

REGIME ORDINAIRE

| | | | | PREMIERE SESSION | | | | | | | | DEUXIEME SESSION | | | | | | | | TOTAL | |
|---|----------|--|---|------------------|-------|------|--------|-------|------|-------|-------|------------------|------|-------|--------|------|-------|----|----|--------|------|
| | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | | Coeff. | ECTS |
| CODE UE | INTITULE | UE non dipl. | | écrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | écrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | | | | |
| Groupe d'UE : CMI-INA-S1 Tronc commun M1Physique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X1PP010 | Physique quantique | N | obligatoire | 4 | | | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1PP080 | Interaction rayonnement matière | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | 2 | 2 | | |
| 1 | X1PP060 | Anglais Scientifique | N | obligatoire | 0.5 | | 0.5 | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | |
| 1 | X1SM020 | Physique expérimentale 1 : Physique du Solide | N | obligatoire | 1.5 | 1.5 | | | | | | 1.5 | | 1.5 | | | | 3 | 3 | | |
| 1 | X1PP050 | Méthodes statistiques | N | obligatoire | 3 | | | | | | | | | 3 | | | | 3 | 3 | | |
| 1 | X1PP040 | Physique subatomique | N | obligatoire | 2 | | | 2 | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1SM010 | Physique des Solides | N | obligatoire | 4 | | | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1PP020 | Physique statistique | N | obligatoire | 4 | | | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1PP030 | Physique Atomique | N | obligatoire | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | |
| 1 | X1PP031 | Physique atomique | | | 3 | | | | | | | | | 3 | | | | 3 | | | |
| 1 | X1PP032 | Introduction à la Physique du LASER | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| 1 | X1PP070 | Connaissance de l'entreprise - Entrepreneuriat | N | obligatoire | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | |
| Groupe d'UE : UE libres | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X1LA010 | Anglais Préparation TOEIC | O | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | |
| Groupe d'UE : UE CMI non diplomante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X1CI010 | Bases de comptabilité | O | obligatoire | 1 | | | 1 | | | 0.4 | | | 1.6 | | | | 2 | 2 | | |
| 3 | X3SE010 | Filières énergétiques | O | obligatoire | 3 | | | | | | | | | 3 | | | | 3 | 3 | | |
| 1 | X1CI020 | Engagement associatif | O | obligatoire | 1 | 2 | | | | | | 2 | | | | 1 | | 3 | 3 | | |
| Groupe d'UE : CMI-INA-S2 Tronc commun M1Physique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | X2PP010 | Physique expérimentale 2 | N | obligatoire | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP120 | Projet tutoré analyse | N | obligatoire | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| 2 | X2PP110 | Stage ou TER | N | obligatoire | 5 | | 5 | | | | 5 | | 5 | | | | | 10 | 10 | | |
| 2 | X2PP100 | Projet expérimental | N | obligatoire | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | |
| 2 | X2PP090 | Monte Carlo Simulation in Physics | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP080 | Le problème à N corps | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP070 | Symétries, groupes et particules | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP050 | Astrophysique et cosmologie | N | obligatoire | | | | 2 | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP040 | Électromagnétisme et imagerie | N | obligatoire | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | 2 | 2 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|---|---|-------------|-----|-----|---|--|--|--|-----|-----|---|-----|--|--|---|--------------|----|----|
| 2 | X2PP030 | Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles | N | obligatoire | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| 2 | X2PP020 | Neutronique - Physique des réacteurs | N | obligatoire | 2 | | | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | |
| 1 | X2PP130 | Théorie et Traitement du Signal | N | obligatoire | 2.1 | 0.9 | | | | | | 0.9 | | 2.1 | | | | 3 | 3 | |
| Groupe d'UE : UE CMI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | X2CI010 | Communication CMI S8 | O | obligatoire | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | 2 | 2 | |
| 2 | X2II040 | Ethique et numérique | O | obligatoire | 1 | | 1 | | | | 0.8 | | | 1.2 | | | | 2 | 2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | 60 | 60 |

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

DISPENSE D'ASSIDUITE

| | | | | PREMIERE SESSION | | | | | | | | DEUXIEME SESSION | | | | | | | | TOTAL | |
|---|----------|---|---|------------------|-------|------|--------|-------|------|-------|-------|------------------|------|-------|--------|------|-------|----|----|--------|------|
| | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | | Contrôle continu | | | Examen | | | | | Coeff. | ECTS |
| CODE UE | INTITULE | UE non dipl. | | écrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | écrit | prat. | oral | écrit | prat. | oral | durée | | | | |
| Groupe d'UE : CMI-INA-S1 Tronc commun M1Physique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X1PP010 | Physique quantique | N | obligatoire | | | 4 | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1PP080 | Interaction rayonnement matière | N | obligatoire | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | 2 | 2 | | |
| 1 | X1PP060 | Anglais Scientifique | N | obligatoire | | | 0.5 | | 0.5 | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | |
| 1 | X1SM020 | Physique expérimentale 1 : Physique du Solide | N | obligatoire | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | 3 | 3 | | |
| 1 | X1PP050 | Méthodes statistiques | N | obligatoire | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | 3 | 3 | | |
| 1 | X1PP040 | Physique subatomique | N | obligatoire | | | 4 | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1SM010 | Physique des Solides | N | obligatoire | | | 4 | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1PP020 | Physique statistique | N | obligatoire | | | 4 | | | | | | | 4 | | | | 4 | 4 | | |
| 1 | X1PP030 | Physique Atomique | N | obligatoire | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | |
| 1 | X1PP031 | Physique atomique | | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | 3 | | | |
| 1 | X1PP032 | Introduction à la Physique du LASER | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| 1 | X1PP070 | Connaissance de l'entreprise - Entrepreneuriat | N | obligatoire | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| Groupe d'UE : UE libres | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X1LA010 | Anglais Préparation TOEIC | O | optionnelle | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | |
| Groupe d'UE : UE CMI non diplômante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X1CI010 | Bases de comptabilité | O | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 3 | X3SE010 | Filières énergétiques | O | obligatoire | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | 3 | 3 | | |
| 1 | X1CI020 | Engagement associatif | O | obligatoire | | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | | |
| Groupe d'UE : CMI-INA-S2 Tronc commun M1Physique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | X2PP010 | Physique expérimentale 2 | N | obligatoire | | 2 | | | | | | | 2 | | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP120 | Projet tutoré analyse | N | obligatoire | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | |
| 2 | X2PP110 | Stage ou TER | N | obligatoire | 5 | | 5 | | | | 5 | | | 5 | | | | 10 | 10 | | |
| 2 | X2PP100 | Projet expérimental | N | obligatoire | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | |
| 2 | X2PP090 | Monte Carlo Simulation in Physics | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP080 | Le problème à N corps | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP070 | Symétries, groupes et particules | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP050 | Astrophysique et cosmologie | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP040 | Électromagnétisme et imagerie | N | obligatoire | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2PP030 | Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles | N | obligatoire | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| 2 | X2PP020 | Neutronique - Physique des réacteurs | N | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 1 | X2PP130 | Théorie et Traitement du Signal | N | obligatoire | | 0.9 | | 2.1 | | | | | 0.9 | | 2.1 | | | 3 | 3 | | |
| Groupe d'UE : UE CMI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | X2CI010 | Communication CMI S8 | O | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |
| 2 | X2II040 | Ethique et numérique | O | obligatoire | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | 2 | 2 | | |

