الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة
و مواءمة

عرض تكوين ماستر أكاديمي
2025 – 2026

ميدان	الشعبة	التخصص
علوم المادة	الفيزياء	النانوفيزياء

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Canevas de mise en conformité et harmonisation

OFFRE DE FORMATION

L.M.D. MASTER ACADEMIQUE

2025 – 2026

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	**PHYSIQUE**	**NANOPHYSIQUE**

Fiche d'organisation semestrielle des enseignements
(S1 , S2 et S3))

Master Nanophysique

Semestre 1

Unité d'Enseignement	Matières	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire			Autres*	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé		Cours	TD	TP				Continu*	Examen
UE Fondamentale Code : UEF1 Crédits : 18 Coefficient : 9	Physique des semiconducteurs	67h30	3h00	1h30	/	82h30	3	6	33%	67%
	Nanofabrication	45h00	1h30	1h30	/	55h00	2	4	33%	67%
	Magnétisme et supraconductivité	45h00	1h30	1h30	/	55h00	2	4	33%	67%
	Interaction rayonnement-matière	45h00	1h30	1h30	/	55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM1 Crédits : 9 Coefficient : 5	Méthodes numériques	45h00	/	/	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Nanocaractérisations I	45h00	/	/	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Intelligence artificielle et Machine Learning 1	15h00	/	/	1h00	10h00	1	1	50%	50%
UE Découverte Code : UED1 Crédits : 2 Coefficient : 2	Logiciel libre et open source de la spécialité	22h30	1h30	/	/	2h30	1	2	/	100%
	Théorie des groupes et cristallographie	22h30	1h30	/	/	2h30	1	2	/	100%
UE Transversale Code : UET1 Crédits : 1 Coefficient : 1	Management de projet et communication	22h30	1h30	/	/	2h30	1	1	/	100%
	Total Semestre 1	375h00	12h00	6h00	7h00	375h00	17	30		

Autres* : Travail complémentaire en consultation semestrielle.

Master Nanophysique

Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	Matières	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire			Autres*	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé		Cours	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF2 Crédits : 18 Coefficient : 9	Photonique	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Physique des Laser	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Physique Statistique avancée	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Physique des plasmas	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM2 Crédits : 9 Coefficient : 5	Propriétés tensorielles des solides	45h00	/	/	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Nanocaractérisations II	45h00	/	/	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Intelligence artificielle et Machine Learning 2	15h00	/	/	1h00	10h00	1	1	50%	50%
UE Découverte Code : UED2 Crédits : 1 Coefficient : 1	Dispositifs optoélectroniques	22h30	1h30	/	/	2h30	1	1	/	100%
UE Transversale Code : UET2 Crédits : 2 Coefficient : 2	Nanochimie	22h30	1h30	/	/	2h30	1	1	/	100%
	Recherche bibliographique, techniques de rédaction et éthique	22h30	1h30	/	/	2h30	1	1		100%
	Total Semestre 2	375h00	12h00	6h00	7h00	375h00	17	30		

Autres* : Travail complémentaire en consultation semestrielle.

Master Nanophysique

Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	Matières Intitulé	VHS 15 semaines	V.H hebdomadaire Cours	 TD	 TP	Autres*	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation Continu	 Examen
UE Fondamentale Code : UEF3 Crédits : 18 Coefficient : 9	Nanoélectronique	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Plasmonique	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Optique non linéaire	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Phénomènes de transport dans les nanostructures	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM3 Crédits : 9 Coefficient : 5	Nanostructures	37h30	1h30	1h00		37h30	1	3	50%	50%
	Modélisation numérique des nanostructures	45h00	/	/	3h00	55h00	2	4	50%	50%
	Application des nanomatériaux	22h30	1h30	/	/	27h30	1	2	/	100%
UE Découverte Code : UED3 Crédits : 1 Coefficient : 1	Communication quantique	22h30	1h30		/	2h30	1	1	/	100%
UE Transversale Code : UET3 Crédits : 2 Coefficient : 2	Entrepreneuriat, Startup et Innovation	22h30	1h30	/	/	2h30	1	1	/	100%
	Concept qualité et Propriété intellectuelle	22h30	1h30	/	/	2h30	1	1	/	100%
	Total Semestre 3	375h00	15h00	7h00	3h00	375h00	17	30		

Autres* : Travail complémentaire en consultation semestrielle.

Programmes

Programmes :

Adapter le programme des cours et travaux dirigés (TD) en fonction du volume horaire hebdomadaire présentiel (VHH présentiel) et du volume horaire hebdomadaire personnel (VHH personnel).

Semestre : 1
UE : Fondamentale
Matière : Physique des semiconducteurs

Objectifs de l'enseignement :
Initier à la modélisation des propriétés des semi-conducteurs pour leurs applications dans les technologies modernes.

