

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

# نموذج مطابقة و مواءمة

عرض تكوين ليسانس أكاديمي  
2026 – 2025

| التخصص                         | الشعبة   | ميدان       |
|--------------------------------|----------|-------------|
| السنة الثالثة<br>فيزياء أساسية | الفيزياء | علوم المادة |

**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. LICENCE ACADEMIQUE**

**2025 – 2026**

| <b>Domaine</b>                    | <b>Filière</b>  | <b>Spécialité</b>                   |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| <b>SCIENCES<br/>DE LA MATIERE</b> | <b>PHYSIQUE</b> | <b>L3 Physique<br/>fondamentale</b> |

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

## Semestre 5 :

| Unité d'Enseignement                                               | Matières                        | VHS            | V.H hebdomadaire |      |      | Autres | Coe<br>ff | Crédits | Mode d'évaluation |        |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|------------------|------|------|--------|-----------|---------|-------------------|--------|
|                                                                    | Code<br>Intitulé                | 15<br>semaines | C                | TD   | TP   |        |           |         | Continu           | Examen |
| UE Fondamental<br>Code : UEF 5<br>Crédits : 18<br>Coefficient : 09 | Relativité restreinte           | 45h00          | 1h30             | 1h30 |      | 55h00  | 2         | 4       | 33%               | 67%    |
|                                                                    | Mécanique Quantique II          | 67h30          | 3h00             | 1h30 |      | 82h30  | 3         | 6       | 33%               | 67%    |
|                                                                    | Physique statistique            | 45h00          | 1h30             | 1h30 |      | 55h00  | 2         | 4       | 33%               | 67%    |
|                                                                    | Analyse Numérique 2             | 45h00          | 1h30             |      | 1h30 | 55h00  | 2         | 4       | 33%               | 67%    |
| UE Méthodologie<br>Code : UEM 5<br>Crédits : 9<br>Coefficient : 5  | Électronique 2                  | 45h00          | 1h30             |      | 1h30 | 55h00  | 2         | 4       | 50%               | 50%    |
|                                                                    | Programmation Orientée Objet 2  | 22h30          |                  |      | 1h30 | 27h30  | 1         | 2       | 50%               | 50%    |
|                                                                    | Analyse des Données             | 37h30          | 1h30             |      | 1h00 | 37h30  | 2         | 3       | 50%               | 50%    |
| UE Découverte<br>Code : UED 5<br>Crédits : 2<br>Coefficient : 2    | Acquisition de données          | 22h30          |                  |      | 1h30 | 2h30   | 1         | 1       |                   | 100%   |
|                                                                    | Logiciels libres et open source | 22h30          |                  |      | 1h30 | 2h30   | 1         | 1       |                   | 100%   |
| UE Transversal<br>Code : UET 5<br>Crédits : 1<br>Coefficient : 1   | Techniques expérimentales       | 22h30          | 1h30             |      |      | 2h30   | 1         | 1       |                   | 100%   |
| Total Semestre 5                                                   |                                 | 375h00         | 12h00            | 4h30 | 8h30 | 375h00 | 17        | 30      |                   |        |

**Semestre 6**

| Unité d'Enseignement                                               | Matières                             | VHS         | V.H hebdomadaire |      |      | Autres | Coeff | Crédits | Mode d'évaluation |        |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------|------|------|--------|-------|---------|-------------------|--------|
|                                                                    | Code Intitulé                        | 15 semaines | C                | TD   | TP   |        |       |         | Continu           | Examen |
| UE Fondamental<br>Code : UEF 6<br>Crédits : 18<br>Coefficient : 09 | Physique Atomique                    | 45h00       | 1h30             | 1h30 |      | 55h00  | 2     | 4       | 33%               | 67%    |
|                                                                    | Physique du Solide                   | 67h30       | 3h00             | 1h30 |      | 82h30  | 3     | 6       | 33%               | 67%    |
|                                                                    | Physique Nucléaire                   | 45h00       | 1h30             | 1h30 |      | 55h00  | 2     | 4       | 33%               | 67%    |
|                                                                    | Fonctions Spéciales de la Physique   | 45h00       | 1h30             | 1h30 |      | 55h00  | 2     | 4       | 33%               | 67%    |
| UE Méthodologie<br>Code : UEM 6<br>Crédits : 9<br>Coefficient : 5  | Optique Physique                     | 60h00       | 1h30             | 1h30 | 1h00 | 65h00  | 3     | 5       | 50%               | 50%    |
|                                                                    | TP Physique du Solide                | 22h30       |                  |      | 1h30 | 27h30  | 1     | 2       | 50%               | 50%    |
|                                                                    | TP Physique Atomique & Nucléaire     | 22h30       |                  |      | 1h30 | 27h30  | 1     | 2       | 50%               | 50 %   |
| UE Découverte<br>Code : UED 6<br>Crédits : 2<br>Coefficient : 2    | Procédés didactiques et Pédagogiques | 45h00       | 3h00             |      | /    | 5h00   | 2     | 2       |                   | 100%   |
| UE Transversal<br>Code : UET 6<br>Crédits : 1<br>Coefficient : 1   | Entrepreneuriat                      | 22h30       | 1h30             |      | /    | 2h30   | 1     | 1       |                   | 100%   |
| Total Semestre 6                                                   |                                      | 375h00      | 13h30            | 7h30 | 4h00 | 375h00 | 17    | 30      |                   |        |

