

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة و مواءمة

عرض تكوين ليسانس أكاديمي
2026 – 2025

التخصص	الشعبة	ميدان
فيزياء السنة الثانية	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

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	PHYSIQUE	L2

Fiche d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité (S3 et S4)

L2 - Semestre 3. Filière Physique

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 Code : UEF 3 Crédits : 18 Coefficient : 09	Mathématiques 3	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Mécanique Analytique	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Ondes dans la matière	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Optique Géométrique	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 3 Crédits : 9 Coefficient : 5	Vibrations et oscillations	67h30	1h30	1h30	1h30	82h30	3	6	50%	50%
	TP Optique Géométrique	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
	Programmation scientifique	15h00			1h00	10h00	1	1	50%	50 %
UE Découverte Code : UED 3 Crédits : 2 Coefficient : 2	Probabilités et Statistiques	45h00	1h30	1h30		5h00	2	2		100%
UE Transversal Code : UET 3 Crédits : 1 Coefficient : 1	Anglais 3 (Niveau B2)	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
Total Semestre 3		375h00	12h00	9h00	4h00	375h00	17	30		

Semestre 4 :

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 Code : UEF 1 Crédits : 18 Coefficient : 10	Mathématiques 4	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Thermodynamique	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Mécanique Quantique 1	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Électromagnétisme	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 1 Crédits : 9 Coefficient : 5	TP Thermodynamique	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
	Analyse Numérique 1	37h30	1h30		1h00	37h30	2	3	50%	50%
	Électronique 1	45h00	1h30		1h30	55h00	2	4	50%	50 %
UE Découverte Code : UED 1 Crédits : 2 Coefficient : 2	Métrologie physique	45h00	1h30	1h30		5h00	2	2		100%
UE Transversal Code : UET 1 Crédits : 1 Coefficient : 1	Programmation Orientée Objet 1	22h30			1h30	2h30	1	1		100%
Total Semestre 4		375h00	12h00	7h30	5h30	375h00	17	30		

II – Programme détaillé par matière

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 : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Mathématiques 3 – Séries et Équations Différentielles

Prérequis

- Cours de math1 et math2 première année SM
- Connaissances élémentaires en algèbre linéaire
- Expérience en méthodes mathématiques appliquées aux sciences

Objectifs de l'enseignement

L'objectif principal de cette matière est de maîtriser l'étude d'une fonction à une et deux variables réelles et les techniques de calcul différentielles qui entrent en jeu dans la physique. Les étudiants apprendront à :

- Maîtriser les différentes méthodes de calcul et évaluation des intégrales simples/multiples et définies/impropres.
- Maîtriser les différentes méthodes menant à la résolution d'équations différentielles.
- Utiliser les transformations de Laplace et Fourier pour résoudre des équations différentielles ordinaires et équations aux dérivées partielles
- Découvrir les séries numériques et leurs propriétés. À savoir, l'étude de quelques critères de convergence.

Chapitre 1 Intégrales simples et multiples :

Contenu théorique :

- Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.
- Généralisation : Intégrales multiples (plusieurs dimensions).
- Application au calcul d'aires, de volumes.

Travaux dirigés :

- Exercices de sur le calcul des primitives.
- Exercices sur les intégrales doubles et triples.
- Calcul d'aires et de volumes

Chapitre 2 Intégrale impropres

Contenu théorique :

- Intégrales de fonctions définies sur un intervalle non borné.
- Intégrales de fonctions définies sur un intervalle borné, infinies à l'une des extrémités.
- Intégrales de fonctions discontinues sur l'intervalle d'intégration.

Travaux dirigés :

- Exercices sur les intégrales définies sur un intervalle borné infinies à l'une extrémité et sur les intervalles non bornés.
- Exercices sur les intégrales des fonctions discontinues sur l'intervalle d'intégration

Chapitre 3 : Équations différentielles

Contenu théorique :

- Équations différentielles ordinaires du 1^{er} et du 2^{ème} ordre.
- Fonctions multivariées.
- Éléments d'équations aux dérivées partielles

Travaux dirigés :

- Résolutions des équations différentielles de différents ordres.

Chapitre 4 : Séries

Contenu théorique :

- Séries numériques.
- Suites et séries de fonctions.
- Séries entières, séries de Fourier

Travaux dirigés :

- Exercices d'application sur la convergence et la divergence des séries

Chapitre 5 : Transformation de Laplace

Contenu théorique :

- Définition et propriétés.
- Application à la résolution d'équations différentielles.

Travaux dirigés :

- Exercices de démonstration et d'application de la transformation de Laplace.

Chapitre 6 : Transformation de Fourier

Contenu théorique :

- Définition et propriétés.
- Application à la résolution d'équations différentielles.

Travaux dirigés :

- Exercices de démonstration et d'application de la transformation de Fourier.

Références bibliographiques essentielles

1. Stewart, James. Calculus: Early Transcendentals. 8th ed., Cengage Learning, 2016.
2. Thomas, George B., Maurice D. Weir, and Joel Hass. Thomas' Calculus. 13th ed., Pearson, 2015.
3. Spivak, Michael. Calculus. 4th ed., Pearson, 2008.
4. Elie Belorizky, Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et des ingénieurs, EDP Sciences, Paris, (2007).
5. Walter Appel, Mathématiques pour la physique et les physiciens!, 4ème Ed., H&K Edition, Paris, (2008).

