Catalogue des cours sélectionnés

1 : Acoustique
2 : Acoustique et environnement sonore
3 : ATHENS - MP02 - Couleur, arts, industrie
4 : ATHENS - MP12 - Musique, science, histoire
5 : Biophysique
6 : Cosmologie
7 : Electro-Acousto Optique
8 : Energétique des batiments et confort
9 : Equation de Schrödinger non linéaire : des condensats de Bose Einstein aux supersolides
10 : Finance, risque, connaissance : les challenges du futur
11 : Génie nucléaire
12 : Introduction à la mécanique quantique
13 : Lumière et Image
14 : Lumière et Matière
15 : Mathématiques des modèles multi-échelles
16 : Mécanique 1 - Milieux continus
17 : Mécanique des milieux continus
18 : Mécanique quantique
19 : Milieux désordonnés et outils physiques
20 : Nanomatériaux
21 : Ondes en milieux complexes
22 : Ondes et Acoustique
23 : Optique des Ondes Guidées
24 : Optique quantique 1 : lasers
25 : Optique quantique 2 : photons
26 : Physique
27 : Physique
28 : Physique 3 - Noyaux et radioactivité
29 : Physique de la mesure
30 : Physique des particules élémentaires
31 : Physique des performances du pneu
32 : Physique du Solide
33 : Physique du Solide - Introduction
34 : Physique et exploitation des réacteurs REP
35 : Physique Quantique
36 : Physique quantique et statistique
37 : Projet de Physique
38 : Projet Systèmes
39 : Relativité et Electromagnétisme
40 : Relativité et principes variationnels

41 : Rhéophysique et matière molle
42 : Thermodynamique Statistique
43 : Travaux Pratiques d'Optique 2A
44 : Un monde chaotique

Acoustique

L'acoustique est un enjeu important tant au niveau de l'industrie que de l'environnement. Le succès des produits dans l'industrie peut par exemple dépendre fortement de leurs qualités acoustiques. Le cours a pour objectif que les élèves développent :
Une connaissance suffisante de l'acoustique pour promouvoir les effets positifs du son en réduisant autant que possible les effets néfastes du bruit.
Une maîtrise des phénomènes physiques de base concernant la génération et la propagation du son et de ses effets sur l'homme.
Une acquisition de techniques expérimentales grâce à l'utilisation de microphones, sonomètres, traitement des signaux et ainsi que de moyens de calcul numériques.

" Introduction à l'acoustique, équations de l'acoustique
" Rayonnement et diffraction du son, perception du son
" Traitement des signaux et mesures acoustiques
" TP Analyse des signaux, sonomètre et perception du son
" TD sur la propagation du son
" Vibration de structures
" TD vibration et rayonnement
" Conférence d'un industriel
" Méthodes numériques
" TD numérique, calculs acoustiques par éléments finis
" TP vibroacoustique, propriétés acoustiques des matériaux et vibrations
" Acoustique des salles, contrôle actif
" Evaluation

Niveau requis
Mécanique des milieux continus.

Modalités d'évaluation
1 conférence d'industriel, 6 séances de cours, 2 séances de travaux pratiques, 2 séances de TD,1 séance de TD numérique, 1 séance d'évaluation.

Période : Printemps
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 28 septembre 2011

Acoustique et environnement sonore

Cet enseignement d'approfondissement est consacré à l'acoustique audible, principalement en milieu aérien. Quelques cours introduisent les notions fondamentales sur la génération des ondes sonores, leur propagation et leur perception, dans le cadre de l'approximation linéaire. Les deux tiers du module sont

consacrés à un projet lié à une application particulière : conduits et filtres acoustiques (réfrigérateur acoustique, pot d'échappement, conduites souterraines, conduit vocal, instruments de musique, …), acoustique des lieux d'écoute (habitacle d'automobile, salles, ...), psychoacoustique (perception spatiale, binaurale, ...), structures et matériaux acoustiques absorbants, simulation d'environnements sonores, éventuellement propagation en milieu complexe (milieu urbain, milieu stratifié).

Numerus clausus:14

Niveau requis
Les connaissances acquises dans l'un des cours MEC431 ou MEC432 ou MEC434 sont suffisantes pour suivre cet enseignement d'approfondissement ; des notions de traitement de signal s'avèrent utiles.

Modalités d'évaluation
Présentations écrite et orale du projet.

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 25 mars 2011

ATHENS - MP02 - Couleur, arts, industrie

Objectifs: Proposer une approche globale de la couleur au travers des sciences physiques et humaines et de ses applications artistiques et industrielles

Programme: Approches croisées par un artiste et un physicien de la lumière et de la couleurTravaux pratiques sur l'harmonie des couleursL'origine de la couleur dans les minéraux, musée de minéralogieInitiation à la colorimétrieLes assortiments de couleursLes pigments pour la peinture automobileVisites d'application en entreprisesTravaux pratiques sur le tirage argentique, ESPCILes matériaux de la couleurInfluence de la mise en forme sur la couleur d'une carrosserieLe traitement des images numériques couleurLa restitution de la couleur dans la chaîne de l'image numériqueContrôle des connaissances

Niveau requis
Notions de base sur la lumière et les rayonnements

Modalités d'évaluation
Questionnaire (questions de réflexion)

Période : Printemps
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech

Dernière mise à jour : vendredi 29 juillet 2011

ATHENS - MP12 - Musique, science, histoire

Objectifs: Faire saisir au travers de l'exemple de la musique, sans oublier sa dimension historique, les interactions que peuvent avoir entre elles une pratique artistique et les sciences et techniques qui s’y associent.

Programme: de la physique au solfège : son et bruit, production et propagation du son, gamme et harmoniques, caractéristiques physiques et instrumentales des notes.physiologie, perception et musique.les théories musicales de Pythagore à Rameau.l’ingénierie dans la facture instrumentale au XIXe siècle (système Boehm, saxophone, piano).les systèmes musicaux (gammes, accords, tempéraments).le bois et le bois de résonance, influence du matériau sur l’instrument, spécificité des cordes, des vents et des percussions.les nouveaux matériaux dans la facture instrumentale (étude de cas sur l’archet en matériau composite, conception et ingénierie dans la facture instrumentale).visite d’application dans les collections du musée de la musique (Cité de la musique).

Niveau requis
Savoir lire une partition. Il est indispensable de réviser un manuel de solfège élémentaire avant le début du cours.

Modalités d'évaluation
Examen écrit (questionnaire QCM et questions de réflexion) à la fin de la semaine.

Période : Automne
Nombre d'heures : 37
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 29 juillet 2011

Biophysique

Ce cours traitera les bases physiques et les méthodes d'investigation physiques de la vie à l'échelle de la cellule biologique. Une sélection de techniques expérimentales et de concepts théoriques est considérée, pour illustrer l'apport de la physique aux études des objets, des assemblages et des processus biologiques et aux applications correspondantes, qui vont de la technologie au diagnostic médical.
Le cours de biophysique est aussi une introduction à un domaine de recherche importante en pleine expansion. L'enseignement se servira des différents préacquis de l'élève, notamment en biologie

moléculaire, physique expérimentale et physique statistique.

Contenu
Constituants et principes physiques de la cellule biologique.
Techniques de mesure sur molécule unique.
Biopuces, biocapteurs et nanotechnologie à base d'ADN.
Moteurs moléculaires.
Réseaux de régulation.
Préceptorat
Dénaturation de l'ADN.
Mouvement d'une bactérie.
Evolution des génomes et grands réseaux biologiques.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 16
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : mercredi 17 avril 2013

Cosmologie

La cosmologie est un champ d'application de l'astrophysique qui porte sur l'Univers dans son ensemble, son contenu matériel ou énergétique, son histoire passée et son évolution dynamique. Cette science relativement jeune a connu des progrès extraordinaires au cours des dernières décennies grâce à la mise en œuvre d'outils observationnels toujours plus sensibles et performants (observatoires au sol ou spatiaux). Les diverses prédictions du modèle théorique du « big-bang chaud », qui fut avancé vers le milieu du vingtième siècle, ont été vérifiées depuis avec un degré de précision sans cesse croissant.

Ainsi on peut aujourd'hui retracer dans ses grandes lignes l'histoire de l'Univers depuis sa première seconde (par référence à un temps zéro correspondant au big-bang dans le cadre du modèle ci-dessus) jusqu'à maintenant, quelques quatorze milliards d'années plus tard. L'extrapolation de l'histoire passée de l'Univers en deçà de cette première seconde reste le sujet de nombreuses recherches actuelles. On comprend également que les grandes structures de l'Univers, galaxies, amas de galaxies ou superamas de galaxies, résultent de l'instabilité gravitationnelle opérant dans un milieu initialement composé de perturbations de densité de très faible ampleur. Mais l'origine de ces perturbations de densité, ou même le mécanisme détaillé de la formation d'une galaxie comme la nôtre, restent à élucider. Pour donner un dernier exemple des avancées dans ce domaine, citons enfin l'observation selon laquelle la majeure partie du contenu énergétique de l'Univers est composé de « matière noire » (invisible) et d' « énergie noire », dont la nature et l'origine restent incomprises. Les réponses à ces questions nous fourniront de précieuses informations sur nos origines et sur le passé de notre Univers, bien sûr, mais aussi sur la physique fondamentale des lois de la gravitation et des autres interactions.

Cet enseignement d'approfondissement propose donc une introduction à la cosmologie moderne par le biais d'une série de six cours d'environ deux heures chacun, complétée par des travaux de recherches

personnels sur un sujet d'approfondissement au choix de l'élève. Ces travaux seront de nature bibliographique mais pourront comporter une partie de modélisation numérique si l'élève le souhaite et si le sujet le permet.

Référence bibliographique :
Principes de la Cosmologie par James Rich (2002)
Fiche détaillée
Table des matières
Ouvrage disponible auprès des Editions de l'Ecole Polytechnique.

Niveau requis
PHY432 – Physique quantique et statistique

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 03 janvier 2012

Electro-Acousto Optique

Le cours et les travaux dirigés associés familiarisent les élèves avec les effets utilisés pour moduler ou défléchir la lumière à partir d'une commande électrique. L'effet électro-optique et l'effet acousto-optique sont utilisés pour illustrer les concepts importants et les méthodes qui permettent de modéliser les composants obtenus. La description tensorielle des propriétés optiques et de leurs variations, les notions d'accord de phase entre deux ondes de même nature (condition de Bragg dans un milieu périodique) ou entre une onde optique et une onde électrique (composants électro-optiques à ondes progressives) sont essentielles. Ces notions sont illustrées par des composants qui constituent parfois des sous-systèmes évolués et qui font partie de la culture de l'ingénieur opticien.

