

PHYSICS

Paris 7 Denis Diderot

LICENCE 1

- **SEMESTER 2 (Spring)**
 - Physique II
 - Méthodologie de la physique II
 - Projet de physique expérimental
 - Algèbre et analyse élémentaires II

COURSE DESCRIPTION

Physique 2

Résumé du programme :

-**Hydrostatique** : fluide, pression, équation de l'hydrostatique, principes de Pascal et d'Archimède, applications.

-**Mécanique classique** (suite) : cinématique en repère locaux, mouvement circulaire. Changements de référentiels et forces inertielles. Systèmes de points matériels ; quantité de mouvement, moment cinétique et leurs théorèmes. Collisions. Statique et dynamique des solides indéformables. Loi de la gravitation universelle, problème à deux corps

Compétences visées :

Maîtriser la mécanique du point, bilan des forces mécanique du solide. Champ scalaire avec l'hydrostatique.

Méthodologie de la physique II

Résumé du programme

- Raisonnements dans l'espace: calcul vectoriel et systèmes de coordonnées, passage d'un système de coordonnées à l'autre, dérivation de vecteurs...

- Intégration sur des courbes / surfaces / volumes : calculs de longueurs, surfaces, volumes, moment d'inertie, forces résultantes...

- Fonctions de plusieurs variables, introduction à la notion de gradient.

Compétences visées :

Savoir travailler dans l'espace à 2D ou 3D et maîtriser les outils techniques indispensables aux enseignements de mécanique et d'électromagnétisme.

Projet de physique expérimental

Résumé du programme

Chaque binôme d'étudiants choisit un sujet à étudier pour le semestre. Après une rapide étude bibliographique, ils devront mettre en oeuvre une expérience (non définie à l'avance par les enseignants) afin d'améliorer leur compréhension du sujet ou en tester un aspect particulier. Les étudiants rédigent un rapport et font un exposé oral.

Compétences visées :

Développer la capacité d'initiative en groupe, concevoir des solutions à un problème expérimental.

Rédiger un rapport et soutenir oralement.

Algèbre et analyse élémentaires 2

Résumé du programme :

-Algèbre : espaces vectoriels. Applications linéaires et résolution de systèmes d'équation linéaires.

Matrices et déterminants. Produit vectoriel.

Analyse : développements limités .Intégrales. Equations différentielles linéaires.

Compétences visées :

Poursuivre la découverte des bases de l'algèbre et de l'analyse.

LICENCE 2

- **SEMESTER 4 (Spring)**
 - Electrocinétique
 - Ondes et Vibrations
 - Algorithmique et programmation
 - Simulations
 - Algèbre et analyse fondamentales II

COURSE DESCRIPTION

Physique 4

Résumé du programme :

Électrocinétique : circuits RC et RLC, régime transitoire, oscillations forcées, résonance.

Ondes et Vibrations : oscillateur simple, oscillation forcées et résonance, chaîne d'oscillateurs, propagation d'ondes, applications (corde vibrante, ligne électrique, acoustique,...)

Compétences visées :

Bases de l'électrocinétique et propagation d'ondes mécaniques et mise en perspective de la notion d'oscillations forcées et de résonance.

Physique numérique

Résumé du programme :

Algorithmique et Programmation : conception d'algorithmes en langage Python (conventions et structures élémentaires), application à la résolution de problèmes (ex : recherches de zéro, intégrales...)

Simulations : de la mécanique à la physique statistique (application à l'étude des systèmes de 1 corps à N corps)

Compétences visées :

Maîtrise élémentaire du langage Python. Connaissance des algorithmes de base. Utilisation pratique pour la résolution de problèmes.

Algèbre et analyse fondamentales II

Résumé du programme :

- **Algèbre** : espaces euclidiens, formes quadratiques.

- **Analyse** : intégrales multiples et à paramètres, courbes et surfaces, formes différentielles. Série de Fourier.

Compétences visées : Apprentissage du calcul en dimensions multiples

LICENCE 3

- **SEMESTER 6 (Spring)**
 - Mécanique quantique
 - Thermodynamique et introduction à la physique statistique
 - Mathématiques VI
 - Physique contemporaine

COURSE DESCRIPTION

Mécanique cantique

- Introduction : pourquoi la MQ ? Instabilité de l'atome classique. Corps noir. Chaleur spécifique des gaz à basse température. Expérience d'Young. Effet photoélectrique.
- Dualité onde/corpuscule, relation d'incertitude, révision de la notion de trajectoire. Objet quantique : action et quantum d'action.
- Postulats de la MQ.
- Application 1 : particule libre. Paquet d'ondes, propagation, étalement.
- Application 2 : particule dans un puits de potentiel. Etats stationnaires. Marche de potentiel, puits infini, diffusion par un atome etc.
- Application 3 : effet tunnel. Exemple : désintégration alpha.
- Application 4 : oscillateur harmonique I. Spectre d'énergie. Etats stationnaires. Exemple : vibrations d'une molécule diatomique.
- Opérateurs et commutateurs. Image matricielle des opérateurs. Algèbre linéaire. Espace de Hilbert. Relation d'incertitude.
- Application 5 : système à 2 niveaux. Exemples : Molécule d'ammoniac, oscillations de neutrinos.
- Application 6 : oscillateur harmonique II. Opérateurs de création et d'annihilation. OH a 3 dimensions. Dégénérescence. Exemples : phonons.