## II – Programme détaillé par matière

### Programme détaillé par matière L3 PHYSIQUE FONDAMENTALE

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 :5

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Relativité Restreinte

Connaissances préalables recommandées

#### Chapitre 1 : De la relativité galiléenne à Einstein (1h30)

- Rappels sur la relativité de Galilée : principe d'inertie, composition des vitesses
- Limites de la mécanique classique face à l'électromagnétisme
- Rôle de l'éther : hypothèse d'un repère absolu
- Expérience de Michelson & Morley : mise en évidence de l'invariance de la vitesse de la lumière
- Postulats d'Einstein pour la relativité restreinte
- Invariance des lois physiques et de la vitesse de la lumière
- Simultanéité, contraction des longueurs, dilatation du temps

#### Chapitre 2 : Transformation de Lorentz (4h30)

- Établissement des transformations de Lorentz
- Transformation des vitesses et des accélérations
- Invariance de l'intervalle spatio-temporel et causalité
- Temps propre
- Applications : effet Doppler relativiste, aberration de la lumière

#### Chapitre 3 : Espace-temps de Minkowski et quadrivecteurs (3h)

- Introduction à l'espace de Minkowski
- Quadrivecteur position, déplacement, vitesse et d'onde
- Propriétés générales des quadrivecteurs
- Reformulation des lois de la cinématique en 4D

#### Chapitre 4 : Dynamique relativiste (6h)

- Rappels sur la dynamique newtonienne
- Postulats de la dynamique relativiste
- Quadrivecteurs impulsion et force
- Énergie cinétique relativiste
- Relation énergie-impulsion
- Applications : Photons, effet Compton, effet Čerenkov, collisions relativistes (élastiques, inélastiques, choc mou)

#### Chapitre 5 : Relativité et électromagnétisme (4h30)

- Rappel des lois classiques : Lorentz, Faraday, Ampère-Maxwell
- Tenseur électromagnétique : formulation relativiste
- Quadrivecteurs : densité de courant, quadri-potentiel
- Invariance et transformation des équations de Maxwell
- Équation de continuité, matrice du champ électromagnétique

#### Chapitre 6 : Approche variationnelle (facultatif ou avancé, 3h)

- Lagrangien relativiste pour le champ électromagnétique
- Hamiltonien relativiste
- Application à la dynamique des particules chargées

#### Références bibliographiques :

- J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley and sons 1998
- J. A. Edminister, Électromagnétisme : Cours et Problèmes.
- C. Semay et B. Silvestre-Brac, Relativité restreinte Bases et applications, Dunod 2005
- C. Grossetete, Relativité restreinte, Ellipses 1985
- Yvan Simon, Relativité restreinte, Librairie Amand Colin 1971
- J. Hladik et M. Chryosos, Introduction à la relativité restreinte, Dunod 2001
- V. Faraoni, Special relativity, Springer 2013
- R. Reisnick, Introduction to special relativity, J. Wiley and sons 1968



Semestre : 5

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Mécanique Quantique II

### Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce module est de remettre à jour et approfondir les connaissances en mécanique quantique acquises en S4.

### **Connaissances préalables recommandées**

L'étudiant doit connaître au préalable les trois points fondamentaux suivants :

- savoir comment décrire les particules en mécanique quantique, en utilisant la représentation de Schrödinger.
- connaître comment trouver les solutions stationnaires de l'équation de Schrödinger, dans le cas des potentiels élémentaires à une dimension.
- connaître le formalisme mathématique et les postulats de la mécanique quantique.

### Contenu de la matière :

#### **Chapitre 1: Rappels**

Puits et barrières

Oscillateur harmonique à une dimension

#### **Chapitre 2: Les moments cinétiques**

Théorie générale

Moments cinétiques orbitaux, harmoniques sphériques

Moment cinétique de spin  $\frac{1}{2}$

Composition de moments cinétiques. Coefficients de Clebsch-Gordon

#### **Chapitre 3 : Le potentiel central**

États liés. Atome d'hydrogène

États de diffusion

#### **Chapitre 4 : Méthodes d'approximations**

Perturbations stationnaires : cas non-dégénéré

Perturbations stationnaires : cas dégénéré

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

- [1] C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, and F. Laloe. Mécanique quantique, tomes 1 et 2, édition Heremann (1973).
- [2] Michel Le Bellac, Physique quantique, EDP Sciences, Paris, 2007.
- [3] Texier Christophe, Mécanique quantique : Cours et exercices corrigés, 2<sup>ème</sup> édition, Dunod, 2015.
- [4] Jean-Louis Basdevant et Jean Dalibard, Mécanique quantique : Cours de l'École polytechnique, 2002.
- [5] Habib Bouchriha, Introduction à la physique quantique, Cours et applications, 2002 Office des Publication Universitaire.

