

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة و مواءمة

عرض تكوين ليسانس أكاديمي
2026 – 2025

التخصص	الشعبة	ميدان
فيزياء الإشعاعات	الفيزياء	علوم المادة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Canevas de mise en conformité
OFFRE DE FORMATION

L.M.D. LICENCE ACADEMIQUE

2025 – 2026

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	PHYSIQUE	PHYSIQUE DES RAYONNEMENT

Fiche d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité (S5 et S6)

Semestre 5 :

Unité d'Enseignement	Matières	Crédit	Coefficient	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS (15 sem.)	Autre (Travail Personnel)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 5 Crédits : 18 Coefficient : 9	Physique atomique	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Physique nucléaire	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Physique statistique	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Mécanique quantique II	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Relativité restreinte	2	1	01h30			22h30	27h30	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 5 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Physique atomique	3	2			02h30	37h30	37h30	50%	50%
	TP Physique nucléaire	3	1			02h00	30h00	45h00	50%	50%
	Programmation Orientée Objet 2	2	1			01h30	22h30	27h30	50%	50%
	Logiciels libres et open source	1	1			01h00	15h00	10h00	50%	50%
UE Découverte Code : UED 5 Crédits : 2 Coefficient : 2	Notions sur la physique des semi-conducteurs (a)	1	1	01h30			22h30	02h30		100%
	Nanotechnologie	1	1	01h30			22h30	02h30		100%
	Fondements de l'astrophysique									
UE Transversale Code : UET 5 Crédits : 1 Coefficient : 1	Procédés didactiques	1	1	01h30			22h30	02h30		100%
Total Semestre 5		30	17	12h00	06h00	07h00	375h00	375h00		

Semestre 6 :

Unité d'Enseignement	Matières	Crédit	Coefficient	Volume Horaire Hebdomadaire			VHS (15 sem.)	Autre (Travail Personnel)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF6 Crédits : 18 Coefficient : 9	Interaction rayonnement matière	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Instrumentation	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Physique du solide	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Radioprotection et dosimétrie	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
	Spectroscopie	2	1	01h30			22h30	27h30	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 6 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Instrumentation et détection	2	1			01h30	22h30	27h30	50%	50%
	TP Rayonnement	3	2			02h30	37h30	37h30	50%	50%
	Techniques nucléaires et atomiques	4	2	01h30	01h30		45h00	55h00	33%	67%
UE Découverte Code : UED 6 Crédits : 2 Coefficient : 2	Plasma	1	1	01h30			22h30	02h30		100%
	Nouveau matériaux et applications	1	1	01h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 6 Crédits : 1 Coefficient : 1	Entrepreneuriat	1	1	01h30				02h30		100%
Total Semestre 6		30	17	13h30	07h30	04h00	375h00	375h00		

CONTENUS PEDAGOGIQUES DU L3 PHYSIQUE DES RAYONNEMENTS : SEMESTRE 5 ET SEMESTRE 6

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Physique atomique

Objectifs de l'enseignement : Introduire les notions de base de la physique atomique : la quantification, le moment angulaire, le moment magnétique, la structure atomique, l'action d'un champ électromagnétique.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique I, Physique 3.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. L'ATOME DE BOHR

- 1.1 Observations expérimentales et description empirique
- 1.2 Théorie de Bohr
- 1.3 Insuffisances de la théorie de Bohr

Chapitre 2. LES MOMENTS ATOMIQUES

- 2.1 Le moment angulaire de l'atome
- 2.2 Le moment magnétique dipolaire orbital de l'électron
- 2.3 Le moment de spin
- 2.4 Le moment magnétique de spin
- 2.5 Le moment cinétique total de l'électron
- 2.6 Le moment magnétique total de l'électron

Chapitre 3. LA THEORIE QUANTIQUE DE L'ATOME

- 3.1 Description des différents états dans un champ de forces central
- 3.2 Structure fine
- 3.3 Règles de sélection pour l'émission et l'absorption de lumière
- 3.4 Intensité des raies spectrales

Chapitre 4. NIVEAUX ENERGETIQUES DES METAUX ALCALINS

- 4.1 Modèle de l'électron de valence
- 4.2 Série spectrales des métaux alcalins
- 4.3 Doublets des métaux alcalins

Chapitre 5. ATOMES A PLUSIEURS ELECTRONS

- 5.1 Les systèmes à particules identiques, Principe de Pauli ou principe d'exclusion
- 5.2 Atome à plusieurs électrons
- 5.3 Approximation du champ central
- 5.4 Classification périodique des éléments

Chapitre 6. ACTION D'UN CHAMP MAGNETIQUE

- 6.1 Effet Zeeman normal
- 6.2 Effet Zeeman anormal
- 6.3 Effet Paschen-Back

- 6.4 Triplet de Lorentz
- 6.5 Polarisation
- 6.6 La résonance magnétique
- 6.7 Précession de Larmor

Chapitre 7. ACTION D'UN CHAMP ELECTRIQUE

- 7.1 Effet Stark
- 7.2 Effet Stark dans l'atome d'hydrogène

Chapitre 8. MAGNETISME DE LA MATIERE

- 8.1 Paramagnétisme
- 8.1 Diamagnétisme

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

- [1] La Physique atomique, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2016 [2] Problèmes de physique atomique, Taleb. A, OPU Alger 1988.
- [3] Physique atomique : tome1 atomes et rayonnements interactions électromagnétiques, 2e éd., Cagnac B, Dunod Paris 2005.
- [4] physique atomique, tome2, applications de la mécanique quantique, Cagnac B, Bordas, Paris 1975.
- [5] Recueil d'exercices de physique atomique et moléculaire, Taleb. A, OPU Alger 1989.

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Physique nucléaire

Objectifs de l'enseignement : L'objectif est de découvrir les propriétés du noyau. L'étudiant découvre la nature. Il découvre les propriétés du noyau atomique, la taille, le moment angulaire, le moment magnétique, le moment quadripolaire électrique, la parité, la statistique, la désintégration des noyaux instables. Par les modèles nucléaires, il essaie de comprendre ces propriétés et par les réactions nucléaires il réinvente la nature.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique I, Maths 3.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Propriétés des noyaux

- 1.1. Le rayon nucléaire
- 1.2. La masse nucléaire
- 1.3. Les moments angulaires nucléaires
- 1.4. L'isospin
- 1.5. Le moment magnétique dipolaire nucléaire
- 1.6. Le moment magnétique de spin
- 1.7. Le moment quadripolaire nucléaire
- 1.8. La parité et la statistique nucléaires
- 1.9. Le moment quadripolaire électrique

Chapitre 2. L'énergie de liaison du noyau

- 2.1. Energie de liaison
- 2.2. Energie de séparation d'un nucléon et énergie de paire
- 2.3. Ligne de stabilité des noyaux
- 2.4. Règles de Stabilité
- 2.5. Les nuclides naturels