FORMALISME TENSORIEL
Les propriétés optiques : permittivité et imperméabilité diélectrique. Modifications tensorielles des propriétés optiques d'un milieu :
EFFETS ELECTRO-OPTIQUES ET DISPOSITIFS
Effets électro-optiques linéaire et quadratique. Modulation de la polarisation, de l'amplitude, et de la phase d'une onde optique. Les modulateurs longitudinaux, transverses. Dispositifs massifs et à guides d'ondes. Bande passante. Dispositifs à ondes progressives.
EFFET ACOUSTO-OPTIQUE
Rappels sur les ondes acoustiques (milieux unidimensionnels). Les différents types d'ondes acoustiques et leur production. L'effet photo-élastique. Modification des propriétés optiques des milieux à 3 dimensions par les ondes acoustiques. Réseau d'indice créé par la propagation d'une onde acoustique dans un matériau
DIFFRACTION D'UNE ONDE OPTIQUE PAR UN RESEAU D'INDICE
Condition d'accord de phase transverse (réseaux minces) et longitudinale (réseaux épais)

Condition de Bragg dans les milieux isotropes. Théorie des ondes couplées.
Condition de Bragg dans les milieux anisotropes
DISPOSITIFS ACOUSTO-OPTIQUES
Les modulateurs et déflecteurs ; bande passante. Analyseurs de spectres et systèmes dérivés. Filtres accordables acousto-optiques anisotropes.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 18
École : Institut d'Optique Graduate School
Dernière mise à jour : jeudi 03 septembre 2009

Energétique des batiments et confort

Le renchérissement du prix des énergies et les objectifs de protection du climat modifient radicalement la manière de construire. De nouvelles compétences sont alors nécessaires pour satisfaire l'évolution de la demande. Le module apporte des connaissances de base en thermique, éclairage, mécanique des fluides, et fournit des outils méthodologiques applicables dans le cadre de projets de construction.

Partie 1 :
Introduction, enjeux énergétiques et confort
Thermique : conduction
Thermique : rayonnement
Thermique : convection
Lumière 1
Mécanique des fluides 1
Enveloppe
Confort hygrothermique
Partie 2 :
Systèmes 1
Systèmes 2
Lumière 2
Mécanique des fluides 2
Energies renouvelables

Niveau requis

Connaissances de base en physique et sciences de l'ingénieur ou architecture.

Modalités d'évaluation
Séances de 3 heures avec une moitié de cours et l'autre d'exercices

Période : Printemps
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 14 septembre 2011

on de Schrödinger non linéaire : des condensats de Bose Einstein aux supers

Le but de ce cours est de montrer comment l'étude d'un même modèle mathématique peut apporter des informations pertinentes pour des phénomènes aussi variés que la physique de la matière condensée, l'optique non linéaire, la mécanique ou les phénomènes d'invasion biologiques.

Nous introduirons certains outils d'analyse mathématique non linéaire: calcul des variations, analyse spectrale, théorie des perturbations, étude d'ondes progressives, principe du maximum, théorie des fonctions holomorphes. Nous nous intéresserons tout particulièrement au cas des fluides quantiques (condensats de Bose Einstein) pour lesquels nous décrirons quelques expériences récentes portant sur l'observation de tourbillons quantiques.

Le niveau de ce cours est introductif et ne nécessite aucun prérequis particulier. Il est destiné aussi bien à des étudiants venant d'autres disciplines et souhaitant apprendre un peu de mathématiques, qu'à des gens souhaitant compléter leur connaissance des équations aux dérivées partielles, grâce aux nombreuses pistes d'approfondissement qu'ouvre ce cours. Le polycopié a été rédigé en collaboration avec Jean Dalibard (Physique) et Christophe Josserand (Mécanique). Jean Dalibard interviendra dans ce cours.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 18 novembre 2011

Finance, risque, connaissance : les challenges du futur

L'objectif de cette semaine d'ouverture est :
De faire découvrir aux élèves les métiers basés sur les mathématiques : les métiers de la finance, de

l'analyse de risque et le management de la connaissance.
De présenter l'aspect pratique de ces métiers, le cadre, les perspectives et les évolutions.
De mettre en perspective l'offre de cours de l'école, du département IMI et des masters.

Finance
La première partie de la semaine (4 demi-journées) est consacrée à la finance et à l'analyse de risques. Différentes conférences basées sur des exemples orientés métiers et perspectives seront proposées. On peut citer les modèles de taux d'intérêt, les produits dérivés, les métiers de la finance de marché (quant, trader, structurer) et leurs évolutions, un historique des années 80 à aujourd'hui, les banques et leurs succursales, l'ouverture des nouveaux marchés, enfin la montée en puissance de la finance ces dernières années? jusqu'à la crise Financière !!
Une conférence sera également organisée sur le thème finance et économie.
On terminera par une mise en relation avec les cours du département et du master ainsi qu'une synthèse des différents thèmes.
Management de la connaissance
La deuxième partie de la semaine (4 demi-journées) est consacrée au management de la connaissance. Des exemples de nouveaux métiers de la connaissance : technologie du web, data mining, ontologie, sécurité et décryptage. Google et autres moteurs de recherche : Google comment ça marche et comment l'adapter à l'ingénieur ? Les applications au traitement de l'image, du signal et du son, la compression, la reconnaissance, l'identification et le suivi on verra également les applications à la sécurité. On terminera par une synthèse pour un éclairage des élèves sur les cours proposés par l'école, le département IMI et les masters.

Modalités d'évaluation
8 demi-journées réparties sur une semaine, cours, conférences et visite.

Période : Automne
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 31 août 2011

Génie nucléaire

Contenu
Physique nucléaire Structure de l'atome & Eléments chimiquesStructure du noyau & IsotopesRadioactivité & Types de rayonnement, Cinétique de la radioactivitéDéfaut de masse & Energie nucléaireRéactions nucléaires Caractéristiques des neutrons & Domaines d'énergieInteractions des neutronsSections efficacesPrincipe des réacteursFusion et Fission & Energie dégagéeProduits de fissionRéaction en chaînes & Facteur de multiplicationChoix du combustibleChoix du modérateurRapport de modération & Réacteur sous modérésChoix du caloporteurFilières des réacteursCinétique des réacteurs RéactivitéNeutrons retardés & PrécurseursTemps de vie des neutronsEquations de la

cinétiqueCinétique en neutrons prompts (hypothétique)Cinétique à 1 groupe de neutrons retardésRelation et courbe de NordheimEvolution de la population neutronique en fonction de la réactivitéTemps de doublement Principes de pilotage des réacteurs Poisons neutroniques & Xénon et SamariumEffet en réactivité induit par les variations de températureApproche sous-critique avant démarrage du réacteurLa filière des réacteurs à eau sous pressionPrincipe de fonctionnement et description : bâtiments, circuits primaire, secondaire et tertiaire, piscines, salle de commande. Présentation de certains circuits auxiliaires et de sauvegarde.L'EPREuropean Pressurized water Reactor : Présentation des particularités de l'EPR par rapport aux réacteurs actuels.Les acteurs du nucléaire en FranceLes acteurs du nucléaire en France : Gouvernement, DGEMP, ASN, IRSN, ANDRA, CEA, AREVA, ALSTOM et EdFCycle du Combustible Nucléaire et Gestion des DéchetsCombustible nucléaire pour filière REP Uranium ; aspects de chimie et de physique nucléaire U, élément chimique ; famille actinides, configuration électronique, multiplicité des degrés d'oxydation,… U radio-élément ; ses isotopes et leurs périodes, descendants, fissile/fertile, uranium nature/enrichi/appauvri, filière réacteurs/isotopie. Uranium ; dans le cœur des REPQuelle forme chimique ? Pourquoi ?Quel conditionnement ? L'assemblage, le crayon, la pastille, la poudre UO2.Besoins du parc électronucléaire français.L'industrie de la fabrication du combustible ; quelques aspects.Du combustible neuf au combustible usé ; réactions nucléaires, production de nouveaux éléments chimiques, aspects de corrosion,…De la mine à la fabrication du combustible ; l'amont du cycle du combustible nucléaire De la mine à la fabrication du combustible ; une simple logique d'enchaînement d'étapesObjectifs des 3 étapes ; extraction- concentration, conversion, enrichissement.L'uranium sous plusieurs formes chimiques et dans plusieurs états.Ressources minières mondiales, usines de conversion et enrichissement. L'enrichissement de l'uranium ; un procédé de séparation physiquePrincipes de séparation par procédé diffusion gazeuse ; opération unitaire, cascade, l'UTS.Composition d'un module de DG.Comparaison procédé DG / procédé ultracentrifugation gazeuse. L'usine Georges Besse 1 et le projet Georges Besse 2.Devenir du combustible usé et gestion des déchets ultimes; l'aval du cycle du combustible nucléaire Des étapes qui dépendent d'une stratégie de fin de cycleCycle ouvert / cycle fermé ; éclairage sur le choix de quelques pays.Stratégie retraitement & recyclage : les implications industrielles. Industrie du retraitement et du recyclage ; combustibles MOX, l'URT, l'URE).Stratégie retraitement & recyclage : les implications en matière de gestion des déchets de fin de cycle. La situation aujourd'hui. Procédé de traitement des combustibles usés : les grandes lignes du procédé PUREX Gestion des déchets radioactifs : la situation aujourd'hui en FranceOrigine, classification, production annuelle.Stockage en surface des déchets très faible et faible activité à vie courte (TFA, FA/MA vie courte).R&D associée à la gestion des déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue (HMA-VL). Gestion des déchets radioactifs HMA-VL : les perspectives en France, les stratégies développées par nos voisins

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 3

École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 27 mai 2010

Introduction à la mécanique quantique

L’objectif de ce cours est l’introduction des principes fondamentaux de la mécanique quantique.

1. Introduction
2. Mécanique ondulatoire
3. Notations de Dirac
4. Grandeurs physiques et mesures
5. Principes de la Mécanique Quantique
6. Commutation des observables
7. L'oscillateur harmonique.

Modalités d'évaluation
Examen écrit, 3 heures, tout documents autorisés

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 3
École : Institut d’Optique Graduate School
Dernière mise à jour : mardi 28 avril 2009

Lumière et Image

Comprendre les principaux phénomènes qui régissent la propagation de la lumière à travers des systèmes simples pour la formation des images, le transport de l'énergie, l'interférométrie ou la spectroscopie. On utilise le formalisme de l'optique de Fourier très commode pour décrire le comportement linéaire de nombreux systèmes (imageurs, spectromètres, interféromètres, holographie, codeurs-décodeurs, etc).