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement Fondamentale**

**Matière : Physique Statistique**

**Objectifs de l'enseignement**

Faire acquérir aux étudiants l'utilisation des méthodes statistiques en physique, les familiariser avec les notions de particules discernables et indiscernables, de macroétat et de microétats. Étudier les ensembles de Gibbs et quelques applications : modélisation de systèmes physiques, étude quantique, limite classique.

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1 : Éléments de base**

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

**Chapitre 2 : Ensemble micro-canonique**

- Équiprobabilité des états microscopiques d'un système isolé
- Entropie statistique
- Paradoxe de Gibbs
- Limite thermodynamique
- Lien avec le deuxième principe de la thermodynamique

**Chapitre 3 : Ensemble canonique**

- Facteur de Boltzmann
- Fonction de partition et énergie libre
- Énergie moyenne et fluctuations
- Théorème d'équipartition
- Applications à des systèmes de particules sans interactions

**Chapitre 4 : Ensemble grand canonique**

- Grand potentiel thermodynamique
- Statistique de Bose-Einstein
- Statistique de Fermi-Dirac
- Gaz parfait de Bose
- Rayonnement du corps noir
- Gaz parfait de Fermi à température nulle
- Modèle de Debye-Einstein pour les phonons
- Paramagnétisme

**Chapitre 5 : Applications : Rayonnement du corps noir**

**Références bibliographiques**

- M. Le Bellac et al. : Thermodynamique statistique, Dunod (2001)
- W. Greiner et al. : Thermodynamique et mécanique statistique, Springer

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Analyse Numérique II

**Objectifs de l'enseignement**

La maîtrise des outils de calcul numérique appliqués pour les systèmes algébriques et la résolution des équations différentielles.

**Connaissances préalables recommandées**

Notions d'Analyse Mathématique 1 et de Calcul Approché enseignées en première et deuxième année Licence respectivement.

**Contenu de la matière :**

**Cours :**

**Chapitre 1 : Intégration Numérique**

- Position du problème
- Méthode directe
- Méthodes de Newton-Cotes -Formule des trapèzes -Formules de Simpson
- Quadratures de Gauss – Définition -Généralisation

**Chapitre 2 : Equations différentielles ordinaires**

- Rappels
- Méthode d'Euler -Interprétation géométrique -Estimation de l'erreur Méthode d'Euler Implicite
- Méthode de Runge-Kutta – RK22 -RK44

**Chapitre 3: Systèmes d'équations**

- Rappels d'algèbre linéaire
- Méthodes Directes -Quelques propriétés
- Méthode d'élimination de Gauss
- Méthode de Gauss-Jordan
- Factorisation LU – Méthode de Cholesky
- Conditionnement d'une matrice
- Méthodes itératives -Méthode de Jacobi -Méthode de Gauss-Siedel

**Chapitre 4 : Systèmes non linéaires**

**Travaux pratiques ;**

- TP N°1 : intégration numérique
- TP N°2 : résolution des équations différentielles ordinaires
- TP N°3 : résolution des systèmes d'équations linéaires
- TP N°4 : C'est un TP sous la forme d'un petit projet ; plusieurs variantes de problèmes réels seront résolues numériquement et présentées sous la forme d'un projet.

**Références bibliographiques :**

- [1] R. L. Burden, J. D. Faires and M. Julet, Numerical Analysis, Brooks / Cole, Cengage Learning, Boston , 2011
- [2] Luc Jolivet and Rabah Labbas , Analyse et analyse numérique, Lavoisier ,2005
- [3] J. Kiusalaas, Numerical Methods in Engineering with MATLAB , Cambridge University Press, 2005

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Électronique II

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions d'électricité acquises en S2 et notions de l'électronique de base acquise en S4 (Matière Électronique I)

**Objectifs de l'enseignement**

Le contenu du programme de cette matière complète et approfondie les notions élémentaires d'électronique acquises dans la matière Électronique I enseignée en S4.

**Contenu de la matière**

**Cours :**

**Chapitre 1 :** Étude des amplificateurs à base de transistors (montages fondamentaux, amplificateurs à plusieurs étages, réponse en fréquences)

**Chapitre 2 :** Étude de la contre réaction (indispensable pour des physiciens et nécessaires pour la compréhension des amplificateurs opérationnels)

**Chapitre 3 :** Amplificateurs opérationnels (montages de base, filtres actifs, oscillateurs)

**Chapitre 4 :** Application des amplificateurs opérationnels

**Travaux Pratiques**

**T.P. N° 1 : Transistor bipolaire : caractéristiques :**

Caractéristiques statiques

**T.P. N° 2 : Transistor bipolaire : montage émetteur commun :**

Caractéristiques dynamiques, circuit équivalent, influence de la résistance d'émetteur, réponse fréquentielle. Autres montages.