Connaissances préalables recommandées :
Connaissances de base de la physique de la matière condensée, de la physique statistique et des outils mathématiques (équation de Poisson et équation de continuité) acquises dans le cursus de Licence de Physique.

Contenu de la matière
1. Introduction et notions fondamentales
2. Bandes d'Énergie
3. Semi-conducteurs à dopage uniforme
4. Semi-conducteurs à dopage uniforme - Jonction PN
5. Jonction PN hors-équilibre thermodynamique
6. Composants électroniques et optoélectroniques

Référence :
[1] N.W. Ashcroft, N.D. Mermin. Solid state physics. Saunders College (1976).
[2] C. Kittel, J. Dion, M. Gicquel & B. Vilquin. Physique de l'état solide : cours et problèmes. Ed. Dunod (2006).
[3] H. Mathieu, H. Fanet. Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques. Ed. Dunod (2009).
[4] B. Sapoval, C. Hermann. Physique des semi-conducteurs. Ed. Ellipse (1998). [5] Saidane. Physique des semi-conducteurs. Tome II. OPU (1993).

Semestre : 1
UE : Fondamentale
Matière : Nanofabrication

Objectifs de l'enseignement :
Connaissance des principes des techniques d'élaboration des nanomatériaux

Connaissances préalables recommandées :
- Les notions relatives aux différentes formes de l'énergie
- Réactions chimiques
- Le vide : gammes, mesures et production

Contenu de la matière :
- Élaboration des nanomatériaux par voie physique : Configurations sputtering, évaporations, ablations laser, croissance de monocristaux, …
- Élaboration des nanomatériaux par voie chimique : Chimie de solutions, gaz, CVD, …
- Élaboration des nanomatériaux par voie électromécanique.

Références
L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 1
UE : Fondamentale
Matière : Magnétisme et supraconductivité

Objectifs de l'enseignement :

Acquisition de l'ensemble des fondements du magnétisme électronique permettant ultérieurement d'aborder des notions plus avancées relatives au thème du magnétisme. Acquisition des notions de la théorie de la supraconductivité.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique quantique et introduction à la physique du solide (licence)

Contenu de la matière :

I- Magnétisme :

1- Généralités et définitions : Diamagnétisme, Paramagnétisme, Ferromagnétisme, Antiferromagnétisme, Ferrimagnétisme, Héliomagnétisme.
2- Magnétisme non colinéaire.
3- Magnétisme itinérant en volume.
4- Magnétisme des nanostructures

II- Supraconductivité

1-Mise en évidence du phénomène, étude expérimentale.
2- Étude thermodynamique.
3- Étude électromagnétique. Équations de London, longueur de pénétration de London
4- Problème de Cooper, paires de Cooper.
5- Étude phénoménologique de l'attraction attractive entre 2 électrons. Théorie BCS.
6- Quantification du flux magnétique. La fonction d'onde de Ginzburg-Landau.
7- Effets Josephson continu et alternatif, Jonction Josephson, effets d'interférences quantiques.
8- Éléments de supraconductivité de type II.
9- Applications.
10- Introduction à la supraconductivité à haute température

Références

[1] Théorie du magnétisme A. Herpin, Presses Universitaires de France.
[2] Magnétisme : I- Fondements II- Matériaux et applications. E du Trémolet de Lachasseirie, collection Grenoble Sciences.
[3] Introduction à la Physique de l'état solide C. Kittel.

Semestre : 1
UE : Fondamentale
Matière : Interaction rayonnement-matière

Enseignant responsable de l'UE :

Objectifs de l'enseignement :

Compréhension des mécanismes et phénomènes d'interaction entre un matériau et un rayonnement donné

Connaissances préalables recommandées :

- *Différents types de rayonnement*
- *Structure cristalline*

Contenu de la matière :

1. Notions générales sur les rayonnements
2. Théorie de la structure atomique de la matière
3. Notions fondamentales sur l'interaction rayonnement-matière
4. Interaction des particules non chargées (rayons X, gamma et neutrons) avec la matière
5. Interaction des particules chargées (α et β) avec la matière.

Références

(Livres et polycopiés, sites internet, etc).

Semestre : 1
UE : Méthodologie
Matière : Méthodes numériques

Objectifs de l'enseignement :

La méthode modale de Fourier (FMM) est l'une des méthodes les plus fiables, efficaces, simples et polyvalentes utilisées par les scientifiques et ingénieurs dans l'optique diffractive. L'étudiant a tout intérêt à apprendre une telle méthode pour pouvoir résoudre des problèmes de propagation et de diffraction par des structures (réseaux) dont les dimensions sont à l'échelle de la longueur d'onde (domaine de la nano–photonique).

