



L3 - CUPGE - Physique et Mathématiques

 ECTS
60 crédits

Durée
1 an

 Structure de
formation
Faculté des
Sciences

 Langue(s)
d'enseignement
Français

Présentation

La Licence de Physique est une formation en trois ans qui constitue la première étape des études supérieures. Elle est accessible aux bacheliers scientifiques et leur permet d'acquérir les connaissances fondamentales en physique générale, théorique et expérimentale, allant de la physique classique à la physique moderne, mais également en mathématiques et en programmation informatique avec une spécialisation progressive en L3 vers la [Physique Fondamentale](#) ou la [Physique et ses Applications](#). Le parcours [CUPGE Physique et Mathématiques](#) (Cycle Universitaire Préparatoire aux Grandes Écoles) du L1 au L3 offre une formation bi-disciplinaire approfondie. Une brève présentation des différents parcours de la Licence de Physique est téléchargeable ici : [Présentation Licence Physique](#).

Le Cycle Universitaire Préparatoire aux Grandes Ecoles (CUPGE) Physique et Mathématiques est un parcours ambitieux de la Licence de Physique qui s'adresse à des étudiants motivés envisageant une intégration en écoles d'ingénieur sur dossier à l'issue de la L2 ou sur concours à l'issue de la L3, ou bien encore une poursuite d'étude dans un cursus exigeant en physique fondamentale. Ce parcours sélectif comporte une UE supplémentaire chaque semestre (environ 50h d'enseignement) et demande donc un rythme de travail plus soutenu.

Le parcours CUPGE Physique et Mathématiques est associé à deux autres parcours CUPGE, portés par la Licence de Mathématiques (CUPGE Mathématiques et Physique) et par la Licence de Mécanique (CUPGE Mécanique) afin de couvrir

les combinaisons possibles Majeures/Mineures de certains concours. Ces formations proposent donc un enseignement fondamental dans trois disciplines scientifiques majeures : Mathématiques, Physique et Mécanique, qui constituent un socle fondamental pour continuer à apprendre, analyser et innover dans la suite du parcours académique puis professionnel.

Objectifs

La formation permet aux étudiants d'acquérir progressivement la maîtrise des concepts de base de la physique et de l'utilisation des outils mathématiques et numériques pour analyser, décrire et modéliser un système physique. Ils développent ainsi leur sens critique, des compétences pour mener en autonomie des projets expérimentaux et communiquer leurs résultats par écrit et par oral, en français et en anglais. Ce sont les connaissances, les compétences et le savoir-faire nécessaires pour une poursuite d'étude dans les parcours du Master Physique Fondamentale et Applications de Montpellier ou plus généralement tous les masters de Physique ou aux interfaces, en France comme à l'étranger. La formation permet également une poursuite d'études en école d'ingénieurs sur titre ou sur concours ou encore une insertion professionnelle directe en fin de L3, par exemple sur concours administratifs.

Spécifique CUPGE :

- * Bénéficier d'une formation bi-disciplinaire approfondie intégrée à la structure LMD (reconnue internationalement), avec la possibilité d'obtenir une licence en Physique,



renforcée par des enseignements de Mathématiques et de Mécanique afin de poursuivre ses études en Master de Physique dans les meilleures conditions;

- * Mieux se préparer aux concours des Écoles d'Ingénieur recrutant par concours réservé à la filière universitaire en L3 (Écoles du Concours GEI : Polytechnique, Mines ParisTech, Ponts ParisTech, Telecom ParisTech, Arts & Metiers ParisTech, SupAéro, ESPCI, autres Mines, ... ; Écoles du groupe Centrale/Supélec).

Savoir faire et compétences

Les étudiants du parcours Physique Fondamentale apprennent à maîtriser tous les concepts de la physique classique (mécanique, optique, thermodynamique, électromagnétisme...) et moderne (mécanique quantique, relativité restreinte, physique corpusculaire...) ainsi que la formalisation théorique d'un système physique. Le parcours CUPGE Physique et Mathématiques permet d'acquérir des compétences disciplinaires supplémentaires en Mathématiques ainsi qu'en Mécanique, nécessaires pour passer les concours de certaines grandes écoles d'ingénieurs en fin de L3.

De manière générale, les emplois occupés par nos étudiants s'inscrivent dans de nombreux domaines de la vie économique et industrielle publique, ou privée (recherche, développement, conception, contrôle, production, enseignement). Ils occupent des postes de cadres, cadres supérieurs, ingénieurs.

Admission

Conditions d'accès

L'accès en troisième année est ouvert sur dossier aux candidats titulaires de 120 crédits de Licence de Physique ou bi-Licence Physique-Mathématiques ou après validation d'un diplôme du domaine correspondant, par exemple CPGE spécialités MP, PSI. Les étudiants titulaires d'un autre

diplôme peuvent se porter candidats. Leur dossier sera examiné par la commission pédagogique d'admission.

Modalités d'inscription


Les candidatures à une admission doivent être effectuées via l'application en ligne [eCandidat](#). Pour les étudiants étrangers hors UE, selon la nationalité d'origine, le dossier de candidature pourra être traité par le dispositif [CampusFrance](#).