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Mécanique Analytique

Objectifs de l'enseignement

La connaissance des fondements de la mécanique classique, que ce soit à l'échelle du point matériel (mécanique du point) ou à l'échelle du solide (mécanique du solide), par l'enseignement des formalismes de Lagrange et d'Hamilton.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Algèbre des Vecteurs-Tenseurs- Géométrie - équations différentielles -Intégrales

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Rappels de mécanique classique

Cinématique d'une particule. Dynamique d'une particule. Travail et énergie. Systèmes à N particules et forces extérieures. Degrés de liberté.

Chapitre 2 : Formalisme de Lagrange

- Coordonnées généralisées. Variation fonctionnelle.
- Le Lagrangien.
- Coordonnées curvilignes.
- Contraintes holonomes et non holonomes.
- Applications : Particule dans un champ gravitationnel, particule liée à un ressort, problème à deux corps, le potentiel central.

Chapitre 3 : Formalisme de Hamilton

- Transformation de Legendre.
- L'Hamiltonien.
- Variables canoniques et crochets de Poisson.
- Moments généralisés. Transformations canoniques.
- La méthode de Hamilton-Jacobi.
- L'espace des phases.
- Variables angle-action et fonction génératrice.
- Systèmes intégrables.

Chapitre 4 : Mouvement d'un solide indéformable

- Degrés de liberté d'un solide.
- Energie cinétique.
- Axes principaux et tenseur d'inertie.
- Moment cinétique d'un solide.
- Approche vectorielle et équations d'Euler.
- Approche Lagrangienne et angles d'Euler.
- Toupie symétrique

Chapitre 5 : Mécanique Lagrangienne des milieux continus

- Le passage à la limite continue.
- Théorie classique des champs.
- Equations d'Euler-Lagrange du champ.

Chapitre 6 : Théorème de Liouville. Equation de Hamilton-Jacobi.

Références bibliographiques

- Walter Greiner, *Classical Mechanics Systems of Particles and Hamiltonian Dynamics*
- L. Landau et E. Lifchitz, *Mécanique*
- Murray R. Spiegel, *Schaum's Outline of Theoretical Mechanics with an introduction to Lagrange's Equations and Hamiltonian Theory*
- Donald T., *Greenwood Advanced Dynamics*

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Ondes dans la matière

Connaissances préalables recommandées :

Notions de mécanique, Résolution d'équations différentielles.

Objectifs de l'enseignement

Le but est d'introduire les propriétés générales des ondes dans la matière. Ceci avant de rencontrer des situations plus abstraites (électromagnétisme et quantique). Cet enseignement a pour vocation de donner un premier aperçu sur les comportements ondulatoires et éviter des redondances dans les enseignements dans les semestres suivants. **Contenu de la matière**

Chapitre 1 : Onde à une dimension : propagation sur une corde tendue

- Équation de propagation, vitesse de phase
- Solution progressive et régressive
- Polarisation
- Ondes harmoniques :
 - Impédance caractéristique impédance terminale
 - Réflexion et transmission
 - Ondes stationnaires : corde de guitare

Chapitre 2 : Ondes dans les fluides

- Equation de propagation dans les gaz et les liquides. Vitesse de phase
- Impédance caractéristique d'un milieu
- Onde plane et onde sphérique
- Réfraction et réflexion
- Intensité d'une onde

Chapitre 3 : Onde dans les solides

- Modules élastiques. Vitesse de phase. Impédance caractéristique
- Equation de propagation : onde longitudinale, onde transversale

Chapitre 4 : Dispersion et absorption

- Exemple de milieu dispersif
- Superposition de deux ondes de fréquences voisines
- Vitesse de phase et de groupe

Chapitre 5: Interférence et diffraction

- Principe de superposition et Interférence : Fente d'Young
- Principe de Huygens-Kirchhoff
- Diffraction de Fraunhofer par une fente et un trou circulaire

Chapitre 6 : Effet Doppler

- Source Mobile
- Observateur mobile

Références bibliographiques

1/ Becherrawy, Vibrations et ondes

2/ Bruneaux et Matricon, Vibrations, ondes

3/ Crawford et Berkeley, Cours de physique: ondes.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Optique Géométrique

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Notions fondamentales d'optique géométrique enseignées au secondaire.

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant acquiert les connaissances théoriques et les lois fondamentales de l'optique géométrique et physique ainsi que les techniques et les instruments utilisés accompagnés de plusieurs applications.

Contenu de la matière

CHAPITRE 01 : Principes et lois d'optique géométrique

- Phénomènes lumineux
- Milieu de propagation
- Le rayon lumineux (indépendance des rayons lumineux)
- Illustration du principe de Fermat (lois de Snell et Descartes)
- Étude des propriétés d'un prisme :
 - Définition d'un prisme
 - Conditions d'émergence d'un prisme
 - La fonction de déviation (déviation minimale)
 - Couleurs de la lumière et dispersion (loi de Cauchy)

CHAPITRE 02 : L'approximation de Gauss

- L'image d'un point en optique géométrique : stigmatisme rigoureux et approché.
- Les dioptries sphériques :
 - 1- Formule de conjugaison par rapport au sommet, centre et foyer.
 - 2- Positions des foyers objet et image, Grandissement transversal et calcul de vergence
 - 3- Construction des images.
 - 4- Cas particulier du dioptré sphérique : le dioptré plan.
- Les miroirs :
 - 1- Le miroir plan : formule de conjugaison et construction d'image.
 - 2- Le miroir sphérique :
 - a- Formule de conjugaison par rapport au sommet, centre et foyer .
 - b- Positions des foyers, Grandissement transversal et calcul de vergence
 - c- Construction des images.
 - d- L'invariant Lagrange-Helmoltz