Connaissances préalables recommandées

Série de Fourrier, ondes électromagnétiques, réseaux de diffraction, optique diffractive, cristaux photoniques, …
Au moins un langage de programmation (MATLAB, FORTRAN, C…)

Contenu de la matière :

1- Différentes méthodes numériques appliquées à l'étude et la modélisation de :
- Structures de bandes d'énergie et dispersion dans un cristal unidimensionnel (Modèle de Kronig-Penney) et/ou tridimensionnel.
- Dynamique de réseau et propriétés thermiques d'un métal (relation de dispersion, densité d'états phononiques, …)
- …

2- Méthodes déterministes : Équation de Laplace à deux dimensions, Équation de Poisson dans une jonction PN, Dynamique moléculaire, …
3- Méthodes stochastiques : Méthode Monté Carlo appliquée à la simulation des transitions de phase et/ou aux phénomènes de diffusion, …

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc*

Semestre : 1
UE : Méthodologie
Matière : Nanocaractérisation I

Objectifs de l'enseignement :

Applications pratiques des connaissances théoriques sur l'élaboration et la caractérisation des matériaux

Connaissances préalables recommandées :

- *Rédaction des comptes rendus*

Contenu de la matière :

Étude de différentes techniques de caractérisation comme :
1- Diffraction des rayons X (DRX)
2- Microscopie électronique (à balayage et à transmission)
3- Microscopie à force atomique (-AFM)
4- Microscopie optique
5- Photoluminescence
6- Spectroscopie IR à Transformée de Fourrier (FT-IR), Spectroscopie Raman, Spectroscopie UV-Visible, Spectroscopie de fluorescence, …

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 1
UE : Méthodologie
Intitulé de la matière : Intelligence Artificielle et Machine Learning 1

Objectifs pédagogiques :

Introduire les bases de l'IA et de l'apprentissage automatique (Machine Learning), en se concentrant sur leurs applications dans les sciences de la matière. Les étudiants comprendront les concepts fondamentaux de la modélisation basée sur les données et comment appliquer les techniques de l'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes du monde réel.

Connaissances préalables recommandées :

- Programmation (Python, MATHLAB….)

Contenu de la matière :

1- Introduction à l'IA et à l'apprentissage automatique
   - Aperçu de l'IA et de ses applications.
   - Importance des données dans l'IA et l'apprentissage automatique.

2- Concepts de base de l'apprentissage automatique
   - Apprentissage supervisé ou non supervisé.
   - Algorithmes clés de l'apprentissage automatique : régression, classification, regroupement.
   - Mesures d'évaluation (MAE, R^2, précision).

3- Collecte et traitement des données
   - Ingénierie des caractéristiques et techniques de prétraitement des données.
   - Traitement de l'ajustement excessif et de l'ajustement insuffisant.
   - Bases de données sur les matériaux : Materials Project, OQMD, AFLOW.

4- Apprentissage automatique (Machine Learning) pratique en sciences de la matière
   - Étude de cas : Prédiction des propriétés des matériaux (bande interdite, etc.).
   - Utilisation de modèles d'apprentissage automatique pour des tâches simples de classification et de régression.

5- Révision approfondie des concepts clés

Références :

- *"Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow"* by Aurélien Géron (focuses on practical applications of machine learning)
- *"Pattern Recognition and Machine Learning"* by Christopher M. Bishop (provides theoretical foundations of ML)

Outils et bibliothèques :

- Python, Jupyter Notebooks
- Scikit-learn, Pandas, Matplotlib
- Materials science tools: Matminer, Pymatgen

Semestre 1
Intitulé de l'unité : Découverte
Intitulé de la matière : Exploration de logiciels libres et open source en Nanophysique

Objectifs de l'enseignement :

- Initier les étudiants à l'utilisation de logiciels libres et open source pour la modélisation, la simulation et l'analyse de systèmes à l'échelle nanoscopique.
- Comprendre les concepts quantiques, structuraux et spectroscopiques à travers des outils numériques.
- Développer des compétences pratiques dans l'utilisation de logiciels de DFT, de visualisation de structure, de dynamique moléculaire et de traitement de données.

Connaissances préalables recommandées :

- Fondamentaux de la mécanique quantique, physique du solide et chimie quantique
- Bases de la programmation (Python, Bash)
- Familiarité avec l'environnement Linux

Programme pédagogique détaillé :

Chapitre I. Introduction aux logiciels libres en nanophysique

- Philosophie open source et éthique de la recherche reproducible
- Panorama des logiciels : Quantum ESPRESSO, ASE, VESTA, Avogadro, GPAW, LAMMPS
- Installation, compilation et gestion des dépendances

Chapitre II. Visualisation et modélisation de structures

- Utilisation de VESTA, Avogadro et ASE pour créer et visualiser des structures atomiques
- Géométries périodiques et non périodiques
- Exportation vers les formats standards (CIF, XYZ, POSCAR)

Chapitre III. Calculs de structure électronique (DFT)

- Notions de base de la DFT et pseudopotentiels
- Quantum ESPRESSO et GPAW : structure d'entrée, run, analyse de la densité d'état (DOS), bandes
- Optimisation de géométrie, recherche de structures stables