Infos pratiques

Contacts

Responsable pédagogique

Benoit Rufflé

 +33 4 67 14 38 68

 benoit.ruffle@umontpellier.fr



Programme

Organisation

Les enseignements sont délivrés sous la forme de cours magistraux (CM), travaux dirigés (TD) et travaux pratiques (TP). Les CM sont communs avec ceux de la Licence de Physique, de Mécanique ou de Mathématiques en fonction de la discipline. En TD, les étudiants des trois parcours CUPGE sont regroupés en L1 et en L2, formant un groupe d'une trentaine d'étudiants. Les TP se déroulent en groupes de 20 étudiants.

La formation est assurée par des enseignants-chercheurs, qui intègrent dans leur enseignement les évolutions les plus récentes de leur discipline. Les étudiants sont donc au contact direct du monde de la recherche et peuvent bénéficier de la présence de laboratoires de recherche : le [L2C](#) et le [LUPM](#) en Physique, l'[IMAG](#) en Mathématiques et le [LMGC](#) en Mécanique.

L3S5 - CUPGE - Physique et Mathématiques

S5L3PHYCHOIX	4 crédits	
L'origine des éléments : un voyage cosmique	2 crédits	18h
Nanosciences et Nanotechnologies	2 crédits	18h
Physique Informatique	2 crédits	18h
Physique du Vivant	2 crédits	18h
Anglais S5	2 crédits	
Mécanique Analytique et Quantique	7 crédits	63h
Calcul Différentiel et Equations Différentielles	6 crédits	
Optique Ondulatoire et Electrodynamique	7 crédits	63h
Physique expérimentale S5	4 crédits	36h
Mécanique des fluides	5 crédits	

L3S6 - CUPGE - Physique et Mathématiques

Physique Statistique	5 crédits	45h
Relativité et Physique Subatomique	6 crédits	54h
Physique Expérimentale S6	4 crédits	36h
Hydrodynamique	3 crédits	27h
Projets Tuteurés S6	4 crédits	36h
Outils de Simulation	3 crédits	27h
Mécanique Quantique	5 crédits	45h
Analyse Complexe	6 crédits	



Mécanique Analytique et Quantique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
7 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
63h

Présentation

Description

Cette UE représente la continuation naturelle des UEs de mécanique classique newtonienne.

Dans la première partie de l'UE, nous traitons la Mécanique Classique en partant du principe de moindre action pour aboutir à deux nouvelles formulations: le formalisme Lagrangien et le formalisme Hamiltonien. On étudie le lien entre symétries physiques et lois de conservation (théorème de E. Noether) et on introduit les crochets de Poisson qui permettent d'écrire les lois classiques d'évolution temporelle des grandeurs physiques sous une forme qui préfigure déjà celles de la mécanique quantique.

Dans la deuxième partie de l'UE, en partant de l'examen des limites expérimentales de la mécanique classique, une nouvelle théorie de la mécanique est introduite : la Mécanique Quantique. Il s'agit d'une théorie conceptuellement complètement différente des théories classiques précédentes, basée sur une description des phénomènes physiques en termes de probabilités et donc non plus déterministes. C'est un changement radical de paradigme qui a bouleversé la physique du siècle dernier et qui a permis une compréhension plus profonde de la nature physique, avec des retombées fondamentales et pratiques qui ont changé radicalement la vie de l'humanité (physique atomique, chimie, énergie nucléaire, transistors, LASERS, pour n'en citer que quelques unes).

Objectifs

Fournir les éléments de base de Mécanique Classique dans les formulations lagrangienne et hamiltonienne, et introduire les concepts de base de la nouvelle théorie de la mécanique « non classique », i.e. la mécanique quantique. Cette UE permettra une première exploration du monde quantique, et fournira des premiers outils conceptuels et mathématiques nécessaires à tous les enseignements de physiques quantique du L3, M1 et M2.

Pré-requis nécessaires

- Mécanique Newtonienne
- Analyse Mathématique
- Algèbre linéaire et calculs matriciels
- Électromagnétisme

Pré-requis recommandés* :

- Physique Statistique
- Analyse et calcul matriciel avancé

Contrôle des connaissances

100% CT



Syllabus

Mécanique Analytique :

- * Principe variationnel
- * Formalisme Lagrangien
- * Formalisme Hamiltonien
- * Symétries et lois de conservation
- * Crochets de Poisson

Mécanique Quantique :

- * Introduction, formule de Planck et solution du problème du corps noir, effet photoélectrique, limites du modèle atomique classique, effet Compton
- * Postulats de la MQ
- * Dualisme onde-particule
- * Équation de Schrödinger
- * Relations d'indétermination
- * Éléments sur les espaces de Hilbert et fonctions d'ondes
- * Opérateurs
- * Commutateurs
- * Problèmes unidimensionnels (barrière/puits/oscillateur harmonique)

Informations complémentaires

CM : 31.5 h

TD : 31.5 h

Infos pratiques

Contacts

Mauro Antezza

✉ mauro.antezza@umontpellier.fr

Jerome DORIGNAC

✉ jerome.dorignac@umontpellier.fr



Optique Ondulatoire et Electrodynamique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
7 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
63h

Présentation

Description

Cette UE se situe dans la continuité des enseignements sur l'électromagnétisme et les ondes suivis en L2.