CHAPITRE 03: Étude des systèmes centrés dans l'approximation de Gauss

- Propriétés relatives à l'approximation de Gauss.
- Invariant de Lagrange-Helmoltz
- Différents types de systèmes centrés
- Étude d'un système dioptrique centré focaux :
 - 1- Plans principaux et points principaux
 - 2- Formule de conjugaison avec origines aux foyers, aux points principaux.
 - 3- La vergence
- Application : les lentilles minces
 - 1- L'approximation de la lentille mince
 - 2- Les différents types de la lentille mince
 - 3- Formules de conjugaison et de grandissement
 - 4- Discussion graphique (représentation cartésienne) pour différentes positions de l'objet et l'image.
 - 5- Construction géométrique d'une image pour des lentilles convergente et divergente.
 - 6- Lentilles accolées et vergence.

CHAPITRE 04 : Les instruments optiques

- L'œil (fonctionnement, champ, résolution angulaire, courbe de la vision, défauts et modélisation)

- La loupe (fonctionnement, grossissement, champ, puissance et modélisation)
- Le microscope (fonctionnement, grossissement, vergence (formule de Gullstrand), puissance et modélisation)
- La lunette astronomique (fonctionnement, grossissement et modélisation)

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

Citer au moins 3 à 4 références classiques et importantes.

- 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- - T. BECHERRAWY, Optique Géométrique - Cours et exercices corrigés, Ed. Debœck, (2006)
- 4- -- H.GAGNAIRE, Optique géométrique et physique, Ed. Casteilla, (2011).

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Vibrations et oscillations

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de la matière est d'initier l'étudiant à l'étude des différents types de mouvements vibratoires ou oscillatoires appliqués aux systèmes linéaires. La notion d'impédance mécanique sera introduite et il sera mis l'accent sur le phénomène de résonance et ses applications. L'enseignement est consolidé par des travaux pratiques sur les phénomènes d'oscillations.

Contenu de la matière

Cours :

Chapitre 1 : Généralités sur les vibrations.

Définition d'un mouvement vibratoire. Exemples de systèmes vibratoires. Mouvements périodiques

Chapitre 2 : Systèmes linéaires à un degré de liberté

- 2.1. Les oscillations libres. L'oscillateur harmonique. Pulsation propre d'un oscillateur harmonique. L'énergie d'un oscillateur harmonique
- 2.2 Les oscillations libres amorties. Forces d'amortissement. Équation des mouvements. Oscillations pseudopériodiques (décrément logarithmique, facteur de qualité)
- 2.3 Les oscillations libres forcées. Définition. Cas d'une excitation sinusoïdale (résonance, déphasage). Cas d'une excitation périodique quelconque.
- 2.4 Les oscillations amorties forcées. Équation des mouvements. Régime transitoire, régime permanent. Bande passante. Facteur de qualité
- 2.5 Analogie entre systèmes oscillants mécaniques et électriques

Chapitre 3 : Systèmes linéaires à plusieurs degrés de liberté

- 3.1 Systèmes à 2 degrés de liberté (Cas libres - pulsations propres), amortis et amortis forcés.
- 3.2 Systèmes à N degrés de liberté (comportement général)

Travaux Pratiques : Oscillations

- T.P. N° 1 : Introduction : Présentation du matériel
- T.P. N° 2 : Oscillations libres d'un système à un degré de liberté
- T.P. N° 3 : Oscillations forcées d'un système à un degré de liberté
- T.P. N° 4 : Oscillations libres d'un système à deux degrés de liberté
- T.P. N° 5 : Oscillations forcées d'un système à deux degrés de liberté
- T.P. N° 6 : Décomposition spectrale d'un signal périodique

Mode d'évaluation : Continu : 50% Examen : 50%

Références bibliographiques

- 1- T. BECHERRAWY, Vibrations et Ondes, Tomes 1-4, Ed. Hermes-Lavoisier, (2010).
- 2- H. DJELOUAH, Vibrations et Ondes Mécaniques, OPU, (2011).
- 3 - J. BRUNEAUX, Vibrations et Ondes, Ed. Marketing, (2010).

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : TP Optique Géométrique

Crédits : 02

Coefficient : 01

Objectifs de l'enseignement

L'objectif des travaux pratiques accompagnant cet enseignement est :

- la consolidation des connaissances théoriques sur l'optique géométrique
- l'apprentissage et la visualisation des phénomènes liés à l'optique.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Notions fondamentales d'optique géométrique enseignées au secondaire.

Contenu de la matière

TP n° 01 : Réflexion, réfraction d'un rayon lumineux

TP n° 02 : Dispersion et déviation de la lumière par un prisme

TP n° 03 : Focométrie

- Méthode par auto collimation
- Méthode des points conjugués

TP n° 04 : Focométrie

- La méthode de Bessel
- Méthode de Silbermann
- Méthode par lentilles accolées

TP n° 05 : Modélisation d'un microscope

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : TP Optique Géométrique

Objectifs de l'enseignement

L'objectif des travaux pratiques accompagnant cet enseignement est :

- la consolidation des connaissances théoriques sur l'optique géométrique
- l'apprentissage et la visualisation des phénomènes liés à l'optique.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Notions fondamentales d'optique géométrique enseignées au secondaire.