Chapitre IV. Spectroscopies théoriques

- Simulation de spectres IR, Raman, UV-Vis avec GPAW et Quantum ESPRESSO
- Analyse des modes normaux, polarisabilité, intensités
- Comparaison avec des données expérimentales (cas d'étude)

Chapitre V. Dynamique moléculaire

- Introduction à la dynamique classique avec LAMMPS
- Calculs à NVE, NVT, thermostats
- Analyse de trajectoires : diffusion, agitation thermique

Chapitre VI. Traitement de données et visualisation

- Utilisation de Python (NumPy, Pandas, Matplotlib, ASE) pour manipuler et représenter les données
- Extraction des propriétés physiques : énergie, forces, densité, fonctions de distribution radiale

Chapitre VII. Projet de simulation

- Simulation complète par étudiant ou binôme
- Rendu sous forme de rapport avec scripts, graphes et interprétations

Références recommandées :

1. P. Giannozzi et al., "QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials", J. Phys.: Condens. Matter, 2009.
2. Ask Hjorth Larsen et al., "The Atomic Simulation Environment—A Python library for working with atoms", J. Phys.: Condens. Matter, 2017.
3. https://www.quantum-espresso.org/
4. https://wiki.fysik.dtu.dk/gpaw/
5. https://www.lammps.org/
6. https://www.vesta.jp/
7. https://avogadro.cc/
8. https://matplotlib.org/, https://numpy.org/

Semestre : 1
UE : Découverte

Matière : Théories des groupes et cristallographie

Objectifs de l'enseignement :

Donner une première vue d'ensemble sur les groupes de symétries et leurs représentations.

Connaissances préalables recommandées :

Notion de cristallographie et d'algèbre acquises lors du cursus de Licence de Physique.

Contenu de la matière :

1. Généralités sur la notion de groupe
2. Groupes de symétrie ponctuels
3. Représentation des groupes ponctuels de symétrie
4. . Application de la théorie des groupes
5. Rappels sur la cristallographie géométrique

Références:

[1] F. A. Cotton. Chemical Applications of Group Theory, 3rd Ed. Wiley-Interscience (1990).
[2] M. Tinkham. Group Theory and Quantum Mechanics. McGraw-Hill (1964).
[3] G. Burns G., A. M. Glazer. Space Groups for Solid State Scientists, 3rd Ed. Academic Press (2013).
[4] D. E. Sands. Introduction to Crystallography. Dover Publications (1993).
[5] D. M. Bishop. Group Theory and Chemistry. Dover Publications (1993).

Semestre : 1
UE : Transversale
Matière : Management de projet et communication

Objectifs de l'enseignement :
à initier les étudiants à la conduite de projet dans un cadre collaboratif et à leur fournir les outils de communication efficaces pour en assurer le pilotage, le suivi et la valorisation. Elle développe à la fois des compétences organisationnelles, relationnelles et méthodologiques.

Connaissances préalables recommandées :
Néant

Contenu de la matière :
Partie 1 : Fondamentaux du management de projet
- Introduction à la gestion de projet : Définitions d'un projet. Cycle de vie d'un projet. Rôles et parties prenantes. Exemples de projets étudiants, scientifiques, professionnels.
- Méthodologie de conduite de projet : Définition des objectifs (SMART). Cahier des charges et planification. Études de cas : construire un plan de projet simplifié.
- Organisation du travail d'équipe : Répartition des tâches. Matrice des responsabilités. Gestion du temps et des priorités. Outils collaboratifs (exemples : Trello, Google Workspace).
- Suivi et évaluation du projet : Indicateurs de performance. Suivi d'avancement (diagramme de Gantt). Gestion des risques et des imprévus. Bilan et capitalisation.

Partie 2 : Communication interpersonnelle et professionnelle
- Communication dans le cadre d'un projet : Types de communication (formelle/informelle, ascendante/descendante). Communication dans l'équipe et communication externe. Rédaction de courriels professionnels et comptes-rendus
- Communication orale et leadership : Techniques de présentation orale (structure, support, voix, regard). L'écoute active, la reformulation, la gestion de conflits. Jeu de rôle : réunion de projet simulée.

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

Semestre : 2
UE : Fondamentale
Matière : Photonique

Objectifs de l'enseignement :
Aperçu sur les systèmes désordonnés et compréhension des différences entre les solides cristallins et les non cristallins.

Connaissances préalables recommandées :

- *UEF1 (S1 : M1)*

Contenu de la matière :

I- Introduction
II- Électrons et ondes électromagnétiques dans les nanostructures
III- Interaction lumière-matière dans les nanostructures
IV-Les nanocristaux Semiconducteurs (quantum dots)
V- Lumière dans les structures non-périodiques
VI- Cristaux photoniques et Photonique intégrée.