Objectifs

Renforcer la maîtrise de la théorie ondulatoire de la lumière : propagation, interférences, diffraction.

Comprendre et résoudre les équations de Maxwell dans les milieux matériels afin de modéliser différents phénomènes de propagation, guidage, diffraction et diffusion du rayonnement électromagnétique.

Pré-requis nécessaires

Oscillations et ondes, calcul différentiel et intégral, électrostatique, magnétostatique, et électromagnétisme dans le vide

Contrôle des connaissances

100% CT

Syllabus

Optique ondulatoire

- Interférences à deux ondes, cohérence temporelle et spatiale, interférences à ondes multiples
- Principe de Huygens-Fresnel, Diffraction de Fresnel et Fraunhofer
- Réseaux et spectroscopie
- Optique de Fourier (filtrage spatial, striescopie)
- Propagation gaussienne

Electrodynamique des milieux

- Polarisation et aimantation de la matière : introduction des champs macroscopiques.
 - Théorie de la constante diélectrique, modèles de Drude et de Lorentz,
 - Equations de Maxwell dans la matière, potentiels, jauges...
 - introduction à l'optique des milieux anisotropes
 - Energie électromagnétique
 - Propagation de paquets d'onde, guidage, diffusion
-

Informations complémentaires

CM : 31.5 h



TD : 31.5 h

Infos pratiques

Contacts

Laurent ALVAREZ

☎ 0467143541

✉ Laurent.Alvarez@umontpellier.fr

Benoit Rufflé

☎ +33 4 67 14 38 68

✉ benoit.ruffle@umontpellier.fr



Physique expérimentale S5



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
4 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
36h

Présentation

Description

Travaux pratiques dans divers domaines de la Physique.

Les thèmes abordés regroupent l'étude de systèmes oscillants mécaniques et électriques (pendule simple, de torsion, pendules couplés, circuit RLC, circuits couplés par induction), les ondes acoustiques, quelques notions d'optique ondulatoire (diffraction et interférences), la mise en pratique de circuits électroniques pour l'étude de composants ou de systèmes électriques (Diodes, LED et photodiode, ligne de transmission) et l'étude de quelques propriétés de la matière (magnétisme, effet photoélectrique, effet Faraday).

Objectifs

Ces Travaux pratiques sont destinés à développer la pratique expérimentale dans le domaine de la physique avec l'acquisition de données, leur exploitation et leur mise en forme.

Il s'agit aussi d'apprendre à interpréter des résultats expérimentaux et à faire le lien entre l'expérimentation et les notions théoriques vues dans les autres cours de la formation.

La variété des sujets proposés permet de se former sur divers instruments de mesure et d'acquérir les bases de la physique expérimentale pour la poursuite en master.

Pré-requis nécessaires

Maîtrise des notions de maths et physique vues en L1/L2,

Notion d'électronique et de physique des ondes, Calcul de dérivée/intégrale, Calcul d'incertitudes

Pré-requis recommandés* :

Physique des ondes, Notions de base d'électronique

Contrôle des connaissances

40% CC 60% Examen TP

Syllabus

Physique des Ondes – diffraction et interférences

Systèmes oscillants (pendule)

Composants opto-électroniques (LED et Photodiode)

Ondes acoustiques

Champ magnétique et matériaux magnétiques

Effet photoélectrique

Informations complémentaires



TP : 36 h

Infos pratiques

Contacts

Sebastien Nanot

✉ sebastien.nanot@umontpellier.fr

Yves LACHAUD

✉ yves.lachaud@umontpellier.fr



Calcul Différentiel et Equations Différentielles



Présentation

Description

Dans une première partie : approfondir les notions de base du calcul différentiel vues en L2.

Dans une seconde partie : introduire l'étude qualitative des équations différentielles.

Objectifs

Cette UE abordera les points suivants :

Calcul différentiel

- définition de la différentielle, inégalité des accroissements finis, fonctions de classe C_k , formule de Taylor.

- Notion de difféomorphisme, théorème d'inversion locale, inversion globale, théorème des fonctions implicites.

Équations différentielles

- Solution maximale, globale, théorème de Cauchy Lipschitz, explosion en temps fini, théorème de Cauchy Lipschitz global, théorème de sortie de tout compact.

- Equations différentielles linéaires: théorème de Cauchy Lipschitz linéaire, systèmes linéaires à opérateur constant, systèmes linéaires généraux

- Equations autonomes et champs de vecteurs : flot et courbe intégrale d'un champ de vecteurs, équilibre stable et instable. Systèmes différentielles autonomes de taille 2.