Contenu
Les lois et les principes de l'optique géométrique
La qualité des images
Les composants et les systèmes optiques
Le transport de l'énergie lumineuse

Optique: spectroscopie et imagerie
Cohérence en optique
Spectromètres interférentiels et à réseau
Diffraction et synthèses d'ouverture
Traitement optique du signal
Relations Objets-Images
Filtrage optique
Holographie - Codage - Reconnaissance
Préceptorat
L'appareil photo réflex
Spectroscopie par transformée de Fourier
Interféromètre de Fabry Perot
Le spectromètre à réseau
Optique des faisceaux gaussiens
Travaux pratiques
Spectroscopie instrumentale
Mesure de la structure hyperfine d'une raie spectrale à l'aide d'un Fabry-Perot
Mesure de spectres larges par spectroscopie à transformée de Fourier
Etude des performances d'un spectromètre à réseau
Interférométrie et traitement des images
Interféromètre à fibres optiques
Imagerie 3D à l'échelle microscopique par holographie numérique
Filtrage spatial d'une image dans le plan de Fourier
Diffraction par une onde ultrasonore
Granularité laser

Niveau requis
Ce cours s'appuie sur la notion de distributions (cf. Méthodes Mathématiques I) et de nombreuses analogies existent avec les circuits électroniques linéaires (cf. Électronique des Circuits Intégrés).

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 62
Crédits ECTS : 4
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : vendredi 12 avril 2013

Lumière et Matière

Introduire à différents niveaux l'interaction lumière-matière. Le cadre peut être phénoménologique pour comprendre le fonctionnement des détecteurs de rayonnement, ou basé sur l'électromagnétisme classique (milieux linéaires ou non linéaires, isotropes ou anisotropes) ou sur la physique quantique. On introduit aussi les éléments nécessaires à la compréhension du principe des principaux

lasers et de leurs applications.

Contenu
Détecteurs de lumière et d'images
Les signaux et les bruits
Principes physiques à la base de la détection
Exemples: détecteurs de flux et détecteurs d'images
L'électromagnétisme classique
Milieux isotropes (diélectriques et métalliques)
Milieux anisotropes, propagation et interférences
Application à la transmission de l'information
Optique non linéaire
Optique quantique et laser
L'approche semi-classique et ses limites
L'Hamiltonien d'interaction
La physique du laser: Excitation - Relaxation - Largeur de raie
Principaux modes de fonctionnement des lasers (monomodes, multimodes, relaxés modes bloqués, modes synchronisés)
Les principaux lasers (gaz et solides)
Applications des lasers
Préceptorat
Ellipsométrie
Interféromètre à polarisation
Effet électro-optique
Génération de second harmonique
Amplification optique dans les télécommunications par fibres
Cohérence temporelle d'un laser
Travaux pratiques
Lasers
Réalisation d'un laser He-Ne
Laser à colorant accordable
Laser Nd:YAG, génération du second harmonique intracavité
Mesure de faibles biréfringences
Par spectroscopie en lumière polarisée
Par modulation de polarisation et détection synchrone
Application à l'étude des polymères et du pouvoir rotatoire induit par un champ magnétique
Mesure interférentielle de rugosité à l'échelle du picomètre
Interactions lumière-matière
Effet d'un champ magnétique sur les niveaux d'énergie: effet Zeeman
Effet mirage dans un champ de température photo-induit
Effet photoréfractif: photochromisme et auto-diffraction

Niveau requis
Ce cours s'appuie sur les enseignements d' électromagnétisme, de physique quantique et de spectroscopie.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 63
Crédits ECTS : 4

École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : lundi 15 avril 2013

Mathématiques des modèles multi-échelles

Traditionnellement, les matériaux sont décrits à l'échelle du continuum. Cependant, de nombreux phénomènes ne peuvent pas être décrits par une approche aussi macroscopique. Il en est ainsi de la propagation de fracture dans les matériaux cristallins, dont la description nécessite de prendre en compte la nature atomistique du matériau. A une échelle complètement différente, c'est aussi le cas des matériaux granulaires, lorsqu'ils sont soumis à des chargements importants. Un exemple est celui du ballast soumis au poids d'un train. Dans ces deux cas, une stratégie numérique possible consiste à utiliser une approche multi-échelle, où deux modèles, l'un continu et l'autre discret, écrits à des échelles d'espace différentes, sont couplés.
L'objectif de ce cours est de former les élèves à la complémentarité des deux approches, continue et discrète. Le point de vue sera celui du mathématicien appliqué. Dans un premier temps, les notions élémentaires de mécanique discrète seront introduites. Dans un second temps, nous complèterons les connaissances acquises en première année en analyse et calcul scientifique pour les modèles continus. Enfin, on abordera la problématique du couplage d'échelles. Chaque aspect sera illustré par des mises en oeuvre informatiques.

1.Mécanique discrète :
Algorithmes d'intégration en temps d'équations différentielles ordinaires: méthodes de Runge-Kutta
Modélisation d'un système particulaire: énergie potentielle et cinétique
Propriétés géométriques des systèmes hamiltoniens
Algorithmes d'intégration pour la dynamique hamiltonienne: schémas symplectiques.
Notion d'équations équivalentes.
2.Analyse pour les problèmes continus :
Opérateurs compacts, diagonalisation des opérateurs compacts auto-adjoints, application au calcul des valeurs propres du laplacien
Méthodes numériques pour la résolution de problèmes aux valeurs propres
Equations d'évolution: étude par décomposition spectrale de l'équation des ondes et de l'équation de la chaleur
Méthodes numériques de résolution
Problèmes variationnels non linéaires: équations d'Euler-Lagrange, cas convexe, cas non convexe.
Relaxation du problème. Modèle discret pour la mécanique, et discussion du modèle continu à l'échelle macroscopique à la lumière du modèle discret microscopique.
3.Vers les approches multiéchelles :
Couplage d'un modèle discret microscopique avec un modèle continu macroscopique
Calcul de lois de comportement macroscopiques à partir d'un modèle microscopique.

Niveau requis
Cours d'analyse et Cours de calcul scientifique de première année

Modalités d'évaluation

39h de cours et de TP de mise en oeuvre informatique.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 39
Crédits ECTS : 4
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Mécanique 1 - Milieux continus

Objectifs: Mise en place des outils de modélisation en thermomécanique des milieux continus. Formulation générale des lois de comportement des matériaux. Résolution de problèmes aux limites d’élasticité linéarisés.

Programme: Présentation du milieu continu. Lois de conservation. Schématisation des efforts intérieurs (contraintes). Histoires lagrangienne et eulérienne de la déformation.Notions générales sur les lois de comportement (principe d'indifférence matérielle ; groupes de parité). Description du solide élastique et des fluides.Formulation complète et résolution des problèmes de l'équilibre d'un corps élastique dans l'hypothèse des petites perturbations.

Niveau requis
Algèbre linéaire, analyse fonctionnelle, mécanique du point et du solide rigide

Modalités d'évaluation
Examen écrit.

Période : Automne
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 2
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 13 juillet 2012

Mécanique des milieux continus

Permettre d'aborder des problèmes simples d'écoulement et de transferts. Les transferts de matière, de quantité de mouvement et d'énergie sont en effet omniprésents dans la nature (cycle de l'eau, circulation sanguine, bioclimatologie...) et les équipements (drainage, culture sous serres, procédés agro-alimentaires).

On présentera un formalisme unique pour écrire les bilans de matière, de quantité de mouvement et d'énergie, que ce soit sur des systèmes macroscopiques (équations différentielles ordinaires) ou des volumes élémentaires (équations aux dérivées partielles).

Pour formaliser de tels problèmes puis pour résoudre les équations (dans des cas simples) il est nécessaire de maîtriser un certain nombre d'outils mathématiques. Il est demandé aux étudiants de réviser les notions élémentaires de géométrie et d'analyse du niveau du baccalauréat scientifique : géométrie euclidienne, vecteur, matrice, analyse de fonction, dérivée, intégrale. Un test de niveau sera effectué en début de séquence.

Partant de ces bases on introduira des notions sur les fonctions de plusieurs variables, les champs scalaires et vectoriels et la résolution des équations différentielles ordinaires. On se limitera aux coordonnées cartésiennes et on s'appuiera le plus possible sur des images géométriques.

Puis alterneront cours et travaux dirigés sur les transferts de matière, de quantité de mouvement et d'énergie. Ces 3 points seront traités selon le même plan :
- équation de conservation sur un système macroscopique ouvert
- équation de conservation sur un volume élémentaire
- loi d'état / loi de transfert / conditions aux limites
- combinaison et adimensionnalisation des équations

On abordera de façon un peu plus détaillée le cas particulier des écoulements en charge des fluides incompressibles, domaine très utile pour l'ingénieur.

Modalités d'évaluation
Travail écrit à rendre.

Période : Automne
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 2
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 24 septembre 2008

Mécanique quantique

La mécanique quantique est probablement une des aventures intellectuelles les plus fertiles de l'humanité. Elle a permis de déterminer la structure des noyaux, des atomes, des molécules, d'élucider la nature de la lumière, et elle constitue un outil indispensable pour comprendre la physique moderne, des particules élémentaires jusqu'aux étoiles et au Big Bang. Son impact économique est tout aussi important : la plupart des produits de haute technologie (électronique, lasers et optronique, nanotechnologies, télécommunications) sont directement issus de concepts quantiques.

Le but du cours PHY311 est de proposer à l'ensemble des élèves une initiation à la mécanique quantique

et à quelques unes de ses applications. Il traitera d'abord de la mécanique ondulatoire. Après avoir présenté les bases de la théorie, on étudiera quelques problèmes à une dimension, comme le mouvement d'une particule dans un puits carré et l'oscillateur harmonique. Cela permettra de dégager la notion d'état quantique et d'introduire les principes généraux de la mécanique quantique en utilisant le formalisme de Dirac. Le fonctionnement des masers et la cryptographie quantique serviront d'illustration à ces principes. Ce cours aura des liens étroits tant avec le cours de mathématiques qu'avec celui de probabilités.