Contenu de la matière

TP n° 01 : Réflexion, réfraction d'un rayon lumineux

TP n° 02 : Dispersion et déviation de la lumière par un prisme

TP n° 03 : Focométrie

- Méthode par auto collimation
- Méthode des points conjugués

TP n° 04 : Focométrie

- La méthode de Bessel
- Méthode de Silbermann
- Méthode par lentilles accolées

TP n° 05 : Modélisation d'un microscope

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Programmation scientifique

Objectifs du cours :

- Maîtrise des structures de données plus complexes comme les dictionnaires et les ensembles.
- Introduire les bases de NumPy pour la manipulation des tableaux.
- Introduire les bases de la visualisation de données avec Matplotlib.
- Apprendre à lire et à manipuler des données à partir de fichiers CSV.
- Introduire la bibliothèque Pandas et le concept de DataFrames.
- Présenter des statistiques descriptives simples et des fonctions mathématiques courantes.

Contenu du cours :

Chapitre 1 : Dictionnaires et ensembles en Python

- Dictionnaires : création, accès, manipulation (ajout, suppression, modification de paires clé-valeur).
- Ensembles : création, opérations sur les ensembles.
- Utilisations courantes des dictionnaires et des ensembles.

Chapitre 2 : Introduction aux outils scientifiques en Python

- NumPy : tableaux, création, indexation, opérations de base (arithmétique, comparaisons).
- Introduction à Matplotlib : création de figures, tracés de base (points, lignes), affichage.
- Manipulation de fichiers CSV : lecture de fichiers CSV simples à l'aide du module csv de Python.
- Pandas : introduction aux DataFrames, création à partir de listes et de dictionnaires, affichage de base.
- Statistiques simples : calcul de la moyenne, de la médiane et de l'écart-type en utilisant Python (sans bibliothèques statistiques dédiées pour l'instant).
- Fonctions mathématiques : utilisation du module mathématique pour les fonctions courantes (sin, cos, log, exp, sqrt).

Chapitre 3 : Algorithmes de recherche et de tri de base

- Algorithmes de recherche : recherche linéaire, recherche binaire (introduction).
- Algorithmes de tri : tri à bulles, tri par insertion, tri par sélection.

Bibliographie :

"Python for Data Analysis" by Wes McKinney (great for introducing Pandas and NumPy)

"Python Data Science Handbook" by Jake VanderPlas (covers NumPy, Matplotlib, Pandas, and data visualization)

"Python for Scientists and Engineers" by Matt T. Thompson (introduces NumPy and Matplotlib in a scientific context)

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Probabilités & Statistiques

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière permet à l'étudiant de découvrir le domaine de l'aléatoire et des probabilités ainsi que l'estimation et l'analyse des données expérimentales ou numériques.

Connaissances préalables recommandées Il est recommandé de maîtriser les matières « mathématiques 1 & 2 » enseignées en 1^{ère} année Sciences de la Matière.

Contenu de la matière

Chapitre 1: Éléments de base en théorie des probabilités (2 semaines)

- I. Historique et motivations (utilité des probabilités en physique)
- II. Axiomatique de base.
 1. Espace probabilisé. Univers, tribu, probabilités, probabilités conditionnelles.
 2. Variables aléatoires. Définitions. Lois usuelles. Entropie. Fonctions de variables aléatoires. Systèmes de variables aléatoires. Espérance conditionnelle.

Chapitre 2: Convergences et théorèmes limites (2 semaines)

1. Un exemple : "Variations autour du tirage à pile ou face".
2. Convergences. Loi des grands nombres (forte et faible). Théorème central limite.
3. Inégalités fondamentales. Tchebychev, Jensen, Hölder.
4. Grandes déviations. Liens avec la limite thermodynamique en physique statistique.

Chapitre 3 : Analyse des séries statistiques (3 semaines)

1. Séries simples. Séries doubles.
2. Analyse de régression et corrélation : Régressions linéaire simple et multiple. Régression non-linéaire (exponentielle, logarithmique, polynomiale).

Chapitre 4 : Statistique inférentielle (4 semaines)

- 1- Estimation paramétrique
- 2- Tests statistiques (tests de corrélation, tests d'indépendance, tests d'ajustement, test de student, ANOVA).

Chapitre 5 : Analyse des données (3 semaines)

- 1-Analyse en composantes principales (ACP).
- 2- Analyse factorielle discriminante (AFD).
- 3-Analyse de classification (hiérarchique, automatique).

Références bibliographiques

1. FEMENIAS: Probabilités et statistiques pour les sciences physiques : Cours et exercices corrigés, Dunod, Paris, (2003).
2. SAPORTA, Probabilités, Analyse des Données et Statistique, 3ème Ed, Technip, Paris, (2011)
3. ESCOUBES, Probabilités et statistiques à l'usage des physiciens, Ed. Ellipses, Paris, (1998).
4. W. APPEL, Probabilités pour les non probabilistes, H&K Edition, Paris, (2013).

Semestre : 3

UE : Transversale

Matière : Anglais (Niveau B2)

Contenu de la matière :

Voir les exigences du niveau B2

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

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Mathématiques 4 :

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est de renforcer les outils mathématiques de l'étudiant en particulier concernant les fonctions complexes, les fonctions holomorphes, l'intégration, les séries entières et de Laurent ainsi que la transformée en z .

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Séries : (5 semaines)

- Séries numériques.
- Suites et séries de fonctions.
- Exemples de séries de fonctions : séries entières et séries de Fourier.

Chapitre 2 : Généralités sur les nombres complexes :(1 semaines)

- Rappels généraux sur les nombres complexes.
- Fonctions complexes, limite, continuité et l'infini complexe.