Références
L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 2
UE : Fondamentale
Matière : Physique des lasers

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours de donner des connaissances approfondies sur les interactions rayonnement matière à l'origine de l'émission stimulée des matériaux. L'étudiant comprendra également les processus d'amplification, d'inversion de population qui sont la base de l'émission laser.

Connaissances préalables recommandées

Electromagnétisme, interférence, optique ondulatoire, interaction rayonnement matière.

Contenu de la matière

1. Résonateurs optiques
2. Absorption et Émission optiques dans les semi-conducteurs
3. Amplification optique
4. Oscillation laser
5. Déclenchement et mode locking.

Réference

[1] Fundamentals of Photonics B. E: A: Saleh, M. C. Teich Wiley series in Pure and Applied Optics. 2 ed 2007
[2] Lasers and electro-optics, D. C. Davis, Cambridge University Press 1996. JIA-MING LIU.

Semestre : 2
UE : Fondamentale
Matière : Physique Statistique avancée

Objectifs de l'enseignement :
Bases fondamentales de la thermodynamique et de la physique statistique appliquées aux corps solides

Connaissances préalables recommandées :
Principes de la thermodynamique classique et statistique

Contenu de la matière :
1. Introduction à la Thermodynamique Statistique
2. Phénomènes stochastiques
3. Notions fondamentales
4. Entropie Statistique
5. Statistique Classique
6. Statistiques Quantiques
7. Théorie cinétique des gaz
8. Mouvement brownien et diffusion
9. Théorie linéaire de la réponse

Références
L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 2
UE : Fondamentale
Matière : Physique des plasmas

Objectifs de l'enseignement :
Acquérir et comprendre les connaissances liées à la physique des milieux ionisés.

Connaissances préalables recommandées :
Notions de physique statistique et d'électromagnétisme dispensées en licence de physique.

Contenu de la matière :
1. Introduction aux plasmas.
2. Dynamique d'une particule chargée
3. Théorie cinétique des plasmas
4. Modélisation fluide des plasmas
5. Ondes dans les plasmas

Références :
[1] J.L. Delcroix et A. Bers. Physique des Plasmas I et II. InterEditions (1994).
[2] J-M. Rax. Physique des Plasmas, Cours et Applications. Dunod (2005).
[3] F.F. Chen. Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion. Springer (2016).

Semestre : 2
UE : Méthodologie
Matière *:* Propriétés tensorielles des solides

Objectifs de l'enseignement :

Compréhension des différentes propriétés physiques des matériaux en utilisant les tenseurs mathématiques de différents rangs

Connaissances préalables recommandées :

- *UEF1 (S1 : M1)*

Contenu de la matière :

1. Principes généraux.
2. Susceptibilités paramagnétique et diamagnétique.
3. Tenseur des contraintes.
4. Tenseur des déformations.
5. Élasticité. Tenseurs de rang 4.
6. Piézoélectricité. Tenseurs de rang 3.
7- Conductivité thermique et électrique.
8. Polarisation électrique.

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 2
UE : Méthodologie
Matière *:* Nanocaractérisation II

Objectifs de l'enseignement :

Applications pratiques des connaissances théoriques sur l'élaboration et la caractérisation des matériaux

Connaissances préalables recommandées :

- *UEM1 (S1 : M1)*

Contenu de la matière :

1- M-Lines
2- B. E. T
3- Granulométrie
4- Matériaux semiconducteurs : Effet Hall et conductivité électrique
5- Propriétés électriques
6- propriétés diélectriques

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 2
UE : Méthodologie
Matière : Intelligence Artificielle et Machine Learning 2

Objectifs pédagogiques :

Introduire les bases de l'IA et de l'apprentissage automatique (Machine Learning), en se concentrant sur leurs applications dans les sciences de la matière. Les étudiants comprendront les concepts fondamentaux de la modélisation basée sur les données et comment appliquer les techniques de l'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes du monde réel.

Connaissances préalables recommandées :

- Connaissance de l'unité « Intelligence Artificielle et Machine Learning 1 »

Contenu de la matière :

1. Introduction to AI and ML
   - Overview of AI and its applications.
   - Importance of data in AI and ML.
2. Basic Machine Learning Concepts
   - Supervised vs. unsupervised learning.
   - Key ML algorithms: regression, classification, clustering.
   - Evaluation metrics (MAE, R^2, accuracy).
3. Data Collection and Processing
   - Feature engineering and data pre-processing techniques.
   - Dealing with overfitting and underfitting.
   - Materials databases: Materials Project, OQMD, AFLOW.
4. Practical ML in Materials Science
   - Case study: Predicting material properties (band gap, etc.).
   - Using ML models for simple classification and regression tasks.