Référence bibliographique :
Mécanique quantique par Jean-Louis Basdevant et Jean Dalibard (2002).
Fiche détaillée
Table des matières
Ouvrage disponible auprès des Editions de l'Ecole Polytechnique.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 28
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 27 juin 2011

Milieux désordonnés et outils physiques

Ce cours présentera les résultats les plus récents dans les techniques de caractérisation de la microstructure des matériaux cimentaires. Les propriétés de transport de l'eau, des ions, des gaz et l'exploitation d'une imagerie multiéchelle de ces matériaux fortement désordonnés seront abordés. Nous montrerons comment ces connaissances ont fortement contribué au développement récent de ce que l'on peut appeler «les nouveaux bétons ». Nous discuterons en quoi les outils physiques d'analyse des milieux désordonnés contribue à définir les possibilités de fonctionnalisation et de durabilité des liants hydrauliques.

Classes de poreux naturels et industriels.
- Quelques grandes classes de matériaux poreux.
- Notion de porosité, de surface spécifique de courbures moyenne et gaussienne.
- Désordre et invariance d'échelle.

2/ Les techniques physiques de caractérisation des poreux : une approche multi-échelle
- Imageries 2D et 3D
* les microscopies MEB et TEM, les tomographies, l'IRM.
- Exploiter les corrélations structurales :
* Les méthodes de diffusion statique de rayonnement X, neutrons.
  * Introduction aux méthodes de diffusion des rayonnement quasi-élastiques ou inélastiques.
- Avantages des techniques non-invasives de RMN :
* Caractérisation d'espèces et de phases par spectroscopie haute résolution
* La relaxométrie à une et plusieurs dimensions :

Suivi en continue de l'évolution de la microstructure de matériaux cimentaires
Caractérisation de la dynamique de l'eau aux interfaces
Transport d'eau entre les micropores et mésopores
* Le gradient de champ pulsé et le suivi de la dynamique aux échelles intermédiaires (m)
* L'IRM et l'imagerie au delà du m.

3/ Exploitation de l'imagerie: description morphologique et topologique des milieux poreux.
- Les outils de description morphologique de la texture :
Introduction à la stéréologie, à l'utilisation des opérateurs de la morphologie mathématique et au traitement d'image.
- Introduction aux propriétés topologiques, le problème de la connexion, graphes et squelettes.

4/ Propriétés de transport et d'invasion : Une approche de physique statistique
- Transport diffusif :
* notion de tortuosité,
* portrait de phase du propagateur de diffusion
* connexion avec la structure poreuse.
- Rôle du désordre sur le transport : notion de percolation, de processus non gaussiens, de diffusion anormale. Importance dans les structures poreuses naturelles.
- Transport convectif : notion de perméabilité, rôle de la géométrie du réseau de pores
- Mécanismes d'imbibition et de séchage : le cas de l'intrusion de mercure.
- Techniques physiques de mesure des processus de transport.

5/ Applications aux nouveaux bétons : fonctionnalisation et durabilité

Modalités d'évaluation
Exposé sur article

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 26 juin 2007

Nanomatériaux

Dans le domaine des nanomatériaux, la question qui préoccupe les ingénieurs et les industries est souvent: comment peut-on améliorer la résistance d'un matériau en contrôlant son procédé de fabrication et sa structure à l'échelle du nanomètre? Mais on ne peut envisager de répondre à cette question sans au préalable comprendre comment l'échelle nanométrique détermine les propriétés macroscopiques de matériaux. Dans un souci de cohérence, c'est donc d'abord cette seconde question qui est au coeur de ce cours.
Le cours s'orientera donc autour des deux types essentiels de réponse mécanique, que sont la ductilité et la fragilité.

1.Introduction:
qu'y a-t-il de particulier à l'échelle du nanomètre?
2.Matériaux ductiles et superplastiques:
rappel sur les cristaux: dislocations, énergie d'interaction et propagation de dislocations
défaut dans les nanomatériaux: grains, joints de grains, relation de hall-petch
ductilité, fluage des métaux, superplasticité des céramiques
3.Matériaux fragiles:
bilan énergétique en rupture dynamique: coût énergétique de création de surface, forces de Van Der Walls, vitesse de rupture.
modes de rupture; traitement élastique linéaire des discontinuité, facteur de concentration de contrainte statique et dynamique.
écoulement plastique en point de fissure. Détermination de la ténacité et structure nanométrique.
conception de nouveaux matériaux à haute résistance.
4.Procédés de fabrication:
introduction: procédés physiques (évaporation/condensation), procédé mécaniques, auto-organisation, recuit,...
rappel de thermodynamique d'un mélange : décomposition spinodale.
deux exemples d'applications:
fabrication d'un alliage métallique par contrôle de la croissance de grains
fabrication du verre : courbe de superposition temps-température

Niveau requis
Mécanique physique des matériaux

Modalités d'évaluation
6 séances de 3 heures.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 21
Crédits ECTS : 2
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011

Ondes en milieux complexes

La diffusion de la lumière dans les milieux complexes rend très difficile l'utilisation de techniques d'imagerie standard (microscopie conventionnelle). Pourtant, être capable de « voir à travers des milieux diffusants » est un atout majeur dans des domaines aussi divers que l'imagerie biomédicale, l'étude de la matière molle, ou la caractérisation de peintures. Des approches originales ont été utilisées au cours des vingt dernières années pour développer des systèmes d'imagerie nouveaux, permettant de détecter des objets et de réaliser des images en régime de diffusion multiple. Le module présente les fondements physiques de la propagation des ondes dans les milieux diffusants désordonnés, et différentes techniques expérimentales modernes permettant de sonder de tels milieux.

Contenu
Diffusion de la lumière par des particules
Diffusion, sections efficaces, théorème optique.
Rappels de rayonnement. Rayonnement dipolaire.
Cas particuliers (diffusion Rayleigh, particules grandes devant λ, diffusion de Mie)
Diffusion multiple
Champ moyen et champ fluctuant
Balistique et diffus. Echelles de longueur.
Extinction par un nuage de particules
Homogénéisation (exemple du milieu finement divisé)
Transport de l'intensité
Equation de transfert radiatif.
Approximation de la diffusion. Conductance radiative
Exemples d'application, imagerie
Speckle
Statistique de l'intensité (Rayleigh)
Statistiques du second ordre. Corrélations angulaires
Diffusion dynamique de la lumière : diffusion simple et diffusion multiple
Exemples d'application en imagerie (matière molle, vivant)
Exemples d'applications récentes de l'optique en milieux diffusants

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 12
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : vendredi 03 mai 2013

Ondes et Acoustique

Cet enseignement est destiné à fournir aux étudiants les concepts permettant d'appréhender la propagation des ondes, et plus particulièrement des ondes acoustiques, dans des milieux variés (fluides, milieux biologiques, milieux hétérogènes, guides d'ondes, cavités, etc.). Dans une première partie, les équations constitutives de l'acoustique des fluides sont présentées et combinées pour aboutir à l'équation de propagation en régimes linéaire puis non-linéaire. Les propriétés de l'équation de propagation sont

discutées (réciprocité, invariance par renversement du temps) et comparées à celles de l'équation de la diffusion. Dans une deuxième partie, les approches monochromatique et impulsionnelle de la diffraction sont présentées. Enfin, dans la troisième partie, la théorie de l'imagerie est abordée à travers une comparaison des techniques d'holographie, d'imagerie par lentilles et d'échographie. Les principes du sonar et du radar sont également exposés et les techniques d'ouvertures synthétiques et de codage d'impulsions décrites.

Contenu
Introduction : l'équation de propagation et l'équation de la diffusion
Propagation acoustique
Les équations constitutives (conservation de la masse, équation d'Euler, équation thermodynamique)
L'équation de propagation : réciprocité et invariance par renversement du temps
Énergie transportée par une onde acoustique
Transmission et réflexion à une interface
Propagation en milieu hétérogène
La théorie scalaire de la diffraction
Formalisme de Green et réciprocité spatiale
Le théorème intégral de la diffraction en régime monochromatique
Champ proche, champ lointain, transformée de Fresnel et de Fourier
La théorie de la diffraction dans le domaine temporel : réponse impulsionnelle de diffraction, ondes géométriques et ondes de bord
Le retournement temporel et l'origine de la limite de diffraction
Détection, communication et imagerie
La théorie de l'imagerie
Les lentilles
L'échographie et l'élastographie
Le sonar et le radar
Travaux dirigés :
Diffraction impulsionnelle
Propagation acoustique dans un guide d'ondes
Méthode de la source virtuelle pour la surveillance de réservoirs géologiques de stockage de CO_2

Préceptorat
La cohérence en physique des ondes
Miroirs à Retournement Temporel et milieux désordonnés
Travaux pratiques
Imagerie ultrasonore
Transducteurs piézoélectriques
Echographie
Elastographie
Propagation en milieux complexes
Modélisation numérique de la propagation acoustique dans un guide d'onde sous-marin
Expériences de focalisation par retournement temporel dans des milieux diffuseurs ou réverbérants
Sonoluminescence
Préparation et réalisation d'une expérience de sonoluminescence
Simulation numérique des oscillations forcées d'une bulle d'air dans une cavité remplie d'eau

Niveau requis
Transformée de Fourier, opérateurs : gradient, divergence, laplacien.

Modalités d'évaluation
Un examen écrit (2h30). Un cahier de laboratoire pour les travaux pratiques.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 74
Crédits ECTS : 6
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : mardi 19 mars 2013

Optique des Ondes Guidées

Le but du cours est de donner d'abord les concepts de base permettant la compréhension des éléments essentiels de la propagation dans les guides et les fibres optiques. Les propriétés principales des fibres à faible nombre de modes sont détaillées dans l'approximation du guidage faible. Les notions de dispersion et d'atténuation, essentielles dans les systèmes de télécommunication à haut débit sont introduites.
On introduit enfin que les notions de couplage entre modes, de façon à décrire ensuite les composants passifs ou actifs tels que coupleurs, multiplexeurs ou interféromètres.

Optique guidée planaire
Le guide plan diélectrique à saut d'indice à une dimension
Notion de mode transverse, condition de guidage, constante de propagation longitudinale, fréquence de coupure ; Résolution graphique. Résolution des équations de Maxwell. Equation de dispersion. Modes TE, TM, pairs et impairs, notations des modes, amplitude du champ. Confinement du mode , indice effectif. Vitesse de groupe, temps de transit, déplacement de Goos-Hänchen.