Chapitre 3. Les forces nucléaires

- 3.1. Les forces ou interactions fondamentales
- 3.2. Propriétés des forces nucléaires
- 3.3. Théorie de Yukawa de l'interaction nucléaire

Chapitre 4. Notions de section efficaces

- 4.1. Concepts ondulatoire de la section efficace
- 4.2. Concept corpusculaire de la section efficace
- 4.3. Notion d'angle solide
- 4.4. Sections efficaces différentielle et totale
- 4.5. Section efficace partielle
- 4.6. Dimension des sections efficaces

Chapitre 5. Les modèles nucléaires

- 5.1. Le modèle de la goutte liquide
- 5.2. Le modèle en couches

Chapitre 6. La radioactivité

- 6.1. Différents modes de désintégration
- 6.2. Loi de décroissance radioactive
- 6.3. Activité d'une source radioactive
- 6.4. Unités de radioactivité
- 6.5. Décroissances séquentielles

Chapitre 7. Les réactions nucléaires

- 7.1. Grandeurs physiques conservées dans les réactions nucléaires
- 7.2. Système du laboratoire et système du centre de masse
- 7.3. Le bilan Q de la réaction nucléaire
- 7.4. Les réactions exoénergétiques
- 7.5. Les réactions endoénergétiques
- 7.6. Mécanisme de formation d'un noyau composé
- 7.7. Le modèle optique
- 7.8. Fission
- 7.9. La fusion

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

- [1] La Physique Nucléaire, 1. Les Propriétés du Noyau, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [2] La Physique Nucléaire, 2. Les Modèles Nucléaires, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [3] La Physique Nucléaire, 3. Les Réactions Nucléaires, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [4] Introduction à la Physique des Particules, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [5] Physique nucléaire, Blanc D, Masson Paris 1980.
- [6] Physique nucléaire et applications : Cours et exercices corrigés, Claude Le Sech, Christian Ngô. Collection: Sciences Sup, Dunod 2010.
- [7] Luc Valentin, Noyaux et particules - Modèles et symétries, Hermann, 1997.
- [8] A. de Shalit and H. Feshbach, Theoretical Nuclear Physics, 2 vol. , John Wiley & Sons, 1974. Volume 1 : Nuclear Structure ; volume 2 : Nuclear Reactions.

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Physique statistique

Objectifs de l'enseignement : Cet enseignement permet de mettre en place les premiers concepts et outils de la Physique statistique à l'équilibre. Il vise à décrire les propriétés macroscopiques et observables de la matière à partir de celles de leurs constituants élémentaires. En particulier, Il apporte un point de vue original sur la thermodynamique.

Connaissances préalables recommandées : Cours de thermodynamique, acquis en S4.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Eléments de base

- 1.1.Introduction aux méthodes statistiques : marche au hasard, moyennes et déviations standards
- 1.2.Particules discernables et indiscernables, systèmes à N particules, microétats, macroétats
- 1.3.Microétats classiques, espace des phases
- 1.4.Postulat de base
- 1.5.Hypothèse ergodique

Chapitre 2. Théorie des ensembles de Gibbs

- 2.1. Introduction
- 2.2. Ensemble microcanonique : définition, entropie, applications (gaz parfait classique, système à deux niveaux, températures négatives...)
- 2.3. Ensemble canonique : définition, fonction de partition, grandeurs moyennes, déviation standard,
- 2.4. applications (oscillateur harmonique, solide, gaz parfait classique, gaz en rotation, effet de la pesanteur pour le gaz classique, paramagnétisme.....)
- 2.5. Ensemble grand canonique : définition, grande fonction de partition, distribution de Maxwell
- 2.6. Boltzmann, distribution de Fermi-Dirac, distribution de Bose- Einstein....

Chapitre 3. Théorie cinétique des gaz

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

- [1] Physique statistique. Volume 5, Berkeley, cours de physique.
- [2] Physique statistique : Introduction, Christian Ngô et Hélène Ngô, 3ème édition, Dunod.
- [3] Physique statistique : Cours, exercices et problèmes corrigés niveau L3-M, Hung T. Diep, ellipses.
- [4] Statistical Mechanics, 2nd Edition, R. K. Pathria, BH.

Semestre 5
UE : Fondamentale
Matière : Mécanique quantique II

Objectifs de l'enseignement :

Approfondir les concepts de base et familiariser les étudiants aux outils mathématiques de la mécanique quantique. Introduire les étudiants aux méthodes approximatives de la **mécanique quantique...**

Développer l'aptitude à solutionner des systèmes microscopiques simples à l'aide du formalisme de Dirac.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique I, Séries et équations différentielles

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappels sur les notions fondamentales sur la mécanique quantique

Chapitre 2. Oscillateurs harmonique

Chapitre 3. Les moments cinétiques

Théorie générale- moments cinétiques orbitaux, harmoniques sphériques, moment cinétique de spin $1/2$ – composition des moments cinétiques – Coefficients de Clebsh-Gordan.

Chapitre 4. Le potentiel central:

Etats liés Atome d'Hydrogène – Etats de diffusion

Chapitre 5. Méthodes d'approximations

Perturbation stationnaire : cas non-dégénéré – Perturbations stationnaires : cas dégénéré

Chapitre 6. Système de particules identiques

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

- [1] Mécanique quantique I-II, CohenTannoudji C, Hermann Paris, 1977.
- [2] La Physique atomique, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2016
- [3] Physique quantique, M. Le Bellac, CNRS Editions, 2007
- [4] Mécanique quantique I-II, J. L. Basdevant, Presses de l'Ecole Polytechnique, 1985.
- [5] Mécanique quantique et application à l'étude de la structure de la matière, Blokhintsev D I, Masson Paris, 1967.
- [6] Mécanique quantique : tome 2 théorie des perturbations, mécanique quantique relativiste, Salmon J, Masson Paris, 1967.
- [7] Mécanique quantique : tome 1 équation de Schrödinger applications, Salmon J, Masson Paris, 1967.

- [8] Mécanique quantique, L. Landau et E. Lifchitz, Ed. Mir (1974).
- [9] Mécanique quantique T2, Messiah, ed. Dunod, Paris (1972).
- [10] Mécanique quantique:atomes et molécules, Hladik J, Masson Paris, 1997.
- [11] Principes de mécanique quantique, Blokhintsev D, Mir Moscou, 1981.
- [12] Problèmes de mécanique quantique, Basdevant J L, Ellipses, Paris, 1996.
- [13] Théorie quantique des champs, Derendinger J P, PPUR Lausanne 2001.
- [14] Théorie quantique du solide, Kittel C, Dunod Paris 1967.

Semestre 5

UE : Fondamentale

Matière : Relativité restreinte

Objectifs de l'enseignement : La relativité et la mécanique quantique sont les bases de la physique moderne. La relativité corrige les incohérences et subtilités observées. L'espace-temps, ou l'espace à quatre dimensions, devient concret.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Historique

- 1.1. Rôles de l'éther : milieu de propagation des ondes E.M et repère absolu.
- 1.2. Expériences de Michelson & Morley.