Chapitre 3 : Fonctions usuelles :(1 semaines)

- Fonctions algébriques : $z + a$, $a z$, $1/z$, et $(az + b)/(cz + d)$
- Fonctions définies par des séries : exponentielles, trigonométriques et hyperboliques.
- Fonctions multiformes : argument, puissances et logarithme.

Chapitre 4 : Fonctions holomorphes : (1 semaines)

- Fonctions différentiables de deux variables.
- Dérivabilité d'une fonction complexe.
- Holomorphie et conditions de Cauchy.
- Fonctions holomorphes et fonctions harmoniques.

Chapitre 5 : Intégration :(2 semaines)

- Chemins et courbes - Intégrale curviligne.
- Théorie de Cauchy et Formule intégrale de Cauchy.
- Primitives et Théorème de Morera.
- Principe d'identité, propriété de la moyenne et Principe du maximum – Théorèmes de Liouville, de D'Alembert et de Rouché.

Chapitre 6 : Séries entières et Séries de Laurent:(2 semaines)

- Séries entières complexes, fonctions analytiques et holomorphie..
- Développement en séries de Taylor de fonctions holomorphes.
- Prolongement analytique, Développement de Laurent - Points singuliers isolés.

Chapitre 7 : Théorème des résidus et applications :(1,5 semaines)

- Théorème des résidus.
- Applications au calcul intégral et à la sommation de séries.

Chapitre 8 : Transformée en Z :(1,5 semaines)

- Définition et propriétés.
- Applications aux équations récurrentes.
- Transformée en Z et Transformée de Laplace.

Références bibliographiques

- 1- SPIEGEL, Variables complexes, Cours et problèmes, Séries Schaum, Mac Graw Hill, (2000).
- 2 - Elie BELORIZKY, Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et des ingénieurs, EDP Sciences, Paris, (2007).
- 3 - Walter APPEL, Mathématiques pour la physique et les physiciens!, 4ème Ed., H&K Edition, Paris, (2008).
- 4- C. ASLANGUL, Des mathématiques pour les sciences1, Concepts, méthodes et techniques - pour la modélisation, De Boeck, Bruxelles (2011).

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Thermodynamique

Objectifs de l'enseignement

Figurant parmi les branches fondamentales de la physique, l'enseignement de cette matière permet à l'étudiant d'acquérir les lois fondamentales de la thermodynamique et la conservation de l'énergie ainsi que les fonctions thermodynamiques ou d'état caractérisant un système et l'irréversibilité.

Connaissances préalables recommandées

Il est recommandé de maîtriser la matière « Chimie 2 » enseignée en S2 de la 1^{ère} année Sciences de la Matière.

Contenu de la matière

1. Notions de systèmes thermodynamiques et caractérisations

Rappel sur les fonctions à plusieurs variables, dérivées partielles et Jacobien

Variables et fonctions d'états : variables interne et externe, variables extensive et intensives ; variables conjuguées et variables affines

Grandeurs et procédés : travail, chaleur

Notions de transformations thermodynamiques : procédés quasi-statique, réversible et irréversible. Notion de cycles

Notion de transformations isochore, isobare, isotherme, adiabatique, etc...

Fluide parfait et fluide réel : Lois d'état, Diagrammes d'état mécanique, thermique, etc...

2. Principe zéro : équilibre thermodynamique

Notions de thermométrie et de calorimétrie

Exemples et applications

3. Premier principe de la thermodynamique et applications

Retour sur le travail et chaleur

Energie interne et cycles Enthalpie

Applications à la détente de Joule.

Détente de Joule-Thomson

4. Deuxième principe et troisième principe de la thermodynamique

Énoncé du deuxième principe : Carnot, Kelvin, Clausius et principe d'évolution. Création d'entropie

Application au cycle de Carnot

Application aux mélanges de gaz, changement de phase, etc...

Troisième principe : Inaccessibilité du zéro absolu

5. Relations calorimétriques et potentiels thermodynamiques

Propriétés calorimétriques et chaleur

Propriétés calorimétriques et fonction d'état

Relations calorimétriques

Transformation de Legendre et construction des potentiels thermodynamiques U, H, F et G

Relations de Maxwell et relations de Helmholtz et de Gibbs-Duhem

Applications : Potentiels de Planck, Massieu, etc...

6. Applications aux transitions de phase

Généralités sur les changements de phase : Fusion, Vaporisation, Sublimation, etc...

Étude du processus de vaporisation et propriétés associées

Étude du processus de liquéfaction

Étude du processus de solidification

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Mécanique Quantique I

Objectifs de l'enseignement

Etant la base de la physique théorique, la mécanique quantique est construite sur le formalisme mathématique et les postulats de la mécanique quantique pour l'explication des phénomènes quantiques et la description des particules élémentaires.

Connaissances préalables recommandées

Cours de physique du L1. Mathématiques L1 (équations différentielles, intégrales et algèbre linéaire). Notions sur les ondes (Module VOM du L3)

Contenu de la matière

Chapitre 1. Introduction aux phénomènes quantiques

Le rayonnement du corps noir et l'hypothèse de Planck. L'effet photoélectrique. L'effet Compton. L'hypothèse de de Broglie et la dualité onde-corpuscule. L'expérience de Franck & Hertz et la quantification de l'énergie.

Chapitre 2. La description des particules en mécanique quantique

La notion de fonction d'onde et la description probabiliste des systèmes physiques. Densité de probabilité de présence et condition de normalisation. Valeur moyenne et écart quadratique moyen de la position et de l'impulsion. Mesure et incertitude sur la mesure de la position et de l'impulsion. Le principe d'incertitude d'Heisenberg.