Guide à profil d'indice quadratique

Fibres optiques dans l'approximation du guidage faible
Le champ électromagnétique dans les fibres optiques monomodes .Notion de guidage faible. Approximation scalaire de l'équation de propagation, description et classification des modes, fréquence de coupure, dégénérescence des modes. Les modes LP, indice effectif, facteur de confinement ; pproximation gaussienne du mode LP01 et application aux pertes de couplage entre fibres.Dispersion du mode LP01 (dispersion intramodale), effet de la dispersion chromatique du matériau et des paramètres de la fibre Pertes et atténuation

Couplage de modes
Origines du couplage entre modes de propagation. Equations de propagations couplées, constante de couplage, condition d 'accord de phase. Couplage entre les modes de deux guides monomodes voisins. Applications : coupleurs 3dB, multiplexeurs, interféromètres. Couplage entre deux modes d'une même fibre : couplage par un réseau de surface ou d'indice. Couplage co-directionnel ou contra-directionnel. Application au couplage entre un mode guidé et un mode rayonnant, application aux diodes laser DBR et DFB. Réseaux de Bragg de petit pas : application aux filtres de Bragg.

Niveau requis

Physique :
Equations de Maxwell dans les milieux diélectriques
Conditions de continuité aux interfaces
Equation de propagation

Mathématiques :
calcul vectoriel
equations différentielles linéaires du second ordre, systèmes de 2 équations différentielles linéaires couplées du premier ordre

Modalités d'évaluation
Examen écrit de deux heures

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 3
École : Institut d'Optique Graduate School
Dernière mise à jour : mercredi 12 janvier 2011

Optique quantique 1 : lasers

Cours enseigné en anglais
L'optique quantique décrit la lumière et son interaction avec la matière. Ce premier enseignement est consacré à la physique des lasers, domaine en plein essor où la distinction entre physique de base et physique appliquée n'a pas de pertinence.

Sujets enseignés :

- Probabilités de transition.
- Interaction atome-rayonnement.
- Principe et propriétés de base des lasers.
- Lasers continus.
- Lasers en impulsion.
- Eléments d'optique statistique : application à la cohérence et à la largeur de raie laser.
- Applications des lasers.
- Manipulation et refroidissement d'atomes par lasers.

Cours dispensé en Anglais.

Niveau requis
PHY432 - Physique quantique et statistique

Période : Automne
Nombre d'heures : 36

Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 28 novembre 2011

Optique quantique 2 : photons

Le cours d'Optique Quantique 2 (PHY 562) traite de la quantification du champ électromagnétique, de la notion de photons, et de l'interaction entre la matière et le rayonnement quantifié. Il permet d'aborder les sujets au cœur de l'optique quantique moderne, des états comprimés de la lumière aux sources à un seul photon et aux paires de photons intriqués, qui jouent un rôle essentiel dans le domaine nouveau de l'information quantique.

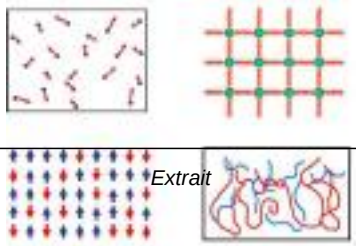
Sujets traités :

Quantification du champ électromagnétique : formalisme hamiltonien, quantification canonique.
Le rayonnement libre quantifié : états quasi classiques, états comprimés, états à un photon.
Equations de Heisenberg, interférométrie avec des champs quantiques.
Interaction atome-rayonnement quantifié ; émission spontanée
Optique non-linéaire : traitement classique, traitement quantique, paires de photons jumeaux.
Matrice densité et équations de Bloch optiques.
Notion d'intrication, application en information quantique.
Effets quantiques dans l'interaction atome-laser : fluorescence de résonance, dégroupement de photons.
Exemples d'applications en optoélectronique.

Niveau requis
PHY432 – Physique quantique et statistique

Période : Printemps
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : lundi 19 mars 2012

Physique



Ce cours constitue une introduction à la physique statistique, dont l'objet est de comprendre l'origine microscopique du comportement macroscopique des systèmes constitués d'un grand nombre de particules (états de la matière : solide, liquide ou gaz), jusqu'à des prédictions quantitatives précises. Cette discipline, née avec les développements de la thermodynamique pendant la seconde moitié du dix-neuvième siècle, a reçu un nouvel élan avec l'avènement de la physique quantique au début du vingtième siècle, et a continué à se développer avec succès jusqu'à aujourd'hui, par exemple dans le domaine des transitions de phase, de la matière molle ou des nanomatériaux.

Les premières séances ont pour objet de présenter les outils de base de la description statistique des grands systèmes (dénombrement des micro-états, entropie, fonction de partition). On traite des assemblées de particules sans interaction, isolées puis échangeant de l'énergie ou des particules avec leur environnement. On montre comment l'on retrouve divers comportements thermodynamiques (équation d'état du gaz parfait, élasticité des polymères, défauts dans les solides cristallins, pression osmotique?). On explique ensuite comment cette description doit être adaptée au monde quantique. On discute enfin le rôle des interactions entre particules dans les transitions de phase (liquide-gaz, miscibilité des solutions, magnétisme). Le thème abordé dans la dernière séance est choisi en fonction des attentes des étudiants parmi les sujets suivants : phénomènes de transport, physique des surfaces, propriétés thermiques des matériaux.

Niveau requis
Cours de physique des classes préparatoires.

Modalités d'évaluation
10 séances de 3 h - Cours (1h30) et travaux dirigés (1h30) en petite classe

Période : Automne
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011

Physique

L'objectif est de présenter et faire utiliser aux futurs ingénieurs les outils de base pour décrire l'évolution d'un système physique qui échange de la matière, de l'énergie et de la quantité de mouvement avec l'extérieur.
Ces outils s'appliquent aussi bien à des équipements construits par l'homme qu'à des systèmes naturels, de l'échelle de la cellule jusqu'à celle de la biosphère.

1 - Thermodynamique (3 cours / 3 TD)

Il s'agit, dans un premier temps, de proposer une vision synthétique de la thermodynamique et de donner des interprétations imagées des différentes grandeurs introduites en classe préparatoire. Puis, on jettera

les bases de la thermodynamique des phénomènes irréversibles qui permettent d'analyser des phénomènes couplés de transferts et de réactions chimiques. De tels phénomènes ont lieu dans certains équipements (pompe à chaleur) mais également dans les organismes vivants (transferts à travers les membranes cellulaires).

Programme

Interprétation microscopique des grandeurs thermodynamiques. Milieu homogène à l'équilibre : toutes les relations entre les grandeurs thermodynamiques se déduisent de la relation entre l'entropie, l'énergie interne et les autres grandeurs extensives. Formulation générale (pour les systèmes ouverts) du premier et du deuxième principe.

Thermodynamique des phénomènes irréversibles : explicitation de la production d'entropie au niveau d'un compartiment homogène en fonction des échanges avec l'extérieur. Processus indépendants, parfaitement et partiellement couplés. Explicitation des flux dans le cadre linéaire. Introduction à la thermodynamique des milieux continus : hypothèse de l'équilibre local.

Les travaux dirigés porteront sur des phénomènes couplés en biologie (transferts actifs à travers les membranes, montée de la sève dans les arbres) et en physique (thermoélectricité).

2 - Mécanique des Milieux Continus (6 cours / 10 TD)

La matière qui nous entoure possède une très grande densité moléculaire (il y a typiquement 1 017 molécules dans un mm3) on peut sans problème la traiter à partir des concepts introduits en thermodynamique et la considérer comme un milieu continu. De ce fait, on peut tirer profit d'un grand nombre d'outils de l'analyse et de la géométrie.

Les transferts de matière, de quantité de mouvement et d'énergie sont omniprésents dans la nature (cycle de l'eau, circulation sanguine, bioclimatologie...) et les équipements (drainage, culture sous serres, procédés agro-alimentaires). Ces transferts présentent des similitudes, on présentera un formalisme unique pour écrire les différents bilans que ce soit sur des systèmes macroscopiques (équations différentielles ordinaires) ou des volumes élémentaires (équations aux dérivées partielles).

Lors des travaux dirigés, on abordera un certain nombre d'applications et les étudiants auront largement l'occasion d'utiliser et de compléter les bases acquises dans ce cours dans des enseignements optionnels.

Programme

Les trois chapitres : transferts de matière , transferts de quantité de mouvement et transfert d'énergie sont traités selon le même plan :
- équation de conservation sur un volume élémentaire fixe /sur une particule de fluide suivie dans son mouvement
- loi d'état / loi de transfert / conditions aux limites
- combinaison et adimensionnalisation des équations
- équation de conservation sur un système macroscopique ouvert

En mécanique des fluides incompressibles, on complètera ceci par des bilans d'énergie mécanique, très utiles pour les calculs d'ingénieur.

Modalités d'évaluation

Epreuve écrite de thermodynamique et de mécanique des milieux continus (documents autorisés)

Période : Automne
Nombre d'heures : 35
Crédits ECTS : 3
École : AgroParisTech
Dernière mise à jour : lundi 23 février 2009

Physique 3 - Noyaux et radioactivité

Objectifs: Cette dernière partie du tronc commun de physique est consacrée à une rapide introduction aux phénomènes nucléaires. Elle fournit une culture de base permettant de comprendre les phénomènes tels que la désintégration radioactive, les propriétés des noyaux, l'énergie nucléaire, l'antimatière ou les particules fondamentales. Ces connaissances revêtent en effet une importance croissante dans notre environnement scientifique, économique et social. L'accent est mis sur les applications, en particulier à la géologie (datation radioactive, nucléosynthèse) et à l'énergétique (combustibles nucléaires, radioprotection). Le cours constitue un ensemble cohérent pour l'ingénieur généraliste, aussi bien qu'une base solide pour les cours spécialisés de Physique Nucléaire ou de Génie Atomique.

Programme: 1) Matière et antimatière : l'espace, le temps la matière et l'antimatière en physique relativiste et quantique - équations de Klein-Gordon et de Dirac - spin - particules et antiparticules - applications. 2) Constituants de la matière et interactions : les particules élémentaires, leurs charges et leurs interactions - invariance de jauge - le modèle standard. 3) Interaction faible : propriétés générales - désintégrations -symétries discrètes - section efficace - neutrinos. 4) Noyaux et radioactivité : propriétés - réactions nucléaires - énergie de liaison - radioactivité : désintégrations alpha, béta et gamma. 5) Energie nucléaire : matériaux fissiles et fertiles - fission et fusion - protection contre les rayonnements - applications de la radioactivité. 6) Nucléosynthèse : nucléosynthèse stellaire, explosive - effondrement gravitationnel - naines blanches - étoiles à neutrons - expansion de l'Univers - nucléosynthèse primordiale - matière noire - énergie noire.

Niveau requis
L'enseignement s'appuie sur les cours de tronc commun de physique quantique et relativiste et de physique statistique.

Modalités d'évaluation
L'évaluation est faite par un examen écrit.