Chapitre 2. Cinématique relativiste

- 2.1. Postulats.
- 2.2. Transformation de Lorentz : Contraction des longueurs, dilatation du temps.
- 2.3. Transformation des vitesses. Application : Aberration de la lumière.
- 2.4. Univers de Minkowski.
- 2.5. Cône de lumière.
- 2.6. Quadrivecteurs.
- 2.7. Temps propre.
- 2.8. Applications : Effet Doppler relativiste.

Chapitre 3. Dynamique relativiste

- 3.1. Rappels : dynamique newtonienne.
- 3.2. Impulsion et Energie : Quadrivecteur Impulsion-Energie.
- 3.3. Equations de la dynamique relativiste.
- 3.4. Application au photon. Equivalence masse-énergie.
- 3.5. Interactions entre particules. Effet Compton. Effet Cerenkov.

Chapitre 4. Electromagnétisme

- 4.1. Rappel des lois de l'électromagnétisme.
- 4.2. Invariance des lois de l'électromagnétisme :
- 4.3. Relation entre les quadrivecteurs potentiel et courant.
- 4.4. Le tenseur champ électromagnétique.

Chapitre 5. Particule chargée dans un champ électrique et un champ magnétique uniformes et statiques.

Chapitre 6. Collisions relativistes

Chapitre 7. Introduction à la relativité Générale

Qu'est-ce que la relativité Générale ?

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

Semestre 5

UE : Méthodologie

Matière : TP Physique atomique

Objectifs de l'enseignement : La physique atomique constitue la première introduction à la physique quantique moderne. Les phénomènes inexplicables sans la mécanique quantique deviennent évidents. La quantification a montré son importance avec la physique atomique.

Connaissances préalables recommandées : Mathématiques (S1, S2, S3, S4).

Contenu de la matière :

1. Effet Zeeman
2. Frank et Hertz
3. Emission X
4. Spectre de RX
5. Absorption X
6. Diffraction X
7. diffraction de Bragg.
8. Spectrophotométrie d'absorption UV-visible Loi de Beer Lambert
9. Emission Laser
10. Corrélation entre la puissance et la polarisation d'un laser He-Ne.
11. Résonance de spin électronique.
12. Le rayonnement thermique, loi du corps noir.

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

1. La Physique atomique, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2016
2. La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017

Semestre 5

UE : Méthodologie

Matière : TP Physique nucléaire

Objectifs de l'enseignement : Montrer que les phénomènes nucléaires ont une existence que l'on peut mettre en évidence expérimentalement.

Contenu de la matière : (6 TP au minimum à réaliser)

1. Structure fine alpha
2. Diffusion de Rutherford
3. Absorption des rayonnements gamma
4. Demi-vie des isotopes de l'argent
5. Equilibre radioactif
6. Spectroscopie gamma
7. Spectroscopie alpha
8. Spectroscopie bêta
9. Sections efficaces
10. Effet Compton
11. Analyse d'un spectre

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

- [1] La Physique Nucléaire, 1. Les Propriétés du Noyau, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [2] La Physique Nucléaire, 2. Les Modèles Nucléaires, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [3] La Physique Nucléaire, 3. Les Réactions Nucléaires, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [4] La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017.

Semestre 5

UE : Méthodologie

Matière : Programmation Orientée Objet 2

Objectifs de l'enseignement :

- Approfondir les concepts de la POO (héritage, polymorphisme, encapsulation).
- Introduire les structures de données arborescentes (arbres binaires).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Programmation avancée orientée objet en Python

- Héritage : Classes mères et classes filles, super ().
- Polymorphisme.
- Encapsulation et gestion de la visibilité.

Chapitre 2 : Structures de données arborescentes (en Python)

- Arbres binaires : concepts et terminologie.
- Implémentation des arbres binaires.
- Parcours des arbres binaires (avant ordre, dans l'ordre, après ordre).

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

1. *"Fluent Python"* by Luciano Ramalho (covers advanced Python OOP concepts)
2. *"Algorithms"* by Robert Sedgewick and Kevin Wayne (for deeper insights into tree data structures)

Semestre 5

UE : Méthodologie

Matière : Logiciels libres et open source

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objectif de doter les étudiants de compétences numériques avancées à travers la maîtrise des outils libres et open source, aujourd'hui indispensables dans les environnements professionnels et académiques. Il s'articule autour d'une approche pratique visant à former les futurs chercheurs et professionnels à l'utilisation efficace de ces solutions pour résoudre des problématiques complexes.

Connaissances préalables recommandées :

Une maîtrise des outils informatiques de base (suites bureautiques, logiciels de gestion de projet et plateformes collaboratives) est recommandée pour suivre ce cours dans les meilleures conditions. Ces compétences permettront d'aborder plus efficacement les concepts avancés des logiciels libres et open source.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction aux Logiciels Libres

- Définitions clés : libre, open source, propriétaire
- Historique (Stallman, GNU, Linux)
- Les 4 libertés fondamentales

Chapitre 2. Panorama des Licences

- Principales familles (GPL, MIT, Apache)
- Cas pratiques : choisir une licence pour son projet

Chapitre 3. Outils Open Source Essentiels

- Comparatif : alternatives libres aux logiciels propriétaires
- Découverte de Linux (Ubuntu) et des suites bureautiques libres

Chapitre 4. Contribution aux Projets Libres

- Fonctionnement des communautés open source
- Premiers pas sur GitHub/GitLab

Chapitre 5. Enjeux Contemporains

- Sécurité et vie privée
- Logiciels libres en entreprise
- Tendances futures (IA open source, cloud)

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

1. Williams, Sam. Free as in Freedom: Richard Stallman's Crusade for Free Software. O'Reilly, 2002.
2. Stallman, Richard. Richard Stallman et la révolution du logiciel libre. Eyrolles, 2010.
3. Mouël, Françoise. L'économie du logiciel libre. CNRS Éditions, 2021.
4. APRIL. Guide du logiciel libre en entreprise. 2022, april.org.
5. Open Source Initiative. The OSI Licenses Overview. 2023, opensource.org/licenses.

Semestre 5

UE : Découverte

Matière : Notions sur la physique des semi-conducteurs

Objectifs de l'enseignement :

Les semi-conducteurs sont les constituants d'une bonne partie des détecteurs de rayonnement. La compréhension de leur mode de fonctionnement nécessite un aperçu même sommaire sur les semi- conducteurs.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Notions de base sur la physique du solide

- La structure cristalline
- Etats électroniques
- Notion de bande d'énergie

Chapitre 2. Semi-conducteurs

- Densités de porteurs dans les bandes permises
- Semi-conducteur intrinsèque (extrinsèque) à l'équilibre thermodynamique
- Semi-conducteur hors équilibre
- Phénomènes de Génération - Recombinaison

Chapitre 3. Jonction PN

- Jonction à l'équilibre thermodynamique
- Jonction hors équilibre

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

[1] La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017.