Pré-requis nécessaires

Les UE d'analyse de L1 et L2, en particulier :

- HAX302X Analyse III Intégration et équations différentielles élémentaires

- HAX404X Topologie de \mathbf{R}^n et fonctions de plusieurs variables

Pré-requis recommandés : L2 maths

Informations complémentaires

Volumes horaires :

CM : 27

TD : 27

TP : -

Terrain : -

Infos pratiques



Contacts

Responsable pédagogique

Philippe Castillon

☎ +33 4 67 14 35 13

✉ philippe.castillon@umontpellier.fr



Mécanique des fluides



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
5 crédits



Composante
Faculté des
Sciences

Présentation

Description

Ce premier module de mécanique des Fluides a pour objectif de fournir des éléments de base sur le comportement des fluides industriels (air, eau, fluide hydraulique) en vue de dimensionner des systèmes simples faisant intervenir du fluide en statique ou en dynamique (débits, pression, vitesse, pertes de charges,...). L'accent est mis sur l'étude et la conception d'installations hydrauliques.

Objectifs

- * Déterminer les efforts exercés sur une surface solide par un fluide au repos ou par un fluide parfait en mouvement
- * Caractériser un écoulement de fluide parfait simple (débit, vitesse, pression)
- * Dimensionner un réseau hydraulique (modèle 1D, prise en compte des pertes de charges, choix d'une pompe)
- * Déterminer des efforts aérodynamiques et connaître des solutions technologiques influençant ces efforts
- * Mener une analyse dimensionnelle pour étudier un phénomène à l'aide d'un modèle réduit

Pré-requis nécessaires

Cinématique et statique du solide (notion de force, de moment, principe des actions réciproques vitesse et accélération d'un point)

Matériaux et structures simples (analyse dimensionnelle, notion de contrainte)

Dynamique du solide (principe fondamental de la dynamique)

Thermodynamique (notion de travail, loi des gaz parfait)

Contrôle des connaissances

100% contrôle continu

(note donnée par : $0,3*CC1+0,4*CC2+0,3*TP$)

Syllabus

Compétences visées

- * Statique des fluides (loi de la statique, principe d'Archimède)
- * Fluide parfait (théorème d'Euler, théorème de Bernoulli)
- * Fluide newtonien (notion de viscosité, de contrainte visqueuse, pertes de charges, pompes, aérodynamique externe)



* Analyse dimensionnelle et similitude

Infos pratiques



L'origine des éléments : un voyage cosmique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
2 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
18h

Présentation

Description

Introduction à la synthèse des éléments chimiques dans l'Univers (Big Bang, étoiles)

Objectifs

Connaissance des méthodes de détermination des abondances cosmiques, et des processus de synthèse des éléments chimiques (nucléosynthèse primordiale et stellaire).

Pré-requis nécessaires

Connaissances de physique de L2

Contrôle des connaissances

100% CT

Syllabus

Détermination des abondances cosmiques : présentation de la courbe d'abondances – introduction au transfert radiatif (lois de Kirchhoff-Bunsen ; loi de Beer-Lambert)

Introduction à la physique nucléaire : structure du noyaux – réactions nucléaires

Les 3 premières minutes de l'Univers : nucléosynthèse primordiale

Nucléosynthèse stellaire : réactions thermonucléaires – captures de neutrons

Le cas des éléments légers

Informations complémentaires

CM : 9 h

TD : 9 h

Infos pratiques

Contacts

Eric JOSSELIN

✉ Eric.Josselin@univ-montp2.fr



Nanosciences et Nanotechnologies



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
2 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
18h

Présentation

Description

Cette UE est une UE optionnelle qui permet d'introduire les notions de physique utilisées en Nanoscience et en Nanotechnologie. Elle permettra aux étudiants de mieux comprendre les phénomènes particuliers liés à l'échelle nanométrique. Elle comprend également une introduction au 4 microscopies qui permette d'aller observer et mesurer à cette échelle : AFM, STM, MEB, MET

Objectifs

- * Initier les étudiants au concepts utiles en nanoscience et nanotechnologie
- * Comprendre les principes de 4 microscopes ayant la résolution nanométrique
- * Avoir une première vision du monde des nanosciences et des nanotechnologies pour se faire une idée des master de physique proposés

Pré-requis nécessaires

Physique générale

Optique

Contrôle des connaissances

100% CC

Informations complémentaires

CM : 9 h

TD : 9 h

Infos pratiques

Contacts

Matthieu George

✉ matthieu.george@umontpellier.fr



Physique du Vivant



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
2 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
18h

Présentation

Description

Le cours envisage de donner une première introduction générale de la physique à l'égard des sciences biologiques et de mettre en contexte l'utilisation des concepts de la physique moderne, par ses méthodes et approches, pour décrire les systèmes biologiques et leur complexité de l'échelle moléculaire à celle cellulaire. Il se doit ainsi de comprendre le rôle central de la physique depuis un siècle désormais pour apprendre aujourd'hui les principes de l'organisation et la dynamique de la matière vivante et complexe (de la cellule aux populations d'individus). En même temps il faut comprendre que les systèmes biologiques représentent une nouvelle opportunité pour les physiciens pour apprendre d'avantage sur la complexité de la matière vivante et sa capacité d'auto-organisation, régulation et contrôle avec un regard aussi vers les nouvelles applications biomimétiques.