Références:

1. "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow" by
2. Aurélien Géron (focuses on practical applications of machine learning)
3. "Pattern Recognition and Machine Learning" by Christopher M. Bishop (provides
4. theoretical foundations of ML)
5. Tools & Libraries:
6. Python, Jupyter Notebooks
7. Scikit-learn, Pandas, Matplotlib
8. Materials science tools: Matminer, Pymatgen

Semestre *: 2*
UE : Découverte
***Matière :* Dispositifs optoélectroniques**

Objectifs de l'enseignement :
Ce cours permettra à l'étudiant de comprendre le principe de des émetteurs et récepteurs électro-optiques. L'étudiant sera en mesure de contribuer au développement la filiale photovoltaïque d'une part et d'autre part de concevoir et appliquer les différents systèmes de détection optiques.

Connaissances préalables recommandées
Physique des semi-conducteurs,

Contenu de la matière
1. Physique de la Jonctions Métal/Semiconducteur
2. Physique de la Jonction Semiconducteur/Semiconducteur
3. Physique de la Photodiode
4. Physique de la diode électroluminescente
5. Physique de la diode Photovoltaïque
6. Physique de la diode-laser

Références
[1] Principles of Solar Cells, LEDs and Diodes ADRIAN KITAI A John Wiley & Sons, Ltd., Publication 2011
[3] Martin Green. Solar cells: operating principles, Technology and System applications Prentice Hall Inc 1986
[3] Tom Markvart, Luis Castañer. Practical Handbook of Photovoltaics Fundamental and applications. Elsevier 2003
[4] Donald Neamen. Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles. McGrawHill 2002. [5] Texts and reference books will be introduced during the lectures.

Semestre *: 2*
UE : Transversale
Matière : Nanochimie

Objectifs de l'enseignement :
Former des étudiants, maîtrisant le maniement des concepts et méthodes physico-chimiques utilisés dans le domaine des nanotechnologies, des nano sciences, tout en possédant des compétences polyvalentes en physique générale et des matériaux Adopter une approche pluridisciplinaire, par exemple entre la physique et la chimie.

Connaissances préalables recommandées :
- UEF1 (S1 : M1) + UEF2 (S2 : M1)

Contenu de la matière :
1. Synthèse de nanoparticules,
2. Caractérisation chimique et physico-chimique,
3. Chimie quantique,
4. Nanotechnologies et électrochimie
5. Capteurs électrochimiques,
6. Nano fabrication par voie électrochimique
7. Nano chimie supramoléculaire.
8. Outils de caractérisation

Références
Livres et polycopiés, sites internet, etc.

Semestre *: 2*
UE : Transversale
Matière : Recherche bibliographique, techniques de rédaction, et éthique

Objectifs de l'enseignement
Acquérir les outils de rédaction de documents scientifiques (thèses, articles, …)

Connaissances préalables recommandées :
Néant.

Contenu de la matière :
1. Outils de rédaction scientifique
2. Articles et journaux scientifiques
3. Structuration d'un article
4. Rapports, mémoires/thèses et présentation

Semestre : 3
UE : Fondamentale
Matière2 : **Nanoélectronique**

Objectifs de l'enseignement

Former des chercheurs en nano- et microélectronique ayant un spectre de connaissances étendu, dans le domaine de la physique et de la technologie des composants élémentaires. Une attention particulière est portée à la prise en compte des phénomènes intervenant pour la réalisation et l'utilisation des composants nanométriques.

Connaissances préalables recommandées :

- *UEF1 (S1 : M1) + UEF2 (S2 : M1)*

Contenu de la matière :

1. Propriétés électronique des Surfaces
2. Propriétés électroniques des nano objets
3. Physiques des nanocomposants
4. Nanostructures moléculaires et systèmes moléculaires isolés et autoassemblage
5. Composants optoélectroniques
6. Micro et nanoélectronique
7. Lithographie

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 3
UE : Fondamentale
Matière : Plasmonique

Objectifs de l'enseignement

Exploitation les plasmons pour des applications high-tech, en combinant compétences techniques et projets pratiques avec des outils open-source.

Connaissances préalables recommandées :

- *UEM1 (S1 : M1) + UEM2 (S2 : M1)*
-

Contenu de la matière :

1- Propriétés optiques des métaux nobles : Fonction diélectrique, Contributions intra-bandes (Modèle de Drude et plasmon de volume), Contributions interbandes (Modèle de Drude-Lorentz,…)

2- Plasmons Polaritons de surface : Conditions d'excitation des plasmons de surface à une interface planaire métal-diélectrique, Techniques d'excitation des plasmons de surface Techniques d'excitation des plasmons de surface

3- Plasmons de surface localisés

4- Quelques applications

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 3
UE : Fondamentale
Matière : Optique non linéaire

Objectifs de l'enseignement

Ce cours est destiné à donner aux étudiants les notions et principes de base sur le domaine de l'optique non linéaire. Les équations de base régissant les différents processus non linéaires seront dérivées et des solutions détaillées seront discutées dans approche par ondes planes. Les principaux aspects des interactions non linéaires avec les faisceaux gaussiens et les impulsions courtes seront ensuite considérés afin d'étendre la formulation de base à des systèmes et interactions plus complexes. La dernière partie de ce cours vise à donner un aperçu des avancées récentes et de l'état de l'art du domaine de l'optique non linéaire.