| | | |
|--------------|----|----|
| TOTAL | 60 | 60 |
|--------------|----|----|

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

Description des UE

| X1PP010 | Physique quantique |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | AICHELIN JORG ULRICH |
| Volume horaire total | TOTAL : 28h Répartition : CM : 13.34h TD : 12h CI : 0h TP : 0h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Mécanique quantique L3 |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 Sciences de la Matière - option Nano, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Physique quantique 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant(e) devra :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître les propriétés de l'espace de Hilbert • Connaître le formalisme de la théorie des perturbations indépendantes du temps (états dégénérés et non-dégénérés, variation de Ritz) et dépendantes du temps • Savoir faire des calculs simples pour une perturbation • Connaître le comportement d'une onde qui arrive à une barrière (coefficients de réflexion et de transmission) • Connaître l'effet tunnel • Savoir faire des calculs basés sur l'effet tunnel (radioactivité, microscopie) • Connaître l'équation de Lippmann-Schwinger • Connaître l'amplitude de diffusion, la section efficace et l'approximation de Born • Savoir faire des calculs dans l'approximation de Born pour des potentiels différents |
| Contenu | <ul style="list-style-type: none"> • Théorie des perturbations indépendantes du temps, pour des états non-dégénérés et dégénérés • Principe de variation • Théorie des perturbations dépendantes du temps • Règle d'or de Fermi • Interaction d'un système avec une onde électromagnétique • Diffusion à une dimension, transition et réflexion • Effet tunnel • Application : radioactivité, microscope • Introduction à la diffusion à 3 dimensions • Section efficace, onde diffusée • Approximation de Born |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X1PP080 | Interaction rayonnement matière |
|----------------------|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | EUDES PHILIPPE |
| Volume horaire total | TOTAL : 16h Répartition : CM : 8h TD : 6.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.33h |

| Place de l'enseignement | |
|---------------------------------------|--|
| UE pré-requis(s) | Physique atomique et nucléaire (L3) Physique Moderne (L2) Relativité (L3) |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN), M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 CMI-INA, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Interaction rayonnement matière 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure (en ayant à disposition ses documents de cours et de TD) :</p> <p>Connaissance et compréhension</p> <ul style="list-style-type: none"> ● D'expliquer les différents mécanismes qui interviennent lors de l'interaction d'une particule avec la matière, cette particule pouvant être un neutron (type de réaction et section efficace associée), un photon gamma (effet photoélectrique, diffusion Compton et création de paires et sections efficaces associées) ou une particule chargée (perte d'énergie par collisions et par rayonnement de freinage). ● De décrire l'évolution de ces mécanismes selon la gamme en énergie de la particule primaire et la nature du matériau. <p>Application et analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● De mettre en rapport l'ensemble de ces connaissances pour identifier les mécanismes physiques lors de la détection des gammas, des neutrons et des particules chargées dans le cadre d'exercices d'applications ● De produire et d'utiliser les résultats fournis par un logiciel de type SRIM (the Stopping and Range of Ions in Matter) pour résoudre des problèmes liés à la perte d'énergie et/ou au parcours de particules chargées dans n'importe quel type de matériau, simple ou composé ● D'utiliser les connaissances de bases qu'il aura acquises dans cette unité d'enseignement, connaissances indispensables pour aborder la physique de la détection et le principe de fonctionnement de tous les types de détecteurs en physique subatomique (cours de M2) dans les différents domaines en énergie concernés. <p>Synthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● De trouver l'information pertinente pour analyser du point de vue des mécanismes d'interaction mis en jeu, un problème relevant de l'interaction entre un type de rayonnement (gamma, neutron ou particules chargées) et un matériau, soit par analogie, soit par extrapolation lors d'une situation originale ● De concevoir sous forme d'un projet, une proposition de problème ou d'exercice original mettant en rapport les connaissances acquises dans les différents domaines de l'interaction rayonnement-matière |

| | |
|-------------------------|--|
| Contenu | <p>I - Interaction des particules chargées avec la matière</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Introduction 2 - Interaction des particules chargées lourdes avec la matière : perte d'énergie par collisions <ol style="list-style-type: none"> 2-1 Collisions : calcul de Bohr 2-2 Formule de Bethe-Bloch 2-3 Analyse de la formule de Bethe 2-4 Notion de parcours 2-5 Perte d'énergie par collisions avec les noyaux 2-6 Courbe de Bragg 2-7 Comportement à très basse énergie 2-8 Estimation pratique du TLE et de R ? 3 - Interaction électron-matière : perte d'énergie par collisions <ol style="list-style-type: none"> 3-1 Perte d'énergie par collision 3-2 Rayonnement de freinage 3-3 Perte d'énergie totale - Importance des deux effets 3-4 Parcours des électrons - Cas d'un faisceau mono-énergétique <p>II - Interaction des photons gammas avec la matière</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Les différents mécanismes d'interaction 2 - L'effet photoélectrique <ol style="list-style-type: none"> 2-1 Description du processus - Fluorescence X - Emission Auger 2-2 Distribution en énergie des électrons 2-3 Section efficace associée 3 - La diffusion Compton <ol style="list-style-type: none"> 3-1 Description du processus et rappel de la cinématique 3-2 Distribution en énergie des électrons 3-3 Sections efficaces différentielles 3-4 Section efficace intégrée 4 - Production de paires (ou Matérialisation) <ol style="list-style-type: none"> 4-1 Description du processus 4-2 Distribution en énergie des électrons 4-3 Section efficace associée 5 - Atténuation/Absorption des gammas dans la matière <ol style="list-style-type: none"> 5-1 Section efficace totale d'interaction 5-2 Atténuation 5-3 Absorption 6 - Application à la spectroscopie gamma <ol style="list-style-type: none"> 6-1 Spectre en énergie observé dans un détecteur de petite taille 6-2 Spectre en énergie observé dans un détecteur de très grande taille 6-3 Spectre en énergie observé dans un détecteur de taille intermédiaire 6-4 Exemples de spectres réels 6-5 Influence du type de détecteur <p>III - Gerbes électromagnétique et hadroniques</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Gerbes électromagnétiques 2 - Gerbes hadroniques <ol style="list-style-type: none"> 2-1 Collisions de deux hadrons à haute énergie 2-2 Schématisation d'une gerbe hadronique 2-3 Les gerbes atmosphériques <p>IV - Interaction des neutrons avec la matière</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Classement des neutrons 2 - Principales réactions induites par les neutrons : caractéristiques et sections efficaces 3 - Modération des neutrons - Spectroscopie <ol style="list-style-type: none"> 3-1 Cinématique de la diffusion élastique n-Noyau 3-2 Modération des neutrons <ul style="list-style-type: none"> ● Interprétation cinématique ● Distribution en énergie des neutrons diffusés ● Léthargie et paramètre de ralentissement ● Applications : détection et réacteurs 3-3 Spectroscopie de neutrons |
| Méthodes d'enseignement | Premier semestre : 8h CM - 8h TD (classe inversée) Projet : élaborer un problème/exercice sur un sujet imposé - rédiger le texte et la solution Second semestre : 8h dans le cadre de l'UE intitulée Projets simulations |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | <p>Bibliographie et conseils de lecture :</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. Leroy - P.G. Rancoita, Principles of radiation interaction in Matter and Detection (2004), chapter 2-3 • W. R. LEO, Techniques for nuclear and particle physics experiments, chapters 1 et 2, Springer-Verlag, ISBN 0 387 57280 5 • G.F. KNOLL, Radiation detection and measurement, chapters 1 et 2, Wiley, ISBN 0 471 61761 X • PASSAGE OF PARTICLES THROUGH MATTER - Last version : Review of particle physics 2010 - K Nakamura et al. <i>J. Phys. G 37, 7A (2010) 075021</i> http://library.web.cern.ch/library/library/RPP.html • Physics Reference Manual : Version: geant4 9.4 (17 December, 2010) http://geant4.web.cern.ch/geant4/support/userdocuments.shtml • Theoretical and experimental aspects of the energy loss of relativistic heavily ionizing particles - <i>Reviews of Modern physics, Vol. 52, 121 (1980)</i> |