Semestre 5

UE : Découverte

Matière : Nanotechnologie

Objectifs de l'enseignement :

Les nanotechnologies sont devenues une réalité quotidienne. Un enseignement de la physique ne peut les ignorer.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Physique des nanosciences

Chapitre 2. Les nano composés de carbone

- Fullerènes et nanotubes

Chapitre 3 Les nano matériaux

Chapitre 4 La nano Ingénierie

- Les nano constructions

Chapitre 5 Applications

- Médicales
- Energétique
- Electronique

Chapitre 6 Les Risques

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

Semestre 5

UE : Découverte

Matière : Fondements de l'astrophysique

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les principes fondamentaux de l'astrophysique.
- Développer des compétences en recherche bibliographique et en analyse critique des sources.
- Explorer les phénomènes astrophysiques à travers des études de cas.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base en physique (mécanique, thermodynamique) et en mathématiques (calcul différentiel et intégral).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'Astrophysique

- Historique de l'astrophysique.
- Concepts de base : distance, luminosité, magnitude, spectre électromagnétique.
- Introduction aux unités astronomiques.

Chapitre 2 : Mécanique Céleste

- Lois de Kepler et loi de la gravitation universelle.
- Orbites des planètes et des satellites.
- Dynamique des systèmes à N corps.

Chapitre 3 : Étoiles et leur Évolution

- Structure interne des étoiles : couches, fusion nucléaire, équilibre hydrostatique.
- Classification des étoiles et diagramme de Hertzsprung-Russell.
- Évolution stellaire : naines rouges, géantes, supernovæ.

Chapitre 4 : Milieu Interstellaire et Formation des Étoiles

- Composition et propriétés du milieu interstellaire.
- Mécanismes de formation des étoiles et des systèmes planétaires.
- Nuages moléculaires et processus d'effondrement gravitationnel.

Chapitre 5 : Galaxies

- Classification des galaxies : spirales, elliptiques, irrégulières.
- Structure et dynamique des galaxies.
- Interactions entre galaxies et formation de groupes et d'amas.

Chapitre 6 : Cosmologie

- Modèles cosmologiques : modèle de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker.

- Expansion de l'univers et loi de Hubble.
- Matière noire et énergie noire : preuves et implications.

Chapitre 7 : Astrophysique des Hautes Énergies

- Rayonnement des trous noirs et des étoiles à neutrons.
- Physique des jets astrophysiques et des sursauts gamma.
- Astrophysique des particules et cosmologie des rayons cosmiques.

Chapitre 8 : Applications et Études de Cas

- Études de cas sur des objets astrophysiques spécifiques (ex. : supernovæ, pulsars, exoplanètes).
- Projets de recherche sur des thèmes d'actualité en astrophysique.

Chapitre 9 : Recherche Bibliographique

- Les étudiants devront réaliser une recherche bibliographique sur un sujet d'astrophysique de leur choix. Cela inclura :
- Identification de sources fiables (articles scientifiques, livres, revues spécialisées).
- Analyse critique des sources.
- Rédaction d'un rapport de recherche de 5 à 10 pages.

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

1. An Introduction to Modern Astrophysics, par B.W. Carroll & D.A. Ostlie.
2. Astrophysics for People in a Hurry" par Neil deGrasse Tyson.
3. Cosmology, par Steven Weinberg.
4. Articles de revues scientifiques (ex. : "The Astrophysical Journal", "Monthly Notices of the Royal Astronomical Society").

Semestre 5
UE : Transversale
Matière : Procédés didactiques

Objectifs de l'enseignement :

Formation d'un pédagogue, transmission de la connaissance, communication.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction

- Définition, champs et objets
- Didactique et sciences humaines
- Didactique et pédagogie
- Didactique et psychologie
- Didactique et psychologie sociale
- Didactique et épistémologie

Chapitre 2. Les concepts clés

- Le triangle didactique
- La transposition didactique
- Les conceptions / les représentations des élèves
- L'obstacle didactique et l'objectif-obstacle
- Le contrat didactique
- La séquence didactique / exemple de situation problème

Chapitre 3. Missions de l'enseignant

Chapitre 4. Enseigner, expliquer, convaincre : comment aider les changements conceptuels des apprenants ?

- Outils et moyens utilisés

Chapitre 5. Étude des situations didactiques.

Chapitre 6. Méthodologie de recherche en didactique

- Recherche documentaire et bibliographique

Chapitre 7. Préparation d'un cours et sa présentation.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc)

Semestre 6

UE : Fondamentale

Matière : Interaction rayonnement matière

Objectifs de l'enseignement :

Les rayonnements sont les manifestations des phénomènes de décroissance. La connaissance de leurs natures, leurs sources, leurs énergies, leurs mécanismes d'interaction avec la matière, leurs applications et les risques de leur manipulation est nécessaire pour entamer un travail dans un laboratoire et manipuler des sources radioactives.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1 La Radioactivité

- 1.1. La loi de décroissance radioactive
 - 1.1.1. La période T (half life)
 - 1.1.2. La vie moyenne τ (mean life)
 - 1.1.3. La constante de désintégration partielle
 - 1.1.4. Les vies moyennes partielles
 - 1.1.5. Représentation graphique de la loi de décroissance radioactive
- 1.2. Activité d'une source radioactive
- 1.3. Unités de radioactivité
- 1.4. Activité spécifique d'une source radioactive
- 1.5. Décroissances séquentielles
 - 1.5.1. Loi de décroissance
 - 1.5.2. Equilibre séculaire
 - 1.5.3. Equilibre transitoire
- 1.6. Filiation radioactive à plusieurs descendants
- 1.7. Unité d'énergie
- 1.8. La Radioactivité naturelle
 - 1.8.1. Les familles Radioactives, chaîne de décroissance
 - 1.8.2. Applications de la radioactivité naturelle

- 1.9. La Radioactivité artificielle
- 1.9.1. Application de la radioactivité artificielle
- 1.9.2. Les déchets radioactifs

Chapitre 2 Sources de rayonnements

- 2.1. Sources d'électrons rapides
 - 2.1.1. La décroissance bêta
 - 2.1.2. La conversion interne
 - 2.1.3. Les électrons Auger
 - 2.1.4. Les accélérateurs d'électrons
- 2.2. Sources de particules lourdes chargées
 - 2.2.1. La décroissance alpha
 - 2.2.2. La fission spontanée
 - 2.2.3. Les accélérateurs
- 2.3. Sources de radiations électromagnétiques
 - 2.3.1. Les rayons gamma provenant de la décroissance bêta
 - 2.3.2. La radiation d'annihilation
 - 2.3.3. Les rayons gamma provenant des réactions nucléaires
 - 2.3.4. Le Bremsstrahlung
 - 2.3.5. Les rayons X caractéristiques
 - 2.3.5.1. Excitation par décroissance radioactive
 - 2.3.5.2. Excitation par une radiation externe
 - 2.3.6. Les radiations d'un accélérateur Synchrotron
- 2.4. Sources de neutrons
 - 2.4.1. La fission spontanée
 - 2.4.2. Les sources radioisotopiques
 - 2.4.3. Les sources photoneutron
 - 2.4.4. Les réactions à partir d'accélérateurs de particules chargées
 - 2.4.4.1. Les réactions de fusion
 - 2.4.4.2. Les réactions de spallation