**T.P. N° 3 : Transistor bipolaire : montage sélectif.**

Réponse fréquentielle, bande passante, coefficient de qualité

**T.P. N° 4 : Amplificateur opérationnel : montages fondamentaux :**

Montages inverseur et non inverseur.

**T.P. N° 5 : Amplificateur opérationnel : filtres actifs :**

Filtre passe bas, filtre passe bande.

**T.P. N° 6 : Amplificateur opérationnel : régime de saturation :**

Montage comparateur, montage oscillateur carré (astable).

**T.P. N° 7 : Amplificateur opérationnel : autres applications :**

Montage dérivateur, montage intégrateur, montage sommateur.

**Démonstration :**

La simulation en électronique :

Étude d'un logiciel de simulation. Exemples d'application.

**Références bibliographiques :**

1. Jean-Jacques Rousseau, Introduction à l'électronique : cours et exercices corrigés, Edition ellipses
2. Yves Granjon. Exercices et problèmes d'électronique-Licence, Dunod
3. Lantz André. Amplificateurs fondamentaux et opérationnels, principe, fonctionnement et utilisation.
4. Mourad Haddad. Exercices corrigés en électronique générale avec résumé du cours OPU-Alger.
5. Hamoud Ladjouze. Électronique générale, OPU-Alger

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : Méthodologie**

**Matière : Programmation Orientée Objet 2**

**Objectifs du cours :**

Approfondir les concepts de la POO (héritage, polymorphisme, encapsulation).

Introduire les structures de données arborescentes (arbres binaires).

**Contenu du cours :**

**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).

**Bibliographie :**

"Fluent Python" by Luciano Ramalho (covers advanced Python OOP concepts)

"Algorithms" by Robert Sedgewick and Kevin Wayne (for deeper insights into tree data structures)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Analyse des données

Prérequis

- Connaissances de base en probabilités et statistiques
- Notions d'algèbre linéaire
- Expérience en méthodes numériques et programmation

### Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cette unité est d'initier les étudiants aux techniques modernes d'analyse statistique des données. Elle combine une approche théorique approfondie à des applications pratiques via des travaux pratiques en Python. À l'issue de l'unité, les étudiants seront capables de :

- Présenter et analyser des données expérimentales.
- Modéliser des phénomènes à l'aide de distributions de probabilité.
- Estimer des paramètres statistiques à partir d'échantillons.
- Utiliser des méthodes d'estimation avancées et réaliser des tests d'hypothèses.

### Programme détaillé et répartition sur 15 semaines

#### Chapitre 1 : Expériences, données et statistiques (Semaines 1 à 3)

- **Contenu théorique :**
  - **Introduction aux méthodes expérimentales :**
    - Présentation des protocoles de mesure en physique et des différents types d'expériences.
    - Discussion sur la collecte des données expérimentales : sources, formats et enjeux.
  - **Mise en forme et structuration des données :**
    - Organisation des données sous forme de tableaux, graphiques et diagrammes.
    - Introduction aux statistiques descriptives : calcul de la moyenne, médiane, écart-type et variance.
- **Travaux pratiques en Python ou en R :**
  - **Collecte et préparation des données :**
    - Simulation d'une expérience simple pour recueillir des données.
    - Introduction à l'importation et au nettoyage de données (exemple avec *pandas* en Python ou *dplyr* en R).
  - **Visualisation et analyse préliminaire :**
    - Création de graphiques (histogrammes, diagrammes en barres, scatter plots) pour représenter les données.
    - Calcul des indicateurs statistiques sur un jeu de données expérimental et interprétation des résultats.

#### Chapitre 2 : Distributions de probabilité (Semaines 3 à 5)

- **Contenu théorique :**
  - Introduction aux variables aléatoires.
  - Étude des principales distributions : Normale, Exponentielle, Cauchy, Bi-normale, Poisson, Log-normale.
- **Travaux pratiques en Python ou en R:**
  - Implémentation et visualisation des distributions par Python ou R.
  - Apprendre à lire et utiliser des tables standard de ces distributions.

#### Chapitre 3 : Distributions associé à la distribution normale (Semaines 6 à 8)

- **Contenu théorique :**

- Étude des distributions associées à la normale :
  - Distribution du Chi-carré
  - Distribution de Student
  - Distribution F
- **Travaux pratiques en Python ou en R :**
  - Implémentation et analyse des distributions Chi-carré, Student et F.
  - Applications pratiques sur l'utilisation des tables de ces distributions.