Objectifs

- * Appliquer les connaissances acquises en physique (mécanique, thermodynamique, dynamique des fluides, électromagnétisme, ...) afin de décrire les phénomènes biologiques de l'échelle moléculaire à celle cellulaire de manière quantitative, comprendre qu'est-ce que c'est une cellule biologique, ses composants moléculaires et ses fonctions principales.
- * Étudier des nouveaux concepts pour la physique fondamentale : interrupteurs et moteurs moléculaires,

thermodynamique des petits systèmes, systèmes actifs, systèmes stochastiques, régulation, information, évolution, ...

- * Apprendre que les grands conquêtes de la biologie moderne ont eu une origine et un développement par des idées et d'outils de la physique.
- * Apprendre les principes et les méthodes expérimentales de la physique utilisées pour mesurer les propriétés physico-chimiques des cellules jusqu'à l'échelle de la molécule individuelle.
- * Apprendre les grands défis qui rassemblent les sciences physico-chimico-mathématiques et celles biologiques, médicales et du vivant en général.
- * Apprendre à relier les phénomènes physico-chimiques aux observations biologiques *in vitro* et *in*
- * Commencer à apprendre le langage interdisciplinaire entre la physique et la biologie, aux nouvelles frontières des sciences physiques et de la matière.
- * Explorer un sujet d'intérêt personnel en physique de la matière biologique.

Contrôle des connaissances

CCI

Informations complémentaires

CM : 9 h

TD : 9 h



Infos pratiques

Contacts

Andrea Parmeggiani

✉ andrea.parmeggiani@umontpellier.fr



Physique Informatique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
2 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
18h

Présentation

Description

Cette UE optionnelle porte sur la résolution de problèmes de physique sur ordinateur. Elle comprend une utilisation du langage Python pour la programmation scientifique avec une attention particulière pour la visualisation et la réalisation d'animations. Elle offre une introduction aux possibilités offertes par la physique numérique au travers de différentes simulations (simulation FDTD de la propagation d'une onde électromagnétique 1D, etc.)

Objectifs

A l'issue de cette UE, l'étudiant sera en mesure de :

- * Utiliser le langage Python avec les bibliothèques NumPy et Matplotlib pour traiter différents problèmes abordés en licence de physique
- * Interpréter les résultats d'une simulation numérique et analyser les erreurs liées au traitement numérique.

Pré-requis nécessaires

HAP404P Physique sur ordinateur

L2 de Physique

Contrôle des connaissances

CCI

Syllabus

- * Rappels sur le langage Python pour la programmation scientifique
- * Calcul numérique et visualisation avec les bibliothèques NumPy, et Matplotlib
- * Mise en pratique de la physique numérique sur des problèmes variés
- * Méthode FDTD 1D

Informations complémentaires

CM : 9 h

TD : 9 h

Infos pratiques


Contacts

David Cassagne

✉ david.cassagne@umontpellier.fr



Anglais S5

 ECTS
2 crédits

 Composante
Faculté des
Sciences



Relativité et Physique Subatomique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
6 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
54h

Présentation

Description

Le cours s'appuie sur les connaissances acquises en L1 et L2 pour acquérir les bases de la relativité restreinte (1/3 de l'UE) et offrir aux étudiants une brève introduction à la physique des particules subatomique (2/3 de l'UE). Il permettra ainsi de maîtriser une introduction à la description de la structure intime de la matière. Après avoir développé les outils de relativité restreinte nécessaires à la suite du cours, nous détaillerons à la fois l'étude des noyaux atomiques (la physique nucléaire) et celle des particules «élémentaires» (la physique subatomique proprement dite). On donnera une première description du modèle standard de la physique des particules et des concepts de base de la physique nucléaire.

Objectifs

Ce cours est une introduction permettant d'acquérir les notions de bases nécessaires à l'UE « Astroparticules expérimentale 1 » (HMPH210) du semestre 2 du master CCP.

Ce cours repose sur l'acquisition des notions suivantes :

- Introduction à la Relativité Restreinte
- Espace-temps de Minkowski et transformations de Lorentz-Poincaré
- Mécanique Relativiste

- Quadrivecteurs énergie-impulsion et collisions entre particules élémentaires

- Noyau atomique, énergie de liaison
- Instabilité nucléaire et transformations radioactives
- Modèle de la goutte liquide
- Réaction nucléaires à basse énergie
- Section efficace d'interaction
- Notion de détection en Physique subatomique
- Notions de particules élémentaires

Pré-requis nécessaires

Formation générale en physique du niveau L2

- Mécanique Newtonienne du point.
- Mathématiques pour la physiques.

Contrôle des connaissances

100% CT

Syllabus

Supports de cours/TDs et corrections des exercices en anglais et en français. Cours en Français.