Chapitre 3 Interaction rayonnement matière

- 3.1. Interaction des particules lourdes chargées
 - 3.1.1. Nature de l'interaction
 - 3.1.2. Pouvoir d'arrêt
 - 3.1.3. Caractéristiques de la perte d'énergie
 - 3.1.3.1. Courbe de Bragg
 - 3.1.3.2. Straggling en énergie
 - 3.1.4. Parcours d'une particule
 - 3.1.4.1. Définition du parcours
 - 3.1.4.2. Straggling en parcours
 - 3.1.4.3. Temps d'arrêt
 - 3.1.5. Perte d'énergie dans des absorbants épais
 - 3.1.6. Lois de conversion
 - 3.1.7. Comportement des produits de fission
- 3.2. Interaction des électrons rapides

- 3.2.1. Perte d'énergie spécifique
 - 3.2.1.1. Perte d'énergie par collision
 - 3.2.1.2. Perte d'énergie par radiation
 - 3.2.1.3. Perte d'énergie totale
 - 3.2.1.4. Perte d'énergie par radiation Cerenkov
- 3.2.2. Courbes de parcours et de transmission des électrons
 - 3.2.2.1. Absorption des électrons monoénergétiques
 - 3.2.2.2. Absorption des particules γ
 - 3.2.2.3. Backscattering
- 3.2.3. Interactions des positrons
- 3.3. Interaction des rayons gamma
 - 3.3.1. Mécanismes d'interaction
 - 3.3.1.1. Absorption photoélectrique
 - 3.3.1.2. Diffusion Compton
 - 3.3.1.3. Production de paires
 - 3.3.2. Importance relative des trois mécanismes
 - 3.3.3. Atténuation de rayons gamma
 - 3.3.3.1. Coefficients d'atténuation
 - 3.3.3.2. Epaisseur massique de l'absorbant
 - 3.3.3.3. Le Buildup
- 3.4. Interaction des neutrons
 - 3.4.1. Propriétés générales
 - 3.4.2. Interactions des neutrons lents
 - 3.4.3. Interactions des neutrons rapides
 - 3.4.4. Atténuation d'un flux de neutrons

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc) :

1. La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
2. La Physique Nucléaire,

Objectifs de l'enseignement :

Les rayonnements ne sont perçus que par leur détection. La détection des rayonnements nucléaires implique la détection de la présence de ces rayonnements, l'identification de leurs natures, la mesure de leur énergie et leur comptage.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Fluctuations statistiques

- 1.1. Introduction
- 1.2. La distribution des fréquences
 - 1.2.1. La distribution binomiale
 - 1.2.2. La distribution de Poisson
 - 1.2.3. La distribution normale ou Gaussienne
- 1.3. Erreurs de mesure et distributions des fréquences
 - 1.3.1. Erreur standard
 - 1.3.2. Erreur probable
 - 1.3.3. Les erreurs statistiques
- 1.4. Test en chi carré

Chapitre 2 Les Détecteurs de rayonnement

- 2.1. La détection
 - 2.1.1. Système de détection
 - 2.1.2. Les phénomènes d'ionisation
 - 2.1.3. La détection des rayonnements
- 2.2. Les détecteurs à gaz
 - 2.2.1. Chambre d'ionisation
 - 2.2.1.1. Constitution d'une chambre d'ionisation
 - 2.2.1.2. Mobilité des électrons et des ions dans les gaz
 - 2.2.1.3. Types de chambres d'ionisation
 - 2.2.2. Compteur Geiger-Muller
 - 2.2.2.1. Fonctionnement d'un compteur Geiger-Muller
 - 2.2.2.2. Caractéristiques des compteurs Geiger-Muller
 - 2.2.2.2.1. Forme de l'impulsion de sortie
 - 2.2.2.2.2. Palier du compteur GM
 - 2.2.2.2.3. Temps mort, temps de restitution
 - 2.2.2.3. Utilisation des compteurs GM
 - 2.2.3. Les compteurs proportionnels
- 2.3. Les détecteurs à scintillations
 - 2.3.1. Principe des phénomènes de scintillation
 - 2.3.1.1. Les scintillateurs à cristaux organiques

- 2.3.1.2. Les scintillateurs à cristaux inorganiques
- 2.3.2. Caractéristiques des scintillateurs
- 2.3.3. Les photomultiplicateurs
- 2.3.4. Les photodiodes
- 2.4. Les détecteurs semi-conducteurs
- 2.4.1. Les semi-conducteurs intrinsèques
- 2.4.2. Les semi-conducteurs extrinsèques
- 2.4.3. La jonction P-N
- 2.4.4. Application à la détection des rayonnements
- 2.4.4.1 Principe de fonctionnement
- 2.4.4.2. Déplacement des porteurs de charge
- 2.5. Détection des particules lourdes chargées
- 2.5.1. Les détecteurs à jonction diffusée
- 2.5.2. Les détecteurs à barrière de surface
- 2.5.3. Performances des détecteurs à semi-conducteur
- 2.5.3.1. Linéarité de la réponse
- 2.5.3.2. Résolution en énergie
- 2.5.3.3. Pouvoir de détection
- 2.6. Détection des photons
- 2.6.1. Interaction des photons avec la matière
- 2.6.2. Spectrométrie des rayonnements ^[7]
- 2.6.2.2. Spectre théorique
- 2.6.2.3. Spectre réel
- 2.6.3. Efficacité des scintillateurs NaI(Tl)
- 2.6.4. Les détecteurs à jonction compensée
- 2.6.4.1. Stabilité des jonctions compensées
- 2.6.4.2. Efficacité des jonctions compensées
- 2.6.4.3. Résolution en énergie des jonctions compensées
- 2.6.5. Les détecteurs Germanium hyper pur (HPGe)
- 2.7. Détection des neutrons
- 2.7.1. Détection des neutrons lents
- 2.7.2. Détection des neutrons rapides
- 2.8. Autres détecteurs
- 2.8.1. Les émulsions photographiques
- 2.8.2. Les détecteurs solides de traces nucléaires
- 2.8.2.1. Le nitrate de cellulose LR115
- 2.8.2.2. Le carbonate de poly-allyldiglycol CR-39
- 2.8.3. Les détecteurs stimulables
- 2.8.3.1. Le détecteur thermo stimuable (LiF:Mg,Ti)
- 2.8.3.2. Le détecteur optiquement stimuable (Al₂O₃:C)
- 2.8.3.3. Le détecteur photo stimuable (BaFBr:Eu²⁺)
- 2.8.3.4. Le quartz naturel