| X1PP060 | Anglais Scientifique |
|---------------------------------------|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | KERVISION SYLVIE LE RESTE CECILE MARIE |
| Volume horaire total | TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 12h EAD : 0h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Anglais Scientifique 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Au terme de cette UE, l'étudiant-e : 1. connaîtra le format des articles de recherche et pourra adopter une stratégie de lecture efficace des articles de recherche en anglais 2. aura approfondi sa connaissance des points de grammaire posant le plus problème aux locuteurs non-natifs dans les articles de recherche en sciences (choix des temps, voix passive / voix active, utilisation des auxiliaires de modalités, emploi des prépositions) 3. pourra prendre la parole dans un contexte de communication scientifique (conférence, congrès, séminaire, small talk) |
| Contenu | 1. Étude d'articles de recherche pour en élucider la structure et élaborer des stratégies de lecture efficaces 2. Exercices permettant aux étudiant-e-s de revoir et d'approfondir leur connaissance des systèmes syntaxique et grammatical de l'anglais universitaire scientifique 3. Exercices de compréhension orale à partir de documents authentiques en anglais universitaire 4. Entraînement à la prise de parole dans des contextes de communication scientifique |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Anglais |
| Bibliographie | |

| X1SM020 | Physique expérimentale 1 : Physique du Solide |
|-----------------------------------|---|
| Lieu d'enseignement | UFR des Sciences et Techniques |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | BERTONCINI PATRICIA |
| Volume horaire total | TOTAL : 24h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 21h EAD : 3h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requise(s) | Electricité (L1), Electromagnétisme (L3), Physique du Solide (L3, M1), Physique statistique (L3, ML1), Physique atomique (L3, M1), Mécanique quantique (L3, M1) |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 Sciences de la Matière - option Nano, M1 Sciences de la Matière - option ENR, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Pondération pour chaque matière | Physique expérimentale 1 : Physique du Solide 100% |
| Obtention de l'UE | Evaluation : <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle continu : moyenne des compte-rendu de TP (50% de la note finale) • Examen pratique : tirage au sort d'un sujet d'examen, réalisation du montage, prise de mesures, exploitation et analyse des résultats (50% de la note finale) |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de : <ul style="list-style-type: none"> • connaître et employer adéquatement les principes de la physique expérimentale : les mesures, leurs incertitudes, les instruments de mesure et leur calibration, le traitement de données. • mettre en œuvre une démarche expérimentale : suivre et proposer un protocole de mesure, analyser des données expérimentales, comparer avec un modèle, interpréter les résultats, élaborer une synthèse. • utiliser les appareils de mesure et les techniques d'analyse les plus courants. • prendre connaissance et appliquer les consignes de sécurité. • rédiger clairement un compte-rendu scientifique en respectant les conventions et les règles spécifiques de la discipline. • travailler de manière autonome et en équipe. |
| Contenu | L'objectif de cette unité d'enseignement est d'approfondir les connaissances et la compréhension de phénomènes physiques par leur observation directe et leur étude lors de diverses expériences. 7 manipulations de trois heures sont proposées permettant d'illustrer certains aspects de la physique du solide et de la physique atomique et moléculaire. Les différentes manipulations proposées permettent : <ul style="list-style-type: none"> • de caractériser les propriétés électriques de matériaux semi-conducteurs intrinsèque et dopé (largeur de la bande interdite du germanium, résistivité, conductivité et densité des porteurs de charges à température ambiante pour un échantillon de Ge pur et de GE dopé) • de mesurer la susceptibilité magnétique de plusieurs substances isotropes diamagnétiques et paramagnétiques (échantillons solides et liquides) • de déterminer, en fonction de la température, la polarisation spontanée et la constante diélectrique d'un cristal ferroélectrique en vue de connaître sa température de transition ferroélectrique-paraélectrique, ainsi que sa constante de Curie et l'ordre de la transition • d'illustrer les propriétés de matériaux ferromagnétiques (domaines de Weiss, sauts et/ou rotation de l'aimantation, anisotropie magnéto-cristalline, courbe de première aimantation, cycles d'hystérésis, aimantation à saturation, aimantation rémanente, champ coercitif...) • d'étudier l'effet Zeeman normal et anormal en configuration transverse et longitudinale sur les raies rouges et vertes du cadmium (nombre de raies, polarisation, détermination de la courbe de décalage en fréquence (ou en longueur d'onde) en fonction de B) • de déterminer la valeur du facteur de Landé g d'un échantillon polycristallin paramagnétique de diphénylpikrylhydrazyle ainsi que la largeur à mi-hauteur de sa raie de résonance en effectuant des mesures par spectroscopie de résonance de spin électronique • de s'initier à la microscopie à effet tunnel (visualisation de la surface d'un échantillon de graphite et de TaS₂, caractéristiques courant-tension (I-V) à l'échelle nanométrique de différents matériaux (or, graphite et MoS₂) par spectroscopie à effet tunnel). |
| Méthodes d'enseignement | Travaux pratiques réalisés par binôme |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| X1PP050 | Méthodes statistiques |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | MASBOU JULIEN |
| Volume horaire total | TOTAL : 24h Répartition : CM : 8h TD : 6.67h CI : 0h TP : 6.67h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M2 Démantèlement et Modélisation Nucléaires (DMN), M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M2 Rayonnements Ionisants et Applications médicales (RIA), M2 CMI-INA, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Pondération pour chaque matière | Méthodes statistiques 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <ul style="list-style-type: none"> - Appliquer la statistique adaptée à des variables indépendantes pour en extraire l'information utile - Estimer et quantifier les incertitudes d'un jeu de données - Juger la pertinence d'un modèle mathématique destiné à décrire les observations |
| Contenu | <ul style="list-style-type: none"> - Probabilités - Variables aléatoires, continues/discrètes - Théorème de Bayes - Théorème Central limite - Statistique de Bernouilli / Poisson / Gaus / Loi Binomiale - Erreurs statistiques / systématiques - Propagation des erreurs - Maximum de vraisemblance - Intervalle de confiance - Test du Chi2 |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| X1PP040 | Physique subatomique |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | RAVEL OLIVIER |
| Volume horaire total | TOTAL : 32h Répartition : CM : 14.67h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Physique nucléaire L3 Mécanique quantique L3 |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Physique subatomique 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>Je connais les composants élémentaires de la matière et les interactions fondamentales qui régissent leurs interactions.</p> <p>Je connais et applique les grandes lois de conservations de la physique.</p> <p>Je peux calculer la cinématique des collisions ou de désintégrations des particules élémentaires quelque soit l'énergie mise en jeu (cas classique ou relativiste)</p> <p>Je sais décrire la structure du noyau atomique en terme de modèle et je sais calculer ses principales propriétés.</p> <p>J'ai une bonne connaissance du contexte expérimental mondial, des grands accélérateurs et des expériences majeures en physique subatomique.</p> |