Période : Printemps
Nombre d'heures : 12
Crédits ECTS : 1
École : MINES ParisTech
Dernière mise à jour : vendredi 08 février 2013

Physique de la mesure

Les objectifs du cours sont les suivants :
donner les bases des techniques de filtrage de signaux
montrer l'importance de la FFT pour les problèmes linéaires
présenter les effets non-linéaires et de leurs caractéristiques.

Contenu
Systèmes non-linéaires et introduction au chaos
Rappels sur les notions classiques de traitement du signal
Les lois de probabilité et leur application à des signaux bruités.
Le théorème de la limite centrale.
Son application directe à un signal expérimental ne marche pas !
Existence d'un temps de corrélation d'un signal expérimental.
Moyennage et détection synchrone.
La transformée de Fourier 1D
Décomposition d'un signal sur une base orthogonale, exemple des polynômes orthogonaux.
Harmoniques, signal de Dirac, importance de la phase.
Fourier, la base idéale pour les équations linéaires.
Transformée discrète et signaux périodiques. Principe de l'algorithme de la FFT 2N.
Les artéfacts de la FFT.
Filtrage, corrélation, convolution, applications.
Numérisation et théorème de Shannon
Nécessité du filtrage avant numérisation, aliasing.
Cas particulier d'une caméra, conséquence de l'absence de filtrage temporel.
La transformée de Fourier 2D
Convolution et déconvolution, exemple rendre net une photo bougée.
Reconstitution d'une image en utilisant l'espace de Fourier.
Cliché de rayon X
Principe de la tomographie.
Les nouvelles microscopies optiques ayant une résolution optique supérieur à celle donnée par le critère de Rayleigh.
La physique du bruit
Les différents type de bruit et leurs origines physiques.
Bruit de grenaille et mesure de la charge élémentaire.
Bruit d'une résistance, analogie avec le mouvement Brownien. Discussion du théorème de fluctuation-dissipation.
Caractéristiques spectrales de ces bruits physiques. Densité spectrale de bruit. Existence du bruit en 1/f.
Variation de ces bruits avec la température.
Adaptation d'un amplificateur dans une chaîne de mesure.
Travaux Pratiques
Traitements d'images élémentaires : rotation, zoom, filtrages divers. Ces traitements sont effectués sur des images simulées et des images réelles aux formats tif et jpeg.
Filtrages plus élaborés par traitement spectral : filtrage dans l'espace réel (passe-bas, passe-haut, défloutage),filtrage dans l'espace des fréquences spatiales (TF2D), "nettoyage" d'une image de Saturne à travers une grille.
Reconstruction tomographique : reconstruction d'une photo 2D à partir de projections 1D réalisées pour une série d'angles autour d'un même axe.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 24
Crédits ECTS : 2
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 02 mai 2013

Physique des particules élémentaires

La question de savoir de quoi est constituée la matière à l'échelle la plus élémentaire et quel rôle y jouent les interactions fondamentales a toujours excité la curiosité des hommes. Ceci est d'autant plus vrai depuis que nous savons que le domaine de la physique des particules élémentaires a constitué une étape très importante dans l'évolution de notre univers primordial. Les études de l'infiniment petit doivent aussi permettre de mieux comprendre l'infiniment grand.

Il sera question dans ce cours des constituants élémentaires comme les quarks ou les leptons et des différentes forces qui leur sont associées comme l'électromagnétisme, les interactions fortes et faibles. Cet ensemble que l'on nomme le « modèle standard » ne peut être décrit et compris sans le cadre étrange et fascinant de la théorie quantique à laquelle il faut rajouter les concepts de la mécanique relativiste. Un exemple particulier illustre parfaitement l'aspect mystérieux des particules élémentaires : les neutrinos. Ces particules sont produites en quantité gigantesque aussi bien au cœur du soleil que dans les réacteurs des centrales nucléaires ou dans les couches supérieures de notre atmosphère. Ils n'interagissent avec rien, possèdent une masse quasi nulle et ne sont pas chargés. Ceci n'empêche pas les physiciens d'étudier ces fantômes de l'infiniment petit en les faisant par exemple « osciller » sur des distances de plus de 290 kilomètres.

Une partie importante du cours sera consacrée aux concepts (symétrie, lois de conservation, degrés de liberté interne et dimensions supplémentaires, …) de la physique moderne utilisée avec succès dans l'infiniment petit, aux résultats spectaculaires obtenus auprès des accélérateurs de particules et aux grandes questions fondamentales que l'on continue à se poser après plus de quatre-vingts années de recherche. La mise en évidence expérimentale et sa compréhension théorique de la différence entre la matière et l'antimatière représente un exemple d'enjeu majeur de recherche dans ce domaine de la physique. Notre univers primordial a dû produire une quantité égale de matière et d'antimatière. Se pose alors la question de la « disparition » de l'antimatière dans notre univers actuel qui illustre parfaitement les liens étroits entre la physique des deux infinis.

L'ambition de ce cours est d'introduire de façon simple les concepts de la physique des particules élémentaires sans faire appel à des développements théoriques compliqués. L'enseignement du cours de mécanique quantique de première et deuxième années est suffisant pour suivre ce cours sans effort particulier.

Référence bibliographique :
Introduction à la physique subatomique par André Rougé (2005)

Fiche détaillée
Table des matières
Ouvrage disponible auprès des Editions de l'Ecole Polytechnique.

Niveau requis
PHY431 - Relativité et principes variationnels
PHY432 - Physique quantique et statistique

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 4
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 10 avril 2012

Physique des performances du pneu

Les thèmes abordés dans ce cours permettent d'apréhender le rôle prépondérant du pneumatique dans l'amélioration de la mobilité des véhicules. Au delà des fonctions de base que sont le port de charge et la maîtrise de la trajectoire, les performances du pneumatique induisent celles du véhicule: comportement général mesuré et perçu, adhérence, consommation de carburant...Le premier cours de Mécanique du pneu a pour objet de décrire les sollicitations de base du pneumatique, qui justifient l'existence des éléments de base de la structure communs à tous les types de pneus.Le second cours présente les différents constituants des mélanges élastomériques et le lien entre les propriétés matériaux et les performances du pneu.Les trois cours suivants abordent certaines des performances principales attendues d'un pneumatique:le comportement du véhicule,l'adhérence,la résistance à l'usure et la résistance au roulement.

Physique des performances du pneu

Modalités d'évaluation
Interrogation écrite

Période : Automne
Nombre d'heures : 18
Crédits ECTS : 1
École : École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
Dernière mise à jour : lundi 14 décembre 2009

Physique du Solide

Lorsqu'on cherche à décrire le comportement électrique, magnétique, optique ou thermique des solides, il n'est pas possible, compte tenu du nombre élevé d'atomes par unité de volume d'effectuer une analyse précise à partir du comportement de chaque atome.
La physique du solide permet de construire des modèles qui, s'ils sont vérifiés par des expériences, peuvent être considérés comme représentatifs.
Le formalisme, construit à cette fin, a de nombreuses applications. Des exemples seront donnés dans des domaines variés et parfois apparemment très éloignés de la physique du solide.

Contenu
Premières approches théoriques des propriétés des solides
Modèle de Drude d'un métal (classique)
Modèle de Sommerfeld d'électrons libres (traitement quantique mais sans potentiel cristallin)
Phonons
Zones de Brillouin
Vibrations du réseau cristallin
Chaleur spécifique d'un cristal
Electrons dans un cristal (traitement quantique)
Théorème de Bloch
Modèle d'électrons presque libres
Modèle de liaisons fortes
Conséquence de l'existence des bandes électroniques
Occupation des bandes. Semi-conducteurs, métaux
Semi-conducteurs intrinsèques
Semi-conducteurs dopés
Conductivité électrique (approximation de temps de relaxation)
Propriétés optiques des solides
Phénomènes optiques dans des matériaux massifs
Propriétés optiques des hétéro-structures
Supraconductivité
Aspects historiques
Approches théoriques
Applications de la supraconductivité
Conclusions
Problématiques actuelles et défis de la physique des Solides
Préceptorat
Les systèmes périodiques
Vibrations et phonons
Chaleur spécifique, susceptibilité paramagnétique, l'électron presque libre
Structure électronique du graphène
Les semi-conducteurs et la jonction PN - applications
Transistor à effet de champ et gaz 2D d'électrons
L'effet Hall quantique

Niveau requis
niveau M1 en physique

Modalités d'évaluation
examen écrit (2-3 heures)

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 38
Crédits ECTS : 5
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : mercredi 15 mai 2013

Physique du Solide - Introduction

L'objectif du cours est d'introduire les connaissances générales en physique de la matière condensée. À partir des modèles microscopiques classiques simples, puis en utilisant des approches quantiques plus élaborées, montrer comment il est possible de remonter aux phénomènes macroscopiques observés : conduction électrique ou comportement isolant, transport de chaleur ou propriétés d'émission-absorption optiques. Le cours se veut un aller-retour continu entre les propriétés et phénomènes de base d écoulant de la nature quantique de solides et les fonctions complexes utiles qui sont au cœur des éléments de l' électronique et de l'optique modernes.

Contenu
Un premier module (2 heures) introduit, à travers le modèle de Drude, la vision classique de la matière. Différents phénomènes de transport d' électrons et de chaleur seront introduits. La conductivité électrique des m étaux sera utilisée pour souligner les points forts et les limites des approches classiques.
Le deuxième module (2 heures) introduit la nature quantique de la matière par l'intermédiaire du modèle des électrons libres de Sommerfeld. Le principe de Pauli débouche sur la statistique Fermi-Dirac et détermine l'ordre électronique. On introduit les notions d'espace réciproque et de niveau de Fermi. L'apparition des bandes interdites est discutée en termes de la diffraction de Bragg des ondes électroniques sur le potentiel périodique cristallin. Les modes de vibrations du cristal (phonons) sont introduits de manière classique. Le module se termine par une conférence (1 heure) sur les spectroscopies modernes des états électroniques.
Le troisième module (3 heures) traite la conséquence de l'existence des bandes interdites sur les propriétés électriques et optiques des semi-conducteurs. Le confinement quantique est proposé comme une voie de contrôle et d'ingénierie des propriétés électroniques de la matière. Le module se termine par une conférence (1 heure) sur les propriétés optiques des semi-conducteurs et le rôle du confinement. Alternativement, une conférence sur le transport d' électrons et de chaleur dans les circuits mésoscopiques est proposée.
La quatrième partie du cours (2 heures dont 1 heure de conférence) traite le phénomène de supraconductivité. Une conférence introductive portera sur la découverte même de ce phénomène extraordinaire. Une démonstration thermodynamique appuiera la nature quantique de l'effet. Une deuxième partie sera consacrée à la réponse du condensat supraconducteur aux excitations extérieures telles que champs magnétique et électrique. Les applications de la supraconductivité seront évoquées.