Relativité Restreinte

- Introduction à la Relativité Restreinte
- Espace-temps de Minkowski et transformations de Lorentz-Poincaré
- Mécanique Relativiste
- Quadri-vecteurs énergie-impulsion et collisions entre particules élémentaires

Nuclear and Particle Physics

1/ The framework :

- A / Introduction, ...
- B / Units, conventions, scales, ...
- C / The birth of particle physics

2/ Nuclear Physics :

- A / Nucleus components
- B / Nomenclature
- C / Binding energy
- D / Liquid drop model
- E / Decay processes
- F / Applications, dosimetry

3/ Particle Physics

- A / Elementary particles and interactions in the standard model
- B / Special relativity and kinematics
- C / Decays and collisions

4/ Cross sections :

- A / Definition

B / Changes in reference frame

C / Units and orders of magnitude

D / Differential and partial cross sections

E / Cross section computation (classical mechanics), Rutherford scattering

F / Examples (interaction of CRs with the CMB)

G / Concept of luminosity in particle colliders

Informations complémentaires

CM : 27 h

TD : 27 h

Infos pratiques

Contacts

Eric Nuss

✉ eric.nuss@umontpellier.fr



Mécanique Quantique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
5 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
45h

Présentation

Description

On développera dans ce cours les notions de base acquises auparavant en Mécanique Quantique au semestre 5. Le cours est articulé autour des grands axes suivants : extension du formalisme de la mécanique ondulatoire, théorie du moment cinétique, atome d'hydrogène, perturbations, introduction à la mécanique quantique relativiste.

Objectifs

Le but de cette unité d'enseignement est d'approfondir les connaissances théoriques acquises au niveau du semestre 5 en mécanique quantique 1 et de couvrir aussi largement que possible le socle de connaissances de base en mécanique quantique permettant aux étudiants de suivre en Master des cours plus spécialisés.

Pré-requis nécessaires

Les notions de base acquises en Mécanique Quantique 1 au semestre 5, Algèbre linéaire.

Pré-requis recommandés : Formalisme Hamiltonien

Contrôle des connaissances

100% CT

Syllabus

Formalisme de Dirac

Oscillateur harmonique

Espaces vectoriels linéaires et dynamique quantique,

Moment cinétique

Atome d'hydrogène

Théorie des perturbations indépendantes et dépendantes du temps

Introduction à la mécanique quantique relativiste

Informations complémentaires

CM : 22.5 h

TD : 22.5 h

Infos pratiques



Contacts

David Polarski

✉ david.polarski@umontpellier.fr

Felix Brummer

✉ felix.brummer@umontpellier.fr



Analyse Complexe



Présentation

Description

Introduire les outils de base de l'analyse complexe.

Objectifs

Cette UE abordera les points suivants :

- Fonctions analytiques : définition, zéros d'une fonction analytique, prolongement analytique, principe du maximum
- Fonctions holomorphes : définition, exemples (dont exponentielle, logarithmes), équations de Cauchy-Riemann, existence de primitive.
- La formule de Cauchy et ses conséquences : Indice d'un lacet par rapport à un point, formule de Cauchy dans un convexe, analyticité des fonctions holomorphes.
- Singularités et fonctions méromorphes : p les et singularités essentielles, fonctions méromorphes, développement en série de Laurent, théorème des résidus

Pré-requis nécessaires

Les UE d'analyse de L1, de L2 et du premier semestre de L3, en particulier :

- HAX403X Analyse 4, Suites de fonctions, séries ent res, Fourier

- HAX404X Topologie de \mathbb{R}^n et fonctions de plusieurs variables

- HAX502X Calcul différentiel et équations différentielles

Pré-requis recommandés : premier semestre de L3

Informations complémentaires

Volumes horaires :

CM : 27

TD : 27

TP : -

Terrain : -

Infos pratiques

Contacts

Responsable pédagogique

Philippe Castillon

+33 4 67 14 35 13

philippe.castillon@umontpellier.fr





Physique Statistique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
5 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
45h

Présentation

Description

Ce module est une introduction aux concepts et méthodes de la physique statistique des systèmes à l'équilibre avec une approche bottom-up : partir d'exemples puis donner les principes généraux. Il s'inspire beaucoup du cours de Harvey Gould et Jan Tobochnik. Une introduction historique à la construction de la théorie du mouvement brownien constitue le dernier chapitre du cours.

Objectifs

- * Maîtriser les outils et concepts probabilistes utilisés en physique statistique des systèmes à l'équilibre, calculer une moyenne, un écart-type, connaître les principales fonctions statistiques (loi gaussienne, binomiale, exponentielle, de Poisson..)
- * Savoir dénombrer le nombre de micro-états accessibles pour un système macroscopique à l'équilibre dans l'approximation classique et semi-classique.
- * Calculer l'entropie statique la fonction de partition canonique et/ou grand-canonique de systèmes sans interaction simples, y compris les gaz de fermions et de bosons.
- * Acquérir point de vue historique de la construction de la théorie du mouvement brownien