| | |
|-------------------------|---|
| Contenu | <p>Notions fondamentales :</p> <p>Rappel des lois de cinématique classique. Etude des collisions relativistes. Utilisation des quadrivecteurs et des variables de Mandelstam. Référentiel du laboratoire et du centre de masse, transformation de Lorentz. Lois de conservation, invariance. Energie de seuil et désintégration de particules, durée de vie. Notion de section efficace, chaleur de réaction.</p> <p>Physique nucléaire :</p> <p>Description du noyau atomique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rappel du modèle de la goutte liquide, formule de masse de Bethe-Weisaker. Energie de liaison : $B/A=f(A)$ - Modèle nucléaire du gaz de Fermi. Energie et Moment de Fermi. - Modèle en couche : potentiel de l'oscillateur harmonique et de Wood-Saxon, existence des noyaux magiques, couplage spin-orbite - Désintégrations bêta, Règles de transition gamma, lois de sélection <p>Physique des particules :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le Modèle Standard : les interactions fondamentales, la classification des particules élémentaires (leptons, quarks, hadrons...). - Nombre quantique leptonique, baryonique, hypercharge, isospin, relation de Gell Mann Nishijima, conjugaison de charge, parité, saveurs, multiplets des hadrons. - Manifestation « directe » des quarks et des gluons (diffusion profondément élastique, modèle des partons, production de jets). |
| Méthodes d'enseignement | <p>Les notions sont abordées lors de cours magistraux s'appuient sur des supports des sites des grandes expériences (Ex CERN, SLAC, GANIL, BNL...)</p> <p>Des travaux dirigés permettent de mettre en applications les notions de cours. Les exercices s'inspirent des expériences les plus récentes et des dernières découvertes du domaine.</p> |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | <p>Noyaux et Particule & Modèle et symétries , Luc Valentin, Edition Hermann</p> <p>Particle Data Boocket, available from PDG at CERN and BNL : http://www-pdg.lbl.gov/</p> <p>Nuclear Data base : http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/</p> |

| X1SM010 | Physique des Solides |
|-----------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | UFR des Sciences et Techniques |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | DUVAIL JEAN-LUC |
| Volume horaire total | TOTAL : 28h Répartition : CM : 13.34h TD : 12h CI : 0h TP : 0h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Physique du solide niveau Licence 3 ; ondes et vibrations ; électromagnétisme 3 (dans la matière) ; physique atomique |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 Sciences de la Matière - option Nano, M1 Sciences de la Matière - option ENR, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Physique des Solides 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p><i>L'objectif est de connaître les propriétés physiques fondamentales des matériaux métalliques et semi-conducteurs et comprendre la corrélation entre structure cristalline, structure électronique ou phononique et les propriétés électriques, optiques et thermiques.</i></p> <p><i>A l'issue de l'enseignement, l'étudiant devra être capable de :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • distinguer un métal d'un semi-conducteur ou d'un isolant à partir de sa structure électronique ou de ses caractéristiques électriques et optiques • comprendre et expliquer la relation entre structure cristalline, structure électronique et propriétés fondamentales électriques, optiques et thermiques des matériaux cristallins • expliquer l'origine de l'évolution du comportement électrique avec la température pour un métal et un semi-conducteur • comprendre les phénomènes de transport de charge dans une jonction p-n • comprendre et expliquer les relations de dispersion des phonons, les modèles d'Einstein et de Debye • exploiter la relation de dispersion des phonons d'un solide cristallin pour expliquer le comportement thermique, optique dans l'infra-rouge ainsi que la vitesse du son • connaître les ordres de grandeur des observables physiques caractéristiques des phénomènes étudiés pour les divers types de matériaux. |
| Contenu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Phonons dans les solides <ul style="list-style-type: none"> - Vibrations du réseau - Modèles de Debye et d'Einstein - Propriétés thermiques 2. Bandes d'énergie : modèles quantiques de l'électron libre et de l'électron lié (Sommerfeld) <ul style="list-style-type: none"> - Limite du gaz d'électrons libres - Relation de dispersion - Structure électronique et bande d'énergie d'un métal, d'un semi-conducteur 3. Phénomènes de transport électronique et propriétés optiques dans les métaux <ul style="list-style-type: none"> - Comportement électrique en température : interactions électron-phonon et électron-électron - Comportement optique 4. Phénomènes de transport électronique et propriétés optiques dans les semiconducteurs <ul style="list-style-type: none"> - Comportement intrinsèque - Dopage de type p (trous) et n (électrons) et conduction extrinsèque - Comportement électrique en température - Jonctions p-n dans un semiconducteur (phénomènes de diffusion des charges, relation d'Einstein) - Comportement optique |
| Méthodes d'enseignement | Cours magistral + travail personnel sur articles + exercices |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X1PP020 | Physique statistique |
|-----------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | GOUSSET THIERRY |
| Volume horaire total | TOTAL : 32h Répartition : CM : 14.67h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Mécanique quantique L3 Thermodynamique L3 |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 Sciences de la Matière - option Nano, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Physique statistique 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant(e) devra :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la relation entre la physique statistique et la thermodynamique • Savoir faire le calcul des grandeurs thermiques dans les ensembles microcanonique, canonique et grand canonique • Connaître le comptage des états dans les systèmes classiques et quantiques • Connaître le comportement différent des systèmes fermioniques et bosoniques • Savoir faire des calculs pour les systèmes fermioniques et bosoniques à l'équilibre • Connaître les propriétés des transitions de phase, leur classification et leurs effets sur les observables • Comprendre la théorie de Ginzburg-Landau • Savoir faire des calculs simples pour les systèmes qui ont une transition de phase |
| Contenu | <ul style="list-style-type: none"> • Ensemble micro-canonique : notion de microétats et macroétats, définition fondamentale de l'entropie, espace de phase, états dans les systèmes classiques, entropie d'un système classique, paradoxe de Gibbs, calcul de la distribution de Maxwell Boltzmann, • Ensemble canonique : énergie libre, somme des partitions, relation entre les deux, pression, énergie moyenne, entropie • Ensemble grand-canonique : distribution de Fermi-Dirac et Bose-Einstein, condensat de Bose, théorie de Dirac • Applications : <ul style="list-style-type: none"> - théorie de Landau les liquides fermioniques - électrons dans un conducteur - vibrations dans un solide (modèle de Debye) - supraconductivité • Transitions de phase : <ul style="list-style-type: none"> - description simple d'une transition de phase (liquide-gaz) - courbe spinodale, métastabilité et instabilité - caractérisation de transitions de phase, exposants critiques - théorie de Ginzburg Landau - exemple : transition ferromagnétique-paramagnétique |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X1PP030 | Physique Atomique |
|-----------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | UFR des Sciences et Techniques |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | MOKRANI AREZKI |
| Volume horaire total | TOTAL : 40h Répartition : CM : 18.68h TD : 17.33h CI : 0h TP : 0h EAD : 3.99h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 Sciences de la Matière - option Nano, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Physique atomique 75% Introduction à la Physique du LASER 25% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Liste des matières | - Physique atomique (X1PP031) - Introduction à la Physique du LASER (X1PP032) |

| X1PP031 | Physique atomique |
|-----------------------|--------------------------|
| Langue d'enseignement | Français |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | UFR des Sciences et Techniques |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | TOTAL : 28h Répartition : CM : 13.34h TD : 12h CI : 0h TP : 0h EAD : 2.66h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant(e) devra :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre la nature et l'origine d'un spectre optique • Connaître les différents types de transitions radiatives et leur liens avec la structure électronique des atomes • Faire une approche quantique analytique rigoureuse de la structure électronique de l'atome d'hydrogène • Analyser et expliquer une approche semi-empirique • Evaluer l'importance des différentes interactions et justifier certaines approximations pour résoudre la structure électronique atomique • Connaître la démarche concernant l'approche semi-classique du magnétisme • Comprendre l'approche quantique du magnétisme et son origine à l'échelle atomique • Faire le lien entre le magnétisme atomique et le magnétisme de la matière • Décrire les interactions d'un atome avec un champ externe et leurs interprétations en terme de spectres optiques • Corréler les propriétés structurales et électroniques d'une molécule • Faire le lien entre les orbitales atomiques et moléculaires et prédire certaines propriétés • Prédire les propriétés des molécules à partir de leur symétrie • Comprendre les spectres des molécules liés à leurs vibrations et rotations |