#### Chapitre 4 : Échantillonnage et estimation par intervalle de confiance (Semaines 9 à 10)

- **Contenu théorique :**
  - Concepts d'échantillonnage aléatoire et d'estimateurs.
  - Estimation de la moyenne, de la variance et de la covariance.
  - Loi des grands nombres et théorème de la limite centrale.
  - Méthodes de propagation des erreurs.
- **Travaux pratiques en Python ou en R :**
  - Simulation d'échantillonnage et calcul d'estimateurs.
  - Visualisation et vérification de la loi des grands nombres et du théorème de la limite centrale.
  -

#### Chapitre 5 : Estimation ponctuelle des paramètres (Semaines 11 à 12)

- **Contenu théorique :**
  - Méthodes d'estimation des paramètres : vraisemblance maximale et variance minimale.
  - Introduction à la méthode des moindres carrés.
  - Approche par Chi-carré minimal.
- **Travaux pratiques en Python ou en R :**
  - Mise en œuvre des méthodes d'estimation sur des jeux de données.
  - Comparaison des techniques et évaluation de leur précision.

#### Chapitre 6 : Tests d'hypothèses (Semaines 13 à 14)

- **Contenu théorique :**
  - Formulation des hypothèses statistiques.
  - Test du meilleur ajustement (*goodness-of-fit test*) et test d'indépendance.
  - Distinction entre tests paramétriques et non paramétriques.
- **Travaux pratiques en Python ou en R :**
  - Implémentation et application des tests d'hypothèses sur des données réelles.
  - Analyse et interprétation des résultats statistiques.

#### Synthèse et révisions (Semaine 15)

- Révision générale de l'ensemble des chapitres.
- Discussion sur l'intégration des concepts et préparation à l'examen final.
- Session interactive en Python pour consolider les acquis.

#### Références bibliographiques essentielles

1. Sheldon M. Ross, Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Academic Press.
2. Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T. & Flannery, B.P., Numerical Recipes, Cambridge University Press.
3. Casella, G. & Berger, R.L., Statistical Inference, Duxbury Press.

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : Découverte**

**Matière : Acquisition de données**

**Objectifs de l'enseignement**

À l'issue de cet enseignement l'étudiant sera apte à mettre en pratique ses acquis pour la mesure et l'acquisition de données physiques.

**Contenu de la matière :**

**TP n°1 :** Métrologie et prise d'une mesure (ex : pied à coulisse numérique et autres...)

**TP n°2 :** Choix d'un instrument de mesure

Résolution, fidélité, étendue de mesure ...

**TP n°3 :** Étude, étalonnage et conditionnement d'un capteur de température CTN

Linéarisation du signal, calculs des incertitudes, justesse de la mesure.

**TP n°4 :** Initiation à l'instrumentation numérique

- Apprentissage de l'acquisition d'un signal : conditionnement d'un capteur LM35
- Apprentissage de l'acquisition d'un signal : conditionnement d'un capteur optique

**TP n°5 :** Mesure d'une contrainte mécanique (étalonnage, mesures...)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

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 :

### 1. Introduction aux Logiciels Libres

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

### 2. Panorama des Licences

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

### 3. Outils Open Source Essentiels

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

### 4. Contribution aux Projets Libres

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

### 5. Enjeux Contemporains

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

## Références bibliographiques :

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

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Transversal

Matière : Techniques expérimentales

Objectifs de l'enseignement :

- Maîtrise de la structure quantique de la matière ; échelle atomique.
- Maîtrise des différentes méthodes spectrométriques utilisées dans le traitement de la structure atomique de la matière.

Connaissances préalables recommandées :

Structure de la matière

Contenu de la matière :

**1- Ellipsométrie optique**

- Principes Polarisation de la lumière.
- Appareillage.
- Application à l'étude des couches minces spectroscopie (UPS).

**2. Spectrométrie de masse**

- principe
- Caractéristiques d'un spectromètre (optique, pouvoir de résolution)
- Application : analyse de masse, séparation isotopique, SIMS

**3. Spectroscopie des rayons X**

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

**4. Spectroscopie à électrons**

- Microsonde à électrons (application à la métallurgie et la géologie)
- Diffraction électronique (LEED, RHEED, EBSD)

**5. Spectroscopie nucléaire**

- Gammagraphie
- Activation neutronique
- Analyse par faisceaux (PIXE, RBS et RN)
- RMN - Imagerie

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

Peter Wiliam Atkins Elément de chimie physique. De Boeck université 1996. [2] Dean's analytical chemistry handbook. McGraw-Hill 2004.

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Physique Atomique**

**Connaissances préalables recommandées**

Cours de la mécanique quantique, Ondes, Optique et Électricité.