Connaissances préalables recommandées :

Ondes électromagnétiques

Contenu de la matière :

1. Introduction a l'optique non linéaire
2. Les processus non lineaires du second ordre
3. Les processus optiques non linéaires du troisieme ordre
4. Interactions non linéaires avec les faisceaux gaussiens et les impulsions ultra-breves

Mode d'évaluation : Contrôle continu + examen

Références

[1] S. Boyd.Nonlinear Optics. Academic Press, Boston, 1992.
[2] A. Yariv.Quantum Electronics. 3rd edition. Wiley, VCH, 1988.
[3] S.A. Akhmanov and S.Y. Nikitin.Physical Optics. Oxford University Press,1997
[4] Y. R. Shen.Introduction to Nonlinear Optics. John Wiley, New York, 1984.
[5] A.C. Newell and J.V. Moloney.Nonlinear Optics. AddisonWesley,1992.
[6] Richard L Sutherland. Handbook of Nonlinear Optics. Second Edition. Marcel Dekker, Inc, New York, 2003. 7. M. Wegener. Extreme nonlinear optics. Springer, 2004.

Semestre : 3
UE : Fondamentale
Matière: Phénomènes de Transport dans les Solides

Objectifs de l'enseignement

Acquérir les mécanismes fondamentaux et les avancées récentes en transport électronique et thermique.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances de physique du solide et mécanique quantique acquises durant les deux premiers semestres du parcours de master.

Contenu de la matière :

1- Transport électronique dans les solides
2- Bases Théoriques
3- Mécanismes de transport
4- Applications
5- Transport thermique dans les solides
6- Fondements
7- Mécanismes et contrôles
8- Applications

Références

[1] N.W. Ashcroft, N. David Mermin. Solid State Physics. Saunders College Publishing (1976).
[2] S. Datta. Electronic Transport in Mesoscopic Systems. Cambridge University Press (1997).
[3] Y. Imry. Introduction to Mesoscopic physics. Oxford University Press (1997).
[4] C. Kittel & H. Kroemer. Thermal Physics. W. H. Freeman and Company, New York (1980).
[5] G. Chen. Nanoscale Energy Transport and Conversion: A Parallel Treatment of Electrons, Molecules, Phonons, and Photons. Oxford Academic (2005).
[6] H. Haug, A.-P. Jauho. Quantum Kinetics in Transport and Optics of Semiconductors. Springer (2007).
[7] J. M. Ziman. Electrons and Phonons: The theory of Transport Phenomena in Solids. OUP Oxford (2001). [8] D. M. Rowe. CRC Handbook of Thermoelectrics. CRC Press (1995)

Semestre : 3
UE : Méthodologie
Matière : Nanostructure

Objectifs de l'enseignement

Analyser, modéliser et résoudre des problèmes de physique avancés. Connaître quelques outils expérimentaux importants pour l'élaboration et la caractérisation des matériaux. Adopter une approche pluridisciplinaire, par exemple entre la physique et la chimie.

Connaissances préalables recommandées :

Transformation de phase et interaction rayonnement matière.

Contenu de la matière :

1- Définition des nanostructures et intérêt scientifique
2- Classification des nanomatériaux (0D, 1D, 2D, 3D)
3- Hybridation des orbitales atomiques
4- Propriétés structurales et morphologiques des nano objets
5- Les allotropes du carbone (Diamant, graphite, Graphène, nanotubes, fullerènes, ….)
6- Nano fils, Nano battons,
7- Nanostructures des oxydes métalliques
8- Nanostructuration des surfaces
9- Fonctionnalisation
10- Techniques de fabrication des nanostructures (Top-down, bottom-up, biologique ; épitaxie, …)

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 3
UE : Méthodologie
Matière: Modélisation Numérique des Nanostructures

Objectifs de l'enseignement

Développer des compétences avancées en simulation numérique des systèmes électroniques et magnétiques à l'échelle nanométrique.

Savoir modéliser des systèmes corrélés et/ou désordonnés avec des méthodes numériques modernes.

Savoir implémenter des algorithmes de simulation en langage Python pour explorer des phénomènes quantiques à dimension finie.

Connaissances préalables recommandées :

Maitrise des bases de Python, Analyse numérique et connaissances fondamentales en physique du solide.