Contenu

1. **Introduction générale**
2. **Les spectres optiques**
 - Principe de base de la spectroscopie
 - Généralité sur les spectres optiques
 - Loi expérimentale des spectres optiques
 - Largeur des raies spectrales (naturelle, Doppler, Stark, collisions)
 - Expérience de résonance optique
3. **Probabilités des transitions radiatives**
 - Notion de section efficace. Modèle des sphères dures
 - Absorption de photons
 - Mesures expérimentales des sections efficaces
 - Probabilité de transition par unité de temps
 - Étalement du phénomène sur l'échelle des fréquences
 - Emission spontanée des photons
 - Durée de vie d'un état excité
 - Mesure expérimentale des durées de vie
 - Emission induite ou stimulée
 - Bilan des trois types de transitions radiatives
 - Relations entre les coefficients d'Einstein
4. **Théorie Quantique de la structure des atome**
 - Atome d'hydrogène
 - Système de deux particules
 - Particule dans un potentiel central
 - Système électron-proton
 - États liés et états de diffusion
 - Simplification de l'équation radiale
 - Comportement asymptotique
 - Quantification des niveaux d'énergie
 - Différents nombres quantiques et notations spectroscopiques
 - Spectre de l'atome d'hydrogène
 - Les fonctions propres
 - Conclusion
 - Atomes alcalins
 - Potentiel effectif
 - Spectre des alcalins
 - Atomes à plusieurs électrons
 - Décomposition de l'hamiltonien
 - Approche semi-empirique, règles de Slater
 - Principe de Pauli, déterminant de Slater
 - Règle de Madelung
 - Configurations électroniques, règles de Madelung
 - Coupages spin-orbite, Russel-Saunders et couplage (j,j)
 - Règles de sélections dans les transitions quantiques
5. **Magnétisme des atomes**
 - Modèle classique du moment magnétique, théorème de Larmor
 - Moments magnétiques des atomes et des ions
 - Moment magnétique orbital
 - Moment magnétique de spin
 - Couplage spin-orbite
 - Atomes à plusieurs à plusieurs électrons de valence
 - Interactions d'échange
 - Règles de Hund
 - Diamagnétisme
 - Milieux magnétiques
 - Paramagnétisme
 - Moments localisés
 - Paramagnétisme de Pauli
 - Structures magnétiques ordonnées
 - Le ferromagnétisme
 - L'antiferromagnétisme
 - Le ferrimagnétisme
 - Le ferromagnétisme et le champ moléculaire
6. **Actions des champs externes sur les atomes**
 - Rappel de la théorie des perturbations
 - Atomes dans un champ magnétique
 - Mise en évidence expérimentale de l'effet Zeeman
 - Cas du champ fort (effet Paschen-Back)
 - Effet Zeeman pour l'atome d'hydrogène
 - Atomes dans un champ électrique
 - Mise en évidence expérimentale de l'effet Stark
 - Calcul de l'effet Stark pour l'atome d'hydrogène
7. **Introduction à la physique moléculaire**
 - La structure moléculaire
 - Approximation de Born-Oppenheimer
 - Théorie du lien de valence
 - Exemple de la molécule H₂
 - Molécules polyatomiques
 - Théorie des orbitales moléculaires
 - CLAO
 - Molécules diatomiques
 - Systèmes polyatomiques
 - Approximation de Hückel
 - Symétrie moléculaire
 - Opérations et éléments de symétrie
 - Classification des molécules par leur symétrie
 - Symétrie et propriétés des molécules
 - Les spectres de rotation et de vibration des molécules
 - Spectroscopie d'émission et d'absorption
 - Spectres de rotation pure
 - Spectres de vibration-rotation
 - Spectroscopie Raman

| | |
|-------------------------|---|
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | <ul style="list-style-type: none"> • Physique atomique (Collection: Sciences Sup, Dunod ; EAN13 : 9782100504619) <ul style="list-style-type: none"> - (I) Atomes et rayonnement : interactions électromagnétiques - (II) L'atome : un édifice quantique • Physics of Atoms and Molecules (Publisher: Pearson; ISBN-13: 978-0582356924) |

| | |
|---------------------------------------|---|
| X1PP032 | Introduction à la Physique du LASER |
| Langue d'enseignement | Français |
| Lieu d'enseignement | |
| Responsable de la matière | |
| Volume horaire total | TOTAL : 12h Répartition : CM : 5.34h TD : 5.33h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.33h |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les différents processus d'émissions radiatives • Evaluer les populations dans un système atomique • Distinguer un système atomique adapté au fonctionnement LASER • Connaître les différents processus de pompage • Décrire la cavité résonante pour le fonctionnement d'un LASER • Connaître les propriétés particulières du rayonnement LASER • Expliquer les différents types de fonctionnement d'un LASER • Prendre connaissance des différents domaines d'applications du LASER |
| Contenu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Etats d'énergie d'un atome ou d'une molécule 3. Les trois types de transitions radiatives 4. Principes de fonctionnement du LASER <ul style="list-style-type: none"> - Le milieu actif - Le pompage. Inversion de population - Les principaux processus de pompage 5. Systèmes à 3 niveaux d'énergie 6. Systèmes à 4 niveaux d'énergie 7. Systèmes à transfert résonant d'énergie 8. Méthodes de pompage 9. La cavité résonante, oscillation 10. Propriétés du rayonnement LASER 11. Types de fonctionnement d'un LASER 12. LASER à longueur d'onde variable 13. Quelques applications des LASER |
| Méthodes d'enseignement | |
| Bibliographie | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| X1PP070 | Connaissance de l'entreprise - Entrepreneuriat |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | GODARD OLIVIER |
| Volume horaire total | TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 9h CI : 0h TP : 0h EAD : 3h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Connaissance de l'entreprise - Entrepreneuriat 100% |
| Obtention de l'UE | |

| Programme | |
|---------------------------------------|----------|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X1LA010 | Anglais Préparation TOEIC |
|---------------------------------------|---|
| Lieu d'enseignement | Distanciel |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | KERVISION SYLVIE LABARBE LAURIE |
| Volume horaire total | TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention EEA,M1 Sciences Biologiques - Mention BS,M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BI,M1 Visual Computing (VICO),M1 Mécanique et Fiabilité des Structures,M1 Physique,M1 Gestion des Risques, Santé, Sécurité, Environnement (GRISSE),M1 Sciences de la Matière - option Nano,M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 Sciences Biologiques - Mention BS,M1 Chimie-Biologie,M1 Sciences de la Terre et des Planètes, Environnement (STPE),M1 Sciences de la Matière - option ENR,M1 Sciences de la Terre et des Planètes, Environnement (STPE),M1 Sciences & Santé,M1 Architecture Logicielle (ALMA),M1 Data Science (DS) ,M1 CMI-ICM,M1 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M1 CMI-IS,M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 Nutrition et Sciences des Aliments,M1 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M),M1 Lumière Molécule MATière (LUMOMAT),M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention EEA,M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 MIAGE - alternance,M1 MIAGE - classique,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BI,M1 CMI-INA,M1 Conception et réalisation des bâtiments,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention GC,M1 CMI-OPTIM,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention TM,M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention SDM,M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention SDM,M1 Sciences Biologiques - Mention SMPS,M1 Sciences Biologiques - Mention SMPS,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BS,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BS |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Anglais Préparation TOEIC 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de : <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et anticiper les formats de certifications d'anglais. • Compléter les réponses exigées par les tests de certifications. • Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement. |
| Contenu | <i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Présentation des formats • Exercices d'entraînement • Conseils pour optimiser son score |
| Méthodes d'enseignement | Distanciel |
| Langue d'enseignement | Anglais |