Période : Hiver & Printemps

Nombre d'heures : 10
Crédits ECTS : 1
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : mercredi 15 mai 2013

Physique et exploitation des réacteurs REP

A l'issue de ce module les élèves connaitront les éléments principaux du cycle du combustible et les points essentiels liés à l'exploitation des réacteurs à eau légère pressurisée.

Le combustible - son évolution dans les REP 3
Le cycle du combustible 3
Chargement et environnement des composants en service dans les REP 6
Chimie primaire 3
Les accidents par perte de réfrigérant primaire 3
Notions de sûreté 6
Les déchets radioactifs 3
Les filières à neutrons rapides 6
La R&D pour GEN IV 3
Economie du nucléaire 3

Modalités d'évaluation
13 séances de 3 heures

Période : Automne
Crédits ECTS : 8
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 14 septembre 2011

Physique Quantique

Le but est de donner une culture de base sur la mécanique à l'échelle des atomes. Cette culture sera ensuite développée dans d'autres cours : en optique, en chimie, en physique des solides, etc. L'esprit du cours consiste à introduire les principes et les concepts qui sous-tendent la physique quantique, et à montrer comment ils s'appliquent pour décrire des expériences.

Contenu

Ondes et particules : niveaux d'énergie
Les principes de la Mécanique Quantique
Les systèmes usuels : oscillateurs, effet tunnel, ...
Les niveaux atomiques
Le moment cinétique et le spin
Préceptorat
Les séances de préceptorat permettront d'aborder de nombreux domaines de la physique contemporaine (fondamentale ou appliquée) où la mécanique quantique joue un rôle majeur.
Dualité "onde - corpuscule". Applications aux sondes de la matière et à l'optique atomique.
Centres colorés dans les cristaux ioniques (centres F).
Méthode W.K.B.. Applications à l'effet tunnel et au modèle de Gamow de l'émission alpha.
Formation de l'Hydrogène moléculaire interstellaire.
Interférométrie de neutrons. Application à la rotation d'un spin et à l'effet gravitationnel.
Etats quantiques factorisables, états quantiques intriqués. Applications aux principes de la téléportation d'un qubit et à la cryptographie quantique.
Travaux pratiques
Pompage optique du Cs et du Rb
Résonance paramagnétique électronique
Résonance Magnétique Nucléaire : doublet de PAKE
Microscope à effet tunnel : imagerie atomique du graphite
Radioactivité et pouvoir de ralentissement
Microscopie à Force Atomique : imagerie de surfaces
Initiation aux techniques du vide

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 40
Crédits ECTS : 3
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 02 mai 2013

Physique quantique et statistique

En second semestre de deuxième année, le cours de physique de 18 blocs comportera la seconde partie de la Mécanique quantique (7 blocs), suite naturelle du cours de Tronc commun, et la Physique statistique (11 blocs).

La Mécanique quantique et la Physique statistique sont les deux piliers de la physique moderne.

La Physique quantique est la théorie fondamentale des processus à l'échelle microscopique. Elle a permis de déterminer la structure des noyaux, des atomes, des molécules, d'élucider la nature de la lumière, et

elle constitue un outil indispensable pour comprendre la physique d'aujourdhui, des particules élémentaires jusqu'aux étoiles et au Big Bang. Son impact économique est tout aussi important : la plupart des produits de haute technologie (électronique, lasers et optronique, nanotechnologies, télécommunications) sont directement issus de concepts quantiques.

Le cours de Physique quantique, enseigné par Manuel Joffre, est dans le prolongement direct du cours d'introduction à la physique quantique proposé en tronc commun (PHY311). Il commence par la présentation du formalisme de base et son illustration sur quelques systèmes simples. Il aborde ensuite les problèmes à plusieurs degrés de liberté, ce qui mène directement à l'étude de la quantification des moments cinétiques et au concept de spin. Ces concepts sont illustrés par des exemples tirés de la physique atomique et de la résonance magnétique nucléaire, les états intriqués. Le cours se termine par l'étude des systèmes de particules identiques et du principe de Pauli, qui constitue un lien naturel avec le cours de physique statistique.

L'objet de la Physique statistique est d'étudier le comportement collectif de systèmes contenant de très grands nombres de particules. La question fondamentale est d'établir un pont entre les comportements macroscopiques des matériaux et les lois microscopiques qui gouvernent l'évolution de leurs constituants. Tous les solides sont faits d'électrons et d'ions, particules quantiques en interaction Coulombienne ; pourtant certains sont des isolants, d'autres des conducteurs ou des semi-conducteurs, d'autres encore présentent des phases supraconductrices. A l'origine de toutes ces différences on trouve les effets collectifs ; leur compréhension est donc fondamentale pour toute la physique des solides, depuis les composants électroniques jusqu'aux mémoires magnétiques. Dès que l'on traite de grands nombres de constituants, il apparaît des phénomènes nouveaux comme l'apparition des formes, les structures ordonnées, des problèmes de dynamique liés à l'irréversibilité, la vie, qui nécessitent leur propre cadre conceptuel. Initialement développée pour expliquer la thermodynamique, la physique statistique a évolué au cours de ces dernières années vers le modélisation des systèmes complexes, dans lesquels les « particules » peuvent être des agents économiques, des neurones, des « bits » d'information...

Le cours de Physique statistique, enseigné par Marc Mézard et Jean-Philippe Bouchaud, présente les bases de cette matière : description probabiliste, entropie statistique, lien avec la thermodynamique. Puis il aborde la question des particules identiques et les conséquences du principe de Pauli. Les concepts sont illustrés par des exemples allant de la physique des solides (métaux, semi-conducteurs) à l'étude des propriétés thermiques du rayonnement, mais également par des comportements collectifs de systèmes complexes hors de la physique, allant des biomolécules à la théorie de l'information et aux agents en interactions.

Références bibliographiques :

Mécanique quantique par Jean-Louis Basdevant et Jean Dalibard (2002)
Problèmes quantiques par Jean-Louis Basdevant et Jean Dalibard (2004)
Table des matières
Ouvrages disponibles auprès des Editions de l'Ecole Polytechnique
Physique statistique par Antoine Georges et Marc Mézard
Physique statistique - Exercices et corrigés par Claudine Hermann

Période : Printemps
Nombre d'heures : 72
Crédits ECTS : 10
École : École Polytechnique

Dernière mise à jour : mardi 10 avril 2012

Projet de Physique

Ce module d?enseignement, ouvert aux étudiants des départements IMI et GMM, constitue une introduction à la mécanique quantique par la simulation numérique.
À l?issue du module, les étudiants sauront calculer numériquement les propriétés électroniques de systèmes modèles : atome et molécule simple. Les étudiants auront également appronfondi, par la réalisation d?un projet numérique, leur compréhension de phénomènes physiques ne pouvant être décrits classiquement: effet tunnel, énergie du point zero et bandes d?énergie des semiconducteurs.

1. cours d?introduction: dualité entre ondes et particules, postulats de la mécanique quantique, particule dans un puit de potentiel.
2. travail dirigé : un sujet à choisir parmi les différents sujets proposés, sous la forme d?un devoir préparant la partie autonome.
3. projet autonome : un sujet à définir en concertation avec les enseignants et à traiter dans la continuité du travail dirigé.
Exemples de sujets traités les années précédentes: maser (microwave amplification by stimulated emission of radiation) à ammoniaque, niveaux quantiques à travers la table périodique, structure de bandes d?alliages semiconducteurs, schémas numériques pour l?équation de Schroedinger forcée.

Niveau requis
Cours de calcul scientifique de première année. Cours d?informatique et logiciels scientifiques de première année.
Cours de mécanique quantique de première année (recommandé). Cours de modélisation, programmation et simulation de deuxième année IMI (recommandé).

Modalités d'évaluation
1 séance d?introduction (3h), 2 entretiens (1h) durant la partie dirigée, 2 à 4 entretiens (1h) durant le partie autonome.

Période : Printemps
Crédits ECTS : 6
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mardi 26 juillet 2011

Projet Systèmes

Le projet système a pour objectif de favoriser l'esprit d'initiative des étudiants et de les préparer à la gestion de projets.
Il s'organise autour de petits sujets de recherche ou de réalisation proposés par les enseignants.
Les étudiants doivent apprendre à s'organiser, à travailler par groupe de 2, 3 ou 4 selon les sujets.

Ces projets peuvent être très divers :
-projets de type "recherche" : mesure de largeurs spectrales de diodes laser, diode laser fibrée en cavité étendue
-réalisations ou améliorations de Travaux Pratiques : Interférométrie de speckle, asservissement en position d'un faisceau laser, traitement d'images
infrarouges, ellipsométrie
-projets de type "industriel" : topographie par projection de franges, étude du comportement dynamique d'un ressort de soupape, réalisation d'un corps noir différentiel.
Les sujets de projet système sont par définition pluridisciplinaires et comportent en général de l'optique, mais aussi de la mécanique, de l'électronique,
de l'informatique,...
Pendant les séances, les élèves auront toute liberté de mener leur étude comme ils le souhaitent, l'objectif étant de mettre à l'épreuve leur capacité d'organisation du travail et leur esprit d'initiative.

Modalités d'évaluation
L'évaluation des Travaux Pratiques repose sur 2 points :
- l'habilité, l'autonomie et l'esprit d'initiative des étudiants pour mener leur projet
- une soutenance orale (15 minutes) suivie de questions techniques
Selon les sujets la rédaction d'un compte rendu peut être demandé par l'enseignant.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 41
École : Institut d'Optique Graduate School
Dernière mise à jour : lundi 07 septembre 2009

Relativité et Electromagnétisme

Contenu
Limites de la mécanique de Newton-Galillée
Relativité restreinte
Structure de l'espace temps de Minkowski (quadrivecteurs, causalité)
Cinématique relativiste
Dynamique relativiste
Electromagnétisme
Equation de Dirac (spin de l'électron, antimatière)

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 3

École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : jeudi 02 mai 2013

Relativité et principes variationnels

Le programme comporte : la relativité, les principes variationnels et la mécanique analytique.