**Objectifs de l'enseignement**

Introduction à l'étude de l'atome

**Contenu de la matière :**

**Physique Atomique :**

**Chapitre 1 : LES ATOMES HYDROGÉNOÏDES (6h)**

Rappels des résultats du modèle de Bohr-Sommerfeld

Traitement quantique de l'atome d'hydrogène

Les fonctions propres des états stationnaires

Distribution spatiale de la densité électronique

Valeurs moyennes des grandeurs d'espace

Parité d'un état hydrogénoïde

**Chapitre 2 : LES ATOMES A PLUSIEURS ELECTRONS (9h)**

Le modèle en couches

Les atomes alcalins

L'atome d'hélium

**Chapitre 3 : TRANSITIONS RADIATIVES (7h30)**

Probabilités de transition

Formes des raies spectrales

Quelques applications

**Références bibliographiques**

1- Physique Atomique, B. Held, OPU (1976).

2- The Physics of Atoms and Quanta, H. Haken & Hans C. Wolf, Springer-Verlag, 3rd Edition, (1993).

3- Physique atomique, B. Held, Ed. Masson..

4- Physique atomique 2. L'atome : un édifice quantique 2ème édition, B. Cagnac, Ed. DUNOD.

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Physique du Solide**

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions en Algèbre et Analyse. Connaissances en Électrostatique, Mécanique analytique, Ondes Électromagnétiques, Optique, Physique Atomique, Mécanique Quantique. Vibrations du réseau. Statistiques de Boltzman et de Fermi.

**Objectifs de l'enseignement**

Introduction à la physique de l'état solide. Étude des concepts de base de l'état solide. Initiation aux principales propriétés.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Cristallographie (4 semaines)**

- Structure Cristalline : motif et réseau, maille, réseau cristallin, plans réticulaires et indices de Miller, structures cristallines courantes.
- Réseau réciproque
- Diffraction cristalline : réflexion des RX (loi de Bragg), diffraction par un réseau cristallin, facteur de structure, méthodes expérimentales.
- Liaison cristalline : définition (cohésion du cristal), cristaux de gaz neutres, cristaux ioniques, cristaux covalents, cristaux métalliques.

**Chapitre 2 : Propriétés mécaniques – Élasticité (2 semaines)**

Définition, tenseur de déformation, tenseur de contraintes, loi de Hooke, propagation des ondes élastiques dans les solides cristallins.

**Chapitre 3 : Vibrations et propriétés thermiques des atomes du réseau (2 semaines)**

Vibrations du réseau cristallin : chaîne unidimensionnelle d'atomes identiques, chaîne unidimensionnelle d'atomes différents, réseau tridimensionnel, modes de vibration, phonons.

Propriétés thermiques du solide : théorie classique, modèle d'Einstein, modèle de Debye, conductivité thermique.

**Chapitre 4 : Électrons dans le solide (4 semaines)**

- Électrons libres : modèle de Drude, modèle de Fermi-Dirac, gaz d'électrons libres à 3D,  $C_v$  d'un gaz d'électrons, conductivité électrique (loi d'Ohm), mouvement dans un champ magnétique, effet Hall.
- Électrons dans un potentiel périodique : modèle des électrons presque libres, théorie des bandes, fonction de Bloch, masse effective

Semi-conducteurs intrinsèques : nature des porteurs de charges, conductivité. Effet du dopage.

**Chapitre 5 : Magnétisme (2 semaines)**

Moment dipolaire magnétique, diamagnétisme, paramagnétisme.

**Chapitre 6 : Diélectriques (1 semaine)**

Champs électriques, polarisation, mécanisme de la polarisation.

**Références bibliographiques :**

- C. Kittel, Physique du Solide.
- P. Pavlov, Physique du Solide.
- Guinier, La matière à l'état solide.
- D. Schwarzenbach, Cristallographie.
- Y. Quéré, Physique des solides problèmes avec corrigés, Éditeur École Polytechnique.

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid state physics. Saunders College Publishing.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Physique Nucléaire

**Objectifs de l'enseignement**

Introduction à l'étude du noyau atomique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : LE NOYAU ATOMIQUE (4h30)**

Structure du noyau

Énergie de liaison nucléaire

Le modèle de la goutte liquide

**Chapitre 2 : REACTIONS NUCLEAIRE (7h30)**

Présentation générale

Énergétique des réactions nucléaires

Le modèle du noyau composé

**Chapitre 3 : RADIOACTIVITE (7h30)**

Les différents types de radioactivité

Lois de décroissance

Quelques applications

Dosimétrie. Radioprotection

**Chapitre 4 : L'ENERGIE NUCLEAIRE (3h)**

Fission nucléaire

Réacteurs nucléaires

La fusion

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Fonction Spéciale de la Physique**

**Connaissances préalables recommandées :**

- Mathématiques de base (analyse, algèbre...)
- Mathématiques classiques dispensées en licence de physique fondamentale.

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif principal du module est d'acquérir les outils et les méthodes mathématiques essentiels pour l'étude des phénomènes ondulatoires et corpusculaires, la théorie quantique, la physique subatomique, atomique et moléculaire, ainsi que la physique de la matière condensée.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Les fonctions Eulériennes Bêta et Gamma. (6 heures)**

Propriétés -formule de Stirling-formule de duplication-formule des compléments- Dérivée logarithmique de la fonction gamma. Fonction gamma incomplète (Exemple : calcul de la densité d'états en physique statistique : surface d'une sphère dans l'espace à D dimensions).