| | |
|---------------|--|
| Bibliographie | <ul style="list-style-type: none"> • 200% TOEIC 2017 Listening & Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson) • TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern) • Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew) • Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear) |
|---------------|--|

| X1CI010 | Bases de comptabilité |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | |
| Volume horaire total | TOTAL : 22h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 20h TP : 0h EAD : 2h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 CMI-INA,M1 CMI-IS,M1 CMI-ICM,M1 CMI-OPTIM |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Bases de comptabilité 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X3SE010 | Filières énergétiques |
|-----------------------------------|---|
| Lieu d'enseignement | FST-Lombarderie |
| Niveau | Master |
| Semestre | 3 |
| Responsable de l'UE | ARZEL LUDOVIC POIZOT PHILIPPE |
| Volume horaire total | TOTAL : 45h Répartition : CM : 24h TD : 10.66h CI : 0h TP : 0h EAD : 10.34h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M2 Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Dispositifs pour l'énergie,M2 Energies Nouvelles et Renouvelables (ENR) - option Gestion de l'énergie,M1 CMI-ICM,M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Filières énergétiques 100% |
| Obtention de l'UE | |

| Programme | |
|---------------------------------------|---|
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>Cette UE vise à introduire des connaissances sur les filières énergétiques dans le domaine des énergies renouvelables.</p> <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avoir une vision d'ensemble des filières énergétiques conventionnelles (fossiles et nucléaire), et renouvelables (Hydraulique, Photovoltaïque, Eolien, filière bois, Méthanisation et Géothermie) du point de vue financier, socio-économiques et de la réglementation. • Proposer des politiques énergétiques économiquement viables répondant aux enjeux du développement durable. • Choisir des solutions et systèmes énergétiques innovants dans le respect des réglementations, des contraintes environnementales et de l'éthique scientifique • Etablir des bilans énergétiques et présenter des rapports de synthèse • Effectuer des études comparatives, études technico-économiques et environnementales (analyse tarifaire, bilan énergétiques...) |
| Contenu | <ol style="list-style-type: none"> 1. Les grandes filières énergétiques 2. Eolien 3. Géothermie 4. Energies marines 5. Réglementation 6. Aspects socio-économiques 7. Gestion de l'énergie le long de la chaîne énergétique <p>Deux filières énergétiques d'origine renouvelable sont traitées spécifiquement : l'éolien et la géothermie. Les énergies marines (marémotrices, houlomotrices etc)</p> |
| Méthodes d'enseignement | Cours , exercices |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X1CI020 | Engagement associatif |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | |
| Volume horaire total | TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 CMI-ICM, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Engagement associatif 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | <ul style="list-style-type: none"> - Développement du réseau des mécaniciens de l'Université de Nantes au travers de l'association des étudiants et diplômés en mécanique de l'UFR Sciences et Techniques et d'Université de Nantes MécaNantes - Organisation du forum de la physique et de la mécanique - Organisation de la remise des diplômes des masters du département de physique - Promotion des événements scientifiques et économiques : forums, conférences, ateliers |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |

| | |
|---------------|--|
| Bibliographie | |
|---------------|--|

| X2PP010 | Physique expérimentale 2 |
|---------------------------------------|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | RAVEL OLIVIER |
| Volume horaire total | TOTAL : 23h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 21.67h EAD : 1.33h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Physique nucléaire de L3 Interaction rayonnement matière de M1 |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Physique expérimentale 2 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Suivre un protocole de mesure. Réaliser et analyser des mesures expérimentales. Travailler de manière autonome et en équipe. |
| Contenu | Panorama des effets physiques et des techniques expérimentales utilisés en physique subatomique : - spectroscopie alpha (détecteur Si (Li)), spectrométrie gamma (détecteur HPGe), corrélation de rayonnement gamma ; - étude électronique d'un photomultiplicateur + préamplificateur - radioprotection (principe d'ALARA, étude de poste) - Geiger-Muller/ distribution de nombres aléatoires - atténuation des gammas dans la matière ; - effet Compton. |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X2PP120 | Projet tutoré analyse |
|-----------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | EUDES PHILIPPE MASBOU JULIEN |
| Volume horaire total | TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Pondération pour chaque matière | Projet tutoré analyse 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Concevoir un problème original mettant en rapport les connaissances acquises dans les différents domaines de l'interaction rayonnement-matière Analyser des articles scientifiques abordant un thème de la cosmologie Travailler en équipe |
| Contenu | Projet interaction rayonnement-matière Projet cosmologie |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| X2PP110 | Stage ou TER |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | GOUSSET THIERRY |
| Volume horaire total | TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Stage ou TER 100% |
| Obtention de l'UE | L'étudiant DA doit effectué un stage ou TER pour valider l'UE. |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------|--|
| X2PP100 | Projet expérimental |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | EUDES PHILIPPE RAHMANI AHMED RAVEL OLIVIER |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Volume horaire total | TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 8h EAD : 4h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Projet expérimental 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Utiliser l'ordinateur pour simuler un détecteur de rayonnement ionisant Travailler en équipe pour mener à bien un projet |
| Contenu | Simulation à l'aide de méthodes Monte-Carlo ou d'autres outils logiciels des différents dispositifs utilisés en travaux pratiques de physique nucléaire et d'interaction rayonnement-matière et comparaison avec les résultats obtenus lors de ces TP. |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| X2PP090 | Monte Carlo Simulation in Physics |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | WERNER KLAUS |
| Volume horaire total | TOTAL : 24h Répartition : CM : 10.67h TD : 0h CI : 0h TP : 12h EAD : 1.33h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Monte Carlo Simulation in Physics 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Comprendre la définition de nombres aléatoires uniformes et les méthodes de base de génération de nombres aléatoires suivant une loi quelconque. Utiliser les techniques de résolution de problèmes de diffusion à l'aide de marches aux hasard. Programmer la génération de nombres aléatoires uniformes et non-uniformes en appliquant les techniques de base (inversion, acception-rejet, etc). Réaliser des marches au hasard pour une grande variété de problèmes à 1 et 2 dimensions. |

| | |
|-------------------------|--|
| Contenu | <p>1 Nombres aléatoires</p> <p>1.1 Définition de nombres aléatoires</p> <p>1.2 Nombres aléatoires uniformes</p> <p>1.3 Générateur chaotique</p> <p>1.4 Générateur congruentiel</p> <p>1.5 Générateurs par déplacement de registre</p> <p>1.6 Générateurs réalistes</p> <p>2 Génération de nombres aléatoires suivant une loi quelconque</p> <p>2.1 Méthode d'inversion</p> <p>2.2 Changement d'échelle</p> <p>2.3 Méthode d'acceptation-rejet</p> <p>2.4 Distributions discrètes</p> <p>2.5 Superposition de distributions</p> <p>2.6 Combinaison de plusieurs méthodes</p> <p>2.7 Combinaison de nombres aléatoires</p> <p>2.8 Méthode directe pour la loi normale</p> <p>3 Application : Marche au hasard (MH)</p> <p>3.1 Marche au hasard à une dimension, équation de diffusion</p> <p>3.2 Solution de l'équation de diffusion à 1D pour une distribution initiale du type gaussien</p> <p>3.3 Solution par Monte Carlo (MC) .</p> <p>3.4 MH avec désintégration (1D) .</p> <p>3.5 MH et équation de Fokker-Planck (1D)</p> <p>3.6 MH à deux dimensions (2D)</p> <p>3.7 Solution de l'équation de diffusion à 2D pour une distribution initiale du type gaussien</p> <p>3.8 MH 2D : Solution par Monte Carlo</p> <p>3.9 MH 2D : Direction aléatoire</p> <p>3.10 Généralisation à trois dimensions</p> <p>En travaux pratiques :</p> <p>1. Génération nombres aléatoires uniformes. Calcul de leur distribution.</p> <p>2. Génération de NA non-uniformes, calcul de distributions (beaucoup de cas, méthodes différentes)</p> <p>3. Marches au hasard</p> <p>MH1d : Etude de la distribution finale (de la position du marcheur), comparaison avec la solution analytique de l'équation de diffusion correspondante, variation de la distribution initiale, évolution temporelle pour position fixe, MH avec désintégration, MH avec convection.</p> <p>MH2d : Cinq marches, visualisation, calcul de la distribution de la distance au point de départ.</p> |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Anglais |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| X2PP080 | Le problème à N corps |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | DE LA MOTA VIRGINIA |
| Volume horaire total | TOTAL : 24h Répartition : CM : 10.67h TD : 10.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requise(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Le problème à N corps 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Utiliser le formalisme de la seconde quantification et comprendre le passage de l'espace de Hilbert à un corps à l'espace de Fock à plusieurs corps. Appliquer les méthodes d'approximation et les techniques de base pour la description de systèmes complexes à différents problèmes physiques. |