Chapitre 3 Propriétés des détecteurs

- 3.1. Modèle d'un détecteur
- 3.2. Modes de fonctionnement des détecteurs

- 3.2.1. Le mode courant
- 3.2.2. Le mode pulse
 - 3.2.2.1. Limite où RC est petit
 - 3.2.2.2. Limite où RC est grand
- 3.3. Spectres des hauteurs de pulses
 - 3.3.1. La distribution différentielle
 - 3.3.2. La distribution intégrale
- 3.4. Résolution en énergie
- 3.5. Efficacité d'un détecteur
- 3.6. Temps mort
 - 3.6.1. Modèles de comportement du temps mort
 - 3.6.1.1. Le modèle nonparalysable
 - 3.6.1.2. Le modèle paralysable
 - 3.6.2. Méthodes de mesure du temps mort
 - 3.6.2.1. La méthode des deux sources
 - 3.6.2.2. La méthode de la décroissance de la source

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

- [1] La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017

Semestre 6
UE : Fondamentale
Matière : Physique du solide

Objectifs de l'enseignement :

Préparer des éventuelles applications des techniques nucléaires à la physique du solide : Microanalyse, Dopage, ...

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Notion fondamentale de cristallographie et liaison cristalline

- 1.1. Structure Cristalline: motif et réseau, maille, réseau cristallin, plans réticulaires et indices de Miller, symétrie cristalline.
- 1.2. Diffraction cristalline : réflexion des RX (loi de Bragg), diffraction par un réseau cristallin, Réseaux de BRAVAIS, réseau réciproque, facteur de structure, méthodes expérimentales.
- 1.3. Liaison cristalline : définition (cohésion du cristal), cristaux de gaz neutres, cristaux ioniques, cristaux covalents, cristaux métalliques.
- 1.4. Divers types de liaison dans les cristaux

Chapitre 2. Propriétés électriques

- 2.1. Electrons libres
 - 2.1.1 Modèle de Drude
 - 2.1.2 Modèle de Fermi-Dirac et densité électrique
 - 2.1.3 Modèle de gaz d'électrons libres à 3D, C_v
 - 2.1.4 Modèle d'un gaz d'électrons
 - 2.1.5 Conductivité électrique (loi d'Ohm) et temps de relaxation des électrons
 - 2.1.6 Diffusion des électrons et résistivité des métaux
 - 2.1.7 Mouvement dans un champ magnétique
 - 2.1.8 Effet Hall.
- 2.2. Modèle des électrons presque libres
 - 2.2.1. Théorie des bandes
 - 2.2.2. Fonction de Bloch
 - 2.2.3. Masse effective.
 - 2.2.4. Conductivité due aux électrons d'une bande pleine, isolants et métaux
 - 2.2.5. Conductivité d'un semi – conducteur
 - 2.2.6. Notion de trou
 - 2.2.7. Conduction des électrons et des trous
 - 2.2.8. Conductivité intrinsèque
 - 2.2.9. Conductivité extrinsèque.
 - 2.2.10. Effet Hall dans un semi – conducteur
- 2.3. Applications
 - 2.3.1. Emission électronique
 - 2.3.2. Phénomènes électriques intervenant au contact entre métaux
 - 2.3.3. Différence de potentiel de contact
 - 2.3.4. Thermoélectricité : effet Seebeck
 - 2.3.5. Effet Peltier

- 2.3.6. Emission thermoélectronique et photo-électronique
- 2.3.7. Photoconductivité.

Chapitre 3. Propriétés optiques

- 3.1. Spectre d'absorption de la lumière
- 3.2. Absorption de la lumière par les porteurs de charges libres
- 3.3. Résonance du cyclotron
- 3.4. Réflexivité
- 3.5. Absorption interbandes de la lumière
- 3.6. Excitons
- 3.7. Photoconductivité

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

1. Charles Kittel, Physique de l'état solide, 8ème édition, Dunod, Paris, 2007.
2. La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017

Semestre 6

UE : Fondamentale

Matière : Radioprotection et Dosimétrie

Objectifs de l'enseignement :

La manipulation de toute source radioactive nécessite la connaissance des précautions et mesures à prendre. Dans un laboratoire de physique nucléaire, dans un centre de radiologie ou dans une centrale nucléaire, là où les règles de la radioprotection doivent être respectées.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de base de la physique nucléaire.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Législation en matière de radioprotection

Chapitre 2. Grandeurs physiques

- 2.1. Caractéristiques des radiations ionisantes
 - 2.1.1 Quantités intégrales
 - 2.1.1.1. Nombre de particules
 - 2.1.1.2. Flux de particules
 - 2.1.1.3. Energie radiante
 - 2.1.1.4. Flux énergétique
 - 2.1.2. Quantités globales en un point
 - 2.1.2.1. La fluence particulaire
 - 2.1.2.2. Le débit de fluence
 - 2.1.2.3. La fluence énergétique
 - 2.1.2.4. Le débit de fluence énergétique
 - 2.1.3. Quantités différentielles en direction
 - 2.1.3.1. La radiance particulaire
 - 2.1.3.2. La radiance énergétique
- 2.2. Les distributions spatiale et énergétique

Chapitre 3. Les grandeurs dosimétriques

- 3.1. Energie délivrée
- 3.2. Le Kerma
- 3.3. La dose d'exposition
- 3.4. Dose absorbée
 - 3.4.1. La dose absorbée
 - 3.4.2. Calcul des doses absorbées
 - 3.4.2.1. Cas des particules chargées
 - 3.4.2.2. Cas des particules non chargées
 - 3.4.2.2.1. Cas des photons
 - 3.4.2.2.2. Cas des neutrons
- 3.5. L'équivalent de dose

- 3.5.1. Le transfert linéique d'énergie
- 3.5.2. Efficacité biologique relative
- 3.5.3. Le facteur de qualité
- 3.5.4. L'équivalent de dose
- 3.5.5. Le débit de l'équivalent de dose
- 3.6. La dose équivalente
- 3.6.1. Le facteur de pondération radiologique
- 3.6.2. La dose équivalente
- 3.6.3. Le débit de dose équivalente
- 3.6.4. La dose équivalente engagée
- 3.7. La dose effective
- 3.7.1. Le facteur de pondération tissulaire
- 3.7.2. La dose effective
- 3.7.3. La dose effective engagée

Chapitre 4. Les grandeurs opérationnelles

- 4.1. La sphère ICRU
- 4.2. Dosimétrie d'ambiance
 - 4.2.1. L'équivalent de dose ambiant
 - 4.2.2. L'équivalent de dose directionnel
 - 4.2.3. La dose absorbée
- 4.3. Dosimétrie individuelle
 - 4.3.1. L'équivalent de dose individuel en profondeur
 - 4.3.2. L'équivalent de dose individuel en surface
 - 4.3.3. Equivalent de dose à proximité d'une source radioactive
- 4.4. Grandeurs opérationnelles et doses effectives