**Chapitre 2 : Les fonctions de Bessel. (9 heures)**

Résolution de l'équation différentielle de Bessel Les fonctions de Bessel de première espèce, de Neumann, de Hankel de première et deuxième espèce. Relations de récurrence-Forme intégrale-. Les fonctions de Bessel d'indice entier, demi entier- Les fonctions de Bessel modifiées. Développement en série des fonctions de Bessel.

Application des fonctions de Bessel. (Équation d'Helmholtz en coordonnées cylindriques, Exemples de problèmes physiques présentant une symétrie cylindrique : onde électromagnétique, phénomènes de diffraction...)

**Chapitre 3 : Fonction erreur et intégrales de Fresnel. (1 heure 30)**

Définition-Représentation intégrale-Développement en série-développement asymptotique.

**Chapitre 4 : Les tenseurs Cartésiens (1 heure 30)**

Les tenseurs Cartésiens d'ordre zéro, un, deux et de rang quelconque, Changement de base. Algèbre des tenseurs, covariant et contra variant et les formes linéaires. Tenseur en physique. Tenseurs de contrainte et de déformation.

**Chapitre 5 : Les polynômes orthogonaux. (9 heures)**

Propriétés générales-Formules de récurrence-Identité de Christoffel Darboux- Zéros des polynômes orthogonaux- Fonction génératrice- Les polynômes de Legendre, de Laguerre, d'Hermite, de Tchebychev. Définitions, orthogonalité, relations de récurrence.

Développement d'une fonction en série des polynômes orthogonaux. Quelques exemples physiques. (Solutions de : équation radiale pour l'atome d'hydrogène, équation de Schrödinger pour l'oscillateur harmonique, équation de Schrödinger pour le champ Coulombien, équation de Schrödinger d'une particule dans le potentiel de Poschl-Teller, ...)

**Chapitre 6 : Les fonctions hypergéométriques. (9 heures)**

Résolution des équations de type hypergéométrique et hypergéométrique dégénérée- Représentation intégrale-Relations de récurrence- Représentation de quelques fonctions spéciales à l'aide des fonctions hypergéométriques (illustrations à travers des problèmes de la physique : électrodynamique, théorie des vibrations, théorie de la chaleur...)

**Références bibliographiques**

- Y. Ayant, M. Borg, Fonctions spéciales à l'usage des étudiants en physique, Dunod
- A. Nikiforov, V. Ouvarov, Fonctions spéciales de la physique mathématique, Mir
- J. Hladik, Le calcul tensoriel en physique, Dunod
- G. Arfken, Mathematical methods for physicists,

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Optique Physique

**Objectifs de l'enseignement**

**Objectifs de l'enseignement :**

- Consolidation des connaissances théoriques sur les lois fondamentales de l'optique physique ainsi que les techniques et les instruments utilisés accompagnés de plusieurs applications.
- Apprentissage et visualisation des phénomènes liés à l'optique

**Connaissances préalables recommandées :**

*Il est recommandé de maîtriser les matières « Physique 1 & 2 » enseignées en 1ère année Sciences de la Matière ainsi que l'optique géométrique.*

**Contenu de la matière :**

**Cours :**

**Chapitre 1: Optique ondulatoire**

- 1- Généralités
- 2- Principe de superposition de deux ondes monochromatiques de même fréquence
- 3- Conditions d'interférence : Notion de cohérence
- 4- Interférences de deux ondes cohérentes
- 5- Interférences à ondes multiples : Interféromètres de Michelson et de Pérot-Fabry
- 6- Interférences en lumière polychromatique

**Chapitre 2 : Diffraction et ses Applications**

- 1- Diffraction de Fresnel et diffraction de Fraunhofer
- 2- Diffraction par une ouverture rectangulaire et diffraction par une ouverture circulaire

**Chapitre 3: Polarisation**

- 1- Transversalité des ondes
- 2- Structure d'une onde polarisée rectilignement
- 3- Réflexion et réfraction par les corps isotropes transparents

**Chapitre 4: Lasers et leurs applications**

- 1- Principe de fonctionnement
- 2- Emission stimulée
- 3- Inversion de populations
- 4- Cohérence spatiale et temporelle

**Travaux Pratiques .**

- TP 1:** Etude de la polarisation de la lumière  
**TP 2:** Interférences: Trous d'Young, Miroirs de Fresnel et Biprisme de Fresnel  
**TP 3 :** Interféromètre de Michelson  
**TP 4:** Anneaux de Newton  
**TP 5:** Diffraction par les fentes  
**TP 6:** Réseaux de diffraction

**Références**

1. D. FIEL & P. COLIN, *Optique - Cours et exercices corrigés*, Ed. Ellipses, (1999)
2. J-P. PEREZ, *Optique - Fondements et Applications avec 250 exercices et problèmes résolus*, Ed. Dunod, (2004)
3. F. WELL, *Optique Physique - Cours : Propagation de la lumière*, Ed. Ellipses, (2005)
4. T. BECHERRAWY, *Optique Géométrique - Cours et exercices corrigés*, Ed. Deboeck, (2006)
5. E. AMZALLAG, *La Physique en Fac - Optique - Cours et exercices corrigés*, Ed. Dunod, (2006)
6. R. TAILLET, *Optique Physique - Interférences, Diffraction, Holographie - Cours et exercices corrigés*, Ed. Deboeck, (2006).