| | |
|-------------------------|--|
| Contenu | <p>Ensembles classiques. Fonctions de distribution réduites. Equations cinétiques. Equation de Boltzmann. Approximation du temps de relaxation. Applications.</p> <p>Rappels de mécanique quantique: représentations 'r' et 'p', de Schrödinger et de Heisenberg. Particules indiscernables, bosons et fermions. Etats complètement symétriques et antisymétriques. Matrice densité. Matrices densité réduites et leur évolution.</p> <p>Seconde quantification. Systèmes de particules en nombre variable. L'espace de Fock. Opérateurs de création et annihilation de bosons et de fermions. Etats de l'espace de Fock. Opérateurs à plusieurs corps.</p> <p>Opérateurs de champ. Changement de base. Equations de champ. Equations d'évolution des opérateurs de champ.</p> <p>Gaz de Fermions. Gaz parfait. Fermions en interaction: gaz d'électrons.</p> <p>Gaz de Bosons. Gaz parfait. Bosons en interaction: Approximation de Bogoliubov. Ondes de densité. Notions de superfluidité et de superconductivité.</p> |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| X2PP070 | Symétries, groupes et particules |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | SAMI TAKLIT |
| Volume horaire total | TOTAL : 20h Répartition : CM : 9.33h TD : 9.34h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.33h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Mécanique lagrangienne et hamiltonienne L3 Mécanique quantique L3 Outils mathématiques L Physique subatomique M1 |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Symétries, groupes et particules 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Décrire la construction des représentations. Relier des notions abstraites à des concepts physiques bien précis. Saisir et renforcer l'idée de l'importance des symétries en physique. Développer une vision d'unité de la physique sous ses différents aspects. |

| | |
|-------------------------|--|
| Contenu | Le premier objectif est d'acquérir les notions de base sur les groupes, les algèbres associées, les représentations des algèbres, les générateurs et tous les concepts associés. Cela étant acquis, le but de cette UE est de familiariser les étudiants avec les groupes et les algèbres de Lie et de montrer les liens avec la physique en général et la physique des particules en particulier. Nous commencerons par les représentations des groupes de rotations et les générateurs de $SO(3)$. Nous verrons le lien avec l'algèbre des opérateurs de moment angulaire. Nous allons ensuite construire la représentation fondamentale de l'algèbre de $SU(2)$ et montrer le lien avec le spin puis l'isospin. Nous nous intéresserons ensuite à $SU(3)$ et à ses générateurs. L'algèbre de Lie de $SU(3)$ et ses sous-algèbres seront étudiées en insistant sur le lien avec l'isospin, l'hypercharge et les opérateurs d'échange. Le lien sera fait entre les quarks et $SU(3)$ et la construction des multiplets à partir des représentations élémentaires suivra. Nous verrons comment construire les multiplets de mésons et ceux des baryons. Nous terminerons par les représentations des groupes de permutation et les tableaux de Young. |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| X2PP050 | Astrophysique et cosmologie |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | MASBOU JULIEN SMILGA ANDREI |
| Volume horaire total | TOTAL : 15h Répartition : CM : 6.67h TD : 6.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M2 Recherche en Physique Subatomique (RPS), M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Astrophysique et cosmologie 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | - Connaître les différents objets que l'on rencontre dans l'univers. - Connaître l'histoire de l'univers et faire le lien avec les cours de physique fondamentale |

| | |
|-------------------------|--|
| Contenu | <p>Astrophysique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le Soleil, la Lune, les étoiles, les planètes. • Astronomie antique : mesure de la taille de la Terre, estimations des tailles réelles du Soleil et de la Lune, systèmes géocentrique et héliocentrique. • Galilée, Kepler, Newton ; gravitation universelle. • Propriétés physiques des corps dans le système solaire. • Les étoiles. Le diagramme de Herschprung-Russel. Séquence principale, géantes rouges, naines blanches. Mesure des distances des étoiles. Propriétés physiques des étoiles. Les supernovae. Les pulsars et leurs propriétés physiques. • Masse de Plank et l'estimation des masses stellaires • Vie d'une étoile : comment brûle-t-elle ? La synthèse nucléaire, explication du diagramme de Herschprung-Russel. • Trous noirs : théorie et expérience. Le trou noir galactique. Les quasars. • Galaxies: galaxies elliptiques, spirales et irrégulières. • Amas et superamas des galaxies. <p>Evolution de l'univers :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expansion de l'Univers, constante de Hubble. Le Big Bang et l'âge de l'Univers. • Rappel de la relativité restreinte. • Géométrie de l'espace courbe. • Relativité générale, équations d'Einstein. • Métrique de Schwarzschild et cinématique des trous noirs. • Solutions cosmologiques de Friedmann. Modèles ouvert et fermé. • La physique de l'Univers jeune. Asymétrie baryonique. Nucléosynthèse. • La recombinaison de l'hydrogène et le rayonnement fossile. |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| X2PP040 | Électromagnétisme et imagerie |
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | LEDUC DOMINIQUE |
| Volume horaire total | TOTAL : 24h Répartition : CM : 8h TD : 6.67h CI : 0h TP : 6.67h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requise(s) | Optique géométrique et ondulatoire Électromagnétisme |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA, M1 Sciences de la Matière - option Nano |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Électromagnétisme et imagerie 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Utiliser la transformation de Fourier pour l'imagerie |
| Contenu | <p>Formation des images et diffraction</p> <ul style="list-style-type: none"> - Théorie de la diffraction de Kirchhoff - Formation des images en éclairage incohérent - Lentille - systèmes linéaires - réponse impulsionnelle - fréquence spatiale - fonction de transfert optique, fonction de transfert de modulation Limite des courtes longueurs d'onde - Equation iconale - Principe de Fermat - Tomographie |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |

| | |
|---------------|--|
| Bibliographie | |
|---------------|--|

| X2PP030 | Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | HADDAD FERID |
| Volume horaire total | TOTAL : 12h Répartition : CM : 5.33h TD : 5.34h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.33h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | Physique nucléaire de L3. Physique subatomique de M1 |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Rayonnements ionisants, applications médicales et industrielles 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Connaître les différentes applications des rayonnements ionisants dans l'industrie et dans le monde médical. Travailler en équipe. Rédiger un compte-rendu. |
| Contenu | Applications médicales des rayonnements ionisants : - pour le diagnostic : imagerie - pour la thérapie : radiothérapie externe et interne - introduction à la dosimétrie clinique Applications industrielles des rayonnements ionisants : - caractérisation de matériaux : méthodes PIXE, RBS, activation neutronique - méthodes de datation - stérilisation, utilisation dans l'industrie chimique et pétrolière. Un travail sous forme de projet viendra compléter cet enseignement. |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X2PP020 | Neutronique - Physique des réacteurs |
|-----------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | FALLOT MURIEL |
| Volume horaire total | TOTAL : 20h Répartition : CM : 9.33h TD : 9.34h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.33h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Physique, M1 CMI-INA |