Chapitre 5. Bases de la radioprotection

- 5.1. La dose collective
 - 5.1.1. La dose équivalente collective
 - 5.1.2. La dose effective collective
 - 5.1.3. La dose effective collective engagée
- 5.2. Système de limitation des doses de la CIPR
 - 5.2.1. Les limites de dose
 - 5.2.2. Limites secondaires et valeurs directrices
 - 5.2.2.1. Limite d'exemption
 - 5.2.2.2. Limite d'autorisation
 - 5.2.2.3. Valeur directrice de la contamination de l'air
 - 5.2.2.4. Valeur directrice de la contamination des surfaces
 - 5.2.3. Limite annuelle d'incorporation
 - 5.2.4. Limite dérivée de concentration d'un radionucléide dans l'air

Chapitre 6. Effets biologique des rayonnements ionisants

1. Radiobiologie

- 1.1. Radiochimie et réactions biochimiques
- 1.2. Effets sur les cellules et les tissus

2. Radiopathologie

- 2.1. Effets stochastiques et non stochastiques
- 2.2. Risques génétiques

3. Bases biologiques de la radioprotection

- 3.1. Hypothèses
- 3.2. Normes

Chapitre 7. Méthodes de protection contre les rayonnements ionisants

7.1. Exposition externe

- 7.1.1. Choix de la source
- 7.1.2. Réduction du temps d'exposition
- 7.1.3. Eloignement de la source
- 7.1.4. Protection par des écrans
- 7.1.5. Protection contre les photons
- 7.1.6. Protection contre les
- 7.1.7. Protection contre les neutrons

7.2. Exposition interne

- 7.2.1. Causes de l'exposition interne
- 7.2.2. Transfert dans l'organisme
- 7.2.3. Répartition dans l'organisme
- 7.2.4. Devenir du radioélément
- 7.2.5. Equivalent de dose engagée
- 7.2.6. Protection contre l'exposition interne
- 7.2.7. Protection collective
- 7.2.8. Protection individuelle
- 7.2.9. En cas de contamination
- 7.2.10. Evaluation de l'exposition interne
- 7.2.11. Anthropogammamétrie
- 7.2.12. Examen radio toxicologique

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc) :

1. Calculs de doses générées par les rayonnements ionisants : principes et utilitaires Vivier, Alain ; Lopez, Gérald EDP sciences, 2012
2. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, ATTIX, F.H. Wiley, New York (1986).
3. Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation, Rep. 60, ICRU, Bethesda, MD (1998).
4. Détection de rayonnements et instrumentation nucléaire Abdallah Lyoussi Ed EDP Sciences 2010
5. Personne compétente en radioprotection » Christine Jimonet EDP Sciences 2007
6. Manuel pratique de radioprotection. D-J. Gambini et R. Granier
7. Radionucléides & Radioprotection : guide pratique. D. Delacroix, J-P. Guerre, P. Leblanc
8. Atoms, radiation and radiation protection” J. E. Turner.
9. Radioprotection en milieu médical : principes et mise en pratique Yves-Sébastien Cordoliani, Hervé Foehrenbach Elsevier Masson, 2008

Semestre 6
UE : Fondamentale
Matière : Spectroscopie

Objectifs de l'enseignement :

Le traitement des rayonnements se fait à l'aide d'instruments de mesure et les informations sont contenues dans des spectres.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Absorption et émission de radiation par les atomes et les noyaux

- 1.1. Niveaux d'énergie discrets dans un atome et un noyau
- 1.2. Spectres de raies
- 1.3. Emission spontanée
- 1.4. Emission induite
- 1.5. Spectre de rayonnement électromagnétique
 - 1.5.1. Spectre Infrarouge
 - 1.5.2. Spectre Raman
 - 1.5.3. Spectre électronique d'absorption Ultra-violet
 - 1.5.4. Spectre de particules lourdes chargées
 - 1.5.5. Spectre de neutrons

Chapitre 2. Ellipsométrie optique 2.1. Principes Polarisation de la lumière.

- 2.2. Appareillage.
- 2.3. Application à l'étude des couches minces spectroscopie (UPS)

Chapitre 3. Spectrométrie de masse

- 3.1. principe
- 3.2. Caractéristiques d'un spectromètre (optique, pouvoir de résolution)
- 3.3. Application : analyse de masse, séparation isotopique, SIMS
- 3.4. La méthode des doublets en spectrométrie de masse

Chapitre 4. Spectroscopie des rayons X

- 4.1. Rappels sur la production et la détection des RX
- 4.2. Applications : Radiographie, fluorescence X, cristallographie, XPS (ESCA)

Chapitre 5. Spectroscopie à électrons

- 5.1. Microsonde à électrons
- 5.2. Diffraction électronique

Chapitre 6. Spectroscopie nucléaire

- 6.1. Spectroscopie gamma avec détecteur à scintillation
- 6.2. Spectroscopie gamma avec détecteur à semi conducteur
- 6.3. Spectroscopie alpha avec détecteur à barrière de surface
- 6.4. Spectroscopie temps, méthode de coïncidences

Références bibliographiques (Livres et photocopiés, sites internet, etc) :

- [1] La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017

- [2] La Physique Nucléaire, 1. Les Propriétés du Noyau, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [3] La Physique Nucléaire, 3. Les Réactions Nucléaires, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017

Semestre 6

UE : Méthodologie

Matière : TP Instrumentation et Détection

Objectifs de l'enseignement :

- **Évaluer** les performances des détecteurs (efficacité, résolution, temps de réponse) et comprendre leur impact sur la qualité des mesures des rayonnements.
- **Appliquer** les méthodes statistiques pour traiter et interpréter les données expérimentales issues des comptages et des spectres, en vue de déterminer les caractéristiques des rayonnements et des détecteurs.
- **Maîtriser** les techniques de mesure des rayonnements en utilisant divers détecteurs et systèmes d'acquisition, afin de comprendre leurs principes de fonctionnement et leurs applications pratiques.
- **Analyser** les interactions des rayonnements avec la matière (effet Compton, conversion interne, absorption) à travers des expériences pratiques et interpréter les résultats obtenus.

Connaissances préalables recommandées :

- **Physique nucléaire de base** : Essentielle pour comprendre les phénomènes nucléaires et les interactions des rayonnements avec la matière.
- **Mécanique quantique** : Nécessaire pour saisir les phénomènes quantiques des rayonnements et leur interaction avec les électrons et noyaux.
- **Mathématiques et statistique** : Indispensables pour analyser et interpréter les données expérimentales en gestion d'erreurs et distribution des comptages.