Pré-requis nécessaires

- * UE Thermodynamique 2 en L2
- * Rudiments de mécanique quantique

Contrôle des connaissances

100% CT

Syllabus

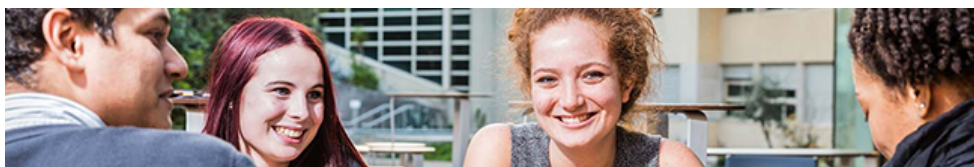
1. Du comportement microscopique au comportement macroscopique de la matière.
2. Concepts et outils mathématiques probabilistes.
3. Méthodologie de la physique statistique.
4. Systèmes de particules sans interaction.
5. Modèle du fluide Van der Waals: transition liquide gaz.
6. Le mouvement brownien : aperçu historique

Informations complémentaires

CM : 22.5 h

TD : 22.5 h

Infos pratiques



Contacts

Christian Ligoure

✉ christian.ligoure@umontpellier.fr



Hydrodynamique



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
3 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
27h

Présentation

Description

Cet enseignement vise à introduire les bases d'hydrodynamique physique. Les *aspects cinématiques* sont traités dans un premier temps : formalisme d'Euler et de Lagrange, analyse du mouvement d'un élément de volume de fluide, introduction des fonctions courant et potentiel des vitesses, et applications à différents types d'écoulements. Dans la partie suivante de *dynamique des fluides*, nous établissons l'équation d'Euler et la relation de Bernoulli pour l'écoulement de fluides parfaits, puis l'équation de Navier-Stokes décrivant l'écoulement de fluides visqueux Newtoniens. Cette partie nous mènera à définir le tenseur des contraintes ainsi que le nombre de Reynolds permettant de déduire le caractère laminaire ou turbulent d'un écoulement. L'enseignement se termine sur une introduction à la *mécanique des solides déformables* : champ de déplacement, tenseur des dilatations et des déformations.

Objectifs

Maîtriser le formalisme d'Euler et de Lagrange et savoir passer de l'un à l'autre. Savoir décrire/combiner des écoulements à partir de leur fonction courant ou de leur potentiel des vitesses. Maîtriser les équations d'Euler et de Navier-stokes et savoir les résoudre pour décrire des écoulements plans linéaires, autour d'un obstacle, et tourbillonnaires. Savoir calculer les déformations

lors d'écoulements de fluides visqueux et de solides déformables.

Pré-requis nécessaires

Dynamique Newtonienne et statique des fluides.

Pré-requis recommandés* : Mécanique du point, calcul différentiel, opérateurs gradient, divergence et rotationnel, et calcul intégral.

Contrôle des connaissances

100% CT

Informations complémentaires

CM : 13.5 h

TD : 13.5 h

Infos pratiques

Contacts

Bernard Hehlen

+33 4 67 14 34 64

bernard.hehlen@umontpellier.fr



Outils de Simulation



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
3 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
27h

Présentation

Description

Dans ce module on traitera des méthodes choisies de la physique numérique avec des applications pertinentes pour le parcours Physique fondamentale. Après une révision de la programmation avec Python 3, on étudiera des algorithmes numériques pour la résolution des équations non linéaires, des équations différentielles ordinaires et des systèmes d'équations linéaires. Une partie majeure du module concernera l'algèbre linéaire numérique et ses applications en physique et en analyse numérique. Enfin une introduction aux systèmes de calcul formel est prévue.

Objectifs

Approfondissement des compétences en programmation et en physique numérique. Compréhension du mode de fonctionnement des algorithmes choisis et de leurs limitations ; savoir les implémenter afin de résoudre des problèmes en physique numériquement; appréciation critique des résultats.

Pré-requis nécessaires

Programmation procédurale (idéalement avec Python). Connaissances en physique, en mathématiques et en informatique du niveau L2.

Pré-requis recommandés* : Bonne pratique de Python 3 et compétences de base en programmation scientifique, « Physique sur ordinateur » du L2 ou équivalent.

Contrôle des connaissances

CCI

Syllabus

- * Programmation scientifique avec Python 3 : Révisions et approfondissements
- * Recherche de zéros des fonctions
- * Résolution numérique des équations différentielles ordinaires
- * Calcul matriciel avec NumPy
- * Méthodes de l'algèbre linéaire numérique : Systèmes d'équations linéaires, décompositions matricielles, diagonalisation
- * Applications : Interpolation, ajustement/régression, discrétisation des opérateurs différentiels, optimisation
- * Introduction au calcul symbolique

Informations complémentaires

CM : 12 h

TP : 15 h



Infos pratiques

Contacts

Felix Brummer

✉ felix.brummer@umontpellier.fr



Physique Expérimentale S6



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
4 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
36h

Présentation

Description

Les travaux pratiques d'optique ondulatoire étudient les phénomènes d'interférences à l'aide des interféromètres de Michelson et de Fabry-Pérot comme application d'une spectroscopie de haute résolution. (TP interféromètre de Michelson et interféromètre de Fabry-Pérot)

Les phénomènes d'interférences sont également enregistrés dans des plaques holographiques pour la restitution et l'étude d'hologrammes. (TP holographie)

La polarisation de la lumière est étudiée et sert d'étude de matériaux biréfringents (calcite par exemple), de cristaux liquides, de matériaux isotropes placés sous contraintes (biréfringence induite)... (TP biréfringence)

L'émission d'ondes électromagnétique par des corps chauffés est à l'étude dans les TP corps noir. La température de différents corps chauds est déterminée à l'aide d'un pyromètre, d'une spectroscopie et d'une caméra infrarouge (pour le corps humain par exemple).