Les objectifs de ce cours sont de nature diverse. Objectif culturel, pour les élèves intéressés par des aspects du progrès conceptuel de la physique, sans forcément vouloir continuer des enseignements de physique par la suite. Objectif utilitaire : d'autres disciplines, comme les mathématiques pures et appliquées, ou la mécanique, font appel aux notions abordées dans ce cours. Souci, enfin, d'élargir les connaissances en physique ciblé surtout à ses aspects fondamentaux. Nous avons délibérément choisi pour ce cours une thématique différente et complémentaire à celle du cours de physique de second semestre pour que les élèves aimant la physique puissent en apprendre davantage en suivant ce cours de premier semestre.

Référence bibliographique :

Introduction à la relativité par David Langlois (2011)
Introduction à la relativité par André Rougé (2000)
Ouvrage disponible auprès des Editions de l'Ecole Polytechnique.
Principes variationnels et Mécanique analytique par Jean-Louis Basdevant, Christoph Kopper (2011).

Période : Automne
Nombre d'heures : 36
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : vendredi 20 janvier 2012

Rhéophysique et matière molle

Dans leur jeune âge, les matériaux à base de ciment ou de plâtre se présentent sous la forme de pâtes visqueuses aux propriétés complexes. La facilitation de leur mise en place en toutes conditions, mais aussi la diminution des nuisances environnementales et la qualité de la structure finale, exigent la maîtrise la plus avancée de leur comportement d’un point de vue physique et mécanique. Les connaissances et les méthodes proposées dans le cadre de ce cours trouvent de nombreuses applications dans la formulation,

la mise en forme ou l'utilisation d'un grand nombre de matériaux des industries du génie civil, de l'agroalimentaire, des cosmétiques, ou encore dans la modélisation des écoulements naturels (avalanches, coulées de boue, laves).

1. Bases
   * Colloïdes, tensio-actifs, grains, bulles, gouttes
   * Polymères
   * Rappels de mécanique des milieux continus, principaux comportements mécaniques
2. Applications
   * Rhéophysique des pâtes, des suspensions et des milieux granulaires
   * Rhéophysique des polymères et des tensio-actifs
   * Rhéométrie (plans parallèles, cône-plan, cylindres coaxiaux,…)
   * Ecoulements non-viscosimétriques (étalement, écrasement, mouvement d'un objet) – Rhéométrie « pratique »
3. Compléments
   * Phénomènes particuliers : sédimentation, ségrégation, compaction
   * Séance expérimentale : Rhéométrie par IRM
   * Comportements aux interfaces : mouillage, imprégnation, adhésion

Références bibliographiques :

* R. LARSON, The Structure and Rheology of Complex Fluids , Oxford University Press (1999)
* W.B. RUSSEL, D.A. SAVILLE, W.R. SCHOWALTER, Colloidal Dispersions, (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1989)
* P. COUSSOT, J.L. GROSSIORD, Comprendre la Rhéologie - de la circulation du sang à la prise du béton, (EDP Sciences, Les Ulis, 2002)
* P.G. DE GENNES, F. BROCHARD-WYART, D. QUERE, Capillarity and wetting phenomena: drops, bubbles, pearls, waves, (Springer, New York 2004)

Niveau requis
Physique générale

Modalités d'évaluation
Exposé sur article

Période : Automne
Nombre d'heures : 30
Crédits ECTS : 5
École : École Polytechnique
Dernière mise à jour : mardi 26 juin 2007

Thermodynamique Statistique

Ce cours est une introduction aux idées générales et aux méthodes de la

physique statistique. On insistera particulièrement sur les concepts de base (entropie, température) et sur la pertinence des méthodes utilisées dans d'autres disciplines comme la chimie ou la biologie. On discutera certains exemples classiques (gaz parfait, paramagnétisme, élasticité des polymères), ainsi que la physique des transitions de phase et des phénomènes collectifs et les statistiques quantiques. On tentera de maintenir un (difficile) équilibre entre approche intuitive des phénomènes et calculs plus rigoureux.

Contenu
Introduction et rappels de thermodynamique
Probabilités et marches aléatoires
Equation de Boltzmann
Physique statistique d'un système isolé: ensemble "microcanonique"
Physique statistique à température constante: énergie libre, ensemble canonique
Physique statistique des sytèmes classiques sans interactions
Physique statistique à potentiel chimique constant: ensemble grand canonique
Gaz parfaits quantiques
Transitions de phase, champ moyen
Equation de Langevin, théorème de fluctuation-dissipation
Préceptorat
Les tuteurs ont une grande liberté de choix des sujets traités. Parmi les thèmes abordés: Le Mouvement Brownien, les phonons, la simulation numérique des transitions de phase. Le but est à la fois d'approfondir les notions du cours (ce qui complète les Travaux Dirigés) et d'explorer des sujets plus pointus.

Travaux pratiques
 Travaux pratiques communs aux cours de Thermodynamique Statistique et de Thermodynamique Physico-Chimique.

Niveau requis
Une bonne connaissance de la thermodynamique et des mathématiques de base sont requises pour ce cours.

Modalités d'évaluation
L'examen comprend deux parties, une question de cours noté sur 8 points et un problème noté sur 12 points. Aucun document n'est autorisé.

Période : Hiver & Printemps
Nombre d'heures : 42
Crédits ECTS : 3
École : École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris
Dernière mise à jour : lundi 15 avril 2013

Travaux Pratiques d'Optique 2A

4 séances de travaux pratiques sont consacrées à l'approfondissement des notions de photométrie et de détection optique dans le domaine visible et infrarouge.
Les 4 séances de travaux pratiques de ce module sont consacrées aux méthodes expérimentales liées au cours d'optique physique sur la polarisation :analyse d'une polarisation, mesure de biréfringence linéaire et rotatoire, interférence en lumière polarisée, modulateur électrooptique.

Les 12 séances de travaux pratiques du 2nd trimestre sont consacrées à l'approfondissement des notions dans le domaine des lasers, des aberrations des systèmes optiques et de la détection optique, dans le domaine visible et infrarouge. (4 TP sur l'étude de la qualité de systèmes optique, 4 TP sur diverses sources lasers, 4 TP sur l'étude de divers systèmes de détection et le traitement du signal approprié).

Modalités d'évaluation
L'évaluation des Travaux Pratiques repose en général sur 3 points :
- l'habilité, l'autonomie et l'esprit d'initiative des étudiants pendant la séance
- une brève explication orale du dispositif étudié
- la rédaction d'un compte rendu détaillé.

De plus, un examen sur l'ensemble de l'année est organisé fin mai.

Période : Automne & Printemps
Nombre d'heures : 95
Crédits ECTS : 13
École : Institut d'Optique Graduate School
Dernière mise à jour : jeudi 03 septembre 2009

Un monde chaotique

Contexte
Les idées et les applications des systèmes non linéaires, quelquefois chaotiques, se sont répandues dans plusieurs disciplines et ont donné un caractère universel à cette grille nouvelle de lecture de l'Univers. L'impact de cette dernière sur un grand nombre de disciplines est considérable. Qu'il s'agisse de défrichage ou d'études détaillées, il n'est guère de science fondamentale ou appliquée qui reste étrangère aux outils et aux idées des systèmes non linéaires : physique (astrophysique, physique quantique, électromagnétisme, mécanique, ?), chimie, biologie, médecine, économie, sciences de l'ingénieur font partie des sciences concernées.

Il est remarquable que des systèmes structurellement simples puissent exhiber une profusion de comportements compliqués et que, réciproquement, le comportement de systèmes complexes puisse être décrit avec une simplicité inattendue. L'identification et la description de l'évolution d'un système donné est à l'origine de recherches soutenues, de progrès importants et d'applications d'intérêt général élevé. L'essor de ce domaine est soutenu par la sagacité des théoriciens et les possibilités de calcul sans cesse accrues des ordinateurs, ou des réseaux d'ordinateurs.
Objectif pédagogique
Ce cours vise à faire connaître et à mettre au travail, à un niveau plutôt élémentaire, les concepts fondamentaux et quelques applications de la théorie des systèmes dynamiques non-linéaires. L'ensemble aboutit naturellement au chaos et aux phénomènes associés en faisant émerger, au passage, un grand nombre de concepts unificateurs et transdisciplinaires : chaos, bifurcations, fractales, attracteurs, stabilité, espace des phases, sensibilité aux conditions initiales, contrôle et prédiction etc. Il sera ainsi possible de préciser la dynamique qualitative d'un système qui se prête mal à l'analyse quantitative détaillée.
Objectif de formation
Il s'agit d'être capable, en situation, d'identifier la structure d'un système, au-delà des diversités de ses réalisations ; par exemple reconnaître que les équations régissant tel laser et tel écoulement hydrodynamique sont identiques et tout à fait générales ; toute expérimentation sur un système est dès lors " traduisible " en termes de l'autre, ce qui ouvre la possibilité de choisir l'expérimentation physique la plus simple à réaliser. La structure identifiée, il s'agira aussi et surtout de savoir choisir et de savoir utiliser les outils méthodologiques généraux permettant l'étude pratique de ce système.
Quelques autres mots-clés (en vrac) :
Chaos et cosmos, perte de prédictibilité, dimensions non entières, oscillateurs, perturbations, continu et discret, climat, solitons, espace des phases, sections de Poincaré, entropies, automates cellulaires, populations, épidémiologie, déterminisme, crises, universalité, aperçus épistémologiques, transitions de phase ?,

Séances 1 et 2 : Quelques exemples élémentaires
Du linéaire au non linéaire, de la stabilité à l'instabilité.
Premiers exemples : pendules, proies et prédateurs, cinétiques.
Séance 3 et 4 : Généralisations, concepts opérationnels
Sections de Poincaré, attracteurs réguliers ou étranges, dimensions, bifurcations et codimensions, autosimilarité, fractales.
Séance 5 : Présentation de cas
Présentation de projets : par exemple croissance, système mécanique, réseaux de neurones, épidémiologie, astrophysique, solitons, circuits électriques, ? Présentation de réalisations antérieures d'étudiants.
Séance 6 et 7 : Travaux personnels encadrés
TD devant ordinateurs (voir plus bas) : préparation (encadrée) du travail personnel.
Séance 8 : Outils méthodologiques généraux
Méthodes mathématiques d'analyse.
Séances 9 et 10 : Mises en commun et discussions
Présentation des travaux. Bilans.

Niveau requis
Cours de niveau CPGE. Rudiments de calcul scientifique

Modalités d'évaluation
Dix séances de trois heures chacune : Six séances de cours, deux séances de TD et deux séances de présentation de travaux personnels encadrés.

Période : Automne
Crédits ECTS : 3
École : École des Ponts ParisTech
Dernière mise à jour : mercredi 02 novembre 2011