Contenu de la matière :

1- Structures électroniques en systèmes finis ou désordonnés
2- Modèles corrélés à N corps - Hubbard, Anderson, extensions
3- Méthodes ab initio et dynamique moléculaire
4- Modèles magnétiques avancés

Références :

[1] R. T. Scalettar. An introduction to the Hubbard Hamiltonian. In: Quantum Materials: Experiments and Theory Modeling and Simulation Vol. 6, Forschungszentrum Jülich (2016).
[2] Thijssen. Computational Physics, 2nd Ed. Cambridge University Press (2007).
[3] D. P. Landau & K. Binder. A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics. Cambridge University (2014).
[4] E. Dagotto. Correlated Electrons in High-Temperature Superconductors, Rev. Mod. Phys. (1994).
[5] S. R. White. Density Matrix Renormalization Group and Its Applications. Phys. Rep. (1999)

Semestre 3
UED1.1
***Matière7 :* Application des nanomatériaux**

Objectifs de l'enseignement :

Familiarisation avec les applications pratiques des nanomatériaux dans des secteurs technologiques stratégiques

Connaissances préalables recommandées :

Interaction rayonnement matière**.**

Contenu de la matière :

Applications environnementales
1- Photocatalyse
2- Purification de l'eau
3- Dépollution de l'air
4- Applications énergétiques
5- Applications dans la santé
6- Applications dans l'industrie mécanique
7- Applications dans l'industrie électronique

Références

L*ivres et polycopiés, sites internet, etc.*

Semestre : 3
UE : Découverte
Matière *:* Communication Quantique

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette matière est de donner à l'étudiant les outils de base nécessaires pour la maitrise des concepts du calcul quantique et du traitement quantique de l'information en mettant l'accent sur une reformulation adéquate des postulats de la mécanique quantique.

Connaissances préalables recommandées :

Des notions de base de statistique et de probabilité
Des notions d'algèbre linéaire
Connaissances élémentaires de mécanique.

Contenu de la matière :

1- Éléments de base de la théorie de l'information quantique : bit quantique, portes quantiques, intrication quantique
2- Protocoles de base de la théorie de l'information quantique : États quantiques, borne Holevo, Codage superdense, Téléportation quantique, Théorème de non-clonage
3- Cryptographie quantique : Protocoles de distribution de clés quantiques, Preuves de sécurité
4- Communication quantique longue distance : Échange d'intrication, distillation de l'intrication, Répéteurs quantiques

Références

(Livres et polycopiés, sites internet, etc).

Semestre : 3
UE : Transversale
Matière : Entrepreneuriat, Innovation et Startup

Objectifs de l'enseignement
- Comprendre les fondamentaux de l'innovation et de l'entrepreneuriat
- Identifier les étapes de création d'une start-up
- Savoir concevoir, structurer et pitcher un projet innovant
- Maîtriser les outils clés : business model, étude de marché, MVP, levée de fonds

Connaissances préalables recommandées : Néant.

Contenu de la matière :
1- Introduction à l'innovation scientifique et à l'entrepreneuriat
2- De l'idée scientifique à l'opportunité de marché
3- Introduction au Business Model
4- Validation scientifique et marché
5- Propriété intellectuelle et brevets
6- Étude de marché et veille technologique
7- MVP et prototypage scientifique
8- Structuration d'une start-up technologique
9- Financement de l'innovation
10- Communication et vulgarisation
11- Éthique, impact et développement durable
12- Création de start-up deeptech
13- Préparation du projet final
14- Simulation de pitch
15-Soutenances finales

Références
[1] Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). Business Model Nouvelle Génération. Pearson. Référence incontournable pour comprendre et utiliser le Business Model Canvas.
[2] Ries, E. (2011). The Lean Startup. Crown Business. (Trad. française : Lean Startup, Pearson) L'ouvrage de référence sur la méthode Lean appliquée à l'innovation.
[3] Christensen, C. M. (1997). The Innovator's Dilemma. Harvard Business Review Press. * Sur l'innovation disruptive et les défis des entreprises établies

Semestre : 3
UE : Transversale
Matière : Concept qualité et propriété intellectuelle

Objectifs de l'enseignement :
Avoir des notions de gestion de qualité. Notion sur la normalisation. Analyse de la valeur d'un produit.

Connaissances préalables recommandées :
Notion d'économie et de gestion d'entreprise.

Contenu de la matière :
1- Gestion de la qualité
2- Contrôle
3- Communication
4- Analyse de la valeur
5- Introduction et bases du droit de la propriété intellectuelle
6- Protection des créations techniques
7- Droit d'auteur et droits connexes
8- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle
9- Aspects éthiques et déontologiques
10- Cas pratiques et études de cas dans le domaine de la physique

Références
[1] J. F. Souterain, P. Farcet. Organisation et gestion de l'entreprise. Ed. Berti (2007).
[2] M. Darbelet, L. Izard, M. Scaramuzza. Mangement. Ed. Berti (2007).
[3]Loi algérienne sur la propriété intellectuelle et ressources INAPI.
[4]Guides pratiques sur la gestion et commercialisation de la PI.