Les lasers sont également étudiés, leur émission, leurs modes longitudinaux et transverses soit sur une cavité "figée", soit sur une cavité ouverte et réglable. (TP laser HeNe I et II)

La vitesse de propagation d'une onde électromagnétique modulée en intensité est mesurée au travers d'une mesure

de déphasage de sa modulation induit par sa propagation. (TP vitesse de la lumière)

Des objets sont analysés par optique de Fourier qui permet après filtrage de faire ressortir ou disparaître certains détails. L'étude est également comparée au filtrage de Fourier numérique (TP strioscopie)

Enfin la propriété de certaines substances, soumises à un champ magnétique, de dévier le plan de polarisation de la lumière les traversant est à l'étude dans le TP effet Faraday.

Objectifs

Se familiariser avec des instruments d'analyse de la lumière comme des spectromètres, des mesureurs de puissance, analyseur de spectre, CCD, pyromètre, etc.. qui sont couramment utilisés dans l'industrie et la recherche.

Mettre en pratique les notions théoriques acquises durant les trois premières années de licence en manipulant des instruments d'optique légendaires exploités encore aujourd'hui dans la technologie et la recherche de pointes.

A la fin de son apprentissage l'étudiant devra être capable de régler, de comprendre ses observations et de faire une mesure avec les instruments qu'il aura étudiés. Il connaîtra les phénomènes physiques en jeu et exploités dans l'instrument permettant une mesure de précision.

Certaines manipulations sont simples et ne nécessitent pas d'instruments particuliers pour l'observation mais font intervenir des phénomènes fondamentaux qu'il faudra être capable de nommer et de comprendre et nécessitent un



protocole pour la mise en évidence de ces phénomènes qu'il faudra être capable de reproduire et comprendre.

Pré-requis nécessaires

1. Optique géométrique : Loi de Snell-Descartes. Formation d'images par des lentilles/miroirs. Chemin optique.
2. Optique ondulatoire : Onde plane et distribution d'ondes planes. Interférences à deux ondes et plus. Diffraction de Fraunhofer.
3. Mathématiques : Transformation de Fourier

Pré-requis recommandés* :

Polarisation de la lumière (polariseur, lames d'ondes (quart-d'onde, demi-onde). Notions d'optique de Fourier (temps/fréquence, espace réel/vecteur d'onde). Fabry-Pérot (finesse, intervalle spectral libre). Fonctionnement d'un laser (inversion de population, émission spontanée/stimulée).

Contrôle des connaissances

CC (1/3) TP Examen (2/3)

Informations complémentaires

TP : 36 h

Infos pratiques

Contacts

Steeve Cronenberger

☎ +33 4 67 14 37 14

✉ steeve.cronenberger@umontpellier.fr



Projets Tuteurés S6



Niveau d'étude
BAC +3



ECTS
4 crédits



Composante
Faculté des
Sciences



Volume horaire
36h

Présentation

Description

Le projet tuteuré est un projet expérimental ou de simulation numérique réalisé en groupes de 3 étudiants. Il se déroule en salle de travaux pratiques, sur l'une des nombreuses thématiques de physique et de chimie proposées. Il confronte les étudiants à la démarche de projet, et mobilise leur créativité, leur esprit d'initiative, leur autonomie et leur rigueur dans les expériences. Le projet se conclue par un rapport et une soutenance, soumis à l'évaluation par les pairs puis à celle du jury.

Objectifs

- * Réaliser une étude bibliographique sur la thématique du projet
- * Identifier la problématique choisie pour le projet
- * Concevoir une campagne d'expérience permettant d'étudier cette problématique
- * Mettre en œuvre avec rigueur ces expériences, analyser et modéliser les résultats
- * Rédiger un rapport de projet
- * Concevoir un diaporama et réaliser une présentation orale
- * Dans une démarche d'évaluation par les pairs, développer son regard critique sur la rédaction de rapports et la présentation orale en évaluant le rapport d'un autre groupe ; Améliorer ses propres productions grâce à la relecture par un autre groupe
- * S'initier à l'éthique et la déontologie scientifique

- * S'initier à la gestion de projet dans un contexte collaboratif

Contrôle des connaissances

- * TP (40%)
 - * Travail expérimental et gestion de projet
- * Oral (60%)
 - * Rapport 25%
 - * Soutenance 25%
 - * Évaluation des pairs 10%

Informations complémentaires

TP : 24h par étudiant; 36h de service par groupe de 20

Infos pratiques

Contacts

Thierry Guillet

✉ thierry.guillet@umontpellier.fr