Chapitre 3. L'équation de Schrödinger et étude de potentiels élémentaires à une dimension

L'équation de Schrödinger et ses propriétés. Forme des solutions stationnaires. Etude du cas de la particule libre enfermée dans une boîte de volume fini. Etude du puits de potentiel de profondeur infinie. Etude de la marche et de la barrière carrée de potentiel. Coefficients de réflexion et de transmission, effet tunnel.

Chapitre 4. Le formalisme mathématique de la mécanique quantique

Espace de Hilbert, espaces des fonctions d'onde, espace des états. Notation de Dirac, opérateurs linéaires, opérateurs hermétiques. Equations aux valeurs propres, observables, Ecco. Représentation x et p produit tensoriel d'espaces et d'opérateurs

Chapitre 5. Les postulats de la mécanique quantique

Description de l'état d'un système et des grandeurs physiques. Mesures des grandeurs physiques. Évolution temporelle des systèmes. Valeur moyenne d'une observable, écart quadratique moyen. Évolution de la valeur moyenne d'une observable, théorème d'Ernest. Systèmes conservatifs, fréquence de Bohr. Relation d'incertitude temps-énergie

Chapitre 6. Une petite introduction à l'étude de l'oscillateur harmonique

Références bibliographiques

Polycopié 2020 faculté physique USTHB : Document téléchargeable sur : <http://perso.usthb.dz/~lbouzar>

J.L. Basdevant, Mécanique quantique, Ed. Ellipses

C. et H. Ngô, Physique quantique, Ed Dunod

J.L. Basdevant, Introduction à la physique quantique, Ed. de boeck 2017 Bruxelles

Y. Ayant et E. Belorizky, Cours de mécanique quantique, Dunod

C. Cohen-Tannoudji et al, Mécanique quantique T1 et 2, Ed. Hermann

Perez, Coples et Pujol, Quantique-Fondements et applications, Ed. de boeck 2013 Bruxelles

E.D. Commins, Quantum mechanics: An experimentalist's approach, Cambridge University Press 2014

F. Schwabl, Quantum mechanics (Third edition) Springer 2002

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Electromagnétisme

Chapitre 1 : Fondements de l'électromagnétisme (3 semaines)

Objectif : Introduire les grandeurs fondamentales et établir les bases des équations de Maxwell.

- 1.1 Champs électrique et magnétique : définitions, sources, lignes de champ
- 1.2 Potentiel scalaire V et potentiel vecteur A
- 1.3 Force de Lorentz et conditions de Lorentz
- 1.4 Conservation de la charge électrique
- 1.5 Courant de déplacement de Maxwell
- 1.6 Équation de Maxwell-Ampère

Chapitre 2 : Équations de Maxwell (2 semaines)

Objectif : Présenter les équations fondamentales et leurs formes selon les milieux.

- 2.1 Équations de Maxwell – forme générale
- 2.2 Équations dans le vide et en l'absence de sources
- 2.3 Cas des milieux matériels : conducteurs, isolants, milieux polarisables
- 2.4 Interprétation physique des termes – divergence et rotation
- 2.5 Conditions aux limites et équations de continuité

Chapitre 3 : Propagation des ondes électromagnétiques (6 semaines)

Objectif : Étudier la propagation des ondes EM dans différents milieux et les interactions aux interfaces.

3.1 Ondes planes

- Propagation dans le vide
- Propagation dans les isolants (indice de réfraction, polarisation)
- Propagation dans les conducteurs (atténuation, effet Joule)
- Propagation dans les gaz ionisés (fréquence de coupure (fréquence plasmon), réflexion)

3.2 Interfaces et discontinuités

- Lois de la réflexion et de la réfraction
- Équations de Fresnel
- Angle de Brewster
- Réflexion totale (isolant/isolant magnétique, bon conducteur)

3.3 Ondes guidées

- Ligne coaxiale
- Guide d'onde rectangulaire
- Propagation en ligne droite et en guide creux

Chapitre 4 : Rayonnement électromagnétique (4 semaines)

Objectif : Comprendre l'émission de champs EM par des sources localisées.

- 4.1 Rayonnement d'un dipôle électrique
- 4.2 Rayonnement d'un quadripôle électrique
- 4.3 Rayonnement d'un dipôle magnétique
- 4.4 Rayonnement d'un quadripôle magnétique
- 4.5 Alignement et réseaux d'antennes
- 4.6 Théorème de réciprocité

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

Citer au moins 3 à 4 références classiques et importantes.

Joseph A. Edminister, Électromagnétisme : Cours et Problèmes.

P. Deneves, Propagation d'ondes : Exercices et Problèmes.

J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley and sons 1998

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : TP Thermodynamique

Objectifs de l'enseignement

- Consolidation des connaissances théoriques sur la thermodynamique.
- Apprentissage et visualisation des phénomènes liés à la thermodynamique.

Contenu de la matière : (Choisir 5 TP selon disponibilité du matériel)

1- Loi des gaz parfaits : vérification de la loi de Boyle-Mariotte

Matériels (*) : Tubes en verre gradués ($\varnothing = 1.5$ cm env.) avec robinet, tuyau souple, grande règle, mercure et supports.

2- Mesure du coefficient $\gamma = C_p/C_v$: détermination par la méthode de Clément – Désormés

Matériels : bonbonne avec robinet, tubes en verre ($\varnothing = 3-5$ mm), tubes souples, pompes à air, tubes en verre en U, chronomètre, mercure, grande règle graduée, robinets et supports.