| Evaluation | |
|---------------------------------------|---|
| Pondération pour chaque matière | Neutronique - Physique des réacteurs 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | Connaître le contexte mondial des recherches sur l'énergie nucléaire et les bases du fonctionnement des réacteurs nucléaires. Connaître le contexte nucléaire français : parc de réacteurs, filières, sûreté, démantèlement, projets en cours de réacteurs du futur. Utiliser ses connaissances en physique nucléaire pour calculer des taux de réaction. Utiliser ses connaissances en neutronique pour calculer les paramètres d'un réacteur tels que le coefficient multiplicateur, taux de conversion, coefficients de réactivité. Réaliser des calculs neutroniques de base en appliquant l'équation de la diffusion. |
| Contenu | <ul style="list-style-type: none"> - Introduction à l'énergie nucléaire en France : contexte historique, notion de filière de réacteur, parc nucléaire français, cycle du combustible, sûreté, démantèlement, réacteurs du futur - Introduction à la neutronique, définitions ; différents types de réaction, classement des neutrons en fonction de leur énergie, sections efficaces macroscopiques, interactions avec les neutrons, réactions de fission, capture, absorption, diffusion ; formule à 4 facteurs + fuites, équation de Boltzmann - Neutronique et énergie: ralentissement et thermalisation des neutrons : milieu sans absorption, modèle de l'âge de Fermi, milieu absorbant, trappe, effet Doppler - Effets de température (coefficients de réactivité), comparaison de différentes filières de réacteurs - Neutronique et espace : loi de Fick, établissement de l'équation de la diffusion (à 1 groupe) |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | <ul style="list-style-type: none"> -Précis de neutronique de Paul Reuss -Génie énergétique : Energie nucléaire de Jacques Bernard (tomes 1 et 2) -Physique des réacteurs nucléaires de puissance de Robert Barjon - Documents/cours disponibles sur le web des Techniques de l'Ingénieur sur le Génie Nucléaire |

| X2PP130 | Théorie et Traitement du Signal |
|---------------------------------------|---|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 1 |
| Responsable de l'UE | HUNEAU CLEMENT |
| Volume horaire total | TOTAL : 29.8h Répartition : CM : 9.14h TD : 11.67h CI : 0h TP : 6.33h EAD : 2.66h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requise(s) | UE Maths : Probabilités, Transformées de Fourier et de Laplace, produit de convolution |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 CMI-INA, M1 Sciences de la Matière - option Nano, M1 Physique, M1 CMI-ICM |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Théorie et Traitement du Signal 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera :</p> <ul style="list-style-type: none"> • capable d'évaluer la qualité d'un échantillonnage • capable de déterminer si un processus aléatoire est stationnaire et ergodique • capable de déterminer le rapport signal sur bruit, en particulier dans l'hypothèse d'un bruit blanc • familiarisé avec l'outil Matlab et Toolbox Signal Processing <p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant(e) devra appréhender la résolution d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles.</p> |

| | |
|-------------------------|--|
| Contenu | <p>1. Signaux déterministes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evolution temporelle et fréquentielle - Spectres d'amplitude - Filtrage linéaire : propriétés, fonction de transfert, gain, réponses impulsionnelle et indicielle - Echantillonnage : théorème de Shannon, conséquences spectrales - Caractéristiques énergétiques, densités spectrales <p>2. Signaux et bruits aléatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rappels probabilités - Stationnarité - Ergodisme - Fonctions de corrélation - Densité spectrale - Bruit blanc - Bruit d'agitation thermique - bruit de grenaille - Rapport signal sur bruit - Détection par filtrage linéaire d'un signal noyé dans un bruit <p>1. Fonctions Gamma, Béta, d'erreur et Loi de Laplace-Gauss 2. Résolution des équations différentielles du second ordre par la méthode de Fuchs : polynômes d'Hermite, de Legendre, de Laguerre, harmoniques sphériques ; fonctions de Bessel, de Tchebycheff, hypergéométrique. 3. Equations aux dérivées partielles : équations des cordes vibrantes, de Laplace et de Poisson.</p> |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | Frédéric de Coulon (2013). <i>Theorie et traitement des signaux (4e édition)</i> . PPUR, Collection : Traité d'Électricité. |

| X2CI010 | Communication CMI S8 |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | |
| Volume horaire total | TOTAL : 10h Répartition : CM : 0h TD : 10h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 CMI-ICM, M1 CMI-IS, M1 CMI-OPTIM, M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Communication CMI S8 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | <p>A l'issue de cette U.E., L'étudiant</p> <ul style="list-style-type: none"> • connaît le fonctionnement d'un service RH, • connaît le processus de recrutement dans une entreprise, • utilise les réseaux sociaux, • sait préparer un entretien pour un stage ou une embauche. |
| Contenu | |
| Méthodes d'enseignement | |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | |

| X2II040 | Ethique et numérique |
|---------|----------------------|
|---------|----------------------|

| | |
|---------------------------------------|--|
| Lieu d'enseignement | Nantes-FST |
| Niveau | Master |
| Semestre | 2 |
| Responsable de l'UE | ENGUEHARD CHANTAL |
| Volume horaire total | TOTAL : 12h Répartition : CM : 8h TD : 2.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 1.33h |
| Place de l'enseignement | |
| UE pré-requis(s) | |
| Parcours d'études comprenant l'UE | M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 Visual Computing (VICO),M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 Data Science (DS) ,M1 CMI-OPTIM,M1 CMI-ICM,M1 Architecture Logicielle (ALMA),M1 CMI-IS,M1 CMI-INA |
| Evaluation | |
| Pondération pour chaque matière | Ethique et numérique 100% |
| Obtention de l'UE | |
| Programme | |
| Objectifs (résultats d'apprentissage) | |
| Contenu | Concepts fondamentaux : différence entre éthique, déontologie et droit). Ethique de la recherche : intégrité, plagiat, fraude, conflit d'intérêt, tensions, biais, publications. Questions spécifiques au numérique : dématérialisation, robotique, vie privée, informations personnelles impact sur le médecine, risques (sanitaires, environnementaux, technologiques), confiance, démocratie, informations <i>versus</i> connaissance |
| Méthodes d'enseignement | Lecture d'articles par les étudiants, cours magistral. Cours magistral. Exposés réalisés par les étudiants. |
| Langue d'enseignement | Français |
| Bibliographie | Joseph Mariani (Coord.), Jean-Michel Besnier, Jacques Bordé, Jean-Michel Cornu, Marie Farge, Jean-Gabriel Ganascia, Jean-Paul Haton, Evelyne Serverin. "Pour une éthique de la recherche en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)". 2009. CERNA, Rapport n°1, Ethique de la recherche en robotique, novembre 2014. Stefana Broadbent, Nicole Dewandre, Charles Ess, Luciano Floridi, Jean-Gabriel Ganascia, Mireille Hildebrandt, Yiannis Laouris, Claire Lobet-Maris, Sarah Oates, Ugo Pagallo, Judith Simon, May Thorseth, Peter-Paul Verbeek. The Onlife Manifesto. Being Human in a hyperconnected Era. 2014 Cahier de la CERNA. "Proposition de formation doctorale- Initiation à l'éthique de la recherche scientifique". Juin 2016. CPU, Pratiquer une recherche intègre et responsable - un guide. 28 novembre 2016. |

Dernière modification par ISABELLE BEAUDET, le 2020-10-09 18:46:13