H.GAGNAIRE, *Optique géométrique et physique*, Ed. Casteilla, (2011).

**Semestre : 6**

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Travaux Pratiques de Physique du solide

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ces travaux pratiques est d'introduire quelques principes essentiels de la physique de la matière condensée.

**Contenu de la matière :**

- 1- Cristallographie.
- 2- Élasticité d'un solide isotrope : Pendule de torsion.
- 3- Effet Hall.
- 4- Émission thermoélectronique.
- 5- Conduction électrique dans un semiconducteur et caractéristique courant-tension d'une photopile solaire.

**Références bibliographiques**

- 1- C. Kittel Introduction à la physique des solides, (Dunod, 8ème édition).
- 2- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, , Solid State Physics, Holt -Rinehar-Winston,
- 3-Y. Quéré : Physique des Matériaux (Ellipses 1988).

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : Méthodologie**

**Matière : Travaux Pratiques de Physique Atomique et Nucléaire**

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ces travaux pratiques est l'illustration pratique de quelques notions acquises dans la matière Physique Atomique et Nucléaire.

**Contenu de la matière :**

- 1 - Corrélation entre la puissance et la polarisation d'un laser He-Ne
- 2 - Spectre de RX et diffraction de Bragg
- 3 - Résonance de spin électronique
- 4 - Étude et efficacité du détecteur G.M
- 5 - Statistique
- 6 - Les rayonnements  $\beta$  et  $\gamma$  dans l'Al

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : Découverte**

**Matière Procédés didactiques et pédagogiques**

**Pré-requis :**

Notions de base de physique, notamment les concepts fondamentaux de : mécanique, électricité, optique, ondes électromagnétiques et mécanique quantique.

**Objectifs pédagogiques :**

Un accent tout particulier sera mis sur les cinq objectifs suivants :

- S'initier aux pratiques d'enseignement et à l'exercice du métier d'enseignant.
- Réfléchir sur les pratiques d'enseignement et leur contexte.
- Concevoir, planifier et évaluer des pratiques d'enseignement et d'apprentissage.
- Travailler en équipe et animer un groupe.
- Comprendre et analyser l'institution scolaire et ses acteurs.

**Programme détaillé :**

**Chapitre 1 : Introduction (*Semaines 1 à 3*)**

- Didactique comme science autonome : historique.
- 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 de la didactique (*Semaines 4 à 6*)**

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

**Chapitre 3 : Enseigner, expliquer, convaincre (*Semaines 7 à 10*)**

- Les dimensions d'un cours de physique.
- Les outils d'enseignement d'un cours de physique.
- Missions de l'enseignant de physique.
- Étude de situations didactiques.
- Comment aider les changements conceptuels des apprenants ? Outils et moyens utilisés.

**Chapitre 4 : Méthodologie de recherche en didactique (*Semaines 11 à 13*)**

- Recherche documentaire et bibliographique.
- Élaboration d'une problématique didactique.
- Méthodes qualitatives : entretiens, observations, analyses de productions.
- Élaboration de grilles d'analyse.

**Chapitre 5 : Préparation d'un cours et sa présentation (*Semaines 13 à 15*)**

- Élaboration d'un plan de séance.
- Choix des objectifs pédagogiques.
- Détermination des méthodes et supports.
- Présentation orale d'une séquence didactique.
- Analyse critique collective.

**Mode d'évaluation :**

**Bibliographie :**

1. BENBETKA, Mahdi, *La didactique de la physique entre la théorie et la pratique*, Édition Alger, Elwarceme, 2023.
2. Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., Toussaint, J., *Didactique des sciences*, ESF éditeur, 1997.
3. Tiberghien, A., *La construction des concepts en physique*, Peter Lang, 2000.
4. Brousseau, G., *Théorie des situations didactiques*, La Pensée Sauvage, 1998.
5. Chevallard, Y., *La transposition didactique*, La Pensée Sauvage, 1985.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Transversale

Matière : Entrepreneuriat

### **I. 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

### **II. 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

### **III. Elaboration d'un Business Model**

1. Modèle économique : Business Model Canvas (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

### **IV. 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...)

### **V. 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...)

### **VI. 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 bibliographiques**

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.