3- Dilatation thermiques des solides

Matériels : Tubes (acier, laiton, cuivre, verre,...) $L=65$ cm et $\varnothing = 7$ mm, pyromètre à cadran, comparateur, thermomètres numériques, tuyau souple et thermostat de circulation de 30 à 100°C

4- Calorimétrie : Mesurer les quantités de chaleur ou les transferts thermiques entre des corps différents en utilisant plusieurs types de calorimétrie (à glace, à résistance ...)

Matériels : Vase Dewar avec couvercle, grenaille cuivre, plomb, verre ... (env. 100 g de chaque), thermomètres, balance, générateur de vapeur 220V/550W, béccher, calorimètre, ensemble chauffant avec couvercle et accessoires, béccher en aluminium, bec Bunsen, glace et supports.

5- Détermination de la chaleur latente de vaporisation

Matériels : Appareils pour déterminer les pressions de la vapeur d'eau (chaudière), un manomètre 60 atm, un thermomètre 0-250°C et un bruleur à gaz (bec Bunsen)

6- Etalonnage d'un thermocouple (mesure de son pouvoir thermoélectrique)

Matériels : Fils (cuivre et constantin, deux bécchers, thermomètres (0-100°C) Microvoltmètre numérique, un bruleur à gaz, de la glace et une bougie.

7- Propagation de la chaleur dans une barre cylindrique en métal

Matériels : Tubes en métal $l = 1,5$ m et $\varnothing = 2$ cm, Thermomètres numériques, chronomètre, four tubulaire et supports.

8- Transport de la chaleur : convection thermique

Matériels : Thermosiphon, Bec Bunsen, colorant en poudre et supports.

9- Isolation thermique

Matériels : Chambre calorifique avec accessoires.

10- Théorie cinétique des gaz : variation du volume des gaz en fonction de la pression à température constante (loi de Boyle-Mariotte).

(*) A titre indicatif.

Semestre :4

UE : Fondamentale

Matière : Analyse numérique 1

Objectifs de l'enseignement :

Cet enseignement sert de boîte à outils numériques qui permettra au futur physicien expérimentateur et numéricien d'aborder toutes les problématiques réelles dont la solution est analytiquement inaccessible.

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

I. Le calcul numérique et analyse d'erreur

1. Modélisation et sources d'erreur.
2. Estimation de l'erreur de calcul - Représentation des nombres - Erreurs absolue et relative - Les chiffres significatifs et l'arrondi - Les chiffres significatifs exacts - Propagation des erreurs lors des opérations arithmétiques.
3. Codage des nombres sur ordinateur - Erreur de représentation (arrondi) - Quelques valeurs particulières.
4. Arithmétique numérique - Les opérations élémentaires sur machine- Propriétés des opérations sur les flottants - Conséquences des erreurs et de leur propagation - Quelques solutions
5. Evaluer la qualité d'un calcul numérique - Conditionnement d'une fonction - Stabilité d'un calcul numérique.
6. Convergence d'un processus itératif

II. Résolution de $f(x) = 0$.

1. Position du problème
2. Estimation de la solution approchée
3. Résolution par les méthodes itératives - Convergence d'une méthode itérative - Vitesse de convergence d'une méthode itérative
4. Résolution par la méthode de la bisection - Théorème des valeurs intermédiaires - Principe de la méthode -Convergence de la méthode
5. Méthode du point fixe - Théorème du point fixe - Principe de la méthode -Convergence de la méthode.
6. Résolution par la méthode de Newton – Le développement en série de Taylor - Principe de la méthode -Convergence de la méthode.
7. Résolution par la méthode de la sécante -Principe de la méthode - Convergence

III. Interpolation et approximation Polynômiales

1. Position du problème de l'interpolation
2. Interpolation de Lagrange - Le polynôme d'interpolation dans la base de Lagrange -L'erreur d'interpolation
3. Interpolation de Newton -Le polynôme d'interpolation dans la base de Newton –
4. Cas particulier de points équidistants -Différences Finies progressives : Grégory-Newton progressive - Différences Finies régressives : Grégory-Newton régressive -Différences Finies Centrées : Gauss
5. Polynômes orthogonaux –Legendre -Laguerre -Hertmite – Tchebyshev
6. Approximation au sens des moindres carrés.

Références bibliographiques :

- [1] A. Gourdin et al : *Méthodes numériques appliquées, Lavoisier, 1989.*
- [2] A. Ralston et al: *A first course in numerical analysis, Grenoble ; 1991.*
- [3] M. Sibony et J. Mardon ; *Analyse numérique I : systèmes linéaires et non linéaires ; Hermann , 1982.*
- [4] M. Sibony ; *Analyse numérique III : Itérations et approximations, Hermann, 988.*
- [5] P. Lascaux et R. Theodor, *Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur : Méthodes directes ; Tome 1 et 2, Masson ; 1994.*

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Méthodologique

Matière : Électronique I

Objectifs de l'enseignement

C'est une matière d'électricité appliquée qui complète la matière Phys 2 et qui constitue une initiation à l'électronique.

Connaissances préalables recommandées

Notions d'électricité acquises durant le deuxième semestre, notamment l'analyse des réseaux en courant continu et alternatif.

Contenu de la matière

Cours :

Chapitre I : Réseaux électriques en régime continu et en régime variable.

Dipôles passifs, impédance complexe, circuit résonant.

Chapitre II : Quadripôle passifs et étude des filtres

Représentation (matrices impédance, admittance, hybride), réponse en fréquence (diagramme de Bode), filtre passifs (exemples).