Thermodynamique et introduction à la physique statistique

Généralités, premier principe

- Etats d'un système: états d'équilibre, équations d'état, paramètres intensifs et extensifs
- Transformations irréversibles, quasi-statiques, réversibles
- Premier principe, énergie interne, travail et échanges de chaleur
- Application au gaz parfait

Entropie et second principe

- Machines thermiques, cycle de Carnot, nécessité d'un second principe
- Entropie, température thermodynamique, énoncé moderne du second principe
- Rendements d'une machine thermique, moteurs et machines frigorifiques

Changements de phase du corps pur

- Représentation en paramètres P, T et P, V des états du corps pur
- Point triple, point critique
- Coefficients calorimétriques, relations de Clapeyron

Aspects microscopiques et introduction à la physique statistique

- Théorie cinétique des gaz, libre parcours moyen
- Equations de diffusion, équation de Boltzmann, distribution de Maxwell des vitesses
- Postulat fondamental de la physique statistique, ergodicité, équiprobabilité des micro-états
- Entropie comme mesure du “désordre”, flèche du temps, entropie microcanonique

Mathématiques VI

Espaces linéaires (suite)

- Fonctionnelles linéaires et distributions
- Espace de Hilbert continu 1D, lien avec ondes et transformée de Fourier, paquet d’onde
- Série de Fourier, Transformées de Laplace et de Fourier

Probabilités et statistiques

- Statistique descriptive 1D, distributions, moments, représentations graphiques
- Statistique descriptive 2D, covariance, coefficients de corrélation, variables indépendantes
- Introduction à la théorie des probabilités : axiomes, calcul combinatoire, variables aléatoires
- Lois discrètes et lois continues (exemples : Bernoulli, Binomiale, Poisson, Gauss,...)
- Théorèmes fondamentaux
- Introduction à l’inférence statistique; intervalles de confiance et tests d’hypothèses
- Ajustement et régression linéaire, maximum de vraisemblance, moindres carrés

Physique contemporaine

Introduction à la Physique Macroscopique

- Etats de la matière : forces de liaison intermoléculaires, des solides cristallins à la matière désordonnée.
- Introduction à la mécanique des milieux continus : milieux continus, forces élastiques dans les solides et forces visqueuses dans les fluides, lien avec les caractéristiques microscopiques.
- Interface entre deux milieux fluides ou solides : fluides miscibles (diffusion), fluides non miscibles (tension de surface), interface entre deux solides (friction).
- Matière molle : interactions, exemples de systèmes (colloïdes, tensioactifs, systèmes auto-organisés, mousses, granulaires, cristaux liquides, systèmes biologiques...).

Introduction à la physique du solide

- La conductivité dans les métaux : modèle de Drude (conductivité électrique, conductivité thermique, limites du modèle)

- Liaisons et Structure des solides
- Vibrations du réseau : phonons
- De l'électron libre à l'électron dans un cristal : le concept de bande d'énergie
- Métaux, Isolants, Semiconducteurs

Introduction à la Physique Subatomique

- Physique nucléaire : découverte et structure du noyau atomique, fission et fusion, les types de radioactivité, les centrales nucléaires.
- Physique des particules : les particules élémentaires et leurs nombres quantiques (+ aspects historiques). Les interactions fondamentales et les lois de conservation. Les détecteurs de la physique des particules.
- Le rayonnement cosmique : découverte, composantes (noyaux, photons, neutrinos), sources et propagation. Les détecteurs de la physique des astroparticules.

Introduction à l'Astrophysique et la Cosmologie

- Interaction lumière-matière et rayonnement de corps noir. Les étoiles (naissance, nucléo-synthèse, évolution).
 - Les galaxies et la structure à grande échelle de l'Univers. La loi de Hubble.
 - La théorie du Big Bang et l'expansion de l'univers. Le redshift. L'histoire thermique de l'Univers et le fond de rayonnement cosmologique.
- 5 TP : Approche expérimentale de la physique contemporaine
- Observation de muons cosmiques et mesure de c
 - Spectroscopie de l'atome d'Hydrogène
 - Diffusion thermique
 - Effet photoélectrique
 - Morphogenèse