Contenu de la matière :

1. Statistique de comptage.
 - 1.1. Détecteur G.M.
 - 1.2. Détecteur Na(I).
2. Effet Compton.
3. Conversion interne.
4. Spectroscopie gamma.
5. Spectroscopie bêta.
6. Absorption des rayonnements gamma.
7. Perte d'énergie des particules α dans les gaz.

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

1. Boucenna, A. La Physique Nucléaire, Dar El Djazairia. (2017)
2. Boucenna, A. Les Propriétés du Noyau. Dar El Djazairia. (2017)
3. Boucenna, A. Les Réactions Nucléaires. Dar El Djazairia. (2017).
4. Boucenna, A. La Physique du Rayonnement. Dar El Djazairia. (2017).

Semestre 6

UE : Méthodologie

Matière : TP Rayonnement

Objectifs de l'enseignement :

Compléter les connaissances théoriques par des manipulations pratiques. Apprendre les techniques utilisées lors de la manipulation des sources de rayonnement.

Connaissances préalables recommandées

Physique nucléaire de base et interaction de rayonnement avec matière sont essentielles pour comprendre les phénomènes des effets des rayonnements sur la matière.

Contenu de la matière :

1. Rappels interaction rayonnement-matière

2. Procédés d'irradiation Technologie de l'irradiation

3. Analyse des spectres

- 3.1. Calibration en énergie d'une chaîne de mesure
- 3.2. Détermination des caractéristiques d'un détecteur à scintillation (Efficacité, résolution.....)
- 3.3. Détermination des caractéristiques d'un détecteur germanium (Efficacité, résolution.....)
- 3.4. Détermination des caractéristiques d'un compteur GM
- 3.5. Méthodes de mesures du temps mort
- 3.6. Méthode des coïncidences

4. Acquisition multi paramètres : Energie E, Perte d'énergie ΔE , Temps de vol (TOF)

Méthode d'identification des particules chargées

5. Exemple de système de détection dans les grands centres de recherche

6. Statistique de comptage

- 6.1. Détecteur G.M.
- 6.2. Détecteur Na(I)

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

- [1] La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017
- [2] La Physique Nucléaire, 3. Les Réactions Nucléaires, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017

Semestre 6

UE : Méthodologie

Matière : Techniques Nucléaires et atomiques

Objectifs de l'enseignement :

Les applications des radiations sont variées et nombreuses. L'une des premières applications fut l'imagerie mais d'autres applications intéressantes sont aussi possibles.

Connaissances préalables recommandées :

Physique nucléaire et physique des rayonnements

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Production artificielle des radio-isotopes

- 1.1. L'activation neutronique
- 1.2. Les réactions nucléaires
- 1.3. La fission nucléaire

Chapitre 2. Le dopage du silicium

Chapitre 3. La microanalyse

- 3.1. La spectroscopie RBS
- 3.2. L'analyse par activation neutronique
- 3.3. Activation par faisceaux de rayonnement électromagnétique

Chapitre 4. Le contrôle non destructif

- 4.1. La radiographie X
- 4.2. La radiographie neutron
- 4.3. Gammagraphie
- 4.3. Les jauges de contrôle non destructif

Chapitre 5. La stérilisation et la décontamination de produits

Chapitre 6. Le traitement des denrées alimentaires

- 6.1. Avantages de la radio-conservation
- 6.2. Les moyens d'irradiation
 - 6.2.1. Irradiation par des rayons X
 - 6.2.2. Irradiation par faisceau d'électrons
- 6.3. Dosage

Références bibliographiques (Livres et photocopiés, sites internet, etc) :

- [1] La Physique du Rayonnement, Ahmed Boucenna, Dar El Djazairia, 2017.

Semestre 6
UE : Découverte
Matière : Plasma

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Le milieu plasma

- Définition et nature
- Grandeurs caractéristiques
- Oscillations des plasmas

Chapitre 2. Mouvement individuel d'une particule chargée dans des champs électrique et magnétique.

- Comportement collectif dans les plasmas

Chapitre 3. Introduction à la théorie cinétique.

Chapitre 4. Equations de transport

Chapitre 5. Décharges électriques dans les gaz

- Rigidité diélectrique des gaz

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

Semestre 6

UE : Découverte

Matière : Nouveau Matériaux et Applications

Objectifs de l'enseignement

Des matériaux nouveaux et émergents transforment au fil des jours, non seulement notre vie, mais aussi les moyens et les habitudes des chercheurs. Une veille technologique doit être assurée pour s'informer de façon systématique et continue sur les matériaux et les techniques les plus récentes.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Nouveaux Semi-conducteurs

Chapitre 2. Nouveaux Caloporteurs

Chapitre 3. Les nouveaux Scintillateurs

Chapitre 4. Les nouveaux Supraconducteurs

Chapitre 5. Les nanomatériaux

Chapitre 6. Applications

- Energie
- Détection

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc) :

Semestre 6
UE : Transversale
Matière : Entrepreneuriat

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction à l'entrepreneuriat

1. Définitions et types d'entrepreneuriat (classique, social, technologique, vert...)
2. Le rôle de l'entrepreneuriat dans le développement économique algérien
3. Profil de l'entrepreneur : compétences clés et attitudes

Chapitre 2. De l'idée au projet

1. Génération d'idées et créativité
2. Identification des opportunités
3. Étude de marché : segmentation, analyse des besoins, concurrence
4. Étude de faisabilité

Chapitre 3. Elaboration d'un Business Model

1. Modèle économique : Business Model Canevas (outil visuel)
2. Proposition de valeur
3. Segments de clientèle
4. Canaux de distribution et de communication
5. Flux de revenus et structure des coûts

Chapitre 4. Le Business Plan

1. Structure du business plan (résumé exécutif, stratégie, analyse financière, plan marketing...)
2. Éléments financiers de base : budget prévisionnel, plan de financement, seuil de rentabilité
3. Outils numériques pour le montage de projet (Excel, Canva, Pitch Deck...)

Chapitre 5. Création de l'entreprise en Algérie

1. Statuts juridiques d'entreprise (SARL, SPA, auto-entrepreneur...)
2. Démarches administratives : registre de commerce, NIF, CNAS, CASNOS
3. Les structures d'aide à la création (ANADE, CNAC, incubateurs universitaires...)

Chapitre 6. Financement de projet entrepreneurial

1. Sources de financement : fonds propres, crédits bancaires, microcrédits, subventions
2. Programmes de soutien à l'entrepreneuriat en Algérie
3. Rédaction d'un dossier de financement

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc) :

1. Claude Besner & Brian Hobbs, Management de projets, Presses de l'Université du Québec, 2012.
2. Jean-Michel Moutot & Jean-Noël Moutot, Management de projet : Principes et outils, Dunod, 2020.
3. Harold Kerzner, Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and

Controlling, Wiley, 2022.

4. (Project Management Institute), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 7th Edition, PMI, 2021.
5. Olivier Ezratty, Guide des startups, édition annuelle gratuite.
6. Steve Blank, The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company, K&S Ranch, 2012.