Chapitre III : Diode à semi-conducteurs

La jonction p-n, caractéristique I-V, applications (redressement, redressement et filtrage), diode Zener (stabilisation).

Chapitre IV : Introduction aux transistors

Transistor bipolaire, Principe de fonctionnement, Caractéristiques, polarisation, régime dynamique, schéma équivalent, amplification.

Travaux Pratiques

Circuits résonants : Étude des circuits RLC série et parallèle en régime forcé.

Théorème de Thévenin : Vérification expérimentale du théorème de Thévenin

Mesure d'impédances : Méthode du circuit accordé. Calcul d'erreurs.

Mesure de puissances : Puissance active. Puissance réactive. Facteur de puissance

Quadripôles (filtres passifs) : Réponse fréquentielle (tracé du diagramme de Bode : amplitude et phase). Cas d'un filtre passe-bas, cas d'un filtre passe-haut, cas d'un filtre passe-bande.

Diode : Caractéristique d'une diode à semi-conducteur, étude d'un transformateur, redressement, redressement et filtrage.

Diode Zener : Stabilisation d'une tension ondulée

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, 2010

3- Mourad Haddad. Exercices corrigés en électronique générale avec résumé du cours. OPU-Alger.

4- Hamoud Ladjouze. Électronique générale, OPU-Alger

5- J. Niard, Mesures électriques, Nathan, 1981

6- Annequin et Boutigny, Cours de physique, Électricité 3, Vuibert 1980.

7- F. Milsant, Cours d'électronique, Tome 1 : Circuits à régime variable, Ed Eyrolles

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Transversale

Matière : Métrologie physique

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cette unité est d'initier les étudiants de cette licence à la métrologie physique, en leur fournissant aussi bien les bases statistiques que physiques de cette science. Les notions acquises, étayées par quelques exemples d'application, devraient être généralisées, par la suite, à tout type de mesure physique

Connaissances préalables recommandées

Notions de physique, Notions de statistiques.

Contenu de la matière :

I. NOTIONS DE STATISTIQUES POUR L'ESTIMATION DES INCERTITUDES

1. Statistiques descriptives et loi normale
2. Notion de carte de contrôle
3. Test d'hypothèse
4. Test de comparaison de 2 moyennes
5. Évaluation de la normalité d'une série de mesures
6. Identification de valeurs aberrantes dans une série de données

II. GENERALITES SUR LA METROLOGIE

1. Introduction : définition, mesure d'une grandeur physique
2. Types de métrologie : fondamentale, industrielle, légale
3. Structure de métrologie internationale
4. Raccordement aux étalons internationaux
5. Système international d'unité des grandeurs physiques : unités de base, unités dérivées, unités supplémentaires

III. ESTIMATION DES INCERTITUDES DE MESURE EN PHYSIQUE

1. Introduction : Mesures et incertitudes en physiques
2. La mesure : vocabulaire et notations
3. Estimation des incertitudes expérimentales et présentation du résultat
 - 3.1 Évaluation de type A de l'incertitude-type
 - 3.2 Évaluation de type B de l'incertitude-type
 - 3.3 Incertitude-type composée
 - 3.4 Incertitude-type élargie et intervalle de confiance
 - 3.5 Écriture des résultats de mesure
 - 3.6 Présentation des résultats numériques
4. Propagation des incertitudes

III. EXEMPLES D'APPLICATION :

1. Métrologie dimensionnelle : Étalonnage d'un pied à coulisse. Mesure d'épaisseur à l'aide d'un pied à coulisse.
2. Étalonnage d'une sonde de température. Mesure d'une température à l'aide d'une sonde de température
3. Étalonnage d'un manomètre de pression. Mesure d'une pression à l'aide d'un manomètre.
4. Étalonnage d'un multimètre de pression. Mesure d'une tension, d'un courant, d'une résistance.

Références bibliographiques.

- John Taylor. Incertitudes et analyse des erreurs dans les mesures physiques. Dunod (janvier2000)
- ISO-IEC 10012 : 2003 : « Systèmes de management de la mesure - Exigences pour les processus et les équipements de mesure »
- ISO-IEC 17025 : 2017 : « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais »
- JCGM-200 : 2012 : « Vocabulaire International de Métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM) »
- JCGM-100 : 2008 : « Évaluation des données de mesures – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)»
- IEC 60050-300 : 2001 : « Vocabulaire électrotechnique international - Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques ».
- FDX07-022 : 2004 : « Métrologie et applications de la statistique ».

Semestre : 4

Unité d'enseignement : Transversale

Matière : Programmation Orientée Objet 1

Objectifs du cours :

Étudier les structures de données avancées telles que les listes chaînées, les piles et les files d'attente.

Introduire les concepts fondamentaux de la programmation orientée objet (POO).

Contenu du cours :

Chapitre 1 : Structures de données linéaires avancées (en Python)

- Listes chaînées : Concepts et implémentation de base.
- Piles : Concepts et implémentation (LIFO).
- Les files d'attente : Concepts et implémentation (FIFO).
-

Chapitre 2 : Introduction à la programmation orientée objet (POO) en Python

- Concepts fondamentaux : Classes, objets, attributs, méthodes.
- Classes et objets : `__init__`, `__str__`, `__repr__`, `__del__`, etc. : définition, rôle et utilisation.
- Création et utilisation de classes simples.

Bibliographie :

"Introduction to Algorithms" by Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein

"Python Algorithms" by Magnus Lie Hetland (great for learning advanced algorithms in Python)

"Fluent Python" by Luciano Ramalho (ideal for deep diving into OOP and Pythonic best practices)